

Mededeling

Deze eindverhandeling was een examen; de tijdens de verdediging vastgestelde fouten werden niet gecorrigeerd.

Gebruik als referentie in publicaties is toegelaten na gunstig advies van de KHBO-promotor, vermeld op het titelblad.

Woord vooraf

Bij deze willen wij graag onze dank betuigen aan een aantal personen die een belangrijke bijdrage hebben geleverd bij het tot stand komen van ons eindwerk.

Eerst zouden wij graag de personen willen bedanken die ons vanaf het begin van het eindwerk volgden en bijstuurden. Dit zijn onze binnenpromotor de heer ir. Marc Spegelaere en onze buitenpromotor de heer ing. Dirk Vangheluwe (Provo).

Daarnaast bedanken wij ook alle mensen die ons belangrijke informatie hebben verschaft om onze thesis tot een goed einde te brengen. Dit zijn de vele producenten en verdelers, in het bijzonder Stefaan Bonny (Caparol), Wolf Jordan, Michael Vandeputte (Renofort), Bernard De Craene (Stuc and Staff), Marc D'hondt en Roald Hayen (Arte Constructo), Mike Pauwels (PEC International), Stefan Colpaert (Sika), Wim Dombrecht (FTB-Remmers), Dean D'Haese (Seifert), Luc van de Put (Keim), Marleen Demeyer, Jemp Mattheesen en Nadia Vermeiren (Stoopen en Meeus) en Steven Sagaert (Vandeweege).

Ook bedanken wij Dr. Hilde De Clerq (KIK), Guido Everaert (Monumentenzorg Gent), Jan Cherchye (Color), Daniel Dewispelaere, Sofie Priem (Priem De Brabander), architect Benoit Delaey en de vele aannemers voor hun deskundige raadgevingen.

Ten slotte bedanken wij ook Stijn D'hoore voor het verschaffen van nuttige adressen en contacten.

Teneinde dit voorwoord af te sluiten hadden wij ook graag onze ouders en Sofie Goethals bedankt voor de steun die zij verleenden bij het realiseren van deze thesis.

Samenvatting

De term kalei verschilt per regio en zelfs per uitvoerder. Algemeen is een kalei een mengsel van kalk (met eventueel cement), een vulstof (zand) en eventuele toeslagstoffen (bindmiddelen, pigmenten, ...) dat meestal met de blokborstel wordt aangebracht op een minerale ondergrond (zoals baksteen). Een kalei biedt zowel technisch als esthetisch een meerwaarde. Een minerale verf is een verzamelnaam voor verftypten met een mineraal bindmiddel, en bestaat algemeen uit een bindmiddel, een verdunningsmiddel, eventuele toeslagstoffen en pigment.

Kaleiprodukten kunnen onderverdeeld worden in twee grote groepen volgens basismateriaal: een eerste groep op basis van cement, een tweede op basis van kalk. Het gebruik van cement heeft als grote voordeel een betere uitharding, waar kalk een betere dampopenheid biedt. In beide gevallen kunnen de eigenschappen verbeterd worden met toeslagstoffen. De keuze van het basismateriaal hangt onder andere af van compatibiliteit met de ondergrond. Kalk biedt dankzij de openheid ruimte voor zouten. Kalk is ook iets beter voor het milieu dan cement. Onder kalk kunnen we tenslotte luchthardende en hydraulische kalk verstaan. De eerste hardt zuiver door carbonatatie uit, de tweede reageert met het water in het mengsel.

Minerale verven kunnen onderverdeeld worden in kalkverf, silicaatverf en in mindere mate cementverf. Kalkverf biedt verschillende goede eigenschappen zoals het zeer ademend en anti-allergisch zijn. Eigenschappen kunnen verbeterd worden met gedispergeerd kalkhydraat (fijnere deeltjes), wat tot een hogere dichtheid en een regelmatigere structuur leidt. Silicaatverf biedt verbetering in hechting door de verkiezeling met de ondergrond.

De kleur kan gegeven worden door pigmenten of geprecipiteerde kleurstoffen. Pigmenten helpen de kleur en het dekkend vermogen van de verf/kalei bepalen. Ze komen voor in anorganische of organische, en natuurlijke of kunstmatige vorm. Anorganische pigmenten bieden de beste kleurvastheid. Slechts een beperkt aantal pigmenten is compatibel met minerale verven, en de onderlinge mengbaarheid dient zeker gecontroleerd te worden voor menging.

Het kiezen van een product gebeurt met de diversiteit in technische en esthetische eigenschappen in gedachten. Op esthetisch vlak is de keuze zuiver subjectief, en hangt af van wat de gebruiker wenst als uitzicht. Men kan onder andere denken aan de kleurvastheid en de korrel. Ook de manier van aanbrengen kan een rijke invloed hebben op het eindresultaat. Zo kan men fresco of secco schilderen, afwerken door te polijsten, de ondergrond op verschillende manieren voorbereiden, ...

Inhoudsopgave

Woord vooraf	3
Samenvatting.....	4
Inhoudsopgave	5
Inleiding.....	8
1 Wat zijn kalei en minerale verf?	9
2 Productklassen.....	12
2.1 Kalei	12
2.1.1 Verschil tussen kalk en cement	13
2.1.1.1 Dampdoorlaatbaarheid	15
2.1.1.2 Bescherming tegen vocht	16
2.1.2 Keuze van het bindmiddel kalk.....	17
2.1.3 Toepassen van kalk in mortel	18
2.1.4 Binding en uitharding.....	19
2.1.4.1 Binding met de ondergrond	19
2.1.4.2 Uitharding.....	19
2.1.4.3 De kalkcyclus.....	19
2.1.4.4 Classificatie van kalk.....	22
2.1.4.5 Aggregaten	24
2.1.4.6 Invloedsfactoren op de druksterkte.....	25
2.2 Minerale verven	28
2.2.1 Kalkverf	28
2.2.1.1 Geschiedenis.....	28
2.2.1.2 Omschrijving	28
2.2.1.3 Herkennen	31
2.2.1.4 Uitharding en binding.....	31
2.2.1.5 Duurzaamheid.....	32
2.2.2 Silicaatverf.....	35
2.2.2.1 Geschiedenis.....	35
2.2.2.2 Omschrijving	36
2.2.2.3 Gebruik van silicaatverven	38
2.2.2.4 Zuurbestendigheid	40
2.2.2.5 Herkennen	40
2.2.2.6 Duurzaamheid.....	40
2.2.3 Verf op cementbasis	42
2.3 Milieu.....	42
3 Beschikbare producten	43
3.1 Kaleiproducten	45
3.1.1 Kalei producten op basis van kalk.....	45
3.1.1.1 Visolcalce (Tollens Viero).....	45
3.1.1.2 Kalei Liscio (Rewah).....	46
3.1.1.3 Dragon kalei (Stoopen en Meeus)	47
3.1.2 Kalei producten met cement.....	49
3.1.2.1 Adesan CPV 22 (Tollens Viero).....	49
3.1.2.2 Capatect Modellier und Spachtelputz (Caparol).....	50
3.1.2.3 Kleuren Kalk Kalei (Muyllé-Facon)	51
3.1.2.4 Mineralschlämme (Herbol).....	53
3.1.2.5 Nestalgie Primer (Boss paints).....	54
3.1.2.6 Restaura 1 (Tollens Viero)	55

3.1.2.7	Restaura Finish XF (Tollens Viero)	56
3.1.2.8	Tubag Trasskalk Kaleipleister (Ecomat)	57
3.2	Minerale verven	58
3.2.1	Silicaatverf	58
3.2.1.1	Setaliet (Sikkens)	58
3.2.1.2	Corisilk (Arte Constructo)	59
3.2.1.3	Herbosilit-aussensilikat (Herbol)	60
3.2.1.4	Purkristalat (Keim)	61
3.2.1.5	Royalán S (KEIM)	62
3.2.1.6	Royalán (KEIM)	63
3.2.1.7	Silica Paint (Tollens Viero)	64
3.2.1.8	Pittura KL (PEC International)	65
3.2.1.9	Silicaatverf Lobokat LK 300 (Ecomat)	66
3.2.2	Kalkverf	67
3.2.2.1	Calime (Boss paints)	67
3.2.2.2	Chalix (Sikkens)	68
3.2.2.3	Dragon kalkverf (Stoopen en Meeus)	69
3.2.2.4	Historic kalkverf (FTB-Remmers)	70
3.2.2.5	Mineralfarbe (Herbol)	71
3.2.2.6	Pittura Alla Calce Adige (Vandeweege)	72
3.2.2.7	Pittura Alla Calce Verona (Vandeweege)	73
3.2.2.8	Vixalit (Tollens Viero)	74
4	Kleuren en pigmenten	75
4.1	Historiek	77
4.1.1	Historiek van de kleuren	77
4.1.1.1	Historische motieven achter gevelafwerking	77
4.1.1.2	Historiek kleurgebruik	78
4.1.2	Historiek van de pigmenten	84
4.2	Mogelijkheden	86
4.2.1	Pigmenten voor kalkverf	86
4.2.2	Pigmenten voor silicaatverf	87
4.2.3	Onderlinge mengbaarheid van pigmenten	89
5	Uitvoering	90
5.1	Vorbereiding ondergrond en werfinstallatie	90
5.1.1	Algemene opmerkingen	90
5.1.1.1	Plaatsen stelling	90
5.1.1.2	Vorbereidende werkzaamheden	90
5.1.2	Verschillende ondergronden	91
5.1.2.1	Metselwerk	91
5.1.2.2	Beploisteringen	95
5.1.2.3	Kalkzandsteen	98
5.1.2.4	Natuursteen	100
5.1.3	Schadegevallen	100
5.1.4	Zouten	101
5.2	Aanbrengen	102
5.2.1	Aanbrengen van de kalei	102
5.2.2	Aanbrengen van minerale verf	103
5.2.3	Fresco en secco	103
5.2.4	Polijsten en wolkvorming	103
5.2.5	Fouten en oorzaken bij aanbreng van kalkverf	104
6	Keuze van een product	107
6.1	Visuele proeven	107

6.1.1	Vorbereiding.....	108
6.1.2	Unilit 15/P1	108
6.1.3	Cepro Medolago Finitura XF.....	111
6.1.4	Cepro Stacepro G	112
6.1.5	Wolf Jordan	114
6.1.6	Stuc-and-staff	115
6.1.7	Seifert kalei.....	116
6.1.8	Stoopen & Meeûs Dragon Kalei.....	118
6.1.9	FTB Kalei + FTB Artecoat Kalkverf	119
6.1.10	Sika Sikatop 107	120
6.1.11	Caparol Sylitol	121
6.1.12	Caparol Amphisilan Compact	122
6.1.13	Caparol natter Disbon 505 mengsel	123
6.1.14	Bayosan EFP 007/01.....	123
6.1.15	Caparol Histolith + Fasadenfarbe	124
6.1.16	Vergelijking.....	126
6.1.17	Conclusies.....	131
	Besluit	132
	Bijlagen.....	133
	Literatuurlijst	134

Inleiding

Deze thesis handelt over kaleien en aanbrengen van minerale verven. Dit onderwerp omvat een zeer gevarieerde studie (theoretisch en praktisch, netwerkgericht en literatuurstudie), wat een persoonlijke motivatie was voor deze keuze. Ook zijn rond dit onderwerp nog weinig duidelijke gegevens te vinden. Het aanbod aan producten is zeer divers en iedereen heeft zo wel zijn eigen mening en definitie van wat kalei en minerale verf precies zijn.

Reeds vorig jaar werd een thesis geschreven omtrent het kaleien van gevels door Stijn D'hoore. Deze handelde hoofdzakelijk over wat kalei precies is, de geschiedenis, grondstoffen, beschikbare producten en een aanraking met de uitvoering ervan.

De bedoeling van deze thesis is een overzichtelijke gids bieden die gaat van een bestaande situatie en een gewenst resultaat, naar een kalei en/of een minerale verf die voldoet aan de eisen. Welke kanten kan men uit met kaleien en minerale verven om tot een specifiek resultaat te komen? Dit gaat hem dan vooral over het esthetische, het ecologische en de duurzaamheid.

Het doelpubliek is dus de uitvoerder, in een poging om hem/haar te begeleiden bij het uitvoeren van een dergelijk project. Daarom is de thesis opgebouwd vanaf de keuze van producten en pigmenten, tot aan het eind van de uitvoering.

Deze studie werd vanuit een aantal oogpunten aangepakt. Eerst werd op zoek gegaan naar wat kalei en minerale verf precies zijn, met hierbij de verschillende producten, alsook hoe deze producten onderverdeeld worden in soorten. Om de producten te beproeven, werden een aantal stalen verzameld en aangebracht op enkele verschillende ondergronden. Dit om de verschillende meningen te staven of te ontkrachten, en tevens uitvoeringstips te verzamelen. Hiernaast werd ook de wetenschappelijke achtergrond van het aanbrengen onderzocht. Vervolgens werd naar de uitvoering gekeken, wat er van begin tot einde dient te gebeuren om tot een afgewerkt resultaat te komen. Dit gebeurde met de hulp van een groot aantal aannemers en producenten. Omdat het een heel belangrijk aspect is van het bekomen van een mooi resultaat, werd ook onderzoek gedaan naar het gebruik van kleuren en pigmenten.

1 Wat zijn kalei en minerale verf?

Het is niet zo evident de precieze definitie van **kalei** te bepalen. Er bestaan dan ook een reeks meningen over wat een kalei precies is. Elke regio of zelf elke vakman heeft zowat zijn eigen definitie. Dan is er nog de vraag of de schrijfwijze kalei of kallei is, of spreekt men beter van kaleiten in plaats van kaleien? Uit eerder onderzoek is reeds gebleken dat 'kalei' de juiste schrijfwijze is. In het Engels spreekt men van een "*badgeon*" en in het Frans van "*badigeon*" of "*chaulage*".

Hierna volgt een opsomming van een aantal, al dan niet volledige, definities van verschillende aannemers, producenten, leveranciers en andere betrokkenen:

- "Kalei is kalk en zand."
- "Een kalei is een bezettingslaag en een verflaag in één."
- "Een kalei is een mengsel dat voor 95% uit kalk bestaat en daarnaast uit een fijne zandfractie om de zo gevormde kalkverf te verdikken."
- "Kaleien is een mortelmengsel aanbrengen bestaande uit natuurlijke kalk en een fijne vulstof op geringe dikte (2-4mm) met een brede borstel. De kalk kan natuurlijk hydraulisch zijn, vette luchtkalk of een mengsel van beide."
- "Kalei bestaat niet, enkel kalken."
- "Kalei is een bastaardmonster, dus cement en kalk. Kalei moet cement bevatten, anders is het kalken."
- "Kalei is een mineraal product dat zowel esthetisch als technisch een meerwaarde geeft."
- "Een kalei is een mortel strijkbaar op de muur met als basis een mineraal bindmiddel."
- "Een systeem om heel dunne pleister aan te brengen om slagregendicht te maken."
- "Kaleien is een mortel schilderen met de blokborstel."



Figuur 1.1: Kerk Bassevelde (Foto: Caparol)

Het is geen overdrijving om te stellen dat de meningen uiteenlopend en zelfs compleet tegenstrijdig zijn. De overheersende mening is echter dat kalei een mengsel is van kalk (natuurlijk hydraulisch of luchtkalk), zand, en eventueel een bindmiddel en pigmenten. Dit lijkt ook historisch het meest correcte. Kalei zou namelijk ontstaan zijn uit het witkalken van de stallen. Omdat dit elk jaar diende te gebeuren vormde dit na enkele jaren een dikke laag. Om dit effect in één beurt te krijgen voegde men er zand aan toe om meteen een dikke laag te verkrijgen. Dit komt dan ook overeen met de meest voorkomende definitie.



Figuur 1.2: Enkele gekaleide muren (Foto's: Stoop en Meeûs)

Verder moet men ook rekening houden met het marketingaspect. De term kalei ligt goed in de mond, en er dient dan ook onderscheid te worden gemaakt tussen een kalei en een kalei-effect. Met alternatieven, zoals micromortels, kan men wel bepaalde eigenschappen bekomen van een kalei, maar dat betekent niet dat het een kalei is. Ook dient er vermeld te worden dat een deel van de definitie het toepassingsgebied bevat. Eenzelfde product kan in principe een mortel zijn als het gebruikt wordt om te voegen, en een kalei als het met de blokborstel op een muur wordt aangebracht.



Figuur 1.3: Gevel afgewerkt met Keim Royalan (Foto: Tintelijn)

Ook rond het begrip **minerale verf** bestaat er allerm minst eenduidigheid. In oude theorieboeken wordt een onderscheid gemaakt tussen silicaat- en mineraalverf. De laatste wordt dan “verbeterde waterglas” genoemd.

Deze namen zijn in principe onjuist. Minerale verf is een verzamelnaam voor verftypen met een mineraal bindmiddel, terwijl silicaatverf een soortnaam is. Hieronder vallen ook de niet silicaatgebonden systemen, zoals kalk- en cementgebonden systemen.

2 Productklassen

2.1 Kalei

Kalei kan men onderverdelen volgens basismateriaal op de volgende manier:

- Op basis van **cement**
- Op basis van **kalk**
 - Hydraulische kalk
 - Luchtkalk

Er is een eeuwige discussie over het al dan niet toevoegen van cement aan de kalei. Cement zou het op esthetisch vlak wel goed doen, maar is dan weer niet meer ademend, in tegenstelling tot met kalk. Toevoegstoffen kunnen toegevoegd worden aan een kalei met cement om het ademend karakter van het product te verbeteren, maar waar een op kalk gebaseerd product voor wel 95% ademend is, zou een cementkalei met toevoegstoffen maar goed zijn voor 30%. Anderen beweren dan weer dat ademend ademend is, of dat nu 30% of 100% is.

Vanaf het einde van de negentiende eeuw hebben cementgebonden mortels steeds nadrukkelijker de plaats ingenomen van kalkgebonden mortels. Hiervoor zijn meerdere redenen aan te wijzen. Dat een cementmortel veel sneller de eindsterkte bereikt is wel de belangrijkste. De bouwpraktijk heeft zich moeten aanpassen aan een steeds groter wordende behoefte aan bouwwerken, zoals huizen, fabrieken, scholen en civieltechnische werken. Dit was vooral het gevolg van bevolkingsaanwas en industrialisatie. De explosieve groei direct na de Tweede Wereldoorlog, waarbij herstel van oorlogsschade en lediging van een substantiële woningnood gelijktijdig moesten worden aangepakt, vormt daarin een mijlpaal. Snel bouwen was een noodzaak geworden en dat kon met cementgebonden mortels. Momenteel is er wel sprake van de herontdekking van kalkgebonden mortels, vooral voor de toepassing in de restauratie en renovatiesector. Die toepassing is gebaseerd op het compatibiliteitsprincipe: restauratiesmortels moeten goed samen kunnen gaan met de historische materialen. In de dagelijkse restauratiepraktijk wordt tegenwoordig nogal eens gewerkt met mortels die niet of onvoldoende compatibel zijn. Dit leidt tot minder duurzaam werk en kan op termijn tot schade leiden. In veel gevallen is kalk meer compatibel met historisch metselwerk dan cement uit de nieuwbouwpraktijk.

Wanneer men wil kaleien, dan zal men inzicht moeten hebben in de steen en de historische mortel waarop moet worden aangesloten. Verder weer en wind en andere omgevingsfactoren van belang.

2.1.1 Verschil tussen kalk en cement

Binding: De binding van hydraulische kalk verloopt veel sneller dan die van luchtkalk, maar toch trager dan de binding van portlandcement. De belangrijkste hydraulisch reactieve component van hydraulische kalk is C_2S (dicalciumsilicaat). Die vorm reageert trager dan C_3S (tricalciumsilicaat) en C_3A (tricalciumalluminaat), de voornaamste componenten van portlandcement. Hydraulische kalk bevat bovendien meer of minder luchthardende calciumhydroxide. Portlandcement wordt verkregen door het branden van een mengsel van kalksteen en klei bij temperaturen van minimaal $1250^{\circ}C$, in de praktijk $1600^{\circ}C$ in het geval van wit cement, dat gebruikt wordt bij sommige kaleiproducten.

Compatibiliteit: De vereiste dat de toegepaste materialen en technieken onder de gegeven omstandigheden moeten passen in zowel technisch of esthetisch opzicht, noemt men het principe van compatibiliteit, dat dus ook bij het kaleien geldt.

De eis dat de kaleimortel technisch passend (compatibel) moet zijn, houdt in dat men zich ervan zal moeten vergewissen dat de fysische en chemische processen die zich zullen gaan afspelen in de (nieuw te vormen) constructie niet negatief zullen uitpakken voor het authentieke materiaal en het behoud ervan zo min mogelijk zullen hinderen maar juist zo veel mogelijk zullen bevorderen.

Als er een keuze moet gemaakt worden tussen de duurzaamheid van het oorspronkelijke monument en de duurzaamheid van het bij de ingreep aangebrachte materiaal, dan prefereert uiteraard het oorspronkelijke. Dit betekent dat men beter een wat minder duurzame, zachte mortel aanbrengt als de onderliggende baksteen beter in conditie kan gehouden worden, dan met een dichtere, hardere en duurzamere mortel die mogelijk tot schade aan oorspronkelijke baksteen kan leiden. Men moet er dus op toezien dat het aangebrachte materiaal zachter is dan het oorspronkelijke. Uiteraard wil men een kaleimortel gebruiken die voldoende duurzaam is.

Het creëren van technische compatibiliteit stuit op enkele niet op te lossen problemen, waarvan de thermische compatibiliteit de grootste is. De lineaire

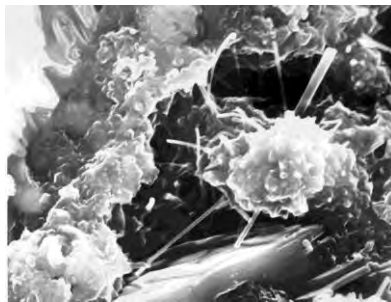
uitzettingscoëfficiënt van baksteen is voor iedere soort een vaststaand gegeven en die bedraagt meestal de helft van die van de meeste mortels. De lineaire uitzettingscoëfficiënt van mortels is op geen enkele wijze hieraan aan te passen. Het thermische gedrag van baksteen en mortel is dus niet identiek. Gelukkig blijkt dat mortel met kalk de vervormingen van de baksteen redelijk goed kan volgen omdat deze mortel relatief elastisch is en in die zin dus beter presteert dan de minder flexibelere cementmortels. Dit is een belangrijke verklaring voor het verschil in duurzaamheid. Kalkmortels blijken ook voor wat betreft het hygrisch gedrag (gedrag onder inwerking van vocht) veel beter aan te passen te zijn dan cementmortels. Dit komt omdat de mengverhouding van bindmiddel en zand bij kalkmortels binnen veel ruimere grenzen gevarieerd kan worden.

Restauratie ethiek: Het gebruik van kalkmortels kan grote voordelen hebben voor monumenten. Waar die monumenten vanouds in kalkmortel zijn gemetseld en gevoegd passen we ons aan het historische gegeven aan, dat we daardoor zo weinig mogelijk beïnvloeden. Ook het beeld tasten we nauwelijks aan: de kalkmortel zal op dezelfde wijze verouderen als de oude voegen. De chemische en fysische processen die in de muren spelen worden niet of nauwelijks verstoord door het nieuwe materiaal, dat liefst zoveel mogelijk op het oorspronkelijke lijkt. De kans dat aangrenzend materiaal, zoals baksteen, kapot gaat is door de relatief geringe hechting en beperkte sterkte van de kalkmortel kleiner dan bij de toepassing van cementmortels. Met kalk kan er meestal een duurzame mortel gemaakt worden, dat bewijzen de historische gebouwen, ook al wordt er rekening gehouden met de aantastingsprocessen die tegenwoordig meespelen. Mocht er toch sprake zijn van aantasting, dan is de kalkmortel veel gemakkelijker te verwijderen dan cementmortels. Er zijn altijd gevallen waarin toepassing van kalkmortels niet verstandig is, bijvoorbeeld omdat deze niet opgewassen zijn tegen het aantastingsproces dat gaande is. Er moeten dan mortels gebruikt worden die wel tegen grote hoeveelheid zouten, extreme vochtbelastingen of specifieke vormen van chemische aantasting bestand zijn. In de meeste gevallen kan echter gebruik makend van luchthardende of hydraulische kalk en rekening houdend met de omstandigheden en de noden een aangepaste samenstelling voor de restauratiemortel worden gevonden.

2.1.1.1 Dampdoorlaatbaarheid

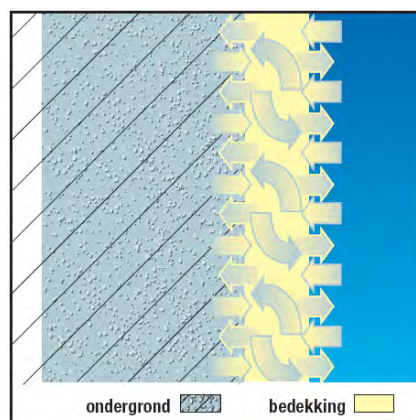
De dampdoorlaatbaarheid is een van de belangrijkste eigenschappen van een kalkmortel, daar kalkmortel een dampopen structuur bezit. Dit betekent dat gasen kunnen migreren doorheen een kalkmortel, maar vloeistoffen niet. Bij de uithardingsreacties moeten koolzuur en water in de mortel kunnen circuleren om te kunnen reageren. Bij de fixatie van koolzuur, moet eveneens waterdamp naar buiten kunnen migreren om geen vochttopstapeling in de mortel te verkrijgen. De dampopen structuur van de kalkmortel zal gewaarborgd blijven omwille van:

- De aanwezigheid van **kalkhydraat**, dat van nature uit een poreuze structuur heeft;
- De vorming van een weinig **CSH** (calcium silicaat hydraat) dat een open staketsel vormt;
- Het gebruikt van een **aggregaat** met een evenwichtige granulometrische curve, met porositeit 30%.



Figuur 2.1: CSH in cement

Echter, in een cement zijn de hydraulische componenten overvloedig aanwezig. Hierin zullen de naaldvormige CSH-kristallen een gesloten weefsel vormen, waardoor de dampcirculatie zal verhinderd worden. Het gevolg is een vochttopstapeling in en achter de uitgeharde cementmortel.



Figuur 2.2: Hoge dampdoorlaatbaarheid bij kalkafwerking. Waterdamp kan ongehinderd van binnen naar buiten en omgekeerd. (Bron: Herbol)

Een open structuur waarin waterdampmigratie optreedt, heeft ook sterke implicaties voor de migratie van zouten in een mortel. Ten eerste heeft een kalkmortel van het begin al een laag zoutgehalte. Bij toevoegen van water aan een kalkmortel, zal een deel van deze zouten opgelost worden. In open en poreuze ruimtes echter zal een deel van het water verdampen. De opgeloste zouten gaan oververzadigd worden, wat leidt tot zoutneerslag in de poriën. Praktisch betekent dit dat de zouten gewoon in de kalkmortel opgeslagen blijven. De opslagcapaciteit in een kalkmortel is van zodanige grootte dat eventuele extern aangevoerde zouten opgeslagen kunnen worden in poriën.

In het geval van cement is het zoutgehalte steeds veel hoger. Eveneens is er veel minder mogelijkheid tot vocht- en dampcirculatie in een cementmortel. Het aanwezige vocht en de daarin opgeloste zouten gaan migreren in poreuze structuren. Daar deze niet aanwezig zijn in de cementmortel zelf, zal het water zich een weg banen langs barsten en zwakheden in de mortel en de muur. Langs deze structuren zullen de zouten afgezet worden.

2.1.1.2 *Bescherming tegen vocht*

Gevels van historische gebouwen bevatten vaak veel vocht. Enerzijds valt water de constructie van 'buitenaf' aan (regen bijvoorbeeld), en anderzijds staan de muren, via de funderingen, vaak in rechtstreeks contact met het water dat in de bodem doordringt. De vochtuishouding in een gevel is een dynamisch proces van opzuigen en uitdampen, waarbij constant een evenwicht met de omgeving gezocht wordt. Zowel een te hoog vochtgehalte als te sterke 'migratie-stromen' kunnen, eventueel in samenwerking met andere factoren zoals vorst of aanwezige zouten, tot een versnelde aftakeling van de constructie leiden. Een gepaste gevelafwerking moet dan ook mee zorgen dat de vochtpenetratie voldoende afgeremd wordt, terwijl het vocht uit de constructie nog naar buiten geraakt. Afwerkingslagen moeten daarom dan ook dampdoorlatend zijn.

Vocht weren van buitenaf

De nagenoeg ondoorlaatbare cementpleisters en filmvormende verven (olieverven en de meeste moderne, synthetische producten) kunnen heel doeltreffend regen- of zelfs slagregenwater uit de constructie weren. Enkel ter plaatse van scheurtjes of andere gebreken in de afwerkinglaag zal lokaal vocht in de muur dringen. Daar zal het zich echter ook achter het intacte pleister- of schilderwerk verspreiden. Kalkpleisters en -verven zijn over het algemeen poreuzer. Toch zullen ook zij, mits een correcte samenstelling en uitvoering, heel wat minder vocht absorberen of doorlaten dan een onbedekte, vaak 'zuigende' baksteenondergrond. Het meeste regenwater zal van de afgewerkte gevel afstromen, terwijl de pleisterlaag en de buitenste zone van de ondergrond slechts beperkt

bevochtigd worden. Het verschijnsel doet zich wel min of meer gelijkmatig voor over het hele oppervlak.

Drogen van de muur

Kalkpleisters en -verven zijn over hun hele oppervlakte ‘ademende’ afwerkingsystemen. Lucht, waterdamp en in beperkte mate ook water (in vloeibare vorm) kunnen door deze lagen heen worden getransporteerd, zowel van buiten naar binnen als omgekeerd. In drogende weersomstandigheden vindt het vocht, dat haast altijd aanwezig is in historisch muurwerk, dan ook vrij gemakkelijk de nodige uitwegen naar buiten.

Extra vochtgevoelig zijn de gevelzones net boven het maaiveld. Enerzijds wordt hier al het afstromende regenwater ‘verzameld’; anderzijds hebben historische gebouwen zelden een waterkerend scherm tussen de funderingen en het opgaand metselwerk, om de capillaire vochtanvoer uit de bodem te onderbreken. Kalkpleisters en –verven laten het vocht reeds uitdampen ter hoogte van de plint. Dit voorkomt dat het water steeds hoger gezogen wordt en zo grotere muurvlakken doorweekt. Het ademend vermogen verdwijnt evenwel wanneer de plint afgeteerd is, bijvoorbeeld tegen opspattend regenwater.

Bij de veel dichtere cementpleisters en filmvormende verven zal het water in de muur moeilijker een weg naar buiten vinden. Water dat door ‘lekken’ in de afwerkingslaag naar binnen dringt, blijft langer gevangen zitten achter de intacte zones. Opstijgend vocht kan tot enkele meters hoog reiken vóór de capillaire zuiging haar evenwichtspunt bereikt.

Dat overvloedige vocht heeft verschillende kwalijke gevolgen. Doordat water in volume toeneemt als het ijs wordt, kan vorst pleisterlagen doen scheuren en van de ondergrond afdrukken. Ook het onderliggend metselwerk en de voegen kunnen daarbij schade oplopen. Vervolgens vinden mossen, algen of andere begroeiingen hier een vruchtbare voedingsbodem. Achter een ondoorlatende verffilm kan de zon het water dan weer doen verdampen. Zo kunnen blazen ontstaan, en wanneer deze openbarsten, bladdert de verf af.

2.1.2 Keuze van het bindmiddel kalk

Hierin zal aandacht geschonken worden aan het bindmiddel van kalk: hydraulische kalk of luchthardende kalk. Niet alleen in verband met de mechanische belastbaarheid van het bindmiddel speelt de keuze van de aard van het bindmiddel en zijn aandeel in de mortel een belangrijke rol, maar ook de omstandigheden waaronder de mortel moet uitharden. Voor de uitharding van luchthardende kalk is het immers noodzakelijk dat koolzuurgas uit de lucht met de vrije kalk kan

reageren. Daartoe moet de mortel nog enigszins vochtig zijn, maar vooral niet te nat. Als de relatieve luchtvochtigheid (in de poriën) meer dan 90 % bedraagt, verloopt de carbonatatie reactie zo traag dat de mortel nog maar nauwelijks verhardt. Voor de uitharding van hydraulische kalk is daartegen juist water nodig.

Uit gestandaardiseerde proeven op de druksterkte van mortel blijkt dat hydraulische mortels over een hogere druksterkte beschikken dan niet hydraulische mortels. De reactieproducten van hydraulische componenten dragen bij tot de verhoging van de eindsterkte. Ook het feit dat hydraulische bindmiddelen in de hele massa vrij snel uitharden (en niet eerst aan de oppervlakte zoals luchthardende kalk) heeft zo zijn invloed op keuze van de juiste kalksoort.

Hydraulische kalkmortels en kalkmortels die hydraulische eigenschappen hebben verkregen door bijmenging van natuurlijke of synthetische puzzolanen, hebben voor hun verharding water nodig. Dit water wordt aan de specie onttrokken, maar moet voor de verharding in voldoende mate aanwezig blijven. Ook na de eerste fasen van de verharding is vaak water voorhanden in het milieu waarin het werk is geplaatst. Als puzzolaan wordt vaak tras toegevoegd aan een vette mortel, waardoor de mortel een hoge eindsterkte bereikt.

Luchthardende kalkmortels verharden in eerste instantie op het contact met de lucht, waaraan zij koolzuurgas (CO_2) onttrekken ten behoeve van de carbonatatie van de vrije kalk. Dit impliceert dat zij niet over hun gehele massa uitharden, zoals het geval is bij de hydraulische kalkmortels. Wanneer voor luchthardende kalkmortel wordt gekozen moet daar rekening mee gehouden worden. Het koolzuurgas uit de lucht moet tot de mortel kunnen toetreden, waardoor deze mortel bijvoorbeeld ongeschikt is om onder water toegepast te worden. Doordat een mortel met luchthardende kalk langzamer en vaak onvollediger verhardt dan een mortel met hydraulische kalk kan deze mortel mechanisch zwaar belast worden en duurt het langer voordat de mechanische sterkte is opgebouwd. Luchthardende kalk kan dus alleen gebruikt worden als het in contact komt met de lucht.

2.1.3 Toepassen van kalk in mortel

In de verse specie is kalk een natuurlijke bindingsvertrager en een natuurlijke platificeerder ter bevordering van de verwerkbaarheid. Kalk geeft een garantie voor een betere hechting aan de bouwsteen. Ook is het een watervasthoudend middel. Dit is vooral belangrijk bij droog weer en bij toepassing van absorberende bouwstenen.

In de uitgeharde mortel bevordert kalk de vervormbaarheid van het metselwerk, wat scheurvorming voorkomt. Ook bevordert het de waterdichtheid en gladheid van de voeg, de duurzaamheid van de

mortel en het zelfherstellend vermogen in de mortel dankzij de chemische reactie aan de lucht. Verder helpt kalk bij het uitblijven van muuruitslag en bevordert het de brandwerendheid.

Kalk biedt enkele economische voordelen: het biedt een goede verwerkbaarheid zonder toevoeging van luchtbelvormer, het verlengt de levensduur van het metselwerk en spaart daarmee onderhoudskosten, door de betere verwerkbaarheid verhoogt het metseltempo (dus tijd- en geldwinst) en door de hoge verhouding volume/gewicht is minder materiaal nodig per volume-eenheid mortel.

2.1.4 Binding en uitharding

2.1.4.1 *Binding met de ondergrond*

Wat de binding met de ondergrond betreft, is deze vooral mechanisch en niet zozeer chemisch. Dit komt omdat de ondergrond doorgaans als inert moet beschouwd worden. De mechanische hechting is te situeren in:

- De gedeeltelijke indringing van de kalei in de ondergrond, vooral van de fijnere deeltjes
- De oppervlaktehechting vanwege de oppervlakteruwheid van de ondergrond

2.1.4.2 *Uitharding*

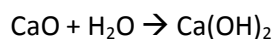
De uitharding van een kaleimortel op basis van natuurlijk hydraulische kalk, is gebaseerd op de reactie van hydraulische componenten, vooral C_2S , met water. Omdat er ook nog een deel vrije kalk aanwezig is en er nog een deel vrije kalk vrijkomt uit de hydraulische reactie, moet een deel van de uitharding ook bij carbonatatie gezocht worden.

2.1.4.3 *De kalkcyclus*

Het bindmiddel kalk dat men uiteindelijk in de producten vindt, wordt vervaardigd uit kalksteen, wat voornamelijk uit het mineraal calciet ($CaCO_3$) is opgebouwd. Calciet op zich is weinig reactief, en dus enkel geschikt als bouwsteen of vulstof. Om dit reactief en makkelijk verwerkbaar te maken, wordt de kalksteen in een oven gebrand op een temperatuur van ca. $900^\circ C$

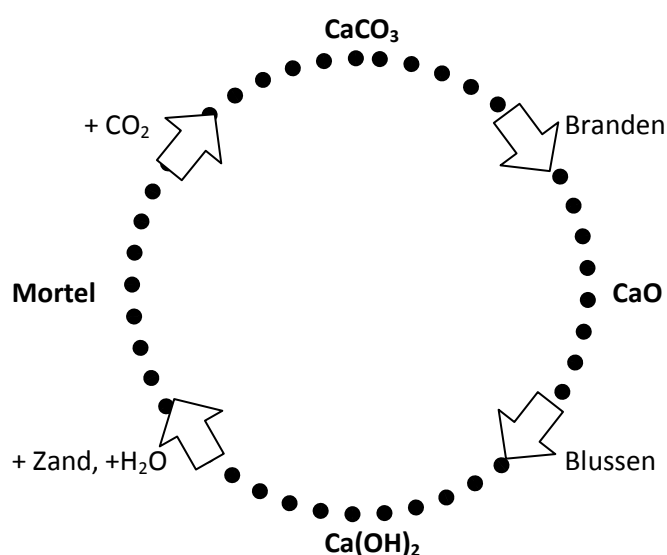
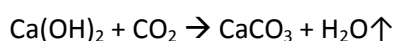


Zo wordt het calciet omgezet in calciumoxide (CaO) en koolzuurgas (CO_2). De bekomen calciumoxide, ook ongebluste kalk genoemd, is een zeer gevaarlijk product, dat heftig reageert met water, wat leidt tot ontploffingsgevaar. Als men nu onder gecontroleerde omstandigheden water toevoegt, zet men de ongebluste kalk om in gebluste kalk of calciumhydroxide



Deze gebluste kalk komt voor onder de vorm van een wit poeder, wat ongevaarlijk is en dus zo verhandeld kan worden. Om de verwerkbaarheid te vergroten, voegt men tijdens het blusproces een kleine overmaat water toe, waardoor men een pasta genaamd “kalkdeeg” verkrijgt.

Als deze kalkdeeg in contact komt met de atmosfeer bekommt men gewoon weer calciet, met dezelfde formule als voorheen. En om die reden spreekt men van de **kalkcyclus**.



Het carbonatatieproces verloopt redelijk langzaam en kan door externe factoren zoals vorst en vocht gevoelig verstoord worden. Hierdoor kan de kalklaag gaan krijten en raakt ze voortijdig verweerd.

Natuurlijke kalksteen bevat naast het mineraal calciet, ook een zeker kleimineraalgehalte (>5%). Als dit gehalte tussen 10% en 30% ligt, is deze kalksteen uiterst geschikt voor vervaardiging van natuurlijk hydraulische kalk die niet alleen uithardt aan de lucht maar ook onder water. Dit komt vanwege een reactie tussen de kleimineralen en het calciet tijdens het branden.

Kleimineralen bestaan voornamelijk uit SiO_2 en Al_2O_3 . In het brandproces (900°C tot 1200°C) zal eerst CO_2 vrijgezet worden. Een deel van het CaO zal reageren met de componenten van de kleimineralen:

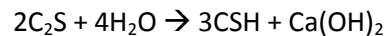


Hierin staat C voor CaO en S voor SiO₂. Verder wordt samen met aluminium (A) nog C₂AS en C₃A gevormd. Er is slechts een minieme hoeveelheid water vereist in het blusproces, omdat al deze componenten kunnen reageren met water.

Dit product kent een dubbel uithardingsproces:

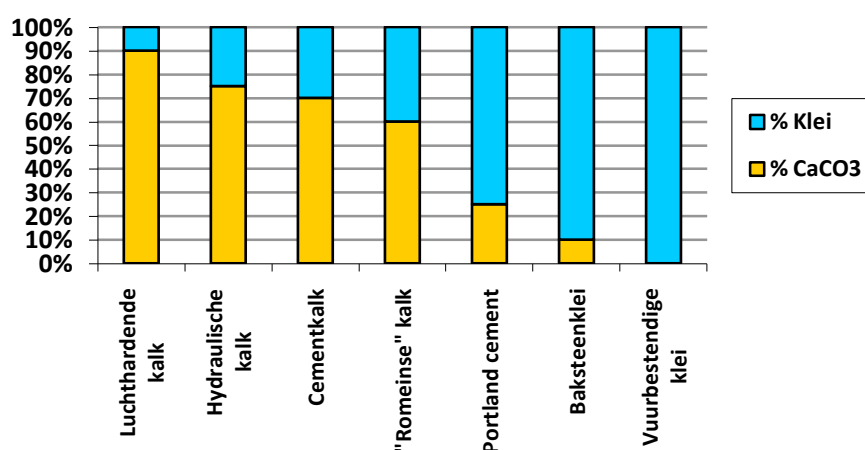
- een luchthardende carbonatatiereactie (reeds hierboven besproken)
- een hydraulische reactie of hydratatie

De hydratatie gebeurt door reactie met water en resulteert in een complexere moleculaire opbouw en hogere sterktes.



CSH is een naaldvormig mineraal dat de nodige sterkte geeft tijdens het uithardingsproces. Het nieuwe calciumhydroxide kan opnieuw reageren door carbonatatie. Hieruit blijkt dat zelfs water vereist is om een hydraulische kalkmortel te doen uitharden

In geval van **Portland cement**: deze wordt op een nog hogere temperatuur gebrand (>1450°). Hier wordt C₃S gevormd in plaats van C₂S. Dit mineraal reageert ook met water ter vorming van CSH, maar veel sneller dan bij C₂S het geval is. Cement bevat ook veel meer hydraulische componenten omdat het initiële kleigehalte hoger is. Deze hogere snelheid is een groot voordeel voor de industrie. In deze grafiek wordt voorgesteld hoe de verdeling calcië-klei bestaat in de verschillende klassen:



Men kan ook hydraulische eigenschappen verkrijgen door het toevoegen van bepaalde vulkanische gesteentes of gemalen bakstenen aan het calciumhydroxide. Dit type materiaal is door de

geschiedenis als “pozzolanen” bekend geraakt. In onze streek werden voornamelijk pozzolanen uit het Eifelgebied gebruikt, wat bekend is als traskalk.

2.1.4.4 *Classificatie van kalk*

Aan de hand van deze uiteenzetting kan men dus tot een classificatie van kalk komen. Hieronder staat de classificatie en terminologie van kalk volgens de Belgische norm NBN B13-001 (Woordenlijst voor kalk):

- **Kalk:** algemene term die slaat op alle fysische en chemische vormen van de verschillende soorten waaronder calciumhydroxide zich kan voordoen.
 - In de min of meer zuivere toestand van calciumoxide (CaO)
 - In de min of meer zuivere toestand van calciumhydroxide (Ca(OH)_2)
 - In de aanwezigheid van silicaten, aluminaten en silico-aluminaten van calcium, na omzetting binnen de voorgeschreven voorwaarden van temperatuur en verhoudingen met materialen op basis van aluminiumoxide (Al_2O_3) en van silica (SiO_2)
- **Luchtkalk:** product dat grotendeels bestaat uit calciumoxide of uit calciumhydroxide, en dat de eigenschappen bezig langzaam te verharden aan de lucht onder de gezamenlijke werking van atmosferische waterdamp en van atmosferische kooloxide. Het verhardt niet onder water en heeft bijgevolg geen hydraulische eigenschappen.
 - **Ongebluste kalk:** luchtkalk die grotendeels bestaat uit calciumoxide. Hij vertoont een min of meer intense en vlugge exotherme reactie in aanwezigheid van water.
 - **Ongebluste magere kalk:** conventionele gehalte aan calciumoxide $< 88\%$
 - **Ongebluste vette kalk:** conventionele gehalte aan calciumoxide $\geq 88\%$
 - **Kalkhydraat:** luchtkalk die grotendeels bestaat uit calciumhydroxide bekomen door het blussen van de ongebluste kalk, biedt geen exotherme reactie in aanwezigheid van water en doet zich voor onder de vorm van een droog poeder. Het kalkhydraat is ook bekend als “gebluste kalk”.
 - **Mager kalkhydraat:** conventionele gehalte aan calciumhydroxide $< 92\%$
 - **Vet kalkhydraat:** conventionele gehalte aan calciumhydroxide $\geq 92\%$

- **Kalkdeeg:** luchtkalk onder de vorm van deeg, hoofdzakelijk bestaande uit calciumhydroxide en water. Hij wordt bekomen door blussen van ongebluste kalk met overmaat van water of door menging van kalkhydraat met water
- **Hydraulische kalk:** product dat een min of meer grote verhouding van silicaten, aluminaten en silico-aluminaten van calcium bevat, gevormd op basis van silico-aluminiumoxide enerzijds, en van calciumoxide anderzijds. Het bezit de eigenschap te binden en verharden onder water, en is dus een hydraulisch bindmiddel.
 - **Natuurlijke hydraulische kalk:** hydraulische kalk die het resultaat is van het branden van natuurlijke kalksteen die min of meer silico-aluminiumoxidehoudend is.
 - **Kunstmatig hydraulische kalk:** hydraulische kalk waarvan de essentiële actieve elementen bekomen worden door het branden tot gedeeltelijke smelting van een bepaald mengsel van kalksteen, silica, en in een geringere verhouding van aluminiumoxide en ijzeroxide, met of zonder toevoeging van andere bestanddelen (slakken, pozzolanen, kalksteentoeslag, kalkhydraat)

Tegenwoordig worden kalkbindmiddelen geclassificeerd onder de Europese standaard ENV 459-1 “Building lime – part 1: Definitions, specifications and conformity criteria”, volgens hun (CaO + MgO) gehalte, of in geval van hydraulische kalk volgens hun minimum druksterkte na 28 dagen.

Kalk wordt in deze verschillende klassen onderverdeeld:

- De letter L wordt gebruikt als aanduiding voor kalk (lime)
- Voor luchthardende kalken:
 - C voor calciumgebaseerde: hoofdbestanddeel is calciumoxide of calciumhydroxide. Voorbeeld: CL
 - D voor dolomitische: hoofdbestanddeel is calcium of magnesiumoxides of hydroxides, zonder toevoeging van puzzolane of hydraulische bestanddelen. Voorbeeld: DL
 - De zuiverheid wordt aangegeven door een cijfer (90, 85, 80 en 70): hoe hoger dit cijfer, hoe zuiverder. Voorbeeld: CL90
 - Er wordt een onderscheid gemaakt tussen ongebluste kalk door de letter Q (Quicklime) en gebluste kalk door de letter S (Slaked lime). Voorbeeld: CL90-Q

- Voor hydraulische kalken:
 - Hiervoor wordt de letter H gebruikt. Voorbeeld: HL
 - De letters NH geven aan dat de geproduceerde kalk het resultaat is van het branden van natuurlijke kalksteen die min of meer silico-aluminiumoxydehoudend is. Voorbeeld: NHL
 - Als de producent na het produceren van de natuurlijk hydraulische kalk puzzolane of hydraulische toeslagstoffen heeft bijgevoegd, wordt dit door middel van de letter Z aangegeven. Voorbeeld: NHL-Z
 - Voor hydraulische kalken wordt een sterkte klasse gedefiniëerd:
 - NHL2: Drukweerstand na 28 dagen is ca. 2 à 5 N/mm²
 - NHL3,5: Drukweerstand na 28 dagen is ca. 3,5 à 10 N/mm²
 - NHL5: Drukweerstand na 28 dagen is ca. 5 à 20 N/mm²

2.1.4.5 *Aggregaten*

In de meeste toepassingen kunnen deze bindmiddelen niet rechtstreeks gebruikt worden. Daarom maakt men er een mortel van door aggregaten toe te voegen. De keuze en de hoeveelheid van het aggregaat is van kritisch belang naargelang de toepassing.

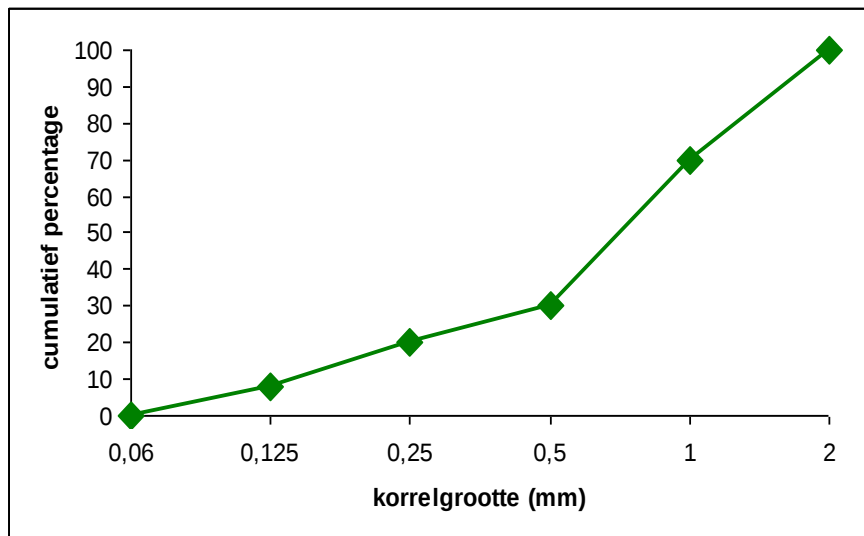
Het aggregaat dient om:

1. Krimp tegen te gaan
2. De cohesie en sterkte van het mengsel te vergroten
3. De kristallisatie te versnellen
4. Als vulstof die goedkoper is dan bindmiddel alleen

De keuze van het aggregaat wordt bepaald aan de hand van:

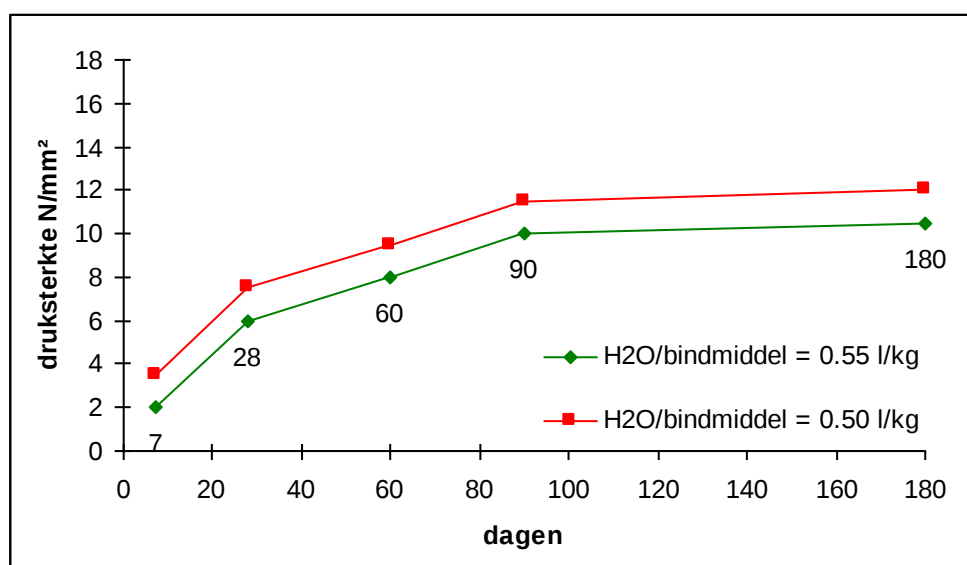
- De zuiverheid: het aggregaat moet vrij zijn van klei en organisch materiaal, omdat deze bestanddelen na verloop van tijd omgezet worden in nadelige componenten voor de mortels.

- De hoekigheid: hoekige aggregaatfragmenten geven een grotere hechting dan afgeronde korrels
- De granulometrie: er moet een evenwichtige verdeling zijn tussen de verschillende aanwezige korrelgroottes van het aggregaat. Elk type mortel en toepassing vereist een specifieke korrelgrootteverdeling. Meestal is een verdeling volgens de Füllercurve ideaal. (zie onderstaande figuur voor een korrelgrootteverdeling volgens de ideale Füllercurve)

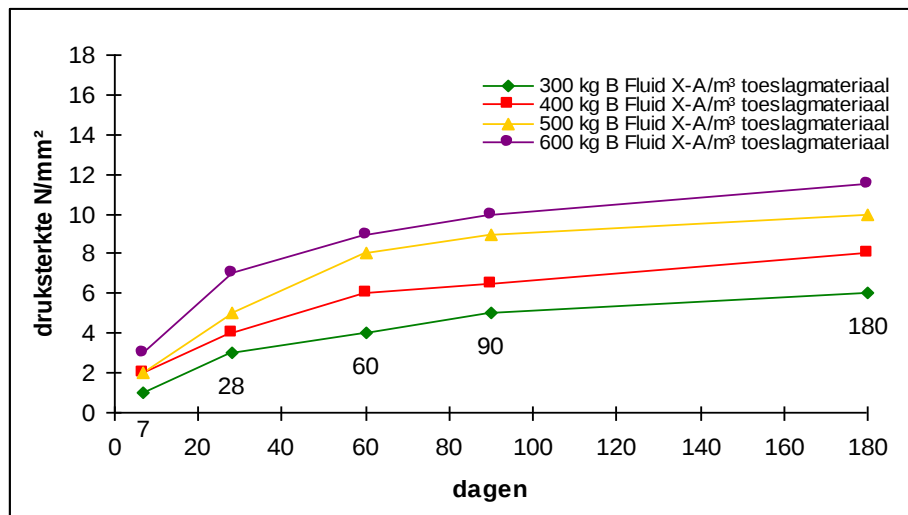


2.1.4.6 Invloedsfactoren op de druksterkte

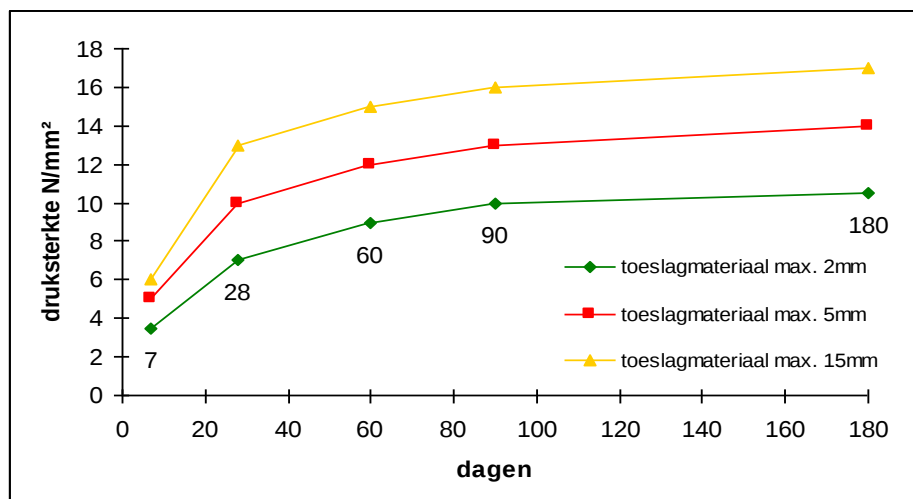
- Water/bindmiddel verhouding: Hoe meer water toegevoegd wordt aan de mortel, hoe kleiner de sterkte zal zijn van het uiteindelijke product. Ter illustratie staat hierna een grafiek die de druksterkte weergeeft van 2 verschillende water/bindmiddelverhoudingen na 180 dagen.



- Bindmiddel/aggregaat verhouding: zoals vermeld is een van de taken van het aggregaat de sterkte van het uitgeharde eindproduct verhogen. Een tekort aan bindmiddel zal ook negatieve gevolgen hebben voor de uiteindelijke sterkte. De ideale verhouding tussen bindmiddel en aggregaat is ongeveer 1/3. In de praktijk betekent dit ca. 600kg bindmiddel van natuurlijk hydraulische kalk per kubieke meter toeslagmateriaal. Zie figuur hieronder voor een illustratie van het effect van de verhouding op de druksterkte



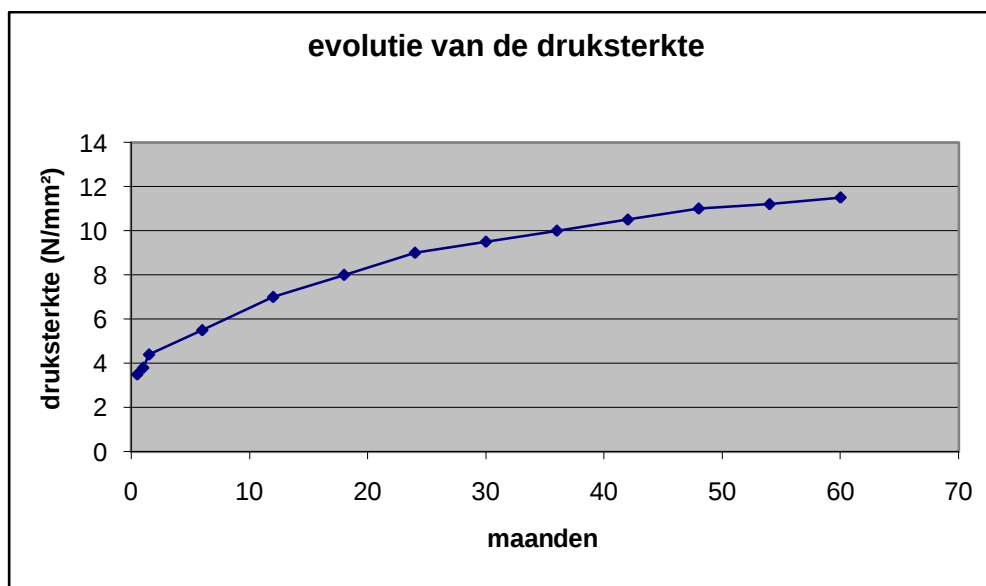
- Granulometrie van het toeslagmateriaal: Een stijging in de maximale korrelgrootte van het toeslagmateriaal in een kalkmortel zal een positieve invloed hebben op de sterkte van de mortel. Het is dus belangrijk bij de samenstelling van een mortel om een zo groot mogelijke maximale korreldiameter te gebruiken. De holtes van de grotere korrels kunnen dan verder opgevuld worden met de kleinere korrels en het bindmiddel. De maximale korrelgrootte wordt natuurlijk ook bepaald door het type van toepassing. Ter illustratie een grafiek die de invloed toont van enkele verschillende maximale diameters op de druksterkte:



De evolutie van de druksterkte van een mortel wordt meestal uitgedrukt na een periode van 7, 28, 60, 90 en 180 dagen. Dit is zeer toepasbaar voor mortels op basis van cement. Cement hardt zeer snel uit, dus zal de druksterkte van cement al na enkele dagen de totale sterkte bereikt hebben. Na 180 dagen zal de hydraulische reactie zo goed als volledig voltooid zijn, en hierna is cement niet meer in staat een meetbare verdere ontwikkeling in druksterkte te hebben.

De reactie bij kalkmortels, zowel luchthardende als hydraulische, is veel trager. In tegenstelling tot cement blijft kalk steeds een reactief product. Om kalk volledig te laten reageren zijn honderden tot duizenden jaren vereist. Dit betekent dat de druksterkte zal blijven toenemen. Om die reden is de standaardreeks 7-180 dagen hier minder geschikt. De langdurige reactiviteit van een kalkmortel maakt eveneens dat de mortel bij veranderende drukomstandigheden steeds weerwerk zal kunnen bieden. Aangezien er meestal na het plaatsen van een gebouw vervormingen kunnen optreden, is kalkmortel zeer geschikt om deze vervormingen zonder scheuren op te vangen.

Hieronder toont een grafiek de evolutie van de druksterkte van een natuurlijk hydraulische kalkmortel over een periode van 5 jaar. Bemerk dat de druksterkte die men verkrijgt na 6 maanden, verdubbeld zal zijn na 5 jaar, en hierna toont de evolutie zelfs nog een stijgende trend.



2.2 Minerale verven

Sinds eeuwen werden verschillende soorten verf gebruikt. De basissamenstelling van alle verven is min of meer gelijk:

- Bindmiddel
- Verdunningsmiddel
- Eventuele toeslagstoffen
- Pigment

De twee grote groepen onder minerale verven zijn kalkverven en silicaatverven. Minerale verven zijn geschikt voor aanbrenging op minerale ondergronden zoals beton, pleister, baksteen, leempleister, ... maar zijn dan weer minder geschikt voor gipsplaten, vezelplaten of reeds geschilderde oppervlakken.

2.2.1 Kalkverf

2.2.1.1 *Geschiedenis*

Kalkverf is een van de oudste verfsoorten. Een van de eerst gekende toepassingen van kalkverven zijn de decoraties in de woningen Delos en Thera, in de 7^e eeuw v. Chr. Ten tijde van de Grieken en de Romeinen werden de eerste fresco's gemaakt met kalkverven.

Kalkverf vond meer en meer opgang en bereikte hoogtepunten in de 14^e eeuw met de fresco's van Giotto, en ten tijde van de Italiaanse Renaissance met schilders zoals Raphaël en Michel Angelo.

2.2.1.2 *Omschrijving*

Kalkverf is een waterverf met kleurgevende alkalibestendige pigmenten, die gebluste kalk en een bindmiddel bevat die een oplossing is van caseïne, dierlijke of plantaardige lijm, of celluloselijm. Om de hydraulische kwaliteiten te verhogen kan er tras, baksteenmeel of andere puzzolanen aan toegevoegd worden. Kalkverf is zeer goedkoop, makkelijk om aan te brengen en is toepasbaar zowel binnen als buiten.

Kalkverf is opgebouwd uit mineralen, ze zijn bepalend voor de "look & feel" en het "gedrag" van de verf. Als mineralen onder de microscoop bekeken worden, zijn kleine facetjes te zien. Deze facetjes weerkaatsen overal het licht, bijgevolg zal de muur veranderen naargelang de lichtinval. Ook donkere kleuren weerkaatsen licht i.p.v. het op te slurpen.

De basis van kalkverven is kalkhydraat (calciumhydroxide). Als grondstof wordt kalksteen gebruikt met een zo hoog mogelijk gehalte aan calciumcarbonaat. Zo kan een hoge witheidsgraad bereikt worden, en is het pigment titaanwit ook niet meer nodig. Kalksteen met mergel is niet geschikt. Dat wordt gebruikt voor de productie van hydraulische kalk of cement. Er worden geen bewaarmiddelen toegevoegd omdat kalkverf in poedervorm wordt geleverd. Door de hoge ph-waarde van kalkverf bevat deze van nature een anti-bacteriële en schimmelwerende werking. Een nadeel is echter dat kalkverf ook na het drogen zal blijven wit poeder afgeven. Hiervoor worden in sommige kalkverven stoffen toegevoegd om de wrijfvastheid te verhogen.

De waterbestendigheid van de kalkverf hangt sterk af van de basis van de verf. Bevat de verf als basis caseïne dan zal de verf watervast zijn, dit in tegenstelling tot een lijm als basis, wat de verf slecht waterbestendig maakt.

Zoals het geval is bij alle minerale producten, mag ook hier het aandeel aan organische stoffen niet meer dan 5% bedragen. Een kalkverf met een kleine hoeveelheid acrylaat is geen echte kalkverf, maar een verf met kalkeffect.

Enkele voordelen van kalkverf zijn:

- Zeer **ademend**: 100% waterdampdoorlaatbaar, wat een veelvoud is van de zogenaamde “ademende” acrylverven
- **Esthetisch**: een mooi decoratief effect, een zeer naturel uitzicht en veroudert mooi
- Volledig **biologisch afbreekbaar**
- **Is reversibel**
- **Is antiallergisch**: Het doodt huismijt tijdens de eerste zes maanden. Kalk is op basis van zijn natuurlijke alkaliteit antiseptisch. Dat wil zeggen dat kalk ideaal is voor allergische personen door de afwezigheid van oplosmiddelen, weekmakers en conserveringsstoffen.
- Uitwendige weersinvloeden worden geweerd
- Zouten in het metselwerk worden aan deze laag doorgegeven
- Kalk is een natuurlijke bouwstof. Bekledingen op basis van kalk combineren probleemloos met allerlei minerale ondergronden

Enkele nadelen zijn:

- Zeer gevoelig voor vlekvorming
- Slecht afwasbaar, omdat het zo waterdampdoorlatend is: de vlekken trekken de verf in
- Men moet kennis van zaken hebben om kalkverf te overschilderen met andere verven. Zonder voorbereiding is kalkverf enkel overschilderbaar met kalk- en silikaatverf. Anders moet er grondig geschuurd worden en een speciale primer toegepast worden, wat een aantal specifieke toepassingsregels vraagt om tot een behoorlijk resultaat te komen.
- Bij vochtproblemen zijn er ongewenste vochtvlekken zichtbaar (donkere verkleuring)
- De verf heeft een hoge pH-waarde, waardoor het kan branderig aanvoelen op de huid.
- Een duurzaam resultaat kan niet altijd gegarandeerd worden

Het doel van kalkverven is het verfraaien van gebouwen op een specifieke manier. Kalkverf wordt toegepast om verschillende redenen. Als sterk ademende afwerking, of simpelweg als decoratieve afwerking. Ook is het historisch verantwoord in geval van monumenten. Als hygiënische afwerking kan dit zowel beroepsmatig (in stallen) als privé (voor de antiallergische eigenschappen). In België blijven de belangrijkste redenen esthetisch en historisch. Sommigen kiezen ook voor kalkverf om milieuvriendelijke redenen.

Het aantal soorten ondergronden waarop kalkverf mag aangebracht worden is in principe beperkt. Kalkverf wordt aangebracht op een onbehandelde minerale ondergrond (kalk, cement, leem) of een (bak)stenen muur. De kalkverf reageert immers sterk op de ondergrond, ze zoekt als het ware een evenwicht. Het toepassen bij muren met opstijgend grondvocht en spatwater wordt afgeraden. Het aantal lagen waarin de kalkverf wordt aangebracht is afhankelijk van de staat van de ondergrond. Sterk verweerde of gescheurde ondergrond dient omwille van het scheuroverbruggende vermogen van de verf een extra behandeling te krijgen.

- Ze hecht bijzonder goed op een minerale ondergrond en vormt zelfs een stabiele korst. De hoge waterdampdoorlaatbaarheid van de verf blijft intact en de muur blijft dan ook ademen.
- Indien ze op reeds geschilderde muur aangebracht, waarvan de onderlaag niet mineraal is, zal de kalklaag niet hechten. Hier kan er wel gebruik gemaakt worden van primers. Maar niet iedereen is daar voorstander van omdat dan tegen het natuurlijk karakter van kalkverf gezondigd wordt. Indien er toch gekozen wordt voor primer is het best een natuurlijke primer te nemen. Het ademend vermogen kan dan wel verloren gaan.

- Bescherm niet tegen betonrot en is dus niet aangeraden op een betonnen ondergrond.
- Ze wordt het best niet aangebracht op buitenmuren op het zuidwesten. De verf neemt vocht en CO₂ op uit de lucht en wordt nat. Daardoor ontstaan koude muren en dus hoge verwarmingskosten.
- Er ontstaan vlekken omdat de muur niet gelijkmatig vochtig is en de verf niet gelijkmatig vocht opneemt. Men kan dus geen effecten volledig controleren. Net om die redenen wordt er ook veel voor kalkverf gekozen.



Figuur 2.3: Vlekvorming door ongelijkmatige vochtopname (Foto: Wolf Jordan)

2.2.1.3 *Herkennen*

Om vast te stellen of een oude verflaag uit kalkverf bestaat of kalkhoudende delen bevat, kan een test met een zoutzuur genomen worden. Kalk is namelijk erg gevoelig voor zoutzuur en lost hierin op. Als het gaat om een verflaag die nog op de wand aanwezig is, kunnen met een pipet enkele druppels zoutzuur op het wandoppervlak aangebracht worden. Losse bladders kunnen in een glazen bakje gelegd worden, waarna hierop zoutzuur wordt gedruppeld.

Een tweede manier om een kalkverf te herkennen is de krulproef. Omdat de verflaag hard en bros is, ontstaan bij de krulproef brokkelige stukjes. Bij deze test wordt met een scherp mes onder een hoek van 45° een insnede van ongeveer 30 millimeter lengte. Tot op de ondergrond, in de verflaag gemaakt. Hierdoor wordt een verfkrul gesneden waarmee vastgesteld kan worden of een verflaag zeer elastisch tot bros is. Bij kalkverf is er geen verfkrul te snijden.

2.2.1.4 *Uitharding en binding*

De kalkverf hardt uit door carbonatatie (door opname van koolzuur uit de lucht). De sterkte neemt eveneens toe door het drogen van het product en het verlies aan water. Vaak wordt een toename in

sterkte gerelateerd aan een toename in breekbaarheid. Toch blijft kalkverf een zeer elastisch product omwille van zijn erg open opbouw, met een hoge dampdoorlaatbaarheid. Deze eigenschappen staan in sterke tegenstelling met de meeste synthetische producten

Kalkverf is een erg basisch product met een zuurtegraad van 12,5. Door de carbonatatie zakt de pH tot ongeveer 8. Omwille van deze hoge pH waarden bezit het product schimmelwerende, bacteriedodende en ontsmettende eigenschappen. Een andere eigenschap is dat er tot op zekere hoogte een neutralisatie optreedt van zure regen.

in bouwfysisch opzicht kunnen kalkverven als zeer water-, waterdamp- en kooldioxidedoorlaatbaar geclassificeerd worden. Kalkverven verhinderen het drogen van de ondergrond in principe niet maar laten water vrijwel ongehinderd door en zijn daarom niet geschikt als bescherming tegen regen op aan verwerking gevoelige ondergronden.

Kalkverven reageren op in regen opgeloste zure schadelijke stoffen en worden daardoor sneller afgebroken als andere gevelbekledingen.

De duurzaamheid van kalkverf kan verbeterd worden door toevoegsels. Het aandeel hiervan mag wel niet meer dan 5% bedragen. Anders mag de verf niet meer geclassificeerd worden als een minerale verf. Hierbij kunnen organische stoffen gebruikt worden zoals caseïne (bindmiddel op basis van kaas en kalk, met als doel regenbestendigheid vergroten en het wit afgeven van kalkverf te beperken) en lijnolie. Maar ook moderne hulpstukken kunnen gebruikt worden zoals alkalibestendige kunststofdispersies. Het ontstaan van de toevoegsels zou te danken zijn aan een boer die op een dag besloot wat melk toe te voegen aan zijn kalkmengsel. Men kalkte namelijk in het verleden de stallen voor hygiënische redenen.

2.2.1.5 Duurzaamheid

Echt klassieke kalkverf heeft een veel kortere levensduur dan synthetische verf. Gesteld dat de verf op een juiste ondergrond werd aangebracht, dan zijn er nog de externe omgevingsfactoren die vrij veel invloed kunnen uitoefenen op de staat van de muur. Een buitenmuur kan na twee à drie jaar verpoederen, als de weersomstandigheden ongunstig zijn (rechtstreeks zonlicht, zure regen,...)

De verf zal reageren op de omgeving:

- De muur begint te verpoederen omdat de verflaag water opneemt;
- De zuurtegraad van de buitenmuur daalt snel onder invloed van zure regen en vanaf dan verliest de verf haar mos- en schimmelwerkende alsook haar desinfecterende eigenschap;

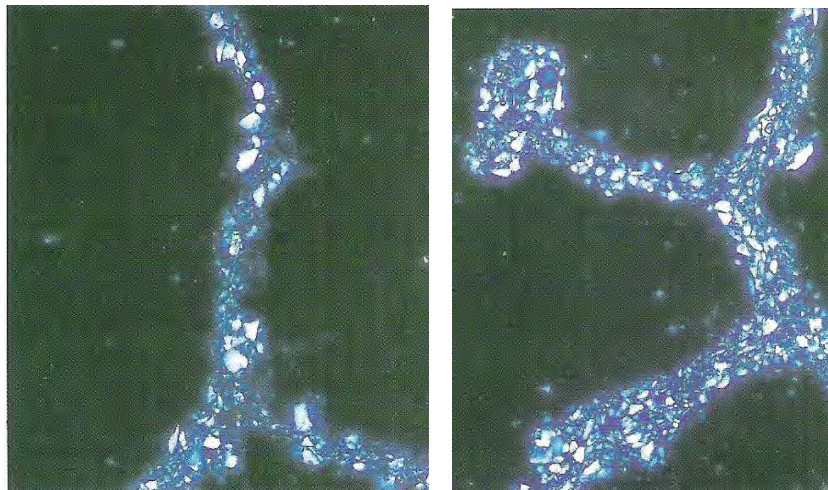
- Kalkverf is absoluut niet stootvast daarom is de duurzaamheid ook vrij kort.

De duurzaamheid zou verhoogd kunnen worden door gebruik te maken van witte kalk te dispergeren (= kalkdeeltjes kleiner maken). Daarvoor wordt gebruik gemaakt van labo dissolvers. Hierbij ontstaan zeer kleine kalkagglomeraten met een partikelgrootte kleiner dan 10 μm . De carbonatatie van kalkhydraat zal hierdoor versnellen, dus zal de kalkverf sneller uitharden. De bindkracht zal hierdoor ook hoger liggen.

Tijdens de dispersie roteert een tandschijf in een kalksuspensie. Bij een optimale snelheid ontstaat het zogenaamde donut-effect, waarbij de kalkdeeltjes effectief verkleind worden.

De oppervlakte van de gedispergeerde kalk neemt daarbij sterk toe. Reagglomeratie van de deeltjes kan verhinderd worden door toeslagstoffen te gebruiken. Aan het eind van de procedure ontstaat een suspensie met buitengewone fysicadynamische eigenschappen. De capillariteit van de laag zorgt voor een uitstekende verdraagzaamheid en sluit schade aan het bouwwerk uit. Daarbij heeft de laag als geen ander materiaal een beschermende functie voor de ondergrond. Door de snelle en volledige carbonatatie wordt de gewenste duurzaamheid verkregen.

De volgende figuren tonen een microscopische weergave van het kalkhydraat.



Figuur 2.4: Weergave van kalkhydraat op microscopisch niveau, enerzijds gedispergeerd, anderzijds normaal.

De figuur links is een microscopisch beeld van gedispergeerd witkalkhydraat. Hier is duidelijk een netwerkachtige structuur te zien, dat ook na droging behouden blijft.

De figuur rechts toont een microscopisch beeld van het gewone kalkhydraat. Deze vertoont een relatief zwak netwerk met onregelmatige structuur. Op sommige plaatsen is het netwerk zeer dun dat het bijna uit elkaar lijkt te vallen. De geringe dikte en dichtheid van de verbindingen zijn duidelijk te herkennen.

Een hogere dichtheid en een regelmatigere structuur verklaren de verbeteringen van het gedispergeerd kalkhydraat tegen over het gewone kalkhydraat. Hierna volgt een opsomming van enkele verbeterde eigenschappen.

1. Hechttreksterkte (geeft de maximale adhesie van een laag aan de ondergrond aan)

traditionele kalklaag	max. 0,05N/mm ²
gedispergeerd wit kalkhydraat	max. 0,55N/mm ²

2. Weervastheid (Geeft weerstand tegenover nat/droog cycli, UV straling, temperatuursverandering en regen aan): Met behulp van een QUV toestel (verouderingskamer) werd een combinatie van deze factoren gesimuleerd. De richtwaarde voor weervastheid is in werkelijkheid drie jaar, in deze periode mag er geen verwerking optreden. Dit komt overeen met een test van 1000 uur in het QUV toestel. Is het materiaal na 1000 uur niet veranderd dan is het weervast.

traditionele kalklaag	max. 500u met schade
Richtwaarde weervastheid	1000 u zonder schade
gedispergeerd wit kalkhydraat	3000 u zonder schade

3. Milieuvloeden

	Verlies na	
	15 vorst-dooi cycli	10 zoutsproeicycli
gedispergeerd wit kalkhydraat	3 tot 15 %	15 tot 38%
traditionele kalklaag	meestal 100 %	100%

Na vorst-dooi cycli en zoutsproeitesten gaat bij gewone kalklagen het volledige materiaal verloren. De waarden van gedispergeerd wit kalkhydraat duiden dat het zonder problemen kan gebruikt worden.

2.2.2 Silicaatverf

2.2.2.1 *Geschiedenis*

In de 19^e eeuw werd op zoek gegaan naar een techniek ter verbetering van de kalkfresco's. Door de klimatologische omstandigheden verweerden de kalkfresco's in korte tijd. Er moest een verf ontwikkeld worden met een grotere duurzaamheid en met het uiterlijk van kalk.

Reeds in de middeleeuwen was het bindmiddel van de silicaatverven, het vloeibare kalisilicaat als Liquor Silicium bekend. Er ontbraken echter productie- en toepassingsmogelijkheden. Johann Wolfgang von Goethe had grote verwachtingen bij zijn proeven met waterglas in het jaar 1768. In het boek "Dichtung und Wahrheit" schrijft hij : " Hetgeen mij reeds geruime tijd sterk bezig hield was het zogenaamde Liquor Silicium, dat ontstaat wanneer men zuiver kwarts-kiesel met een aangepast deel alkali smelt, waaruit een doorzichtig glas ontstaat, dat aan de lucht smelt en een prachtige heldere vloeistof vormt. Goethe kon echter zijn overtuigingen niet in de praktijk brengen.

Waterglas, kalium- of natriumsilicaat, was dus reeds in de middeleeuwen bekend. Het raakte echter in de vergetelheid tot het in 1818 opnieuw werd bereid door professor von Fuchs te Landshut.

Fabrieksmatig werd het voor het eerst bereid door Van Dinger te Augsburg in 1826.

Als verf voor wandschilderingen werd het eerst gebruikt door von Schlotthauer.



Figuur 2.5: A. W. Keim
(Foto: Keim)

Het was echter toch tot 1880 wachten vooraleer Adolf Wilhelm Keim de techniek aanzienlijk verbeterde door de samenstelling van het waterglas te optimaliseren. De toepassing was vooral geschikt op minerale ondergronden en gaf de beste resultaten op vers pleisterwerk. Het kiezelsuur kaliumsilicaat reageerde met de kalk uit de ondergrond tot een kiezelzure kalk en bevordert aldus de verharding van de beraping. Als resultaat krijgt men een buitengewone duurzame verflaag die goed bestand is tegen atmosferische invloeden.

Gevels die meer dan 100 jaar geleden hiermee geschilderd werden, weerstaan nog steeds zonder problemen het westers klimaat. Het is daarenboven ook de enige verf die op een verse, niet uitgeharde kalkpleister kan aangebracht worden, omdat de verf zeer alkalisch is. Het enige "nadeel" is dat in de silicaatverven geen loodhoudende stoffen mogen toegevoegd worden omdat deze de verf stremmen (overgang van de vloeibare toestand naar een meer vaste vorm).

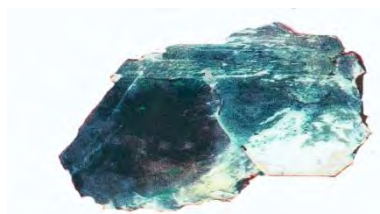
2.2.2.2 Omschrijving

Volgens norm DIN 18363, 2.4.1 kunnen silicaatverven principieel in twee groepen ingedeeld worden:

- 1^e generatie: Silicaatverven; 2-componenten product bestaande uit poedercomponent met minerale kleurpigmenten en vulstoffen en een vloeibaar component, het bindmiddel kaliwaterglas. Bevatten geen organische bestanddelen. Zij kunnen uitsluitend op vaste, zuigende, minerale gestucte ondergronden worden toegepast.
- 2^e generatie: Dispersie-silicaatverven op basis van kaliwaterglas, pigmenten, vulstoffen, kunstofdispersie en eventueel hydrofoberingsmiddelen. Het totale gehalte aan organische bestanddelen (dispersie- en toeslagstoffen) mag wel niet meer dan 5% bedragen. Eén component product met duidelijk gemakkelijkere toepasbaarheid en verbeterde verwerkbaarheid.

Sinds paar jaar bestaat ook een *derde generatie silicaatverven*: de sol-silicaten. Met deze is het ook mogelijk om behalve op minerale ondergronden, ook op bestaande, niet-mineraal geschilderde ondergronden te schilderen. Het bindmiddel is hier sol-silicaat, een gestabiliseerde combinatie van kieselsol en waterglas, verkiezelt met minerale ondergronden en ontwikkelt daarnaast zeer sterke adhesieve eigenschappen, die zorgen voor een uitstekende hechting op verflagen op basis van organische bindmiddelen. Ook de sol-silicaat verven voldoen met hun organisch aandeel < 5 % aan de norm DIN 18363 voor dispersie-silicaatverven.

Silicaatverven worden al circa 100 jaar ter bescherming van minerale gevelelementen toegepast. De klassieke silicaatverf bestaat uit twee componenten: uit het bindmiddel kaliwaterglas als vloeibaar component en uit een kleurpoeder (pigmenten en vulstoffen). Silicaatverf wordt veelal toegepast bij de restauratie van monumenten en gebouwen. De toepassing vindt op brede schaal plaats op beton, baksteen metselwerk, pleisterwerk, en andere minerale ondergronden.

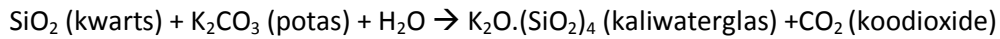


Figuur 2.6: Silicaat in vaste vorm (Foto: Tollens)

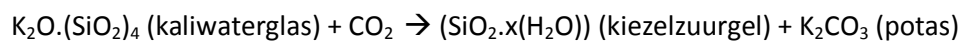
Kaliwaterglas, het bindmiddel van silicaatverven, wordt verkregen door samenstelling van kwartszand en potas. Het daarbij ontstane alkaliglas wordt aansluitend onder dampdruk in kaliwaterglas, een waterige oplossing, omgezet. Als kleurbindmiddel en voorstrijkmiddel wordt

kaliwaterglas ook als fixatief omschreven. In werkelijkheid is silicaat een gesmolten glasmassa. Het onderscheidt zich van glas doordat het in water oplosbaar is, en glas natuurlijk niet. De onoplosbaarheid van glas wordt verkregen door het toevoegen van kalk of loodoxide.

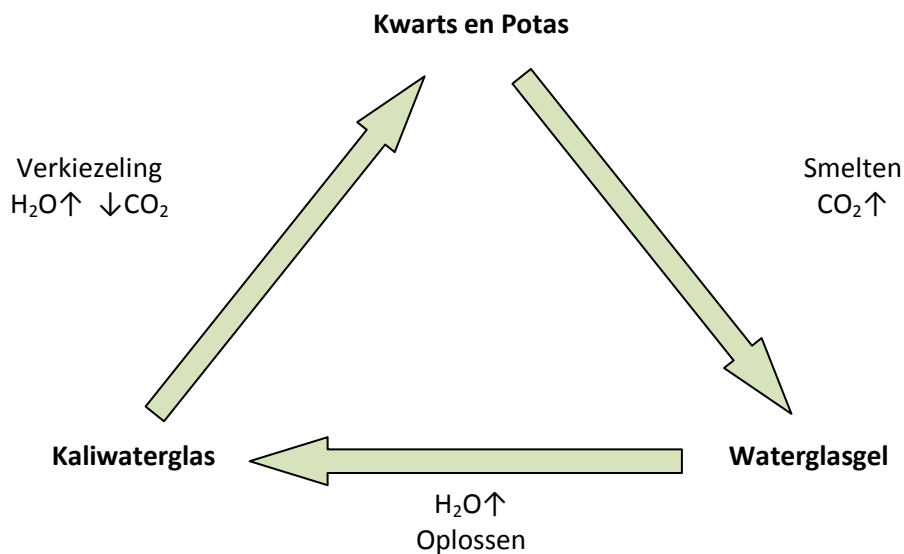
Chemisch proces van de productie van kaliwaterglas:



Na de applicatie reageert kaliwaterglas door opname van koolstofdioxide bij afscheiding van potas met een amorphe, niet in water oplosbare en weerbestendige kiezelzuurgel. De oplosbare potas wordt door de regen weggespoeld.



Kaliwaterglas is uitermate geschikt als bindmiddel voor silicaatachtige vulstoffen en verzekert een goede hechting op kwartshoudende ondergrond zoals gevelpleisters.



Figuur 2.7: De kringloop van kwarts als bindmiddel (Bron: Keim)

Bouwfysische eigenschappen van zuivere silicaatverven:

- hoge waterdampdoorlaatbaarheid, sd-waarde < 0,1 m.
- hogere waterdoorlaatbaarheid : w-waarde als een onbeklede ondergrond.

Dispersie-silicaatverven worden al meer dan 30 jaar geproduceerd. Het verschil met zuivere silicaatverven is vooral de gemakkelijkere verwerking en meer uiteenlopende toepassingsmogelijkheden.

Het afbinden van de onderlaag van silicaatverven noemt men verkiezeling. Hierbij is het voor de kwaliteit en de stevigheid aangeraden dat kwarts als reactiepartner in de ondergrond en/of in de verflaag aanwezig is (dubbele verkiezeling). Daaruit volgt dat de weervastheid van silicaatverven, door het gebruik van silicaatachtige vulstoffen, meer bepaald kwartspoeders, verbetert.

Carbonaathoudende vulstoffen zijn echter minder geschikt omdat ze niet op kaliwaterglas reageren. Silicaatverven, die overwegend toeslagstoffen op basis van carbonaat bevatten en ook op de markt voorhanden zijn, hebben de neiging tot voortijdig krijten en verweren.

2.2.2.3 *Gebruik van silicaatverven*



Figuur 2.8: Micro-opname waarop de indringdiepte en verkiezeling van minerale muurverf aan de oppervlakte duidelijk is te zien (Foto: Keim)

Bij het afbinden (verkiezelen) van silicaatverven ontstaat een onoplosbare silicaatverbinding uit het in water oplosbare waterglas, wat optimaal verloopt op voorwaarde dat kwarts als reactie partner in de ondergrond en zo mogelijk in de verflaag aanwezig is en dit als de temperatuur minstens 8°C bedraagt.

Als silicaatverven bij lagere temperaturen worden verwerkt, wordt het afbinden van de onderlaag verstoord. Het waterglas wordt dan niet volledig in watervaste vorm omgezet. Eventuele gevolgen zijn: waterglaslopers op de gevels en eventueel aangetaste ruiten, voortijdig krijten en onvoldoende regendichtheid.

Silicaatverven zijn niet voor iedere ondergrond geschikt; zij vragen immers een minerale, verkiezelende ondergrond.

De toepassingsmogelijkheden van dispersie-silicaatverven zijn aanzienlijk groter als die van zuivere silicaatverven. Zo zijn zuivere silicaatverven voor bijvoorbeeld lichte pleisters of dichte natuursteen niet, en voor afgebeten vlakken slechts tot op zekere hoogte geschikt. Dispersie-silicaatverven kunnen op deze ondergronden zonder problemen worden ingezet.

Doordat silicaatverf een base is, is de reactie met bijvoorbeeld gipsplamuur ook anders dan in het geval van een dispersieverf. Men gebruikt dus best een gipsvrije plamuur (neutrale pH). Vanwege de nood aan verkiezeling voor de binding, is toepassing op een oude lijnolielaag ook niet mogelijk. Indien de verkiezeling dan ook niet mogelijk is, kan eventueel gekeken worden naar een siliconenharsverf als alternatief.

Silicaatverven worden traditioneel met de borstel aangebracht. Geschikt hiervoor zijn ingewerkte, kortharige borstels waarmee het silicaat in kruisgang verdichtend kan worden aangebracht.

De consistentie van het materiaal voor de eerste laag moet met een fixatief respectievelijk waterglasconcentraat zo geregeld worden dat de verf bij aanbreng zo'n twintig centimeter over de ondergrond "afloopt". De verdunningsgraad hangt af van de ondergrond. Op die manier krijgt men een goede opname. In principe dekt de eerste laag amper; een goed dekkend vermogen krijgt men pas bij de tweede laag.

Enkele bijzondere eigenschappen van silicaatverven zijn:

- Exclusieve uitstraling door 100% matheid;
- Zeer hoge waterdamp doorlaatbaarheid: vochtconcentraties tussen verflaag en ondergrond zijn uitgesloten, kans op afbladdering en scheurvorming zijn miniem;
- Zeer lange levensduur dus minimaal onderhoud;
- Onderhoud is eventueel zelf uit te voeren en vergt slechts 1 laag als nabehandeling;
- Op een silicaatverflaag kan zonder problemen opnieuw een silicaatverflaag worden aangebracht, oneindig vaak zonder technische nadelen;
- Geen schimmel of bacteriën: als gevolg van de hoge dampdoorlaatbaarheid en de open structuur wordt geen condens gevormd en wordt groei van schimmels of bacteriën gehinderd. Ook door de hoge pH bezit deze verf een bacteriedodende werking;
- Onbrandbaar: deze verven branden niet, en laten tevens geen giftige gassen vrij in geval van brand;

- Temperatuurregulering: Licht- en warmtestralen worden vanwege de microkristallijne structuur goed weerkaatst;
- Silicaatverven en mineraalverven in het algemeen zijn verwant aan minerale bouwmaterialen, zowel chemisch als fysisch. Dit betekent dat de uitzettingscoëfficiënt gelijk is, wat afbladderen en scheurvorming verhindert.

2.2.2.4 *Zuurbestendigheid*



Figuur 2.9: Zuurbestendigheid (Bron: Keim)

Door KEIM werd er een zuurtest gedaan. De zuurtest toont aan: silicaat verven worden niet beïnvloed door de inwerking van zuur. In de getoonde proef bevindt zich een testplaatje met KEIM mineraalverf en een kalkverf in een zure oplossing. Reeds na korte tijd wordt de neutrale kalkverf volledig vernietigd. De alkalische KEIMverf verandert niet, ook na langdurige belasting. Silicaat verven vormen een actieve bescherming tegen de zure inwerking van zwavel of zwavelzuur.

Kalkverf op zich is een erg basisch product met een pH van 12,5. Door de carbonatatie zakt de pH tot ongeveer 8. Er treedt slechts tot op zekere hoogte een neutralisatie op tegen zure inwerking. Silicaatverven bezitten ook na het verkiezelen een hoge pH-waarde.

2.2.2.5 *Herkennen*

Net zoals bij de kalkverven ontstaan door de harde verflaag, bij de krulproef, brokkelige stukjes. Silicaatverven zijn ook sterk alkalisch en daardoor op alkaliteit te testen. dat kan vastgelegd worden met een oplossing van fenolftaleïne, een vloeibare indicator. Deze vloeistof geeft alleen aan of een ondergrond alkalisch of neutraal is. Door alkaliën kleurt deze vloeibare indicator roodachtig paars. Als de ondergrond niet alkalisch is, zal geen verkleuring optreden.

2.2.2.6 *Duurzaamheid*

Bij silicaatverven gaat het bindmiddel een chemische reactie aan met de poriën van de minerale ondergrond en vormt siliciumverbindingen. Hierdoor ontstaat geen verffilm op het oppervlak en is afbladderen onmogelijk. Silicaatverven zijn dampdoorlatend, waardoor dampspanning door vochtophopingen, wat de meest voorkomende schadeoorzaak is bij afsluitende verfsystemen, moeilijk kan voorkomen.

Het gebruik van silicaatverven leidt ook tot economische voordelen door de enorme duurzaamheid en weersbestendigheid. Bij het gebruik van silicaatverven is het onderhoud aan gebouwen duidelijk minder dan gewoonlijk. Er zijn minder renovatiebeurten nodig door duurzame, schone en kleurstabiele verflagen waardoor het onderhoudsbudget dus lager ligt.

De eenvoudige herschildering van silicaatverven bij het onderhoud is nog een bijkomstig economisch voordeel. Siicaatverven hoeven niet te worden verwijderd; enkel schoonmaken en overschilderen volstaat.

Voor niet minerale verven wordt meestal direct na het aanbrengen een onderhoudsschema opgesteld. Door de minerale verbinding met de ondergrond, het ongevoelig zijn voor vocht en de kleurechtheid zijn de silicaatverven veel duurzamer, en vraagt bijgevolg ook minder onderhoud.

De vervuiling van de verflagen wordt onder meer veroorzaakt door de statische lading en thermoplasticiteit van bindmiddelen.

Wanneer een onderhoudsbeurt zich opdringt kan men als volgt te werk gaan: het oppervlak voorzichtig reinigen met een hogedrukreiniger, met een druk van maximum 40 bar en een temperatuur van ca. 40 à 60 ° C. Het is voldoende gewoon leidingwater te gebruiken zonder toevoeging van reinigingsmiddelen. Algen, mos en schimmel moeten verwijderd worden. Na de reiniging kan er worden overgegaan tot schilderen van de ondergrond.

Wat Keim verven betreft, heeft de vroegere Bouwcentrum Projectgroep Onderhoud, als conclusie van een gericht onderzoek naar de eigenschappen van zeven veel voorkomende muurverven voor buiten toepassing, de overstaanperiode van Keim verven vastgesteld op 12 tot 15 jaar. Hierbij kan onderscheid gemaakt worden tussen de zgn. droge delen van gebouwen minimaal 24 jaar en de zgn. natte delen van gebouwen minimaal 12 jaar. Hoewel de verflaag dan meestal technisch nog in goede staat verkeert, kan om esthetische redenen een onderhoudsbeurt noodzakelijk zijn.

Minerale verven zijn niet statisch. Hierdoor wordt geen vuil aangetrokken. Organische kunst- of siliconenhars bindmiddelen laden zich bij wind door de wrijving op en halen zodoende vuildeeltjes uit de lucht. Ze kunnen ook “kleverig” worden omdat deze bindmiddelen bij hogere temperatuur thermoplastisch reageren. Dat maakt het voor de vuildeeltjes gemakkelijker om zich te hechten en te nestelen aan het oppervlak. Er kan dus gesteld worden dat minerale verven langer schoon blijven. Toch kan er nooit met zekerheid gezegd worden dat een gevel die met minerale verf behandeld is, niet zal vervuilen. Factoren als luchtvervuiling en de situering (weersbelaste en niet weersbelaste geveldelen van het gebouw spelen hierbij een rol).

2.2.3 Verf op cementbasis

Op de vraag welke de soorten minerale verven zijn, werd voornamelijk kalk- en silicaatverf geantwoord. Voor de volledigheid wordt hier toch cementverf vermeld, ondanks dat hier weinig eenduidige informatie over te vinden is. Cement geldt ook als mineraal bindmiddel en bijgevolg is verf op basis van cement ook een minerale verf.

2.3 Milieu

Wat de impact op het milieu betreft, worden kalkmortels bij temperaturen tussen 900°C en 1200°C gebrand, in tegenstelling tot cement, die vervaardigd wordt bij temperaturen boven de 1450°C. Dit betekent dat voor de cementproductie veel meer energie verbruikt wordt dan bij het aanmaken van kalk. Dit energieverbruik vertaalt zich in een hoger brandstofverbruik, wat milieuonvriendelijk is. Niet alleen brandstof is een vervuilende factor. Bij de productie van kalk- en cementmortels wordt eveneens CO₂ vrijgezet, wat als hoofdoorzaak van het broeikaseffect wordt gezien. Voor kalkmortels is dit geen probleem, omdat tijdens het uitharden evenveel CO₂ terug door de mortel wordt opgenomen, als er vrijgezet is bij de productie ervan. Bijgevolg kan men kalk als een milieuvriendelijk product beschouwen.

Silicaatverven zijn 100% oplosmiddelvrij en hebben als bindmiddel vloeibaar kaliumsilicaat (waterglas). Waterglas wordt net als glas vervaardigd uit natuurlijke stoffen. Daartoe behoren bijvoorbeeld kwarts, veldspaat en minerale kleurpigmenten. Silicaatverven hebben een gunstige CO₂ balans. De CO₂ die tijdens de productie van bindmiddel vrijkomt, wordt weer uit de lucht opgenomen tijdens het droogproces van de verf na het aanbrengen op de ondergrond.

3 Beschikbare producten

In dit hoofdstuk worden de meeste producten objectief besproken die vandaag de dag gebruikt worden. Deze lijst is niet limitatief, maar houdt de producten in die informatie verschaffen voor deze thesis.

Bij elk product wordt ook de aannemersprijs vermeld. Deze is niet bindend. De voorgestelde hoeveelheden zijn voorgeschreven door de producenten, deze zijn dus subjectief.

Dit is een aanvulling bij de thesis van Stijn D'hoore van vorig jaar waar een groot aantal producten reeds besproken werd. Voor een volledige beschrijving is het nuttig die thesis nog eens te raadplegen. In de bijlage van deze paper worden de uitgebreide technische fiches van deze producten wel terug opgenomen. Deze producten zijn hier onder nog eens opgesomd.

Kalei producten op basis van kalk

- Unilit 15/P1 (Arte Constructo)
- Unilit 400 (Arte Constructo)
- Wolf Jordan kalei (Wolf Jordan)
- RC Kalei (Reynchemie)
- Calcilane Enduit (FTB-Remmers)
- FTB Kalei (FTB-Remmers)
- Bayosan RK 70 N (Renofort)
- Kalk Finish (Stuc-and-Staff)
- Histolith Kalkschlämme (Caparol)
- Stacepro (PEC International)
- Medolago Finish XF (PEC International)

Kalei producten met cement

- Bayosan EFP 007/01 (Renofort)
- Seifert Kaleipoeder (Seifert)
- PRB Tradital (Vandeweege)

Andere kalei producten

- Disbon 505 (Caparol)
- SikaTop 107 (Sika)
- SikaTop 141 (Sika)

Silicaatverven

- KEIM Granital (KEIM)
- Sylitol (Caparol)

Kalkverven

- Corical (Arte Constructo)
- Calcatex (Wolf Jordan)
- RC Calco (Reynchemie)
- Artecoat Kalkverf (FTB-Remmers)
- Histolith Fassaden-Kalkfarbe (Caparol)
- Fresco (PEC International)

Hierna volgt een aanvulling van deze productenlijst. De vermelde prijzen zijn een momentopname en in geen geval bindend.

3.1 Kaleiproducten

3.1.1 Kalei producten op basis van kalk

3.1.1.1 *Visolcalce (Tollens Viero)*

Algemeen



Voor de bescherming en decoratie van gevels, gebruikt in de nieuwbouw en de renovatie. Bezit een hoge waterdampdoorlaatbaarheid en een goede weerbestendigheid. Zorgt voor gevarieerde decoratieve effecten, is stabiel en verbergt barsten. Het is een gebruiksklaar materiaal.

Grondstoffen van kaleilaag

Dikke minerale bekleding op basis van ongebluste kalk, met een fijne of extra fijne afwerking.

Technische kenmerken

Voorkomen:	korrelige pasta (gebruiksklaar)
Kleur:	Volgens Viero kleurenkaart
Dichtheid:	1,8 kg/l
Korrelgrootte:	Extra fijn: 0,7mm Fijn: 1mm
Verbruik:	Extra fijn : 2 tot 2,5 kg/m ² in 2 lagen Fijn : 1,5 tot 2 kg/m ²
Leveringsvorm:	Emmer van 25 kg

Verwerking: Visolcalce is een gebruiksklaar product, het dient enkel goed geroerd te worden voor gebruik.

In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

Afwerking

Het product kan als eindlaag gebruikt worden of afgewerkt worden met een minerale verf.

Prijzen

Visolcalce:	+/- 1,5 à 2,5 kg/m ² verbruik	→ 2,71 €/kg	→ 4,07 à 6,78 €/m ² (wit)
	+/- 1,5 à 2,5 kg/m ²	→ 3 à 3,45 €/kg	→ 4,50 à 8,63 €/m ² (afhankelijk van kleur en verbruik)

De vermelde tarieven zijn schildertarieven voor grote afname en excl. BTW.

3.1.1.2 *Kalei Liscio (Rewah)*

Algemeen



Kalei Liscio wordt gebruikt om buitengevels een authentiek karakter te geven. Het kan ook toegepast worden op gevels met vele barsten die overschilderd dienen te worden. Kalei Liscio wordt aangebracht met een blokborstel in een laagdikte van ca. 2 à 4 mm, om een typisch kalei-effect te bekomen.

Grondstoffen van kaleilaag

Kalei Liscio is een cementvrije kaleimortel op basis van natuurlijke hydraulische kalk en minerale toeslagstoffen.

Technische kenmerken

Voorkomen:	vast (in poedervorm)
Kleur:	voorlopig enkel in wit
Dichtheid:	+/- 1,3 kg/m ³
Korrelgrootte:	0,01 tot 0,63 mm
Type grondstoffen:	hydraulische kalk en minerale toeslagstoffen
Verbruik:	1,3 à 2,5 kg/m ² per laag
Leveringsvorm:	zak van 25 kg

Verwerking: Kalei Liscio aanmaken met ca. 4 à 5 liter zuiver water per zak van 25 kg poeder of per 1 kg poeder => 0,2 liter zuiver water. Mechanisch opmengen gedurende 4 à 5 minuten.

Aanbrengen met blokborstel in laagdiktes van 1 à 2 mm. Voor het kaleien komt dit neer op een verbruik van ca. 1,3 à 2,5 kg/m² per laag.

De droogtijd schommelt tussen 24 en 48 uur, afhankelijk van de weersomstandigheden. Kalei Liscio dient beschermd te worden gedurende 48 uur tegen regen en tot 72 uur na het aanbrengen tegen vorst. Een droogtijd van ca. 12 uur respecteren tussen elke laag.

In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

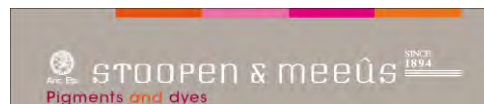
Afwerking

Het product kan als eindlaag gebruikt worden of afgewerkt worden met een minerale verf.

Prijzen

Kalei Liscio: 2,5 kg/m² verbruik → 1,33 €/kg → 3,33 €/m² (Aannemersprijzen per zak)

3.1.1.3 *Dragon kalei (Stoopen en Meeus)*



Algemeen

De kaleilaag bestaat uit een zuivere natuurlijk hydraulische kalk, zonder enige toevoeging van cement.

De gekaleide afwerking is waterdicht, maar tegelijkertijd perfect dampopen. De uitwisseling van waterdamp met de buitenomgeving is door deze uitvoering verzekerd. Eventueel opstijgend vocht of condensatievocht kan vrij doorheen de kaleilaag verdampen.

Het lage zoutgehalte van het bindmiddel, evenals de goede dampdoorlaatbaarheid maken dat er geen risico bestaat op de vorming van zoutuitbloeiingen na droging ten minste wanneer de ondergrond op zichzelf geen zouten naar de kaleilaag aanvoert.

Grondstoffen van kaleilaag

De kaleilaag bestaat uit minerale grondstoffen (max. korrelgrootte 0,75 mm) en cementvrije bindmiddelen zoals kalk en hydraulische kalk, die het ademend en vochtregulerend karakter van de gevel onveranderd laten. Er wordt geen toevoeging van cement, tras, klinker of enig ander synthetisch bindmiddel aanvaard.

Technische kenmerken

Voorkomen:	vast (in poedervorm) + pigment
Kleur:	door toevoeging pigmenten
Korrelgrootte:	max. 0,75 mm
pH:	10 à 11
Hechting:	> 2 N/mm ²
Verbruik:	+/- 3 kg/m ² (2 lagen)
Leveringsvorm:	zak van 25 kg, pigmenten verpakking van 400 gr

Verwerking: Eerst in een mengkuip een minimale hoeveelheid aanmaakwater doen (min. 8 liter/ 25 kg), nadien het pigment toevoegen en krachtig oproeren. Nadien het kalei poeder toevoegen en mengen tot aan homogene substantie. Voeg eventueel nog water toe tot de gewenste consistentie, deze hoeveelheid wordt mede bepaald door de pigmentatie, de ondergrond en de borsteltechniek.

In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

Afwerking

Eventueel polieren met spons na 15-30min.

Gedurende twee dagen na het aanbrengen dient de kalei beschermd te worden tegen regen.

Het product kan als eindlaag gebruikt worden of afgewerkt worden met een minerale verf.

Prijzen

Dragon Kalei:	+/- 2 kg/m ² verbruik (2 kagen)	→ 3 €/kg	→ <u>6 €/m²</u> (wit)
Pigment:	0,056 kg/m ² verbruik	→ 5,10 €/kg	→ <u>0,29 €/ m²</u>
Kalei + pigment:			→ <u>6,29 €/m²</u>

3.1.2 Kalei producten met cement

3.1.2.1 Adesan CPV 22 (Tollens Viero)

Algemeen



Restauratie- en hechtingsmortel in poedervorm
op basis van hydraulische bindmiddelen en synthetische polymeren.

Grondstoffen van kaleilaag

Hydraulische bindmiddelen (kalk en cement) en synthetische polymeren. Minerale vulstoffen en additieven.

Technische kenmerken

Voorkomen:	vast (in poedervorm)
Kleur:	grijs of wit
Dichtheid	1,45 kg/dm ³
Korrelgrootte:	0,3 mm
Verbruik:	2 kg/m ² per mm dikte
Leveringsvorm:	zak van 25 kg

Verwerking: Aanmaken door ongeveer 18 à 22 % water bij het totale gewicht te doen, hetzij ongeveer 5,5 liter water voor 25 kg poeder. Adesan CPV 22 aan het water toevoegen en gedurende drie tot vijf minuten mechanisch mengen om een klontervrije brij te krijgen.

In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

Afwerking

Het product kan als eindlaag gebruikt worden of vormt de ruwe basis voor de afwerking met een minerale verf.

Prijzen

Adesan CPV 22	+/- 4 kg/m ² verbruik	→ 2,55 €/kg	→ <u>10,20 €/m²/mm</u> (wit)
	+/- 4 kg/m ² verbruik	→ 2,20 €/kg	→ <u>8,80 €/m²/mm</u> (grijs)

De vermelde tarieven zijn schildertarieven voor grote afname en excl. BTW.

3.1.2.2 *Capatect Modellier und Spachtelputz (Caparol)*

Algemeen

Minerale poedermortel op basis van kalk-cement



Grondstoffen van kaleilaag

Wit cement en wit kalkhydraat met geringe organische en silicaat-toeslagstoffen

Technische kenmerken

Voorkomen:	vast (in poedervorm)
Kleur:	volgens kleurenkaart CaparolColor
Wateropnamecoëfficiënt:	$w = \text{ca. } 0,2 \text{ kg}/(\text{m}^2 * \text{h}^{0,5})$
Verbruik:	$1,5 \text{ kg}/\text{m}^2$
Leveringsvorm:	zak van 25 kg

Verwerking: Capatect-Modellier- und Spachtelputz kan met alle courante doorlopmengers, machines, wormpompen en pleistermachines, maar ook met een krachtige, langzaam draaiende menger met zuiver, koud water tot een homogene massa aangemaakt worden. Laten rijpen en nogmaals kort doormengen. Indien nodig kan de consistentie na de rijptijd met een beetje water aangepast worden.

Benodigde hoeveelheid water : ca. 10 l per zak van 25 kg

Afhankelijk van het weer bedraagt de verwerkingstijd ca. 1 tot 1,5 uur (potlife), machinaal max. 30 minuten. Reeds gesteven materiaal in geen geval weer met water oproeren.

In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

Afwerking

Het product kan als eindlaag gebruikt worden of vormt de basis voor de afwerking met een minerale verf.

Prijzen

Capatect 134: $1,5 \text{ kg}/\text{m}^2$ verbruik $\rightarrow 6,66 \text{ €/kg}$ $\rightarrow \underline{10 \text{ €/m}^2}$

De vermelde tarieven zijn schildertarieven voor grote afname en excl. BTW.

3.1.2.3 *Kleuren Kalk Kalei (Muylle-Facon)*



Algemeen

Kleuren kalk kalei is gemakkelijk en snel aan te brengen, heeft een goede adhesie op verschillende ondergronden en een goede waterdampdoorlaatbaarheid. Applicatie op minimum dikte (1-2 mm) is mogelijk, terwijl de ondergrond goed en egaal wordt uitgevlakt. Het product kan als eindlaag worden gebruikt of nog bezet worden met een transparante coating (aan te raden is in dit geval een minerale coating te gebruiken). Het geeft een goede eindlaag, in een homogene witte kleur of kan gekleurd geleverd worden. De bestanddelen van de kalei zijn : kalk , cement , polymeren , en vezels.

Grondstoffen van kaleilaag

Kalk kalei is een mineraal poeder bestaande uit mono – en Bi calcium gehydrateerde kalk, en geselecteerde silica' s.

Technische kenmerken

Voorkomen:	vast (in poedervorm)
Kleur:	40 standaardkleuren
Korrelgrootte:	max. 0,7 mm; (op aanvraag max. 0,3 of 1,2 mm)
Zettijd:	> 4h bij 20° C
Verwerkbaarheid:	> 2h bij 20° C
Druksterkte (28 dagen):	2,5 N/mm ²
Buigsterkte (28 dagen):	1,1 N/mm ²
Dampdiffusieweerstand: (μ)	18
Verbruik:	1,1 Kg/m ² /mm dikte
Leveringsvorm:	zakken van 25 kg

Verwerking: Wanneer de Kalkkalei gezet wordt op een absorberende of poreuze ondergrond, in warm en droge omstandigheden moet de ondergrond goed voorbevochtigd worden alvorens het product te zetten.

Meng het poeder met water (5-6 lt water voor 25 kg poeder), tot een homogene poedervrije massa, m.b.v. een gepaste mixer of een menger gemonteerd op een boormachine.

De kleur kalk kalei is dan eenvoudig met een blokborstel aan te brengen.

Voor grote oppervlaktes kan een projectiesysteem met bv. een wormpomp gebruikt worden om dan af te strijken met borstel.

In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

Afwerking

De kalk kalei is verkrijgbaar in 40 standaardkleuren. Het product kan als eindlaag gebruikt worden of afgewerkt worden met een minerale verf.

Prijzen

Kleuren Kalk Kalei: +/- 2 kg/m² verbruik (2 lagen) → 0,95 €/kg → 1,90 €/m²

Het vermelde tarief is schildertarief en excl. BTW

3.1.2.4 *Mineralschlämme (Herbol)*



Algemeen

Fijnkorrelig mineraal poeder op kalkbasis, dat met water vermengd wordt en dat hydraulisch verhardt.

Egaliserende en structurerende tussenlaag, ook zeer geschikt voor het typische “kalei-effect” eigen aan oude minerale verfsystemen

Grondstoffen van kaleilaag

Herbol Mineralschlämme heeft als bindmiddel portlandcement en kalk.

Technische kenmerken

Voorkomen:	vast (in poedervorm)
Kleur:	enkel in het wit te verkrijgen
Dichtheid:	ca. 1,25 kg/l
Korrelgrootte:	ca. 0,5 mm
Verbruik:	ca. 1.1 à 1.2 kg/m ²
Leveringsvorm:	zak van 25 kg

Verwerking: Herbol-Mineralschlämme in het water gieten en met mixer tot een homogeen mengsel vermengen. Na een rijpingstijd van circa 5 min (nogmaals kort opgemengd) is de brij klaar voor verwerking. Borsteltoepassing: een zak van 25 kg met 7,5 liter water vermengen.

In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

Afwerking

Doordat Herbol-Mineralschlämme enkel in het wit te verkrijgen is. Dient het afgewerkt te worden met een minerale verf (vb. met Herbol Mineralfarbe of Herbol herbosilit aussensilikatt)

Prijzen

Mineralschlämme: 1,1 kg/m² verbruik → 6,62 €/kg → 7,29 €/m²

De vermelde tarieven zijn schildertarieven voor grote afname en excl. BTW.

3.1.2.5 *Nestalgie Primer (Boss paints)*



Algemeen

Grondlaag in het Nestalgie verfsysteem. Toe te passen als kaleigrondlaag voor minerale onbehandelde ondergronden zoals baksteenmetselwerk, beton en cementering, zowel in nieuwbouw als renovatie.

Kan in lagen tot 3 mm toegepast worden voor het nivelleren van ongelijke of oneffen ondergronden waarbij de structuur van de ondergrond zichtbaar blijft.

Grondstoffen van kaleilaag

Mengsel van minerale hydraulische bindmiddelen zonder oplosmiddelen. Wordt geleverd in poedervorm en net voor gebruik aangemaakt met water.

Technische kenmerken

Voorkomen:	vast (in poedervorm)
Kleur:	zandkleurig
pH:	10 à 11
Verbruik:	+/- 1,5 kg/m ²
Leveringsvorm:	emmer van 10 kg; zak van 25 kg

Verwerking: Nestalgie primer wordt net voor gebruik aangemaakt met water. Voor 1 kg poeder is ongeveer 0,35 liter tot 0,40 liter water nodig. Doe de nodige hoeveelheid water in een mengkuip of emmer en voeg het poeder toe. Meng mechanisch tot een egale substantie. Het aangemaakte mengsel is ongeveer 3 uur verwerkbaar.

Breng het mengsel aan met een Nestalgie blokborstel rechtstreeks op de onbehandelde muur. Voor laagdiktes hoger dan 3 mm moeten 2 lagen aangebracht worden.

In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

Afwerking

Na droging van deze grondlaag (min. 24 uur) kan deze worden afgewerkt met een minerale verf. Hier bijvoorbeeld met Calime van Boss paints.

Prijzen

Nestalgie primer: +/- 1,5 kg/m² verbruik → 4,25 à 4,71 €/kg → 6,38 à 7,07 €/m²

De vermelde tarieven zijn schildertarieven voor grote afname en excl. BTW.

3.1.2.6 *Restaura 1 (Tollens Viero)*

Algemeen



Herstellen van de vlakheid van plamuur of mortel

op basis van hydraulische bindmiddelen voor het aanbrengen van minerale verven. Geschikt voor op pleister en kalkmortel zowel in de nieuwbouw als de renovatie

Grondstoffen van kaleilaag

Fijne renovatiemortel op basis van witte natuurlijke hydraulische kalk.

Technische kenmerken

Voorkomen:	vast (in poedervorm)
Kleur:	wit
Dichtheid:	1,4 kg/l
Korrelgrootte:	1 mm
Verbruik:	2 kg/m ² per mm dikte
Leveringsvorm:	zak van 25 kg

Verwerking: Aanmaken door ongeveer 22 à 24 % water bij het totale gewicht te doen, hetzij ongeveer 5,5 à 6 liter water voor 25 kg poeder. Restaura 1 poeder aan het water toevoegen en gedurende 3 tot 5 minuten mechanisch mengen. Het mengsel moet homogeen zijn. 5 tot 10 minuten laten rusten alvorens te gebruiken

In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

Afwerking

Het product kan als eindlaag gebruikt worden of afgewerkt worden met een minerale verf.

Prijzen

Restaura 1: +/- 4 kg/m² verbruik → 1,31 €/kg → 5,23 €/m²

De vermelde tarieven zijn schildertarieven voor grote afname en excl. BTW.

3.1.2.7 *Restaura Finish XF (Tollens Viero)*



Algemeen

Herstellen van de vlakheid van plamuur of mortel op basis van hydraulische bindmiddelen voor het aanbrengen van minerale verven. Geschikt voor op pleister en kalkmortel zowel in de nieuwbouw als de renovatie

Grondstoffen van kaleilaag

Extra fijne renovatiemortel op basis van witte natuurlijke hydraulische kalk.

Technische kenmerken

Voorkomen:	vast (in poedervorm)
Kleur:	wit
Dichtheid:	1,0 kg/l
Korrelgrootte:	< 0,1 mm
Verbruik:	1,8 kg/m ² per mm dikte
Leveringsvorm:	zak van 20 kg

Verwerking: Aanmaken door ongeveer 28 à 29 % water bij het totale gewicht te doen, hetzij ongeveer 5,7 liter water voor 20 kg poeder. Restaura Finish XF aan het water toevoegen en mechanisch mengen om een klontervrije brij te krijgen. 5 tot 10 minuten laten rusten alvorens te gebruiken.

In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

Afwerking

Het product kan als eindlaag gebruikt worden of afgewerkt worden met een minerale verf.

Prijzen

Restaura Finish XF: +/- 3,6 kg/m² verbruik → 1,24 €/kg → 4,47 €/m²

De vermelde tarieven zijn schildertarieven voor grote afname en excl. BTW.

3.1.2.8 *Tubag Trasskalk Kaleipleister (Ecomat)*



Algemeen

Tubag trasskalk fijnpleister is een in de fabriek samengestelde droge mortel van mortelgroep P I (DIN 18550). Gemaakt door toepassing van geselecteerd fijn marmermeel in korreldikten van 0-0,5 mm, met hydraulische trasskalk en een gering aandeel witte cement als bindmiddelen volgens DIN 1060 en DIN 1164

Grondstoffen van kaleilaag

Hydraulische trasskalk en gering aandeel witte cement

Technische kenmerken

Voorkomen:	vast (in poedervorm)
Kleur:	8 kleuren
Korrelgrootte:	max. 0,5 mm
Verbruik:	+/- 3 kg/m ²
Leveringsvorm:	zak van 30 kg

Verwerking: Tubag trasskalk kaleipleister met een handmixer en door toevoeging van schoon water tot een klontervrije, goed smeuijge massa mengen.

Een 30 kg zak bevat ca. 21 liter nat volume. Rendement per zak: ca. 7 -10m²

In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

Afwerking

Het product kan als eindlaag gebruikt worden of afgewerkt worden met een minerale verf.

Prijzen

Kaleipleister:	+/- 3 kg/m ² verbruik	→ 0,84 à 1,33 €/kg	→ <u>2,52 à 3,99 €/m²</u> (volgens kleurklasse)
----------------	----------------------------------	--------------------	---

De vermelde tarieven zijn schildertarieven voor grote afname en excl. BTW.

3.2 Minerale verven

3.2.1 Silicaatverf

3.2.1.1 *Setaliet (Sikkens)*

Algemeen



Watergedragen afwerkingslaag voor buiten op basis van kalium silicaat.

Technische kenmerken

Voorkomen:	vloeibare pasta
Kleur:	Wit + kleuren uit de Sikkens Facade Collectie.
Dichtheid:	1,5 kg/dm ³
Verbruik:	0,17 à 0,25 l/m ²
Leveringsvorm:	emmers van 5 l en 10 l

Verwerking: Een eerste laag Fondo Setaliet eventueel verdund met water 1/1 of 1/2.

Een tweede laag met een mengeling Fondo Setaliet/Setaliet (50/50 gewicht) verdund met maximaal 30% water. Een afwerkingslaag met een mengeling Fondo Setaliet/Setaliet (10/90 gewicht).

Aanbrengen met de blokborstel. Overschilderbaar na 6 tot 8 uur. Sikkens Setaliet niet gebruiken bij temperaturen boven 30°C en onder 8°C.

In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

Prijzen

Setaliet:	+/- 0,17 à 0,25 l/m ² verbruik	→ 17,29 €/l	→ <u>2,93 à 4,32 €/m²</u>
-----------	---	-------------	--------------------------------------

De vermelde tarieven zijn schildertarieven voor grote afname en excl. BTW.

3.2.1.2 *Corisilk (Arte Constructo)*

Algemeen



Corisilk is een minerale silicaatverf die geformuleerd is uit kaliwaterglas van hoogwaardige kwaliteit, minerale additieven en lichtbestendige, anorganische pigmenten. De silicaatverf bezit schimmelwerende en bacteriedodende eigenschappen en is dampopen, onontvlambaar en zeer licht- en zuurbestendig.

Technische kenmerken

Voorkomen:	vloeibare pasta
Kleur:	wit + en volgens kleurkaart Corical
Dichtheid:	1,4 kg/l
Dampdiffusieweerstand: (μ)	0,07 m
pH:	> 12
Brandweerstand:	Klasse M0 (onbrandbaar)
Verbruik:	0,19 l/m ² in twee lagen.
Leveringsvorm:	emmer van 1 l, 5 l of 15 l.

Verwerking: Teneinde het uitstrijkvermogen en de verwerkingssnelheid van de silicaatverf te verbeteren, wordt de verf voorafgaand goed mechanisch opgeroerd.

Afhankelijk van de weersomstandigheden moet minimaal één week verstrijken na het aanbrengen van de kalklagen, alvorens de silicaatverf kan worden aangebracht in twee lagen.

De eerste schilderlaag zal worden aangelengd met 20 % silicaatbindmiddel, en verdund met 50 tot 100 % zuiver water in functie van de vochtabSORPTIE van de ondergrond en de weersomstandigheden. De tweede laag zal eveneens verdund worden met 50 tot 100 % zuiver water al naargelang de ondergrond en de omstandigheden. Een droogtijd van minimaal 12 uur tussen beide schilderlagen dient te worden gerespecteerd. De precieze droogtijd is echter afhankelijk van de weersomstandigheden.

De silicaatverf wordt aangebracht met de borstel, de rol of met behulp van spuitapparatuur.

In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

Prijzen

Corisilk: +/- 0,19 l/m² verbruik → 9,09 à 9,91 €/l → 1,72 à 1,88 €/m²

De vermelde tarieven zijn schildertarieven voor grote afname en excl. BTW.

3.2.1.3 *Herbosilit-aussensilikat (Herbol)*



Algemeen

Mineraal gebonden gevelverf op basis van silicaten, vrij van oplosmiddelen, meervoudig verkiezelend. Pigmentatie door titaandioxyde en aangepaste vulstoffen.

Als volwaardig alternatief voor pure minerale verf heeft deze silicaatdispersieverf zijn deugdelijkheid voldoende bewezen, vooral bij monumentenzorg en milieubewust bouwen. Het oorspronkelijke karakter van de ondergrond komt door het minerale effect van deze verf bijzonder tot zijn recht. De hoge waterdamp- en CO₂ doorlaatbaarheid, de praktische verwerkbaarheid en de natuurlijke bescherming geven dit product unieke eigenschappen.

Technische kenmerken

Voorkomen:	vloeibare pasta
Kleur:	aankleurbaar via het Herbol-MineralColor-Systeem
Korrelgrootte:	< 100 µm
Dichtheid:	ca. 1,38 kg/l.
Waterdampdoorlaatbaarheid:	sd < 0,01 m µ-H ₂ O = 100
Waterdoorlaatbaarheid:	ω < 0,03 kg / (m ² × h ^{0,5})
Verbruik:	180 à 450 ml/m ²
Leveringsvorm:	emmer van 5 en 12,5 l

Verwerking: Aanbrengen met de borstel of de rol. Overschilderbaar: na ca. 6 à 8 uur; Doordroog na ca. 7 dagen (bij 23°C en 50% RV).

In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

Prijzen

Herbosilit-aussensilikat: 0,32 l/m² verbruik → 13,76 €/l → 4,40 €/m²

De vermelde tarieven zijn schildertarieven voor grote afname en excl. BTW.

3.2.1.4 Purkristalat (Keim)



Algemeen

KEIM Purkristalat is een 2 componenten silicaatverf volgens VOB/C DIN 18 363; 2.4.1, voor gevel, wand en decoratieve schilderingen van de hoogste kwaliteit en kleurechtheid. KEIM Purkristalat bestaat uit een poedervormig pigment component en een vloeibaar waterglas (Fixatief) component.

KEIM Purkristalat-Kleurpoeder is een zuiver mineraal kleurpoeder met absolute UV bestendigheid, anorganische pigmenten met reactieve minerale vulstoffen.

KEIM Fixatief is een zuiver mineraal silicaat bindmiddel voor KEIM Purkristalat.

Technische kenmerken

Voorkomen:	2-componenten (kleurpoeder en fixatief)
Kleur:	Wit en KEIM Pallet exclusief
Dichtheid poeder:	0,6 à 0,8 g/cm ³
Dichtheid fixatief:	1,17 g/cm ³
pH:	11,3
Dampdiffusieweerstand: (μ)	Sd = 0,01 m
Verbruik:	0,35 kg/m ² poederpigment + 0,4 l/m ² KEIM Fixatief
Leveringsvorm:	KEIM Purkristalat Kleurpoeder: 5 kg en 30 kg zakken KEIM Fixatief: 4 liter en 24 liter blikken

Verwerking: In 4 liter KEIM Fixatief 5 kg KEIM Purkristalat kleurpoeder tot een homogene massa mengen. Dit mengsel geeft ca. 10 kg strijklare verf voor de eindlaag. Het één dag van te voren mengen levert een beter homogeen mengsel en verhoogt het rendement. KEIM Purkristalat zonder aanzetten nat in nat met de kwast aanbrengen of met lage druk spuit apparatuur. Voor de eerste laag wordt het gebruik van een kwast aanbevolen.

Tussen elke verflaag en/of fixeerlaag een minimale droogtijd van 12 uur handhaven.

In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

Prijzen

Purkristalat:	+/- 0,35 kg/m ² verbruik	→ 11,11 €/kg	→ <u>3,89 €/m²</u>
Fixatief:	+/- 0,4 kg/m ² verbruik	→ 7,68 €/l	→ <u>3,07 €/m²</u> (+ supplement per kleurklasse)

De vermelde tarieven zijn bruto aankooprijzen.

3.2.1.5 *Royalan S (KEIM)*



Algemeen

KEIM Royalan S is een hoogwaardige waterwerende, strijklare silicaat muurverf op basis van de bindmiddelcombinatie kiezelsol en waterglas. Daarmee was KEIM Royalan S het eerste product op Sol-silicaat basis. Sol-silicaat is de nieuwe generatie KEIM silicaatverf die met name ook een uitstekende hechting heeft op oude andersoortige verflagen en niet-zuigende ondergronden. KEIM Royalan S voldoet aan VOB/C DIN 18 363 2.4.1 (Silicaatverf) en bevat absoluut lichtechte anorganische pigmenten en minerale vulstoffen.

Technische kenmerken

Voorkomen:	vloeibare pasta
Kleur:	Wit en kleuren volgens de KEIM waaier Exclusiv.
Dichtheid:	1,6 g/m ³
pH:	11
Dampdiffusieweerstand:	$S_d \leq 0,01$ m
Waterdampdoorlaatbaarheid:	$w = 0,07$ kg/(m ² × h ^{0,5})
Verbruik:	0,45 kg/m ² in 2 lagen.
Leveringsvorm:	emmers van 5 kg; 10 kg of 25 kg

Verwerking: KEIM Royalan S kan verkast, gerold of gespoten worden (airless nozzel 0,79 mm). Voor de grondlaag is applicatie met de roller of kwast aan te bevelen. Tussen de eerste en de tweede laag een minimale droogtijd van 12 uur handhaven.

In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

Prijzen

Royalan S:	0,45 kg/m ² verbruik	→ 13,09 €/kg	→ <u>5,89 €/m²</u> (+ supplement per kleurklasse)
------------	---------------------------------	--------------	--

De vermelde tarieven zijn bruto aankooprijzen.

3.2.1.6 *Royalan (KEIM)*



Algemeen

KEIM Royalan is een waterwerende, strijklare muurverf op silicaatbasis naar VOB/C DIN 18 363 2.4.1 (Dispersiesilicaatverf) voor toepassing onder extremere weerscondities. Royalan is gemaakt met absoluut lichtechte anorganische pigmenten, minerale vulstoffen en silicaat bindmiddel.

KEIM Royalan kan op alle minerale ondergronden worden toegepast en is dankzij haar uitstekende producteigenschappen geschikt voor zowel renovatie als nieuwbouw. In combinatie met de precies op elkaar afgestemde productcomponenten van KEIM Royalan zijn qua opbouw verschillende systemen mogelijk.

Technische kenmerken

Voorkomen:	vloeibare pasta
Kleur:	Wit en 350 kleuren volgens KEIM Palette exclusiv
Dichtheid:	1,46 g/m ³
pH:	11
Dampdiffusieweerstand:	$S_d \leq 0,02 \text{ m}$
Waterdampdoorlaatbaarheid:	$w = 0,7 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$
Verbruik:	0,4 kg/m ²
Leveringsvorm:	emmers van 5 kg; 10 kg of 25 kg

Verwerking: KEIM Royalan kan gekwast, gerold of gespoten worden (airless nozzle 0,79 mm). Voor de grondlaag is applicatie met de roller of kwast aan te bevelen. Tussen de diverse lagen een minimale droogtijd van 12 uur handhaven.

In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

Prijzen

Royalan:	0,4 kg/m ² verbruik	→ 12,46 €/kg	→ <u>4,98 €/m²</u> (+ supplement per kleurklasse)
----------	--------------------------------	--------------	--

De vermelde tarieven zijn bruto aankooprijzen.

3.2.1.7 Silica Paint (Tollens Viero)

Algemeen



Minerale verf op basis van mono component

kaliumsilicaat. Wordt toegepast als bescherming en decoratie van gevels zowel in de nieuwbouw als in de renovatie. Uitstekende hechting op minerale ondergrond. Goede weerbestendigheid. Laat het opnieuw mineraliseren van de ondergrond toe. Sterke waterdampdoorlaatbaarheid. Goede kleurvastheid. Niet-ontvlambare bekleding. Goede weerstand tegen micro-organismen.

Technische kenmerken

Voorkomen:	vloeibare pasta
Kleur:	Viero-kleurenwaaier.
Dichtheid:	1,6 kg/l
Verbruik:	0,3 l/m ² : twee lagen.
Leveringsvorm:	emmer van 5 en 16 liter.

Verwerking: Aanbrengen met de borstel of de rol. Overschilderbaar: na ca. 24 uur; droog na ca. 4 uur (bij 20°C en 65 % RV).

In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

Prijzen

Silica paint:	+/- 0,3 l/m ² verbruik	→ 8,60 à 9 €/kh	→ <u>2,58 à 2,70 €/m²</u>
	+/- 0,3 l/m ² verbruik	→ 9,44 à 11,26 €/l	→ <u>2,83 à 3,38 €/m²</u> (afhankelijk van kleur en leveringsvorm)

De vermelde tarieven zijn schildertarieven voor grote afname en excl. BTW.

Referenties

- Molen Zarren



Figuur 3.1: Foto Tollens

3.2.1.8 Pittura KL (PEC International)

Algemeen



Pittura KL is een mineraal gepigmenteerde silicaatverf voor kalk en cementgebonden pleisters. Het is een gebruiksklare mineraalverf samengesteld uit gestabiliseerd kaliumsilicaat, witte of gekleurde pigmenten en geselecteerde vulstoffen. De alkalisilicaten gaan door de verkiezeling een chemische verbinding aan met de ondergrond. Op deze wijze wordt de ondergrond duurzaam en weerbestendig beschermd. Pittura KL is conform de DIN 18 363 norm.

Technische kenmerken

Voorkomen:	vloeibare pasta
Kleur:	meer dan 100 standaardkleuren.
Dichtheid:	1,53 kg/dm ³
pH:	11,5
Verbruik:	0,25 l/m ²
Leveringsvorm:	emmers van 15 l

Verwerking: Pittura KL wordt met 20 tot 25 % met water aangelengd. Roer het product grondig om tot een homogene massa. Wacht minstens 12 uur tussen twee verschillende lagen. Pittura KL droogt in ongeveer 24 uur afhankelijk van de omstandigheden. Bescherm nieuw schilderwerk gedurende 2 à 3 dagen tegen hevige regen en 5 à 7 dagen tegen vorst.

In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

Prijzen

Pittura KL:	0,25 l/m ² verbruik	→ 9,04 €/l	→ <u>2,26 €/m²</u>
-------------	--------------------------------	------------	-------------------------------

De vermelde tarieven zijn schildertarieven voor grote afname en excl. BTW.

3.2.1.9 *Silicaatverf Lobokat LK 300 (Ecomat)*



Algemeen

Silicaatverf Lobokat LK300 is een zeer dekkende gevelverf op basis van silicaat. Bindmiddel: kaliwaterglas en co-bindmiddel. Sterk belastbaar door slagregens volgens DIN 4108. Weersbestendig volgens DIN 18363. Weersbestendig, uitermate verzepingsbestendig, gemakkelijk verwerkbaar, bijzonder hoog waterdampdiffusievermogen, goed dekkend, wit of gekleurd volgens quick-mix kleuroverzicht.

Technische kenmerken

Voorkomen: vloeibare pasta
Kleur: volgens quick-mix kleuroverzicht
Verbruik: 0,4 l/m²
Leveringsvorm: emmers van 15 liter

Verwerking: 2 lagen Lobokat LK300 silicaatverf aanbrengen met verfrol of borstel. Gevelverf op basis van silicaat hardt uit door een chemische reactie met de lucht en de ondergrond. Afhankelijk van de hoedanigheid van de ondergrond zijn daarom ,bijvoorbeeld op pas gepleisterde plekken en op plekken met verschillend zuiggedrag, onregelmatigheden, vlekvormingen en kleurafwijkingen mogelijk, vooral bij krachtige kleuren.

In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

Prijzen

Lobokat: 0,4 l/m² verbruik → 8,96 à 11,16 €/l → 3,58 à 4,46 €/m²
(volgens kleurklasse)

De vermelde tarieven zijn schildertarieven voor grote afname en excl. BTW.

3.2.2 Kalkverf

3.2.2.1 Calime (Boss paints)



Algemeen

Afwerklaag in het Nestalgie Pure verfsysteem. Matte afwerking voor muren die werden voorbehandeld met Nestalgie Primer.

Calime kan ook rechtstreeks aangebracht worden op diverse buitenmuren zoals baksteenmetselwerk, beton, cementering, geschilderde ondergronden,...)

Het bindmiddel is kalk met toeslag van organisch bindmiddel. Aangepaste minerale vulstoffen en pigmenten zorgen voor de kleur

Technische kenmerken

Voorkomen:	vloeibare pasta
Kleur:	15 vaste kleuren
Dichtheid:	1,65 kg/l
Verbruik:	+/- 0,33 l/m ²
Leveringsvorm:	emmers van 2,5 l en 10 l

Verwerking: Aanbrengen met Nestalgie blokborstel in 1 à 2 lagen op de voorbereide ondergrond.

Vooraf grondig oproeren. In normale omstandigheden is één enkele laag Calime voldoende, in bepaalde situaties kan echter een tweede laag noodzakelijk zijn.

De muur vooraf nat sproeien zorgt voor een betere verwerkbaarheid van de Calime.

In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

Prijzen

Calime:	0,33 kg/m ² verbruik	→ 14,53 à 17,12 €/kg	→ <u>4,79 à 5,65 €/m²</u>
---------	---------------------------------	----------------------	--------------------------------------

De vermelde tarieven zijn schildertarieven voor grote afname en excl. BTW.

3.2.2.2 *Chalix (Sikkens)*

Algemeen



Mineraal systeem op basis van kalk en minerale pigmenten voor buitengevels. De verf bestaat uit twee preparaten : Chalix (verf op basis van kalk) en Chalix Color (minerale pigmenten in dispersie).

Technische kenmerken

Voorkomen:	vloeibare pasta
Kleur:	12 basiskleuren
Dichtheid Chalix:	1,40 kg/dm ³
Dichtheid Chalix Color:	1,20kg/dm ³
Verbruik:	0,17 l/m ² van het gebruiksklare product in twee lagen.
Leveringsvorm:	Chalix : emmer van 10 l; Chalix Color: emmer van 6 l

Verwerking: Gemengd met Chalix (in verhouding 10 liter Chalix en 6 liter Chalix Color) kunnen 12 verschillende basiskleuren bekomen worden. Er dient steeds verdund te worden met 100 % water.

Door menging van verschillende Chalix Color tinten (steeds verhouding Chalix/Chalix Color = 10/6 aanhouden) is het mogelijk andere kleuren te bekomen.

Het kleureffect wordt beïnvloed door de karakteristieken van de ondergrond en ook door de omgevingsfactoren tijdens applicatie en droging van de verf.

Aanbrengen met de blokborstel. Overschilderbaar na 2 tot 3 uur. Sikkens Chalix niet gebruiken bij temperaturen boven 30°C en onder 8°C.

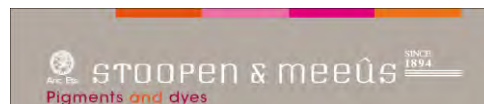
In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

Prijzen

Chalix:	+/- 0,10 l/m ² verbruik	→ 8,63 €/kg	→ <u>0,86 €/m²</u>
Chalix Color:	+/- 0,07 l/m ² verbruik	→ 12,8 €/l	→ <u>0,90 €/m²</u>

De vermelde tarieven zijn schildertarieven voor grote afname en excl. BTW.

3.2.2.3 *Dragon kalkverf (Stoopen en Meeus)*



Algemeen

De kalkverf, met een mat uitzicht, bestaat uit kalkhydraat met passende toeslagstoffen, synthetisch bindmiddel en eventueel pigmenten.

Technische kenmerken

Voorkomen:	vast (in poedervorm) + pigment
Kleur:	door toevoeging pigmenten
pH:	11 à 12
Hechting:	> 2 N/mm ²
Verbruik:	+/- 0,2 kg/m ²
Leveringsvorm:	zak van 8 kg, pigmenten verpakking van 400 gr

Verwerking: Eerst het pigment mengen met de benodigde hoeveelheid water (mengverhouding: +/- 8 liter water/8 kg kalkverfpoeder). Nadat dit tot een homogeen mengsel is geroerd, het kalkverfpoeder toevoegen. Mengen tot een homogene substantie is verkregen. Voeg eventueel nog water toe tot de gewenste consistentie.

Maak steeds voldoende verf aan voor het schilderen van minstens één laag op een volledige oppervlakte. Indien nodig tussentijds oproeren of een beetje water toevoegen en opnieuw mengen, maar opletten voor kleurverschillen door verdunnen of extra mengen.

In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

Prijzen

Kalkverf:	+/- 0,2 kg/m ² verbruik	→ 11 €/kg	→ <u>2,2 €/m²</u>
Pigment:	+/- 0,056 kg/m ² verbruik	→ 5,10 €/kg	→ <u>0,29 €/m²</u>
Kalkverf + pigment:			→ <u>2,49 €/m²</u>

De vermelde tarieven zijn schildertarieven voor grote afname en excl. BTW.

3.2.2.4 *Historic kalkverf (FTB-Remmers)*

Algemeen



Historic Kalkverf is gebaseerd op gedispergeerde witkalkhydraat als bindmiddel en carbonaatvulstoffen. Historic Kalkverf bevat geen kunstharispersie. Als pure, echte minerale verf hecht Historic Kalkverf dus zonder verstening en verkiezeling. Daarom heeft Historic Kalkverf geen oppervlakverdichtende en -verhardende werking en is als zodanig volledig reversibel.

Historic Kalkverf heeft capillair-actieve poriën, d.w.z. ze is niet alleen dampdoorlatend maar ook waterdoorlatend. Speciaal geselecteerde, hoogwaardige kwaliteit grondstoffen en de gepatenteerde bereidingswerkwijze van het bindmiddel zorgen voor een zeer hoge dekkraft, met een goede verwerking.

Technische kenmerken

Voorkomen:	vloeibare pasta
Kleur:	Wit en kan ingekleurd worden met Historic Kalkmengkleuren
Dichtheid:	1,54 gr/cm ³
pH:	11
Dampdoorlaatbaarheid:	Sd < 0,03 m
Verbruik:	0,25 à 0,35 kg/m ²
Leveringsvorm:	emmers van 20 kg

Verwerking: Voor verwerking moet Historic Kalkverf zeer goed worden opgeroerd.

Na de juiste voorbereiding van de ondergrond wordt Historic Kalkverf in 2 bewerkingen aangebracht. Afhankelijk van de toepassing kan Historic Kalkverf tot maximaal met 10% water worden verdund.

Verwerking d.m.v. kwasten, rollen of spuiten. Indien airless gespoten, goed oproeren en zeven. Bij +20°C en 65% relatieve luchtvochtigheid na 4 tot 6 uur droog, na 24 uur her te behandelen.

In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

Prijzen

Historic kalkverf: 0,25 à 0,35 kg/m² verbruik → 9,18 €/kg → 2,75 €/m²

De vermelde tarieven zijn schildertarieven voor grote afdame en excl. BTW.

3.2.2.5 Mineralfarbe (Herbol)



Algemeen

Waterverdunbare kalkmatte muurverf op basis van calciumhydroxide (een fijn en verbeterd kalkbindmiddel) voor binnen en buiten.

Herbol-Minerfarbe wordt buiten ingezet op nieuwe en oude bepleisteringen van de mortelgroepen PI tot PIII (kalkpleisters, kalkcementpleister, cementpleisters) en op minerale verven.

Technische kenmerken

Voorkomen:	vloeibare pasta
Kleur:	Wit + 7 basiskleuren (geel, oker, groen, blauw, omber, bruin, antraciet)
Dichtheid:	Ca. 1.30 kg/l volgens kleur
Waterdampdoorlaatbaarheid:	$S_d < 0,012 \text{ m bij } d=180\mu\text{m}$
Waterdoorlaatbaarheid:	$\dot{w} < 0,31 \text{ kg}/(\text{m}^2 \times \text{h}^{0,5})$
Pigmentatie:	Rutiel titaandioxide
Verbruik:	200 à 300 ml/m ² per laag
Leveringsvorm:	Wit: emmer van 12,5 l ; Kleuren: emmer van 2,5 l

Verwerking: Aanbrengen met borstel, rol of spuiten (ook airless) Meestal in 2 lagen. Verwerken en droging tussen 8°C en 35°C en max. 85% R.V. Overschilderbaar: na ca. 15 uur, afhankelijk van de vochtigheid en de temperatuur.

Spuitgegevens airless:	Verdunning: onverdund of tot 10% met water
	Druk: ca. 100 à 180 bar
	Spuitkop: vanaf 0.019 inch
	Pistoolfilter 60
	Spuithoek 40-80°

In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

Prijzen

Mineralfarbe:	0,2 à 0,3 l/m ² verbruik	→ 11,40 €/kg	→ <u>2,85 €/m²</u>
---------------	-------------------------------------	--------------	-------------------------------

De vermelde tarieven zijn schildertarieven voor grote afname en excl. BTW.

3.2.2.6 *Pittura Alla Calce Adige* (Vandeweege)



Algemeen

Pittura Alla Calce Adige is een minerale watergedragen verf voor binnen en buiten, op basis van natuurlijke kalk, voor een gestructureerde en matte afwerking. Het is ideaal voor het herwaarderen van prestigieuze gebouwen van historisch belang, wanneer de oude decoratieve stijl en materialen moeten behouden worden.

Het creëert een stabiele link met de ondergrond, behoudt de natuurlijke waterdampdoorlaatbaarheid van de volledige muurstructuur en bevordert het drogen van de ondergrond. De alkaliteit van de verf belemmert de ontwikkeling van schimmel en bacteriekolonies. De fijne marmer korrels van de verfformulering creëert mooie esthetische effecten typisch voor de decoraties van weleer.

Pittura Alla Calce Adige is geurloos, niet toxisch, onontvlambaar en niet schadelijk voor de omgeving.

Technische kenmerken

Voorkomen:	vloeibare pasta
Dichtheid:	1,5 kg/l
pH:	12,5 à 13,5
Kleur:	wit + kleuren van de Oikos kleurenkaart
Permeabiliteit:	Sd = 0,011 m
Verbruik:	0,3 l/m ² in 2 lagen
Leveringsvorm:	emmer van 1; 4 of 14 liter

Verwerking: Pittura Alla Calce Adige kan aangebracht worden met borstel of met de rol. Als het aangebracht wordt met de borstel dan eerste laag verdunnen met 15 à 20% water en de tweede laag met 20 à 25%, wacht 4 uren tussen de lagen. Bij aanbrenging met rol in één of twee lagen, beide lagen verdunnen met 15 à 20% water, opnieuw dient er 4 uren gewacht te worden tussen de lagen.

Schermb het oppervlak de eerste 24 tot 48 uren na toepassing af van de regen.

In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

Prijzen

PAC Adige: +/- 0,55 kg/m² verbruik → 5,04 €/kg → 2,77 €/m²

De vermelde tarieven zijn schildertarieven voor grote afname en excl. BTW.

3.2.2.7 *Pittura Alla Calce Verona* (Vandeweege)



Algemeen

Pittura Alla Calce Verona is een minerale watergedragen verf voor binnen en buiten, op basis van natuurlijke kalk, voor een gladde en matte afwerking. Het is ideaal voor het herwaarderen van prestigieuze gebouwen van historisch belang, wanneer de oude decoratieve stijl en materialen moeten behouden worden.

Het creëert een stabiele link met de ondergrond, behoudt de natuurlijke waterdampdoorlaatbaarheid van de volledige muurstructuur en bevordert het drogen van de ondergrond. De alkaliteit van de verf belemmert de ontwikkeling van schimmel en bacteriekolonies. De fijne marmer korrels van de verfformulering creëert mooie esthetische effecten typisch voor de decoraties van weleer.

Pittura Alla Calce Verona is geurloos, niet toxisch, onontvlambaar en niet schadelijk voor de omgeving.

Technische kenmerken

Voorkomen:	vloeibare pasta
Dichtheid:	1,5 kg/l
pH:	12,5 à 13,5
Kleur:	wit + kleuren van de Oikos kleurenkaart
Permeabiliteit:	Sd = 0,043 m
Verbruik:	0,3 l/m ² in 2 lagen
Leveringsvorm:	emmer van 1; 4 of 14 liter

Verwerking: Pittura Alla Calce Verona kan aangebracht worden met borstel of met de rol. Als het aangebracht wordt met de borstel dan eerste laag verdunnen met 20 à 25% water en de tweede laag met 25 à 30%, wacht 4 uren tussen de lagen. Bij aanbrenging met rol in één of twee lagen, beide lagen verdunnen met 20 à 25% water, opnieuw dient er 4 uren gewacht te worden tussen de lagen.

Scherp het oppervlak de eerste 24 tot 48 uren na toepassing af van de regen.

In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

Prijzen

PAC Verona: +/- 0,5 kg/m² verbruik → 5,04 €/kg → 2,52 €/m²

De vermelde tarieven zijn schildertarieven voor grote afname en excl. BTW.

3.2.2.8 Vixalit (Tollens Viero)

Algemeen



Muurkalk, dunne bekleding met minerale afwerking op basis van gebluste kalk. Wordt toegepast als decoratie en bescherming van gevels zowel in de nieuwbouw als in de renovatie.

Kenmerkende eigenschappen zijn de minerale matheid, het wordt geborsteld., uitstekende waterdampdoorlaatbaarheid, goede weerstand tegen UV- stralen en het is een gebruiksklaar product.

Technische kenmerken

Voorkomen:	half vloeibaar product
Kleur:	Viero-kleurenwaaier.
Dichtheid:	1,5 kg/l
Verbruik:	0,15 à 0,20 l/m ²
Leveringsvorm:	emmer van 5 en 25 kg.

Verwerking: Aanbrengen met de borstel. Overschilderbaar: na ca. 24 uur; droog na ca. 8 uur (bij 20°C en 65 % RV).

Klassiek geborstelde verwerking: verdunnen met 30 tot 40% water voor 1e laag. Verdunnen met 20 % water voor 2e laag.

In de bijlage van deze paper zit de uitgebreide technische fiche van dit product.

Prijzen

Vixalit:	+/- 0,15 à 0,20 l/m ² verbruik	→ 5,43 à 6,34 €/kg	→ <u>0,81 à 1,27 €/m²</u> (wit)
	+/- 0,15 à 0,20 l/m ² verbruik	→ 5,66 à 7,41 €/l	→ <u>0,84 à 1,48 €/m²</u> (afhankelijk van kleur en leveringsvorm)

De vermelde tarieven zijn schildertarieven voor grote afname en excl. BTW.

4 Kleuren en pigmenten



Figuur 4.1: Een winkel met pigmenten in Venetië

Het kleurend element in verf bestaat uit:

- **Pigmenten** of;
- **Geprecipiteerde kleurstoffen**: verfstoffen die op een neutrale vulstof of pigment worden vastgezet

Onder een pigment wordt een poedervormige stof verstaan die niet in een bindmiddel oplost. Een pigment bepaalt niet alleen de kleur, maar ook het dekkend vermogen van de verf. Kleurstoffen bezitten deeltjes die in een bindmiddel oplossen. Daarom bezitten ze geen dekkend vermogen en zorgen voor transparante verven.

Verfstoffen zijn veel fijner dan pigmenten, waardoor ze makkelijker ergens indringen, en bijgevolg vinden ze hun toepassing in onder andere textielkleuring. Ze worden toch als pigment gebruikt in de moderne verfindustrie onder geprecipiteerde vorm. Als dit niet gebeurt, dan wordt het medium (water, olie, ...) wel gekleurd, maar blijft de verf dun en transparant.

Pigmenten en verfstoffen worden in 2 groepen verdeeld:

1. **Anorganische** of minerale stoffen

- a. In de **natuur** voorkomende stoffen of aardpigmenten (bv. oker)
- b. **Kunstmatig** bereide pigmenten (bv. loodwit)

2. **Organische** kleurstoffen

- a. In de **natuur** voorkomende stoffen (bv. sepia)
- b. **Kunstmatig** bereide pigmenten (bv. aniline)

Aardpigmenten worden meestal uit aardbodem gedolven. Naargelang de soort dienen ze enkel nog te worden gezuiverd en gemalen, of krijgen ze een nabehandeling (branden is de eenvoudigste). Delfstoffen zoals IJzer-, lood-, koper- en zinkertsen moeten echter een uitgebreidere behandeling ondergaan voor ze als pigment bruikbaar zijn. Dit houdt in dat eerst het zuiver metaal eruit wordt gehaald en vervolgens via enkele chemische reacties bruikbaar pigment oplevert. Stoffen verkregen via dit proces worden kunstmatig-anorganische of chemisch minerale pigmenten genoemd.

Pigmenten verschillen sterk van elkaar en bestaan uit een of meerdere scheikundige stoffen. Niet alle pigmenten zijn ook onderling mengbaar (zie “onderlinge mengbaarheid van pigmenten”), en het is ook van belang te weten welke pigmenten reageren met hun bindmiddel, en of ze kleur- en lichtecht zijn, alsook hun gedrag te weten in de omgeving waar ze terecht komen. (factoren als gassen, vocht, hitte, ... kunnen verven doen verkleuren)

Voor kleurrijke omkadering van historische gevels wordt in de eerste plaats de voorkeur gegeven aan authentieke kleuren, die tijdens restauratieonderzoek vastgelegd worden. Het spectrum van historische kleuren is buitengewoon uitgebreid. Elk tijdperk heeft ze eigen kenmerkende kleuren.

Bij aanbreng van een verflaag is het belangrijk dat de kleuren zo lang mogelijk houden en niet voortijdig verbleken. Naast de bindmiddelen staan ook pigmenten bloot aan weerelementen en UV-straling. Het is belangrijk dat deze niet in effect verminderen. De pigmenten in gevelverven moeten dus een zo hoog mogelijke weers- en UV bestendigheid hebben. Verder mogen ze in alkalische bindmiddelen of bij gebruik op alkalische ondergronden niet veranderen. Vooral anorganische metaaloxiden voldoen aan deze eisen en worden best gebruikt.

4.1 Historiek

4.1.1 Historiek van de kleuren

4.1.1.1 *Historische motieven achter gevelafwerking*

Alvorens de kleuren te bespreken die in de verschillende stijlperiodes werden gebruikt, is het nuttig om aandacht te besteden aan de historische motieven achter gevelwerking. Hieronder zijn de motieven opgesomd. Er kan besloten worden dat decoratieve afwerking, meer bepaald, het kleurgebruik, een belangrijk motief was bij afwerken van de gevel.

Functie gevelafwerking:

- **Bescherming:** Een van de oudste redenen voor gevelafwerking is wellicht de bescherming van de bouwmaterialen. Deze hielden aanzienlijk langer stand onder een pleister- of een verlaag, die ze afschermden tegen verwerking door water en wind. Duurzame materialen werden met pleister of verf afgewerkt. De afwerkingslagen kunnen in deze context terecht opofferingslagen worden genoemd. Wanneer een laag verf niet meer volstond voor het normale onderhoud, werd de afpoederende, afbrokkelende of scheurende (kalk)bepleistering weggenomen en kwam er een volledig nieuwe pleister- en verfbekleding op.
- **Camouflage:** Gevelafwerking is ongetwijfeld ook toegepast om storende onregelmatigheden in de gevels weg te werken. Deze konden onder meer het gevolg zijn van opeenvolgende bouwfasen of verbouwingen, maar ook van zettingen of verzakkingen in het gebouw en hun eventuele herstelling. De bedoeling was een homogener uitzicht te krijgen.
- **Decoratieve polychromie:** Uitgesproken decoratieve motieven hebben evenzeer meegespeeld bij de afwerking van gevels. Kleuraccenten op delen van gebouwen en hun sculpturen gaven het geheel een bijzonder rijke aanblik. Meestal werd een dergelijke polychrome versiering op een gepleisterde ondergrond aangebracht. Een blik in de geschiedenis toont dat verschillende bouwwerken ooit erg kleurrijk geweest zijn
- **Nadruk op de algemene vorm:** In sommige gevallen moest een kleurrijke afwerking het architectonisch opzet kracht bijzetten.
- Een **modeverschijnsel**

- **Praktische overwegingen:** Kleurgebruik werd soms ook door praktische redenen bepaald. In sommige steden werd de openbare straatverlichting in de 18de eeuw ingevoerd. De olielampen straalden betrekkelijk weinig licht uit. De invoering van meer lichtgevende gasverlichting in de jaren 1840 ging gepaard met een reglement dat alle gevels in de buurt van zo'n toestel in een lichte kleur gezet moesten worden om de lichtreflectie te verhogen.

4.1.1.2 *Historiek kleurgebruik*

Bij restauraties van gebouwen wordt er bijna altijd geschilderd of gekaleid. Daarbij is het de bedoeling om zo goed mogelijk de oude kleursituatie te reconstrueren. Door traditionele overlevering en nieuw onderzoek is het mogelijk, de kleuren en tinten te achterhalen die telkens weer gebruikt werden. In het bijzonder bij bouwwerken uit de grote Europese stijlperiodes (romantiek, gotiek, renaissance, barok, rococo, classicisme) is het voor monumentenzorg en de deskundige vakwerkbouw van wezenlijk belang ze tegen verval te beschermen, te behouden en de kleuren correct te renoveren.

Verder dient vermeld te worden dat door middel van een kleurhistorisch onderzoek naast de gebruikte kleuren ook de gebruikte verfsoorten kan onderzocht worden. Wegens de complexiteit van deze materie en een gebrek aan tijd kon dit niet in deze thesis behandeld worden.

Naast historische gebouwen uit de bovengenoemde stijlperiodes worden tegenwoordig uit bepaalde overwegingen ook veel hedendaagse bouwwerken onder monumentenzorg geplaatst. Een eenduidige kleurtoekenning is dan slechts tot op zekere hoogte mogelijk. Hier worden vaak elementen uit verschillende stijlperiodes in één en hetzelfde bouwwerk verenigd. Daarom worden alleen de Middeleeuwen, de Renaissance, de barok, het rococo en het classicisme besproken.

De Middeleeuwen, romantiek en gotiek

Bij sacrale **middeleeuwse** bouwwerken dienden kleuren niet alleen ter versiering, maar hadden ook, en vooral in de gotiek, een religieus getinte, symbolische betekenis die door de diepgelovigen van deze tijd uitstekend begrepen en aangevoeld werd. De meeste middeleeuwers waren analfabeet. Lezen en schrijven was enkel aan monniken en enkele adellijken besteed. Zo werd in die tijd de christelijke boodschap met beeldverhalen en symbolen als fresco's, glasramen en beelden verkondigd, waarbij de symbolische waarde van kleur een zeer grote rol speelde. Goud (krachtig geel) stond symbool voor de zon en tegelijk voor Christus, het generale symbool voor het goddelijke, het bovenaardse.

- Helder, vaal groengeel stond echter voor nijd, valsheid en schande. Wit was synoniem voor deelname in het hemelse, verheerlijking, spiritualiteit, priesterdom, licht en wederopstanding.
- Rood had een dubbele betekenis, naargelang de context stond het symbool voor toegewijde, christelijke liefde of vleesgeworden zonde. En voor liefde, bloed en vuur.
- Purper, de kleur van martelaren en kardinalen geeft uitdrukking aan geestelijke macht en waardigheid.
- Blauw betekende hemels, hemelse schepping en was tevens de kleur van hoop en geloof.
- Groen stond symbool voor groei, leven en geloof, maar ook voor hoop en onsterfelijkheid.
- Zwart stond voor duisternis, ongeloof, zonde, het kwade, dood en verdriet.
- Grijs en bruin deden denken aan armoede, verzoeking, as en aarde. Het waren ook kleuren die de beproevingen van de lagere standen symboliseerden.

De **romantiek** heeft de stenen gebouwen van de Romeinen overgenomen. Het architecturale hoogtepunt werd in de grootste keizerlijke kathedralen bereikt. Aanvankelijk waren de muurvlakken relatief gesloten. Later werden de gevels plastischer en werd er meer kleur gebruikt. De pleistervlakken, en ook het metselwerk, werden meestal wit en lichtgrijs geschilderd of gekalkt. Architecturale formaties werden rood afgezet, soms ook afwisselend rood-geel met witte schijnvoegen, minder vaak met een groenachtige aardekleur of in zwart.

Opsmukkende accenten verkreeg men eveneens door het gebruik van natuursteen in verschillende kleuren of tweeledige, horizontale steenlagen. De wigvormige stenen van de rondbogen werden afwisselend rood en wit geschilderd, de voegen zwart omlijnd. Op vele romantische gebouwen zijn op pleistervlakken geschilderde patronen en stenen in verschillende kleuren terug te vinden. Andere kleurdragers waren frontons, wandvlakken, geschilderde houten dakspanten en portalen.

De **gotiek** bewerkstelligde een nieuwe bouwstijl namelijk de ten hemel rijzende skeletbouw. Geest en materie werden op elkaar afgestemd. De machtige gotische kathedralen waren als het ware “hemelse steden van God op aarde”. Om de bijna niet te overzien veelheid aan vormen van gotische kerkgevels te structureren, werd kleur ingezet. Voornamelijk in liturgisch belangrijke zones als portalen, vensterrozetten en beeldengalerijen. Ook hier was het symbolische gehalte van de kleuren van groot belang. De drieklank geel, rood, blauw was bepalend.



Figuur 4.2: Een voorbeeld van gotische bouwstijl, de Notre Dame te Parijs

Naast de sacrale gebouwen ontstonden in de Middeleeuwen natuurlijk ook niet kerkelijke bouwwerken. Zowel de stilistische kenmerken van deze tijd als de kleuren werden voor deze gebouwen van de sacrale bouwstijl afgekeken, hoewel de religieuze kleursymboliek hierbij waarschijnlijk niet meer op de voorgrond trad.

De Renaissance



Figuur 4.3: Renaissance bouwstijl, Sint-Pietersbasiliek (Rome)

In het begin van de vijftiende eeuw ontwikkelde zich vanuit Florence de Renaissance, de wedergeboorte van de klassieke oudheid, om in de loop van het volgende decennium bijna heel Europa te veroveren. Algemeen wordt deze tijd als het begin van de Nieuwe Tijd beschouwd: Humanisme, opkomende bourgeoisie en de reformatie droegen ertoe bij de middeleeuwse symboliek te verdringen. De ontwikkeling van de centrale perspectieven was één van de fundamentele vereisten van de renaissancistische kunst. Niet alleen sacrale gebouwen werden in de nieuwe stijl opgetrokken.

Kleurrijke lagen, rijk vakwerk, prachtige gevelschilderingen versierden de bouwwerken, waarbij kleur uit esthetische overweging ter versiering werd ingezet.

Het gebruik van kleur kon als volgt gedefinieerd worden. Sokkels: eerst ongeschilderde steen en hoeksteen met zwarte of gekleurde contouren, later werden ze vaak geschilderd of bepleisterd en geschilderd. Meestal werden daarvoor donkere steenkleuren gebruikt: grijs, bruin, geelbruin tot roodbruin.

Gevels: in het zuiden overheersten vooral koele kleuren als wit, blauwgrijs, groengrijs en lichtgeel. In het noorden werden er eerder warme kleuren verkozen zoals krachtig rood, lichtrood, geel, geelrood, lichtbruin.

Portalen, erkers, traptorens werden geaccentueerd. Beeldhouwwerken natuurgetrouw beschilderd. Kastelen werden veelal lichtrood geschilderd, ornamenten gepolychromeerd. Vakwerken hadden sterke clair-obsceuureffecten met grafisch effect. Het balkwerk werd bruin, zwartbruin, grijs, oxyderood of donkergroen geschilderd. De vakken werden wit of okergeel, lichtblauw, geelrood of lichtrood gehouden. Gevelschilderingen werden in de graffito-, fresco-, of seccotechniek uitgevoerd.

Barok en rococo



Figuur 4.4: Schloss Schönbrunn (Wenen)

De **barokstijl** ontwikkelde zich in het begin van de zeventiende eeuw en duurde voort tot in het eerste decennium van de achttiende eeuw. Hij verspreide zich in bijna heel Europa en tevens in Zuid-Amerika. In die tijd heersten de Contrareformatie, het absolutisme en de vorstenheerschappij.

De vaak pronkerige en theatrale stijl diende er onder andere toe de macht van de katholieke kerk en van de absolutistische koningen en vorsten in de verf te zetten. Was de barok architectuur aanvankelijk nog zwaar, dan werd zij in de loop der ontwikkeling steeds lichter, om uiteindelijk in de

speelse, zwierige **rococo** stijl over te gaan. Deze tendens gelde tegelijk voor de kleurgeving, dat ondertussen een illusionistisch middel geworden was om de uitwerking en het effect van de architectuur te benadrukken.

De steen die voor sokkels, parterre en architectuur structuren gebruikt werd, was meestal in een steenkleur geschilderd.

Voor de vormgeving van gevelvlakken kunnen vier basisconcepten aangevoerd worden:

- Roodtinten: het scala voor pleistervlakken gaat van Pompeïsch rood over Terra di Siena tot geelrood. Voor de ornamenten werden lichtgrijs, middengrijs, umbra of oker gebruikt. Minder vaak ook wit of natuursteen. In de regel gaf men de voorkeur aan een warm, krachtig kleurenbeeld, dat vooral in de vroege barok domineerde.
- Geeltinten: hier bevat het kleurenpalet de kleuren Terra di Siena, donker en lichtoker, goudgeel (amberkleur) en oranje. De ornamenten werden in de vroege barok in grijs, umbra of een groenachtige aardetint uitgevoerd, in de late barok bijna uitsluitend in wit of oudwit.
- Pastelkleuren: met zeer lichte kleuren als roze, lichtgeel, lichtblauw, lichtgroen en lichtgrijs met ornamenten in wit, oudwit of lichtgrijs werd een licht en gracieuze kleurenbeeld gecreëerd, dat vooral typisch was voor de late barok en het rococo.
- Wittinten: een variëteit in de late barok en het rococo was de behandeling van pleistervlakken in wit, oudwit, rood- en geelachtig wit. De ornamenten werden met donkere kleuren als grijs, oker, umbra of groen, minder vaak met rood omlijnd.

Belangrijke bouwelementen werden vaak met kleur geaccentueerd, denk maar aan uitbouwen aan hoeken en in het middenvlak. Dieper liggende vlakken werden dikwijls donkerder, terwijl hoger liggende vlakken lichter geschilderd werden om het plastische effect nog te versterken. Polychromie en vergudsels of het gebruik van edele natuurstenen, verhoogden de prachtige, of pronkerige, uitstraling van barok en rococo bouwwerken.

Het classicisme



Figuur 4.5: Capitol Washington

Het **classicisme**, dat weer naar het stijl- en vormvocabulaire van de oudheid teruggreep, bereikte zijn hoogtepunt tussen 1770 en 1840. Het was de eerste wereldomvattende stijl aangezien in bijna alle geciviliseerde lande classicistische bouwwerken werden opgericht.

Sobere, grote basisvormen, geometrische en stereometrische vormen, driehoeken, piramides, vierkanten, ruiten, cirkels en bollen karakteriseren de klassieke architectuur. In de classicistische stijl werden kerken, kastelen, paleizen, maar eveneens musea, theaters, overheidsgebouwen, warenhuizen, banken en natuurlijk ook woonhuizen opgericht. Merkwaardig zijn de over de hele lijn terughoudende, bescheiden, vaak matte kleuren in deze stijlperiode. Er werd meer waarde gehecht aan de voorstelling van een zuivere vorm. Kleur was eerder ondergeschikt. Dat was misschien ook als reactie op de kleurenpracht in de barok en het rococo.

De gebruikte steen bleef naturel en werd, al dan niet met de bepleisterde wandvlakken, in steenkleuren of grijs geschilderd. Wandvlakken werden met matte, sterk, opgehelderde geel-, rood-, blauw- of grijstinten behandeld. Ornamenten werden wit of lichtgrijs omlijnd. Wandvlakken werden in wit of oudwit geschilderd, de ornamenten in licht- tot donkergrijs geaccentueerd.

Wandvlakken konden ook in krachtig rood (Pompeïsch rood) gezet worden, dit met lichtgrijze ornamenten, maar zelden in wit. Deuren en blinden werden in verschillende grijstinten, bruin, Russisch groen, grijsgroen of wit gehouden.

Een tegenreactie: massaal ontleisteren

Tot het einde van de 19de eeuw had de beschikbaarheid van betaalbare materialen de doorslag gegeven voor het bouwen. Het materiaal werd niet echt gewaardeerd om zijn intrinsieke kwaliteiten, het werd integendeel vaak verhuld achter afwerkingslagen.

Geleidelijk echter hadden de uitdrukingskracht van het eigenlijke bouw materiaal, zijn structuur en zijn kleureigenschappen, waardering weten af te dwingen. De bouwmaterialen moesten onbedekt blijven, wat met de term ‘schoonwerk’ werd weergegeven. Enkel in ‘schoonwerk’ konden eerlijkheid en oprechtheid worden uitgedrukt. Plots keerde men zich af van de ‘schijnarchitectuur’, de materiaal-vervalsing door middel van pleister. De optie voor naakte materialen in nieuwe gebouwen in neostijlen werd bovendien soms gebaseerd op de vermeende idee dat middeleeuwse constructies ook in naakte bouwmaterialen waren opgetrokken.

Dit ideeëngoed had tevens zijn invloed op de restauratiefilosofie en praktijk van het eind van de 19de eeuw en in de 20ste eeuw. Historische gevels werden op grote schaal ontleisterd. Baksteen en natuursteen kwamen weer in het zicht, in hun fel contrasterende eigenschappen en soms in beschadigde, heterogene toestand.

Kleurrijke gevelafwerking wint weer veld

Naarmate de Monumentenzorg een beter zicht krijgt op de historische afwerking van gebouwen, komen steeds meer kleurrijke gevelafwerkingen voor bij restauraties. Telkens zijn dergelijke restauraties gebaseerd op historische gegevens, sporen op de gebouwen zelf, of archivalische bronnen. Maar wat bij deze optie ook nog steeds sterk meespeelt, is de wetenschap dat bouwmaterialen een langer leven beschoren zijn wanneer ze met een pleister- en/of een verlaag bedekt zijn. En zelfs de hedendaagse architectuur grijpt tegenwoordig opvallend graag terug naar bepleisterde gevels. Met dit alles maakt kleur langzaam maar zeker een hernieuwde intrede in het historische straatbeeld waarbij elementen uit verschillende stijlperiodes in één en hetzelfde bouwwerk verenigd worden.

4.1.2 Historiek van de pigmenten

Reeds omstreeks 25 voor Christus vermeldde Vitruvius in zijn *De architectura libri decem* de productiewijze of vindplaats van de toenmalige pigmenten en kleurstoffen. De toepassing en prijs verschilde sterk van pigment tot pigment. Volgens hem mocht vermiljoen niet gemengd worden met kalk. Tegen het verkleuren na het schilderen met vermiljoen moest men de oppervlakken afdekken met een laag “Punische was”. Dure pigmenten konden vervangen worden door kleurimitaties of ersatz-producten, maar die gaven niet dezelfde kleurhelderheid als de echte pigmenten.

Door de grote spreiding van de vindplaatsen waren heel wat handelscontacten nodig om sommige pigmenten te bemachtigen. Voor andere had men dan weer voldoende kennis nodig om gebruiksklaar te maken. Zo werd loodwit in gesloten potten blootgesteld aan dampen van wijnazijn. Hetzelfde werd ook gedaan met bladen rood koper om Spaans groen te verkrijgen. Men verkreeg

rode menie door het branden van loodwit en dit zou per toeval ontdekt zijn na uitbraak van een brand.

De Romeinen beschikten in hun tijd over een twintigtal pigmenten voor verven. De goedkope pigmenten (oker, loodwit en rode menie) werden gebruikt voor het beschilderen van grote oppervlakken. Duurdere werden gebruikt voor decoratieve panelen of ophogingen.

Het aantal pigmenten uit Vitruvius' tijd is zo goed als gelijk gebleven tot aan de 18^e eeuw, mits enkele toevoegingen van lokaal gevonden pigmenten of lichte wijzigingen in productie tot het bekomen van een ander pigment. Zo zijn enkele pigmenten zoals ijzeroxiderood en oxidegeel aan de lijst toegevoegd, die kunstmatig werden vervaardigd in de 16^e eeuw, en Kasselse aarde die in de 17^e eeuw door kunstschilders werd gebruikt. Andere zijn massicot, azuriet of malachiet en Bremerblauw.

Sommige pigmenten reageerden met hun bindmiddel wat soms tot verkleuring leidde. Andere waren dan niet lichtecht, maar dit vormde toen geen belemmering op het gebruik.

In een 18^{de}-eeuws werk wordt gesproken over reeds 31 pigmenten, waaruit zelfs nog enkele ontbreken. Onder de 31 behoorden o.a. cochénille, karmijn, Florentijnse lak, vermiljoen en ultramarijn. Onder de afwezigen vond men Siena, Kasselse aarde, azuriet en Bremerblauw.

De 19^e eeuw bracht een enorme groei in de wetenschap met zich mee, en dit sloot de chemie niet uit. De industrie verantwoordelijk voor het vervaardigen van de componenten van verf wilde producten van constante kwaliteit op de markt brengen. Daarvoor was een goede kennis van de basisstoffen en chemische productieprocessen zeer belangrijk. Er werd onderzoek gedaan naar de samenstelling van de pigmenten, wat bij bepaalde natuurlijke, complexe pigmenten niet altijd evident was. Daarenboven waren, zoals reeds lang geweten, de pigmenten niet altijd van dezelfde samenstelling. Door de overname van de industriëlen werd geklaagd over het gebrek aan aandacht voor de duurzaamheid van de producten, enkel voor de schittering en de prijs van de pigmenten.

Tegenaan het eind van de 19^e eeuw werd de lijst pigmenten steeds langer en bestond uit zowel intensief als sporadisch gebruikte stoffen. Dit bracht ook spraakverwarring mee omdat men in elk land hun eigen namen voor dezelfde pigmenten bedacht. Naast de vele benamingen ontstonden ook meerdere alternatieve manieren om dezelfde pigmenten aan te maken. Zo sprak een boek over maar liefst 40 manieren voor het aanmaken van loodwit. Kleurverschillen traden op naargelang het gekozen productieproces, en voor de natuurlijke pigmenten naargelang de vindplaats. Een hogere nood voor standaardisatie bracht resultaat in de 20^{ste} eeuw.

In de hedendaagse verfindustrie bestaat voor de heel wat soorten verf een zeer grote hoeveelheid synthetische pigmenten, waardoor de schilder amper nog iets weet over de verf- en pigmenttechnologie. Om de oude vakkennis te evenaren zou elke schilder tegenwoordig een chemicus moeten zijn.

Slechts enkele pigmenten leverden een goede standverf op, wat betekent dat deze verf zonder probleem de klimatologische omstandigheden kon weerstaan. Hierbij stond loodwit aan de top, daar deze verf al eeuwen had bewezen een zowat onverwoestbare verflaag op te leveren. Vroeger moest men bij titaanwit nog loodwit toevoegen om een goede standverf te bekomen, zoals nu niet meer het geval is. Dit komt omdat rond 1940 nog geen gebruik werd gemaakt van rutiel-, maar van anastaastitaandioxide. Beide titaanoxides zijn chemisch hetzelfde maar hun kristalvorm is verschillend. Deze van anastaas is groter, wat een minder stabiel pigment geeft, en bijgevolg noodzaakt voor het toevoegen van loodwit.

Ook Bremergroen was al lang een goede standverf, maar leed aan verkleuring. Eigenlijk is dit pigment blauw maar verkleurt het door reactie met lijnolie. Andere pigmenten die sinds het midden van de 19^e eeuw goede standverven opleverden waren zinkgroen, chromaatgroen en lamp-, gas- en beenzwart. Maar omwille van de chemische reacties bij de pigmenten, leverden ze toch geen zo'n taaie onoplosbare laag als die van loodwit, loodmenie, Bremer groen en Spaans groen. Spaans groen vindt men echter niet meer terug in de lijst pigmenten omdat deze nog giftiger bleek dan loodwit. Men kon een behoorlijke vergiftiging oplopen bij het verhandelen van het droog pigment en bij het schuren, krabben en afbranden van beschilderde oppervlakken. Nog tot de helft van de 19^e eeuw werden schilders verplicht een geschilderd oppervlak af te wassen met water zonder toevoegstoffen. Door dit afwassen liep de schilder zo minder kans op vergiftiging.

4.2 Mogelijkheden

4.2.1 Pigmenten voor kalkverf

Kalkverf is een natuurlijk product, en het is de bedoeling dat de positieve eigenschappen daarvan bewaard blijven. Daarom moeten minerale pigmenten gebruikt worden, en geen organische. Dit betekent echter dat er niet kan gekozen worden uit een oneindig spectrum aan kleuren zoals bij synthetische verven het geval is. De kleurenwaaier kan wel uitgebreid worden door een aantal organische pigmenten toe te voegen. Het totaal aandeel organische producten (pigmenten, stabiliseringsmiddelen, ...) mag zoals eerder vermeld echter niet meer dan 5% bedragen om nog van kalkverf te kunnen spreken.

Als kalkverf vooraf in de massa gekleurd wordt, dan gaan de natuurlijke pigmenten bij het uitharden ingebouwd worden in het kristalrooster van calciet. Dit heeft als gevolg dat de meeste pigmenten niet kunnen migreren door het uitgeharde geheel, waardoor de verf kleurvast is. Door de alkalische aard van kalk kunnen enkel alkalibestendige pigmenten gebruikt worden.

Samenstelling	Toepassing	Kleur
Kalk + kopervitriool CuSO_4	Deugdelijke verf voor buiten	Lichtblauw of groen
Kalk + ijzervitriool $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Deugdelijke verf voor buiten	Geel
Kalk + lakmoes	Deugdelijke verf voor buiten	Blauw
Kalk + olie + pigment	Watervaste verf binnen/buiten	Te bepalen
Kalk + bloem + lijm + zout + pigment	Watervaste verf binnen/buiten	Te bepalen
Kalk + 10% Portlandcement + pigment	Watervaste verf binnen/buiten	Te bepalen

Tabel 4.1: Verschillende samenstellingen van kalkverf met hun toepassing en kleurmogelijkheden

Kalkverfpigmenten:

- Wit: kalk, zinkwit, lithopoon
- Geel: gele oker, marsoker, barietgeel, oxidegeel
- Bruin: Bruine oker, omber, gebrande omber, terra di Siena
- Rood: kristalmenie, vermiljoen, rode oker, ijzeroxiderood, gebrande Siena
- Blauw: ultramarijn
- Groen: Bremergroen
- Zwart: roetzwart, wijngaardzwart, beenzwart

4.2.2 Pigmenten voor silicaatverf

Voor huidige silicaatverven mogen geen loodhoudende stoffen gebruikt worden, omdat deze de verf stremmen. Ook zijn organische pigmenten te vermijden omdat deze verkleuren. Met een negental metaaloxiden kan wel een hele kleurenwaaier gemaakt worden maar felle en helle kleuren zijn niet mogelijk:

- Geel: gele oker, ijzeroxidegeel
- Bruin: ijzeroxidebruin, omber
- Rood: ijzeroxiderood, ijzeroxideoranje
- Blauw: kobaltblauw

- Groen: chroomoxidegroen
- Zwart: ijzeroxidezwart

Omstreeks 1928 werden volgende pigmenten ook nog aanbevolen:

- Wit: zinkwit, lithopoon, bariumsulfaat
- Geel: Siena, gele en gebrande/ongebrende goudoker
- Bruin: Munchenbruin, oxidebruin, gebrande/ongebrende omber
- Rood: chromaatrood, ijzeroxiderood (licht, donker, violet), rode oker
- Blauw: ultramarijnblauw
- Groen: chroomoxidegroen, licht en donker cobaltgroen
- Zwart: Munchenzwart

De kleurstabiliteit wordt primair beïnvloed door de aard van de gebruikte pigmenten en het bindmiddel. Organische pigmenten veranderen van kleur onder invloed van UV-licht. Het is dus aangeraden om anorganische kleurpigmenten te gebruiken. UV-straling en weersbelasting leiden bij organische bindmiddelen zoals kunstharsdispersies of siliconenharsemulsies tot microscheurtjes, die de lichtbreking veranderen. Minerale bindmiddelen geven van alle bindmiddelen de hoogste UV-bestendigheid en zijn daarenboven absoluut weervast.

Hierna volgt een overzicht van de mengbaarheid van een aantal pigmenten. De pigmenten in het vet zijn degene die overeenkomen met de aangeraden pigmenten bij silicaatverven, en diegene met een blauwe achtergrond komen overeen met de kalkverven. Voor een grotere figuur, zie CD-ROM in bijlage.



5 Uitvoering

5.1 Voorbereiding ondergrond en werfinstallatie

5.1.1 Algemene opmerkingen

5.1.1.1 *Plaatsen stelling*

Op ongeveer 20 tot 30 cm van het geveloppervlak dient een stelling geplaatst te worden voor het aanbrengen van de kalei- en/of verflagen. De opbouw en het gebruik van de stellingen moet voldoen aan de voorschriften en de veiligheidseisen. De plaatsing van de stelling, noch de bevestiging ervan, mogen de uitvoeringswerkzaamheden bemoeilijken of verhinderen.

De stellingen dienen afgedekt te worden met lichtdoorlatende zeilen of netten, teneinde geen werkonderbreking of nadelige invloeden te ondervinden van regen, zon of sterke wind. De bovenzijde van de stellingen wordt voorzien van een degelijke en waterdichte afdekkap met lichtdoorlatende zeilen.

5.1.1.2 *Voorbereidende werkzaamheden*

Voor aanvang van de voorbehandeling is het noodzakelijk:

- Omgeving van de te behandelen oppervlakken zorgvuldig af te dekken; vooral glas, keramiek, lakwerk, straatstenen, natuursteen en metalen. Spatten onmiddellijk afspoelen;
- Uitspringende bouwdelen, zoals waterslagen, daklijsten, vensterbanken etc. moeten aan de bovenzijde goed worden afgedicht en voldoende overstek hebben om vochtindringing en/of sterke vervuiling te voorkomen;
- Dakgoten en wateraflopen te controleren en waar nodig vakkundig te herstellen en/of te vervangen;
- De afwatering aan dakranden enz. na te zien en waar nodig aan te passen en/of te verbeteren;
- Mogelijks opstijgend grondwater te stoppen door het vakkundig aanbrengen van vochtschermen of door injecteren. Door optrekkend vocht worden verflagen vroegtijdig aangetast. Een duurzaam resultaat wordt alleen bereikt door het aanbrengen van een goede

waterkering. Bij oudere gebouwen kan een kiezelbed in het maaiveld rondom het gebouw worden aangebracht;

- Dynamische barstvorming in de ondergrond te stabiliseren. Er moet er voor gezorgd worden dat op een stevige en zuivere ondergrond gewerkt kan worden;
- Steeds voldoende droogtijd in acht te nemen.

De te schilderen ondergrond moet voldoende vast, zuiver, droog, draagkrachtig, vrij van uitbloeiingen, algen- en mosvrij, zonder verpoedering en sedimentvrij zijn. Het gekozen verfsysteem moet verenigbaar zijn met de aanwezige verflagen en de ondergrond.

5.1.2 Verschillende ondergronden

5.1.2.1 *Metselwerk*

Bij bakstenen gevels worden beschadigde stenen in principe verwijderd. Het historisch steenverband wordt dan met gelijke stenen aangevuld. Het opknappen van beschadigde voegen moet uiterst zorgvuldig gebeuren. Speciale aandacht moet besteed worden aan de juiste voorbereiding van de ondergrond (voldoende inbouwdiepte, vooraf bevochtigen) en de nabehandeling van de verse voegen. De hardheid van de gebruikte mortel moet op de steen in kwestie afgestemd zijn. De mortel mag in geen geval harder zijn. Bij bakstenen gevels die vaak aan slagregen blootgesteld zijn, moet men de aanbreng van een hydrofoberende impregnering overwegen om zo het vocht te weren.

Onbehandeld metselwerk in goede staat

Reiniging

Het oppervlak grondig droog reinigen en ontstoffen.

Deze methode bestaat in een afborsteling van het gevelmateriaal met een min of meer zachte borstel. De grootte van de borstel wordt bepaald door het reliëf van de gevel. Het gebruik van metaaldraadborstels worden afgeraden.

Ontmossen

De aangroei van algen, mos en schimmel moeten verwijderd worden.

Minerale ondergronden zijn langdurig vochtig en/of nat. Daar algen en mossen het beste gedijen in een vochtige omgeving, zien we vaak alg en mosaangroei ontstaan. Deze aangroei scheidt zurige stoffen uit, die de ondergrond aantasten. Tevens bemoeilijkt deze aangroei ook de droging van het

oppervlak. Indien er bij vorst nog vocht in de ondergrond aanwezig is, bestaat er een groot risico dat het aanwezige vocht wordt omgezet in ijskristallen. Dit proces gaat gepaard met enorme krachten en volumevergrotingen en zodoende bestaat er grote kans op beschadiging van de ondergrond. Ook het aanzicht van groene gevels is geen mooi esthetisch gezicht.

Allereerst moeten mossen, schimmels en andere parasieten zoveel mogelijk verwijderd worden met borstel en krabbers.

Daarna worden de muren/wanden behandeld met een algen-, mos- en schimmeldodend product op basis van biocide producten, die goedgekeurd is door het Ministerie van Volksgezondheid en Leefmilieu – Farmaceutische inspectie. Voor het aanbrengen van biocide producten dient men rekening te houden met de richtlijnen van de fabrikant, en dit zowel wat de concentratie en de wijze van aanbrengen, als de in acht te nemen beschermingsmaatregelen betreft.

Het product ongeveer 24 u laten inwerken en naspoelen met zuiver water en daarna droog afborstelen om het resterende vuil te verwijderen.

Door een biocide aan te brengen worden de aanwezige organismen in de poriënstructuur van het geveloppervlak gedood (curatief effect), zodat ze geen onmiddellijke biologische besmetting kunnen veroorzaken.

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

Dit proces moet men bij alle ondergronden doorlopen die alg-, mos- en schimmelgevoelig zijn

Onbehandeld metselwerk met gebreken

Voorbehandeling

- Muren zonder spouw droog maken door siliconeninjectie of door onderkappen en het plaatsen van waterkeringsfolie. De werken door een gespecialiseerd bedrijf laten uitvoeren.
- Muren met spouw droog maken door het aanbrengen van tochtvoegen en/of tochtroosters. Deze werken door een gespecialiseerd bedrijf laten uitvoeren.
- Verweerde, vochtige, afbrokkelende stenen verwijderen en vervangen op een vakkundige manier.
- Bij metselwerk waar er nadien een kalkafwerking op komt dienen alle bestaande cementvoegen bij voorkeur volledig verwijderd te worden met behulp van een beitel. In het geval van bredere voegen dient eerst met de slijpschijf een snede gemaakt te worden in het

midden van de voeg, waarna de volledige voeg verwijderd wordt met de beitel. Verpulverende kalkvoegen dienen eveneens verwijderd te worden.

- Bakstenen met aanwezigheid van ijzerertsstukken: ijzererts verwijderen en baksteen herstellen. Desnoods vervangen.
- Losse steenschilfers verwijderen.
- Bakstenen met aanwezigheid van kalkstukjes aan de oppervlakte, afborstelen met een stalen borstel.
- Bouwdynamische barsten wigvormig verbreden en goed ontstoffen

Reiniging

Ondergrond reinigen met hogedrukreiniger met vuilfrees.

Het reinigen van een gevel waarop later een kaleilaag wordt aangebracht gebeurt als volgt: water wordt onder hoge druk tegen de muur gespoten. Dit kan al voldoende zijn met een simpele hogedrukreiniger. Men dient ervoor te zorgen dat alle losse delen mee verwijderd zijn. Deze zouden later problemen kunnen veroorzaken. Al wat na een grondige reinigingsbeurt aan de muur hangt, is stevig genoeg om te blijven hangen.

Gedeelten in de ondergrond, die niet als drager geschikt zijn, verwijderen.

Ontmossing

Zie boven

Salpeter

Salpeteruitslag droog verwijderen met een harde borstel.

Behandeld metselwerk in goede staat

Is te behandelen als onbehandeld metselwerk in goede staat, enkel gebeurt de reiniging hier met een hogedrukreiniger met vuilfrees en worden de gedeelten in de ondergrond die niet als drager geschikt zijn verwijderd, net zoals de oude verflagen

De meeste verven zijn dampdicht, waardoor de muurhuishouding ernstig verstoord wordt. Ook de hechting van een kalei op een verflaag is veel minder goed dan op de gevelstenen.

Synthetische verven zal men met chemische producten (verfabijters) van de gevel halen. Het kan nodig zijn bijkomstig te stralen.

Oude minerale verflagen



Goed hechtende verflagen droog of nat reinigen. Niet goed hechtende, verweerde minerale verflagen verwijderen door schuren, schrappen of afbijten. Het totale oppervlak goed naspoelen met water.

Oude, niet goed hechtende dispersieverflagen



Niet goed hechtende dispersieverflagen volledig verwijderen door afbijten en hogedruk waterstralen, volgens plaatselijk voorschrift.

Oude, matte, goed hechtende dispersieverflagen

Vuil en lichte verkrijting door hogedruk waterstralen grondig verwijderen, volgens plaatselijk voorschrift.

Behandeld metselwerk met gebreken

Is te behandelen als onbehandeld metselwerk met gebreken, enkel worden hier de oude verflagen, die niet als drager geschikt zijn, volledig verwijderd.

5.1.2.2 *Bepleisteringen*

Onbehandeld pleisterwerk in goede staat



Is te behandelen als onbehandeld metselwerk in goede staat. Er dient enkel een opmerking gemaakt te worden over nieuwe minerale pleisterlagen

Nieuwe pleisterlagen zullen, voor het aanbrengen van een verlaag, afhankelijk van het jaargetijde en de temperatuur, 2-4 weken moeten uitharden en drogen

- Mortelgroep PI: luchtkalkpleisters en hydraulische kalkpleisters: minstens 4 weken
- Mortelgroep PII: hoog-hydraulische kalkpleisters en cementpleisters: minstens 2 weken

Onbehandeld pleisterwerk met gebreken

Voorbehandeling

- Muren zonder spouw droog maken door siliconeninjectie of door onderkappen en het plaatsen van waterkeringsfolie. De werken door een gespecialiseerd bedrijf laten uitvoeren.
- Muren met spouw droog maken door het aanbrengen van tochtvoegen en/of tochtroosters. Deze werken door een gespecialiseerd bedrijf laten uitvoeren.
- Loszittende cementlagen verwijderen
- Loszittende en holklinkende pleisterlagen verwijderen.
- Was, roet, olie, vet en ontkistingsproducten met aangepaste middelen volledig van het oppervlak verwijderen.
- Bouwdynamische barsten wigvormig verbreden en goed ontstoffen.
- Loszittende cementering in de omgeving van barsten verwijderen
- Loszittende bepleistering in de omgeving van barsten verwijderen

- Loszittende en holklinkende pleisterlagen verwijderen en op een vakkundige manier herstellen met aangepaste producten, volgens de richtlijnen van de fabrikant. Salpeteruitslag droog verwijderen met een harde borstel.

Reiniging

- Ondergrond reinigen met hogedrukreiniger met vuilfrees
- Gedeelten in de ondergrond, die niet als drager geschikt zijn, verwijderen

Ontmossen

Zie boven

Behandeld pleisterwerk in goede staat

Is te behandelen als behandeld metselwerk in goede staat.

Behandeld pleisterwerk met gebreken

Is te behandelen als onbehandeld pleisterwerk met gebreken, enkel worden hier de oude verflagen, die niet als drager geschikt zijn, volledig verwijderd.

Speciale gevallen

Pleisterwerk met poederende toplaag



Poederende toplagen, die de hechting nadelig beïnvloeden, verwijderen door fluateren en nawassen met water.

Fluateren is benevelen van het oppervlak met een vloeistof (fluaat)

Na het fluateren en het nawassen dient de ondergrond volledig droog te zijn. Meestal wordt er minimum 4 dagen gewacht alvorens verder te werken.

Pleisterwerk met sinterhuid



Sinterhuid, te herkennen aan het zwak glanzende uiterlijk, verwijderen door fluateren met onverdund fluaat, vervolgens na het inwerken van het fluaat (circa 20 minuten) grondig naspoelen met zuiver water door gebruik te maken van een tuinslang.

Ook hier moet de droogtijd in acht genomen worden.

kalksinterlagen moeten verwijderd worden om hechtingsproblemen en vlekvorming, door verschillend absorptievermogen bij kleurige lagen, te vermijden.

Reparaties



Let op dat bij het repareren van open scheuren en beschadigd pleisterwerk de sterkte van de reparatiemortel overeenkomt met de sterkte en de structuur van het bestaande pleisterwerk.

Voor reparatiewerkzaamheden zijn vooral kant-en-klaar-mortels op basis van Trasskalk/ Trass-cement geschikt. De reparatieplekken moeten voor het aanbrengen van de verflagen goed uitgehard en droog zijn en grondig gefluateerd (tot ruim buiten de reparatieplekken) en nagewassen worden. Fluateer bij grote reparaties zowel het oude als het nieuwe pleisterwerk

Zanderig pleisterwerk



Droog afborstelen en het gehele oppervlak reinigen door hogedruk waterstralen.

Oud, goedhechtend pleisterwerk uit de mortelgroepen Plc, PII en PIII



Het gehele oppervlak reinigen door afborstelen, waterstralen (Plc) of hogedruk reinigen met water en zand (PII en PIII), volgens plaatselijk voorschrift.

Pleisterwerk met mos- en algengroei reinigen door waterstralen en behandelen met een mos- en algendodend middel.

Mineraal- of silicaatgebonden pleisterwerk op gevelisolatie



Vervuild en met algen verontreinigd pleisterwerk reinigen door lagedruk waterstralen.

Zonodig een reinigingsmiddel toevoegen.

Pas geen mechanische reinigingsmethode toe. Mos- en algengroei verwijderen.

5.1.2.3 *Kalkzandsteen*



Alleen vorstbestendige gevelstenen zonder inwendige verontreinigingen, zoals zand- en leemophopingen, zijn geschikt om met verf te behandelen. Het voegwerk moet zonder scheuren zijn uitgevoerd en mag geen middelen bevatten die de hechting nadelig kunnen beïnvloeden. Zoutuitbloeiingen droog afborstelen. Bij poederende oppervlakken de ondergrond fluateren en nawassen.

Onbehandelde kalkzandsteen in goede staat

Is te behandelen als onbehandeld metselwerk in goede staat

Onbehandelde kalkzandsteen met gebreken

Voorbehandeling

- Muren zonder spouw droog maken door siliconeninjectie of door onderkappen en het plaatsen van waterkeringsfolie. De werken door een gespecialiseerd bedrijf laten uitvoeren.
- Muren met spouw droog maken door het aanbrengen van tochtvoegen en/of tochtroosters. Deze werken door een gespecialiseerd bedrijf laten uitvoeren.
- Verweerde, vochtige, afbrokkelende stenen verwijderen en vervangen op een vakkundige manier.
- Beschadigde voegen verwijderen.
- Losse steenschilfers verwijderen

Reiniging

- Ondergrond reinigen met hogedrukreiniger
- Gedeelten in de ondergrond, die niet als drager geschikt zijn, verwijderen

Ontmossen

Zie boven

Salpeter

Salpeteruitslag droog verwijderen met een harde borstel.

Behandelde kalkzandsteen in goede staat

Is te behandelen als onbehandelde kalkzandsteen in goede staat

Behandelde kalkzandsteen met gebreken

Is te behandelen als onbehandelde kalkzandsteen met gebreken, enkel worden hier de oude verflagen, die niet als drager geschikt zijn, volledig verwijderd

5.1.2.4 *Natuursteen*



Natuursteen moet vast, droog en vrij zijn van uitbloeiingen. Aan het oppervlak verweerde natuursteen voor het schilderen meerdere keren behandelen met kiezelzuurester. Vervuilde natuursteen door waterstralen reinigen. Reparaties met speciaal natuursteenreparatiemateriaal uitvoeren.

De reparatie moet goed zijn uitgehard en moet worden gefluateerd. Altijd nawassen met schoon water.

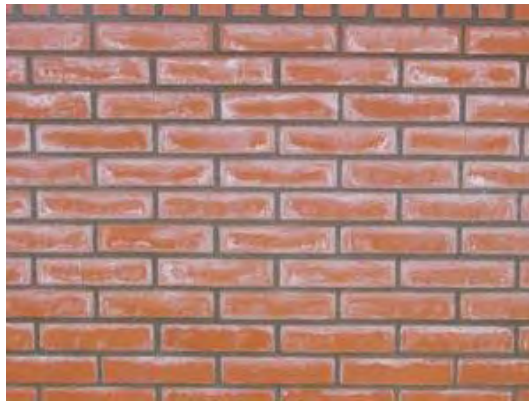
5.1.3 **Schadegevallen**

De ondergrond waar een verflaag moet aangebracht worden kan door verwerking en andere invloeden vaak sterk beschadigd zijn dat ze niet meer draagkrachtig zijn om een verflaag op aan te brengen.

Enkele schade gevallen:

- Vorstschade indien de gevel met vocht doortrokken en onvoldoende vorstbestendig is
- Zoutschade ten gevolge van kristallisatie en/of hydratatie van vastgezette zouten
- Bindmiddelontbinding door de inwerking van zure, schadelijke stoffen in de lucht
- Minerale kristalvorming, in het bijzonder door de reactie van Portland-cement op gipshoudende ondergronden
- Scheurvorming ten gevolge van bouwwerken, hygrische of thermische vervorming, een verkeerde pleisteropbouw, verwerkingsfouten.
- Mechanische beschadigingen
- Bij gewapend beton corrosie van de wapening met daarbij gepaard gaande scheuren
- Schade aan de verflagen in de vorm van krijt-,scheur- en blaasvorming, afbladdering.

5.1.4 Zouten



Figuur 5.1: Een muur met last van zoutuitslag

Historisch muurwerk bevat vaak wateroplosbare zouten. Die kunnen met het capillair vocht mee uit de bodem zijn gekomen, of kunnen een gevolg zijn van het gebruik van het gebouw: uit veemest in stallen bijvoorbeeld. Zout in de muren levert een tweeledig probleem:

- de zouten worden door water meegevoerd. Als het water uitdampt aan het geveloppervlak, worden de zouten aan en net onder het muuroppervlak afgezet. De zouten kristalliseren er, wat gepaard gaat met een sterke volumevergroting. Dit creëert grote spanningen in de drager, die op die plaatsen kapot gedrukt kan worden;
- de zouten zijn vaak hygroscopisch: ze trekken zelf water uit de omgeving aan. Zo wordt de muur voortdurend nat gehouden, zodat de processen zich kunnen blijven herhalen en waardoor ook de kans op vorstschade toeneemt.

Een eventuele remediëring veronderstelt ingrepen op verschillende vlakken:

- er moet vermeden worden dat nieuw water en zout binnen-dringen;
- het aanwezige water moet vlot kunnen verdampen;
- in speciale gevallen kunnen de zouten uit de muur geëxtraheerd worden; bijvoorbeeld met compressen die water én zout opslorpen en die nadien verwijderd worden;
- waar nog zouten overblijven (wat meestal het geval is) moeten zij kunnen uitkristalliseren op een zo 'veilig' mogelijke plaats. Dat is alvast niet in een materiaal dat een poriestructuur heeft die de volumevergroting niet kan opvangen, niet in de contactzone tussen twee
- materialen (bv. metselwerk en pleister, omdat het laatste dan losgedrukt wordt), en niet (te) dicht bij het oppervlak, omdat ze daar vocht uit de omgeving zouden aantrekken.

Waarschijnlijk kunnen toch nooit alle zouten verwijderd worden. Een min of meer duurzame oplossing kan dan gevonden worden in het gebruik van een zogenaamde 'Sanierputz'. Een Sanierputz is meestal een cementpleister die zo samengesteld is om sterk dampdoorlaatbaar te zijn en open poriën te bevatten. Deze poriën geven de zouten dan voldoende ruimte om uit te kristalliseren zonder de pleister kapot te drukken. Ook zal dit product beperkt capilair zijn, dit om te zorgen dat oppervlaktewater niet diep genoeg in het pleister wordt gezogen zodat een reactie met de hygroscopische zouten wordt vermeden.

Bij historische gebouwen zullen de optimale randvoorwaarden vaak onmogelijk volledig te verwezenlijken zijn. Soms zijn de zoutgehaltes er te hoog, en meestal kan er geen efficiënte sperlaag aangebracht worden. De Sanierputz zal dan op termijn toch met zouten verzadigd raken. Dat zal evenwel veel langer duren dan bij een traditionele pleisterlaag.

Het vervangen van dit aangetast pleister door nieuw kan dan weer tijdelijk een oplossing bieden. Vooral belangrijk is dat de onderliggende muur zo goed als ongeschonden is gebleven. De opofferingslaag in haar meest specifieke vorm...

Onder meer in Duitsland wordt de Sanierputz al meer dan vijftien jaar met succes gebruikt.

5.2 Aanbrengen

5.2.1 Aanbrengen van de kalei



Figuur 5.2: Twee oppervlakken met Dragon Kalei op aangebracht (Foto's: Stoopen & Meeûs)

Bij de aanbreng van een kalei heeft onder andere het verbruik per m² een invloed op het uiteindelijke uitzicht. Op de foto's hieronder worden 2 oppervlakken getoond met een kalei op aangebracht. Op de linkse foto bedraagt het verbruik 0,5-1kg/L, op de rechtse 1-2kg/L. Wanneer er

dus meer kalei gebruikt wordt per m², wordt de laag ook dikker, en dus het uitzicht zachter en minder afgelijnd.

5.2.2 Aanbrengen van minerale verf

Bij minerale verven is het aanbevolen een tussenlaag aan te brengen om ongelijk afgewerkte pleister te egaliseren en kleine scheurtjes te vullen. Dankzij deze tussenlaag verkrijgt men een hogere laagdikte en bijgevolg ook een langere houdbaarheid van de laag

Veiligheidsvoorzorgen

Silicaatverf is sterk alkalisch en heeft een pH-waarde 12. Het is een etsend product, waardoor glas en keramiek afgedekt moeten worden. Ook verwerkers zullen in verband met het etsende karakter van deze verf de nodige voorzorgsmaatregelen moeten nemen. In dit kader moeten brildragende schilders een veiligheidsbril dragen.

5.2.3 Fresco en secco

Het aanbrengen van minerale verven kan op een aantal manieren gebeuren, en elke manier zorgt voor een beduidend ander eindresultaat.

Fresco aanbrengen (Italiaans voor vers), is de natte manier van aanbrengen. Zo kan de eerste laag 80% verdund worden met proper water, en hierop een tweede laag die 50% verdund is. Men kan het wolkerige effect dat hierdoor verkregen wordt benadrukken door de tweede laag aan te brengen in onregelmatige beweging in alle richtingen. Natuurlijk kan de aanbreng ook op traditionele wijze gebeuren met de borstel in verticale strepen.

Secco aanbrengen is de droge versie. Hier wordt een eerste laag aangebracht die 30% verdund is met proper water, en de tweede laag met maximaal 10% verdunning.

Het verschil tussen beide is dat bij fresco de natte pleister tijdens droging een deel van het pigment zal absorberen, waar bij secco de verf er gewoon blijft ophangen. Het eindresultaat verschilt ook niet alleen op esthetisch vlak, want de kalkverf wordt het sterkste wanneer fresco geleverd wordt.

5.2.4 Polijsten en wolkvorming

Na het aanbrengen van een kalei kan men, indien gewenst, de borstelstrepen wegwerken door te **polijsten**. Hierbij dient het juiste moment afgewacht te worden, namelijk wanneer de pas aangebrachte kaleilaag niet te nat en niet te droog is. Een mogelijke meetstaaf hiervoor is wanneer men tijdens het polijsten het zand “hoort vallen” op de grond. Dit moment is afhankelijk van het

weer, bijvoorbeeld in de zomer kan men het bijna direct doen. Het polijsten zelf houdt in dat men met de spons gaat in kleine cirkels wrijven tot de strepen verdwijnen.

Sommigen wensen ook een authentiek uitzicht te bekomen alsof het er al jaren staat. Een van de manieren om dit te doen is een kalei kiezen waarvan de kleur zeer vochtgevoelig is. Verschillen in vocht in de muur zullen hier zorgen voor een zachte **wolkvorming**. Maar hierop kan ook nog kunstmatig op ingrijpen. Door een mengsel te maken van water en pigment, en dit te doppen op bepaalde plaatsen op de muur, kan men bijkomende vlekken aanbrengen. Zo kan men zelfs met behulp van een wit pigment zoutuitslag nabootsen. Ervaring leert hoeveel pigment er toegevoegd moet worden, want er moet net zoals bij de kalei rekening gehouden worden dat de kleur na droging veel lichter zal worden.

5.2.5 Fouten en oorzaken bij aanbreng van kalkverf

Verschillende zaken kunnen fout lopen bij het aanbrengen van een kalkverf. Hierna volgt een opsomming van een aantal gevolgen, hun oorzaken en eventuele remedies.

Gevolg: glanzende vlekken:

- Het product is te weinig verdund
- Men is te lang op één plaats blijven kwasten
- Gewerkt bij verkeerde temperaturen
- Gebruik van rol
- Grondpleister was nog vochtig bij aanbreng
- Eventuele herstellingen waren nog niet droog
- Temperatuur is in de eerste 48u onder de 7°C gezakt
- Er is een temperatuurverschil geweest van meer dan 15°C

Remedie: Een extra laag aanbrengen op een correcte manier

Veel van deze zaken heeft de praktijk uitgewezen. Een mogelijke reden dat het gebruik van een rol glanzende vlekken veroorzaakt is dat de rol zou toeslagstoffen uit de verf persen en naar boven trekken.

Gevolg: De kalkverf hecht niet

- Gebruik van een synthetische grondlaag
- Gebruik van schuurpapier zonder nadien het stof te verwijderen
- Men probeert de verf aan te brengen op een oude lak of een vernis

Remedie: Reinigen, opschuren en alle oude lagen verwijderen tot op een gezonde ondergrond. Ontstoffen en eventueel een grondlaag aanbrengen (bijvoorbeeld een kaleilaag) Daarna de kalkverf opnieuw aanbrengen op een correcte manier

Gevolg: onthechting van de onderliggende laag verf

- De huidige hechting van de onderliggende laag werd niet gecontroleerd voor aanbreng
- De onderliggende verf was niet in goede staat
- De onderliggende verf was niet stabiel wegens aangemaakt met een zwakke oude verf of een lak.

Remedie: Reinigen, opschuren en alle oude lagen verwijderen tot op een gezonde ondergrond. Ontstoffen en eventueel een grondlaag aanbrengen (bijvoorbeeld een kaleilaag) Daarna de kalkverf opnieuw aanbrengen op een correcte manier

Gevolg: de kalkverf hecht niet genoeg

- Teveel verdund
- Aanwezigheid van een weinig of niet zuigende ondergrond

Remedie: Minder verdunnen en een extra laag aanbrengen

Gevolg: de kalkverf verpoedert

- Er werd niet gewacht tot volledige droging
- Teveel verdund
- Gebruik van schuurpapier zonder nadien het stof te verwijderen

Remedie: In geval van geval 2 en 3: minder verdunnen en een extra laag aanbrengen

Gevolg: witte vlekken, op buitengevel

- Het heeft geregend (zure regen) voor het einde van het carbonatatieproces

Remedie: Extra laag aanbrengen

- Temperatuur is in de eerste 48 uur onder de 7°C gezakt

Remedie: Reinigen met zure reiniger en extra lagen aanbrengen

Gevolg: onthechting

- Ondergrond was niet geschikt voor het aanbrengen van een kalkverf
- Hydrofuge was aanwezig op de ondergrond
- Onthechting door vochtigheid
- Onthechting door een te dikke laag kaleimortel

Gevolg: borstelstrepen

- Slecht aangebracht
- Ondergrond te zuigend (in dat geval moet men meer verdunnen)
- Te weinig lagen aangebracht

Gevolg: kleurschakeringen

- Ondergrond had zelf al kleurverschillen: hier moet men een onderlaag kalk aanbrengen
- Slechte verdeling van de pigmenten door te weinig opmengen voor gebruik
- Verzadiging van de pigmenten
- Te grote verschillen in zuiging van de ondergrond

6 Keuze van een product

6.1 Visuele proeven



Om de verschillende producten te kunnen vergelijken op basis van hechting, kleurvastheid, structuur, enz. werden enkele stalen aangebracht op een aantal ondergronden, meer bepaald:

- Steenstrips: platen met verschillende soorten steenstrips met een oppervlakte van 0,3m²
- Bakstenen
- Betonstenen

Wij kozen voor deze ondergronden omdat deze producten ook meestal hierop toegepast worden. De steenstrips bieden het voordeel dat het effect met een reliëf en een combinatie steen-mortel kan gezien worden. De vergelijkbaarheid tussen de verschillende platen steenstrips is echter twijfelachtig, vanwege verschillende voegdiepten, kleuren, stenen. Er werd geprobeerd die stenen eruit te kiezen die een vergelijkbare porositeit en ruwheid toonden.

Hierbij werd getracht te letten op de schilderbaarheid, hoeveelheid aanmaakwater en andere bijzonderheden. Het is niet zozeer de bedoeling de stalen op een perfecte manier aan te brengen, want wat er kan mislopen is namelijk ook interessant. Opgemerkte fouten en ongewenstheden in de aangebrachte stalen zullen met andere woorden niet noodzakelijk aan de producten zelf liggen, maar misschien meer aan de manier van werken. De stalen worden aangebracht op een manier die iets bijbrengt over hoe de producten reageren op verschillende ondergronden en watergehaltes. Hierna worden de verschillende stalen vergeleken na een minimumuitharding van 14 dagen, samen met een expert. Telkens werden foto's genomen, van de onbehandelde steenstrips, net na aanbreng en na voldoende tijd uitharding.

Tijdens het aanbrengen viel al meteen op welke grote verschillen er bestaan tussen de verschillende producten. Men kan niet zomaar spreken van een kaleieffect, het esthetische resultaat verschilt sterk van product tot product, van zeer kleurvast tot gevlekt, van een zeer zachte effen structuur tot een gestreepte korrelige structuur, in een wijd aanbod aan kleuren.

6.1.1 Voorbereiding

Alle ondergronden werden, indien vermeld in de technische fiche, van een dag vooraf goed natgemaakt. Dit kwam neer op alle producten, behalve Sika Sikatop 107, en Seifert kalei. Alle ondergronden werden dan nogmaals goed bevochtigd vlak voor het aanbrengen.

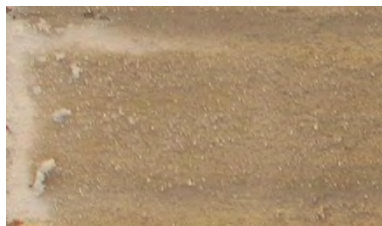
6.1.2 Unilit 15/P1

- Een kalei op basis van natuurlijk hydraulische kalk.
- Proefmengsel: 0,23l water per 1 kg product
- Materiaal: blokborstel
- Instructies volgens technische fiche:
 - Daags voordien de ondergrond bevochtigen
 - In 2 lagen werken
 - Mengsel: 7L/30kg (0,23l/kg)
 - Verbruik: 2 à 2,5 kg/m²



De foto's hierboven tonen de overgang van nat naar droog. Er dient vermeld te worden dat de kleurverschillen en contrasten deels te wijten zijn aan het verschil in belichting bij het nemen van de foto's. Echter kan een duidelijk verschil opgemerkt worden op vlak van kleurvastheid. Tijdens het droogproces ging de kleur sterk van een donkere kleur naar een veel lichtere. Dit kan gezien worden

op de volgende foto, genomen tijdens het droogproces (2u na aanbreng), waar te zien is hoe de droging sneller gebeurt op de randen (wat te verklaren kan zijn door een dunnere aanbreng naar de randen toe) en langs de voegen:



Het uiteindelijke kleurverschil is echter niet te wijten aan de uitslag op de stenen die “erdoor komt”, wat getoond wordt in de volgende figuur, die dezelfde paar stenen enerzijds onbewerkt en anderzijds gekaleid weergeeft:



Er is echter wel een kleurverschil waar de voegen zich bevinden. Dit is te wijten aan een verschil in inzuiging tussen de voegmortel en de steen zelf.



De structuur is behoorlijk korrelig en de kalei was net iets te droog voor aanbrenging. Nochtans werd strikt volgens de technische fiche (zie hierboven) gewerkt op vlak van hoeveelheid aanmaakwater. Enkele maanden later werd dit product opnieuw aangebracht.

Het tweede mengsel was: 0,25L water per 1kg product



Ondanks een zeer kleine stijging in aanmaakwater (20ml/kg!), leek het verschil in consistentie aanzienlijk. Dit zal natuurlijk niet alleen aan het verschil in aanmaakwater liggen. De tijdsperiode tussen eerste en tweede aanbreng zal ook gezorgd hebben voor een verschil in luchtvochtigheid en temperatuur, alsook meer persoonlijke ervaring met het aanbrengen. Ook werd bij de eerste poging slechts 1kg gemengd, wat kan voor een minder evenwichtige menging gezorgd hebben dan bij de tweede poging met 2kg.

Zo valt te besluiten dat de aangewezen mengverhouding volgens de technische fiches veelal van toepassing is op specifieke situaties. Een goed idee van wat een goede consistentie is, gepaard met wat wikkelen en wegen, is aan te raden.



De foto hierboven toont het resultaat, iets minder dan twee maanden na aanbrengen. Opnieuw is het kleurverschil tussen voegen en stenen duidelijk te zien. Een oplossing voor dit probleem kan een laag kalkverf erover aanbrengen zijn. Wij brachten ook slechts één laag aan, in plaats van de aangeraden twee lagen. Laat het duidelijk zijn dat dit enkel op esthetisch vlak een probleem is en los staat van de technische eigenschappen.

6.1.3 Cepro Medolago Finitura XF

- Een kalei op basis van hydraulische kalk
- Proefmengsel: 0,45l water per 1 kg product
- Materiaal: tampico-borstel
- Instructies volgens technische fiche:
 - Daags voordien de ondergrond goed bevochtigen
 - In 2 lagen werken
 - Mengsel: met zuiver water mengen tot een homogene pasta zonder luchtbelletjes
 - Verbruik: 2,5kg/m²



Opnieuw moet duidelijk gesteld worden dat de verschillen die hier te zien zijn deels aan de foto's zelf liggen. Er was namelijk amper een zichtbaar verschil in kleur na het drogen.



Voor het aanbrengen werd een tampico-borstel gebruikt. Wat opviel was dat de borstelstrepen er ditmaal veel uitdrukkelijker doorkwamen. Dit kan aan de borstel liggen, maar het viel ook op dat de verwerkbaarheid ditmaal veel vlotter was, en misschien net iets te vlot. Hierbij wordt dus opnieuw de nadruk gelegd op het belang van geleidelijk aan water toevoegen tot de consistentie er aanvaardbaar uitziet.

Bij wijze van experiment werd een tweede plaat aangebracht met ditmaal een iets droger mengsel (0,35l/kg i.p.v. 0,45l/kg).



6.1.4 Cepro Stacepro G

- Een kalei op basis van natuurlijk hydraulische kalk
- Proefmengsel: 0,35l water per 1 kg product
- Materiaal: tampico-borstel
- Instructies volgens technische fiche:
 - Daags voordien de ondergrond bevochtigen
 - Verbruik: 3,5kg/m²



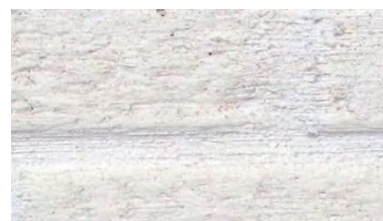
Het resultaat na enkele maanden kan hieronder gezien worden.



Stacepro heeft meer het authentieke kalei-effect dan Medolago. Hiernaast vindt men een foto van de hoek van de plaat, 1 dag na aanbrengen. Het vochtgehalte heeft hier een veel sterkere invloed op de kleur. Overigens was dit ook de enige plaats op de plaat die al echt naar de uiteindelijke kleur neigde. Dit toont dus hoe, zelfs enkele dagen na aanbrengen, de kleur

nog steeds veel donkerder kan zijn dan het resultaat na volledige uitharding. De uiteindelijke kleur was wit met een lichte gele schijn in.

Wel werd ondervonden dat ditmaal meer kleine scheurtjes en onregelmatigheden optraden na enkele maanden drogen en uitharden.



6.1.5 Wolf Jordan

- Een kalei op basis van luchtkalk
- Proefmengsel: 2,3l water per 1 kg product
- Materiaal: blokborstel
- Instructies volgens technische fiche:
 - Goed bevochtigen enkele uren voordien, en nogmaals voor aanbrengen
 - Verbruik: 1,2 à 3 kg/m²



Tijdens het aanbrengen van deze plaat viel het vooral op wat voor een verschil het toevoegen van een kleine hoeveelheid water meer kan maken. Ditmaal was ook minder water nodig om tot een goede consistentie te komen dan bij de vorige producten. Hieronder kan het resultaat na enkele maanden uitharden gezien worden. Vanwege de kalkbasis (tragere uitharding) was na enkele uren nog weinig verschil in kleur te zien, maar de volgende dag bleek dat de kleurvastheid laag was.



Enkele maanden later werd dit product nogmaals aangebracht met een mengsel dat ongeveer gelijk was.



6.1.6 Stuc-and-staff

- Een kalei op basis van hydraulische kalk
- Proefmengsel: 0,3l water per 1 kg product
- Materiaal: blokborstel
- Instructies volgens technische fiche:
 - Ondergrond proper maken
 - In 2 lagen is aangeraden



Over het algemeen vertoonde dit product goede eigenschappen. De gaatjes werden goed gedicht, op het eerste zicht geen scheurtjes. De uiteindelijke kleur lag bij wit, terwijl het in natte toestand eerder geel of bruin was. Onderstaande foto toont het resultaat na enkele maanden.



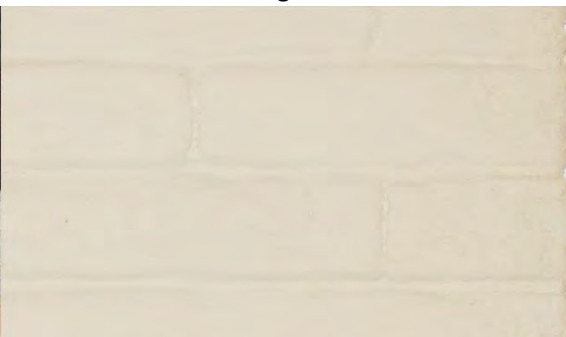
6.1.7 Seifert kalei

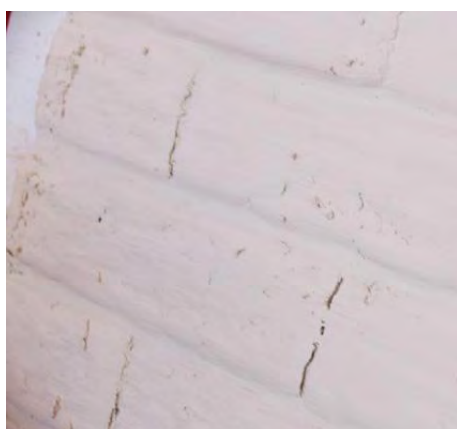
- Een kalei op basis van hydraulische kalk en cement
- Proefmengsel: 0,32l water per 1 kg product
- Materiaal: blokborstel
- Instructies volgens technische fiche:
 - Licht bevochtigen voor aanbrengen
 - In 1 of 2 lagen werken
 - Mengsel: 6 delen poeder per 4 delen water
 - Verbruik: 1 kg/m²

Onbewerkte plaat



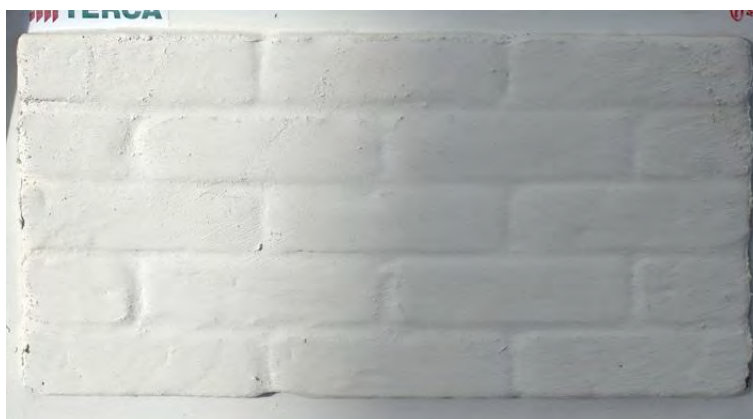
Pas aangebracht





De eerste indruk tijdens het aanbrengen was dat het product niet zo goed hechtte en eventueel nog wat water nodig had. Ook, zoals te zien op de foto hiernaast, werden de voegen niet goed overbrugd. Misschien kon een natter mengsel dit oplossen.

Enkele maanden later werd een tweede, natter mengsel aangebracht (0,4l/kg). Ook werd dit niet aangebracht op onze reeks steenstrips, maar op een plaat met Terca steenstrips. Volgens de fabrikant van de kalei zou dit de ideale kaleisteen zijn. Of de oorzaak de nieuwe steen of het nieuwe mengsel was is onduidelijk, maar de voegen werden ditmaal beter overbrugd, en het resultaat was veel geslaagder.



Tijdens de aanbreng op de betonsteen, die zeer nat gemaakt was, viel op dat het wrijven veel vlotter ging, maar dat de laagdikte niet voldoende kon gemaakt worden. De laagdikte is dus afhankelijk van de totale vochtigheid (op plaat en in het mengsel), en wil men deze beïnvloeden, dan kan men spelen met de hoeveelheid aanmaakwater.



6.1.8 Stopen & Meeûs Dragon Kalei

- Een kalei op basis van hydraulische kalk
- Proefmengsel: 0,35l water per 1 kg product
- Materiaal: blokborstel
- Instructies volgens technische fiche:
 - Ondergrond voldoende voorbevochtigen
 - 2 lagen is aangeraden
 - Mengsel: minimum 8L/25kg (0,32l/kg)

Onbewerkte plaat

Pas aangebracht



Ook bij deze plaat viel weinig op te merken. De kleur werd lichter na droging, en het resultaat was een zacht, egaal uitzicht met een lichte wolkvorming door ongelijke inzuiging. Het uiteindelijke resultaat na enkele maanden uitharden kan op de onderstaande foto gezien worden.

Na het aan het werk zien van een vakman met de Dragon Kalei op een voorstelling, is het het vermelden waard dat hun mengsel betrekkelijk vloeibaarder leek dan wat op de plaat is aangebracht. Dit toont dat ons idee van een goede consistentie misschien anders ligt dan voor een vakman.



6.1.9 FTB Kalei + FTB Artecoat Kalkverf

- Een kalei op basis van hydraulische kalk
- Proefmengsel: 0,27l water per 1 kg product
- Materiaal: blokborstel
- Instructies volgens technische fiche:
 - De ondergrond bevochtigen
 - In lagen van 1 à 2mm werken
 - Mengsel: 4 à 5L/20kg (0,2l/kg)
 - Verbruik: 1,3 à 2,5 kg/m² (per laag)



Het resultaat na enkele maanden uitharden wordt in onderstaande foto weergegeven.



6.1.10 Sika Sikatop 107

- Een kalei op basis van cement
- Proefmengsel: 1l component A + 4kg component B
- Materiaal: blokborstel
- Instructies volgens technische fiche:
 - In 2 lagen werken
 - Mengsel: 1 deel component A (hars) per 4 delen component B (poeder)
 - Verbruik: 4 kg/m²



De voorgeschreven mengverhouding leek ons ideaal. Hier gebeurt de droging en uitharding enorm snel. Slechts luttele minuten later neemt het oppervlak zijn uiteindelijke kleur aan. Dit was te verwachten aangezien dit een product op cementbasis is. Ook moest de ondergrond niet

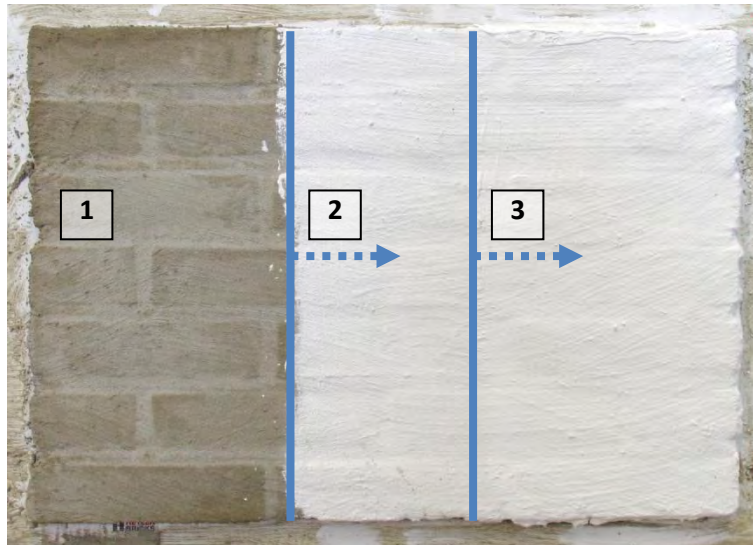
voorbevochtigd worden, wat een snellere droging kan verklaren (sterkere inzuiging van de ondergrond). De foto hieronder toont het resultaat na enkele maanden uitharden.



6.1.11 Caparol Sylitol

- 3-lagen systeem: Disbon 505 is een kunststof-gemodificeerde cementmortel, Sylitol lagen zijn kaliwaterglas met organische stabilisatoren.
- Ons Disbon 505 mengsel: 0,28l water per 1 kg product
- Materiaal: blokborstel
- Instructies volgens technische fiche:
 - Mengsel: 6,5L/25kg (0,26l/kg) (Disbon 505)
 - Verbruik: Disbon 505: 3,2 à 6,4 kg/m²; Sylitol Minera: 0,4 à 0,5 l/m²

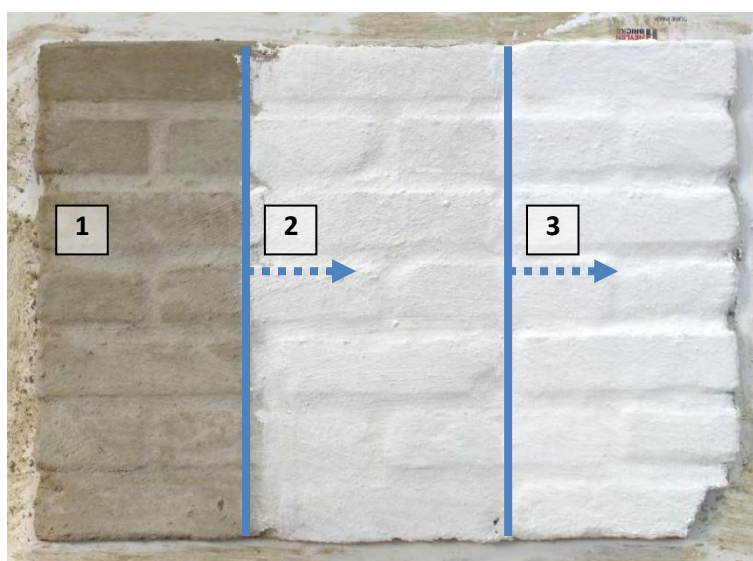




6.1.12 Caparol Amphisilan Compact

- 3-lagen systeem: Amphisilan is een siliconenharsemulsie
- Proefmengsel: 0,28l water per 1 kg product
- Materiaal: blokborstel
- Instructies volgens technische fiche:
 - Mengsel: 6,5L/25kg (0,26l/kg) (Disbon 505)
 - Verbruik: Disbon 505: 3,2 à 6,4 kg/m²; Amphisilan Compact: 0,35 à 0,4 l/m²

De overgang is hier in principe dezelfde als bij de aanbrenging van Sylitol. De onderlaag (Disbon 505) blijft dezelfde.



6.1.13 Caparol natter Disbon 505 mengsel

Bij wijze van experiment brachten wij een versie van Disbon 505 aan met meer aanmaakwater dan het vorige mengsel.



De platen zijn hier in volgorde weergegeven, met als meest rechtse de plaat met een natter mengsel. Er kunnen weinig conclusies getrokken worden, behalve dat lijkt, na enkele weken uitharden, dat de kleurvastheid van het nattere mengsel beter is. Dit kan erop wijzen dat de lichter gekleurde voegen, die men bij andere producten kon zien, te wijten waren aan een te droog mengsel.

6.1.14 Bayosan EFP 007/01

- Een kalei op basis van hydraulische kalk en cement
- Proefmengsel: 0,17l water per 1 kg product
- Materiaal: blokborstel
- Instructies volgens technische fiche:
 - Daags voordien de ondergrond bevochtigen
 - In 2 lagen werken
 - Mengsel: 7 à 8 L/25kg (0,3l/kg)
 - Verbruik: 4,5 kg/m²

Onbewerkte plaat

Net aangebracht



6.1.15 Caparol Histolith + Fasadefarbe

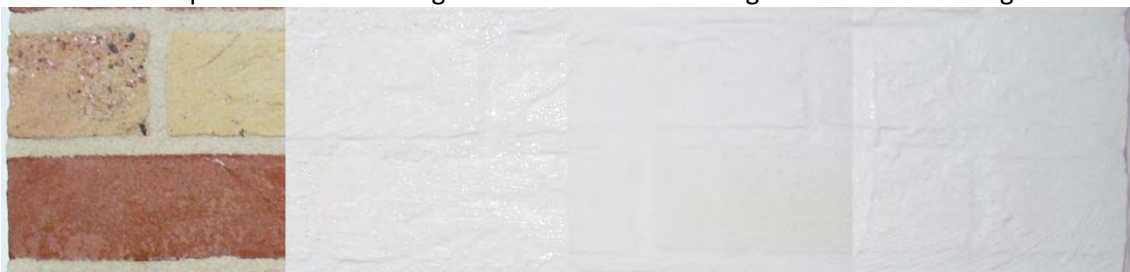
- 2-lagen systeem:
- Materiaal: blokborstel
- Instructies volgens technische fiche:
 - Verbruik: 0,3 à 0,4 kg/m²; Fassaden-kalkfarbe: 0,15 à 0,2 l/m²

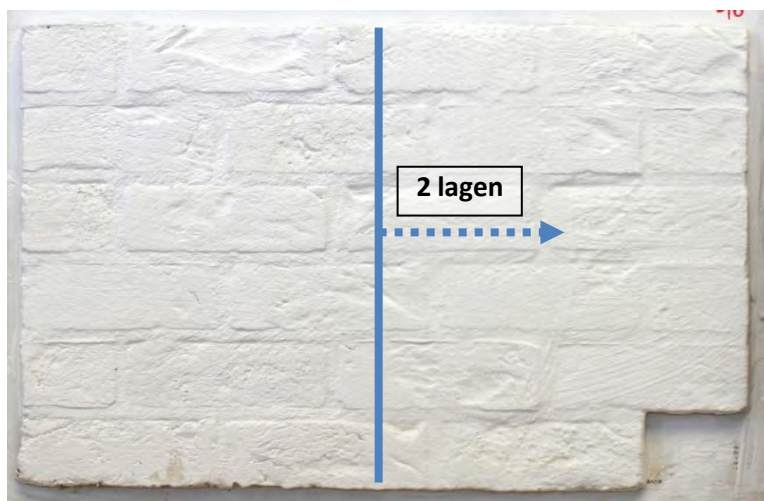
Onbewerkte plaat

1: net aangebracht

1: droog

2: net aangebracht





6.1.16 Vergelijking

Om de verschillende aangebrachte stalen enigszins te vergelijken, werden enkele vergelijkende testen gedaan op de aangebrachte stalen. Deze testen waren niet van kwantitatieve aard. Het zou ook relatief zinloos zijn hier getallen op te plakken vanwege het rijke pakket aan invloedsfactoren. Een esthetische beoordeling werd reeds gegeven.



De eerste test kreeg de naam **de krastest**. Hier werd in elke plaat intensief gekrast en erover geschuurd met een gewone truweel. Dit kan iets meer vertellen over de slijtvastheid van de producten. Elke plaat kreeg zo een cijfer van 1 tot 4 met 4 zijnde het meest slijtvast. Hierna volgt een tabel met de scores die wij elke plaat gaven. Dubbele scores betekenen dat de proef op beide bewerkte platen gebeurde, in chronologische volgorde.

Product	Krastest score
Unilit 15/P1	3 & 3
Cepro Medolago Finitura XF	1 & 3
Cepro Stacepro G	2
Wolf Jordan	2 & 2
Stuc-and-staff	2
Seifert	4
Stoopen en Meeûs Dragon Kalei	3
Sika Sikatop 107	4
Caparol Sylitol	4
Caparol Amphisilan Compact	4
Caparol nattere Disbon 505 laag	3
Bayosan EFP 007/01	3
Caparol Histolith + Fasadenfarbe	3

Zoals men kan zien bij de test op de plaat met Finitura XF, kan de slijtvastheid sterk afhangen van de manier van aanbrengen. De andere producten die dubbel getest zijn blijken een gelijke score te geven.



Deze foto's tonen het resultaat van het krassen op de plaat met Stuc-and-Staff (boven) en op die met Sikatop 107 (onder). De bovenste foto toont ook de twee manieren van krassen. De meest rechtse kras is gemaakt door te snijden met de truweel recht op de plaat, de linkse door onder een hoek te schuren. Sikatop is net zoals Seifert kalei een product op cementbasis, maar meer dan dat, ze bevatten geen grove zandkorrels zoals bij een Stuc-and-Staff of een Wolf Jordan. Die zandkorrels zorgen voor een "schuureffect" waardoor meer materiaal meekomt bij het schuren of wrijven. Dit betekent niet dat de hechting aan de onderlaag niet in orde zal zijn, enkel dat de laag in het ene geval sneller afslijt dan in het andere.



Bij de volgende test werden telkens enkele druppels water aangebracht op de platen. Er werd dan geobserveerd of het water al dan niet goed in de afwerkinglaag drong. De volgende tabel geeft de resultaten weer.

Product	Waterindringing
Cepro Medolago Finitura XF	Niet goed
Cepro Stacepro G	Goed
Wolf Jordan	Goed
Stuc-and-staff	Tussenbeide
Seifert	Goed
Stoopen en Meeûs Dragon Kalei	Tussenbeide (minder dan Sylitol, meer dan Stuc-and-staff)
FTB Kalei & FTB Artecoat Kalkverf	Goed, minder in kalkverf
Sika Sikatop 107	Geen
Caparol Sylitol	Goed
Caparol Amphisilan Compact	Goed
Caparol nattere Disbon 505 laag	Goed
Bayosan EFP 007/01	Goed
Caparol Histolith + Fasadenfarbe	Niet goed



Het product die hier opvallend waterdicht uitkwam was Sikatop 107. Zoals te zien is op de foto hiernaast, bleef het water hier gewoon opliggen. Een dergelijke waterdichtheid is positief vanwege de zelfreinigende eigenschap. Regen en ander water zal hier aflopen en vuil met zich meenemen.

De volgende foto toont het verschil tussen hoe FTB Kalei met (rechts) en zonder (links) laag Artecoat kalkverf reageert op het water. Zonder laag kalkverf treedt duidelijk een sterkere inzuiging van het water op.





De snelheid waarmee het water in de plaat drong varieerde van plaat tot plaat. Bij de ene plaat drong het water onmiddellijk in, en vormde het een grote vlek, terwijl bij andere platen het water na enkele minuten nog deels niet was ingedrongen, zoals hier te zien.

De test met het water bewees ook handig te zijn bij het opsporen van microscheuren of krimp-scheuren. Direct na het aanbrengen kwam bij sommige platen een beeld van scheurtjes tevoorschijn. Dergelijke scheuren zijn in principe niet de bedoeling, en kunnen het gevolg zijn van een tekort aan aanmaakwater. De volgende foto toont een close-up van een watervlek op het product Bayosan, met het contrast sterk verhoogd om dit effect duidelijk te tonen.



Deze baksteen is bedekt met een drielagensysteem Sylitol van Caparol. Ook hier is het verschil in waterindringing beduidend. De grondlaag (Disbon 505) laat het water onmiddellijk door, terwijl de tweede laag (Sylitol Minera) ondoorlaatbaar is. Zoals kan gezien worden aan de doorschijning van de baksteen door de grondlaag, was deze ook zeer dun aangebracht.



Na deze proef werd overal op de watervlekken goed gewreven met de vinger om te zien of het product er makkelijk zou van komen. De meetstaaf was hier hoe “gekleurd” de vinger werd. Dit gebeurde het sterkst bij Unilit 15/P1 (zie hierboven). Dit kan opnieuw wijzen op een tekort aan aanmaakwater bij het aanbrengen. Bij sommige producten kon na goed natmaken zelfs terug een laag die leek op nat zand afgewreven worden. Een tekort aan water in het mengsel kan hiertoe geleid hebben door niet voldoende te zijn om de kalk goed te laten uitharden. Net zoals de ondergrond moet voorbevochtigd worden om te zorgen dat de steen het water niet te snel zou onttrekken en zo tot een minder goede uitharding zou leiden.

Als laatste test werden de 8 bakstenen in water geplaatst gedurende een week. Nadien werd er opnieuw geschuurd met een truweel langs het oppervlak. Elke steen kreeg een score van 1 tot 4.

Product	Score
Unilit 15/P1	2
Cepro Medolago Finitura XF	3
Wolf Jordan	2
Seifert	4
Sika Sikatop 107	4
Caparol Sylitol	3
Bayosan EFP 007/01	2
Caparol Histolith + Fasadefarbe	3



Gewoon afwrijven lukte bij geen enkele steen., daarom werd er van de truweel gebruik gemaakt. Op zich is er amper verschil met de resultaten van de krastest op de droge platen. De producten met een grovere zandkorrel sleten het best af.

6.1.17 Conclusies

Tijdens het uitvoeren van deze proeven werd veel duidelijk ten opzichte van zowel de verschillen in de producten als de manier van aanbrengen. De algemene conclusies worden hier samengevat ter verduidelijking.

Een product kan gekozen worden op basis van duurzaamheid, invloed op het milieu, en andere eigenschappen reeds besproken in hoofdstuk 2. De proeven hebben bewezen dat een rijke diversiteit bestaat onder de producten, vooral op esthetisch vlak. Tijdens de uitvoering bleek ook dat het ene product al milder was voor een slechte mengverhouding dan het andere.

Enkele conclusies die waren getrokken met betrekking tot aanmaak van het mengsel en de uitvoering:

- De waarde van de mengverhouding die te vinden is in de technische fiche, is meestal een minimumwaarde. Deze waarde is toch enorm afhankelijk van omgevingsfactoren zoals temperatuur en luchtvochtigheid. Een goed idee van wat een juiste consistentie is en wat ervaring zal leiden tot een goed mengsel. Consistentie beïnvloedt ook de uiteindelijke laagdikte.
- Dat kalei perfect in staat is gelijk welke voeg te overbruggen, is in sommige gevallen slechts een hoopvolle gedachte. Voegen dienen desnoods hersteld en hervoegd te worden voor aan het werk te beginnen.
- Een goed product is slechts de helft van een goed resultaat. Men dient ook de instructies na te leven, met de nadruk vooral op een voldoende nat mengsel en een goed voorbereide ondergrond. De raad om in twee lagen te werken bestaat ook met een goede reden. Dit alles dient nageleefd te worden om een goede dekking en een goede kleurvastheid te bekomen.

Besluit

Een combinatie van proefneming, praktijkervaring en literatuurstudie heeft van deze thesis alvast een goede inleiding en leidraad gemaakt door de wereld van kalei en minerale verf. Het vooropgestelde doel was dan ook een gids maken die duidelijkheid kon scheppen in de talrijke meningen omtrent dit onderwerp. Bij het lezen van deze thesis zullen toch al heel wat vraagtekens verdwijnen om zo van start te gaan met het kaleien en verven van gevels.

Een van de belangrijkste invloedsfactoren op de keuze van een product in beide categorieën is het basismateriaal. Vooral de strijd tussen het gebruik van kalk en cement bij kaleiproducten toont aan dat het niet vanzelfsprekend is een mineraal product te krijgen die goed scoort op elk vlak. Bepaalde gewenste eigenschappen moeten soms plaats maken voor andere. Niet alleen de esthetische waarde speelt een rol, men dient zeker en vast de technische waarde, de duurzaamheid en de invloed op het milieu niet te vergeten.

Wel kan er besloten worden dat er voor elk wat wils bestaat onder de minerale producten. Van authentiek tot modern, er bestaan talrijke manieren om tot een resultaat te komen dat in de smaak valt bij de eigenaar. Zo kan men spelen met de hoeveelheid aanmaakwater, het gebruik van pigmenten en de manier van aanbrengen. Een bewuste keuze van producten met een zekere dampdoorlaatbaarheid tot een afwerking door te polijsten en vlekken aan te brengen, het zijn allemaal mogelijkheden om tot de gevel te komen die men wenst. Als men zich houdt aan de uitvoeringsregels besproken in hoofdstuk 5, kan men de meeste potentiële fouten vermijden.

In de toekomst kan er nog meer concreet onderzoek gebeuren naar onder andere de invloed van zouten en UV-bestraling. Dit was wegens tijdsgebrek (sommige proeven nemen een jaar en meer in beslag) en financiële redenen niet mogelijk om in deze thesis op te nemen.

Wij vonden dit onderzoek zeer boeiend en veelzijdig, en hopen alvast dat wij in ons opzet geslaagd zijn.

Bijlagen

CD-ROM (zie kft achteraan):

- Fotoreportage
- Technische fiches + andere productinformatie
- Video over aanbrengen kalei
- Calculatielijst en vergelijkende tabel
- Tabel onderlinge mengbaarheid pigmenten

Literatuurlijst

University of Aberdeen (s.d.). Cement Chemistry Section.

<http://www.abdn.ac.uk/chemistry/research/cement/index.shtml>

Arte Constructo (s.d.).

<http://www.artestructo.be>

Milieu Advies Winkel (s.d.).

<http://www.milieuadvieswinkel.be>

Caparol (s.d.). Technische informatie sylitol Fassadenfarbe.

[http://www.caparol.nl/pdf/Sylitol-Fassadenfarbe_\(Tica%20195\).pdf](http://www.caparol.nl/pdf/Sylitol-Fassadenfarbe_(Tica%20195).pdf)

Heesters, J.H.P. (2000). *Handboek restauratieschilderen*. Amsterdam: Eisma Businessmedia bv

Caparol (2007). *Map monumentenzorg*.

FTB Remmers (s.d.). FTB Kalkproducten. Niet-gepubliceerd document.

Everaert, Guido (1999). Cahier 12: In geuren en kleuren. *Tijdschrift voor industriële cultuur*, (68)

Arte Constructo (s.d.). Kalk en kalkproducten: grondstoffen en toepassingen. Niet-gepubliceerd document.

Monumentenzorg: gevelafwerking (s.d.).

<http://paola.erfgoed.net/mowav/images/gevels.pdf>

Keim Nederland B.V. (s.d.). *Het unieke spectrum van de KEIM silikaat-techniek*. Brochure, Almere, Keim

Pigment (s.d.)

<http://nl.wikipedia.org/wiki/Pigment>

Fresco (schilderterm) (s.d.)

http://nl.wikipedia.org/wiki/Fresco_%28schilderterm%29

Keim Nederland B.V. (s.d.). *Onderhoud met KEIM minerale verfsystemen*. Brochure, Almere, Keim

Keim Nederland B.V. (s.d.). *Verantwoord restaureren met KEIM minerale verf- en mortelsystemen*. Brochure, Almere, Keim

De Leyn, Nadia. (2008). Kalkverf is uniek natuurproduct maar vraagt specifieke applicatie. *Decoratie, vakblad voor schilders en decorateurs*. (107) 13-15

Van Balen, Koen; van Bommel, Bert; van Hees, Rob; van Hunen, Michiel; van Rhijn, Jeroen en van Rooden, Matth. (2003). *Kalkboek, het gebruik van kalk als bindmiddel voor metsel- en voegmortels in verleden en heden*. Zeist, Rijksdienst voor de Monumentenzorg. ISBN 90 72691 36 9

WTCB (2002). *Gids voor de restauratie van metselwerk*. Publicatie, Limelette, WTCB

Azko Nobel Decoratieve Coatings nv. *Technische CD-rom*. CD-rom. Vilvoorde, Herbol