



Vlaanderen
is erfgoed

Door de mens ontwikkelde 'natuursteen': simili-pierre en kunststeen.

Hun geschiedenis, recepturen en restauratierichtlijnen.

Handleiding Onroerend Erfgoed

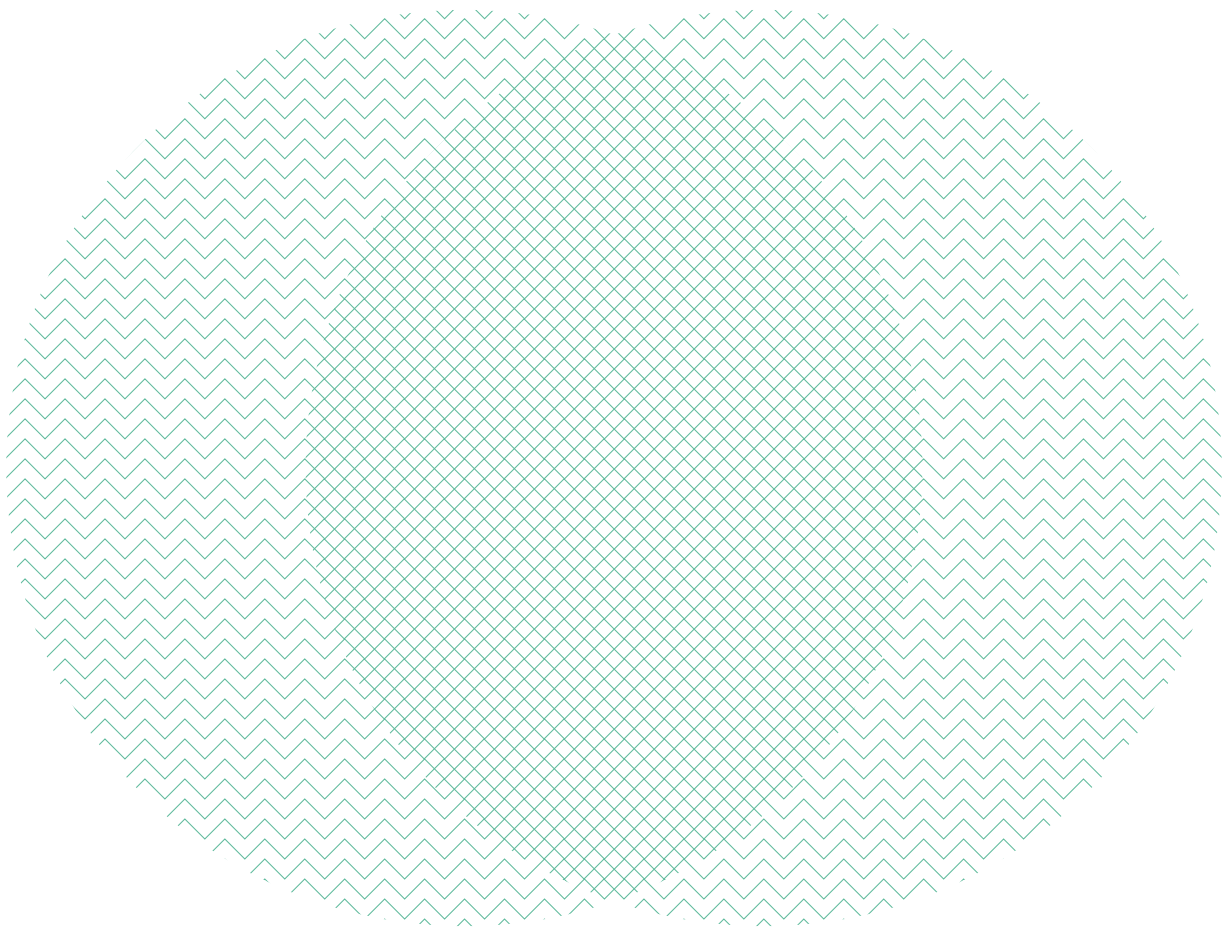
Agentschap
Onroerend
Erfgoed

www.onroerenderfgoed.be

Door de mens ontwikkelde 'natuursteen': simili-pierre en kunststeen.

Hun geschiedenis, recepturen en restauratierichtlijnen.

Heleen Schroyen



COLOFON

TITEL

Door de mens ontwikkelde 'natuursteen': simili-pierre en kunststeen.
Hun geschiedenis, recepturen en restauratierichtlijnen.

REEKS

Handleidingen agentschap Onroerend Erfgoed nr. 25

AUTEUR

Heleen Schroyen

JAAR VAN UITGAVE

2019

Een uitgave van agentschap Onroerend Erfgoed Wetenschappelijke
instelling van de Vlaamse Overheid, Beleidsdomein Omgeving
Published by the Flanders Heritage Agency Scientific Institution of the
Flemish Government, policy area Environment

VERANTWOORDELIJKE UITGEVER

Sonja Vanblaere

LEDEN KLANKBORDGROEP

I. Debacker, D. Nuytten, R. Hendrickx en W. Hulstaert (Onroerend Erfgoed), AG Vespa en Gorduna.

LEDEN KERNPROJECTTEAM

I. De Schepper, N. Thiels en E. Vandeweghe (Onroerend Erfgoed)

LEDEN EXPERTENTEAM

Y. Vanhellemont (WTCB); A. Verdonck (VUB), R. Hayen (KIK-IRPA), S. Peters, D. Vandevoorde (Rephine
Stoneworks) en Y. Govaerts.

LEDEN STUURGROEP

G. Callaert, D. Van Den Broucke, L. Meganck en N. Vernimme.

REDACTIE

Tien Ton Taal.

OMSLAGILLUSTRATIE

Kasteel Boterberg in Kalmthout. Gevelementen in natuur- en kunststeen.
Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Kris Vandevorst.

Het illustratiemateriaal in deze publicatie is afkomstig uit antiquarische collecties. Het traceren van alle
rechthebbenden van sommige publicaties blijkt vaak onmogelijk, vooral voor de oudere publicaties.

Als u van mening bent dat enig materiaal uit deze publicatie zonder uw medeweten of toestemming werd
gepubliceerd, vragen wij in de eerste plaats uw begrip voor de moeilijke opdracht van het achterhalen
van de rechthebbenden. Vervolgens vragen wij u om contact op te nemen met het agentschap Onroerend
Erfgoed (info@onroenderfgoed.be) om naar een correcte oplossing te zoeken.

agentschap Onroerend Erfgoed
Havenlaan 88 bus 5
1000 Brussel
T +32 2 553 16 50
info@onroenderfgoed.be
www.onroenderfgoed.be

Dit werk is beschikbaar onder de Open Data Licentie Vlaanderen v. 1.2.
This work is licensed under the Free Open Data Licence Flanders v. 1.2.

Dit werk is beschikbaar onder een Creative Commons Naamsvermelding 4.0 Internationaal-licentie.
Bezoek <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> om een kopie te zien van de licentie.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.
To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

ISSN 2565-7003
D/2021/3241/177

Inhoudstafel

INLEIDING

INLEIDING	10
-----------	----

HOOFDSTUK 1 13

DEFINITIES EN AFBAKENINGEN

1 / DEFINITIES EN AFBAKENINGEN 14

1.1 De geïmiteerde natuursteen	14
1.2 Twee uitvoeringstechnieken	15
1.3 Welke materialen en technieken behandelen we niet	16

HOOFDSTUK 2 19

KORTE HISTORIEK KUNSTSTEEN EN SIMILI-PIERRE

2 / KORTE HISTORIEK KUNSTSTEEN EN SIMILI-PIERRE 20

2.1 De voorlopers van simili-pierre	20
2.2 Voorlopers van kunststeen	22
2.3 Kunststeen en simili-pierre op het einde van de 19de en in de 20ste eeuw	23
2.3.1 Hun evolutie in kaart gebracht	25
2.3.2 Welke factoren speelden een rol in de opkomst, ontwikkeling en verval?	26

HOOFDSTUK 3 31

HISTORISCHE RECEPTUREN, PRODUCTIEPROCESSEN EN APPLICATIES

3 / HISTORISCHE RECEPTUREN, PRODUCTIEPROCESSEN EN APPLICATIES 32

3.1 Mortel als bouwsteen van simili-pierre en kunststeen	32
3.1.1 Bindmiddelen	32
3.1.2 Toeslagstoffen of aggregaten	33
3.1.3 Additieven	33
3.1.4 Pigmenten en mica's	33
3.1.5 Water	33
3.2 Simili-pierre: recepturen en applicaties	33
3.2.1 Lagenopbouw en voorbereiding	33
3.2.2 Raap- of grondlaag	34
3.2.3 Top- of afwerkingslaag	35
3.2.4 Bewerking van het oppervlak	37
3.2.5 Het trekken van de schijnvoegen	38
3.2.6 Het plaatsen van ornamenten	39
3.2.7 Bijkomende oppervlaktebehandelingen	40
3.3 Kunststeen: recepturen en productieprocessen	40
3.3.1 Productieproces kunststeen	40
3.3.2 Recepturen kunststeen	42

HOOFDSTUK 4	47
HANDREIKING VISUELE HERKENNING	
4 / HANDREIKING VISUELE HERKENNING	48
4.1 Structuur van de elementen en gevelopbouw	48
4.2 Het verschil in materiaaleigenschappen	52
4.3 Het verschil in schadepatronen	57
4.4 De afwerking van de voegen	60
4.5 Het materiaaloppervlak	62
HOOFDSTUK 5	67
ERFGOEDWAARDEN EN RESTAURATIEVISIE	
5 / ERFGOEDWAARDEN EN RESTAURATIEVISIE	68
5.1 Wat zijn de erfgoedwaarden en waarom beschermen we?	68
5.1.1 Erfgoedwaarden van simili-pierre en kunststeen	68
5.2 De restauratievisie	70
5.2.1 Algemene uitgangspunten	70
5.2.2 De restauratieprincipes	71
5.3 Aan de slag: hoe bouw je de restauratievisie van je project op?	74
5.3.1 Op voorhand: enkele aandachtspunten	74
5.3.2 Bouwhistorisch vooronderzoek	74
5.3.3 Materiaal- en bouwtechnisch vooronderzoek	75
5.4 De restauratievisie opmaken	76
HOOFDSTUK 6	79
RESTAURATIETECHNIEKEN	
6 / RESTAURATIETECHNIEKEN	80
6.1 Eerst de schadebronnen wegnemen	80
6.2 Consolideren van het originele materiaal	81
6.2.1 Verbeteren van de hechting van de simili-pierre	81
6.2.2 Herstellen van haarscheuren en kleine niet actieve barsten	81
6.2.3 Lokaal herstel van verweerde imitatievoegen	82
6.2.4 Verlijmen van losgekomen kunststeen	82
6.3 Reiniging	82
6.3.1 Mogelijke vormen van vervuiling	82
6.3.2 Randvoorwaarden voor reiniging simili-pierre en kunststeen	83
6.3.3 Algemeen overzicht van gangbare reinigingstechnieken	83
6.3.4 Proefreinigingen simili-pierre en kunststeen	85
6.3.5 Reinigen simili-pierre en kunststeen	85
6.3.6 Beoordeling van de reiniging	86
6.4 Verwijderen van het beschadigde materiaal en voorbereiden van de ondergrond.	87
6.5 Herstel simili-pierre	88
6.5.1 Herstel van de grondlaag	89
6.5.2 Herstel van de top-laag	90
6.5.3 Aanbrengen van de herstelmortel	94
6.5.4 Reconstructie simili-pierre	95

6.6	Herstel kunststeen	96
6.6.1	Plastisch herstel van simili	96
6.6.2	Het plaatsen van de ankers	97
6.6.3	Herstel betonnen kern en wapening	97
6.6.4	Gehele vervanging van een kunststenen element	98
6.7	Evaluatie van de herstelmortel	99

HOOFDSTUK 7 103

AFWERKINGSTECHNIEKEN

7 / AFWERKINGSTECHNIEKEN 104

7.1	imitatie historische afwerkingstechnieken	104
7.2	Plaatsen van de imitatievoegen bij simili-pierre	105
7.3	Bijkomende afwerkingslagen	106
7.4	Preventieve nabehandelingen	107

HOOFDSTUK 8 109

ONDERHOUD

8 / ONDERHOUD 110

BIBLIOGRAFIE EN FIGURENLIJST

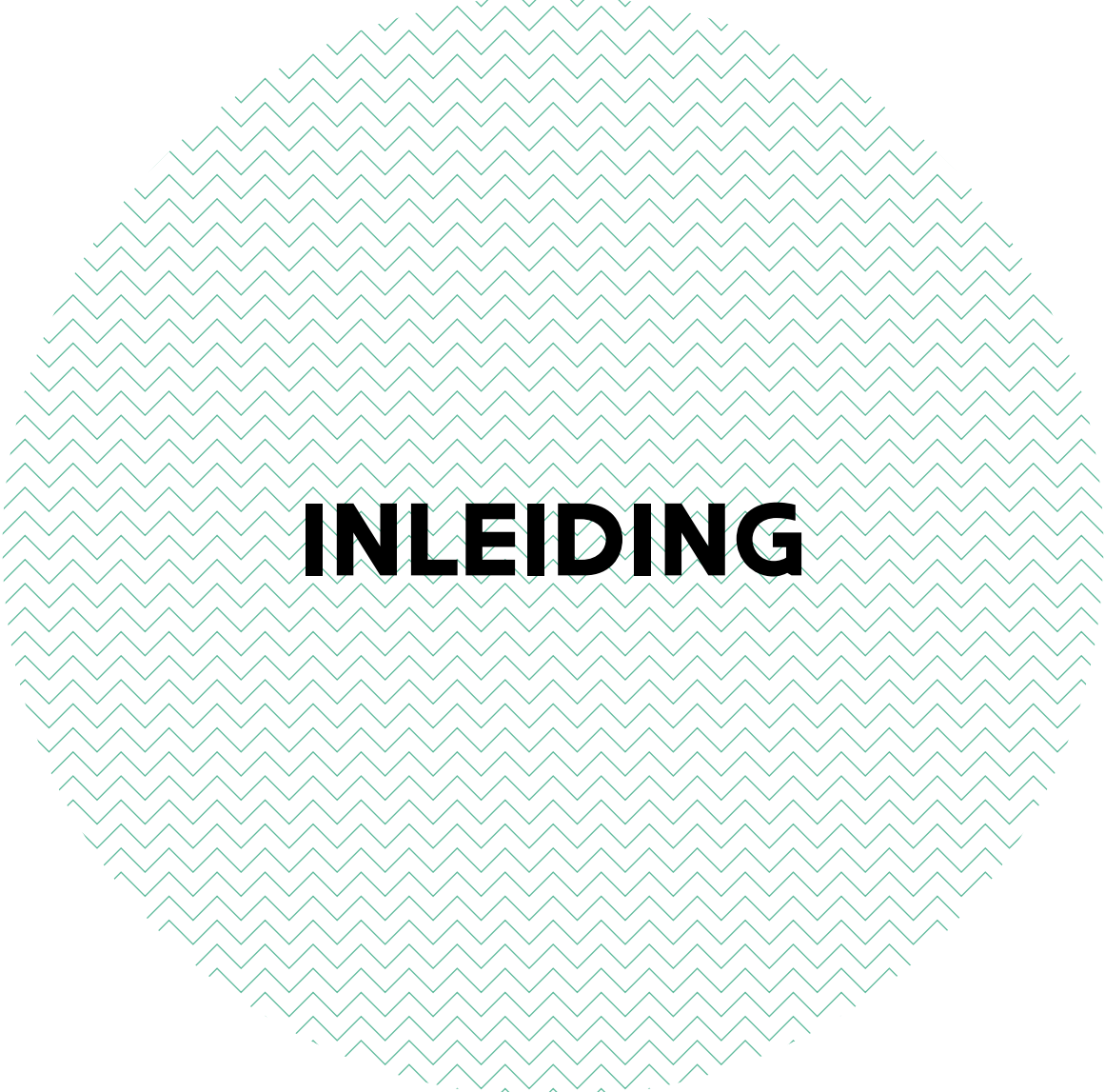
BIBLIOGRAFIE EN FIGURENLIJST 114

Literatuur	114
Modelinge bronnen	116
Figurenlijst	117

EINDNOTEN

EINDNOTEN 122



A large circle with a teal chevron pattern, centered on the page. The word "INLEIDING" is written in bold black capital letters across the center of the circle.

INLEIDING

INLEIDING

In de eerste helft van de 20ste eeuw experimenteerde men volop met bouwmaterialen en technieken, in de hand gewerkt door technische en economische veranderingen en nieuwe architecturale visies. Een mooi voorbeeld hiervan is de imitatie van natuursteen.

Er bestaan veel verschillende soorten natuursteenimitatie. Deze handleiding focust op de imitatie van blauwe kalksteen, witte Belgische en witte Franse kalksteen, toegepast als monolithische elementen (kunststeen) en als gevelbepleistering (simili-pierre). Beide toepassingen verwierven grote populariteit aan het einde van de 19de eeuw en tijdens het interbellum.

De actuele kennis over deze materialen is vrij beperkt, en door de schaarse informatie blijven er veel vragen onbeantwoord, wat ook restauratie moeilijker maakt. Het doel van deze handleiding is daarom om zowel de expert in het veld als de geïnteresseerde eigenaars en beheerders te informeren over deze materialen.

Deze handleiding probeert duidelijkheid te scheppen over een aantal aspecten en is grotendeels gebaseerd op de doctoraatsverhandeling 'Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940'.¹ Dit uitgebreid referentiewerk gaat dieper in op deze bijzondere bouwmaterialen en plaatst ze in hun internationale context.

Het historische luik en de handreiking voor herkenning zijn een synthese uit dit doctoraat, en kregen een uitbreiding met onder andere het luik erfgoedwaardering en een hoofdstuk over het opbouwen van een restauratievisie. Ervaring en concrete voorbeelden uit de Vlaamse restauratiepraktijk geven verder verdieping aan het onderdeel restauratietechnieken.

Het is duidelijk dat deze materialen blijven intrigeren en boeien. Ze getuigen van belangrijke veranderingen in de bouwgeschiedenis en vertellen mee het verhaal van een evoluerende maatschappij. Het agentschap Onroerend Erfgoed wil met de opmaak van deze handleiding een inspiratiebron bieden om deze materialen duurzaam te vrijwaren voor de toekomst.



Kasteel Boterberg in Kalmthout. Gevelementen in natuur- en kunststeen. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Kris Vandevorst.

HOOFDSTUK **1**

**DEFINITIES EN
AFBAKENINGEN**

1 / DEFINITIES EN AFBAKENINGEN

Steenimitatie, in de meest brede zin, kan elk materiaal zijn dat natuursteen kopieert of zodanig kunstmatig is afgewerkt dat men het ten onrechte als natuursteen ervaart. Je vindt steenimitatie zowel in interieurs als in buitentoepassingen. Ook bij kleine bouwkundige elementen zoals tuinornamenten of funerair erfgoed komt steenimitatie voor.²

Steenimitatie gebeurt om verschillende redenen, zoals bijvoorbeeld economische noodzaak, esthetische argumenten of het streven naar een grotere duurzaamheid. Het kan ook een bewuste keuze zijn van de ontwerper, geïnspireerd door de heersende mode en bouwstijlen.

De steenimitaties die wij bespreken, gaan terug tot het einde van de 19de eeuw en komen voor in twee verschillende uitvoeringstechnieken: als monolithische blokken of als bepleistering op een drager. De handleiding beperkt zich ook in de natuursteensoorten die geïmiteerd worden.

1.1 DE GEÏMITEERDE NATUURSTEEN

Elk natuursteentype komt in aanmerking voor imitatie. Deze handleiding gaat in op de imitatie van twee populaire groepen natuursteen.

- Witte kalksteen van Belgische of Franse oorsprong. De Belgische natuursteen omvat zandhoudende kalksteen uit het Lediaan (balegemsteen, ...) en uit het Brusseliaan (diegemsteen, gobertangestein, ...). Sinds het einde van de vorige eeuw wordt ook veel natuursteen uit Frankrijk ingevoerd, meestal vrij zuivere kalksteen van uiteenlopende herkomst en hardheid zoals anstrude, massangis, Euville, saint-maximin en Savonnières.³ (Figuur 1) De imitaties van dit gamma zijn vrij wit of gelig van kleur.
- Blauwe kalksteen. De blauwe crinoidekalksteen wordt blauwe hardsteen of petit granit genoemd. Beide termen zijn nauw met elkaar verwant of zelfs synoniemen. De maaskalksteen (relatief zuivere en compacte kalksteen) en de Doornikse steen (klei- en kiezelhoudende kalksteen) kunnen we petrografisch eveneens bij de blauwe kalksteen indelen.⁴ (Figuur 2) De imitaties van dit gamma zijn vrij grijs of blauwig van kleur.



FIGUUR 1: details van Witte kalksteen. Savonnières bovenaan, Euville onderaan. Copyright en Foto: Yves Vanhellemont.



FIGUUR 2: detail van Blauwe kalksteen. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen.

1.2 TWEE UITVOERINGSTECHNIEKEN



FIGUUR 3: gevel afgewerkt met simili-pierre, Oostende. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen.

Bij de natuursteenimitatie onderscheiden we aan de hand van de uitvoeringstechniek twee grote groepen. Elke afzonderlijke techniek heeft zijn eigen benaming. In deze handleiding passen we de termen simili-pierre en kunststeen toe, naar analogie van het gebruik in de praktijk. Daarnaast verduidelijken deze twee formuleringen het onderscheid in de uitvoeringstechniek.

Simili-pierre (Figuur 3): pleisterwerk op een drager (meestal metselwerk) met schijnvoegen in de natte pleisterspecie getrokken. Soms zijn deze voegen afgestroken met cement of geschilderd. Zo creëert men de illusie van echte voegen en natuursteenparement. In België krijgt dit type van pleisterwerk ook wel de naam 'pierre-simili' of 'fausse-pierre'.⁵ Dezelfde pleistersamenstelling bestaat ook zonder voegen, de zogenaamde 'similipleister'. Dit komt voornamelijk voor in de meer plastische, modernistische architectuur.⁶

Kunststeen (Figuur 4): een monolithische (ornamentale) blok verkregen door het gieten of persen van een mortel in een bekisting. Na verharding en ontkisten krijgt het oppervlak een bewerking (wassen, krabben, bekappen,...). Hierdoor krijgt de steen het uitzicht van (bewerkte) natuursteen. Deze geprefabriceerde imitaties krijgen meestal de classificatie 'kunststeen' of 'similisteen'. In de jaren 1920 ontwikkelde men een kunstmatige blok die bestond uit een betonnen kern omhuld met een natuursteen-imiterende mortellaag. Omdat het uiterlijk natuursteen imiteert en het bouwelement opgebouwd is als een enkelvoudige blok, classificeren we deze uitvoeringstechniek ook als kunststeen.⁷



FIGUUR 4: gevels met kunststeen elementen, Boom. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Kris Vandevorst.

1.3 WELKE MATERIALEN EN TECHNIEKEN BEHANDELEN WE NIET

Bij de uitvoeringstechniek van pleisterwerk op een drager beschouwen we een bepleistering die bestaat uit een grijze mortellaag niet als simili-pierre. Enkel als de mortel natuursteen imiteert (door bijvoorbeeld de toevoeging van natuursteenaggregaten in de massa), het oppervlak natuursteen nabootst, en imitatievoegen aanwezig zijn, kunnen we de toepassing definiëren als simili-pierre. Marmer - en granietimitaties vallen ook niet onder deze term. Imitatiemarmer en imitatiegraniet vallen dan ook buiten de scope van deze publicatie.⁸

Daarnaast komen nog enkele specifieke toepassingen - die niet onder de definitie simili-pierre vallen - niet aan bod in deze publicatie:

- **Stuccement of cement rustiek.** Met de ontwikkeling van portlandcement werd het mogelijk om rotsmassa's, plantaardige vormen en rocailles te creëren met het speciaal daarvoor ontwikkelde stuccement. Stuccement bestaat meestal uit een relatief natte mix van kalk, cement, zand en water, op artistieke wijze aangebracht op een ondergrond van baksteenmetselwerk, beton of metaal.⁹ (Figuur 5)
- **Rotspleister** is een ruwe gevelafwerking op basis van kalk- of stuccement. De ruwe textuur ontstaat door de pleister te spatten of te verspreiden en in nog vochtige toestand met de hand of allerhande voorwerpen te bewerken. Deze techniek ontstond in de late 19de eeuw en de eerste helft van de 20ste eeuw, vooral als gevelbekleding van arbeiderswoningen, boerderijen en landhuizen.¹⁰ (Figuur 6)

FIGUUR 5: tuinpaviljoen in cement rustiek. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Marjolijn Van Damme.



FIGUUR 6: restanten rotspleister. Copyright: Onroerend Erfgoed.



Ook beton valt onder de definitie van een vorm van kunststeen. Beide bestaan uit een samenstelling van cement, aggregaten, pigmenten en water. Wij volgen deze definitie niet. Een belangrijke onderscheid is namelijk de toevoeging van (natuursteen)aggregaat bij kunststeen, dat de kleur en de textuur van natuursteen imiteert. Maar ook de uitvoeringstechniek om het oppervlak te bewerken verschilt,¹¹ net zoals de verhoudingen tussen aggregaat en bindmiddel.¹²

Onze definitie van kunststeen omvat dus niet de bewerkingstechnieken van het betonoppervlak waarbij men het uitzicht van natuursteen imiteert. Bijvoorbeeld:

- het behandelen van het oppervlak met zuur,
- het uitwassen, stralen of hameren van beton,
- het splijten of polijsten van beton.

Ook de techniek waarbij men de betonnen draagstructuur van een gevel afgewerkt met panelen komt niet aan bod. Deze techniek ontstond in het interbellum en treedt in de jaren 1960 op de voorgrond. De gevelpanelen in beton, kunststeen, natuursteen of synthetische materialen, verdelen de gevel in gelijkmatige vlakken.¹³



Huis Hoste, met elementen in simili, kunststeen en natuursteen. Hasselt. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Kris Vandevorst.

HOOFDSTUK 2

**KORTE HISTORIEK
KUNSTSTEEN EN
SIMILI-PIERRE**

2 / KORTE HISTORIEK KUNSTSTEEN EN SIMILI-PIERRE

Dit hoofdstuk handelt over de ontwikkeling en evolutie van kunststeen en simili-pierre, en meer specifiek over:

- De voorlopers van simili-pierre
- De voorlopers van kunststeen
- Kunststeen en simili-pierre op het einde van de 19de en tijdens de 20ste eeuw

2.1 DE VOORLOPERS VAN SIMILI-PIERRE

Doorheen de geschiedenis heeft men gevels bepleisterd voor verschillende doeleinden. De hoofdreden is de bescherming van de achterliggende bouwmaterialen, maar bepleistering werd ook aangewend om de illusie te wekken van een perfecte afwerking en om onregelmatigheden weg te werken.¹⁴

De Romeinen versierden hun gebouwen al met kalkmortels of -verven die onder andere steenstof en puzzolaan bevatten. Zo simuleerden ze de textuur van echt marmer en verleenden ze hun steden meer prestige.¹⁵

Schaarse archiefbronnen en in situ bewaarde sporen bewijzen dat ook in de middeleeuwen natuursteenimitatie in zwang was, bijvoorbeeld als precieze afwerking in kalk (op baksteen) en olieverf (op natuursteen). (Figuur 7)

FIGUUR 7: Sint-Niklaaskerk Gent, gevel met gereconstrueerde natuursteen imitatie. Copyright en Foto: Eva Lo.



Deze toepassing kreeg opvolging in de renaissance en barok. De meeste voorbeelden tonen aan dat de kleur van de verf, - rood op baksteen, grijs en okerbeige op natuursteen - gebaseerd is op de kleur van de onderliggende bouwmaterialen.¹⁶ (Figuur 8)

Tijdens de renaissance in de 16de eeuw ontwikkelde men pleisters die moesten lijken op natuursteen. Architecten haalden hiervoor hun inspiratie bij Italiaanse en Franse voorbeelden, en wilden het natuursteengebruik van prestigieuze gebouwen uit de Italiaanse renaissance kopiëren.¹⁷

De populariteit van bepleisterde architectuur zette zich voort in de 17de eeuw en bereikte zijn hoogtepunt in de 18de eeuw. Steeds meer evolueerde het gebruik van natuursteenimitatie naar een uniformer uitzicht in plaats van het perfectioneren van de achterliggende bouwmaterialen.

Men imiteerde witsteen en beschilderde de pleister met een kalkverf in lichte tinten, soms voorzien van schijnvoegen. De afwerking van gevels met pleisterlaag werd tegen het einde van de 18de eeuw algemeen aanvaard.¹⁸ (Figuur 9) Er kwamen strenge kleurnormen voor classicistische ensembles. Het kleurenpalet refereerde naar lichte, warme tinten van natuursteen: oker-wit zoals de Balegemse steen of grijs-beige van een gobertangesteent en accenten in blauw-grijs waarbij een blauwe hardsteen werd beoogd.¹⁹



FIGUUR 8: barok hoekhuisgevels met gereconstrueerde polychrome gevelafwerking. Gent. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Vlaamse Gemeenschap.



FIGUUR 9: 18de eeuwse hotel met bepleisterde gevel in lichte kleuren. Gent. Copyright en Foto: Eva Lo.

Met de invoering van de openbare verlichting kwamen er vanaf 1840 reglementen inzake gevelafwerking. Om de lichtreflectie te vergroten, moesten alle gevels die zich in de buurt van een gasverlichtingstoestel bevonden, een pleister in een lichte kleur krijgen.²⁰

Vanaf 1850 ontstond er geleidelijk aan een appreciatie voor 'schoonwerk', een term waarmee men de esthetische kwaliteiten van onbedekte bouwmaterialen ging waarderen en associëren met morele deugden zoals eerlijkheid en oprechtheid. Het bepleisteren van gevels werd vanuit die optiek beschouwd als materiaalvervalsing en verloor aan populariteit. Er kwam zelfs een heuse ontleisteringscampagne van historische gevels op gang die tot ver in de 20ste eeuw doorwerkte.²¹

Pleisters bestonden traditioneel uit kalk (als bindmiddel), met zand en eventueel nog toeslagstoffen. Door de uitvinding van portlandcement kwam het gebruik van hydraulische bindmiddelen vanaf de 19de eeuw in een stroomversnelling terecht.²² Het product werd zo genoemd door van de gelijkenis met portlandsteen.²³

De appreciatie van de blauwgrijze kleur ontstond dankzij de gelijkenis met blauwe hardsteen. Hierdoor en door de positieve materiaaleigenschappen werd het een veelgebruikt gevelafwerkingsmateriaal. Achteraf bleek dat deze cementhoudende pleisters bouwfysische nadelen hadden, en zich niet leenden tot langdurige intense kleur.²⁴

Men gaf daarom de voorkeur aan een basterdmortel, met daarin zowel kalk als portlandcement. In de 19de en 20ste eeuw ging men aan deze basterdmortels allerlei materialen toevoegen, zoals glaskorrels, gemalen natuursteen, pigmenten, etc., om het esthetische aspect te manipuleren.²⁵ Zo ontstond het receptuur voor de simili-pierre.

2.2 VOORLOPERS VAN KUNSTSTEEN

Kunststeen is ontstaan uit het idee om een door de mens gemaakt dragend materiaal te produceren. Omdat natuursteen van oudsher bekend stond als een uitstekend bouw materiaal, bood zijn imitatie aanvankelijk technische en esthetische betrouwbaarheid. Men kende weinig onzekerheid bij het gebruik van dit nieuwe materiaal. Door de jaren heen, en door de variabele kwaliteit, veranderde dit.²⁶

Natuursteenimitatie is van alle tijden. In de middeleeuwen werd in Duitsland bijvoorbeeld de techniek van hoogoven-gips uit het Middellandse Zeegebied geïntroduceerd. Men creëerde hiermee allerhande ornamenten zoals kapitelen. Een van de eigenschappen van het gips was een hoge waterbestendigheid en sterkte.²⁷

De barok was dan weer de bloeiperiode voor interieurs met stucmarmer, als goedkoper alternatief voor geïmporteerd marmer. Daarbij kon men met stucmarmer nieuwe en vrijere vormen creëren. De mortel bestond uit goedkopere grondstoffen waaronder gemalen kalksteen en pigmenten.²⁸

De eerste schriftelijke vermeldingen over kunststeen gaan terug tot het begin van de 17de eeuw. Het is daarbij niet duidelijk of het om imitatie van natuursteen of baksteen gaat.²⁹ De term kunststeen werd in historische context immers gehanteerd voor een hele waaier door de mens gemaakte niet-natuursteenmaterialen zoals betonsteen, baksteen en gipssteen.³⁰

In de 18de eeuw gebeurden in Engeland belangrijke experimenten met mortelsamenstelling om zogenaamde 'kunststeen' te verkrijgen. Deze experimenten op keramische- en cementbasis vormden de grondslag voor de verdere ontwikkeling van dit fenomeen in de 19de en 20ste eeuw.³¹

Een bekend voorbeeld van deze ontwikkeling was de Engelse Coade Stone, een gebakken kunststeen op keramische basis. De productie van deze steen gebeurde van het einde van de 18de eeuw tot circa 1840. Het gebruik van deze zeer harde en weersbestendige stenen kende zijn hoogtepunt aan het begin van de 19de eeuw.³² Toepassingen van producten op keramische basis als imitatie van natuursteen zijn in de Belgische context enkel beperkt bekend.³³

Vanaf het midden van de 19de eeuw begon men in Nederland met de productie van allerhande imitatiestenen zoals kunzandsteen, cementsteen en kunstmarmer, soms met portlandcement als bindmiddel. Deze producten waren wisselend van kwaliteit. Ze bleken niet altijd even duurzaam, en ook de vaal grijze kleur, kreeg kritiek.³⁴

Met onder andere de ontwikkeling kunstmarmer en producten met verschillende cementsoorten als bindmiddel kende ook Duitsland deze tendens. Een ander voorbeeld is de Pisésteine of Erdsteinen, gecreëerd in de jaren 1850. Dit is een kunststeen gemaakt van klei of kalkmortel geperst of aangestampt in een ijzeren mal, vooral gebruikt voor de constructie van eenvoudige en landelijke gebouwen.³⁵

Vanaf 1835 begon men gevelornamenten die men voorheen in natuursteen uitvoerde, ook in prefab beton te fabriceren. Men sprak toen nog niet van betonwaren maar van 'cement- of kunststeenartikelen'. Deze kleinere onderdelen in beton, kant-en-klaar op de bouwplaats aangevoerd, waren vooral bedoeld als vervanger van onderdelen van de destijds veel duurdere natuursteen. Men voegde soms stoffen toe om de kleur te manipuleren, zoals kalk voor een wittere kleur.³⁶

Het was echter niet makkelijk om een goede receptuur te verkrijgen. Deze natuursteenimitaties waren vaak ofwel te broos en weinig resistent, ofwel te hard en hadden ze een vrij betonnen uitzicht.³⁷

Dankzij de ontwikkeling van nieuwe industriële hydraulische bindmiddelen en de ontdekking van portlandcement, begon pas vanaf de tweede helft van de 19de eeuw de productie van blokken imitatie natuursteen met voldoende hardheid. Door deze producten toe te voegen aan de traditionele mortelmengsels creëerde men nieuwe samenstellingen met gunstigere eigenschappen, zoals een snellere uitharding en hogere sterkte-eigenschappen.³⁸

Ze vormden vanaf toen een aanvaardbaar alternatief voor de dure natuursteen. We spreken dan van kunststeen. De snelle productie van deze gestandaardiseerde elementen werd ook beschouwd als een goed alternatief voor de meer tijdrovende toepassing met pleisters. De toepassing van kunststeen verspreide zich daarna over heel Europa, met een maximale verspreiding aan het begin van de 20ste eeuw.³⁹

2.3 KUNSTSTEEN EN SIMILI-PIERRE OP HET EINDE VAN DE 19DE EN IN DE 20STE EEUW

De ontwikkeling van simili-pierre en kunststeen loopt grotendeels gelijk. De ontwikkeling van een voldoende harde kunststeensamenstelling, als alternatief voor natuurstenen elementen, duurde iets langer. In gevels komt vaak de combinatie van beide technieken voor, soms samen met natuurstenen elementen of baksteenmetselwerk.

Er is geen eenduidigheid over de historische keuzecriteria tussen natuursteen, kunststeen en simili-pierre. Zowel economische als technische criteria, maar ook de voorkeur van de architect en de beschikbaarheid van de materialen, kunnen aan de basis liggen. Tevens zijn er voor- als de tegenstanders van deze materialen. Zij krijgen elk hun stem in de vele publicaties.



FIGUUR 10: cover handboek 'Constructie en uitvoering van modern Stucadoorwerk, Handboek voor architecten, bouwkundigen en stucadoors'. Bron: zie figurenlijst.



FIGUUR 11: cover technische publicatie 'Béton de ciment Portland artificiel. Blocs et murs en béton pierre artificielle décoration élémentaire'. Bron: zie figurenlijst.



**CIMENT
CIMENT
DETHIEU**

SOCIÉTÉ ANONYME
Boulev. du Régent, 37
BRUXELLES
TÉLÉPHONE: 11.32.74

SEALTHOR



Groupes d'immeubles pour la Société Belge Immobilière à la Cambre (Bruxelles), C. Daxen, architecte S.C.A.B.

***L'aspect de la pierre de taille
et la solidité du béton armé.***

Donnez à vos constructions l'aspect de la pierre de taille, en y ajoutant toute la décoration que vous pourrez souhaiter.
Assurez leur la solidité et la sécurité des constructions en béton armé, grâce au monolithisme des murs.
Effectuez vos travaux rapidement par l'emploi de moyens mécaniques et la mise en œuvre d'un cube relativement faible.
Réalisez enfin une économie énorme, en évitant l'achat et le transport de matériaux coûteux.
Vous réunirez tous ces avantages en utilisant, pour vos constructions de tous genres, de toutes architectures, dans toutes régions, la

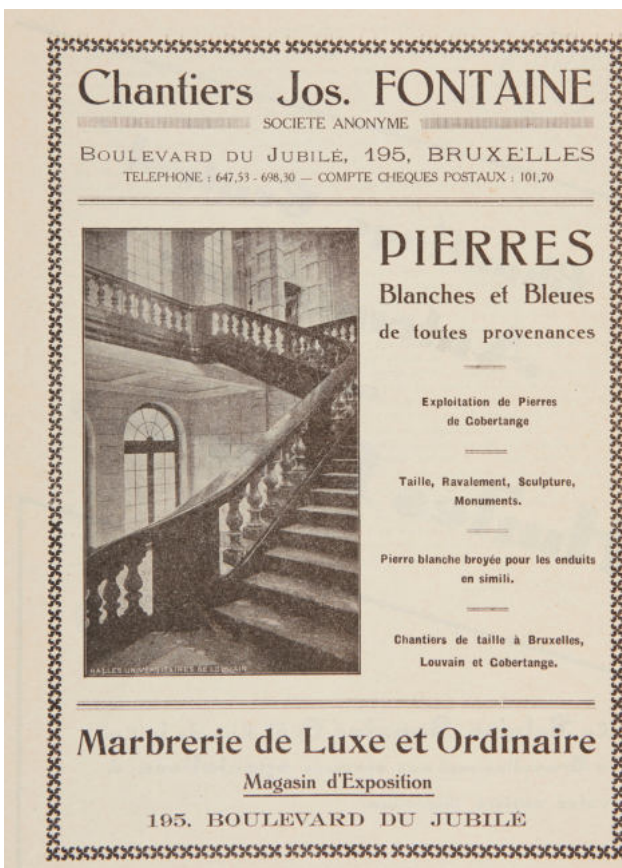
"PIERRE ARMÉE PAUCHOT"
Matériau monolithique armé, procédé breveté, marque déposée.

Références, notices, devis, avant-projets sur demande à la

SOCIÉTÉ BELGE DE CONSTRUCTIONS P.A.P.
Société Anonyme au capital de 1.000.000 de francs pour l'exploitation des procédés "PAUCHOT".
224, rue Royale, BRUXELLES

Téléphone : 219.47

Adr. télégr.:
Pierarmée Bruxelles



Chantiers Jos. FONTAINE
SOCIÉTÉ ANONYME
BOULEVARD DU JUBILÉ, 195, BRUXELLES
TÉLÉPHONE : 647.53 - 698.30 — COMPTE CHEQUES POSTAUX : 101.70

PIERRES
Blanches et Bleues
de toutes provenances

Exploitation de Pierres
de Cobertange

Taille, Ravalement, Sculpture,
Monuments.

Pierre blanche broyée pour les enduits
en simili.

Chantiers de taille à Bruxelles,
Louvain et Cobertange.

Marbrerie de Luxe et Ordinaire
Magasin d'Exposition
195, BOULEVARD DU JUBILÉ



**PIERRE
ARTIFICIELLE**

DURBEL

373 CHAUSSEE S' PIERRE
BRUXELLES
TELEPHONE N° 335.73

FIGUUR 12: collage van enkele historische reclamepublicaties uit: De bouwgijs en L' Emulation. Bron: zie figurenlijst.

De technologische ontwikkeling van deze twee materialen in de Belgische context is helaas niet goed gedocumenteerd, ook al zijn veel van deze toepassingen bewaard en hebben ze nog steeds een belangrijke rol in de architectuur.⁴⁰

De samenstellingen en productietechnieken werden beschermd als handelsgeheim. Hierdoor komen ze in de gespecialiseerde literatuur van die tijd amper voor. Ook archieven van de fabrikanten zijn vaak verdwenen.⁴¹

Een belangrijke bron vormen daarom historische handboeken. Om de kennis over bouwmaterialen te bundelen, publiceerde men praktijkhandboeken. Deze technische publicaties waren in Nederland en Vlaanderen waarschijnlijk een standaardreferentie voor architecten en uitvoerders. Ze geven een goede indicatie over de populariteit van bepaalde technieken en materialen.⁴²

Ook de talloze reclamepublicaties zijn een indicatie van de populariteit van de materialen. (Figuur 12) Uitvoerders, leveranciers en fabrikanten maakten promotie in verschillende Belgische en Nederlandse architectuurmagazines zoals 'L'art de Bâtir', 'Clarté', 'De Bouwgid's', 'Echos' en 'L'Emulation'. Minstens 48 bedrijven waren tijdens het interbellum actief met imitatiestenen.⁴³ In deze vaktijdschriften wijdde men ook artikels aan het gebruik, de technische criteria en de samenstelling van kunststeen en simili-pierre.

2.3.1 HUN EVOLUTIE IN KAART GEBRACHT

Een aantal onderzoeken probeert de evolutie van deze materialen in kaart te brengen.

Uit een patentenonderzoek van de periode 1880 – 1940 blijkt dat patenten voor kunststeen vroeger werden aangevraagd in vergelijking met de patenten voor bepleisteringen. Terwijl we de ontwikkeling van monolithische blokken kunststeen kunnen situeren tussen 1898 en 1912, begint het aantal patenten voor gevelpleisters pas vanaf 1910 toe te nemen.⁴⁴

WO I onderbreekt echter die stijgende evolutie. Tijdens het interbellum stijgen beide aanvragen terug. Het aandeel bepleisteringgerelateerde (steen imiterende) patenten is daarbij groter dan die voor (decoratieve) blokken, die in die jaren minder aandacht krijgen.⁴⁵

Een inventarisatie van het natuur- en kunststeengebruik in de Leuvense binnenstad geeft een indicatie van de evolutie in het gebruik van kunststeen. Men stelde voornamelijk imitaties vast van Franse kalksteen, zoals savonnières en Euville, en van blauwe kalksteen.⁴⁶

Uit deze inventarisatie blijkt dat men kunststeen al gebruikte voor WO I, maar dat het een hoge vlucht nam tijdens het interbellum. Imitaties blijven belangrijk in de eerste decennia na WO II. Kunststeen wordt gemeengoed, zonder natuursteen te verdringen. Vanaf de jaren 1960 verdwijnen ze gelijktijdig uit het straatbeeld.⁴⁷

Kunststeen komt daarom voornamelijk voor in de wijken gebouwd in de jaren 1920. In de wederopbouwzones van na WO I, zoals de centrale winkel-as, is maar een kleiner percentage geïnventariseerd. Dit komt waarschijnlijk door het verbod op imiterende materialen in die zones.⁴⁸

In de gemeente Etterbeek inventariseerde men de voorgevels van erfgoedpanden met een simili-pierre afwerking. Vanaf het begin van de 20ste eeuw tot het uitbreken van WO I groeide het gebruik van simili-pierre gestaag. Na WO I kan men het interbellum als duidelijke bloeiperiode onderscheiden, tot 1930. Hierna verdwijnt de toepassing geleidelijk aan uit het straatbeeld.⁴⁹

Met de komst van het modernisme in de jaren 1930, gekenmerkt door de verdere versobering van de architectuur, paste men simili-pierre minder toe. Men evolueerde naar een uniform gevelzicht waarbij een vlakke bepleistering zonder schijnvoegen het sculpturale architecturale aspect benadrukt.⁵⁰

'Architectonisch beton' begint kunststeen geleidelijk aan te vervangen. Dit was beter bestand tegen doorbuig- en drukkkrachten. Het kon door zijn oppervlakte bewerkingen, pigmenten en aggregaten een hele waaier aan verschijnsvormen vertonen. Hierdoor daalde de vraag naar traditionele kunststeen.⁵¹

2.3.2 WELKE FACTOREN SPEELDEN EEN ROL IN DE OPKOMST, ONTWIKKELING EN VERVAL?

Bovenstaande informatie situeert de ontwikkeling van kunststeen en simili-pierre rond 1900. De populariteit neemt toe tot het uitbreken van WO I. Beide materialen kenden een bloeiperiode in het interbellum. Na WOII blijven ze nog even populair, maar verdwijnen geleidelijk aan uit het straatbeeld.

Enkele factoren spelen een belangrijke rol in hun populariteit en ontwikkeling:

- Populariteit Franse steen
- Ontwikkeling cementindustrie
- Evolutie in de bouwsector
- WO I

Populariteit Franse steen

Er zijn verschillende bouwstijlen in zwang tijdens de opkomst en bloeiperiode van kunststeen en simili-pierre, zowel stijlzuiver als niet-stijlzuiver. De beaux-artsstijl gebruikt deze technieken rijkelijk, maar ook de art deco en neostijlen wenden kunststeen en simili-pierre veelvuldig aan.

Daarnaast zien we de technieken opduiken in zowel bescheiden arbeiderswoningen, burgerwoningen als appartementsgebouwen en openbare gebouwen. (Figuur 13)

Het gebruik van kunststeen en simili-pierre is dus niet exclusief stijlgebonden, maar we kunnen wel een specifieke invloed waarnemen. Het grootste deel van de kunststeen en simili-pierre in België was bedoeld om het uitzicht van de populaire Franse witte kalksteen zo veel mogelijk te benaderen.⁵²

Deze zogenaamde 'Franse steen' stond in de volksmond bekend als een verzamelnaam voor alle lichtgekleurde natuursteentypes die in de loop van de 19de eeuw beschikbaar waren op de Belgische handelsmarkt. De ontwikkeling van het spoorwegtransport had die tendens in de hand gewerkt. De makkelijke bewerkbaarheid voor bijvoorbeeld decoratieve elementen en de voordelige kostprijs lagen aan de basis van hun groeiende faam.⁵³ (Figuur 14)

De steen werd ook beschouwd als de steen van de betere klasse. Deze elementen maakte de Franse steen een populaire steen om te imiteren.⁵⁴

FIGUUR 13: appartementsgebouw met simili-pierre. Gent. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Kris Vandevorst.





FIGUUR 14: woning met gevelafwerking in simili-pierre als imitatie van witte Franse steen. Etterbeek. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen.

De ontwikkeling van zijn imitatie droeg zo ook bij tot het overbruggen van het architecturale onderscheid tussen de bestaande sociale klassen. Ook minder begoede burgers konden zich nu met de goedkopere imitaties een uitgewerkte decoratieve gevel veroorloven. Voor gevels van de bourgeoisie en de middenklasse opteerde men voor een combinatie van Franse steen en kunststeen. Gevels van arbeiderswoningen werden vaak uitgevoerd in simili-pierre en baksteen.⁵⁵

Deze uitgesproken fascinatie voor Franse steen uitte zich ook in de wederopbouwarchitectuur na WO I.⁵⁶ (Figuur 15)

Het gebruik van imitatie blauwe steen heeft een meer continu verloop. De grijsblauwe kleur van de cementpleister kende door de gelijkenis met blauwe hardsteen al vanaf het begin appreciatie. Door voldoende aanvoer van de natuursteen heeft deze imitatie zich minder doorgezet. De toepassing verdwijnt langzaam uit het gevelbeeld samen met het dalende gebruik van natuursteen.⁵⁷

Ontwikkeling cementindustrie

De ontwikkelingen van kunststeen en simili-pierre zijn nauw verwant met de groei van de cementindustrie. De ontwikkeling van portlandcement als nieuw bindmiddel is hierin een belangrijke datum. Joseph Aspin patenteerde het product in 1824,⁵⁸ het werd rond 1850 bekend in België.



FIGUUR 15: wederopbouwarchitectuur met gevelelementen in kunststeen en simili-pierre, Dendermonde. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Kris Vandevorst.

Dankzij zijn materiaal-technische eigenschappen kreeg portlandcement snel de stempel als 'het' vervangend bindmiddel voor kalk.⁵⁹ De hardheid, de verbindingskracht, de kostprijs en de stabiele grijze kleur konden heel wat mensen bekoren.⁶⁰

Na verloop van tijd zorgden deze mortels op materiaal-technisch vlak voor nogal wat problemen. Ook de grijze kleur maakte deze cementshoudende samenstellingen rond 1880 minder aantrekkelijk. Men probeerde de kleur te manipuleren door kleurpigmenten, baksteenpoeder of wit zand toe te voegen. Men speelde ook met de grootte van de granulaat om de bewerking van het oppervlak te verbeteren.⁶¹

Helaas voldeden deze interventies niet altijd aan de verwachtingen en hadden ze soms een negatief effect op de sterkte en duurzaamheid van het materiaal. In dezelfde periode ontwikkelde men in Duitsland 'wit cement' met dezelfde eigenschappen als portlandcement. Maar door de hoge kostprijs en de beperkte interesse brak het gebruik ervan niet door.⁶²

Tot in het interbellum bleef men experimenteren met mortelsamenstellingen, wat ook paste binnen de zoektocht naar betere materiaaleigenschappen die zelfs de referentie-natuursteen zouden overstijgen.⁶³

In het begin van de 20ste eeuw herontdekte men wit cement. Dit was een nieuwe stimulans in de ontwikkeling van kunststeen en simili-pierre. (Figuur 16) Door de toevoeging van wit cement kon men de kleur van natuursteen beter benaderen, zonder negatieve impact op de duurzaamheid van de steen.⁶⁴

Evolutie in de bouwsector

De eeuwwisseling is een periode gekenmerkt door innovatie en massaproductie. Ook de uitbreiding van het transportnetwerk droeg bij tot een snellere en goedkopere productie. In de bouwsector evolueerden traditie en vakmanschap naar een meer gestandaardiseerd aanbod van betaalbare producten, makkelijk aanpasbaar aan ieders noden.⁶⁵

De ontwikkeling van kant-en-klare mortels kadert hierin. Vóór het ontstaan van kant-en-klare producten gebeurde het mengen van de pleisters op de werf, volgens de ervaring en kennis van de uitvoerder. Die waren vaak wisselend van kwaliteit. Vanaf 1910 kwamen kant-en-klare pleisters op de Belgische markt, initieel ingevoerd uit Duitsland en het Groothertogdom Luxemburg.⁶⁶

Het grote voordeel van kant-en-klare mortels was dat men enkel een vaste hoeveelheid zuiver water moest toevoegen om een uniforme natuursteenimitatie van goede kwaliteit te verkrijgen. Dat kwam de populariteit ten goede. Kant-en-klare mixen zonder merknaam kregen de naam 'steenmeel'.⁶⁷ Enkele bekende en veel toegepaste merken zijn Terranova, Chromolith en Dura.

Kunststeen en simili-pierre werden betaalbare alternatieven voor de beduidend duurdere natuursteenvarianten. Hierdoor waren decoratieve gevelelementen en nieuwe afwerkingsmaterialen bereikbaar voor een ruimer publiek.⁶⁸

Naast zijn economische voordeel was kunststeen ook populair, omdat men elementen in serie kon ontwikkelen. Daarnaast beschouwde men kunststeen als een betere variëteit van natuursteen, want het was uniformer en in grotere formaten te fabriceren.⁶⁹

WO I

Het uitbreken van WO I zette een tijdelijke stop op de ontwikkeling en het gebruik van bouwmaterialen. Na WO I werd kunststeen en simili-pierre gezien als materiaal van hoop en progressie. Omdat natuursteen schaars en duur was in deze periode boden imitatiematerialen een betaalbaar alternatief.⁷⁰

De technologische ontwikkelingen kwamen in een stroomversnelling. Een groeiend prefabricage- en standaardiseringsproces was hiervan een logisch gevolg. Ook het gebruik van kant-en-klare mortels nam een hoge vlucht. Door de grote nood aan materialen en uitvoerders voor de wederopbouw kreeg de bouwindustrie een nieuwe impuls en brak een tijdperk van welvaart aan.⁷¹

Ook de economische crisis veroorzaakt door de beurscrash in 1929 heeft een positieve invloed gehad op de verkoop van kant-en-klare pleisters, door hun relatief lage kostprijs.⁷²

Carreaux sans fendillements



Les plus beaux carreaux en ciment sont pratiquement inutilisables lorsqu'apparaissent à leur surface des fentes capillaires : c'est un défaut, pour ainsi dire, inévitable quand on se sert de n'importe quel ciment pour faire la couche supérieure des carreaux ; par contre tout danger de ce défaut est écarté si l'on fait usage du Ciment Blanc Lafarge en suivant les conseils rassemblés dans notre brochure gratuite. Le Ciment Blanc Lafarge, grâce à l'intensité de sa blancheur et à une composition chimique spéciale, garde indéfiniment la valeur et l'éclat des couleurs qui lui sont incorporées. De plus, son extrême finesse et sa grande plasticité permettent d'obtenir aisément des dessins d'une richesse incomparable. La supériorité du Ciment Blanc Lafarge, sur tous les autres ciments analogues, est si grande qu'il fait l'objet d'une demande énorme dans toutes les parties du monde civilisé. Et malgré cette supériorité, il est le meilleur marché que la plupart des autres ciments soi-disant "Blancs."

Demandez dès à présent l'exemplaire gratuit de notre brochure contenant les conditions de commande et les indications à l'intention des fabricants de carreaux.

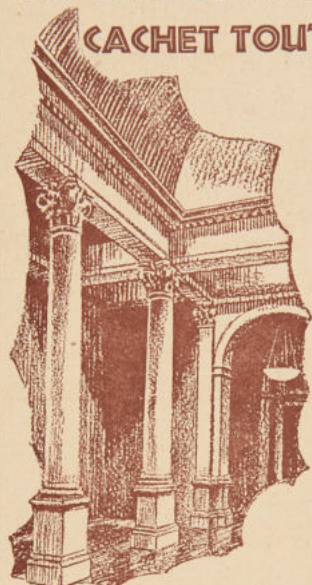
CIMENT EXTRA BLANC Lafarge

SANS FENDILLEMENTS. SANS TACHES

Société Anonyme des Chaux et Ciments de Lafarge et du Teil
30, Cours Pierre-Puget, Marseille, France.

Pour les travaux importants et urgents, employez le CIMENT FONDU LAFARGE
Durcissement extra-rapide. Indispensable à l'eau de mer et aux eaux sulfatées.

DECORATION INTERIEURE D'UN CACHET TOUT PARTICULIER



Il est des centaines d'édifices qui, dans toutes les parties du monde, portent un témoignage des plus éloquents à la diversité infinie des applications auxquelles se prête le Ciment Extra Blanc Lafarge, pour la réalisation d'effets décoratifs sortant vraiment de l'ordinaire.

Mais l'admiration universelle dont sont l'objet les merites exceptionnels du Ciment Extra Blanc Lafarge, repose plus spécialement sur ce fait qu'étant au premier chef destiné à des travaux de décoration, ce ciment est fabriqué d'après des méthodes particulières ayant pour but de supprimer toute tendance aux fendillements et à l'altération de la teinte, tendance si nuisible qui se manifeste chez la plupart des produits similaires.

Le Ciment Extra Blanc Lafarge atteint toute sa force plus lentement que n'importe quel autre ciment blanc. Cette caractéristique suffit en soi à diminuer la tendance aux fendillements, et pour tous les travaux de décoration ou l'édification d'un parachevement soigné l'emploi, en importance sur la rapidité de l'exécution, on ne saurait trop chaudement recommander l'emploi du Ciment Extra Blanc Lafarge. Pour nettoyer la pierre la plus délicate sans risque d'altération ultérieure de la couleur, pour obtenir un bel effet vraiment durable, tout en facilitant le travail de l'ouvrier et en réduisant le prix de revient, on ne peut choisir de produit plus parfait que le Ciment Extra Blanc Lafarge.

CIMENT EXTRA BLANC Lafarge

SANS FENDILLEMENTS. SANS TACHES

Pour les travaux importants et urgents, employez le CIMENT FONDU LAFARGE
Durcissement extra-rapide. Indispensable à l'eau de mer et aux eaux sulfatées.

Demandez l'exemplaire gratuit de notre brochure contenant les conditions de commande et les indications à l'intention des fabricants de carreaux.

Société Anonyme des Chaux et Ciments de Lafarge et du Teil
30, Cours Pierre-Puget, Marseille, France

LE CIMENT QUE VOUS EMPLOYEZ EST-IL SEULEMENT DU CIMENT...

Autrefois l'excuse habituelle pour un béton défectueux était : "Du mauvais ciment". Aujourd'hui, il n'y a aucune excuse pour l'emploi d'un liant de seconde qualité ne répondant pas entièrement aux exigences des cahiers des charges officiels, d'un liant qui n'est qu'un "simple" ciment ou un succédané.

Notre ciment est mieux qu'un "simple" ciment. C'est un Portland dépassant largement les exigences des cahiers des charges, qui ne vous réserve pas les surprises qui rendent finalement coûteux le produit bon marché.

" Vos constructions peuvent s'appuyer sur lui ".

Demandez aujourd'hui des renseignements concernant nos diverses marques : CEBERIT, JOSSON, MONS BRAND, FALCON, CONDOR, GOOD HOPE, LOËN WORKS.

CIMENTRIES & BRIQUETERIES RÉUNIES. S. A.

117, av. de France, Anvers



Ciment Blanc idéal pour la fabrication des carrelages



Le Blanc Lafarge n'est pas un plâtre. Bien au contraire : c'est un véritable ciment, tout aussi résistant et durable que le Portland. En raison de la pureté exceptionnelle de sa blancheur, on arrive à le colorer parfaitement. Il ne donne jamais lieu à la formation de fentes ou de fissures susceptibles de dégrader la surface, de sorte qu'il permet de fabriquer des carreaux mieux exécutés à un prix de revient inférieur. Adoptez-en l'emploi si vous avez le désir de perfectionner vos produits.

Demandez un exemplaire gratuit de notre brochure contenant les descriptions détaillées du Blanc Lafarge et indiquant comment ce ciment permet de fabriquer de multiples carreaux.

CIMENT EXTRA BLANC Lafarge

FENDILLEMENTS. SANS TACHES

Société Anonyme des Chaux et Ciments de Lafarge et du Teil
30 Cours Pierre-Puget, MARSEILLE, FRANCE

Pour les travaux importants et urgents, employez le CIMENT FONDU LAFARGE
Durcissement extra-rapide. Indispensable à l'eau de mer et aux eaux sulfatées.

FIGUUR 16: collage van historische reclame wit cement en portlandcement. Bron: zie figurenlijst.

CHANTIERS DE LAEKEN PIERRES ET MARBRES

SOCIÉTÉ ANONYME

100, Rue Emile Delva

Téléphone : 689.41

BRUXELLES

PIERRES

BLANCHES ET BLEUES

NATURELLES ET ARTIFICIELLES

MARBRE

PIERRES BLANCHES BROYÉES

POUR LE

SIMILI

HOOFDSTUK **3**

**HISTORISCHE
RECEPTUREN,
PRODUCTIEPROCESSEN
EN APPLICATIES**

3 / HISTORISCHE RECEPTUREN, PRODUCTIEPROCESSEN EN APPLICATIES

Zoals eerder vermeld is er van de historische recepturen en -applicaties evenals van de productieprocessen weinig documentatie voorhanden en werden vele als handelsgeheim beschermd. Lokale materiaalverdelers en uitvoerders creëerden door ervaring en samenstellingen vaak hun eigen receptuur, meestal op de werven zelf. Bovendien zijn veel fabrieksarchieven verdwenen.

Yves Govaerts combineerde in zijn onderzoek historische bronnen met een 30-tal labo-analyses van stalen en getuigenissen van voormalige werknemers. Tenzij expliciet anders vermeld is de informatie in dit hoofdstuk gebaseerd op zijn studie 'Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars'. Hij kwam tot de volgende conclusies.

3.1 MORTEL ALS BOUWSTEEN VAN SIMILI-PIERRE EN KUNSTSTEEN

Kunststeen en simili-pierre zijn samengesteld door een mortelmengsel dat kan bestaan uit een vijftal componenten: bindmiddel, aggregaten, additieven, pigmenten en mica's, en water.⁷³

Aan deze mortel kan men wapening toevoegen. Voor kunststeen bestaat dit uit metalen netten en staven. Voor simili-pierre uit metalen netten of gaas, koehaar en vezels.

Er is veel variatie in de samenstellingen. Daarnaast maakte men niet altijd een onderscheid in de formules van kunststeen en simili-pierre. Dezelfde mortelsamenstelling wordt voorgesteld, en indien men het mengsel voor kunststeen toepast, geeft men de richtlijnen mee om vliegias, hoogovenslak of chemicaliën toe te voegen. Dit om de hardheid, duurzaamheid en draagkracht te verhogen.

3.1.1 BINDMIDDELEN

Een bindmiddel zorgt voor de verharding. Kalk en cement komen het vaakst voor, ook in combinatie.⁷⁴

- Kalk is een natuurlijk mineraal bindmiddel. Luchtkalk of gebluste kalk hardt uit in contact met lucht. Hydraulische kalk hardt uit door een reactie met water.
- Cement is een kunstmatig mineraal bindmiddel dat een veel snellere uitharding en hogere sterkte genereert.

Er is een algemene evolutie in het gebruikte bindmiddel. Tot op het einde van de 19de eeuw was dit hoofdzakelijk op kalk basis. Patenten uit het einde van de 19de eeuw vermelden ook een op olie gebaseerd bindmiddel met siccatieven. Deze hadden als doel om de saaie grijze cement te vervangen.

De samenstellingen van na 1908 bevatten meestal kalk of kalk-cement als bindmiddel. In het interbellum is de mortelsamenstelling hoofdzakelijk op basis van wit cement of kalk-cement.

Vanaf de jaren 1920 promoten buitenlandse cementfabrieken wit cement stilaan meer als een onontbeerlijk ingrediënt voor natuursteenimitatie. De vele advertenties in architectuurmagazines getuigen hiervan. Alhoewel ze suggereren dat wit portlandcement een essentieel ingrediënt is van kunststeen en simili-pierre onderschrijft het patentenonderzoek dit niet.

De labo-analyses tonen aan dat simili-pierre gebaseerd op hydraulische kalk, witte cement of een combinatie van beiden voorkomt vanaf de eerste helft van de 20ste eeuw. Er kon daarbij geen relatie aangetoond worden tussen de periode van toepassing en het hydrauliteitsniveau of het gebruikte bindmiddel. De verschillende toepassing van bindmiddelen komen dus tegelijkertijd voor.

Labo-analyses kunnen niet altijd uitsluitsel geven over het gebruikte bindmiddel. Door het gehalte aan kalksteen is het vaak niet mogelijk om na te gaan of dit volledig uit (wit) cement bestaat of uit een combinatie van (wit) cement en kalk. Over het algemeen kan een hoge graad aan hydrauliteit wel een indicatie zijn dat de hoeveelheid niet-hydraulische kalk in de samenstelling minimaal is.

3.1.2 TOESLAGSTOFFEN OF AGGREGATEN

De aggregaten of toeslagstoffen geven volume en vastheid aan de pleisterspecie. Ze vangen de krimp op en bestaan voornamelijk uit zand en/of gemalen natuursteen en men onderscheidt ze in korrelgrootte.⁷⁵

De samenstellingen kregen hun karakteriserende korrelige structuur door het toevoegen van kwartszand en natuursteenkorrels in verschillende kleuren en groottes. De literatuur en de patenten beschrijven deze vrij algemeen als 'natuursteen', 'zandsteen' of 'Franse kalksteen en - marmer' tot meer gedetailleerde zoals graniet, Euville, Lorreine, porfier en dolomiet.

3.1.3 ADDITIEVEN

Sporadisch voegt men additieven toe. Deze zorgen voor de optimalisering van bepaalde eigenschappen van de mortel zoals:⁷⁶

- betere hechting aan de ondergrond voor de toepassing als simili-pierre,
- betere verwerkbaarheid,
- grotere waterdichtheid.

De aard van de additieven is doorgaans moeilijk te achterhalen, omdat hun actieve werking in de loop der tijd verloren gaat.⁷⁷

3.1.4 PIGMENTEN EN MICA'S

Soms voegde men pigmenten en mica's toe om de kleur en het aspect van de samenstelling te beïnvloeden.

Pigmenten mochten niet reageren met de andere componenten in de samenstelling, noch de morteleigenschappen beïnvloeden. Ze konden dus enkel gebruikt worden onder zeer strikte voorwaarden. Niet elke bron vermeldt daarbij dezelfde richtlijnen.

Pigmenten waren uitsluitend efficiënt in combinatie met wit cement. Men gaf de voorkeur aan pigmenten van anorganisch of minerale oorsprong. Organische pigmenten hadden immers de neiging om onder de invloed van zonlicht van kleur te veranderen. Daarnaast moesten ze onoplosbaar zijn in water, bestand zijn tegen een sterk alkalisch milieu enerzijds en zwakke zuren anderzijds.

De aanbevolen toe te voegen hoeveelheid varieerde van 3% tot 10% pigment vergeleken met de hoeveelheid gewichtsverhouding cement. Een hoger percentage zou de weerstand van de mortel verminderen.

Veldspaat en glimmende moskovietdeeltjes (mica's) kwamen vrij in het breekproces van de kalksteen-aggregaten of werden bijkomend toegevoegd. Deze glimmende deeltjes droegen bij tot het gewenste esthetische aspect. De toe te voegen hoeveelheid werd meestal op de werf bepaald.

3.1.5 WATER

Richtlijnen over de hoeveelheid water zijn moeilijk te vinden, omdat dit ook de verwerkbaarheid van de mortel bepaalt. Enkele patenten vermelden verschillende hoeveelheden, maar de meeste geven geen informatie.

In de handboeken vermeldt men over het algemeen dat het water zuiver moet zijn. Voor de hoeveelheid water geeft men als richtlijn op dat het minder dan 10% bedraagt van het totale gewicht van het bindmiddel en het zand. Dit bij het gebruik van cement in het bindmiddel.

3.2 SIMILI-PIERRE: RECEPTUREN EN APPLICATIES

3.2.1 LAGENOPBOUW EN VOORBEREIDING

Het plaatsen van een simili-pierre verschilt niet veel van een 'gewone' pleister. De pleister wordt op een drager, doorgaans baksteenmetselwerk of beton aangebracht. Dit gebeurt veelal in verschillende lagen en met verschillende handelingen.⁷⁸ (Figuur 17)

Verschillende labo-analyses uitgevoerd door het KIK-IRPA⁷⁹ tonen drie types van lagenopbouw.

- De steenimitaties van voor 1910 bestaan uit een laag simili-pierre van 7 tot 12 millimeter dikte. Tijdens het interbellum bestond deze opbouw nog steeds, maar was niet meer de gangbare praktijk.
- De meest voorkomende opbouw is deze uit twee lagen. Een grond- of raaplaag van 5 tot 15 millimeter afgewerkt met een simili-pierre afwerkings- of toplaag van twee tot vijf millimeter.
- Er kwamen ook applicaties voor bestaande uit drie lagen; een grofkorrelige basislaag met twee fijnkorrelige afwerkingslagen. Deze twee fijnkorrelige lagen zijn moeilijk van elkaar te onderscheiden, zowel visueel als in samenstelling. De keuze van twee simili-lagen kan men daarom linken aan duurzaamheidsredenen of aan ontevredenheid over de kleur van de middelste laag.

FIGUUR 17: zichtbare lagenopbouw bij verweerde simili-pierre: bekraste grondlaag met afwerkingslaag, Hasselt. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen.



Voor het bepleisteren dienen de gevel en de werktuigen proper te zijn tegen de vervuiling van de specie. Men zet eventuele stellingen los van de gevels om vlekken te voorkomen.

Men verwijdt alle onzuiverheden en eventuele verflagen van de drager. Deze wordt opgeruwd en erna gereinigd. Men wapent de houten onderdelen, zoals lateien, met een metalen net of steengaas.

De gevel wordt voor bevochtigd omdat voldoende bindingswater in de mortel dient te blijven.

3.2.2 RAAP- OF GRONDLAAG

Daarna is het tijd voor de raap- of grondlaag, in een of meerde lagen. Deze basislaag is meestal een gewone cement-pleister. De samenstelling varieert en is afhankelijk van de ervaring van de uitvoerder of het gebruikte merk.

De raap- of grondlaag heeft een dikte variërend van één tot enkele centimeters. Deze laag krijgt soms wapening, bijvoorbeeld koehaar, stro of (metaal)gaas.⁸⁰

Het doel van deze laag is om oneffenheden in de drager weg te nemen, om (diepe) imitatievoegen te kunnen trekken en om ongelijkmatige vochtopname in de toplaag te voorkomen. Dit laatste kan immers leiden tot vlekvorming.

Als de ondergrond zeer oneffen is, gebeurt het aanbrengen van de basislaag in twee of meerdere lagen.⁸¹ Een basislaag zorgt voor een vermindering in de kostprijs, omdat zo de duurdere toplaag minder dik hoeft te zijn.

Na plaatsing volgt de opruwing die de hechting met de afwerkings- of toplaag verbetert. Het opruwen gebeurt meestal door het aanbrengen van inkepingen en groeven, met behulp van een ijzeren kam, een mes, een ijzeren vork of een plank met nagels.⁸² Een andere techniek is in willekeurige richtingen krabben met de rand van een troffel. (Figuur 18)



FIGUUR 18: verweerde afwerkingslaag waardoor de bekraste grondlaag zichtbaar is, Hasselt. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen.

Recepturen

Voor deze basislaag adviseert men in historische handleidingen en richtlijnen verschillende mortelsamenstellingen, vaak met een cement-zandverhouding tussen 1:2 en 1:3. Dit komt overeen met richtlijnen uit begin 1900 voor een duurzame mortel, resistent tegen krimp-scheuren.

Met zand als enige aggregaat toonde de praktijk aan dat deze verhouding een te vette mortel opleverde. Verhoudingen werden daarom aangepast op de werf. Met grotere natuursteenfragmenten kon men de omschreven verhoudingen volgen.

Labo-analyses analyseren en karakteriseren de grondlagen als een hydraulische mortel op basis van grijs cement, al dan niet portlandcement, soms in combinatie met licht hydraulische kalk en toevoeging van tras. Naast (kwarts) zand komen soms vlieg-as, schelpen, baksteenpoeder en gemalen natuursteen voor. De granulaten zijn voornamelijk grof en zowel rond als hoekig.

De labo-analyses tonen grote verschillen in de verhouding bindmiddel-aggregaat, afhankelijk van de aard van het aggregaat. Als er enkel zand als aggregaat gebruikt is, is de hoeveelheid bindmiddel hoger dan bij de samenstellingen waar ook kalksteenfragmenten zijn toegevoegd.

3.2.3 TOP- OF AFWERKINGSLAAG

Daarna voorziet men de bevochtigde en opgeruwde raaplaag van een toplaag of afwerkingslaag van enkele millimeter dik. Deze toplaag bepaalt het specifieke aspect van een simili-pierre, voornamelijk door zijn additieven en de behandeling na plaatsing.

Het bevochtigen is nodig om een te snelle droging te vermijden. Men schijnt het geheel soms af met een zeil, tegen de invloed van zonnestralen. Typisch voor deze pleisters zijn de kleine kleurnuances, waar de vakman aanzet met versie specie, dit zijn de zogenaamde 'hernieuwingsvoegen'

De toplaag trekt men glad door middel van een pleisterlat; daarna vindt de afwerking plaats.

Recepturen: resultaten uit het patenten- en literatuuronderzoek

In het patentenonderzoek komen similimortels met bindmiddel van kalk of cement pas voor vanaf 1908. Voor deze datum werden voornamelijk oliën voorgesteld als bindmiddel voor aggregaten.

De aggregaten bestonden uit gemalen natuursteen, al dan niet met toevoeging van puimsteen, speksteen of mineralen, gebonden met een mix van lijnolie en vernis, siccatieven en terpentijn. Men creëerde de kleur van Franse steen door het toevoegen van witte pigmenten, zoals loodwit en zinkoxide.

De uitvindingen van na 1908 bevatten bindmiddel op basis van hydraulische kalk, een combinatie van hydraulische kalk, magnesiumkalk en vette kalk, een combinatie van cement en kalk, of witte cement. Zand en gemalen natuursteen dienen als aggregaat. In de samenstellingen zonder kalk, voegde men pigmenten toe zoals loodwit, zwart loodmonoxide, oker of rode pigmenten. Er worden ook mica's, mineralen en veldspaat toegevoegd.

Om de werkbaarheid van de mortel en het hardingsproces te beïnvloeden, kan men oliën, terpentijn, siccatieven en gips bijvoegen. Soms voegt men extra ijzeroxidepigmenten toe aan een kalk-cement mengsel, om een meer natuurlijk kleur te verkrijgen.

De reclamefolders uit het interbellum geven geen recepturen prijs. Maar enkele interessante literatuurbronnen geven wel inzicht in de mogelijke samenstellingen.

- In 1929 geeft 'Le Groupement professionnel des fabricants de ciment Portland artificiel de Belgique' richtlijnen voor simili-pierre. Men verkreeg een imitatie van witsteen door wit zand of gemalen witte kalksteen toe te voegen aan portlandcement. Dit bindmiddel bevat bijkomend 10% vette gebluste kalk.
- In de handboeken van Oosterhof uit 1948 staat een receptuur voor imitatie van blauwe steen. Men mixt 1,5 delen cement, 2 delen rivierzand en 2 delen steenmeel. Daarnaast verkrijgt men imitaties van graniet door een mix van 1,5 deel zuiver cement, 2 delen witte pigmenten en 1 deel zwart pigment, maar hun duurzaamheid is twijfelachtig.

Er komen geen hoeveelheden van helder water voor in de mortelsamenstellingen van de toplaag, maar een minimale hoeveelheid is altijd aangewezen.

De kant-en-klare simili-pleisters bestaan hoofdzakelijk uit natuursteenaggregaten. Naast kwartzand en mica's bevat artisanale Belgische steenmeel vaak Franse natuursteenaggregaten, omdat Euvillesteen een prominente plaats in het architecturale landschap inneemt.

Om een glinsterend effect te verkrijgen, gebruikte men frequent mica's, zowel in pure vorm als door het malen van natuursteen dat muscoviet bevat.

Recepturen: resultaten uit de labo-analyses

De resultaten van de labo-analyses leren ons dat een simili-laag kan bestaan uit een bindmiddel van (wit) cement, hydraulische kalk of een combinatie van beiden.

Omdat de commercialisering van wit cement pas geleidelijk startte vanaf 1904 - en door de initiële hoge kostprijs - is het vrij onwaarschijnlijk dat het gebruik ervan voorkwam in de vroegste samenstellingen. In plaats daarvan gebruikte men een sterk hydraulische kalk of grijs cement met witte pigmenten.

Voor de stalen vanaf de jaren 1920 blijkt wit cement een onmisbaar ingrediënt in bijna elke samenstelling, vaak in combinatie met een percentage gebluste kalk. Voor de imitatie van blauwe hardsteen kan gewoon grijs portlandcement een ingrediënt zijn, maar in de meeste gevallen werd hier wit cement geïdentificeerd.

Het deel aan aggregaten heeft kenmerkend wit of gekleurd kwartzand, gemalen natuurstenekorrels, of een mix van beide. Als natuursteengranen kwamen voor: Euville, Savonnières, Belgisch porfier, Doornikse kalksteen en diestiaan.

Franse stenen bevatten (fragmenten van) crinoiden en oölieten, ook teruggevonden in de mengelingen. Veldonderzoek bevestigt dit. Simili's van Duitse oorsprong bevatten dan weer vaak dolomiet, graniet of muschelkalk. Mica's zijn quasi een standaardingrediënt bij commerciële mixen. De kleur past men aan door het toevoegen van oker en rode pigmenten.

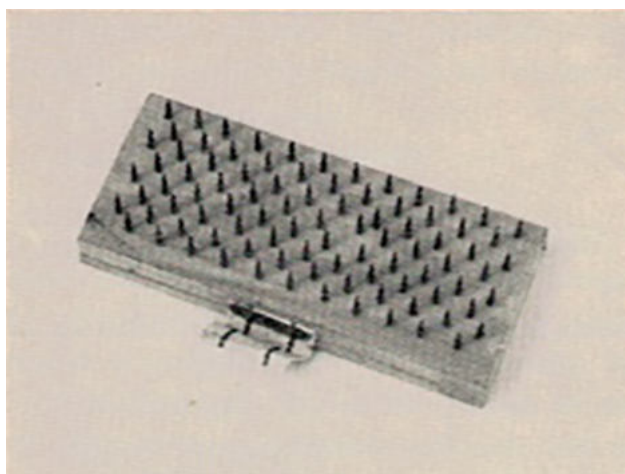
In de onderzochte stalen verschilt de verhouding bindmiddel-aggregaten sterk naargelang de aard van het aggregaat, vooral bij de mixen met kwartzand als enige aggregaat. In deze stalen is het bindmiddel in meeste gevallen overvloedig aanwezig, maar er zijn ook tegengestelde voorbeelden. Hierbij is het belangrijk om te beseffen dat de verhoudingen niet enkel impact hebben op de duurzaamheid, maar ook op de esthetiek (textuur en kleur).

De vroege simili's en de samenstellingen met natuursteenfragmenten hadden over het algemeen een hoog aandeel bindmiddel (2:1 of 1:1) maar de meerderheid heeft een verhouding tussen 1:2 tot 1:2,5.

Enkele stalen van kant-en-klare similimerken Chromolith en Terranova zijn ook geanalyseerd. Let hierbij op dat er tijdens het interbellum verschillende varianten van deze merken bestonden. Deze versies konden afwijken in korrelgrootte en in kleur.

De onderzochte samenstellingen zijn stuk voor stuk licht tot gemiddeld hydraulisch. Hun aggregaten bestaan uit kwartszand en gemalen Franse steen, en er zijn mica's als additieven toegevoegd. Ze verschillen in het genre bindmiddel, type Franse steen en in de verhoudingen tussen de ingrediënten. Het staal Chromolith vertoonde een verhouding bindmiddel aggregaten van 1:1, het staal Terranova een verhouding van 2:3.

3.2.4 BEWERKING VAN HET OPPERVLAK



FIGUUR 19: krabborstel. Bron: zie figurenlijst.

Voor men het oppervlak bewerkt, dient men een droging van minimaal twee uur te respecteren. Deze drogingstijd is afhankelijk van het seizoen, de omgevingstemperatuur en de luchtvochtigheid. Voor een natuursteenuitzicht te bekomen, is er een variatie aan oppervlaktebehandelingen.

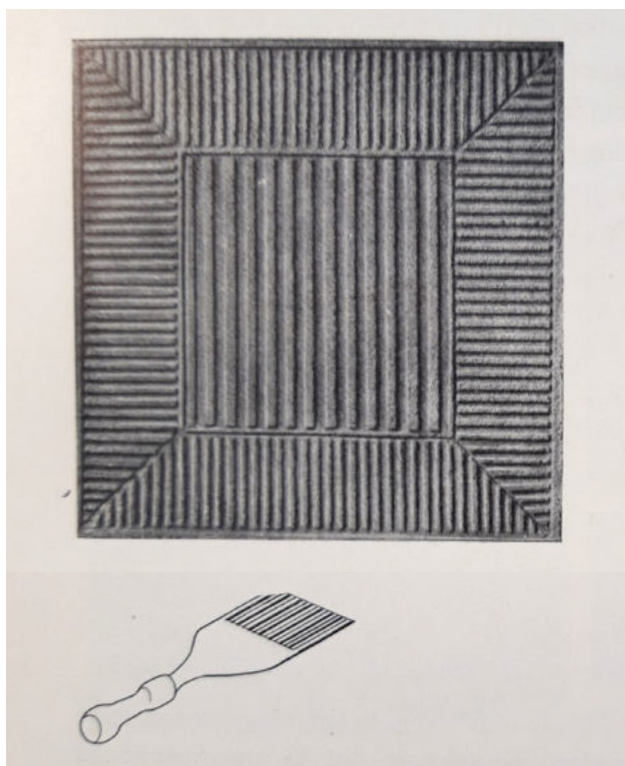
Afborstelen, wassen met een spons, krabben, egaliseren en schrapen zijn bekende afwerkingstechnieken, ook vandaag nog. Ze beïnvloeden het uitzicht doordat ze onder andere het oppervlakkige bindmiddel verwijderen, zodat de steenkorrels aan het oppervlak komen en er een steenachtig uitzicht ontstaat. Ze werken niet enkel in op het decoratieve aspect van het oppervlak, maar beïnvloeden ook de duurzaamheid van de simili-pierre. De bewerking verdicht het oppervlak.

Bekrabben van het oppervlak gebeurt met een scherpe stalen veerrand, tot de pleister niet meer aan het werktuig kleeft. Een andere methode is om het oppervlak met een krabber te behandelen, ook vaak bij de kant-en-klare toepassingen zoals Terranova en Chromolith. (Figuur 19) Het scherpe uiteinde bewoog men in schuine richting. Om kleurverschillen te vermijden, diende dit in één dag te gebeuren. Er kwam in de jaren 1930 zelfs een commerciële Terranova-krabber op de markt, eigenlijk een houten plank met nagels.

Twee uur na bewerking borstelt men de bepleistering af met een zachte brede borstel en wordt de muur acht dagen lang bevochtigd. In de zomer dient men de gevel af te schermen van het directe zonlicht.

Een andere techniek zorgde voor het uitzicht van gebeitelde (of bekapte) natuursteen. Men kon het oppervlak beitelten of kappen na minimaal 15 dagen van gecontroleerde bevochtiging en droging. Wou men dit mechanische doen, dan was een minimale laagdikte van zeven millimeter nodig. Dit om barsten en afschilfering te voorkomen.

Een minder arbeidsintensieve methode om een gebeiteld uitzicht te verkrijgen, is het kammen van het oppervlak net na het aanbrengen. Dit gebeurt met behulp van een stalen kam waarbij de tanden op gelijke afstand staan. (Figuur 20 en 21)



FIGUUR 20: kamwerk en kam, Bron: zie figurenlijst.

Men houdt een lat in de ene hand, men beweegt de kam langs de lat en bewerkt zo het oppervlak. Hiervoor is ervaring nodig, omdat timing, hoek en diepte een invloed hebben op het uiteindelijke resultaat. Bij het verplaatsen van de referentielat is het belangrijk dat de laatste tand-groef perfect past bij de eerste tand. Indien dit niet het geval is, zal de laatste groef breder zijn.

Naast deze technieken kon men de pleister wassen met een verdunde oplossing van zoutzuur of azijnzuur. Deze zuren lossen de cementsluis op en leggen de gekleurde granulaten bloot. De techniek wordt zelden vermeld, en meestal toegepast bij een samenstelling met grove granulaten.

3.2.5 HET TREKKEN VAN DE SCHIJNVOEGEN

Er waren verschillende technieken om schijnvoegen aan te brengen. De meest toegepaste methode was het trekken van lijnen met behulp van een V-vormig-mes of ander metalen werktuig net na het plaatsen van de mortel. (Figuur 22)

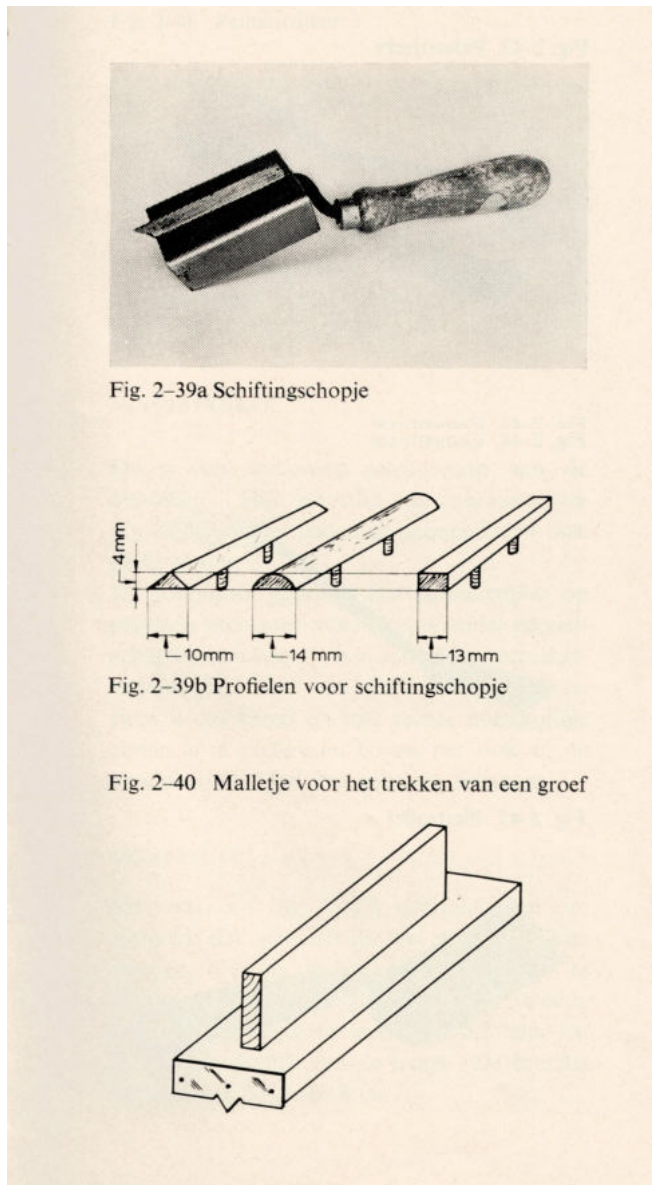
Wanneer men de voegen precies plaatste is niet duidelijk. Meldingen geven aan dat de 'nog natte' toplaag weggeschraapt wordt tot op de raaplaag. Voor de toepassing met Terrabianca geeft men dan weer als richtlijn om de voegen pas na 15 dagen hardingsperiode te trekken.

Er waren een referentielat en schietlood nodig om rechte lijnen te tekenen. Daarvoor bestonden een aantal standaardvoeggereedschappen, waarvan de breedste vormen enkel gebruikt werden op gevelplinten. Om deze te kunnen gebruiken, moest de pleisterlaag voldoende dik zijn.

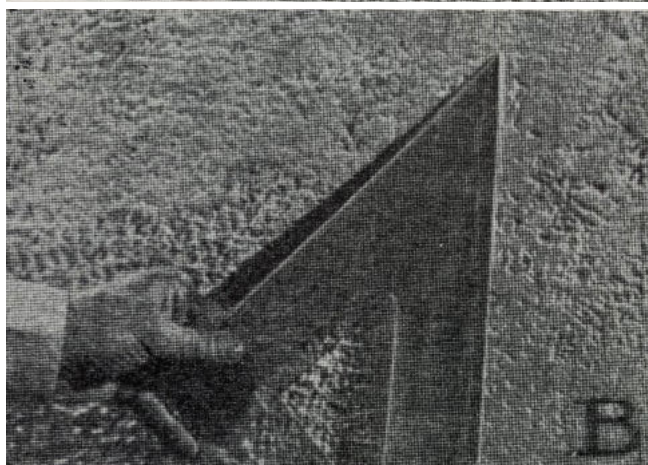
Men streek de schijnvoegen meestal aan met witte of grijze cement om het effect van een echte voeg te imiteren. Of men schilderde ze in een beige-, witte- of zelfs rode kleur. Als ze voldoende diepte hadden voor een schaduw-effect werden ze soms niet behandeld.



FIGUUR 21: kamwerk, Oostende. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen.



FIGUUR 22: schiftingsschopje en profielen. Bron: zie figurenlijst.



FIGUUR 23: het nabootsen van natuursteen. Bron: zie figurenlijst.

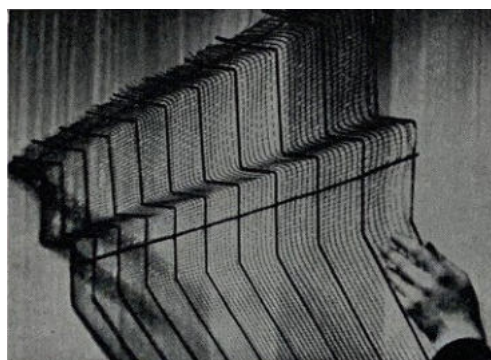
3.2.6 HET PLAATSEN VAN ORNAMENTEN

De decoratieve gevelelementen werden vaak gemaakt door mortel in een mal te gieten. Ontmallen kon na 24 uur uitharding, maar de elementen moesten twee weken bevochtigd blijven. Belettering in de gevels gebeurde in aparte mallen, in eenzelfde samentelling als de gevelpleistering, en achteraf met mortel op de gevel gekleefd. (Figuur 24)

Getrokken simili-decoraties zoals kroonlijsten ontstonden door een houten of metalen geprofileerd zaagblad te bewegen op een tijdelijke geleidingslat, dat de vorm van het raamwerk tijdens het trekken in het pleisterwerk drukte. Als de dikte van de lijst meer dan vijf centimeter is, is er een inwendige draagstructuur nodig. Die kon zowel uit hout als uit metaal bestaan. (Figuur 25)



FIGUUR 24: gekleefde belettering, Oostende. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen.



FIGUUR 25: metalen draagstructuur voor een bepleisterde lijst. Bron: zie figurenlijst.

3.2.7 BIJKOMENDE OPPERVLAKTEBEHANDELINGEN

Cementpleisters vormden niet altijd een waterdichte laag. Als gevolg hiervan ontwikkelde men producten om de gevels ondoordringbaar te maken.

Zo presenteerde de Brusselse firma 'Frères Fober' in advertenties in de jaren 1910 het waterafstotend product 'Castor'. Volgens hun brochure werkten meer dan 3000 pleisteraars en uitvoerders met dit product. Door de talloze referenties is het aannemelijk dat heel wat gevels met dit product behandeld zijn.

Om een gewone grijze bepleistering een zandsteenaspect te geven kon men hierop een mengeling van zand en okerpigmenten aanbrengen. Dit noemde men 'colour wash'. Het was echter geen duurzaam product, omdat men de gevel na enkele jaren opnieuw diende te behandelen of te schilderen.

3.3 KUNSTSTEEN: RECEPTUREN EN PRODUCTIEPROCESSEN

3.3.1 PRODUCTIEPROCES KUNSTSTEEN

Kunststeen blokken ontstaan door de mortelsamenstelling in een mal te gieten. De blokken kunststeen werden meestal in de fabriek geproduceerd, met een productieproces gelijkaardig aan dit van betonblokken.

Het maken van goede witte Franse steen-imitatie was niet evident op het einde van de 19de eeuw. Zowel de product-samenstelling als het productieproces waren niet eenvoudig te uniformiseren en te standaardiseren.

Er ontbrak een eenvoudige constructiemethode die resulteerde in een duurzame steen. De blokken waren of te broos en onvoldoende bestand tegen druk of te hard en leken meer op beton.

Pas vanaf de jaren 1920, onder andere door de herontdekking van wit cement, kon men kwaliteitsvolle kunststeen beginnen te produceren. Architectuurtijdschriften zoals 'L'Emulation' en 'La technique des Travaux' vermelden de voorwaarden om kwaliteitsvol werk te garanderen.

Deze richtlijnen behandelen zowel esthetische aspecten als sterkte-eisen over het hele proces (productie, transport en verwerking op de werf). Men vergelijkt ze met de normen van natuursteen en gewapend beton. De architecten en uitvoerders spelen een grote rol in de nodige kwaliteitsbewaking.

In de beginperiode bestond kunststeen uit één materiaal, tot in de kern. Geleidelijk aan ging men de kern vervangen door een materiaal in lagere kwaliteit zoals gewoon beton; enkel de huid bestond nog uit kunststeen. Dit was ook financieel voordeliger.

Aanmaken van de gietmassa

In 1922 kwamen er nieuwe principes voor het mixen van kunststeenpoeder en betonsamenstellingen. Om de homogeniteit van het mengsel te verbeteren, werden de natuursteengranulaten en het zand grondig gemixt met een kleine hoeveelheid water.

Men bepaalde de hoeveelheden van de verschillende ingrediënten vaak aan de hand van kruiwagens en emmers. Pas in de laatste stap voegde men het bindmiddel en de resterend hoeveelheid water toe. Om een constante kwaliteit te garanderen werden er ook industriële mixers ontwikkeld. Dit betekende een verbetering in de kwaliteit van kunststeen.

De opkomst van wit cement luidde een revolutie in, in het productieproces van kunststeen: de kleur van natuursteen kon men voortaan makkelijker nabootsen zonder in te boeten op de kwaliteit van de steen.

Bekisting en mallen

Kunststenen elementen bestonden zowel geprefabriceerd als op maat. De architect maakte de ontwerptekeningen zoals gevelzichten, met aanduiding en maatvoering, als detailtekeningen op ware grootte voor meer decoratieve elementen. De fabrikant ontwierp aan de hand van deze gegevens de nodige mallen.

Meestal gebruikte men houten mallen, die de fabrikant makkelijk zelf kon maken. (Figuur 26) Licht insmeren met paraffine vergemakkelijkte het verwijderen van het raamwerk.

Houten en gipsen mallen hadden het voordeel dat ze het teveel aan aanmaakwater van de gietspecie konden opzuigen. Dit gebeurde niet bij de metalen mallen. Gipsen mallen waren fragiel, waardoor één mal maar voor een beperkt aantal afgietsels kon zorgen.⁸³

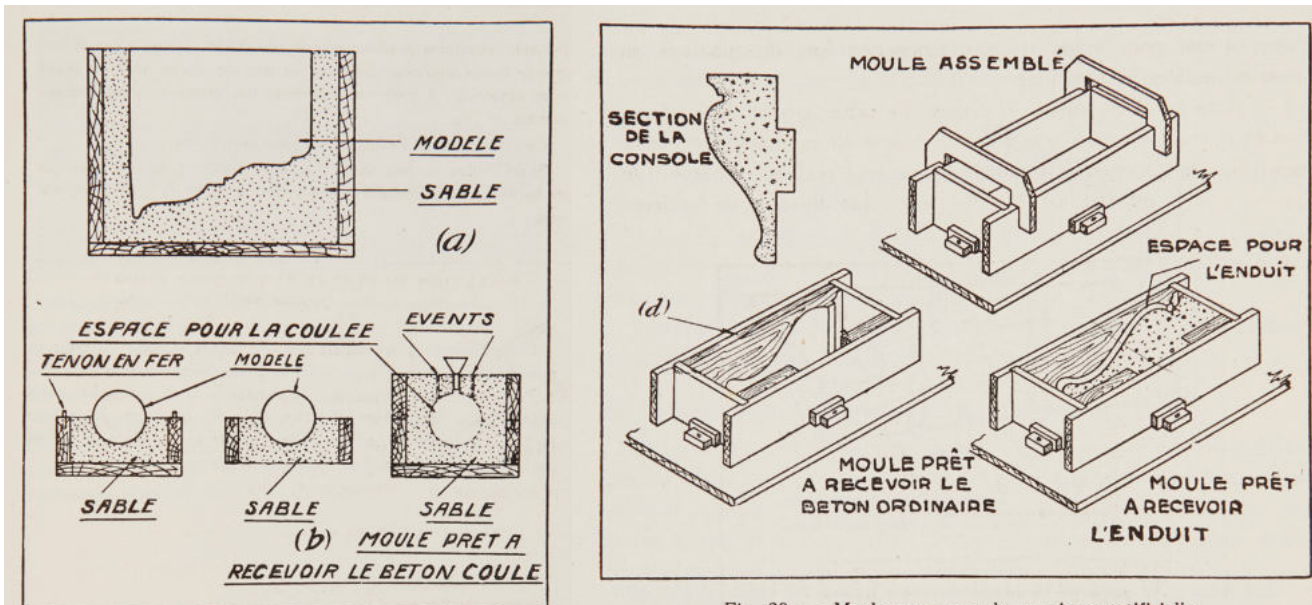


Fig. 39. — Moule pour console en pierre artificielle.

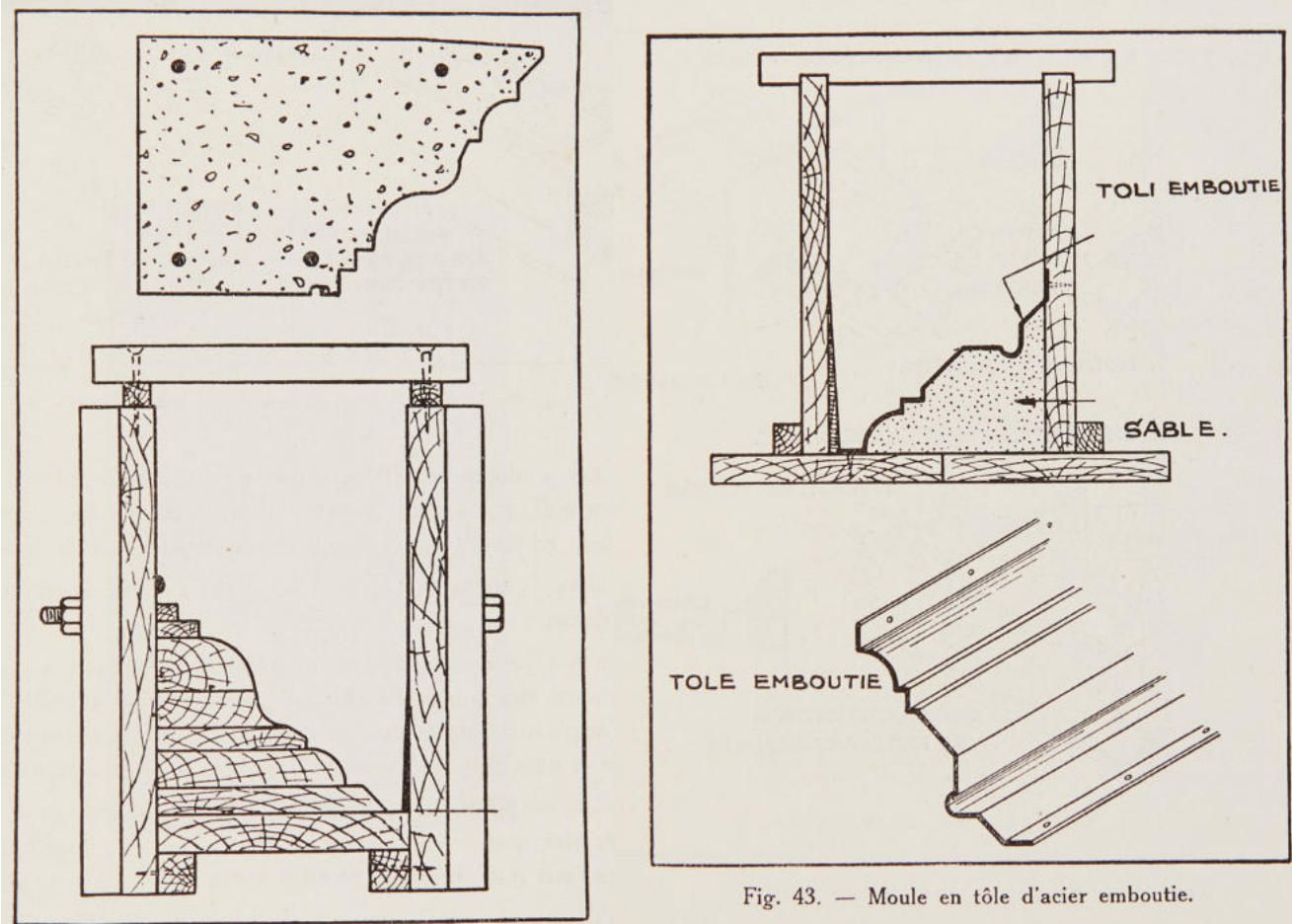


Fig. 43. — Moule en tôle d'acier emboutie.

Als men een meer organische vorm wenste, kon dat door de mal door zand te modelleren of met behulp van een geprofileerd zinken profiel.

Voor complexere vormen, zoals bijvoorbeeld een sculptuur, bestond een mal uit verschillende delen, waarbij een maldeel kon bestaan uit aparte stukken. Die werden meestal op hun plaats gehouden in een gipsen steunkap.⁸⁴

Gieten

Er is niet veel informatie over het gietproces zelf. Indien nodig streek men de mal in met een losmiddel. Het bindmiddel op basis van cement, de gebroken aggregaten en het water werden gemixt en gegoten in een mal. Het gieten gebeurde handmatig of met een machine.

Indien nodig werd de mortel aangestampt, handmatig of met een machine, en bijgewerkt met een spatel. (Figuur 27) Men voegde meestal een metalen wapeningskorf toe in de binnenzijde.

Was een vorm samengesteld uit verschillende delen dan kon men deze hierna aan elkaar zetten, met achteraf weggewerkte naden.⁸⁵

Uitharden

Na het verwijderen van de mal liet men de gietvorm verder uitharden en kon men hem zagen en schuren tot de juiste afmetingen. Voor kunststenen op cement basis gebeurde dit al na enkele dagen.

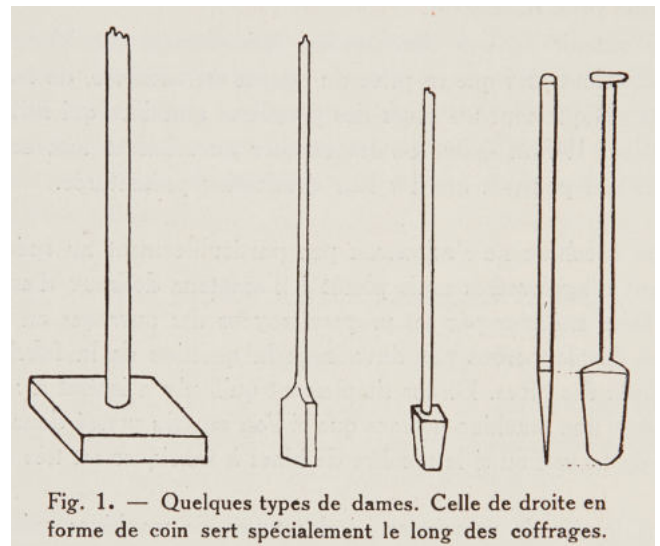


Fig. 1. — Quelques types de dames. Celle de droite en forme de coin sert spécialement le long des coffrages.

FIGUUR 27: historische tekening voor types aanstampwerktuigen. Bron: zie figurenlijst

Complexe en grotere elementen hebben een langere productietijd, omdat men ze in situ maakte en men de uithardingsdij moest respecteren. Transport van grotere geprefabriceerde elementen was een uitdaging en het risico op schade (zoals barsten en het afbreken van stukken) was hoog.

Als gevolg hiervan, ontstonden er wapeningsschema's voor specifiek gevormde stenen om bij transport de nodige stijfheid te verkrijgen.

Tijdens de eeuwwisseling zag men een toename van patenten van inventieve apparaten die de nabehandelingen moesten vergemakkelijken of het uithardingsproces versnellen. Ze beschreven in detail verschillende procedures om het verhardingsproces te optimaliseren of te versnellen, nadat de mortel in de mal was gegoten.

Kunststeen op kalkbasis of mortels waarin het bindmiddel geheim was, ondergingen hardingsprocedures onder constante druk, al dan niet met stoom. Of het hardingsproces startte in een warmtekamer met lage atmosferische druk van 2 tot 3 bar die werd verhoogd tot 7 bar. Ook een gedeeltelijke uitharding in warm water werd beschouwd als een stimulerende factor.

Wanneer men cement toevoegde in de samenstelling zou een gewone uithardingsperiode in open lucht van drie weken voldoende zijn. Een mechanische pers kon de densiteit van de kunststeen verhogen.

3.3.2 RECEPTUREN KUNSTSTEEN

Informatie over de samenstelling van kunststeen is moeilijk terug te vinden. Er zijn amper gegevens over analyses van stalen. Historische patenten en literatuur geven enkel indicaties.

Naast de mogelijke betonnen kern had kunststeen vaak eenzelfde samenstelling als simili-pierre, met een toevoeging van vliegashoogovenslak om de verharding te beïnvloeden en de draagkracht te verhogen. Men experimenteerde om de eigenschappen (zoals kleur, druksterkte ...) van bekende samenstellingen van kunststeen te verbeteren.

Een uniforme en 'afdoende' steenimitatie bleek moeilijk te ontwikkelen. Een van de redenen kan liggen in het toegevoegde zand, dat te nat of te droog werd gebuikt. Het exacte vochtgehalte werd daarom vaak incorrect geschat.

Onvoldoende gebluste kalk kon een van de oorzaken zijn van kripscheuren tijdens harding. Ook complexe mortelsamenstellingen zorgden vaak voor broze stenen met weinig weerstand of voor extreem harde elementen met een nogal 'cement' uitzicht.

De onderzochte eerste patenten dateren vanaf 1886. Zij vermelden een samenstelling van kalk, kwarts zand of fijn zand met een klein percentage mineralen als aggregaten. Sporadische toevoegingen van hoogovenslak, vliegashoudend aluminium, verhoogden waarschijnlijk de weerstand. Het is opvallend dat in deze beginperiode de patenten bijna nooit de volledige samenstelling vermelden, het extra bindmiddel bleef meestal geheim.

Vanaf de eeuwwisseling wordt cement als bindmiddel naar voren geschoven, maar blijft kalk even populair. Er werd één patent teruggevonden waarin de combinatie van cement-kalk voorkwam. De aard van het cement werd meestal niet gespecificeerd, tenzij het over wit cement gaat.

Als gevolg hiervan neemt men aan dat men grijs portlandcement gebruikte in de samenstelling. Aluin werd toegevoegd voor de witte kleur. Zand blijft altijd een onderdeel van de samenstelling, maar ook gebroken of verpulverde natuursteen zoals zandsteen, kalksteen en porfier, al dan niet in combinatie. Voegde men geen natuursteenfragmenten toen, dan koos men voor silicaten.

De toevoeging van grotere natuursteengranulaten had niet enkel invloed op het uitzicht. Volgens een patentaanvrager versnelde dit ook het hardingsproces, met voldoende weerstand na enkele dagen. Dit in tegenstelling tot de traditionele zand mortels die enkele weken nodig hadden.

De mondelinge overlevering en een labo-analyse geven ook inzicht in de samenstelling van Dura kunststeen. (Figuur 28 en 29)



FIGUUR 28: dura-gevelementen in grijze kleur, Antwerpen. Copyright en Foto: Barbara Van Lerberghe

FIGUUR 29: detail dura-gevelelementen, Antwerpen. Copyright en Foto: Barbara Van Lerberghe



Volgens de mondelinge overlevering bevatte de mortel voor de imitatie van witte Franse steen vanaf 1939 gemalen witte steen en wit cement als bindmiddel. Het is echter niet zeker of dit ook zo was gedurende de jaren 1920. Volgens de voormalige werknemer zou de oprichter initieel kalk als bindmiddel gebruikt hebben, maar dit heeft hij nooit zelf gezien.

De samenstelling bestond uit 1 deel wit cement, 3,5 delen aggregaten (fijne en grof gemalen witte steen), enkele gram mica-fragmenten en rood pigment als additieven. De hoeveelheid mica's en pigmenten werd niet afgemeten, maar 'handvol' per kruiwagen toegevoegd.

Het zeven van 50 kilogram wit cement met 200 gram zwart pigment resulteerde in blauwe hardsteen. Een steenmolen maalde hardsteenfragmenten fijn, tot er na een uur 'fijnblauw' poeder overbleef om te zeven. Dan volgende de samenvoeging van de ingrediënten: 1 deel wit cement, 4 gram zwart pigment per kilogram cement, 1,5 deel gemalen blauwe steen, en 1 deel gezeefd blauwe steen.

Een labo-analyse, uitgevoerd door het WTCB⁸⁶, geeft inzicht in de samenstelling van de simili-huid van de gebruikte dura-kunststeen in de technische school van Boom. Het grootste gedeelte van de granulaten bestaat uit een hoekig kalksteenzandkorrels. In mindere mate komt er een hoekig tot afgerond kwartszand voor. Het gebruikte bindmiddel is portlandcement, met daarin ijzerrijke hoogovenslakken en een kalkfiller.⁸⁷



gevel met baksteen, kunststeen, natuursteen en simili-pierre, Oostende. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Kris Vandevorst



HOOFDSTUK **4**

**HANDREIKING
VISUELE
HERKENNING**

4 / HANDREIKING VISUELE HERKENNING

Met dit hoofdstuk willen we ondersteuning bieden bij de identificatie van het gebruikte materiaal.

Het is soms heel erg moeilijk om in situ het verschil te zien tussen natuursteen, kunststeen en simili-pierre. Door de toevoeging van mica, natuursteengranulaten of gemalen natuursteen in de mortelrecepturen hebben ze een analoog uiterlijk. Er is geen groot verschil in de recepturen van simili-pierre en kunststeen. Daarnaast is afwerking of bewerking vaak gelijkaardig.

Natuursteen, kunststeen en simili-pierre werden ten slotte vaak in verschillende combinaties in één gevel toegepast, wat de identificatie verder bemoeilijkt. (Figuur 30)

De handreiking omvat een overzicht van de elementen die helpen bij een visuele identificatie. Dergelijke visuele beoordeling is vaak een onderdeel van een meer doorgedreven macroscopisch onderzoek. Dit is het onderzoek ter plaatse waarbij men bekende monsters vergelijkt op kleur, textuur, breukvlak, verwerings- en vervuilingstypologie, vorm en structuur, aanwezigheid van specifieke mineralen (bijv. mica's of fylosilicaten), componenten (bijv. Oölieten), fossielen (bijv. crinoiden), enz.⁸⁸

In dit hoofdstuk zijn de aandachtspunten voor herkenning ingedeeld in vijf groepen:

- Structuur van de elementen en de gevelopbouw
- Het verschil in materiaaleigenschappen
- Het verschil in de schadepatronen
- De afwerking van de voegen
- Het materiaaloppervlak

Deze richtlijnen kunnen helpen om een visueel onderscheid te maken in het gebruik van simili-pierre, kunststeen of natuursteen, wat steeds moeilijk zal blijven. Naast voldoende ervaring zijn immers vaak labo-analyses en bouwhistorische onderzoeken nodig voor een correcte identificatie. Maar ook die kunnen niet steeds uitsluitsel bieden.

4.1 STRUCTUUR VAN DE ELEMENTEN EN GEVELOPBOW

De geometrie van een gebouw of een gevel kan inzicht geven in de gebruikte materialen. Zowel de individuele bouwstenen als de algemene opbouw spelen hierin een rol.

Als men in een gevel natuursteen combineert met simili-pierre wordt natuursteen vaak toegepast in zones die gevoelig zijn voor vocht of voor mechanische schade zoals de plint of raam- en deuroplijstingen, terwijl de gevelafwerking in het vlak gebruik maakt van simili-pierre.⁸⁹ (Figuur 31)

Ook voert men vaak constructieve elementen zoals lateien, dorpels, sluitstenen, overkragingen, etc. uit in natuursteen of kunststeen, waarbij men de rest van het gevelvlak afwerkt met een analoge simili-pierre. Komt ook voor: de inwerking van decoratieve elementen in kunststeen of natuursteen in een gevelvlak van simili-pierre of kunststeen. (Figuur 32, 33, 34 en 35) Of de voorgevel bestaat uit natuursteen en de achtergevel uit imitatie.



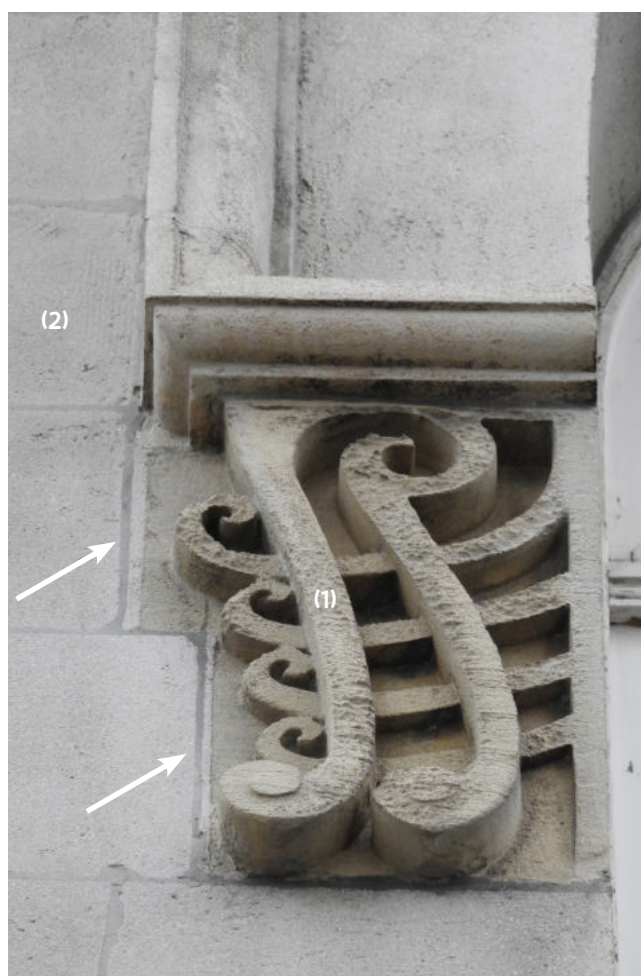
FIGUUR 30: gevel met kunststeen (1), natuursteen (2) en simili-pierre (3), Oostende, Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Kris Vandevorst.



FIGUUR 31: plint (1) en brievenbus (2) in natuursteen en vlak gevelwerk in simili-pierre (3). Etterbeek. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen



FIGUUR 32: raamomlijsting in simili-pierre (1) en dorpel in Blauwe Hardsteen (2). Diest. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen



FIGUUR 33: natuursteen (1) ingewerkt in vlak gevelwerk in simili-pierre (2). Let op de 'fout' in het voegwerk. Etterbeek. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen



FIGUUR 34: decoratief element in kunststeen ingewerkt in gevel. Etterbeek. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen



FIGUUR 35: DECORATIEF element verlijmd in gevel. Let op de barst die de overgang tussen decoratief element en simili-pierre aanduidt. Hasselt. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen

De visuele perceptie van de gevel heeft eveneens een rol in de materiaalkeuze. Bijvoorbeeld het gevelvlak van de gelijkvloerse verdieping is opgebouwd uit natuursteenparlement, dit van de verdiepingen met een analoge simili-pierre. Vanop afstand is het immers moeilijker om imitatie te onderscheiden van de echte natuursteen.⁹⁰

Natuursteen en ongewapende kunststeen kunnen belast worden op drukkrachten, maar minimaal op trekkrachten. Door het toevoegen van wapeningsijzer in kunststeen kan de weerstand van het materiaal tegen trekkrachten beduidend verhogen. Dit kan een aanwijzing zijn voor het gebruik van gewapende kunststeen.

Het metselverband boven raam- en deuropeningen en bogen kan evenzeer informatie aanreiken. Zorgt het metselverband voor een correcte lastendaling van de bovenbelasting? Zo niet kan dit een indicatie zijn dat er gewerkt is met een ander materiaal, afgewerkt met een simili-pierre. (Figuur 36) Een rollaag bijvoorbeeld kan geen verticale belasting opnemen en wijst dus op een achterliggende metalen of betonnen drager.⁹¹



FIGUUR 36: de lastendaling kan bij dit metselverband niet correct gebeuren. Indicatie voor het gebruik met simili-pierre. Etterbeek. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen

Om de bovenbelasting bij deur- en raamopeningen over te brengen, zijn de hoeken op het uiteinde van de latei bij voorkeur niet scherp. Zo vermijdt men dat de natuur- of kunststeen op deze zwakke plek afbreekt. De bovenste randen van raam- en deuropeningen bevinden zich daarom vaak vijf centimeter boven of onder de horizontale voegen van het gevelmetselwerk.⁹² (Figuur 37) Indien deze hoeken wel scherp zijn, kan dit een indicatie zijn dat er gebruik is gemaakt van een simili-pierre. (Figuur 38)

Ook de lengte van een latei geeft soms een indicatie van het gebruikte materiaal. Natuursteenlateien hebben meestal een maximale rechte overspanning van circa 1,20 meter, afhankelijk van de belasting en de steensoort.⁹³ Een achterliggende draagstructuur in gewapend beton of staal die afgewerkt is met een simili-pierre of in (gewapende) kunststeen (al dan niet met een kern in gewapend beton) kan een overspanning hebben groter dan 1,20m.



FIGUUR 37: natuursteen, detaillering hoek met verspringing. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen



FIGUUR 38: scherpe detaillering hoek duidt hier op gebruik van simili-pierre. Etterbeek. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen

4.2 HET VERSCHIL IN MATERIAALEIGENSCHAPPEN

Simili-pierre en kunststeen hebben net als natuursteen zeer veel verschillende verschijningsvormen. Ook hun afwerking, verwerking en vervuiling dragen hiertoe bij. Dit bemoeilijkt de identificatie.

Mede door deze verscheidenheid kan men geen duidelijk onderscheid maken op basis van de visueel waar te nemen materiaaleigenschappen. De hieronder opgesomde verschillen zijn enkel richtinggevend. Aan de hand van vergelijking en ervaring helpen ze wel bij een herkenning.

Men kan over het algemeen stellen dat kunststeen en simili-pierre heterogeen zijn in de steen, en homogeen op grotere schaal. Als men deze elementen van dichtbij bekijkt, zijn ze opgebouwd uit verschillende kleine onderdelen zoals aggregaten, kleine fossiele resten en dus heterogeen. (Figuur 39) Bekijk je ze vanop een afstand, dan hebben ze een egaler uitzicht. (Figuur 40) De elementen zijn immers met eenzelfde productsamenstelling gemaakt. Kleurverschillen en grotere figuren of fossiele resten komen niet voor.

Natuursteen is heterogeen in de steen en op grotere schaal. (Figuur 41 en 42) De kleurverschillen zijn genuanceerder en er zijn grotere figuren en fossiele resten aanwezig. Vervuiling en veroudering kunnen echter simili-pierre en kunststeen een meer heterogeen uitzicht geven, evenals de aanwezigheid van grotere aggregaten.⁹⁴



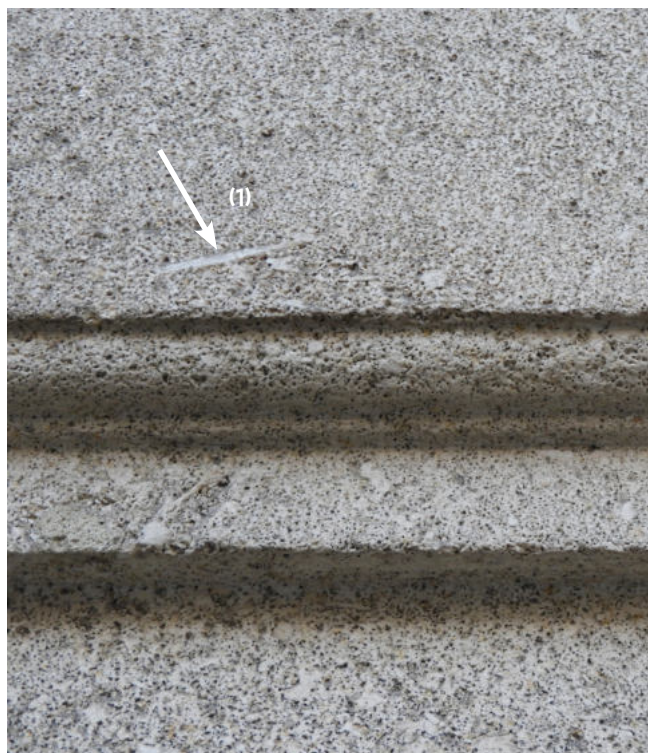
FIGUUR 39: detail kunststeen: heterogene samenstelling. Etterbeek.
Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen

FIGUUR 40: gevels in simili-pierre. Homogeen op grote schaal. Etterbeek. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen

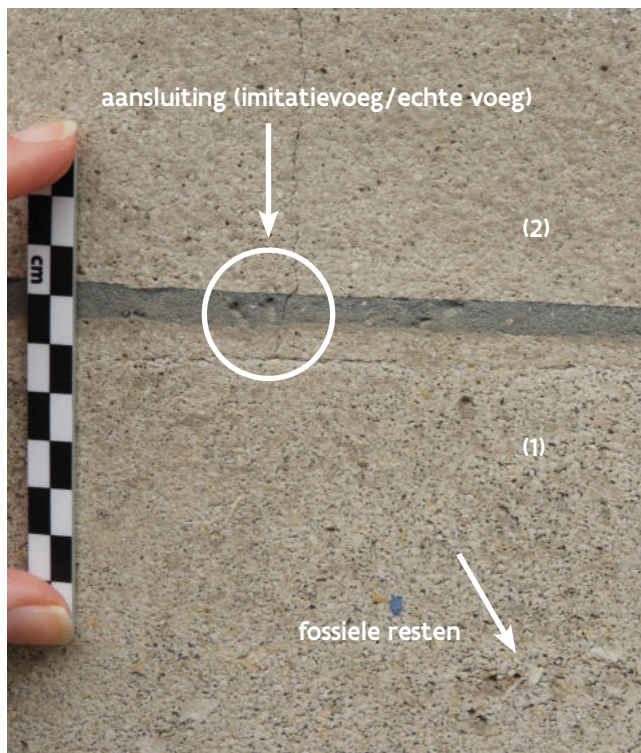




FIGUUR 41: gevel in natuursteen. Heterogeen op grote schaal. Etterbeek. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen



FIGUUR 42: detail natuursteen: heterogene samenstelling, fossielen (1). Etterbeek. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen



FIGUUR 43: verschil in materiaalsamenstelling: Natuursteen (1) en simili-pierre (2). Let op aansluiting tussen beide materialen en fossiele resten in de natuursteen. Etterbeek. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen

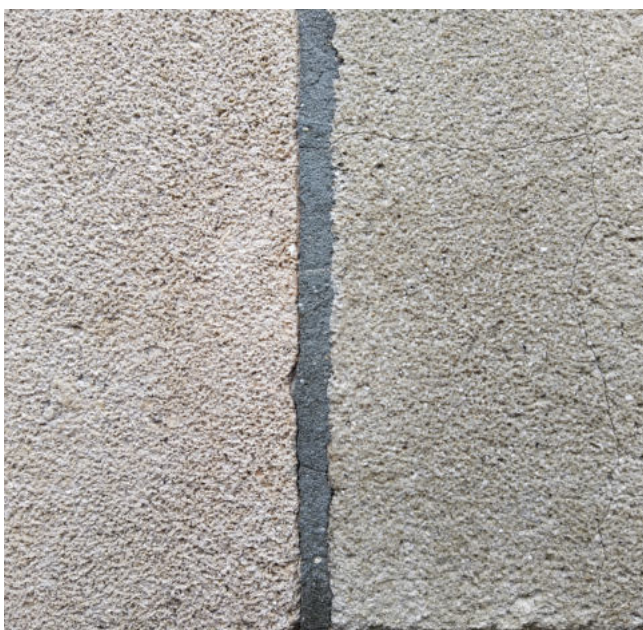
Bij natuursteen kan je het groeflegger en afzettinglijnen (lagen) waarnemen en kunnen er kleurverschillen in de verschillende elementen optreden. (Figuur 44) Kunststeen en simili-pierre hebben geen aftekening van een groeflegger. Kunststeen kan wel de sporen van eventuele stortingsfasen vertonen, als hun granulaatverdeling verschilt.

Natuursteen heeft een duidelijke fossiele aanwezigheid en bevat vaak geometrische onregelmatigheden. Maar bij kunststeen en simili-pierre wordt gemalen steengruis toegevoegd. Kleine fossielen zoals crinoiden en oölieten kunnen erin voorkomen. Dit kan de herkenning bemoeilijken.⁹⁵ (Figuur 45)

Als er crinoiden in kunststeen verwerkt zijn, is dit meestal aan een lager percentage dan bij de analoge natuursteen.⁹⁶ (Figuur 46)



FIGUUR 44: aftekening groeflegger. Leuven. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen



FIGUUR 45: links Savonnière, rechts simili-pierre met steengruis van Savonnière. Copyright en Foto: Yves Vanhellemont



FIGUUR 46: Links Savonnière, rechts simili-pierre met steengruis van Savonniëresteen aan een lager percentage. Copyright en Foto: Yves Vanhellemont



FIGUUR 47: Euville met scherpe aftekening van crinoiden. Copyright en Foto: Yves Vanhellemont



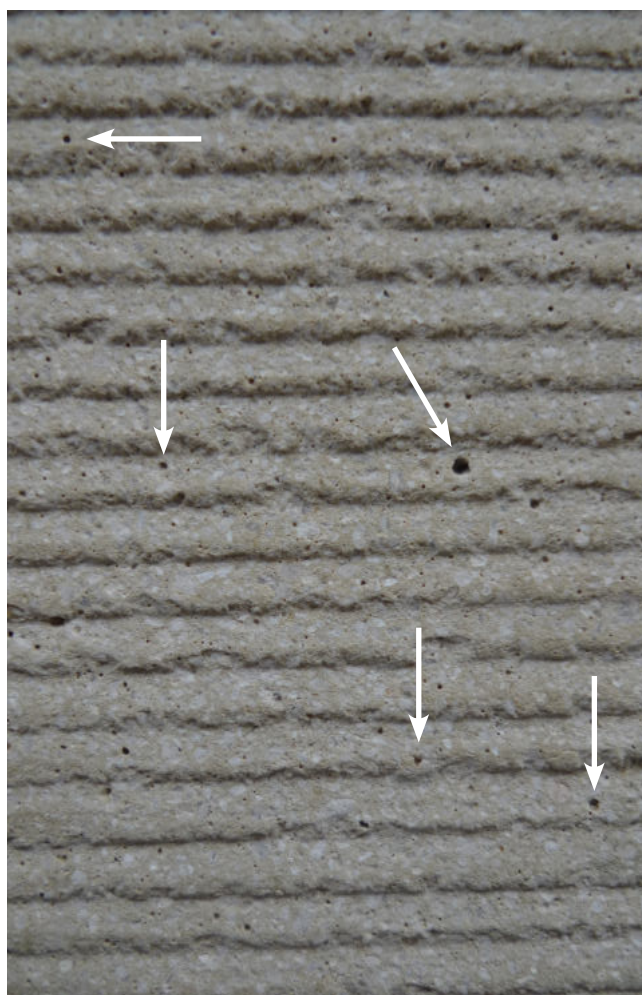
FIGUUR 48: Kunststeen met crinoiden (minder scherp afgelijnd). Copyright en Foto: Yves Vanhellemont

Twee varianten van Franse steen zijn veelvuldig in de Vlaamse gebouwen verwerkt: crinoide kalksteen (zoals Euville) en oölieten kalksteen (zoals Savonnière). Zij werden vaak toegepast in combinatie met kunststeen of simili-pierre. Door hun opbouw leunt hun oppervlaktetextuur zeer nauw aan bij deze van kunststeen, maar omdat kunststeen een 'perfecte' steen is, kan je hieraan het verschil zien met natuursteen.⁹⁷

Hierbij geven we enkele belangrijke kenmerken die kunnen helpen bij herkenning (Figuur 1):

- Euville: bleke middelmatige tot grofkorrelige crinoiden kalksteen met goed gesorteerde crinoiden (stengeltjes van zeelies) met regelmatig verdeelde poriën op millimeterschaal⁹⁸ en andere fossiele- of schelpenfragmenten. Deze worden samen gehouden door een natuurlijk cement.⁹⁹ (Figuur 47)
- Savonnière: zachte (romig) witte en zeer poreuze kalksteen. De opstapeling van oölieten (zowel hol als vol) is doortrokken met laagjes van zeer fijn schelpengruis dat ook opgelost kan zijn. Dat geeft holtes. De oölieten zijn herkenbaar als kleine (0,5 millimeter) witte blaasjes. De steen heeft een typische grainstonetextuur opgebouwd uit korrels (50%), cement en poriënruimte. Men kan ook schelpfragmenten en niet concentrisch opgebouwde korrels waarnemen.¹⁰⁰ (Figuur 45 en 46)

Een typisch kenmerk van kunststeen is de aanwezigheid van kleine en grote poriën in de vorm van kogelronde belletjes. (Figuur 49) Ze ontstaan door het ontsnappen van luchtbelletjes tijdens het verharden van de mortel-massa in de mal. Eveneens kan kunststeen sporen van de bekisting tonen.¹⁰¹ (Figuur 50).



FIGUUR 49: kunststeen met kogelronde belletjes. Copyright en Foto: Yves Vanhellemont



FIGUUR 50: bekistingslijn bij Kunststeen. Oostende en Etterbeek. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen

Soms wordt kunststeen op de werf gefabriceerd. Deze kunststeen bevat dan relatief meer poriën, lacunes en eventueel fragmenten van bouwpuin zoals baksteen.¹⁰² (Figuur 51)

Er zijn verschillende types kunststeen.¹⁰³

- Het meest voorkomende en meest gevarieerde type herkent men door de witte hoekige korrels, die meestal kleiner zijn dan de eventueel aanwezige crinoiden. Er zitten ook stukjes kalksteen in de massa verwerkt, iets groter dan bij een analoge simili-pierre. De aggregaten zijn bedekt met een laag grijze of beige-bruine mortel. Bij goed bewaarde stenen domineert de mortel visueel het oppervlak, zodat de korrels niet altijd goed zichtbaar zijn. (Figuur 49 en 39)
- Een tweede type heeft een redelijk glad oppervlak met duidelijk aanwezige contouren van de aggregaten. Crinoiden en oölieten ontbreken, de aanwezige, gelijkaardige korrels kleven aan een beige gekleurde mortel. Dit type verwijst naar Euvillesteen, maar heeft dus een kunstmatiger uiterlijk. (Figuur 48)
- Het laatste type is gekarakteriseerd door een poreus netwerk van granulaten, samen geklonterd met een beperkte massa bindmiddel. Waarschijnlijk zijn de aggregaten samengesmolten onder druk of hoge temperatuur. (Figuur 52)



FIGUUR 51: kunststeen met fragmenten van bouwpuin. Boom. Copyright en Foto: Yves Govaerts

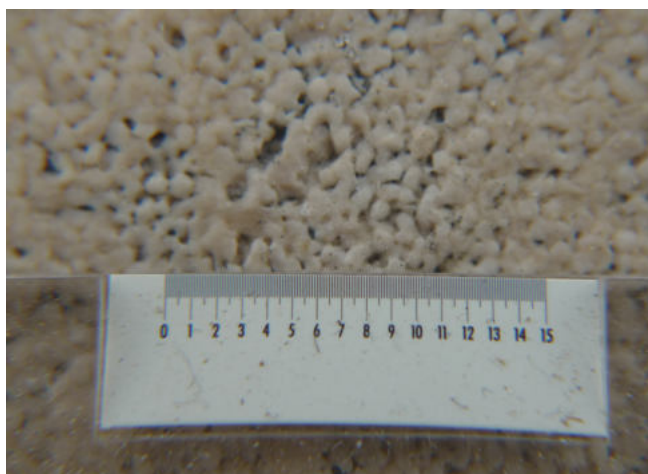
De aanwezigheid van deeltjes mica kan helpen bij de identificatie van een simili-pierre. Ze komen vrij zelden voor bij kunststeen, in natuursteen zijn ze niet zo duidelijk aanwezig. Bij zonlicht geven ze een blinkend en levendig effect aan de gevel. Bij bewolkt weer kunnen de mica's onzichtbaar zijn. Let op! Niet elke simili-pierre bevat dit ingrediënt.¹⁰⁴

Bij verouderde simili-pierre kan de dunne kalkcementlaag aan het geveloppervlak verweren, met een grotere oppervlakte zichtbaarheid van meer en grotere mica's. Maar deze zijn broos. Onder invloed van het weer breken de grotere deeltjes makkelijk af. Is de gevel zwaar beschadigd door zwarte gipskorsten, dan blijven de glimmende mica deeltjes meestal gevrijwaard en tekenen ze zich visueel nog sterker af.¹⁰⁵

Simili-pierre bevat daarenboven in de regel geen fossiele resten groter dan 1 centimeter.¹⁰⁶



FIGUUR 52: kunststeen opgebouwd uit granulaten en beperkt aantal bindmiddel. Etterbeek. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen



FIGUUR 53: 'risotto'-effect. Copyright en Foto: Yves Vanhellemont



FIGUUR 54: simili-pierre (links) met meer dominante rol van het bindmiddel dan bij kunststeen (rechts). Etterbeek. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen

De granulaten bij kunststeen en simili-pierre zijn meestal 'omhuld' met bindmiddel. Hierdoor kan er een soort 'risotto-effect' ontstaan. (Figuur 53) De korrels van het steengruis zijn zichtbaar, maar kleven aan elkaar door het omhullende laagje bindmiddel. Dit is bijvoorbeeld niet het geval bij Euvillesteen, waar de korrels net heel zuiver en afgelijnd zijn.¹⁰⁷ (Figuur 47 en 48)

Daarnaast heeft het bindmiddel bij de simili-pierre meestal een meer dominante rol dan bij kunststeen en is dus meer aanwezig.¹⁰⁸ (Figuur 54)

4.3 HET VERSCHIL IN SCHADEPATRONEN

Gewapende kunststeen kan hetzelfde schadepatroon vertonen als gewapend beton. (Figuur 55) Het is daarom een belangrijk aspect bij identificatie.

De voornaamste schadepatronen bij gewapende kunststeen zijn:

- corrosievlekken,
- onregelmatige barsten, deze kunnen groot en diep zijn,
- afschilferen van het oppervlak waarbij de wapening zichtbaar wordt.

FIGUUR 55: schade aan gewapende kunststeen, Boom. Copyright en Foto: Yves Govaerts



FIGUUR 56: wapeningscorrosie door carbonatatie, Oostende. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen



De meest voorkomende is wapeningscorrosie door carbonatatie. Voornamelijk in een afwisselend nat en droog milieu reageert CO_2 uit de lucht met de hydroxiden in kunststeen. Hierdoor neemt de pH-waarde af en treedt verzuring op. Dit zure milieu in combinatie met regenwater zorgt ervoor dat de wapening begint te roesten.

Roestvorming zorgt voor een volumevermeerdering van het staal. Dit verhoogt de druk in het materiaal met de afdruk van materie tot gevolg en een zichtbare wapening. (Figuur 56) Hoe lager de dekking op de wapeningsstaven, hoe groter het risico. Ook de porositeit van de kunststeen speelt hierin een rol.

Simili-pierre heeft evenzeer enkele kenmerkende schadepatronen die bij natuursteen en kunststeen niet voorkomen.

Als je met de hand op het oppervlak klopt, kan je soms een klankverschil waarnemen. Op plekken waar de simili-pierre loskomt, klinkt dit hol.¹⁰⁹



FIGUUR 57: onregelmatige barsten over de voegen heen, Etterbeek. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen



FIGUUR 58: verweerde simili, achterliggende draagstructuur is zichtbaar, Etterbeek. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen

Bij een simili-pierre lopen de (onregelmatige) barsten door over de 'voegen' heen, zonder van richting te veranderen. Hieruit blijkt dat de gevelafwerking niet uit verschillende elementen is opgebouwd.¹¹⁰ (Figuur 57)

De aanwezigheid van (een netwerk van) haarscheurtjes kan eveneens een indicatie zijn van het gebruik van simili-pierre. Dit zijn onregelmatige oppervlakte krimp-scheuren. Ze ontstaan meestal door verhardings- en drogingskrimp bij plaatsing van een te vette mortel. Door de aanwezigheid van deze barsten is de mortel minder waterdicht.¹¹¹

Een duidelijk schadepatroon bij simili-pierre is het loskomen van de toplaag van de vochtige of vervuilde raaplaag, met blaasvorming of afschilfering tot gevolg. Dit schadepatroon ontstaat door insijpelend vocht tussen de verschillende pleisterlagen. Door vorst gaan deze lokale concentraties uitzetten.¹¹² De achterliggende dragende structuur (metselwerk) is daardoor soms zichtbaar. (Figuur 58)

4.4 DE AFWERKING VAN DE VOEGEN

Het patroon en de afwerking van de voegen kunnen verduidelijken of de gevel is opgebouwd uit monolithische elementen of met simili-pierre.

De voegkleur bij een simili-pierre contrasteert meestal met de kleur van de bepleistering. (Figuur 59) Metselvoegen bij kunst- en natuursteen hebben meestal een kleur analoog aan het metselwerk.¹¹³ (Figuur 60)



FIGUUR 59: gevels in simili-pierre, met contrasterende voegkleur. Etterbeek. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen



FIGUUR 60: gevels in natuursteen, met voegkleur die aansluit bij de natuursteen. Etterbeek. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen

Om het effect van een echte voeg te imiteren zijn de schijnvoegen bij een simili-pierre ingedrukt in de pleisterspecie en meestal aangestroken met cement of geschilderd. Door de tand des tijds zijn veel voeginvullingen gebarsten en ontstonden ontbrekende stukjes of losse verfschilfers.¹¹⁴ De onder liggende raaplaag is daarbij soms zichtbaar. (Figuur 61 en 62)

Het voegpatroon kan bij een simili-pierre 'fouten' bevatten, (Figuur 63) zoals:¹¹⁵

- De voegen zijn niet doorgetrokken, voornamelijk ter hoogte van moeilijk bereikbare plaatsen zoals de onderzijde van balkons.
- De voegen verspringen in de hoeken, vooral ter hoogte van de gevelopeningen.
- De voegen zijn vrij slordig aangebracht of vergeten ter hoogte van de onderzijde of de binnenhoeken van decoratieve elementen.
- Er zijn onjuistheden in het geïmiteerde metselverband of het voegpatroon loopt niet door.
- Er treden tekenfouten op, voornamelijk bij gebogen en organische vormen.



FIGUUR 61: verweerde witte imitatievoeg. Etterbeek. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen



FIGUUR 62: verweerde rode imitatievoeg. Hasselt. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen



FIGUUR 63: collage van fouten in het voegpatroon. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen

FIGUUR 64: voeg is niet doorgetrokken in de hoek.
Oostende. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen



Verder kunnen de schijnvoegen van de simili-pierre onregelmatig getrokken zijn. (Figuur 64)

- De aanzet van een nieuwe fase is zichtbaar, al dan niet met een plaatselijk ophoging van het voegmateriaal.¹¹⁶
- De voegholte op het einde van de voeg wordt smaller of loopt af tot op gelijk niveau van het pleisteroppervlak.¹¹⁷

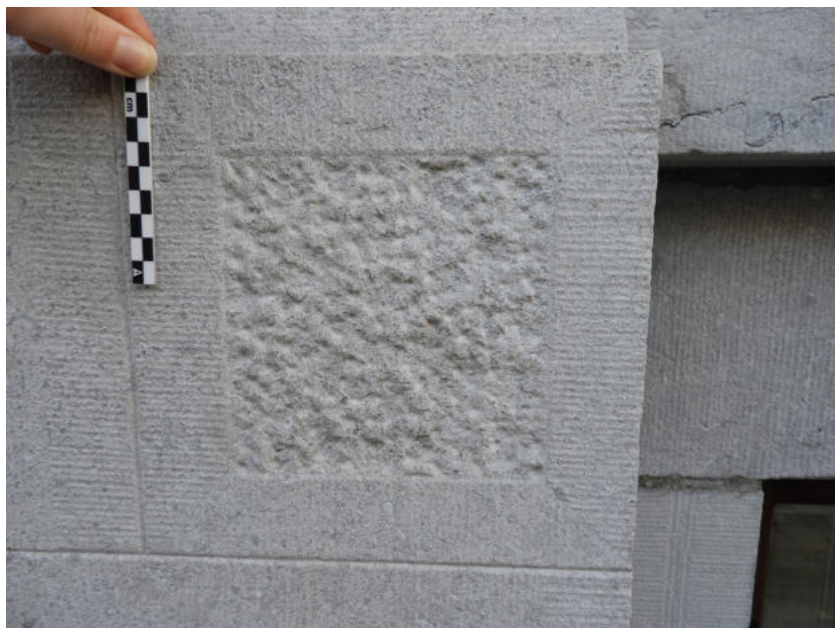
4.5 HET MATERIAALOPPERVLAK

De detaillering van het bewerkte materiaaloppervlak kan ook informatie vrijgeven over het gebruikte materiaal.

Kunststeen wordt gegoten in een mal. Als de bekapping niet na de ontkisting plaatsvindt - maar gecreëerd door een geprofileerde bekistingswand - is deze minder scherp afgelijnd dan bij natuursteen. Deze imitatie-bekapping is minder diep, korreliger en breder dan een manuele bekapping. Ook de bekistingsrand van de mal (5-8 millimeter) is nog zichtbaar. Deze ligt even diep als de imitatiegroef.¹¹⁸ (Figuur 65) Dit is andersom bij natuursteen. Bij natuursteen ligt de bekapping dieper dan de rand.(Figuur 66)

FIGUUR 65: kunststeen: zichtbare bekistingsrand van de mal, even diep als de imitatiegroef. Etterbeek.
Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen





FIGUUR 66: natuursteen: dieper liggende bekapping ten opzichte van de rand. Etterbeek. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen



FIGUUR 67: simili-pierre aangebracht over natuurstenen element. Etterbeek. Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen

Ter hoogte van de aansluitingen met raam- en deurlijsten, kan men een mogelijke toepassing met simili-pierre ontdekken. Simili-pierre wordt in verschillende lagen aangebracht. De dunne toplaag van twee à vijf millimeter kan ter hoogte van de raam-deurlijsten soms deels over de vast kaders uitgestreken zijn.¹¹⁹ Soms gebeurt dit ook bij de aansluiting met natuurstenen elementen. (Figuur 67)

Ook belettering op een gevel kan helpen bij identificatie. Is de vorm meer gebogen en organisch dan kan dat duiden op het gebruik van simili-pierre. Voornamelijk als dezelfde letters niet identiek zijn. (Figuur 68) Hoekig bekapte belettering komen meestal voor bij kunst- en natuursteen, maar ook bij simili-pierre.¹²⁰ (Figuur 69) Een voorbeeld van gevelbelettering is de naam van de ontwerper van de woning.

FIGUUR 68: belettering in simili-pierre. Etterbeek.
Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen



FIGUUR 69: belettering in natuursteen. Etterbeek.
Copyright Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen





appartementengebouw in simili-pierre en kunststeen. Oostende. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Kris Vandevorst.

HOOFDSTUK **5**

**ERFGOEDWAARDEN
EN
RESTAURATIEVISIE**

5 / ERFGOEDWAARDEN EN RESTAURATIEVISIE

5.1 WAT ZIJN DE ERFGOEDWAARDEN EN WAAROM BESCHERMEN WE?

De toepassingen van kunststeen en simili-pierre getuigen van belangrijke veranderingen in onze maatschappij. Hun ontwikkeling op het einde van de 19de eeuw en hun bloei in het begin van de 20ste eeuw, kadert in de toenemende industrialisatie van het bouwproces.

Door zorg te dragen voor deze materialen en technieken kunnen we hun betekenis en verhaal veilig stellen en overdragen aan de volgende generaties. Wanneer het erfgoed een beschermd statuut heeft, gelden er bijzondere voorschriften voor werken aan deze elementen.

Gezien het historisch belang van deze materialen en technieken dragen ze vaak in belangrijke mate bij tot de erfgoedwaarde van gebouwen, waaronder heel wat beschermde monumenten en stads- en dorpsgezichten.¹²¹

De meeste beschermingsbesluiten en -dossiers benoemen en duiden deze erfgoedwaarden. Je vindt deze informatie terug op onze website via het Geoportaal¹²² of via de Inventaris van het Onroerend Erfgoed.¹²³

5.1.1 ERFGOEDWAARDEN VAN SIMILI-PIERRE EN KUNSTSTEEN

Het gebruik van materialen, dus ook de toepassing van kunststeen en simili-pierre, heeft voornamelijk belang bij de technische waarde, maar het kan eveneens een motivatie vormen voor de architecturale-, artistieke-, en culturele waarden.¹²⁴

Technische waarde

Een onroerend goed heeft technische waarde als het de ontwikkeling van de (cultuur)techniek in het verleden illustreert. Het gaat om technische toepassingen als illustratie van zowel traditionele als innovatieve technieken en materialen.

Kunststeen en simili-pierre laten de evolutie zien van het gebruik van natuurlijke materialen naar kunstmatige materialen en van ter plaatse, op maat gemaakte materialen naar kant-en-klare in serie geproduceerde producten. (Figuur 70)

Dat vind je zeer duidelijk terug bij geprefabriceerde decoratieve elementen in kunststeen die uit catalogussen besteld konden worden. Dit was een nieuwe manier van werken die kaderde in de opkomst van geprefabriceerde en gestandaardiseerde elementen.

Kunststeen is een belangrijke schakel in de toepassing van zichtbeton, voornamelijk na de Tweede Wereldoorlog.

Vóór 1930 vinden we haast geen gevels die volledig afgewerkt zijn met simili-pierre.¹²⁵ Hierdoor hebben ze een hoge erfgoedwaarde. Ook de vroege toepassingen van de eerste kant-en-klare mortels zoals Terranova en Supra illustreren deze waarde.

Architecturale waarde

Een onroerend goed heeft architecturale waarde als het getuigt van een fase of aspect van de (landschaps)architectuur of de bouwkunst in het verleden. Het kan gaan om typologie, stijl, oeuvre of materiaalgebruik. Het gebruik van kunststeen of simili-pierre kan bijvoorbeeld een belangrijke rol spelen in de vormgeving van het architecturale concept. (Figuur 71)

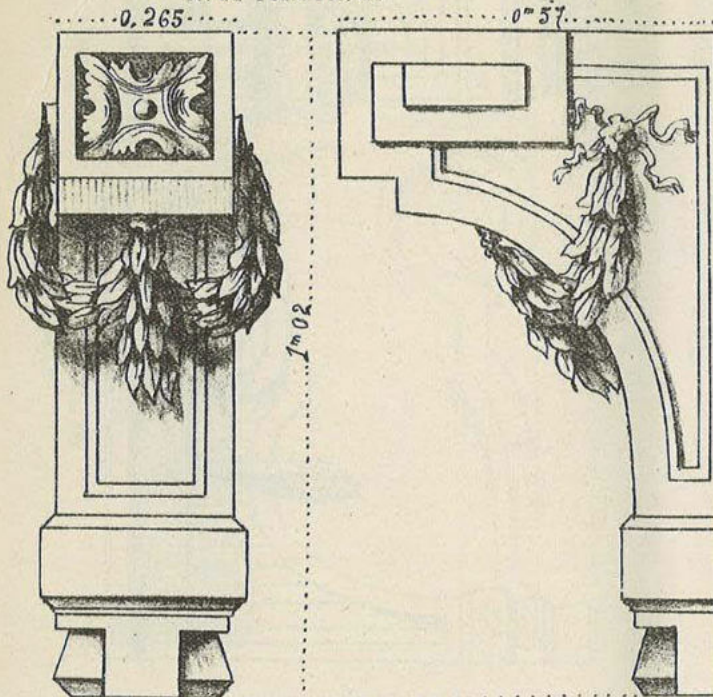
Artistieke waarde

Een onroerend goed heeft artistieke waarde als het getuigt van het kunstzinnige streven van de mens in het verleden. Een voorbeeld hiervan is een kunstig uitgewerkte deuroplijsting of ornamenten in kunststeen die door de architect specifiek voor het pand ontworpen werden. (Figuur 72)

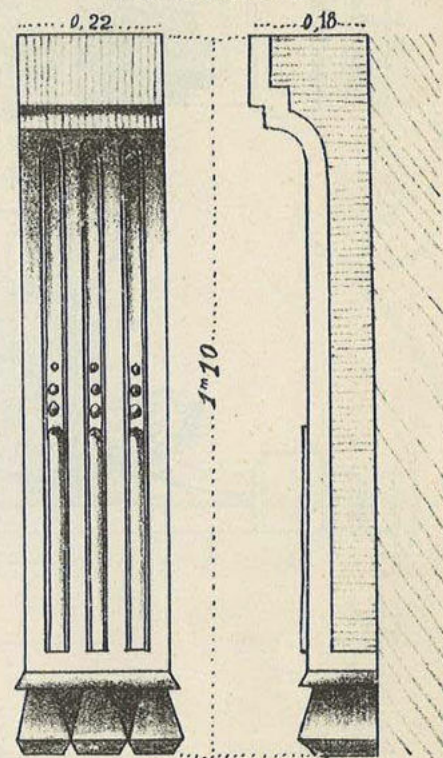
(Societe Anonyme.)
CIMENTS & BETONS
BRUXELLES
 Ancienne Firme: BLATON-AUBERT.

— 33 —

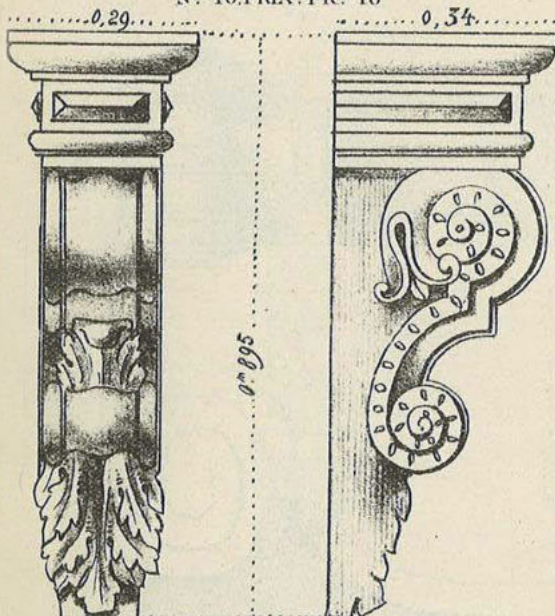
N° 38. PRIX: FR\$ 25



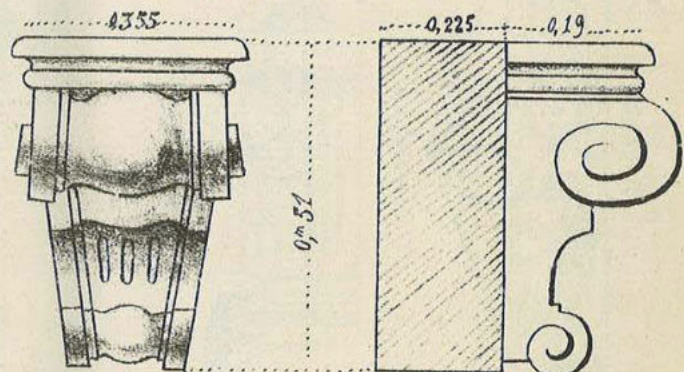
N° 39. PRIX: FR\$ 10



N° 40. PRIX: FR\$ 15



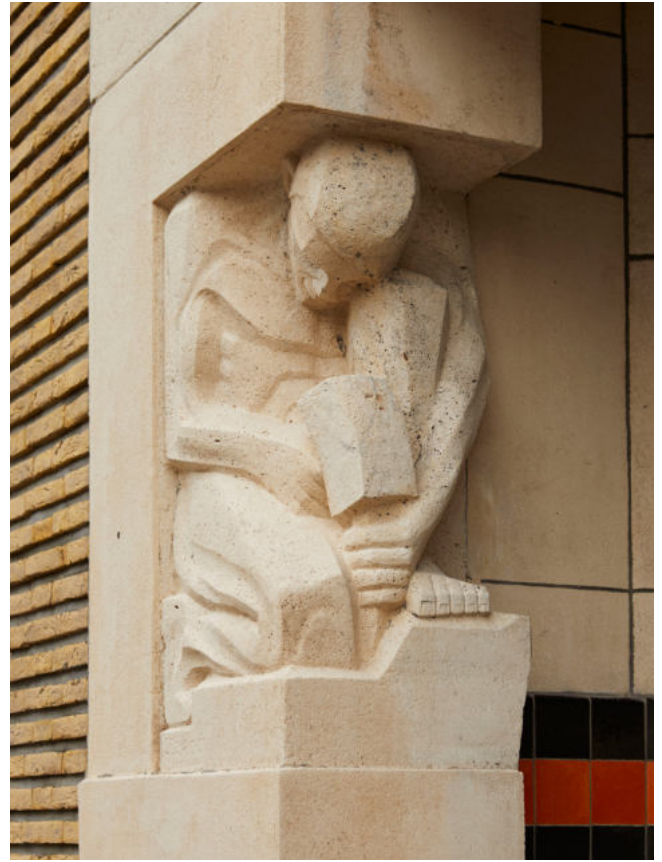
N° 41. PRIX: FR\$ 10



FIGUUR 70: catalogus met kant-en-klare ornamenten. Bron: zie figurenlijst / Copyright: het MOT, Grimbergen.



FIGUUR 71: art deco woning. Het gebruik van simili-(pierre) speelt een belangrijke rol in de vormgeving en detaillering. Gent. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen



FIGUUR 72: beeldhouwwerk in kunststeen of natuursteen. Oostende. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Kris Vandevorst.

Culturele waarde

Een onroerend goed heeft culturele waarde als het getuigt van tijd- en regiogebonden menselijk gedrag. We gebruiken deze waarde om grote tendensen en trends, maatschappelijke en sociale bewegingen en een gedeelde mentaliteit te vatten.

De goedkopere technieken zorgden ervoor dat minder begoede burgers zich gedetailleerde en kunstig uitgewerkte gevelementen konden veroorloven. Een gevel van een interbellumpand illustreert dat een bepaalde sociale klasse een hogere sociale klasse imiteert met gestandaardiseerde (en goedkopere) imitaties van natuursteen.

Bij de wederopbouw na de Eerste Wereldoorlog werden kunststeen en simili-pierre beschouwd als materiaal van hoop en progressie.¹²⁶ (Figuur 73)

Het spreekt voor zich dat het behoud van deze erfgoedwaarden, en van de erfgoedelementen waarin deze waarden zich materialiseren, een doelstelling van de bescherming is. De opmaak van een restauratievisie ondersteunt hun behoud tijdens de restauratie. De basisprincipes van deze visie en hoe je ze opmaakt, formuleren we hieronder.

5.2 DE RESTAURATIEVISIE

5.2.1 ALGEMENE UITGANGSPUNTEN

Het agentschap hanteert steeds de principes “behoud gaat voor vernieuwing” en “minimale interventie”. We wensen het erfgoed op een duurzame manier door te geven aan toekomstige generaties. Dit kadert in de richtlijnen van de internationale charters en conventies die het agentschap toepast.



FIGUUR 73: wederopbouwarchitectuur met gevelelementen in kunststeen en simili-pierre. Dendermonde. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Kris Vandevorst.

We streven ernaar om het waardevolle oorspronkelijke materiaal maximaal te behouden en te beschermen tegen verdere degradatie. Daarnaast dient de erfgoedwaarde van de gevel behouden te blijven.

Het doel van een restauratie is niet om een gebouw er weer mooi, of zelfs als nieuw, te laten uitzien. We adviseren niet om louter esthetische redenen. Verweringsvorm en kleur dragen immers ook bij tot de beleving van de geschiedenis van het monument.

Een voorbeeld hiervan is een simili-pierre aangetast door erosie. Met de tijd wordt de simili-pierre ruwer, omdat het bindmiddelaandeel in de mortel verdwijnt en de aggregaten en de mica's meer aan de oppervlakte komen. Oorzaken zijn de tijd en de weersomstandigheden, vaak in combinatie met andere factoren. Meestal is hier geen actie nodig. Enkel als de toplaag volledig verdwenen is, kan een reconstructie van deze laag nodig zijn om de muur te beschermen tegen waterindringing.¹²⁷

Als gewoon onderhoud de instandhouding van de kunststeen of de simili-pierre niet meer kan garanderen of als het gevelmateriaal sterk gedegradeerd of beschadigd is, moeten herstelmaatregelen worden overwogen. Hier komen ervaren restauratiedeskundigen en vaklui aan te pas.

Een goede restauratie vergt vakkennis en degelijk onderzoek. Grondig inzicht in de erfgoedwaarden, materiaaleigenschappen, toegepaste technieken, degradatieprocessen, schadebeelden en hun oorzaken, en kennis van een mogelijk remediëring zijn essentieel voor het opmaken van een weloverwogen visie.

Een restauratievisie opmaken, is een balans zoeken tussen verschillende belangrijke principes en tussen respect voor het originele en de invloed van de ingrepen.¹²⁸

Maar hier zijn geen strikte criteria voor. Men kan geen – of nauwelijks – standardeisen formuleren.¹²⁹ Het is dus steeds belangrijk om op voorhand duidelijk afspraken te maken en realistische verwachtingen te hebben.

5.2.2 DE RESTAURATIEPRINCIPES

De voornaamste restauratieprincipes zijn:

- maximaal behoud van het authentieke materiaal,
- technische compatibiliteit van de herstelling: mechanisch, fysisch en chemisch,
- behoud van techniek en vakmanschap,
- esthetische compatibiliteit.

Men moet bij elk project opnieuw onderzoeken hoe men deze principes, rekening houdend met de erfgoedwaarden en bewaringstoestand, kan toepassen. Dit gebeurt steeds in overleg met erfgoeddeskundigen en de betrokken overheidsdiensten.

Maximaal behoud van het authentieke materiaal.

In de eerste plaats trachten we om een gebouw en zijn materialen zoveel mogelijk te behouden. Dit is zeker belangrijk als de artistieke of technische waarde van het materiaal hoog is. We vervangen materialen enkel wanneer behoud niet mogelijk of wenselijk is.¹³⁰

Als aantastingen niet bouwtechnisch noch esthetisch schaden, vragen we om geen ingrepen te doen.

Om het oorspronkelijke materiaal maximaal te kunnen bewaren, hanteren we bij herstellingen het zelfopofferend principe. Dit wil zeggen dat toekomstige schade in de herstelling optreedt en niet in het originele materiaal. Hierin is de hechting van de herstelling belangrijk: deze mag niet loskomen, maar ook niet te sterk zijn. Als een herstelling toch afscheurt, dient dit te gebeuren in het contactvlak zonder het omliggende originele materiaal te beschadigen.

Technische compatibiliteit van de herstelling: mechanisch, fysisch en chemisch

Bij de keuze van de herstelmaterialen zoals mortels, wapening en lijmen is, naast het gedrag van deze materialen, de interactie met de omgeving van belang. Dit noemen we technische compatibiliteit, en die bestaat uit drie onderdelen:

- mechanische compatibiliteit zoals druk-en treksterke, vervormbaarheid en hechtsterkte,
- fysische compatibiliteit zoals krimp, benattings- en drogingsgedrag van mortelsamenstellingen,
- chemische compatibiliteit zoals het ontbreken van schadelijke bestanddelen.

Bij het bepalen van de restauratieopties dient men daarom de eigenschappen van de herstelproducten af te stemmen op het omringende en te behouden materiaal. Het onderzoek naar de originele materiaalsamenstellingen is dus essentieel. Voldoende kennis hierover leidt tot doordachte restauratiekeuzes.

Naast staalanalyse, eventueel met labo-onderzoek, kan historisch onderzoek hierover informatie verschaffen. Mogelijke bronnen zijn oude bestekteksten of bestelbonnen. Maar ook historische foto's of mondelinge bronnen kunnen belangrijke informatie aanleveren. Oude handboeken voor de vakman vermelden vaak informatie over samenstellingen en plaatsingstechnieken.¹³¹

Om het authentieke materiaal niet verder te beschadigen, dient men het principe van omkeerbaarheid en herbehandelbaarheid na te streven. Dit om latere behandelingen en onderzoeken niet te belemmeren.

Behoud technieken en vakmanschap

Behoud van erfgoedwaarden is meer dan enkel het behoud van de materialen. Het omvat ook het bewaren van de wijze waarop dit erfgoed tot stand kwam, met de gebruikte technieken en het ambacht.

Voorbeelden hiervan zijn het trekken van schijnvoegen en het gebruiken van historische mortelsamenstellingen. Het opnieuw aanbrengen van een simili-pierre of kunststeen op de 'oude' manier draagt dus bij tot het in stand houden van de erfgoedwaarden, en is belangrijk in de restauratiepraktijk. Het belang van de uitvoering door een ervaren vakman is dus niet te onderschatten.

Esthetische compatibiliteit

Nieuwe elementen of aanvullingen mogen geen afbreuk doen aan de erfgoedwaarde van het geheel dat meestal een harmonieuze en uniforme opbouw bevat. Als harmonie of uniformiteit belangrijk is, respecteer deze dan zoveel mogelijk.

Een voorbeeld hiervan is een uniforme, egale gevel. (Figuur 74) Bij een herstelling is de esthetische compatibiliteit bepalender voor behoud van de erfgoedwaarden versus een gevel in neo-Vlaamse renaissance met veel contrasterende materialen en vormen. (Figuur 75)



FIGUUR 74: appartementsgebouw in nieuwe zakelijkheid met art deco-elementen en uniforme egale simili. Oostende. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen.



FIGUUR 75: gevel in neo-Vlaamse stijl met contrasterende materialen. Cartouches in kunststeen, gevel in natuursteen en baksteen. Etterbeek. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen.

Niet enkel de kleur van de herstelling is daarbij belangrijk, ook de textuur en de samenstelling (zoals de aanwezigheid van natuursteengranulaten en glimmers) spelen een belangrijke rol in het uitzicht. Cruciaal zijn verder de oppervlakbehandeling, zoals frijnen, bekappen en schuren.

Wij hanteren het principe van esthetische compatibiliteit waarbij het onderscheid tussen oud en nieuw voor een professional duidelijk moet zijn, met het blote oog of met behulp van onderzoeksmethodes. Het voldoende documenteren van de ingrepen draagt hiertoe bij.

Je kan voor de aanvullingen volgende richtlijnen hanteren:¹³²

- Ze mogen visueel niet als storend ervaren worden. Ze mogen zichtbaar zijn, maar verstoren de leesbaarheid en appreciatie van het geheel niet.
- Ze mogen binnen een meter afstand te onderscheiden zijn, maar verder mogen ze niet meer opvallen. (Figuur 84)

Het is zeer moeilijk om verschillen tussen het originele materiaal en de nieuwe herstellingen te vermijden. We willen voorkomen dat de herstellingen zich, door het mogelijk verschil in veroudering, als 'vlekken' in de gevel manifesteren. Dit kan immers nog storender zijn dan de oorspronkelijke beschadigingen.

Indien de schade aan een geïmiteerde natuursteen blok groot is, kan men bijvoorbeeld afwegen om het volledig geïmiteerde natuursteenblok te herstellen. Dit binnen het gesimuleerde voegpatroon van het vlak metselwerk. De grootte van de ingreep moet daarbij wel in verhouding staan met de grootte van de te herstellen schade.

5.3 AAN DE SLAG: HOE BOUW JE DE RESTAURATIEVISIE VAN JE PROJECT OP?

Hierna volgen een opsomming van de belangrijkste stappen en enkele tips voor het ontwikkelen van een restauratievisie. Een duidelijk beeld van de materiaal- en de bouwtechnische toestand ligt aan de basis van de gekozen restauratieopties, samen met de kennis van de erfgoedwaarden en de restauratiestrategie. Dit is daarom vaak een opgave voor specialisten in de monumentenzorg.

De opmaak zal dus procesmatig gebeuren. Goede afspraken met de actoren en voldoende overleg op strategische momenten om de tussentijdse resultaten te bespreken zijn dus belangrijk.

Voor de opmaak van de restauratievisie onderscheiden we volgende stappen:

- op voorhand: enkele aandachtspunten,
- bouwhistorisch vooronderzoek,
- materiaal – en bouwtechnische vooronderzoek.

Ze worden apart besproken, maar hun (tussentijdse) resultaten kunnen elkaar beïnvloeden. Ze zijn geen losstaande onderdelen.

5.3.1 OP VOORHAND: ENKELE AANDACHTSPUNTEN

Er zijn enkele aandachtspunten die de eigenaar of beheerder helpen bij een goede opstart van een dossier.

Tip 1: Breng de randvoorwaarden in kaart

Is het pand beschermd als monument? Zijn de werken vergunningsplichtig? Daarnaast hebben het budget, de timing en omvang van de werken een invloed in de keuze van materialen en technieken. Het helpt om dit op voorhand in kaart te brengen.

Betreft het enkel werken aan de gevel zonder het buitenschijnwerk of gaat het om een totaalrestauratie? Gebeuren er nog andere werken in de toekomst en dienen deze op elkaar afgestemd te worden?

Komen er erfgoedprofessionals aan te pas? Is de expertise van een restauratiearchitect nodig? Of kan een ervaren vakman de juiste visie opmaken?

Tip 2: Afspraken maken met de bevoegde erfgoedinstantie

Bij werken aan een beschermd monument raden we aan om vooraf contact op te nemen met:

- de erfgoedconsulent bouwkundig erfgoed van de regio,
- de erkende onroerenderfgoedgemeente die toelatingen geeft voor niet-vergunningsplichtige werken.

Hij of zij begeleidt het proces, toont de weg in de verschillende administratieve procedures, informeert over mogelijke financiële tegemoetkomingen voor de onderzoeken of restauratiewerken, en begeleidt de opmaak van de restauratievisie. Zie ook onze website: <https://www.onroerenderfgoed.be/>.

Tip 3: Ervaring en kennis helpen

De opmaak van de restauratievisie gebeurt tijdens de ontwerpfase, in overleg met alle betrokken partijen. Het advies van een ervaren restauratiearchitect, vakman en erfgoedprofessional (zoals Monumentenwacht, erfgoedconsulent, bouwhistoricus ...) werkt hierin ondersteunend. Betrek hen daarom tijdig.

Erfgoedeigenaars die analoge werken hebben uitgevoerd kunnen ook enkele aandachtspunten of tips meegeven.

5.3.2 BOUWHISTORISCH VOORONDERZOEK

Het behoud van de erfgoedwaarden staat bij een restauratie steeds voorop. Om een goede restauratievisie op te kunnen maken, moet men daarom eerst zicht hebben op de erfgoedwaarde en de betekenis van de gebruikte kunststeen en simili-pierre. Dit is niet altijd eenvoudig en vraagt vaak expertise.¹³³

Om de toegepaste materialen en technieken te kunnen waarderen en te verbinden met de historie en de waarden van het monument is kennis van architectuurgeschiedenis, historisch materiaalgebruik en productieprocessen onontbeerlijk. Verder is het vermogen om een gebouw en zijn constructieve onderdelen te kunnen lezen cruciaal. De handleiding voor bouwhistorisch onderzoek: 'Gebouwde Histories'¹³⁴ geeft hiervoor richtlijnen, een bouwhistoricus kan hierbij begeleiden.

We hebben toegelicht waar men de omschrijving van de erfgoedwaarden van het monument terug kan vinden, wat hun betekenis is en hoe deze zich vertalen naar materiele erfgoedelementen. De erfgoedconsulent of erfgoeddeskundige kan nagaan of deze beschrijving voldoende is en/of er aanvullende gegevens nodig zijn.

Als de beschrijvingen in het beschermingsbesluit en de inventaris van het bouwkundig erfgoed niet voldoende zijn, kan deze informatie verder uitgediept worden aan de hand van archivalisch, iconografisch, cartografisch en literatuuronderzoek. Zoals oude foto's, postkaarten, plannen en bestekbeschrijvingen.

Daarnaast is de analyse van de gevel met zijn materialen-zoals-het-nu-is door een visueel onderzoek in situ belangrijk. Inventariseer hierbij zowel de materialen en de constructietechnieken, de historische bouwonderdelen, de afwerkingslagen als de onderlinge relatie van de verschillende (erfgoed)elementen.

Maak aan de hand van deze gegevens een waardeoordeel op van de gevel en zijn materialen. Hierin zijn bijvoorbeeld de historische vervangingen of toevoegingen aangeduid. Er volgt een uitspraak over wat behouden moet blijven en wat verwijderd/aangepast mag worden en op welke wijze. Zo ondersteunen de resultaten het maken van gerichte restauratiekeuzes.

Deze documenten vormen dan de overgang naar de materiaal- en bouwtechnische analyse.

5.3.3 MATERIAAL- EN BOUWTECHNISCH VOORONDERZOEK

Het is belangrijk om naast de erfgoedwaarde, de materiaaltechnische eigenschappen en de bewaringstoestand van de kunststeen en simili-pierre te kennen. Wat is de samenstelling? Hoe is de opbouw? Wat is de ondergrond? Is er een oppervlaktebehandeling? Hoe gaaf bleven ze bewaard? Welke schadebeelden zijn er en wat zijn de schadeoorzaken? Zijn ze nog herstelbaar? Is er een (achterliggend) stabiliteitsprobleem?

Een gedetailleerde opmeting en fotografische opname kunnen hierbij helpen. Daarnaast zal een materiaal- en bouwtechnische analyse de materiaaleigenschappen, bewaringstoestand, schadefenomenen en herstelbaarheid in kaart brengen. Ze kan inzicht bieden in de constructieve logica en de materiaaltechnische en bouw fysische toestand.¹³⁵

Er wordt hiervoor meestal geopteerd voor een visuele controle van de gevels, door een restauratiearchitect of uitvoerder. Dit is makkelijk en goedkoop, maar ook subjectief en vaak onvoldoende. De hypothesen gevormd gedurende de visuele controle worden daarom best geverifieerd door metingen en onderzoeken.¹³⁶

Hierbinnen zijn de onderzoeken voor een correcte vocht- en zoutdiagnose belangrijk, evenals het onderzoek naar de oorzaak van de schade bij gewapende kunststeen.

Bij simili-pierre is het detecteren van holtes en loskomende stukken door het bekloppen van het oppervlak een interessante techniek. Een holle klank kan wijzen op mogelijke adhesieproblemen door holtes. Let op: als er geen barsten of uitstulpingen aanwezig zijn dicht bij de hol-klinkende zones is er niet meteen een probleem.¹³⁷

Labo-analyses kunnen niet-bekende materiaalsamenstellingen en -eigenschappen determineren, zoals waterdampdoorlaatbaarheid, vervormingscapaciteit en porositeit én zo de eigenschappen uitzetten voor een compatibele herstelmortels.

Deze onderzoeken en analyses geven meestal snel resultaat, maar de interpretatie is niet altijd even makkelijk, zeker niet bij onvoldoende ervaring met de fysische en mechanische eigenschappen van mortels en pleisters.¹³⁸

Soms is destructief onderzoek nodig, zoals het nemen van stalen. Neem bij voorkeur loszittende delen, best op minder zichtbare plaatsen of op locaties waar al schade is.

Erkende labo's zoals het KIK-IRPA en het WTCB voeren laboanalyses uit en ondersteunen bij het interpreteren van de resultaten.

Gedetailleerde gevelplannen vatten de resultaten van deze onderzoeken samen. Kleurcodes visualiseren hierin de verschillende schadepatronen. Zo verkrijgt men een overzicht van de hoeveelheid en soort herstellingen.

5.4 DE RESTAURATIEVISIE OPMAKEN

De randvoorwaarden en de resultaten van het bouwhistorisch en bouwtechnisch vooronderzoek liggen aan de basis van de restauratievisie. Deze visie omvat het doel en de keuzes van de restauratie, bijvoorbeeld over de te consolideren en herstellen delen en welke delen te vernieuwen.

Deze visie wordt vertaald in materiaalbeschrijvingen, tekeningen, uitvoeringsplannen en –details. Daarna volgt de uitvoering in de praktijk. Daarbij is het belangrijk dat de uitvoering gebaseerd is op de aandachtspunten uit deze handleiding.



koloniale Hogeschool, met Terranova gevelafwerking. Antwerpen. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Kris Vandevorst.

HOOFDSTUK **6**
**RESTAURATIE-
TECHNIEKEN**

6 / RESTAURATIETECHNIEKEN

Geen enkel bouw materiaal is eeuwigdurend, ook simili-pierre en kunststeen verweren. De oorzaken hiervan zijn divers zoals biologisch, fysisch en chemisch. Bijvoorbeeld:

- De inwerking van zure regen en zouten.
- Krimpscheuren die ontstaan door de droging van de simili-pierre.
- Via hiaten zoals holtes en scheuren kan regenwater naar binnen dringen dat door inwerking van vorst bijkomende schade aanricht zoals verpoedering, afschilfering of barsten.
- Deze hiaten zijn ideaal voor planten. Hun wortelgroei kan op termijn aanleiding geven tot vallende brokstukken.
- Mechanische schade en vandalisme.
- Het roesten van de ijzeren wapeningsstaven door inwerking van water en vorst. Door de corrosie zet de wapening uit waardoor deze de omringende mortel kapot drukt.

Naast deze verschillende schadefenomenen noodzaakt de grote variatie in materiaalsamenstellingen en toepassingswijzen een waaier aan herstel mogelijkheden.

Omdat elke restauratie zijn specifieke randvoorwaarden heeft, is de enige goede methode een individuele aanpak op maat. Wil je de restauratiekeuzes in de goede richting sturen, dan is het belangrijk om de restauratievisie en het aangereikte stappenplan uit hoofdstuk 5 te volgen.

De voorgestelde richtlijnen in dit hoofdstuk kan je opvatten als een raamwerk voor professionals op het veld. Immers, de achtergrond, ervaring en kennis van de architect en de uitvoerder én het beschikbare budget zijn parameters, en hebben een invloed op kwaliteit van de restauratie.¹³⁹

Om een zo duurzaam mogelijke restauratie te verkrijgen, moet de oplossing aangepast zijn aan de oorzaak van de schade en voldoen aan de eisen van materiaaltechnische- en esthetische compatibiliteit.¹⁴⁰

Het is zeer moeilijk om dit te verkrijgen. Hou er rekening mee dat herstellingen soms zichtbaar zijn, ook al heeft een restauratie tot doel om de originele kleur en textuur zoveel mogelijk te benaderen. Herstellingen zullen doorgaans anders verouderen dan het oorspronkelijke materiaal. Dat komt door:¹⁴¹

- Het uitspoelen van het pigment.
- Cement- en kalkgebonden mortels kunnen in de loop van de tijd wat verbleken door de kalkuitbloei.
- Verschil in textuur waardoor de herstelling sneller of trager vervuilt.
- Verschil in watertransport (meer bepaald waterabsorptie en droging).

Zelfs als je in het begin een perfecte herstelling hebt uitgevoerd, dan kan het nog zo zijn dat deze herstelling er na enkele jaren anders uitziet.¹⁴²

Het is belangrijk om elke ingreep goed te documenteren aan de hand van plannen, foto's en technische informatie. Je kan deze gegevens verzamelen in een as-built dossier of restauratieverslag.

6.1 EERST DE SCHADEBRONNEN WEGNEMEN

Voordat je het herstel van kunststeen of simili-pierre uitvoert, dien je eerst de voornaamste schadeoorzaken te achterhalen en weg te nemen, zoals het herstellen van een lekkende regenwaterafvoer of een behandeling uitvoeren tegen opstijgend vocht.

Kies daarbij methoden die respect hebben voor het originele materiaal. Bij de behandeling tegen opstijgend vocht primeert bijvoorbeeld een injectie aan de binnenzijde ten opzichte van het inslijpen van een vochtwerende slab.¹⁴³ Zo blijft de buitengevel maximaal behouden en zijn er geen herstelwerkzaamheden nodig.

6.2 CONSOLIDEREN VAN HET ORIGINELE MATERIAAL

Omdat we streven naar maximaal behoud van het originele materiaal is consolideren de eerste stap in het restauratieproces.

Vaak kunnen simili-pierre en kunststeen met visuele schade, zoals loskomende lagen en barsten, nog hersteld worden.

6.2.1 VERBETEREN VAN DE HECHTING VAN DE SIMILI-PIERRE

Een frequent voorkomend schadebeeld is het loskomen van lagen in de simili-pierre. Mogelijke oorzaken hiervan zijn:¹⁴⁴

- Onvoldoende initiële hechting tussen de verschillende lagen.
- Waterinfiltratie (eventueel via barsten) accumuleert tussen de lagen, door de vorst zet het water uit en drukt het materiaal weg.
- Achterliggende zoutkristallisatie die de lagen wegdrukt.

Door het bekloppen van de simili-pierre kan je achterliggende holtes in kaart brengen. Daarbij dient niet elke hol klinkende beklopping behandeld te worden. Het betekent immers niet altijd dat de pleister loskomt, zeker als er in de directe omgeving geen barsten zijn.¹⁴⁵

De simililagen met beperkte hechting kunnen geconsolideerd worden. Daartoe worden kleine gaten loodrecht op de onderste hoeken van de holte geboord, liefst in de imitatievoegen. Zo komt de vochtophoping in de holte vrij en kan men, door zacht blazen, het stof verwijderen.¹⁴⁶

De boorgaten en holtes worden vervolgens gespoeld met een oplossing van water en ethanol of aceton. Dit kan met behulp van een injectie met een naald. Deze oplossing is effectief bij het bevochtigen van de holtes en kan helpen om andere scheuren te vinden die verbonden zijn met de centrale holte.¹⁴⁷

Een injectiespuit met een grote naalddiameter injecteert het hechtmiddel langzaam, wat een nauwe monitoring mogelijk maakt van de andere geveldelen; zo kan men het wegvloeien van de substantie (op andere plaatsen) opvolgen. Tijdens de uitvoering kan de losgekomen simili zachtjes terug op zijn plaats geduwd worden.¹⁴⁸

Het hechtmiddel kan bestaan uit specifiek daarvoor op de markt gebrachte producten of, voor kleine holtes tot twee millimeter, uit pure hydraulische kalk. Bij grotere holtes moeten fijne aggregaten (zoals fijn zand en verpoederde natuursteen) als vulmiddel toegevoegd worden. De toepassing van moderne polymeren, zoals epoxy en polyester als vulling past niet in de huidige restauratiefilosofie.¹⁴⁹

Het consolideren van de toplaag heeft geen zin als de grondlaag schade vertoont en onvoldoende binding heeft met de drager, of als er schade is aan de grondlaag en de oppervlakteruwheid onvoldoende is voor hechting van de toplaag.

6.2.2 HERSTELLEN VAN HAARSCHUREN EN KLEINE NIET ACTIEVE BARSTEN

Niet elke barst dient onder handen genomen te worden. Haarscheuren ontstaan bijvoorbeeld meestal door droging van de mortel. Zij dienen niet behandeld te worden omdat ze getuigen zijn van de tand des tijds en hun technisch herstel bovendien complex is.¹⁵⁰

Kleinere barsten ontstaan meestal door zetting, onvoldoende hechting van de verschillende lagen of, door het verschil in fysisch gedrag rondom niet compatibele oude herstellingen.¹⁵¹

Deze barsten zijn meestal niet schadelijk. Enkel als waterinfiltratie via deze weg achterliggende metalen delen corrodeert, vorstschade doet ontstaan of verontreiniging veroorzaakt, is ingrijpen nodig. Met een (fijne) naald injecteert men dan een compatibele grout in de barst totdat deze gevuld is.¹⁵²

Barsten met een breedte gelijk aan of kleiner dan 0,5 millimeter vallen te fixeren met een injectie op basis van de herstelmortel. De samenstelling kan licht afwijken om injecteerbaar te zijn, bijvoorbeeld door het toevoegen van meer fijn zand in plaats van grove granulaten of het toevoegen van extra pigmenten.¹⁵³

6.2.3 LOKAAL HERSTEL VAN VERWEERDE IMITATIEVOEGEN

Door verdwenen voegen kan de vochttoetreding in de gevels toenemen. Het is daarom aangewezen om deze lokaal te herstellen. Er zijn verschillende oorzaken voor het loskomen van de imitatievoegen:

- Onvoldoende voegdiepte.
- De weersinvloeden.
- De combinatie van voegen op cementbasis en een waterabsorberende simili. Indringend water achter de voeg verhoogt in dit geval het risico op vorstschade.

Men herstelt de verdwenen voegen door eerst het eventuele vuil te verwijderen en daarna de voeg terug op te vullen met een compatibele mortel. Een behandeling met colourwash is een optie (zie verder), maar is minder duurzaam.¹⁵⁴

6.2.4 VERLIJMEN VAN LOSGEKOMEN KUNSTSTEEN

Losse waardevolle delen die moeilijk zijn om na te bootsen kan je terug herbevestigen. De stukken dienen in goede staat te zijn. De ingreep is snel en eenvoudig als de elementen nog deels bevestigd zijn. We adviseren om twee soorten compatibele verlijming te gebruiken. Indien de ene faalt, al dan niet op termijn, biedt de tweede nog veiligheid. Eventueel kan een bijkomende verankering met rvs-doken nodig zijn.¹⁵⁵ (zie verder)

Let erop dat de lijm geen vochtbarrière vormt in het materiaal, waardoor er bijkomende schade kan optreden. Deze techniek wordt daarom bij voorkeur enkel toegepast op geveldelen met heel weinig risico op vochtindringing, bijvoorbeeld onder een luifel, of waar het vocht via de binnenzijde kan drogen.

6.3 REINIGING

6.3.1 MOGELIJKE VORMEN VAN VERVUILING

Er doen zich verschillende soorten gevelverontreiniging voor. De meest voorkomende wordt veroorzaakt door luchtverontreiniging afkomstig van verbrandingsresten gerelateerd aan autoverkeer. Andere soorten vervuiling zijn biologische contaminatie zoals microalgen en mossen, vlekken afkomstig van metaalcorrosie, graffiti ...¹⁵⁶

Je kan de soorten vervuiling indelen in twee groepen met elk hun eigen schadepatroon en randvoorwaarden voor een goede reiniging:¹⁵⁷

- Vuil dat neerslaat op het oppervlak.
- Vuil dat in het materiaal dringt.

Luchtverontreiniging slaat ongelijkmatig neer op een gevel. De 'schone' zones zijn die die regenwater regelmatig afspoelen. Ze steken af bij de 'vuile' zones die ontstaan onder de uitspringende delen zoals balkons, vensterbanken, daklijsten ...¹⁵⁸ (Figuur 85)

Naast vervuiling zijn veel gevels in de loop der tijd overschilderd, met verschillende soorten verven. (Figuur 76) Om dergelijke gevels te reinigen, dient men eerst de niet-waardevolle afwerkingslagen te verwijderen zonder de onderliggende waardevolle laag te beschadigen. Dit kan met behulp van het gebruik van specifieke scheikundige producten of door een meer agressieve reiniging.¹⁵⁹



FIGUUR 76: overschilderde simili-pierre. Hasselt. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen.

6.3.2 RANDVOORWAARDEN VOOR REINIGING SIMILI-PIERRE EN KUNSTSTEEN

Enige terughoudendheid bij het reinigen is nodig. De patinalaag is een getuige van het verleden en draagt bij tot de erfgoedwaarde. Ze moet daarom gerespecteerd blijven.¹⁶⁰ We reinigen geen gevel om deze louter terug proper te maken. (Figuur 77)



FIGUUR 77: restanten van zwarte korsten na reiniging. Izegem. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen.

Storende of ongelijkmatige vervuiling die schade toebrengt aan de materialen en de leesbaarheid van de gevel verlaagt, moet wél verwijderd worden.¹⁶¹ Ook bij noodzakelijke herstellingen is het belangrijk om de gevel eerst te reinigen. Dit om de juiste kleur van de herstelling te bepalen en om een goed zicht op het schadebeeld te verkrijgen.

Het reinigen van een gevel leidt altijd tot materiaalverlies. Het kiezen van een reinigingstechniek is dus het zoeken naar een evenwicht tussen minimale verwijdering van het oorspronkelijke materiaal enerzijds en meest effectieve reiniging anderzijds.¹⁶²

Daarnaast heeft een reiniging invloed op de kleur en de textuur van de simili. Het kan de pigmenten uitlogen en de ruwheid van het oppervlak laten toenemen.

Er is geen ideale strategie voor gevelreiniging. De verschillen in de soorten vervuiling en materiaalsamenstellingen, de detaillering van de gevel en mogelijke decoratieve elementen vragen elk om hun 'ideale' techniek.

Het is economisch en praktisch niet haalbaar om dit te realiseren binnen één project. Als compromis opteert men daarom meestal voor een combinatie van twee technieken, één voor de behandeling van oppervlakkig vervuiling en één voor de meer diepgaande vervuiling.

De vaardigheid van de uitvoerder speelt een grote rol in het uiteindelijke resultaat en de gelijkmatige behandeling van het oppervlak. Bepalende factoren hierin zijn: de afstand van de spuitmonden tot het te behandelen oppervlak, het regelen van de constante druk, het reinigen met gelijke snelheden en het vermijden van cirkelvormige en dubbele bewegingen. Dit vooral bij hoeken, kanten en de randen van een reinigingszone.¹⁶³

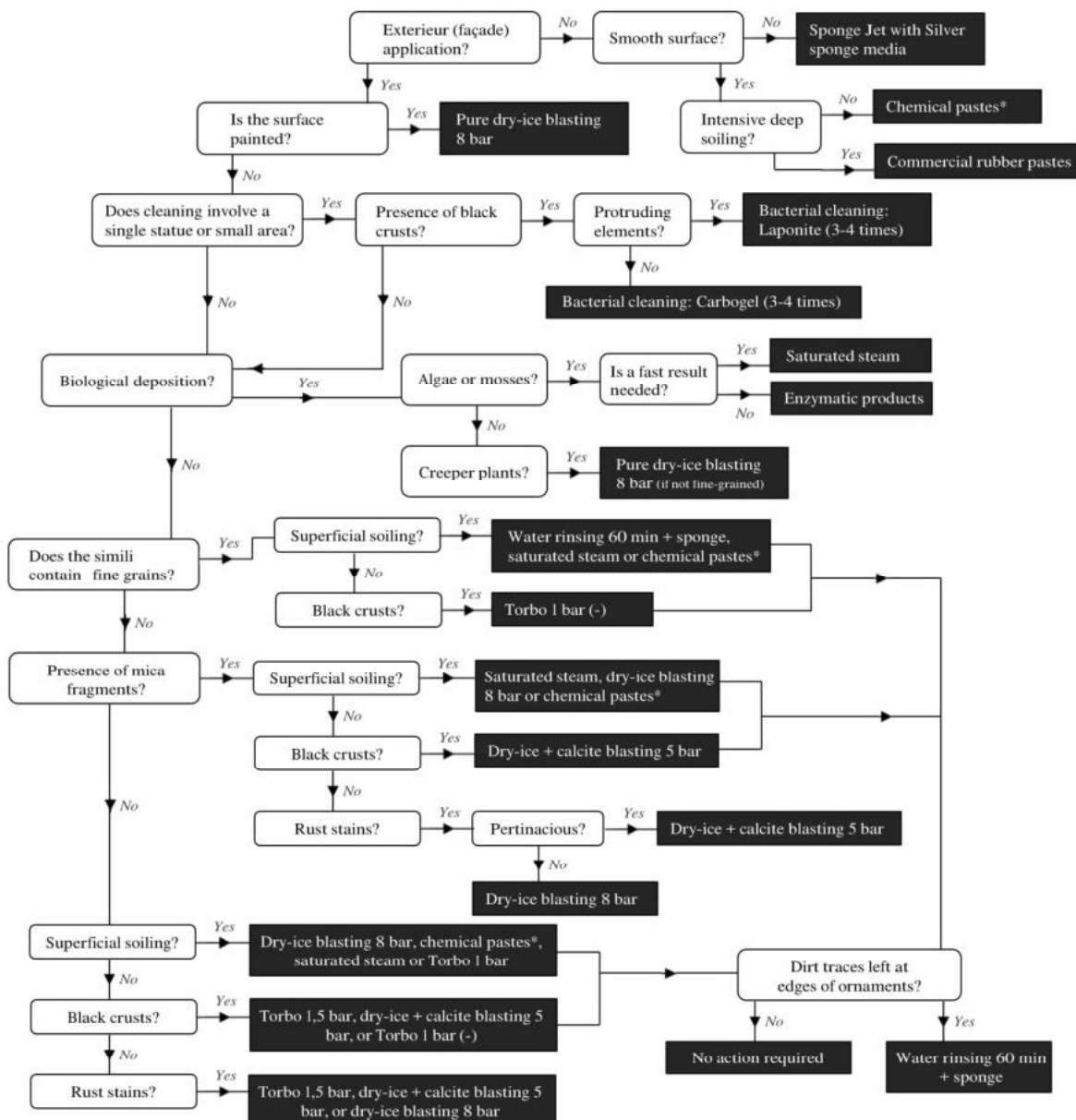
6.3.3 ALGEMEEN OVERZICHT VAN GANGBARE REINIGINGSTECHNIEKEN

De publicaties 'Gids voor restauratie metselwerk, gevelreiniging'¹⁶⁴ en 'Opleiding restauratievakman moderne bouwchemie, module gevelreiniging'¹⁶⁵ geven een duidelijk overzicht van de meest voorkomende reinigingstechnieken met hun uitvoeringsparameters en voor-en-nadelen. De gidsen verduidelijken de volgorde van de werken, mogelijke combinaties en de nodige maatregelen om een gevelreiniging goed uit te voeren.

De keuze van de reinigingstechnieken wordt bepaald door de aard en toestand van het gevelmateriaal enerzijds en de aard en ernst van de vervuiling anderzijds. Deze publicaties vervangen geenszins vakmanschap en expertise. Voor monumenten en waardevolle gebouwen zal de keuze van de technieken strikter gebeuren en bij voorkeur beperkt worden tot niet of zeer weinig schurende methoden, zoals bijvoorbeeld het reinigen met verzadigde stoom of het lagedrukstralen met fijne granulaten.¹⁶⁶

In de publicatie 'Gids voor restauratie metselwerk, gevelreiniging' is een overzichtstabel opgenomen die aangeeft welke methode meer of minder geschikt is naargelang het materiaal. Simili-pierre en kunststeen zijn hierin niet opgenomen. De tabel is daarom enkel een hulpmiddel bij een eerste selectie en geldt niet als norm of voorschrift. De publicatie vervangt noch het vakmanschap, noch de expertise.

Daarnaast is in de doctoraatsverhandeling een beslissingsboom opgenomen om de keuze te sturen van de te testen reinigingstechnieken bij simili-pierre.¹⁶⁷ (Figuur 78) De beslissingsboom biedt een houvast en is een goede basis en brengt zowel de soort vervuiling als de oppervlakte-eigenschappen van de simili in rekening. Een toetsing van deze voorstellen aan de werkelijkheid (met kennis van zaken en expertise) blijft evenwel nodig.



FIGUUR 78: beslissingsstroomschema voor het selecteren van geschikte reinigingsmethoden op vervuilde simili. Bron: zie figurenlijst / Copyright: Yves Govaerts.

6.3.4 PROEFREINIGINGEN SIMILI-PIERRE EN KUNSTSTEEN

Voorzie na selectie van een beperkt aantal bruikbare technieken steeds een proefreiniging. Laat daarbij voldoende testen uitvoeren in een representatieve afgebakende zone, die liefst niet al te veel in het oog springt. De proefvlakken moeten voldoende droog zijn voor een correcte beoordeling. (Figuur 79)



FIGUUR 79: proefvlakken gevelreiniging. Oostende.
Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen.

Naast de keuze van de reinigingstechniek spelen uitvoeringsparameters zoals druk, straalmedium en korrelgrootte(verdeling) een rol in het effect van de reiniging en de daaruit volgende oppervlaktestaat. De parameters dienen correct gekalibreerd, met de juiste aanpassing voor de verschillende verdiepingshoogten.¹⁶⁸

Het proefvlak van de gewenste en overeengekomen reiniging dient onaangeroerd te blijven tijdens de rest van de reiniging, zodat ze als referentie kan dienen.

6.3.5 REINIGEN SIMILI-PIERRE EN KUNSTSTEEN

Het reinigen van gevels met simili-pierre en kunststeen doe je best in volgende stappen.

- Stap 1: verwijderen biologische aantasting
- Stap 2: losweken van dieper liggend vuil
- Stap 3: algemene verwijderen van het oppervlakkige vuil
- Stap 4: eventueel lokaal na-behandelen

Indien er biologische aantasting is zoals algen en mossen, verwijder je ze best op voorhand. Dit kan met behulp van een biocide. Deze doodt de aantasting, waarna je de restanten meestal met een zachte borstel kan verwijderen.

Omdat simili's en kunststeen poreuze materialen zijn, is het belangrijk om eerst het dieperliggende vuil, zoals zwarte korsten, los te weken en naar de voorgrond 'te halen'. Hiervoor bestaan verschillende technieken, zoals een herhalende behandeling met water en spons of het gebruik van cellulose kompressen (al dan niet met een verdikkingsmiddel), en ammoniumbicarbonaat of reinigingspasta's.

Als men deze behandeling eerst uitvoert, kan een 'algemene' reiniging met zachte technieken het gewenste resultaat geven. Hierdoor zal er mindere schade aan het oppervlak optreden en kunnen de restanten van het pigment en het patina deels behouden blijven.

Een zachte reiniging zal de gevel weer uniformer maken, omdat de kleurverschillen ontstaan door de vervuiling vervagen. Wateraflopen en zoutuitbloeiingen kan je meestal reinigen met zachte technieken.¹⁶⁹

FIGUUR 80: proefvlak stoomreiniging. Oostende.
 Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen.



Voorbeelden van zachte reiniging zijn het reinigen met verzadigde stoom, het afvloeien met water of lagedrukstralen met fijne granulaten. Bij correcte toepassing zal er minimale aantasting plaatsvinden.¹⁷⁰ (Figuur 80)

Nissen, randen en binnenhoeken kunnen na deze behandeling nog sporen van vervuiling bevatten, zoals zwarte korsten, doordat de vuildeeltjes diep tot in de materie gedrongen zijn. Deze resterende zones kan je bijkomend manueel nabehandelen, bijvoorbeeld met water en spons.¹⁷¹

Het is niet toegestaan om op deze plaatsen de algemene reiniging aan te passen door kortere afstand van de spuitmonden en/of verhoging van de druk. Dit leidt immers tot niet herstelbaar materiaalverlies en het risico op een inhomogeen reinigingsresultaat. Als de vuilresten geen afbreuk doen aan de leesbaarheid van de gevel, kunnen ze behouden blijven als getuigen en deel uitmaken van het patina.¹⁷²

Als er enkel lokale vervuiling optreedt, dien je deze enkel lokaal aan te pakken.¹⁷³ Roet en koperaflopen kan je voorzichtig verwijderen met een verdunde oplossing van orthofosforzuur of ammoniak.¹⁷⁴

Graffiti zijn moeilijk te verwijderen. Een gevelreiniging met lasertechniek kan goede resultaten geven. Als de inkt enkel oppervlakkig zit, worden zachte schurende reinigingstechnieken aangewend. Diepe vlekken kan je aanpakken met producten op basis van oplosmiddelen.¹⁷⁵

Restanten van vegetatie, zoals mossen en planten, kan je na de reiniging nabehandelen met enzymen. Na een droging van een aantal weken kan je de resten verwijderen.¹⁷⁶

Om schade te vermijden behandel je fijne gedetailleerde sculpturen en ornamenten best niet met een straaltechniek. Bij voorkeur gebruik je hier meer experimentele technieken zoals het bacterieel reinigen of laserbehandeling.¹⁷⁷

Bij de combinatie van meerdere reinigingstechnieken moeten de meest delicate materialen beschermd worden.¹⁷⁸ Bijvoorbeeld simili gereinigd met een zachtere methode dan de reiniging van de omliggende blauwe hardsteen. De geveldelen die niet gereinigd hoeven, bijvoorbeeld de ramen, hebben wel nood aan een goede afscherming. Zwakke imitatievoegen zijn tijdens de uitvoering af te dekken met tape.¹⁷⁹

6.3.6 BEOORDELING VAN DE REINIGING

De beoordeling gebeurt meestal onmiddellijk na de gevelreiniging. Bij gebruik van chemische reinigingsmiddelen zal de definitieve beoordeling pas enkele weken na de uitvoering plaatsvinden, zodat men na het droogproces de mogelijke nevenverschijnselen (uitbloeiingen, vlekken) kan bepalen.¹⁸⁰



FIGUUR 81: visuele controle van de oppervlakteruwheid na proefreiniging. Oostende.
Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen.

De beoordeling gebeurt meestal visueel door het globale eindresultaat te vergelijken met het resultaat dat verkregen werd op een proefvlak.¹⁸¹ (Figuur 81) Je kan deze visuele controle ondersteunen door eventuele nevenverschijnselen te monitoren. Bijvoorbeeld het vergelijken van de oppervlakte ruwheid en hardheid voor en na de reiniging.

6.4 VERWIJDEREN VAN HET BESCHADIGDE MATERIAAL EN VOORBEREIDEN VAN DE ONDERGROND.

Een eerste visuele inschatting van het beschadigde materiaal gebeurt bij opmaak van het dossier. Pas als de gevel in stelling is gezet, kan men deze in detail bekijken en de schadediagnose verfijnen. Na de reiniging wordt het resterende beschadigde materiaal omzichtig verwijderd.

De hoeveelheid verwijderd materiaal kan aangeven of het overgebleven simili-pierre en/of kunststeen nog voldoende aanwezig is en van voldoende kwaliteit is om te restaureren, of dat een reconstructie aangewezen is.

Een gezonde ondergrond

Voor de duurzaamheid van de herstelling is het belangrijk dat deze aangebracht wordt op een gezonde ondergrond. De ondergrond is samenhangend, niet bros en mag niet verpoederen.¹⁸²

Aan de hand van een visuele inspectie is het niet altijd duidelijk of de oppervlaktelaag goed vasthangt aan het achterliggende materiaal of dat een kunststeen interne schade (zoals wapeningscorrosie) heeft. Het is dus steeds raadzaam om met een metalen voorwerp op het oppervlak te tikken. Als dit 'hol' klinkt en/of er barsten in de omgeving voorkomen, moet men nagaan of verwijdering nodig is. Zie ook hoofdstuk 6.2.

De verweerde delen moeten mechanisch verwijderd worden tot op het gezonde materiaal. Werk bij voorkeur manueel met beitel en hamer. Aangetaste wapening moet vrij komen te liggen en verwijderd of gereinigd.

Als het baksteenmetselwerk degradatie vertoont, moet de (gebarsten) simili-pierre niet behouden blijven. Men verwijdert raap- en grondlaag, om het nodige herstel aan de drager uit te kunnen voeren.¹⁸³

Afhankelijk van de hoeveelheid beschadigd materiaal kan men overwegen om de simili-pierre te verwijderen tot aan de randen van de geïmiteerde blok, om de illusie van natuursteenmetselwerk te kunnen behouden en invloed van mogelijke kleurverschillen te minimaliseren. Zo kan men patchwork vermijden.¹⁸⁴ (Figuur 82)

Historische herstellingen die esthetisch storend zijn of bouwfysisch niet compatibel verwijdert men best om te herstellen met passende herstellmortel. Ze kunnen immers verdere degradatie veroorzaken.¹⁸⁵

De meeste herstmortels moeten in een minimale laagdikte worden aangebracht, meestal is dat één centimeter, maar dat hangt af van het type mortel dat je gebruikt.¹⁸⁶ Hou hiermee rekening als je verweerd materiaal verwijderd.

Bij het wegnemen van de slechte delen van ornamenten is het belangrijk om enkele referentiepunten te behouden, en niet alles te verwijderen. Deze punten helpen bij een correcte reconstructie. Ze geven aan hoe 'dik' de herstelling dient aangezet te worden.¹⁸⁷

Een zuivere ondergrond

De ondergrond moet proper en zuiver zijn voor herstelling aanvatten, anders hecht deze niet goed. Perslucht, harde borstel of lokaal zandstralen (microstralen) zijn veel gebruikte technieken. Als je de gevel in zijn geheel reinigt, wordt de lacune automatisch mee gereinigd, en is ze klaar voor herstelling achteraf.¹⁸⁸

Een ruw oppervlak

Herstmortels en pleisters hechten beter op een ruwe ondergrond. Daarom dient men het te herstellen oppervlak soms wat ruwer te maken. Dit kan door bekapping, het maken van enkele inkepingen, met behulp van een hamer of beitels, of door het aanbrengen van een aantal kleine boorgaatjes.¹⁸⁹



FIGUUR 82: het verwijderen van beschadigde simili-pierre binnen het voegpatroon. Neerwinden. Copyright en Foto: Erwin Trekels.

6.5 HERSTEL SIMILI-PIERRE

Het belangrijkste en meest complexe element in het herstel van simili-pierre is het zoeken naar een esthetische en materiaaltechnische compatibele herstmortel. (Figuur 83)



FIGUUR 83: stalen herstmortel simili-pierre. Oostende. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Jana Wijnsouw

Hanteer hiervoor onderstaande algemene uitgangspunten:

- De herstmortels moeten de eigenschappen van de originele afwerkingslagen zo goed mogelijk benaderen. Om na te gaan wat de oorspronkelijke samenstelling was en de manier van aanbrengen, dient voorafgaand materiaaltechnisch onderzoek te gebeuren (zie hoofdstuk 5.3).
- Het is aan te raden om voor de grond- en toplaag binnen hetzelfde (bindmiddel)systeem te blijven. De verhoudingen bindmiddel/aggregaat tussen de verschillende lagen kunnen licht variëren, bijvoorbeeld door het toevoegen van kalk, pigmenten of andere toeslagstoffen. Dit zal de onderlinge compatibiliteit sterk bevorderen.¹⁹⁰
- De herstmortel of vervangmortel is minder hard dan de drager.¹⁹¹
- Wat de oppervlakte betreft, moet de hardheid van de opeenvolgende lagen afnemen.¹⁹²
- De herstelling dient zelfopofferend te zijn.
- De herstmortel dient de historische mortel zo goed mogelijk esthetisch te benaderen. Het verschil mag subtiel zijn, maar een expert moet het kunnen vaststellen. Dit kan op verschillende manieren. Men kan het verschil tussen het originele en nieuwe materiaal, indien nodig, in situ duiden door de herstelling te dateren of bijvoorbeeld door de imitatievoegen iets dieper aan te brengen.¹⁹³
- Als niet al het vuil verwijderd kon worden, dien je de herstmortels van de toplaag hieraan aan te passen, om de idee van een integrale façade te kunnen behouden. Een te heldere herstmortel in een vale omgeving valt immers te veel op. Maar als je een compatibele mortel hebt, pas je best niet de samenstelling hiervoor aan, maar varieer je enkel met pigmenten.¹⁹⁴

Er zijn commerciële kant-en-klare (herstel)mortels op de markt, maar men kan ook in situ op maat gemaakte mortels toepassen, elk met hun voor- en nadelen.

Om discussie te vermijden is het steeds belangrijk om vooraf het agentschap Onroerend Erfgoed, bouwheer, uitvoerder en architect hun akkoord te laten geven over het gekozen proefstaal. Dit staal dient ook steeds als referentie behouden te blijven.¹⁹⁵

6.5.1 HERSTEL VAN DE GRONDLAAG

Voor het herstellen van de grondlaag speelt de esthetische compatibiliteit van de herstmortel geen rol. Het is hierdoor verleidelijk om zonder vooronderzoek voor een commerciële kant-en-klare mortel te opteren. De expertise en garantie van de fabrikant beoordeelt deze mortels dan wel als betrouwbaar, maar meestal voldoen ze niet aan de bouw fysische compatibiliteit.¹⁹⁶ Een materiaaltechnisch compatibiliteitsonderzoek is voor toepassing dan ook aangewezen.

Als alternatief kan men aan een uitvoerder de gewenste eigenschappen van de herstmortel overhandigen. De uitvoerder creëert hiermee een op-maat-gemaakte mortel. De eigenschappen die deze herstmortel dient te hebben, zijn:¹⁹⁷

- Een droogsnelheid en waterdampdoorlaatbaarheid gelijk aan of hoger dan het oorspronkelijke materiaal.
- Een stijfheid gelijk aan of lager dan deze van de drager (meestal baksteen).
- De herstmortel mag geen oplosbare zouten of andere schadelijke componenten bevatten.
- Hechting kleiner dan het oorspronkelijke materiaal in het geval dat dit schade aanbracht aan de ondergrond. De hechtsterkte is voldoende en lager dan de oppervlaktespanning van de ondergrond. Zo zal er geen oorspronkelijk materiaal mee verdwijnen, mocht de herstelling afscheuren.¹⁹⁸
- Een aangepaste porositeit en de poriënstructuur die dient om:¹⁹⁹
 - de droging van omliggend materiaal te bevorderen,
 - zelf voldoende snel te kunnen uitdrogen,
 - maximaal bestand te zijn tegen vorst- en zoutschade.

Deze criteria gelden ook voor de herstmortel van de toplaag.

Het is dus belangrijk om de gedetailleerde materiaaleigenschappen te kennen van zowel het originele materiaal als de nieuwe mortel. Uitgangspunt voor het samenstellen van een op maat gemaakte mortel is een zo goed mogelijke benadering van de originele mortelsamenstelling.²⁰⁰ In hoofdstuk 3 vind je enkele recepturen van deze historische mortels.

Als men een herstmortel maakt op basis van historische mortel-eigenschappen zijn er enkele aandachtspunten.²⁰¹

- De samenstelling van het hedendaagse cement verschilt met deze uit het interbellum, door het verschil in verbrandingstemperatuur en door een betere en uniformere kwaliteit. Voor de nodige compatibiliteit dient men voor de herstmortel bij het hedendaags potlandcement een deel hydraulische kalk toe te voegen. De hechtsterkte zal hierdoor ook verminderen.
- Labo-analyse kan de grootte, vorm en verdeling van de aggregaten bepalen, maar voor het samenstellen van een herstmortel hebben ronde korrelvormen de voorkeur. Ze dragen bij tot een goede werkbaarheid van de mortel en resulteren in een meer compacte mortel.

Als de bouwstenen van de herstmortel bepaald zijn, is een volgende stap het maken van proefvlakken. Deze zijn nodig om het compatibiliteitsniveau van de mortel te bepalen (waterabsorptie, stijfheid ...) en de (ver)werkbaarheid na te gaan. Aan de hand van de resultaten kan men de samenstelling licht aanpassen.²⁰²

Omdat de grondlaag ook een structurele ondergrond is voor heel wat decoratieve elementen kan de herstmortel versterkt of gemodificeerd worden om deze eigenschappen te optimaliseren. Men kan de eigenschappen van de grondlaag aanpassen om de roestvorming van metalen delen tegen te gaan.²⁰³

Bij het aanbrengen van de herstmortel moet men vermijden dat er vlekken ontstaan op het originele materiaal. Bescherm daarom deze oppervlakten met plastic folie en tape. Borstel de ondergrond en bevochtig tot verzadiging. Dit gebeurt meestal met een verdunde oplossing van de herstmortel. Het garandeert een correcte uitharding van de herstelling.²⁰⁴

Breng de herstmortel aan tot op de referentiehoogte van de originele laag. Voeg eventueel wapening toe aan de mortel. Meestal wordt de mortel aangedrukt met een gewone handdoek. Na een korte droogperiode schraapt men de mortel met een scherp voorwerp af, in alle richtingen, om de ruwheid van het oppervlak te verhogen.²⁰⁵

Uit casestudies bleek dat de grondlaag soms enkele millimeter lager of hoger lag dan het referentievlak. Als de mortel hoger ligt, wordt ze afgeschraapt tot op het referentievlak. Als ze lager ligt, is de nieuw aan te brengen toplaag dikker.

Een tijdelijke bekisting is nodig om waterlijsten, erkers en uitstekende decoraties te creëren of om ontbrekende delen aan te vullen.²⁰⁶

6.5.2 HERSTEL VAN DE TOP-LAAG

Het is een complexe zoektocht naar een esthetische en materiaaltechnische compatibele herstmortel voor de toplaag. (Figuur 84) Kijk hiervoor ook naar de criteria in hoofdstuk 6.5.1. Een belangrijk element hierin is de keuze van het bindmiddel. Dit bepaalt immers in grote mate de eigenschappen van de herstmortel.

FIGUUR 84: lokaal herstel toplaag. Esthetische en materiaal technisch compatibel. Etterbeek. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen.



Je kan bindmiddelen onderverdelen in twee groepen.

- Kunstharsen: zoals acryl, epoxy en polyester. Mortels met deze bindmiddelen zijn weinig compatibel met de historische mortels en minder geschikt voor buitengebruik.²⁰⁷
- Mineraal: cement, hydraulische kalk, luchtkalk en zinkoxidemortels.

Elk bindmiddel heeft zijn specifieke eigenschappen, voor- en nadelen. We gaan hier in deze publicatie niet diep op in.

Kalk is minder hard, en elastischer dan cement. Door de lagere hardheid en langere droogtijd ontstaat er minder krimp bij het drogen. Bovendien ademt een kalkpleister, en kan indringend vocht verdampen waardoor de kans op vorstschade sterk afneemt.²⁰⁸ Door deze eigenschappen is kalk een interessant bindmiddel voor een herstelmortel.

Naast een zuivere kalkmortel is het toevoegen van kalk bij cement (basterdmortel) aangewezen om een materiaal-technische compatibele herstelmortel te verkrijgen. De originele recepturen bevatten immers vaak (een percentage) cement.

Indien de historische mortel enkel cement heeft als bindmiddel is het toch aan te raden om een zekere hoeveelheid kalk toe te voegen. Een herstelmortel met enkel cement als bindmiddel is meestal te sterk en te hard t.o.v. het originele en verweerde materiaal. Het is weinig poreus en dampdoorlatend, waardoor het vocht achter de herstelling kan vasthouden.²⁰⁹ En zoals eerder vermeld zijn de technische eigenschappen van het oorspronkelijke cement niet dezelfde als die van de hedendaagse cementsoorten.

Zinkoxidemortels bestaan uit twee componenten. Ze zijn meestal mineralogisch gezien sterk verschillend van de originele mortels en dus minder materiaaltechnisch compatibel. Ze zijn hard, hebben een lagere water(damp)doorlaatbaarheid, en zijn niet zelfopofferend. Ze vormen een risico op zoutvorming. Ze verweren weinig en verkrijgen quasi geen aanhechting van vuil. Hierdoor bestaat de kans dat op termijn de herstellingen feller afsteken op origineel materiaal.²¹⁰

Zoals al gemeld, zorgen de toeslagstoffen in een mortel voor de kleur en textuur, en dragen ze bij tot het uitzicht van de mortel. Er zijn verschillende soorten toeslagstoffen zoals zand, gemalen natuursteen, pigmenten, mica's en koolstofpoeder.²¹¹ Het type en de hoeveelheid toeslagstof bepalen mee de kwaliteit van de mortel.

Ook de korrelgrootte en -verdeling van de toeslagstoffen is van belang. Te grove toeslagstoffen maken de mortel moeilijk verwerkbaar, te fijne toeslagstoffen vragen meer bindmiddel waardoor er een hoger risico is op krimpscheuren.²¹²

De verhouding tussen de hoeveelheden bindmiddel en toeslagstof is belangrijk voor het verkrijgen van een duurzame herstelmortel.²¹³

- Als er te veel bindmiddel gebruikt wordt, zullen er door de krimp tijdens de uitharding talrijke microscheurtjes ontstaan. Door regen en vorst is de mortel sneller onderhevig aan beschadiging.
- Indien men te weinig bindmiddel toevoegt, zal de mortel niet de mechanische sterkte en compactheid verkrijgen. De mortel blijft 'zanderig' en is gevoeliger voor degradatiefenomenen zoals vorst en zoutinwerking.

De hoeveelheid aanmaakwater is eveneens belangrijk. Te veel water zal resulteren in een te vloeibare mortel, die je moeilijk kan aanbrengen. Ook de kwaliteit vermindert, met 'uitzakken' van de granulaten, te grootte poreusheid en te snelle degradatie als gevolg. Als men te weinig water toevoegt, droogt de mortel te snel uit en zal na verharding zanderig zijn en sneller verweren.²¹⁴

Er zijn grosso modo twee methodes om tot een herstelmortel te komen:

- op-maat-gemaakte mortels,
- kant-en-klare mortels.

Deze opdeling is gehanteerd, omdat ze invloed heeft op keuze van de uitvoerder, kostprijs van de restauratie en organisatie van de werf.

Op maat gemaakte mortel

De toepassing van een traditionele mortel, in situ gemaakt, heeft bij gespecialiseerde vakmensen de voorkeur.²¹⁵

- Als je gebruikt maakt van een herstelmortel op basis van de historische mortel is de kans groter dat het verouderingsproces analoog verloopt.
- Bij op maat gemaakte mortels weet je wat je doet en kan de uitvoerder anticiperen op de eigenschappen van het originele materiaal en de drager. Je kan dus een zekere historische en fysische compatibiliteit verkrijgen.
- Je beperkt het risico op schade aan het aansluitende materiaal.

De zoektocht naar een compatibele mortel begint bij het onderzoek van het uitzicht en de samenstelling van de originele mortel, aan de hand van historisch - en materiaaltechnisch vooronderzoek met labo-analyses. Een herstelmortel op basis van deze gegevens geeft immers een hoge graad aan compatibiliteit en duurzaamheid.

De verhoudingen van de ingrediënten, de exacte additieven en het bindmiddel zijn via labo analyses niet altijd te bepalen. Ze geven vaak een hoog bindmiddelgehalte op.²¹⁶ Dit is nadelig voor een goede verwerkbaarheid van de herstelmortel.

Het is daarom aanbevolen om naast de historische verhoudingen ook een 1:2,5 verhouding te testen. Deze vermindert het risico op krimp scheuren, en werd ook gehanteerd door de firma Dura. Ze is vergelijkbaar met de bevindingen uit historische literatuur voor imitatiezandsteen en graniet.²¹⁷

Volgens uitvoerders is de gouden regel in de verhouding voor een goed werkbaar pleister bindmiddel : aggregaat 1:2,5 voor dunne lagen en 1:3 voor lagen dikker dan acht millimeter. Om krimp te minimaliseren, mengt men drie soorten aggregaten (zeer fijn zand, gewoon wit zand en grof zand). Zo bekomt men een compacte pleister.²¹⁸

Kleuraanpassing gebeurt door gebruik te maken van de pigmenten zoals natuurlijke sienna.²¹⁹ De voorkeur gaat uit naar stabiele natuurlijke pigmenten ten opzichte van synthetische pigmenten, die een te sterke onnatuurlijke kleur geven.²²⁰

Na bevraging bij erfgoedprofessionals blijkt dat er in de praktijk weinig labo-onderzoek gebeurt. Dit heeft verschillende redenen.²²¹

- De meeste uitvoerders zijn niet vertrouwd met de interpretatie van de gegevens uit deze wetenschappelijk rapporten.
- Het blijft een omslachtige zoektocht naar een mortel die beantwoordt aan de gevraagde randvoorwaarden. Een rapport geeft immers maar een indicatie van de samenstelling, de keuze van ingrediënten en hun verhoudingen.
- Voor de meeste ondervraagden zijn de belangrijkste criteria de duurzame uitvoering van de herstelling volgens de regels van de kunst en de esthetische compatibiliteit. Het lange-termijn gedrag van de mortel speelt minder een rol. Het esthetische aspect is voor de eigenaar ook doorgaans het belangrijkste.

Om een compatibele mortel samen te stellen vertrekken vakmensen daarom meestal vanuit hun eigen ervaring. Zij ervaren labo-analyses hierbij als ondersteunend. De meerwaarde van die analyses is dat ze inzicht geven in de oorspronkelijk toegepaste pigmenten en granulaten, poriënstructuur en porositeit. Dit kan bijvoorbeeld met een petrografische analyse.

Vaklui hanteren enkele eenvoudige werkmethoden om tot een compatibele mortel te komen.

- Men kan een inschatting maken van het gebruikte bindmiddel op basis van een eenvoudige hardheidsproef. Men bekrast het oppervlak. Indien dit makkelijk gaat, zal een herstelmortel op basis van kalk de voorkeur hebben op een op cementbasis.²²²
- Door een eenvoudige chemische test (druppel met 10% zoutzuur op het oppervlak te laten inwerken) kan men aan de 'rotte-eierenlucht' die vrijkomt concluderen dat er hoogstwaarschijnlijk gebruikt is gemaakt van hoogovencement i.p.v. portlandcement.²²³
- De grootte van de aggregaten leest men visueel af. Hun aard kan men niet visueel bepalen.²²⁴ Bij het zoeken naar een compatibele herstelmortel experimenteert men met mogelijke granulaten. Men varieert grootte, vorm en verhouding om de juiste korrelverdeling en kleur te vinden. Het spreekt voor zich dat deze manier van werken moeilijk is, tijd en veel ervaring vergt.

Door het verouderingsproces bestaat de kans dat de huidige originele samenstelling afwijkt van de toen aangebrachte mortel.

- De initiële kleur kan veranderen, door het uitlogen van pigmenten.²²⁵ (Figuur 85)
- Door oplossingen en rekristallisatiepatronen doorheen de tijd is de poriënstructuur en de kristallijne structuur van het materiaal gewijzigd.²²⁶
- De nieuwe mortel heeft niet het patina van de originele.²²⁷

Een reconstructie van de huidige samenstelling kan ook afwijken van de originele samenstelling van deze mortel.

- Hedendaags kalk en cement hebben andere eigenschappen dan de oude soorten.
- De grondstoffen van de historische receptuur zijn niet meer in de handel verkrijgbaar.²²⁸



FIGUUR 85: door de weersinvloeden op het geveloppervlak is het okerkleurige pigment op de meeste plaatsen uitgespoeld. Oostende. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen.

Hierdoor zal een exacte kopie waarschijnlijk niet tot esthetische- en materiaaltechnische compatibiliteit leiden. Omdat de herstellmortel zo goed mogelijk moet lijken op de originele, om 'patchwork' te vermijden, moet er gezocht worden naar een balans tussen authenticiteit en integriteit.²²⁹

Als de samenstelling van de herstellmortels is bepaald, brengt men enkele stalen aan. Na droging en afwerking (bewerking) vergelijkt men in klaar daglicht de proefstalen met de historische mortel. Het aandeel mica's of pigment kan daarbij nog aangepast worden.²³⁰

Meestal maakt men één basis samenstelling. Om de verschillende kleuren en texturen van één gevel te verkrijgen, wordt deze basissamenstelling gemodificeerd. Men maakt dus geen nieuwe samenstellingen, maar men varieert enkel met de pigmenten, mica's of granulaten. Het creëren van verschillende mortelsamenstellingen kan in veel projecten te kostelijk en omslachtig zijn.²³¹

Alhoewel de kleur en de afwerkingstechniek van de originele mortels goed te benaderen zijn, is het merendeel van de herstellmortels vanop korte afstand te onderscheiden door kleine verschillen in de gebruikte aggregaten, hun verhoudingen en de toegevoegde mica's.²³²

Kant-en-klare mortels²³³

De praktijk leert ons dat kant-en-klare mortels vaak voorgeschreven worden, zonder een compatibiliteitsonderzoek met de originele mortel.

Een ruimer en soms minder ervaren publiek gebruikt vaak kant-en-klare mortels. Sommige uitvoerders of eigenaars willen geen tijd besteden aan het samenstellen van een compatibele mortel, omdat dit kostelijk is. Van deze kant-en-klare mortels zijn de belangrijkste eigenschappen en het gedrag op lange termijn bekend. Het zijn meestal minerale mortels op basis van:

- Kalk of cement. Bij de prefab mortelmix dient enkel water toegevoegd te worden. Verharding gebeurt na enkele uren
- Zink-oxide. Deze mortels verharden binnen enkele minuten door een oplossing van zink-chloride.

Kant-en-klare mortels zijn ontwikkeld omwille van het gebruiksgemak op de werf. Zij hebben een zekere status door bijvoorbeeld hun goede hechting. Omdat ze geprefabriceerd zijn, vermindert het risico op onjuiste mengverhoudingen en een inconsistente pigmentverdeling. Aan de hand van interviews bleek dat de makkelijke verwerkbaarheid, plaatsing en de mogelijkheid om kleuren aan te passen belangrijke aspecten zijn in het succes van deze mortels.

Een kant-en-klare mortel heeft goede materiaaltechnische eigenschappen. De keuzecriteria van deze herstelmortels zijn meestal:

- krimpings tussen bepaalde grenzen,
- voldoende hechting en kleurstabiliteit,
- reconstructie van kleur en textuur.

Deze eigenschappen maakt de kant-en-klare herstelmortels populair, samen met hun aangenomen compatibiliteit met de drager. Daarnaast is de fabrikant (en niet de uitvoerder) verantwoordelijk voor de beschreven eigenschappen. Ook wordt een zekere duurzaamheid gegarandeerd, en door hun eigenschappen (zoals beperkte krimp) beschadigen ze het historische materiaal niet.

Maar de fysische compatibiliteit van deze mortels is, mede door hun handelsgeheim, moeilijk na te gaan. Zelfs de mortels op basis van kalk bevatten meestal onbekende toevoegingen zoals harsdispersies.²³⁴ Bijkomend hebben ze weinig gemeen met de historische mortels en blijft het moeilijk om een kleurcompatibiliteit te verkrijgen, ook al kan men de mortels aanpassen door pigmenten toe te voegen.

Kant-en-klare mortels zijn moeilijk aanpasbaar. Hun samenstelling en sommige fysische eigenschappen zijn onbekend en hun veroudering is moeilijk te voorspellen. Bij een grondiger kennis van hun eigenschappen, zijn ze makkelijker inpasbaar in de restauratiefilosofie.

Kant-en-klare herstelmortels voor simili-pierre zijn ook zeldzaam. Dergelijke mortels zijn vooral ontwikkeld voor herstel van natuursteen of voor het volledig opnieuw aanbrengen van een simili-afwerking. Deze mortels zijn niet altijd even compatibel met de originele simili-pierre. Hun oppervlaktetextuur verschilt, voornamelijk in de visuele waarneming van de aggregaten.

De kant-en-klare mortels zijn beschikbaar in verschillende standaardkleuren. Na labo-onderzoek blijkt dat de materiaaleigenschappen van deze samenstellingen verschillen. De fabrikant staat toe om, onder strikte voorwaarden, de producten te mengen om de kleur aan te passen. Maar let op, hierdoor kunnen de materiaaleigenschappen (zoals waterdoorlaatbaarheid) wijzigen.

Aangeraden is om bij de voorgedoseerde mengsels de richtlijnen van de fabrikanten strikt te volgen. Als men toch wil experimenteren, moet dit gebeuren in samenspraak met de fabrikant.²³⁵ De kwaliteit van het vakmanschap bij zelfs minieme aanpassing van het mengsel kan een directe invloed hebben op de resultaten van het materiaal.

Het voordeel van deze kant-en-klare mortels is dat er al heel wat gebruikerservaring is, waardoor bij het correct aanbrengen de risico's beperkt blijven.²³⁶

6.5.3 AANBRENGEN VAN DE HERSTELMORTEL

Bij het uitvoeren van pleisterwerken volg je steeds de richtlijnen van de technische voorlichtingen van het WTCB en de regels van het goed vakmanschap. (Figuur 86)



FIGUUR 86: simili-pierre: herstmortel aangebracht binnen de contouren van het geïmiteerde metselwerk. Hasselt. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen.

Het aanbrengen van de herstmortel kan enkel op een ruwe ondergrond, en dat om de hechting te verhogen. De ondergrond moet proper zijn en bevochtigd.

- Voor mortel op basis van hydraulische bindmiddelen (cement, kalk) moet de ondergrond vooraf lichtjes bevochtigd worden, zo niet kan de mortel 'verbranden'. Bij dit proces zuigt de ondergrond het vocht uit de verse mortel, waardoor deze niet meer goed kan verharderen.²³⁷
- De bij het kant-en-klare poeder gegoten vloeistof bevochtigt bij zinkoxidemortels meestal de ondergrond. Volg bij deze mortels zeker de richtlijnen van de fabrikanten op!²³⁸

De omgevingstemperatuur speelt een belangrijke rol bij de plaatsing en uitharding. Algemeen geldt dat de temperatuur tijdens uitvoering minimaal 5°C dient te zijn en bij voorkeur meer dan 10°C. Ideaal is 15 à 20 °C. Bovendien mag er niet te veel wind of zon zijn, omdat deze de droging kunnen beïnvloeden. Voor sommige kant-en-klare mortels zijn de criteria minder streng, maar volg steeds de richtlijnen van de fabrikanten.²³⁹

Ook tijdens de uitharding van de mortel spelen de omgevingsomstandigheden een rol. Bij traag hardende mortels (zoals kalk of kalkcement) mag het weer in de maand(en) na droging niet te koud worden. Om vrieskou te vermijden, kan je deze herstellingen enkel uitvoeren van ongeveer begin april tot eind september. Door de korte uithardingstijd bij zinkoxidemortels speelt dit minder een rol.²⁴⁰

De nieuw geplaatste mortel dekt men af tegen directe zonwarmte en regen. Vermijd ook het 'over'bewerken van het oppervlak, want dat kan leiden tot cementkorsten en barsten.²⁴¹

Breng met een spatel of truweel de mortel in lagen (maximaal twee centimeter) aan. Zorg voor een goede vulling. Breng altijd te veel mortel aan, één tot twee millimeter boven het oppervlak om de nabewerkingen mogelijk te maken. Zorg er ook hier voor dat er geen herstmortel terecht komt op het omliggende oppervlak. Mortelvlekken zijn immers moeilijk te verwijderen.²⁴²

Zodra de mortel is aangebracht en nog niet uitgehard, kunnen de voeginsnijdingen aangebracht worden. (zie verder)

6.5.4 RECONSTRUCTIE SIMILI-PIERRE

Bij een volledige reconstructie van de simili-pierre speelt de bouwfysische compatibiliteit met de originele simili-pierre geen rol. Men kan dus naast de reconstructie van een historische mortel ook opteren voor een kant-en-klare toepassing.

Om verdere schade aan de erfgoedwaarden te voorkomen dient men daarbij de compatibiliteit van de reconstructiemortel met de ondergrond wel te respecteren, net zoals het beeld van de historische mortel (kleur en textuur). Meestal reconstrueert men zowel de raap- als topklaag.

Als een decoratief simili-ornament verdwenen is, kan men via 3D-technieken een nog intact origineel inscannen en zo een replica maken.²⁴³

Als het bouwfysisch kan, is een aanpassing van de reconstructiepleister voor een specifiek doeleinde mogelijk. Zoals:

- Een verbetering van de isolerende waarden.
- Bescherming van de achterliggende structuur tegen vochttransport.

6.6 HERSTEL KUNSTSTEEN

Een kunststenen element kan bestaan uit drie onderdelen (Figuur 87):

- een betonnen kern,
- ijzeren wapening,
- huid in simili-pierre.

FIGUUR 87: doorsnede van een gewapende kunststeen met betonnen kern. Boom. Copyright en foto: Yves Govaerts.



In de vroegste toepassingen bestaat kunststeen volledig uit simili, dus zonder betonnen kern. Al dan niet met ijzeren wapening.

6.6.1 PLASTISCH HERSTEL VAN SIMILI

De zoektocht naar een compatibele herstmortel voor plaatselijk herstel van de simili-huid van kunststeen is analoog aan deze van simili-pierre. Zie hiervoor de richtlijnen en criteria in hoofdstuk 6.5.

Mechanische belasting van kunststeen komt vaak voor. Afhankelijk hiervan kan men bijkomende eisen stellen aan de minimale druk- en treksterkte van de mortel. Bij kunststeen met betonnen kern, neemt de (gewapende) kern de krachtenwerking op.

Bij het aanbrengen van herstmortels mogen deze nooit tot 'nul' uitlopen. Soms moet je daarom een hoeveelheid goed materiaal verwijderen om een duurzaam herstel te verkrijgen. De herstmortel wordt daarna in verschillende lagen aangebracht in de lacune. De aangebrachte maximale laagdikte bedraagt twee centimeter. Belangrijk is dat men de voegen tussen het originele en de herstellende delen waterdicht aanwerkt.

Bij grotere of overhangende herstellingen bevestigt men de herstmortels bijkomend aan de ondergrond met ankers. De ankers vermijden dat de herstelling los komt, naar beneden valt en eventueel schade aanricht.²⁴⁴

Men kan ook tussen de verschillende ankerstaafjes draadjes uit messing bevestigen. Eens de herstelmortel is aangebracht, fungeren deze draadjes als een soort wapeningsnet.²⁴⁵

6.6.2 HET PLAATSEN VAN DE ANKERS

Met behulp van een geschikte boor, worden in de te herstellen zone gaten geboord om de ankers vast te zetten. Voor deze herstellingen is de richting en de exacte plaats van de ankers niet zo belangrijk. Ze dienen immers enkel om de herstelmortel steviger aan de ondergrond te bevestigen, en niet om grote gewichten te dragen.²⁴⁶

De ankers moeten, zodra de herstelling is uitgevoerd, helemaal onzichtbaar zijn. Ze mogen dus niet te lang zijn, zodat ze niet uit de herstelling steken. Het is immers niet mogelijk om zonder schade het uitstekende stuk van het anker achteraf te verwijderen.²⁴⁷

Je kan als anker gebruiken:

- Roestvrije schroeven die in een kunststof plug geschroefd worden.
- Roestvrije draadstangen ingelijmd in vooraf geboorde ankergaten.
- Glasvezelstaafjes, die met een epoxylijm bevestigd kunnen worden, vooral toegepast bij kunstharsmortels.²⁴⁸

Als de kunststeen die enkel uit simili is opgebouwd ook mechanische krachten opneemt, bijvoorbeeld een latei, kunnen de ankers wel een rol spelen in het opnemen van de belasting. In dit geval bepaalt een architect of ingenieur de maat, positie en lengte van de ankers.²⁴⁹

Meestal zal men in deze gevallen overgaan tot vervanging van het volledige kunststenen element om de kwaliteit van de herstelling te kunnen garanderen.

6.6.3 HERSTEL BETONNEN KERN EN WAPENING

Het herstellen van de gewapende betonnen kern bij kunststeen pakt men identiek aan als een 'gewone' betonherstelling. De twee belangrijkste onderdelen in het herstel zijn:

- Het herstellen en beschermen van beton.
- Het behandelen en bestrijden van de wapeningscorrosie.

Er is al veel gepubliceerd over het herstel van (gewapend) beton. De technische voorlichting van het WTCB 'Herstelling en bescherming van beton' gaat dieper in op deze problematiek. In de technische voorlichting worden de schadepatronen en hun oorzaken in detail uitgelegd, en oplossingen aangereikt.²⁵⁰

De meest voorkomende oorzaken van betonaantasting van kunststeen zijn (zie ook hoofdstuk 4.3):

- Het gebruik van minderwaardig beton (poreus of onvoldoende verdicht).
- Wapeningscorrosie ten gevolge van carbonatatie door een te beperkte betondekking of minderwaardig beton.
- Wapeningscorrosie ten gevolge van chloriden. Bijvoorbeeld door een maritieme omgeving of door granulaten in het beton die zouten bevatten.

Door de wapeningscorrosie is er een volumevermeerdering van de metalen onderdelen. Het beton en de simili-huid barsten en springen hierdoor af.

Omdat maatvoering en detaillering belangrijk zijn in een restauratiecontext, is een beperkte betondekking meestal niet aan te passen. Er zijn wel producten op de markt die het carbonatatieproces vertragen.

De keuze van een geschikte herstelling hangt af van de oorzaak van de schade en het schadebeeld op het moment van de vaststelling. Ze is gebaseerd op voorafgaand onderzoek. Uitgevoerd door een gespecialiseerd onderzoeksbureau zal dit inzicht geven in de omvang van de schade, de oorzaken ervan juist bepalen en de meest geschikte herstellings- of beschermingsmethoden voorstellen.²⁵¹

Naast visuele inspectie, zijn er heel wat proeven die helpen om de juiste oorzaak van de schade te kunnen achterhalen en om de beton- en staalkwaliteit na te gaan. Zoals het lokaliseren van de wapening en het bepalen van de betondekking en de carbonatatie diepte. Door de complexiteit van de problematiek is het echter moeilijk om een lijst op te stellen.

Voor een duurzame herstelling dient men eerst de externe schadeoorzaken (zoals waterinfiltratie) tegen te gaan. Daarna is een grondige, goed uitgevoerde voorbereiding van het te herstellen oppervlak noodzakelijk. Dit houdt onder meer in: het verwijderen van het aangetast beton en het vrijmaken en ontroesten van de wapening. Zo kan men de overgebleven wapening grondig onderzoeken en nagaan of deze zijn voorziene functie nog kan vervullen.²⁵²

Nadat men het beschadigde materiaal heeft verwijderd, herstelt men de wapening en brengt men de herstelproducten aan (al dan niet met verankeringen). Dat kan na plaatsing van een aanhechtingslaag op de ondergrond en een corrosiewerende bekleding op de wapening. Daarna kan men het betonnen oppervlak beschermen of afwerken.²⁵³

Voor het herstellen van de beton en wapening zijn er verschillende producten en technieken op de markt. Bijvoorbeeld :

- Herstmortels om het beschadigd beton zijn oorspronkelijke vorm en functie terug te geven.
- Oppervlaktebeschermingsystemen die de indringing van schadelijke stoffen in het beton verminderen of verhinderen.
- Verstevigingsmaterialen om de stabiliteit van een constructie verbeteren, zoals het toevoegen van koolstofvezels in de mortel.
- Men kan ook de corrosiesnelheid van de wapening verminderen door corrosie-inhibitoren toe te voegen. Deze producten worden gemengd met de herstmortelspecie of aangebracht door impregnatie van het betonoppervlak.
- Injectiespecies om scheuren oppervlakkig of geheel op te vullen.
- Na het ontroesten van de wapening kan men er, naargelang de situatie, een anti-corrosiebescherming op aanbrengen. Mocht blijken dat de betondekking na herstelling te klein is, kan men bij de voorbereiding een middel aanbrengen ter bescherming van de wapening tegen corrosie.
- Er zijn drie elektrochemische technieken om betonwapening te herstellen: kathodische bescherming, chloridenextractie en realkanisatie. Er zijn strikte voorwaarden die het mogelijk toepassen van deze technieken sterk beperken, zoals de continuïteit van de wapening.

Bij de afweging in de keuze van de hersteltechnieken dien je steeds de bepalingen van de restauratievisie te volgen. Zie ook hoofdstuk 5.

Voor de keuze en uitvoering volg je naast de adviezen van het agentschap, de richtlijnen van de technische voorlichtingen, de ATG's en de stabiliteitsstudie. Een correcte uitvoering is noodzakelijk voor een duurzame oplossing. Voorzie daarom voldoende controles tijdens de werken.

6.6.4 GEHELE VERVANGING VAN EEN KUNSTSTENEN ELEMENT

Indien de schade te groot is om herstel mogelijk te maken, reconstrueert men het element. Dit gebeurt vaak bij de kunststenen elementen van erkers en raamomlijstingen. Hun betondekking is meestal onvoldoende, waardoor er vergaande wapeningscorrosie optreedt. Omdat deze elementen ook mechanische krachten opnemen, is reconstructie bouwtechnisch de beste oplossing. (Figuur 88)

Demonteer het te vervangen deel. Verwijder de voegen rondom het element zeer omzichtig om geen schade aan omliggende materiaal te creëren. Vermijd het gebruik van de randen van het omliggende werk als steunpunten voor de werktuigen. Deze kunnen makkelijk afbreken.²⁵⁴

De replica is steeds een exacte kopie, in vorm, grootte, materiaalsamenstelling en afwerking. Ook het oorspronkelijk voegpatroon dient gerespecteerd.²⁵⁵ Dit zowel om de esthetische als om de materiaaltechnische compatibiliteit na te streven. Respecteer de bestaande lastendaling in de constructie.

Men meet al de dimensies van het te reconstrueren element op. Figuratieve delen kan men nog nabootseren met een kunstklei om daarrond een mal te maken. Een opmeting kan digitaal of analoog in 2D of 3D. Aan de hand van deze tekeningen kan men de nodige mallen construeren. Hiervoor zijn er verschillende technieken, historische, maar ook moderne zoals 3D-printen.



FIGUUR 88: vergaande betonschade aan de erker, waardoor reconstructie noodzakelijk is. Oostende. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen.

Via de 3D-tekeningen wordt een machine aangestuurd die de bekistingselementen creëert. Men kan bekistingsvormen maken door middel van het uitsnijden van de vorm met een gloeidraad, door het uitfrezen van een vorm of door het draaien van een element.²⁵⁶

Mallen kan men maken in verschillende materialen zoals siliconen, EPS, PUR en harde kunststof. De vorm van het te reconstrueren element en de krachten die de mal moet opnemen bepalen mee de keuze. Er bestaan verloren of herbruikbare mallen. Het stortvlak van de mallen wordt soms afgewerkt om het oppervlakte aspect van het te storten element te beïnvloeden of het ontmallen makkelijker te maken.²⁵⁷

Men giet de mortel in de mallen en plaats de nodige roestvrije wapening of men voorziet kunststofvezels in de mortel. Na uitharding kan men ontmallen en indien nodig het oppervlak bewerken en de stortnaden wegwerken.

De verschillende delen worden geplaatst in het gevelwerk en indien nodig chemisch verankerd. Ontstof en bevochtig de ondergrond, voeg ze daarna op met een aangepaste leg- en voegmortel die zo goed mogelijk aansluit bij de originele. Let daarbij op dat je op al de hechtvlakken mortel aanbrengt, en hou rekening met de weersomstandigheden.

De replica's zijn meestal voldoende nauwkeurig gedi-mensioneerend en afgewerkt. Na de uitharding van de voeg- en metselmortel is er eventueel een nabewerking nodig om het oppervlakte-aspect beter te doen aansluiten bij het originele.²⁵⁸

6.7 EVALUATIE VAN DE HERSTELMORTEl

De periode waarbinnen de evaluatie van de herstelmortel kan gebeuren, hangt af van het gebruikte bindmiddel.²⁵⁹

- Zinkoxidemortels zijn in de eerste weken of maanden wat donkerder, omdat deze mortels hygroscopische zouten bevatten en wat vochtiger zijn. Dat effect verdwijnt na enige tijd waardoor ze weer lichter worden. Het gebeurt dat het oorspronkelijke materiaal rondom de herstelling wat donkerder kleurt, om dezelfde reden.
- Cementgebonden herstellingen na een maand.
- Kalkgebonden mortels kunnen vaak na maanden van aanbrengen nog van kleur veranderen. Dus een voldoende lange termijn is aan te raden.

Men evalueert een herstelmortel meestal op vier aspecten: kleur, textuur, krimp-scheuren en hechting. De drie eerste aspecten worden meestal visueel beoordeeld door een vergelijking met het goedgekeurd proefstaal. De controle van de hechting gebeurt door het betikken van de herstelling. Ze mag daarbij niet bewegen of hol klinken. Indien nodig kan een hechtingsproef uitgevoerd worden.²⁶⁰

Het is belangrijk om bij de beoordeling enig realisme aan de dag te leggen.²⁶¹

- Het blijft moeilijk om identiek dezelfde samenstelling te maken.
- Het verschil in veroudering kan de herstellingen vervagen of sterker doen aftekenen.
- De perceptie van gelijkenis is nu eenmaal subjectief.

Men kan eventueel het uitzicht van een herstelling aanpassen.²⁶²

- Door bijkomend te schuren of een andere bewerking uit te voeren, kan men inspelen op de structuur van het oppervlak.
- Door het patineren met specifieke producten, kan men lichte kleurverschuiving verkrijgen. De duurzaamheid van het resultaat hangt af van de gebruikte producten.

Het verwijderen van een herstelling is niet aangewezen, omdat dit vaak een deel van het oorspronkelijke materiaal meetrekt. Dit is moeilijk verzoenbaar met het principe van maximaal behoud van het oorspronkelijke materiaal.²⁶³



gerestaureerde voorgevel in simili-pierre en kunststeen. Oostende. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen.

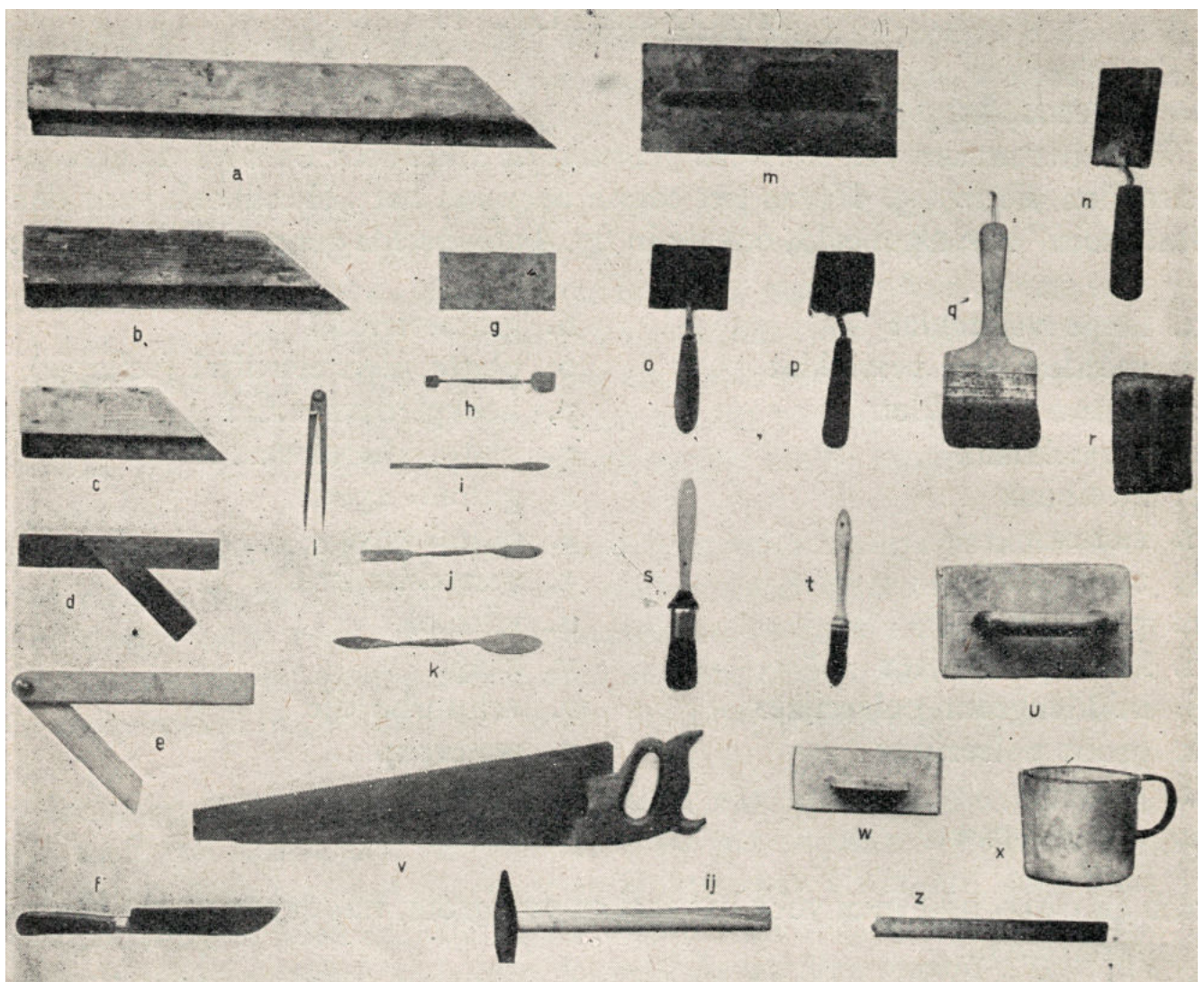
HOOFDSTUK **7**
**AFWERKINGS-
TECHNIEKEN**

7 / AFWERKINGSTECHNIEKEN

7.1 IMITATIE HISTORISCHE AFWERKINGSTECHNIEKEN

Er is een grote variatie aan historische afwerkingstechnieken, maar het is niet altijd duidelijk hoe ze aangebracht werden en ze zijn meestal moeilijk visueel te lezen. Het erosieproces speelt hierin een belangrijke rol. Door de verwerking is de oppervlaktetextuur gewijzigd en de oorspronkelijke afwerkingstechniek vervaagd.

Voor de esthetische compatibiliteit van de herstelling wordt meestal het geërodeerde oppervlak geïmiteerd, niet de oorspronkelijke afwerking. Enkele uitvoerders kregen de vraag welke technieken ze hanteerden om de bestaande afwerkingen te imiteren.



FIGUUR 89: stucadoorsgereedschap. Bron: zie figurenlijst.

De uitvoeringstechniek is weinig veranderd. Historische hulpmiddelen zijn nog steeds in zwang, enkel de materialen van de werktuigen zijn geëvolueerd. (Figuur 89) Een uitvoerder maakt vaak zelf de werktuigen zoals messen, borstels, kammen ... om de juiste profielen en detailleringen te kunnen kopiëren. Aan de hand van proefvlakken probeert men een correcte imitatie te verkrijgen.

Een nabehandeling is altijd vereist. Deze doet de granulaten aan de oppervlakte beter uitkomen, en je krijgt een betere benadering van de oorspronkelijke textuur van het materiaal.²⁶⁴ De meest gebruikte oppervlaktebewerkingen zijn schrapen of schuren.²⁶⁵ Schuren gebeurt om een 'effen' oppervlak te imiteren. De korrelgrootte van het schuurmiddel (schuurpapier, -textiel of andere) zal daarbij de oppervlaktetextuur bepalen.²⁶⁶ Deze technieken 'activeren' ook de aanwezige pigmenten in de mortels, door de wrijving laten ze hun kleuren vrij.²⁶⁷

Afhankelijk van de gekozen mortel dient men de afwerking binnen een bepaald tijdsbestek uit te voeren. Er zijn oppervlaktebewerkingen die voor of na uitharding plaatsvinden.

Bekappen, schuren en schrapen gebeurt meestal na volledige doorharding van de mortels. Casestudie leert ons dat de uitvoerder hier soms van afwijkt. Kammen gebeurt in de nog niet volledig uitgeharde mortel. Volg bij kant-en-klare mortels steeds de richtlijnen van de fabrikanten.

Echte bekapping in kunststeen of simili-pierre mag je niet imiteren door het inkerven (of kammen) van de steenhouding in de nog niet uitgeharde mortel. Het visueel effect is niet hetzelfde. De herstelling zal te veel opvallen.

7.2 PLAATSEN VAN DE IMITATIEVOEGEN BIJ SIMILI-PIERRE

Men tekent de positie van de voegen in de basislaag of men kan met herkenningpunten (bijvoorbeeld tape) het begin- en eindpunt van een voeg aanduiden. Dit doet men vlak voor het aanbrengen van de uiteindelijke afwerkingslaag.²⁶⁸

Direct nadat de toplaag is gezet en gladgemaakt, trekt men rechte groeven in het oppervlak met behulp van een geleider en een mes of voorgevormd metalen profiel. Daarbij is de vorm identiek aan de originele voeg. (Figuur 90) Een minimale diepte van vijf millimeter is wel nodig om erosie tegen te gaan.²⁶⁹

De samenstelling van de mortel bepaalt het tijdstip voor het trekken van de voegen, bijvoorbeeld:

- Door de snelle harding van zinkoxidemortels dienen deze dadelijk na het aanbrengen van de pleister gezet worden.
- Als men werkt met een traditionele minerale mortel adviseert men om eerst 30-60 minuten te wachten, tot de mortel niet meer kleeft.

Na verharding vult men de groeven met pure (witte of grijze) cement of een zeer fijnkorrelige cement-kalk mortel, compatibel aan het origineel.²⁷⁰



FIGUUR 90: het trekken van schijnvoegen. Hasselt. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Heleen Schroyen.

7.3 BIJKOMENDE AFWERKINGSLAGEN

Als na plaatsing, afwerking en uitdroging blijkt de kunststeen of simili-pierre onvoldoende esthetisch compatibel zijn, kunnen enkele afwerkingstechnieken dit (al dan niet tijdelijk) verbeteren.

Het bevuilen van het oppervlak is een tijdelijke oplossing om te heldere herstellingen minder te laten aftekenen. Het kan ook een tijdelijke oplossing bieden in het verschillende verouderingsgedrag tussen originele- en herstelmortel. Na enige tijd (12 maanden) blijkt soms dat na reiniging de oude mortel gemakkelijker het vuil van luchtvervuiling opneemt, terwijl de nieuwe kant-en-klare herstelmortel daarentegen bleker wordt. Het vervuilen van de heldere oppervlakten kan ook hier een tijdelijke oplossing bieden.²⁷¹

Colour washing is een techniek die de elementen bedekt met een laagje herstelmortel in een lage consistentie, aangebracht door middel van een zachte borstel. Men kan dit doen op de nieuwe delen of op de originele en herstelde delen.

De samenstelling bestaat uit een klein volumedeel herstelmortel en een groter deel minerale bindmiddelvloeistof. Deze techniek gebruikt men om na reiniging de nog aanwezige restanten van gipskorsten (meestal bij ornamenten) te maskeren.²⁷²

De techniek harmoniseert de gevel en beschermt het achterliggende materiaal tegen verdere degradatie, maar ze heeft ook nadelen. Door de sporen van de borstelaanzetten kan ze bijvoorbeeld een textuurverschil creëren. Bij het gebruik van kalk kan het grote aandeel van water witte kalkafzetting op het oppervlak kan veroorzaken.²⁷³



FIGUUR 91: detail gerestaureerde simili-pierre. Cinema Roma. Antwerpen. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Kris Vandevorst.

Voorbeeld hiervan is de restauratie van de simili-pierre in de cinema Roma. Daar is een laag verdunde kalk aangebracht op het vernieuwde deel, om de verschillen tussen herstelling en oorspronkelijk materiaal te verminderen. Omdat deze laag hydraulisch is en reageert met de onderliggende laag regent ze niet af. (Figuur 91) ²⁷⁴

Men kan ook kiezen om zones te behandelen die door een foutieve reiniging beschadigd zijn. Hun patina en de losse deeltjes zoals aggregaten, zandkorrels of mica's zijn verwijderd en genereren een misleidend kunstmatig beeld. Om de restanten te beschermen en om de visuele kwaliteit te verbeteren, kan men gebruik maken van een minerale verf waarin mica's zijn toegevoegd. ²⁷⁵

Siloxaanverf is ook een waterafstotende en dampdoorlatende minerale verf. Echter, de mica's die aan het mengsel toegevoegd zijn, zijn amper zichtbaar in de gevel. De verf omhult deze waardoor het glinsterend effect nauwelijks zichtbaar is. ²⁷⁶

Ook het aanbrengen van een extra laag herstellmortel (al dan niet met een fijnere granulaatstructuur) wordt toegepast op bijvoorbeeld raamdorpels en ornamenten, omdat zij het meest onderhevig zijn aan erosie. ²⁷⁷

Soms wordt een volledige gevel bedekt met een semi-transparante laag (lazuur) om het geheel te harmoniseren en om een licht patina-aspect aan de gevel te geven. De samenstelling bevat meestal verdund acrylbindingmiddel en pigmenten. Het toevoegen van mica's heeft ook hier geen zin, omdat zij volledig door het acrylaat worden bedekt. Lazuren verandert het aspect van de simili, en is enkel toepasbaar onder strikte voorwaarden. ²⁷⁸

7.4 PREVENTIEVE NABEHANDELINGEN

Er zijn verschillende producten op de markt die de duurzaamheid van een gerestaureerde gevel kunnen verhogen. Het agentschap Onroerend Erfgoed is meestal geen voorstander van hun toepassing. Ze beïnvloeden het esthetische aspect van de kunststeen en simili-pierre negatief en kunnen een verandering veroorzaken in de vochthuishouding van de materialen. Ze worden enkel onder strikte voorwaarden toegelaten, als ze noodzakelijk blijken en correct gekozen en toegepast worden.

De waterabsorptie kan men beperken door een vochtwerende bescherming. Door deze behandeling dringt de vervuiling minder diep in, wat resulteert in een makkelijker onderhoud en reiniging. ²⁷⁹

Nevenverschijnselen zoals differentiële vervuiling, biologische contaminatie en zoutschade zijn mogelijk. Ook het glinsterend effect van de gevel kan verdwijnen, de behandeling maakt de mica's 'dof'. Vochtwerende behandelingen kan je niet toepassen op gevels in slechte staat, bijvoorbeeld een gebarsten simili-pierre. Het product is dan niet effectief en de behandeling kan het vochtig worden van de materialen en hun vorstgevoeligheid gevoelig versterken. ²⁸⁰

Om geen verandering in de vochthuishouding te verkrijgen zijn producten op basis van silaan en siloxaan aan te raden, wegens waterdicht en dampdoorlatend. De behandeling is niet mogelijk bij opstijgend vocht. De laag is niet reversibel, maar verweert onder UV-straling en heeft zo een beperkte levensduur die kan oplopen tot 30-40 jaar. ²⁸¹

Wanneer de kans op biologische contaminatie groot is, kan het wenselijk zijn om de gereinigde gevels met een biocide te behandelen. Hierdoor kunnen de aanwezige organismen in de poriënstructuur nabij het geveloppervlak vernietigd worden, zodat ze geen onmiddellijke biologische contaminatie kunnen veroorzaken. ²⁸²

Deze behandeling verhindert echter niet dat er achteraf nieuwe biologische groei ontstaat, het preventieve effect van de meeste producten is immers beperkt. ²⁸³

In graffiti-gevoelige zones kan men overwegen om na restauratie een preventieve antigraffiti-behandeling op de gelijkvloerse verdieping te voorzien. Maar ook dit heeft nadelen. De behandeling kan de droogcapaciteit van het materiaal sterk beïnvloeden en de kleur en textuur van de gevelafwerking wijzigen. De voorkeur gaat daarom uit naar niet-blijvende en waterdampdoorlatende producten, deze vormen het minste risico. ²⁸⁴

Als een behandelde gevel beschadigd is met graffiti, wordt de beschermingslaag tegelijkertijd met de inkt en de verf verwijderd, door reiniging met verzadigde stoom of met warm water onder hoge druk. Daarna wordt een nieuwe antigraffitilaag aangebracht. ²⁸⁵



gevel cinema Roma. Antwerpen. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Kris Vandevorst.

HOOFDSTUK **8**
ONDERHOUD

8 / ONDERHOUD

Omdat verval en herstel altijd gepaard gaan met een zeker materiaalverlies is regelmatig onderhoud belangrijk. Zo minimaliseer je verlies aan oorspronkelijk materiaal en kan je een kostelijke restauratie uitstellen. Goed onderhoud is vaak eenvoudig en makkelijk uit te voeren.²⁸⁶

Het agentschap Onroerend Erfgoed stimuleert goed onderhoud. Meer informatie vind je terug op onze website.²⁸⁷

Eén jaarlijkse inspectie is minimaal nodig om de degradatieprocessen tijdig op te sporen. Deze inspectie heeft als doel om:²⁸⁸

- verweringsmechanismen te voorkomen,
- schadepathologieën in een beginfase op te merken zodat een duurzame herstelling door professionals snel kan opstarten.

Je kan deze inspectie zelf doen of laten uitvoeren. Je kan lid worden van Monumentenwacht. Zij doen een inspectie van het bouwkundig erfgoed, voeren eventueel metingen uit en maken een toestandrapport op. Meer informatie vind je op hun website.²⁸⁹

Hierbij een controlelijst met enkele inspectierichtlijnen en acties:²⁹⁰

- Controleer en reinig de goten en regenwaterafvoeren.
- Inspecteer de dakranden en de kroonlijsten en schilder ze met een aangepaste verf indien nodig.
- Kijk de horizontale geveldelen na, deze zijn het meeste onderhevig aan weersinvloeden en waterbelasting. Geef daarbij aandacht aan de detaillering van de druiplijsten, kijk na of ze een goede waterafvloeiing blijven garanderen. Indien nodig verwijder je mos en plantengroei.
- Lokaal reinigen van het opkomend vuil.
 - Een algemene reiniging is geen onderdeel van het gewone reguliere onderhoud.
 - Om de ontwikkeling van zwarte korsten tegen te gaan kan je ze om de twee jaar met een zachte spons of borstel en warm water behandelen. Zo voorkom je diepe indringing van het vuil.
- Verwijder biologische aantastingen
 - Door de aanwezigheid van kalk is vochtige simili een attractieve ondergrond voor (korst)mossen, planten en algen. Hun wortels kunnen de draagstructuur schaden, barsten creëren en vochtopname van de pleister verhogen.
 - Bij manuele verwijdering van mossen of planten bestaat er een grote kans op materiaalbeschadiging. Enkel algen kunnen eenvoudig droog of nat afgeborsteld worden. Maar ze komen makkelijk terug.
 - Breng aan op het oppervlak: een biocide voor de behandeling van (korst)mossen en een herbicide voor planten. Laat minimaal een uur drogen. Er zijn verschillende producten op de markt voor specifieke vegetatie. Enkele weken laten inwerken/drogen en dan zachtjes met hand, zachte borstel of spatel verwijderen.
- Verwijderen van nieuwe witte uitbloeiingen.
 - Borstel de zouten af als ze plots verschijnen op de gevel om te voorkomen dat ze terug oplossen na regen. Zoutuitbloeiingen kunnen bijvoorbeeld ontstaan door toevoer van opstijgend grondvocht (strooizout).
 - Ook vogelpoep en urine kunnen zelfde effecten veroorzaken, en moeten gereinigd worden met warm water en een spons.
 - Als dit schadepatroon zich frequent voordoet en als schadepatronen zoals barsten, afbrokkeling en afschilfering voorkomen dient een professional betrokken te worden.
- Controleer de imitatievoegen. Indien ze verweerd zijn, laat je ze door een professional herstellen.
- Controleren van de grootte en hoeveelheid van barsten.
 - Haarscheurtjes die geen deel uitmaken van een grote geheel kunnen geen kwaad, maar grotere barsten of accidentele schade moeten zo snel mogelijk hersteld door een professional om verdere schade te voorkomen.
- Hernieuwen van de anti-graffiti laag.
 - Als gevel gesitueerd is in een graffiti-gevoelig gebied.
 - Minimaal hernieuwen om de drie jaar.
 - Graffiti dient direct verwijderd te worden door een specialist. Snel handelen is belangrijk om een goed resultaat te verkrijgen.
- Om de drie tot vijf jaar schilderen van de metalen onderdelen om roestvorming en roestuitlopen tegen te gaan.



kasteel met gevelementen in kunststeen en simili-pierre. Zottegem. Copyright: Onroerend Erfgoed / Foto: Kris Vandevorst.



BIBLIOGRAFIE EN FIGURENLIJST

BIBLIOGRAFIE EN FIGURENLIJST

LITERATUUR

ARENDS G.J., JANSE H. & VAN ELDIK C.H. 1989: *Compendium constructies, gebouwen 1800-1940*, Bouwtechniek in Nederland 3, Delft.

ARENDSSEN G. & VRIEND J.J. s.d.: *Constructie en uitvoering van modern stucadoorwerk, Handboek voor architecten, bouwkundigen en stucadoors*, Amsterdam.

ARNOLD B. 2012: Was ist Kunststein? Geschichte und Verwendung. In: ARNOLD B. (red.), *800 Jahre Kunststein, vom Imitat zum Kunstgut*, Zossen, 9-16.

BAEK M., DE CLERCQ L., DEKEYSER L., SNAET J., TOURNEUR F. & VERDONCK A. 2010: *Steen & co*, Brussel.

BECUWE F., DEBONNE V. & LENAERTS T. 2017: *Gebouwde Histories, Handleiding voor bouwhistorisch onderzoek*, Handleiding agentschap Onroerend Erfgoed, Brussel.

BERTRAND J. (red.) 2019: *Gevels in zichtbare materialen, reinigen en restaureren*, brochure Homegrade, Brussel.

BOT P. 2009: *Vademecum historische bouwmaterialen, installaties en infrastructuur*, Alphen aan de Maas.

BRANS E. 2012: Rol van een architect bij het toepassen van natuursteen in de restauratie in: DE CLERCQ H., VAN GEMERT D. & VAN HEES R. (ed.), *Natuursteen natuurlijk!?*, Aarschot, 1-10.

DE BOUW M., GOVAERTS Y., MEULEBROECK W. & VERDONCK A. 2013: Terranova, a popular pierre-simili cladding: Strategies and techniques for restauration. In: *Proceedings of the 3rd Historic Mortars Conference HMC13, University of the West of Scotland, Glasgow, 2013* [online], https://www.researchgate.net/publication/259043245-Terranova_a_popular_pierre-simili_cladding_Strategies_and_techniques_for_restoration (geraadpleegd op 15 februari 2019).

DE BOUW M., GOVAERTS Y., MEULEBROECK W. & VERDONCK A. 2014: Evaluation of contemporary techniques for the restauration of stone imitating renders: a Belgian case study. In: CHAVEZ M. & PENA F. (eds.) *SAHC 2014, 9th International conference on structural analysis of historical constructions* [online], <http://www.hms.civil.uminho.pt/sahc/2014/topic13-fullpaper011.pdf>, (geraadpleegd op 17 januari 2018).

DE BOUW M., GOVAERTS Y., MEULEBROECK W. & VERDONCK A. 2014: The introduction of ready-mix rendering mortars for stone imitation in Belgium (1920-1940). In: CAMBELL J., ANDREWS W., BILL N., DRAPER K., FLEMING P. & PAN Y. (eds.), *Proceedings of the First Conference of the Construction History Society* [online], https://www.researchgate.net/publication/261805091-The_introduction_of_ready-mix_rendering_mortars_for_stone_imitation_in_Belgium_1920-1940 (geraadpleegd op 20 februari 2018).

DE BOUW M., GOVAERTS Y., MEULEBROECK W. & VERDONCK A. 2015: Development of artificial stone imitations at the turn of the 20th century through patent analysis in a Belgian context. In: BOWEN B., FRIEDMAN D., LESLIE T. & OCHSENDORF J. (eds.), *Proceedings of the Fifth International Congress on Construction History* [online], [https://cris.vub.be/en/publications/development-of-artificial-stone-imitations-at-the-turn-of-the-20th-century-through-patent-analysis-in-a-belgian-context\(98434893-c724-4898-be6c-480074d790c4\).html](https://cris.vub.be/en/publications/development-of-artificial-stone-imitations-at-the-turn-of-the-20th-century-through-patent-analysis-in-a-belgian-context(98434893-c724-4898-be6c-480074d790c4).html) (geraadpleegd op 20 februari 2018).

DE BOUW M., GOVAERTS Y., MEULEBROECK W. & VERDONCK A. 2016: The many faces of early 20th century stone imitations in Belgium. In: VAN BALEN K. & VERSTRYNGE E. (eds.), *Structural analysis of historical constructions, anamnesis, diagnosis, therapy, controls*, Leiden, 542-549.

DE BRUYN R. & PIEN A. 1995: *Gevelreiniging*, technische voorlichting WTCB 197, Brussel.

DE BRUYN R., PIEN A. & VANHELLEMONT Y. 2004: *Gevelreiniging*, Gids voor de restauratie van metselwerk 3, WTCB, Brussel.

DE BRUYN R., PIEN A. & VANHELLEMONT Y. 2008: *Gevelafwerking en gevelbescherming*, Gids voor de restauratie van metselwerk 5, WTCB, Brussel.

DE CEUKELAIRE M., DUSAR M. & WALSTRA J. 2014: Natuursteengebruik als urbanisatie-indicator stadskern Leuven. In: DE CLERCQ H. & QUIST W. (ed.), *Betekenisvol gebruik van natuursteen*, Brussel, 109-145.

DECEUNINCK M. & VERDONCK A. 2016: Gevelafwerkingen in Vlaanderen van de middeleeuwen tot de 20e eeuw: een synthese, *M&L monumenten, landschappen en archeologie*. 35.5, 4-25.

DEKEYSER L., VERDONCK A. & DE CLERCQ H. 2014: Pierre-simili and cimorné cladding: from modern craftsmanship to contemporary renovation techniques. In: BREBBIA, C.A. & BINDA L. (eds.), *Structural Repairs and Maintenance of Heritage Architecture XII* [online], <http://www.hms.civil.uminho.pt/sahc/2014/topic13-fullpaper011.pdf>, (geraadpleegd op 15 februari 2019).

DE CLERCQ H., DEKEYSER L. & VERDONCK A. 2014: Decoratieve afwerkingssystemen: cimorné gevelbepleistering: met cementmortel en glasafval een sierpleister creëren. In: *Handboek Onderhoud, Renovatie en Restauratie*, Band 5, rubriek II.3, s.l., 61-180.

DE NAEYER A., DUSAR M. & DREESEN R. 2006: Bouwmaterialen. Natuursteen. In: *Handboek Onderhoud, Renovatie en Restauratie*, Band 6, rubriek II.3., s.l.

DOOMS B., JACOBS J. & POLLET V. 2007: *Herstelling en bescherming van beton*, technische voorlichting WTCB 231, Brussel.

GELDOF G. P., WILLEMSSEN P. W. A. & SCHLEICHER H. G. 1969: *Stukadoren*, Culemborg.

GOVAERTS Y. 2012: *Materiaaltechnisch onderzoek van Pierre Simili gevelafwerking: De terranova bepleistering van De Roma (1928) te Borgerhout*, onuitgegeven meesterproef tot het behalen van de graad van Master in de Ingenieurswetenschappen-Architectuur, Vrije Universiteit Brussel.

GOVAERTS Y. 2015: *Kunststeen en steenimitatie pleisters in het verleden. Overzicht, Technieken en Patenten* [PowerPoint-presentatie in opdracht van de Vrije Universiteit Brussel, gefinancierd door IWT], Heusden-Zolder. (Onuitgegeven.)

GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen.

HAYEN R. 2010: Herstmortels, breed uitgesmeerd. In: DE CLERCQ H., & HAYEN R. (eds.), *Versteend erfgoed, omgaan met herstmortel en kunststeen*, Brussel, 4-19.

HENRIQUEZ W. 1927: Les pierres artificielles dans la construction. In: *La Technique des Travaux* 3.12, s.l., 637-646.

HOORNAERT L. & De ROY J. 2010: Deontologisch gebruik van herstmortels bij de restauratie van beeldhouwwerk. In: DE CLERCQ H., & HAYEN R. (eds.), *Versteend erfgoed, omgaan met herstmortel en kunststeen*, Brussel, 39-56.

KELLY A. 1990: *Mrs Coad's stone*, The Self Publishing Association Ltd, Worcs.

LUBELLI B., NIJLAND T. & VAN HEES R. 2018: Steenreparatiemortels: criteria voor het maken van een keuze. In: VAN HEES R., VERNIMME N. & QUIST W. (eds.), *Reparatie van steenachtige materialen*, Breda.

OOSTERHOF A.P. 1932: *Handboek voor den stucadoor*, Amsterdam.

PETERS S. 2013: Gietwerk: Siliconen en EPS gietmallen voor monumentale ornamenten in kunststeen. Casestudie: Centraal Station Antwerpen. In: *Handboek Onderhoud, Renovatie en Restauratie*, band 9, rubriek III, s.l., 51-74.

SCHROYEN H. 2015: *Presentatie Twinplast*, onuitgegeven verslag agentschap Onroerend Erfgoed.

SCHROYEN H. 2019: *Kunststeen*, Afwegingskaders Agentschap Onroerend Erfgoed 7, Brussel.

SCHROYEN H. 2020: *Natuursteenimitatie, proefreiniging simili-pierre*. Onuitgegeven rapport agentschap Onroerend Erfgoed.

S.N. 1924: Echos. Nouveau procédés de mélange des matériaux et des liants dans la fabrication du béton et des pierres artificielles, *Revue mensuelle Belge La Cité Architecture Urbanisme Art Public* 4.8, 160.

S.N. 1929: *Béton de ciment Portland artificiel. Blocs et murs en béton pierre artificielle décoration élémentaire*, Brochures de vulgarisation Groupement professionnel des fabricants de ciment Portland artificiel de Belgique 7, Brussel.

S.N. 1929: La pierre armée, *L'Emulation revue mensuelle d'architecture* 49.1, 7-8.

S.N. 1956: La pierre artificielle dans la construction modern, *Habitat et habitations* 16.1, XIII-XVIII.

S.N. 2007: *Verweerde natuurstenen sierelementen vervangen door gietmortel*, onuitgegeven nota agentschap Onroerend Erfgoed.

S.N. 2014: *O/ref.: 510/61143/WVDS/PT*, WTCB, Brussel, onuitgegeven proefverslag.

VADSTRUP S. 2008: *Conservation of plaster architecture on facades, working techniques and repair methods*, Lyngby, onuitgegeven.

VAN DER KLOES J.A. 1923: *Onze bouwmaterialen, deel II Kunststeen*, derde herdruk, Amsterdam.

VANDEVOORDE D. 2006: *Restauratiedossier: Negentiende-eeuwse tuinvaas in portlandcement*, onuitgegeven verhandeling, Antwerpen, opleiding conservatie/restauratie Steen.

VANDEVOORDE D. 2018: Steenherstel, mogelijkheden en restricties. In: VAN HEES R., VERNIMME N. & QUIST W. (eds.), *Reparatie van steenachtige materialen*, Breda, 1-22.

VANHELLEMONT Y., VAN PEER W. & VERNIMME N. (red.) 2011: *Module Natuur- en Baksteenherstel*, Opleiding restauratievakman moderne bouwchemie, VIOE, Brussel.

VANHELLEMONT Y., VAN PEER W. & VERNIMME N. (red.) 2011: *Module Gevelreiniging*, Opleiding restauratievakman moderne bouwchemie, VIOE, Brussel.

VAN LAER P. 2018: 30 jaar ervaring met het aanhalen met restauratiemortels. In: VAN HEES R., VERNIMME N. & QUIST W. (eds.), *Reparatie van steenachtige materialen*, Breda.

MONDELINGE BRONNEN

Informatie verkregen van D. Vandevoorde (8 december 2020).

Mondelinge informatie verkrijgen van Y. Govaerts (27 mei 2019).

Mondelinge informatie verkregen van D. Vandevoorde (5 februari 2020).

Mondelinge informatie verkrijgen van JP Jordens (17 augustus 2020).

Mondelinge informatie verkrijgen van Lapis Arte (26 augustus 2020).

Mondelinge informatie verkrijgen van Renotec (26 juni 2020).

FIGURENLIJST

Figuur 10:

ARENDSSEN G. & VRIEND J.J. s.d.: *Constructie en uitvoering van modern stucadoorwerk, Handboek voor architecten, bouwkundigen en stucadoors*, Amsterdam.

Jaartal: /

Pagina: cover.

Uitgever: Kosmos

Collectie: Agentschap OE

Figuur 11:

Serie: Brochures de vulgarisation: Groupement Professionnel des Fabricants de Ciment Portland Artificiel de Belgique
Volume 7: Béton de ciment Portland artificiel. Blocs et murs en béton pierre artificielle décoration élémentaire

Jaartal : 1929

Pagina: cover.

Uitgever: Groupement professionnel des fabricants de ciment Portland artificiel de Belgique

Collectie: Agentschap OE

Figuur 12:

Afbeelding bovenaan links

L'art de Batir

Serie: Architecture Urbanisme Habitation

Jaar: 1944

Volume: 5-12 (mei-december)

Pagina: X

Collectie: Agentschap OE

Figuur 12:

Afbeelding boven rechts en onder-links

L'Emulation Revue mensuelle d'architecture

Jaartal 1929

Volume: 49/3

Pagina: 30, 32

Uitgever: Société centrale d'architecture de Belgique

Collectie: Agentschap OE

Figuur 12:

Afbeelding onder-rechts

De Bouwgids

Jaartal: 1930

Volume: 22/11

Pagina: 231-258

Uitgever: De Bouwgids

Collectie: Agentschap OE

Figuur 16:

L'Emulation Revue mensuelle d'architecture

Jaartal 1929

Volume: 49/1, 49/3 en 49/8

Pagina: 47, 51, 28

Uitgever: Société centrale d'architecture de Belgique

Collectie: Agentschap OE

Figuur Hoofdstuk 3

L'Emulation Revue mensuelle d'architecture

Jaartal 1929

Volume: 49/8

Pagina: 34

Uitgever: Société centrale d'architecture de Belgique

Collectie: Agentschap OE

Figuur 19:

Geldof G. P., Willemsen P. W. A. & Schleicher H. G.: *Stukadoren*, Culemborg Nederland.

Jaartal: 1969

Pagina: 32

Uitgever: technische uitgeverij H.Stam N.V.

Collectie: JP Jordens

Figuur 20:

ARENDSSEN G. & VRIEND J.J. : *Constructie en uitvoering van modern stucadoorwerk, Handboek voor architecten, bouwkundigen en stucadoors*, Amsterdam.

Jaartal: /

Pagina: 53

Uitgever: Kosmos

Collectie: Agentschap OE

Figuur 22:

Geldof G. P., Willemsen P. W. A. & Schleicher H. G.: *Stukadoren*, Culemborg Nederland.

Jaartal: 1969

Pagina: 19

Uitgever: technische uitgeverij H.Stam N.V.

Collectie: JP Jordens

Figuur 23:

ARENDSSEN G. & VRIEND J.J. : *Constructie en uitvoering van modern stucadoorwerk, Handboek voor architecten, bouwkundigen en stucadoors*, Amsterdam.

Jaartal: /

Pagina: 54

Uitgever: Kosmos

Collectie: Agentschap OE

Figuur 25:

ARENDSSEN G. & VRIEND J.J. : *Constructie en uitvoering van modern stucadoorwerk, Handboek voor architecten, bouwkundigen en stucadoors*, Amsterdam.

Jaartal : /

Pagina: 78

Uitgever: Kosmos

Collectie: Agentschap OE

Figuur 26:

Serie: Brochures de vulgarisation: Groupement Professionnel des Fabricants de Ciment Portland Artificiel de Belgique

Volume 7:Béton de ciment Portland artificiel. Blocs et murs en béton pierre artificielle décoration élémentaire

Jaartal : 1929

Pagina: 48, 49, 51 en 53.

Uitgever: Groupement professionnel des fabricants de ciment Portland artificiel de Belgique

Collectie: Agentschap OE

Figuur 27:

Serie: Brochures de vulgarisation: Groupement Professionnel des Fabricants de Ciment Portland Artificiel de Belgique
Volume 7: Béton de ciment Portland artificiel. Blocs et murs en béton pierre artificielle décoration élémentaire

Jaartal : 1929

Pagina: 10

Uitgever: Groupement professionnel des fabricants de ciment Portland artificiel de Belgique

Collectie: Agentschap OE

Figuur 70:

Ciments & bétons S.A. Ancienne firme Blaton-Aubert. Série de prix
handelscatalogus

gepubliceerd op maandag 31 december 1888

pagina: 33

Collectie en copyright: het MOT, Grimbergen

Figuur 78:

GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*. Onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen.

Pagina: 392

Copyright: Y. Govaerts

Figuur 89:

Poptie A 1948: *Handboek voor den stucadoor, Deel II*.

Jaartal: 1948

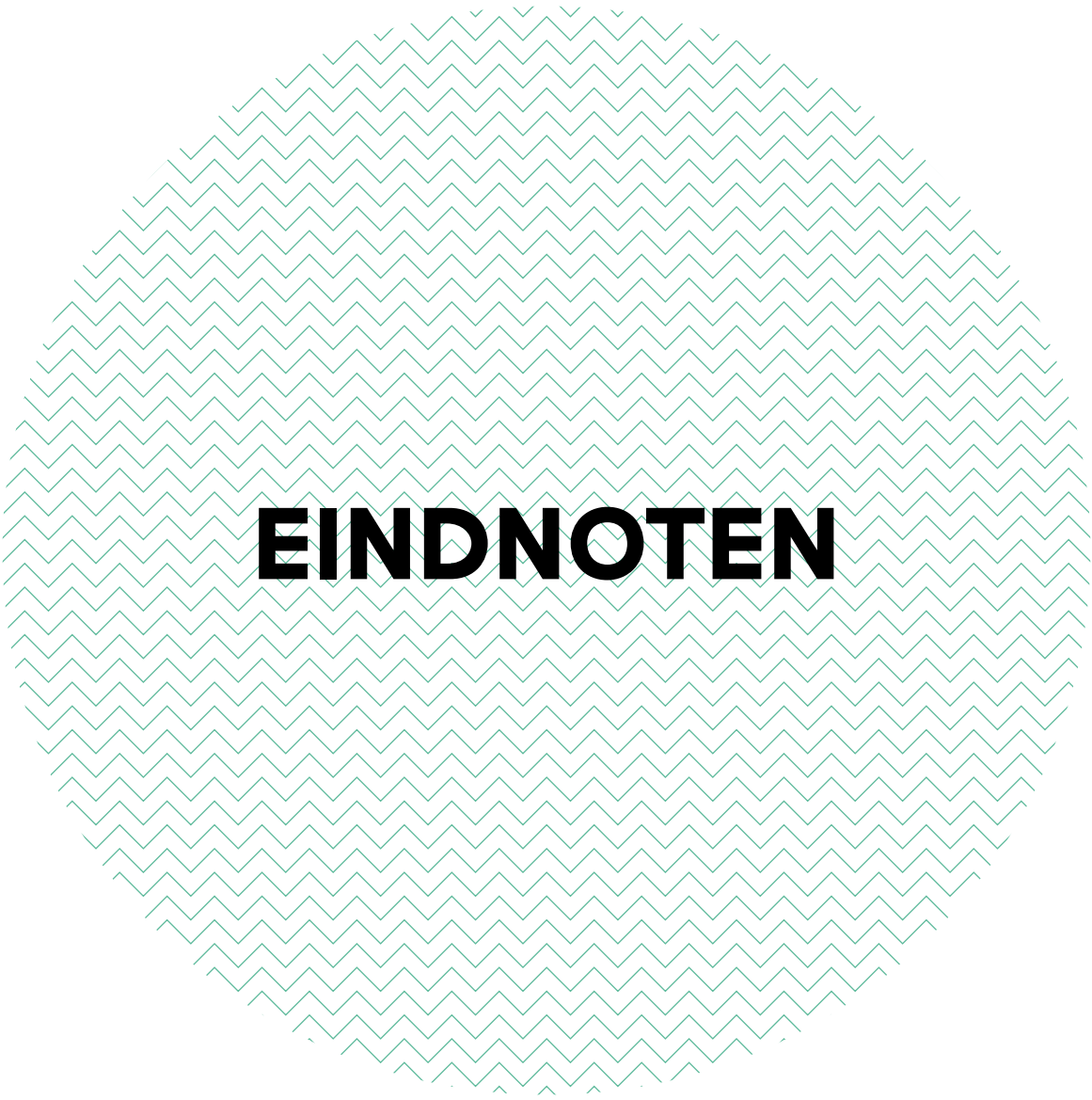
Pagina: 16

Uitgever: De technische uitgeverij H. Stam.

Collectie: JP Jordens



koloniale Hogeschool, afwerking in simili (Terranova) en kunststeen. Antwerpen Copyright Onroerend Erfgoed / Foto Kris Vandevorst.



EINDNOTEN

EINDNOTEN

- 1 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, Onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen.
- 2 Ibid., 24.
- 3 DE BRUYN R. & PIEN A. 1995: *Gevelreiniging, technische voorlichting WTCB 197*, Brussel, 8.
- 4 Ibid.
- 5 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 25.
- 6 BAEK M., DE CLERCQ L., DEKEYSER L., SNAET J., TOURNEUR F. & VERDONCK A. 2010: *Steen & co*, Brussel, 156.
- 7 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 25-27.
- 8 Ibid.
- 9 BAEK M., DE CLERCQ L., DEKEYSER L., SNAET J., TOURNEUR F. & VERDONCK A. 2010: *Steen & co*, Brussel, 149-150.
- 10 Ibid., 152.
- 11 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 26.
- 12 DE CEUKELAIRE M., DUSAR M. & WALSTRA J. 2014: *Natuursteengebruik als urbanisatie-indicator stadskern Leuven in: DE CLERCQ H. & QUIST W. (ed.), Betekenisvol gebruik van natuursteen*, Brussel, 116.
- 13 Ibid., 120-121.
- 14 DE BOUW M., GOVAERTS Y., MEULEBROECK W & VERDONCK A. 2015: *Development of artificial stone imitations at the turn of the 20th century through patent analysis in a Belgian context in: BOWEN B., FRIEDMAN D., LESLIE T. & OCHSENDORF J. (eds.) Proceedings of the Fifth International Congress on Construction History* [online], [https://cris.vub.be/en/publications/development-of-artificial-stone-imitations-at-the-turn-of-the-20th-century-through-patent-analysis-in-a-belgian-context\(98434893-c724-4898-be6c-4-80074d790c4\).html](https://cris.vub.be/en/publications/development-of-artificial-stone-imitations-at-the-turn-of-the-20th-century-through-patent-analysis-in-a-belgian-context(98434893-c724-4898-be6c-4-80074d790c4).html) (geraadpleegd op 20 februari 2018).
- 15 Ibid.
- 16 DECEUNINCK M. & VERDONCK A. 2016: *Gevelafwerkingen in Vlaanderen van de middeleeuwen tot de 20e eeuw: een synthese*, M&L monumenten, landschappen en archeologie. 35.5, 12.
- 17 DE BOUW M., GOVAERTS Y., MEULEBROECK W & VERDONCK A. 2015: *Development of artificial stone imitations at the turn of the 20th century through patent analysis in a Belgian context in: BOWEN B., FRIEDMAN D., LESLIE T. & OCHSENDORF J. (eds.) Proceedings of the Fifth International Congress on Construction History* [online], [https://cris.vub.be/en/publications/development-of-artificial-stone-imitations-at-the-turn-of-the-20th-century-through-patent-analysis-in-a-belgian-context\(98434893-c724-4898-be6c-4-80074d790c4\).html](https://cris.vub.be/en/publications/development-of-artificial-stone-imitations-at-the-turn-of-the-20th-century-through-patent-analysis-in-a-belgian-context(98434893-c724-4898-be6c-4-80074d790c4).html) (geraadpleegd op 20 februari 2018).
- 18 BAEK M., DE CLERCQ L., DEKEYSER L., SNAET J., TOURNEUR F. & VERDONCK A. 2010: *Steen & co*, Brussel, 144.
- 19 DECEUNINCK M. & VERDONCK A. 2016: *Gevelafwerkingen in Vlaanderen van de middeleeuwen tot de 20e eeuw: een synthese*, M&L monumenten, landschappen en archeologie. 35.5, 13-14.
- 20 GOVAERTS Y. 2012: *Materiaaltechnisch onderzoek van Pierre Simili gevelafwerking: De terranova bepleistering van De Roma (1928) te Borgerhout*, meesterproef tot het behalen van de graad van Master in de Ingenieurswetenschappen-Architectuur, Vrije Universiteit Brussel, 43.
- 21 Ibid.
- 22 Ibid., 42.
- 23 DE CLERCQ H., DEKEYSER L. & VERDONCK A. 2014: *Decoratieve afwerkingssystemen: cimorné gevelbepleistering: met cementmortel en glasafval een sierpleister creëren*, In: *Handboek Onderhoud, Renovatie en Restauratie* Band 5, rubriek II.3, s.l., 61-118.
- 24 Ibid., 64.
- 25 BAEK M., DE CLERCQ L., DEKEYSER L., SNAET J., TOURNEUR F. & VERDONCK A. 2010: *Steen & co*, Brussel, 149.
- 26 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 25.
- 27 ARNOLD B. 2012: *Was ist Kunststein? Geschichte und Verwendung in: ARNOLD B. (red.), 800 Jahre Kunststein, vom Imitat zum Kunstgut*, Zossen, 9.

- 28 Ibid., 10.
- 29 BOT P. 2009: *Vademecum historische bouwmaterialen, installaties en infrastructuur*, Alphen aan de Maas, 155.
- 30 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 25.
- 31 BOT P. 2009: *Vademecum historische bouwmaterialen, installaties en infrastructuur*, Alphen aan de Maas, 155.
- 32 KELLY A. 1990: *Mrs Coad's stone*, The Self Publishing Association Ltd, Worcs.
- 33 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 29.
- 34 BOT P. 2009: *Vademecum historische bouwmaterialen, installaties en infrastructuur*, Alphen aan de Maas, 155-174.
- 35 ARNOLD B. 2012: *Was ist Kunststein? Geschichte und Verwendung in*: ARNOLD B. (red.), *800 Jahre Kunststein, vom Imitat zum Kunstgut*, Zossen, 11.
- 36 BOT P. 2009: *Vademecum historische bouwmaterialen, installaties en infrastructuur*, Alphen aan de Maas, 355-356.
- 37 DE BOUW M., GOVAERTS Y., MEULEBROECK W & VERDONCK A. 2015: *Development of artificial stone imitations at the turn of the 20th century through patent analysis in a Belgian context in*: BOWEN B., FRIEDMAN D., LESLIE T. & OCHSENDORF J. (eds.) *Proceedings of the Fifth International Congress on Construction History* [online], [https://cris.vub.be/en/publications/development-of-artificial-stone-imitations-at-the-turn-of-the-20th-century-through-patent-analysis-in-a-belgian-context\(98434893-c724-4898-be6c-4-80074d790c4\).html](https://cris.vub.be/en/publications/development-of-artificial-stone-imitations-at-the-turn-of-the-20th-century-through-patent-analysis-in-a-belgian-context(98434893-c724-4898-be6c-4-80074d790c4).html) (geraadpleegd op 20 februari 2018).
- 38 Ibid.
- 39 Ibid.
- 40 Ibid.
- 41 Ibid.
- 42 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 77.
- 43 Ibid., 51.
- 44 DE BOUW M., GOVAERTS Y., MEULEBROECK W & VERDONCK A.: *Development of artificial stone imitations at the turn of the 20th century through patent analysis in a Belgian context in*: BOWEN B., FRIEDMAN D., LESLIE T. & OCHSENDORF J. (eds.) *Proceedings of the Fifth International Congress on Construction History* [online], [https://cris.vub.be/en/publications/development-of-artificial-stone-imitations-at-the-turn-of-the-20th-century-through-patent-analysis-in-a-belgian-context\(98434893-c724-4898-be6c-4-80074d790c4\).html](https://cris.vub.be/en/publications/development-of-artificial-stone-imitations-at-the-turn-of-the-20th-century-through-patent-analysis-in-a-belgian-context(98434893-c724-4898-be6c-4-80074d790c4).html) (geraadpleegd op 20 februari 2018).
- 45 Ibid.
- 46 DE CEUKELAIRE M., DUSAR M. & WALSTRA J. 2014: *Natuursteengebruik als urbanisatie-indicator stadskern Leuven in*: DE CLERCQ H. & QUIST W. (ed.), *Betekenisvol gebruik van natuursteen*, Brussel, 109-145.
- 47 Ibid.
- 48 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 109.
- 49 Ibid., 110.
- 50 BAEK M., DE CLERCQ L., DEKEYSER L., SNAET J., TOURNEUR F. & VERDONCK A. 2010: *Steen & co*, Brussel, 156.
- 51 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 99.
- 52 Ibid., 27.
- 53 Ibid..
- 54 DE BOUW M., GOVAERTS Y., MEULEBROECK W & VERDONCK A. 2016: *The many faces of early 20th century stone imitations in Belgium in*: VAN BALEN K. & VERSTRYNGE E. (eds.), *Structural analysis of historical constructions, anamnesis, diagnosis, therapy, controls*, Leiden, 543.
- 55 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 28,100.
- 56 DE CLERCQ H., DEKEYSER L. & VERDONCK A. 2014: *Decoratieve afwerkingssystemen: cimorné gevelbepleistering; met cementmortel en glasafval een sierpleister creëren*, in: *Handboek Onderhoud, Renovatie en Restauratie* Band 5, rubriek II.3, s.l. 65.

- 57 DE CEUKELAIRE M., DUSAR M. & WALSTRA J. 2014: *Natuursteengebruik als urbanisatie-indicator stadskern Leuven* in: DE CLERCQ H. & QUIST W. (ed.), *Betekenisvol gebruik van natuursteen*, Brussel, 109-126.
- 58 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 29, 42.
- 59 GOVAERTS Y. 2012: *Materiaaltechnisch onderzoek van Pierre Simili gevelafwerking: De terranova bepleistering van De Roma (1928) te Borgerhout*, meesterproef tot het behalen van de graad van Master in de Ingenieurswetenschappen-Architectuur, Vrije Universiteit Brussel, 42-43.
- 60 BAEK M., DE CLERCQ L., DEKEYSER L., SNAET J., TOURNEUR F. & VERDONCK A. 2010: *Steen & co*, Brussel 149.
- 61 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 31.
- 62 DE BOUW M., GOVAERTS Y., MEULEBROECK W. & VERDONCK A. 2014: *The introduction of ready-mix rendering mortars for stone imitation in Belgium (1920-1940)* in: CAMBELL J., ANDREWS W., BILL N., DRAPER K., FLEMING P. & PAN Y (eds.) *Proceedings of the First Conference of the Construction History Society* [online], https://www.researchgate.net/publication/261805091_The_introduction_of_ready-mix_rendering_mortars_for_stone_imitation_in_Belgium_1920-1940 (geraadpleegd op 20 februari 2018), 2.
- 63 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 35.
- 64 Ibid., 35.
- 65 Ibid., 24.
- 66 Ibid., 44.
- 67 Ibid., 45, 174.
- 68 Ibid.
- 69 Ibid., 46.
- 70 Ibid., 100.
- 71 Ibid., 45, 48.
- 72 Ibid., 45.
- 73 BAEK M., DE CLERCQ L., DEKEYSER L., SNAET J., TOURNEUR F. & VERDONCK A. 2010: *Steen & co*, Brussel, 146-148.
- 74 Ibid.
- 75 Ibid.
- 76 Ibid.
- 77 Ibid.
- 78 Ibid., 148, 158.
- 79 Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium - Institut royal du Patrimoine artistique.
- 80 BAEK M., DE CLERCQ L., DEKEYSER L., SNAET J., TOURNEUR F. & VERDONCK A. 2010: *Steen & co*, Brussel, 158.
- 81 Ibid.
- 82 Ibid.
- 83 VANDEVOORDE D. 2006: *Restauratiedossier: Negentiende-eeuwse tuinvaas in portlandcement*, Onuitgegeven verhandeling, Antwerpen, opleiding conservatie/restauratie Steen, 52-53.
- 84 Ibid., 53.
- 85 Ibid.
- 86 Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf.
- 87 S.N. 2014: O/ref.: 510/61143/WVDS/PT, Onuitgegeven proefverslag, WTCB, Brussel.
- 88 DE NAEYER A., DUSAR M. & DREESEN R. 2006: *Bouwmaterialen. Natuursteen*. In: *Handboek Onderhoud, Renovatie en Restauratie* Band 6, rubriek II:3, s.l., 37.
- 89 BAEK M., DE CLERCQ L., DEKEYSER L., SNAET J., TOURNEUR F. & VERDONCK A. 2010: *Steen & co*, Brussel, 154.
- 90 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 117.
- 91 ARENDS G.J., JANSE H. & VAN ELDIK C.H. 1989: *Compendium constructies, gebouwen 1800-1940*, Bouwtechniek in Nederland 3, Delft, 103.

- 92 VADSTRUP S. 2008: *Conservation of plaster architecture on facades, working techniques and repair methods*, Lyngby, onuitgegeven, 27.
- 93 ARENDS G.J., JANSE H. & VAN ELDIK C.H. 1989: *Compendium constructies, gebouwen 1800-1940*, Bouwtechniek in Nederland 3, Delft, 103.
- 94 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 126.
- 95 Ibid.
- 96 Ibid., 127.
- 97 Ibid., 126-127.
- 98 DE NAEYER A., DUSAR M. & DREESEN R. 2006: Bouwmaterialen. Natuursteen. In: *Handboek Onderhoud, Renovatie en Restauratie*, Band 6, rubriek II;3, s.l., 47.
- 99 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 125.
- 100 DE NAEYER A., DUSAR M. & DREESEN R. 2006: Bouwmaterialen. Natuursteen. In: *Handboek Onderhoud, Renovatie en Restauratie*, Band 6, rubriek II;3, s.l., 64.
- 101 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 131-132.
- 102 Ibid., 131.
- 103 Ibid., 130.
- 104 Ibid., 122.
- 105 Ibid.
- 106 Ibid.
- 107 Mondelinge informatie verkregen van Y. Govaerts (27 mei 2019).
- 108 DE BOUW M., GOVAERTS Y., MEULEBROECK W & VERDONCK A. 2016: The many faces of early 20th century stone imitations in Belgium in: VAN BALEN K. & VERSTRYNGE E. (eds.), *Structural analysis of historical constructions, anamnesis, diagnosis, therapy, controls*, Leiden, 546.
- 109 GOVAERTS Y. 2012: *Materiaaltechnisch onderzoek van Pierre Simili gevelafwerking: De terranova bepleistering van De Roma (1928) te Borgerhout*, meesterproef tot het behalen van de graad van Master in de Ingenieurswetenschappen-Architectuur, Vrije Universiteit Brussel, 82.
- 110 Ibid., 122.
- 111 Ibid., 84.
- 112 Ibid., 82.
- 113 Ibid., 118.
- 114 BAEK M., DE CLERCQ L., DEKEYSER L., SNAET J., TOURNEUR F. & VERDONCK A. 2010: *Steen & co*, Brussel, 153.
- 115 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 118.
- 116 Ibid., 118.
- 117 Ibid., 118.
- 118 Ibid., 126-127.
- 119 Ibid., 119.
- 120 Ibid., 118.
- 121 De erfgoedwaarde van een monument wordt steeds bepaald door het wegen of beoordelen van meerdere waarden, in combinatie met criteria. Deze zijn in onze wetgeving verankerd. In het Onroerenderfgoeddecreet (artikel 2.1) worden dertien erfgoedwaarden opgesomd. In het Onroerenderfgoedbesluit (artikel 4.1.5) zijn de vijf selectiecriteria opgenomen.
- 122 Zie: <https://geo.onroerenderfgoed.be/>
- 123 Zie: <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/>
- 124 De definities zijn opgenomen in het MB van 17 juli 2015 tot vaststelling van de inventarismethodologie voor de inventaris van bouwkundig erfgoed.

- 125 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 112.
- 126 Ibid., 100.
- 127 Ibid., 220.
- 128 HOORNAERT L & De ROY J. 2010: *Deontologisch gebruik van herstelmortels bij de restauratie van beeldhouwwerk* in: DE CLERCQ H., & HAYEN R. (eds.), *Versteend erfgoed, omgaan met herstelmortel en kunststeen*, Brussel, 42.
- 129 BRANS E., 2012: *Rol van een architect bij het toepassen van natuursteen in de restauratie* in: DE CLERCQ H., VAN GEMERT D. & VAN HEES R. (ed.), *Natuursteen natuurlijk!?*, Aarschot, 1.
- 130 VANHELLEMONT Y., VAN PEER W. & VERNIMME N. (red) 2011: *Module Natuur- en Baksteenherstel*, Opleiding restauratievakman moderne bouwchemie, VIOE, Brussel, 10.
- 131 In de bibliografie zijn enkele referentiewerken opgenomen.
- 132 Informatie verkregen van D. Vandevoorde (8 december 2020).
- 133 SCHROYEN H. 2019: *Kunststeen, Afwegingskaders agentschap Onroerend Erfgoed nr. 7*, Agentschap Onroerend Erfgoed, Brussel, 7.
- 134 BECUWE F., DEBONNE V. & LENAERTS T. 2017: *Gebouwde Histories, Handleiding voor bouwhistorisch onderzoek*, Handleiding agentschap Onroerend Erfgoed, Brussel.
- 135 SCHROYEN H. 2019: *Kunststeen, Afwegingskaders agentschap Onroerend Erfgoed nr. 7*, Agentschap Onroerend Erfgoed, Brussel, 10.
- 136 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen,, 234-235, 456.
- 137 Ibid., 456.
- 138 Ibid.
- 139 Ibid., 238.
- 140 VANDEVOORDE. D, 2018: *Steenherstel, mogelijkheden en restricties* in: VAN HEES R., VERNIMME N. & QUIST W., (eds.), *Reparatie van steenachtige materialen*, Breda,1.
- 141 VANHELLEMONT Y., VAN PEER W. & VERNIMME N. (red) 2011: *Module Natuur- en Baksteenherstel*, Opleiding restauratievakman moderne bouwchemie, VIOE, Brussel, 17.
- 142 Ibid.
- 143 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 458.
- 144 Ibid., 224.
- 145 Ibid., 251.
- 146 Ibid., 458.
- 147 Ibid.
- 148 Ibid.
- 149 Ibid.
- 150 Ibid., 254.
- 151 Ibid., 220, 236.
- 152 Ibid., 222.
- 153 Ibid., 466.
- 154 Ibid., 227.
- 155 VANDEVOORDE. D, 2018: *Steenherstel, mogelijkheden en restricties* in: VAN HEES R., VERNIMME N. & QUIST W., (eds.), *Reparatie van steenachtige materialen*, Breda,4.
- 156 BERTRAND J. (red) 2019: *Gevels in zichtbare materialen, reinigen en restaureren*, brochure Homegrade, Brussel, 3.
- 157 Ibid.
- 158 Ibid.
- 159 DE BRUYN R., PIEN A. & VANHELLEMONT Y. 2004: *Gevelreiniging*, Gids voor de restauratie van metselwerk deel 3, WTCB, Brussel, 29.

- 160 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 458, 459.
- 161 Ibid.
- 162 Ibid., 459.
- 163 Ibid., 459.
- 164 DE BRUYN R., PIEN A. & VANHELLEMONT Y. 2004: *Gevelreiniging*, Gids voor de restauratie van metselwerk deel 3, WTCB, Brussel.
- 165 VANHELLEMONT Y., VAN PEER W. & VERNIMME N. (red) 2011: *Module Gevelreiniging*, Opleiding restauratievakman moderne bouwchemie, VIOE, Brussel.
- 166 DE BRUYN R., PIEN A. & VANHELLEMONT Y. 2004: *Gevelreiniging*, Gids voor de restauratie van metselwerk deel 3, WTCB, Brussel, 29.
- 167 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 392.
- 168 Ibid., 459.
- 169 Ibid., 243, 209.
- 170 BERTRAND J. (red) 2019: *Gevels in zichtbare materialen, reinigen en restaureren*, brochure, Homegrade, Brussel, 14.
- 171 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 459.
- 172 Ibid.
- 173 Ibid.
- 174 Ibid., 212.
- 175 Ibid., 213, 214.
- 176 Ibid., 459.
- 177 Ibid., 459, 460.
- 178 BERTRAND J. (red) 2019: *Gevels in zichtbare materialen, reinigen en restaureren*, brochure, Homegrade, Brussel, 19.
- 179 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 459.
- 180 DE BRUYN R., PIEN A. & VANHELLEMONT Y. 2004: *Gevelreiniging*, Gids voor de restauratie van metselwerk deel 3, WTCB, Brussel, 73.
- 181 Ibid.
- 182 VANHELLEMONT Y., VAN PEER W. & VERNIMME N. (red) (2011): *Module Natuur- en Baksteenherstel*, Opleiding restauratievakman moderne bouwchemie, VIOE, Brussel, 20.
- 183 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 460.
- 184 Ibid.
- 185 Ibid.
- 186 VANHELLEMONT Y., VAN PEER W. & VERNIMME N. (red) 2011: *Module Natuur- en Baksteenherstel*, Opleiding restauratievakman moderne bouwchemie, VIOE, Brussel, 20.
- 187 VAN LAER P. 2018: *30 jaar ervaring met het aanhelen met restauratiemortels* in: VAN HEES R., VERNIMME N. & QUIST W., (eds.), *Reparatie van steenachtige materialen*, Breda, 3.
- 188 VANHELLEMONT Y., VAN PEER W. & VERNIMME N. (red) 2011: *Module Natuur- en Baksteenherstel*, Opleiding restauratievakman moderne bouwchemie, VIOE, Brussel, 22.
- 189 Ibid., 21.
- 190 Informatie verkregen van D. Vandevoorde (8 december 2020).
- 191 BAEK M., DE CLERCQ L., DEKEYSER L., SNAET J., TOURNEUR F. & VERDONCK A. 2010: *Steen & co*, Brussel, 163.
- 192 Ibid.
- 193 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 463.
- 194 Ibid., 465.

- 195 VANHELLEMONT Y., VAN PEER W. & VERNIMME N. (red) 2011: *Module Natuur- en Baksteenherstel*, Opleiding restauratievakman moderne bouwchemie, VIOE, Brussel, 29, 30.
- 196 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 462.
- 197 Ibid.
- 198 HAYEN R. 2010: *Herstelmortels, breed uitgesmeerd*: DE CLERCQ H., & HAYEN R. (eds.), *Versteend erfgoed, omgaan met herstelmortel en kunststeen*, Brussel, 5.
- 199 Ibid., 13.
- 200 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 462.
- 201 Ibid., 462,463.
- 202 Ibid..
- 203 Ibid., 255.
- 204 Ibid., 463.
- 205 Ibid.
- 206 Ibid.
- 207 VANDEVOORDE. D, 2018: *Steenherstel, mogelijkheden en restricties* in: VAN HEES R., VERNIMME N. & QUIST W., (eds.), *Reparatie van steenachtige materialen*, Breda, 9.
- 208 BAEK M., DE CLERCQ L., DEKEYSER L., SNAET J., TOURNEUR F. & VERDONCK A. 2010: *Steen & co*, Brussel, 164.
- 209 VANDEVOORDE. D, 2018: *Steenherstel, mogelijkheden en restricties* in: VAN HEES R., VERNIMME N. & QUIST W., (eds.), *Reparatie van steenachtige materialen*, Breda, 5.
- 210 Ibid., 8.
- 211 VANHELLEMONT Y., VAN PEER W. & VERNIMME N. (red) 2011: *Module Natuur- en Baksteenherstel*, Opleiding restauratievakman moderne bouwchemie, VIOE, Brussel 27, 28.
- 212 Ibid., 27.
- 213 Ibid.
- 214 Ibid.
- 215 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 464, 465, 260.
- 216 Ibid., 465.
- 217 Ibid.
- 218 Ibid., 262
- 219 Ibid.
- 220 LUBELLI B., NIJLAND T. & VAN HEES R., 2018: *Steenreparatiemortels: criteria voor het maken van een keuze* in: VAN HEES R., VERNIMME N. & QUIST W., (eds.), *Reparatie van steenachtige materialen*, Breda, 7.
- 221 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 258.
- 222 Ibid., 259.
- 223 VANDEVOORDE D. 2006: *Restauratiedossier: Negentiende-eeuwse tuinvaas in portlandcement*, onuitgegeven verhandeling, Antwerpen, opleiding conservatie/restauratie Steen, 49.
- 224 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 259.
- 225 Ibid., 464.
- 226 Ibid., 260.
- 227 Ibid., 259.
- 228 Ibid., 101.

- 229 Ibid., 260.
- 230 Ibid., 465.
- 231 Ibid., 262.
- 232 Ibid., 260.
- 233 Tenzij expliciet anders vermeld is de informatie in dit hoofdstuk gebaseerd op de studie: GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen.
- 234 VANDEVOORDE. D, 2018: Steenherstel, mogelijkheden en restricties in: VAN HEES R., VERNIMME N. & QUIST W., (eds.), *Reparatie van steenachtige materialen*, Breda, 9.
- 235 VANHELLEMONT Y., VAN PEER W. & VERNIMME N. (red) 2011: *Module Natuur- en Baksteenherstel*, Opleiding restauratievakman moderne bouwchemie, VIOE, Brussel, 28.
- 236 Ibid.
- 237 Ibid., 32.
- 238 Ibid.
- 239 Ibid.
- 240 Ibid.
- 241 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 466.
- 242 VANHELLEMONT Y., VAN PEER W. & VERNIMME N. (red) 2011: *Module Natuur- en Baksteenherstel*, Opleiding restauratievakman moderne bouwchemie, VIOE, Brussel, 35.
- 243 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 466.
- 244 VANHELLEMONT Y., VAN PEER W. & VERNIMME N. (red) 2011: *Module Natuur- en Baksteenherstel*, Opleiding restauratievakman moderne bouwchemie, VIOE, Brussel, 23, 55.
- 245 Ibid., 24.
- 246 Ibid., 23.
- 247 Ibid.
- 248 Ibid., 24.
- 249 Ibid., 56.
- 250 DOOMS B., JACOBS J. & POLLET V. 2007: *Herstellen en beschermen van beton*, technische voorlichting WTCB 231, Brussel.
- 251 Ibid., 12, 13.
- 252 Ibid., 34.
- 253 Ibid.
- 254 VANHELLEMONT Y., VAN PEER W. & VERNIMME N. (red) 2011: *Module Natuur- en Baksteenherstel*, Opleiding restauratievakman moderne bouwchemie, VIOE, Brussel, 61.
- 255 Ibid.
- 256 SCHROYEN H. 2015: *Presentatie Twinplast*, onuitgegeven verslag agentschap Onroerend Erfgoed.
- 257 Ibid.
- 258 VANHELLEMONT Y., VAN PEER W. & VERNIMME N. (red) 2011: *Module Natuur- en Baksteenherstel*, Opleiding restauratievakman moderne bouwchemie, VIOE, Brussel, 72-74.
- 259 Ibid., 31, 41.
- 260 Ibid., 41-42.
- 261 Ibid., 43.
- 262 Ibid.
- 263 Ibid.
- 264 Ibid., 39.

- 265 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 267.
- 266 VANHELLEMONT Y., VAN PEER W. & VERNIMME N. (red) 2011: *Module Natuur- en Baksteenherstel*, Opleiding restauratievakman moderne bouwchemie, VIOE, Brussel, 39.
- 267 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 267.
- 268 Ibid., 466.
- 269 Ibid.
- 270 Ibid.
- 271 Ibid., 272, 273.
- 272 Ibid., 269.
- 273 Ibid.
- 274 SCHROYEN H. 2020: *Natuursteenimitatie, proefreiniging simili-pierre*, onuitgegeven rapport agentschap Onroerend Erfgoed, 21.
- 275 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 269.
- 276 SCHROYEN H. 2020: *Natuursteenimitatie, proefreiniging simili-pierre*, onuitgegeven rapport agentschap Onroerend Erfgoed, 20.
- 277 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 270.
- 278 Ibid.
- 279 DE BRUYN R., PIEN A. & VANHELLEMONT Y. 2004: *Gevelreiniging*, Gids voor de restauratie van metselwerk deel 3, WTCB, Brussel, 75,76.
- 280 BERTRAND J. (red) 2019: *Gevels in zichtbare materialen, reinigen en restaureren*, brochure, Homegrade, Brussel, 18.
- 281 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 271.
- 282 DE BRUYN R., PIEN A. & VANHELLEMONT Y. 2004: *Gevelreiniging*, Gids voor de restauratie van metselwerk deel 3, WTCB, Brussel, 75.
- 283 Ibid.
- 284 BERTRAND J. (red) 2019: *Gevels in zichtbare materialen, reinigen en restaureren*, brochure, Homegrade, Brussel, 18.
- 285 Ibid.
- 286 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 467.
- 287 <https://www.onroerenderfgoed.be/aanvullende-erfgoedpremie-voor-goed-onderhoud>
- 288 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 468.
- 289 <https://www.monumentenwacht.be/erfgoed-behouden-en-beheren/werking> (geraadpleegd op 4 september 2020)
- 290 GOVAERTS Y. 2019: *Restoration strategies for stone imitating renders 1880-1940. Guidelines for characterization, cleaning and composing repair mortars*, onuitgegeven doctoraatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, faculteit ingenieurswetenschappen, 468, 469, 450.