

Nebest B.V.

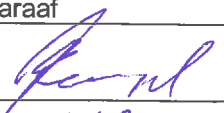
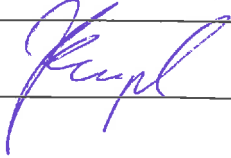
Marconiweg 2
4131 PD Vianen
Postbus 106
4130 EC Vianen

T 085 489 01 00
F 085 489 01 01
E info@nebest.nl
I www.nebest.nl

Pelmolen te Vlaardingen

Resultaten mortelonderzoek en definitief maken besteksteksten

Opdrachtgever	Woningstichting Samenwerking
Rapportnummer	27905-04
Status	Definitief
Rapportdatum	13 april 2017
Uitvoering	W. Heerens, dr. J. Kempl
Projectleider	dr. J. Kempl

Autorisatie	Naam	Paraaf	Datum
Auteur	dr. J. Kempl		13.04.2017
Controle	W. Heerens		13.04.2017
Vrijgave	dr. J. Kempl		13.04.2017



IBAN NL47 RABO 0171 7681 67 | BIC RABONL2U | BTW NL008929439B01 | HR 23046375

Op al onze werkzaamheden is de 'Rechtsverhouding opdrachtgever - architect, ingenieur en adviseur DNR 2011' van toepassing.
Deze voorwaarden liggen op ons kantoor ter inzage en zijn ook in te zien op onze website (www.nebest.nl).



Titel : Pelmolen te Vlaardingen

Rapportnummer : 27905-04

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	3
2	WERKWIJZE	4
2.1	Onderzochte mortelrecepturen	4
2.2	Eisen Bouwstenen Richtlijn Restauratievoegmortels	4
2.3	Aanmaken normprisma's vervolgens de NEN-EN 1015-11.....	4
3	RESULTATEN	7
3.1	Praktijktest beoordeling verwerkbaarheid restauratie voegmortels	7
3.2	Ultrasoonanalysen en e-modulus	7
3.3	Hygrische eigenschappen.....	8
3.4	Buigtreksterkte en druksterkte	9
3.5	Hechtsterkte tussen mortel en baksteen.....	10
4	SAMENVATTING	12
5	CONCLUSIE EN ADVIES.....	13

Bijlage 1 Definitief Bestek

Bijlage 2 Bestektekeningen

Bijlage 3 Memo opstartvergadering restauratiefase 1

Titel : Pelmolen te Vlaardingen

Rapportnummer : 27905-04

3

1 INLEIDING

“De Pelmolen” in Vlaardingen op de Westhavenkade 116-151 is een gemeentelijk monument gelegen aan de Vlaardingervaart. Het gebouw is bijna 150 jaar oud en is oorspronkelijk als industrieel pand opgetrokken voor het pellen van rijst en peulvruchten met stoommachines; vandaar de naam “Pelmolen”. Na een indrukwekkende geschiedenis te hebben overleefd, staat de Pelmolen tegenwoordig nog steeds als een kolos van historisch metselwerk met zes verdiepingen op zijn oorspronkelijke plek. In de jaren 90 van de vorige eeuw werd de Pelmolen getransformeerd tot wooncomplex. Tegenwoordig heeft het wooncomplex 35 woningen.

Omdat de Pelmolen buiten de sluis is gesitueerd, is het historische metselwerk sinds de bouwperiode regelmatig aangetast door het zoutbevattende getijdenhoogwater van de Maas. Om het indringen van rivierwater op de begane grond te voorkomen, werden tijdens de transformatie verschillende maatregelen toegepast: de epoxy-impregnatie van de gevel, één hydrofobeerbehandeling op het geveloppervlak, het aanbrengen van een waterdichte pleisterlaag op de plint rondom het gebouw en het inbrengen van een betonnen vloer.

Met name de epoxy-impregnatie is in het recente verleden de oorzaak geweest voor het niet-hechten van in het recente verleden aangebrachte voeggeneraties. De gevel is door de epoxy dusdanig uitgehard, dat zowel het uithakken van de voegen op deskundige manier als ook het hervoegen niet tot het gewenste technische en esthetische resultaat had geleid. Alle na de epoxybehandelingen aangebrachte voeggeneraties vallen tegenwoordig uit het opgaande werk.

Sinds december 2015 is Nebest Restauratietechniek betrokken bij het restauratietraject van de gevels. Nebest Restauratietechniek heeft onder meer de inspectie en schade-inventarisatie op het gebouw uitgevoerd (adviesmodule I), een vakbekwaamheidsproef en de uitschrijving verzorgd (adviesmodule II-A) en de opdrachtgever begeleid in het omgaan met het monumentale karakter van de Pelmolen, zoals het op materiaalkeuze en kwaliteit uitvoering gerichte aanbesteden of het nemen van de noodzakelijke stappen voor het verkrijgen van een onderhoudssubsidie van de monumentencommissie van gemeente Vlaardingen.

Alle verzamelde resultaten en verkregen gegevens zijn gedocumenteerd in de adviesrapportages “Pelmolen te Vlaardingen – Restauratie en sanering vochtproblematiek massief metselwerk” (27905-01 en -02) en “Pelmolen te Vlaardingen – Vakbekwaamheidsproef en kennisoverleg” (27905-03).

De benaderingswijze van Nebest Restauratietechniek is gericht op het bewaken van de balans tussen materiaalkeuze en kwaliteit uitvoering. Volgens het principe “behoud gaat voor herstel” hebben wij in de vorige adviesrapportages alle met het monumentale gebouw in verband staande uitdagingen benoemd en onderzocht.

Omdat het hervoegen van een epoxy-geïmpregneerde gevel om een vrij specialistische benaderingswijze vraagt en voor deze problematiek geen richtlijnen bestaan, hebben wij volgens de Bouwstenen voor de Richtlijn voor de restauratie van zwaar vochtbelast historisch metselwerk (BR 2 en 3) het hier voorliggende onderzoek uitgevoerd. Motivatie hiervan was de constatering dat een epoxybehandelde gevel hervoegd zal moeten worden met een mortelspecie, die een hechtmiddel bevat.

In dit onderzoek hebben wij twee in de praktijk toegepaste historische mortelrecepturen met en zonder hechtmiddel vergelijkend onderzocht op verwerking, hygrische eigenschappen, druksterkte, e-modulus en hechtsterkte (adviesmodule II-B). De resultaten uit dit onderzoek zijn in het definitieve bestek van restauratiefase 1 opgenomen.

Titel : Pelmolen te Vlaardingen

Rapportnummer : 27905-04

4

2 WERKWIJZE

Dit onderzoek is gebaseerd op de Bouwstenen voor de Richtlijn Restauratievoegmortels (BR 3) voor de restauratie van zwaar regenbelast historisch metselwerk gemetseld in 'kalk' (Groot & Gunneweg, 2012). Hierin staat vermeld dat restauratievoegmortels getest zullen moeten worden indien sprake is van een onbekend mortelreceptuur. In het geval van het toevoegen van een hechtmiddel is in alle gevallen sprake van een onbekende mortelreceptuur. Daarom zijn wij tot de conclusie gekomen de recepturen conform BR 3 vergelijkend te testen.

Doel van dit onderzoek was de door een hechtmiddel veroorzaakte veranderde eigenschappen van de mortels te achterhalen, de hechtsterkte te onderzoeken op uit de muur genomen geïmpregneerde bakstenen en vervolgens een keuze te kunnen maken voor de meest geschikte mortelreceptuur.

Alle laboratoriumwerkzaamheden zijn uitgevoerd door de heer Wim Heerens (laborant) en mevrouw Josepha Kempl (restauratie-adviseur).

2.1 Onderzochte mortelrecepturen

De onderzochte mortelrecepturen zijn weergegeven in tabel 1. Er is bewust gekozen voor het aanmaken van de referentiereceptuur zonder hechtmiddel om op verschillende eisen te kunnen testen en de invloed van het hechtmiddel te kunnen kwantificeren.

Monster	Restauratievoegmortel zonder hechtmiddel (B = Blank)	Restauratievoegmortel met hechtmiddel (H = Hechtmiddel)
Mortel 1 (M1)	Zand : 3,5 NHL* : HOC** 10 : 3 : 1	Zand : 3,5 NHL* : HOC** : Flevopol*** 10 : 3 : 1 : 0,25
Mortel 2 (M2)	Zand : 3,5 NHL* : HOC** 17 : 6 : 1	Zand : 3,5 NHL* : HOC** : Flevopol*** 17 : 6 : 1 : 0,25

Tabel 1: Volumeverhoudingen van vergelijkend geteste mortelrecepturen

(*3,5 NHL van St. Astier; **HOC = Hoogovenslancement van ENCI; ***Flevopol hechtmiddel uit de groothandel)

2.2 Eisen Bouwstenen Richtlijn Restauratievoegmortels

De mortels zijn op de volgende eigenschappen getest:

- Aanmaken en verwerkbaarheid (vergelijkend)
- Hygrische eigenschappen
- Ultrasoon puls snelheid en e-modulus
- Druksterkte en treksterkte.

Het meer of minder voldoen aan de geldende eisen conform BR 3 bepaalt de keuze van de te gebruiken mortel.

2.3 Aanmaken normprisma's vervolgens de NEN-EN 1015-11

Per mortel zijn zes genormeerde mortelprisma's (40 mm x 40 mm x 160 mm) volgens de Nederlandse norm NEN-EN 1015-11 aangemaakt. Hierbij is de werkwijze voor de verhouding luchtkalk/cement mortels gevolgd, waarin de cementmassa niet hoger mag zijn dan 50% van de totale bindmiddel-massa.

Titel : Pelmolen te Vlaardingen

Rapportnummer : 27905-04

5

De mortels zijn aangemaakt in gereinigde en geoliede rvs-mallen. Conform de norm zijn de mallen aan de onder- en bovenkant niet voorzien van rvs-deksels, maar met een katoenen doek en vocht-absorberend keukenpapier en uiteindelijk met een glasplaat afgedekt.

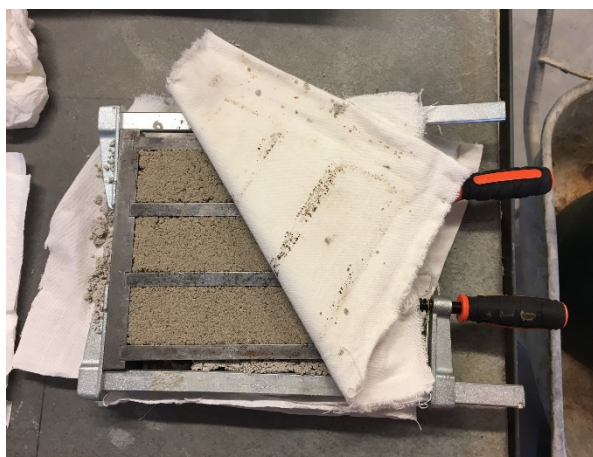
Als eerste zijn NHL en HOC gemengd. Vervolgens is een fijne voegzand met een korrelmaat van maximaal 2 mm gebruikt en droog toegevoegd aan de bindmiddelen. Tijdens het mengen is water aan de specie toegevoegd, totdat de mortel "aardvochtig" was en klaar voor verwerking.

In het geval van de hechtmiddelmonsters is het aanmaakwater eerst gemengd met hechtmiddel en vervolgens toegevoegd aan het droge mengsel van zand, NHL en HOC.

De mallen zijn tot op de helft aangevuld met specie. Vervolgens zijn deze met 25 klappen handmatig op een klaptafel verdicht, opgevuld tot aan het maximum en nogmaals met 25 klappen handmatig verdicht op de klaptafel.



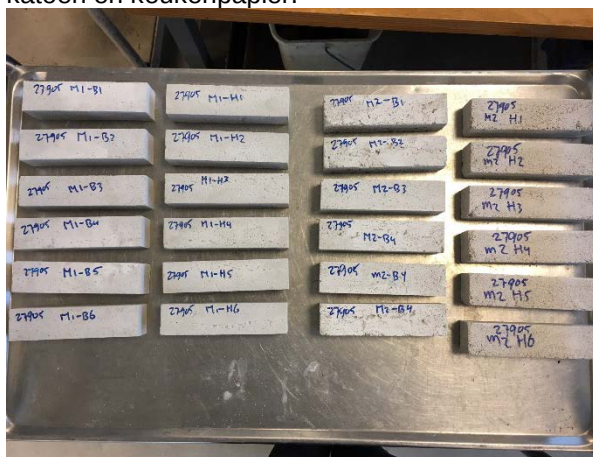
Figuur 2.1: Aangevulde rvs-mal met specie



Figuur 2.2: Ter simulatie van de vochtabsorptie van de bakstenen wordt de mal bedekt met katoen en keukenpapier.



Figuur 2.3: De mortelprisma's na ontkisting.



Figuur 2.4: Alle aangemaakt prisma's klaar voor uitharding bij 65% RH.

Titel : Pelmolen te Vlaardingen

Rapportnummer : 27905-04

6

De mallen zijn afgedekt met een katoenen doek, keukenpapier en een glasplaat en in een plastic zak luchtdicht afgesloten. Op deze manier zijn de monsters vijf dagen in plastic zakken bewaard. Vervolgens zijn de monsters ontkist en nogmaals twee dagen bewaard in dezelfde plastic zak.

Volgens NEN-EN 1015-11 moeten kalkgebonden mortels ten minste drie maanden uitharden om twee derde van hun eindelijke druksterkte te bereiken.

De monsters zijn 21 dagen lang bewaard in 1 klimaatkamer met een relatieve vochtgehalte van 65% bij kamertemperatuur. Vervolgens zijn de monsters 62 dagen bewaard bij 40% relatieve luchtvochtigheid (RV) en kamertemperatuur.

Titel : Pelmolen te Vlaardingen

Rapportnummer : 27905-04

7

3 RESULTATEN

3.1 Praktijktest beoordeling verwerkbaarheid restauratie voegmortels

De praktijktest ter beoordeling van de verwerkbaarheid van restauratievoegmortels is ontwikkeld in het kader van “kwaliteitseisen steen & metselmortel voor restauratie zwaar regenbelast massief metselwerk gemetseld in kalk” (BR 3 Cluster 1). Bij laboratoriumtesten conform NEN-EN 1015-11 worden alleen de mortels bekeken. Dit is voor restauratiewerk aan massief metselwerk waar de eis wordt gesteld “vol en zat” te werken en de mogelijkheid doorstrijkwerk te kunnen maken met een gegeven mortelsteencombinatie, onvoldoende. De verwerkbaarheid kan eigenlijk niet uit de bedoelde laboratoriumtesten worden gehaald.

Gezien het feit dat beide te onderzoeken mortelrecepturen zonder hechtmiddel in de restauratiepraktijk gaande recepturen zijn en praktijkervaring hiervoor bestaat, hebben wij ervan afgezien een restauratiemetselaar ter beoordeling van de proeven te betrekken en hebben tijdens de laboratoriumwerkzaamheden gelet op parameters, zoals consistentie en samenhang, smeugheid en plasticiteit, watervasthoudendheid, plakken, smetten en opstijven (Tabel 2).

Mortel	consistentie/ samenhang	smeugheid/ plasticiteit	watervast- houdendheid	plakt op voegspijker	smetten	opstijven
M1-B	Prettig om van het bord mee te werken	Voldoende plastisch voor het opvullen van diep voegwerk	Goed	Nee	Nauwelijks gevaar	Zoals voor restauratievoeg mortels typisch
M1-H	Werkbaar, maar niet op de gewende manier; grote samenhang	Voldoende plastisch voor het opvullen van diep voegwerk	Goed	Ja	Licht gevaar	Opstijven vindt relatief snel plaats; 1-2 uur na aanmaken
M2-B	Prettig om van het bord mee te werken	Voldoende plastisch voor het opvullen van diep voegwerk	Goed	Nee	Nauwelijks gevaar	Zoals voor restauratievoeg mortels typisch
M2-H	Werkbaar, maar niet op de gewende manier; grote samenhang	Voldoende plastisch voor het opvullen van diep voegwerk	Goed	Ja	Licht gevaar	Zoals voor restauratievoeg mortels typisch

Tabel 2: Beoordelingscriteria verwerkbaarheid restauratievoegmortels.

Op basis van de in tabel 2 genoemde verwerkbaarheidscriteria is een schaal aangemaakt waarop een mortel het oordeel heel goed, goed, matig of slecht kan krijgen. Het totaaloordeel is gegeven in de samenvatting in hoofdstuk 4.1/

3.2 Ultrasoonanalysen en e-modulus

De ultrasoonanalysen zijn gemaakt met een Proteq PUNDIT PL-200PE apparaat. Door het gebruiken van twee 54 kHz transducers in de langsrichting van de prisma's zijn als eerste de ultrasoonpulsnelheden bepaald. Deze analyse is uitgevoerd op prisma's die 62 dagen zijn bewaard bij circa 40% RV.

Titel : Pelmolen te Vlaardingen

Rapportnummer : 27905-04

8

Vervolgens is met de 250 kHz shear wave transducers de dynamische e-modulus vergeleekend bepaald. De resultaten zijn opgegeven in tabel 3.

Monster	massa prisma [g]	Volume [cm ³]	dichtheid [g/cm ³]	UPV [m/s]	Dynamisch e-modulus [GPa]
M1-B1	488,90	256	1,910	363	0,250
M1-B2	490,70	256	1,917	364	0,240
M1-H1	404,40	256	1,580	295	0,120
M1-H2	403,60	256	1,577	293	0,130
M2-B1	480,00	256	1,875	336	0,200
M2-B2	473,40	256	1,849	330	0,190
M2-H1	473,70	256	1,850	331	0,190
M2-H1	473,80	256	1,851	330	0,190

Tabel 3: Overzicht resultaten ultrasoonmetingen en dynamisch e-modulus.

De resultaten laten zien dat bij mortelreceptuur 1 zowel de waarden voor de pulssnelheid van de ultrasoongolven als ook de waarden van de e-modulus significant zijn verlaagd tussen de variant zonder hechtmiddel en de variant met hechtmiddel.

3.3 Hygrische eigenschappen

Om de hygrische eigenschappen van de mortels te achterhalen, is onderzoek uitgevoerd naar het Hallergetal (ook: initiële wateropname (IW) per tijd en oppervlakte), Vrijwillige Wateropname (VW; maat voor open poriënvolume) en de volumieke massa (VM).

De mortels zijn gewogen, nadat deze uit de klimaatkamer kwamen (tabel 2) en na de ultrasoonanalyses zijn gedroogd, gewogen en 24 uur onder water gezet en daarna afgedept met één vochtverzadigde doek en nogmaals gewogen. Hierna kon ook de VW [% m/m], de vrijwillige wateropname, in massaprocenten worden berekend. Vervolgens is het verzadigde monster onder water gewogen, waardoor het volume kon worden bepaald en ten slotte de VW in %[V/V] kon worden berekend. De resultaten zijn weergegeven in tabel 4.

Bij mortelreceptuur 1 heeft het toevoegen van een hechtmiddel geen invloed op het wateropzuiggedrag. Het open porievolume (vrijwillige wateropname in volume procent) en de volumieke massa zijn in tegendeel significant verlaagd door de toevoeging van een hechtmiddel aan de receptuur.

Bij mortelreceptuur 2 heeft het toevoegen van een hechtmiddel wel significant invloed op het wateropzuiggedrag (Haller en IW), maar de volumieke massa en het open porievolume vertonen geen significant verschil na toevoeging van het hechtmiddel.

Het kritische vochtgehalte is de parameter, die bepaalt vanaf welk vochtgehalte (in volumepercent) een mortel vorstschade zal vertonen. Boven het kritische vochtgehalte is water in vloeibare toestand aanwezig in het monster. Het gehele oppervlak van de poriën is bezet met water. Door vorst-dooi-cycli kan door een vochtgehalte boven het kritische vochtgehalte schade ontstaan aan de mortel in het werk.

Beide mortelrecepturen vertonen een verlaagd kritische vochtgehalte na toevoeging van een hechtmiddel. Bij mortelreceptuur 2 is het verschil kleiner.

Titel : Pelmolen te Vlaardingen

Rapportnummer : 27905-04

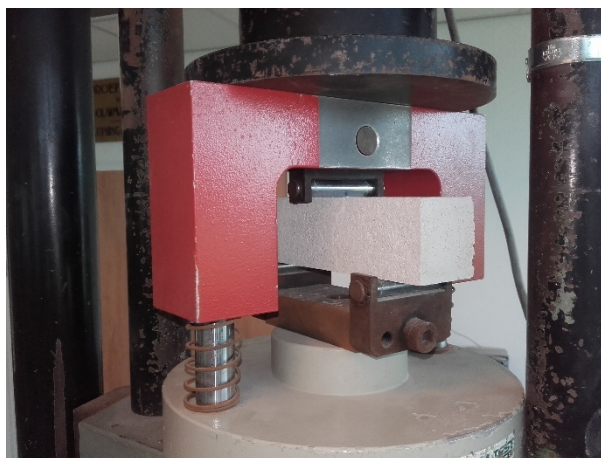
9

Monster	Haller [g/dm ² /min]	I.W. [kg/m ² /min]	VW [% m/m]	VW [% V/V]	VM [kg/dm ³]	Kritisch vochtgehalte [% V/V]
M1-B1	3,13	0,31	9,18	19,75	1,95	4,6
M1-B2	3,13	0,31	9,14	19,58	1,95	4,6
M1-H1	3,13	0,31	8,59	15,14	1,61	4,3
M1-H2	3,13	0,31	8,65	15,25	1,61	4,3
M2-B1	7,66	0,76	9,37	19,82	1,92	4,7
M2-B2	6,88	0,68	9,26	19,43	1,90	4,6
M2-H1	5,94	0,59	8,95	18,31	1,86	4,5
M2-H1	5,62	0,62	9,14	18,66	1,85	4,6

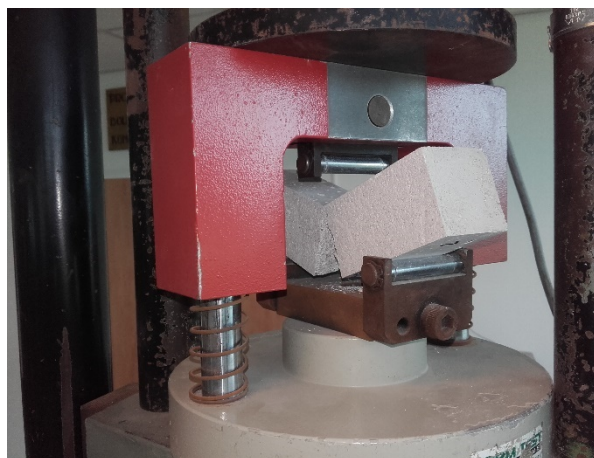
Tabel 4: Hygrische eigenschappen van de metselmortels.

3.4 Buigtreksterkte en druksterkte

De druksterkte is gemeten in het laboratorium van Nebest op een drukbank (Merk: Form + Test Seidner – Riedlingen max 50 kN) conform NEN-EN 1015-11. Van elke mortel worden drie prisma's getest. De resultaten zijn opgegeven in tabel 5. De figuren 3.1-3.4 tonen de druksterkteproeven.



Figuur 3.1: Experimenteel opzet voor de buigtreksterkte van een mortelprisma.



Figuur 3.2: Na de test is het monster in het midden gebroken.

Een voornamelijk kalkgebonden mortel heeft pas na 90 dagen twee derde van zijn uiteindelijke druksterkte bereikt, die wij in het laboratorium hebben bepaald. Pas na twee jaar heeft een dergelijke specie haar eindelijke druksterkte bereikt. Wij geven hier de gemeten 90 dagen buigtrek- en druksterktes aan en berekenen de uiteindelijke buigtrek en druksterkte.

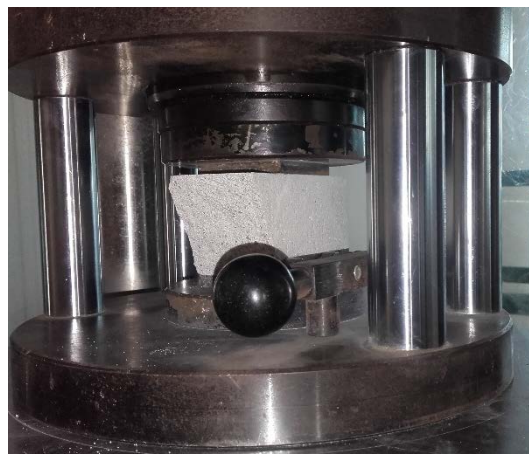
Titel : Pelmolen te Vlaardingen

Rapportnummer : 27905-04

10



Figuur 3.3: Drukbank met opzet voor druksterkte conform NEN-EN 1015-11.



Figuur 3.4: Mortelprisma gereed voor druksterkte proef.

Monster	90 dagen buigtreksterkte [N/mm ²]	Eindelijke buigtreksterkte [N/mm ²]	90 dagen druksterkte [N/mm ²]	Eindelijke druksterkte [N/mm ²]
M1-B3	5,6	8,4	29,30	44,0
M1-B4	5,4	8,1	30,30	45,5
M1-B5	6,6	9,9	29,80	44,7
M1-H3	3,9	5,9	14,30	21,5
M1-H4	4,0	6,0	13,80	20,7
M1-H5	4,2	6,3	13,30	20,0
M2-B3	4,3	6,5	23,90	35,9
M2-B4	3,4	5,1	23,30	35,0
M2-B5	4,6	6,9	25,20	37,8
M2-H3	4,9	7,4	19,60	29,4
M2-H4	4,1	6,2	19,30	29,0
M2-H5	4,9	7,4	19,80	29,7

Tabel 5: Resultaten onderzoek buigtreksterkte en druksterkte

3.5 Hechtsterkte tussen mortel en baksteen

Om de hechtsterkte door middel van de kruisproef te achterhalen (intern laboratoriumprotocol) zijn uit de gevel van de Pelmolen een aantal geïmpregneerde bakstenen verwijderd (circa 20 stk.; figuur 3.5).

De op het steenoppervlak hechtende mortel is voorzichtig met een hamer afgebikt. Vervolgens zijn de stenen een paar minuten onder water gedompeld. De aardvochtige specie is op een oppervlak van 100 x 100 mm gebracht. Vervolgens is onder een hoek van 90 graden op dit oppervlak een tweede steen geplaatst (figuur 3.6).

De bakstenen met specie ertussen zijn op elkaar gedrukt en met een voegbreedte van circa 1 cm aangemaakt. De voeg is door middel van een voegspijker platvol afgestreken. De monsters zijn 90 dagen in het laboratorium bij circa 16-18 graden bewaard. Nadat de monsters zijn aangemaakt, zijn deze vijf dagen lang met een spuitflesje één keer per dag bevochtigd met water.

Titel : Pelmolen te Vlaardingen

Rapportnummer : 27905-04

11

De beproeving is uitgevoerd op monsters met een ouderdom van 90 dagen met een speciaal hulpstuk (figuur 3.7), waarbij een kracht loodrecht op het vlak van de metselmortel is aangebracht die geleidelijk wordt vergroot tot bezwijken van het proefstuk (figuur 3.8).



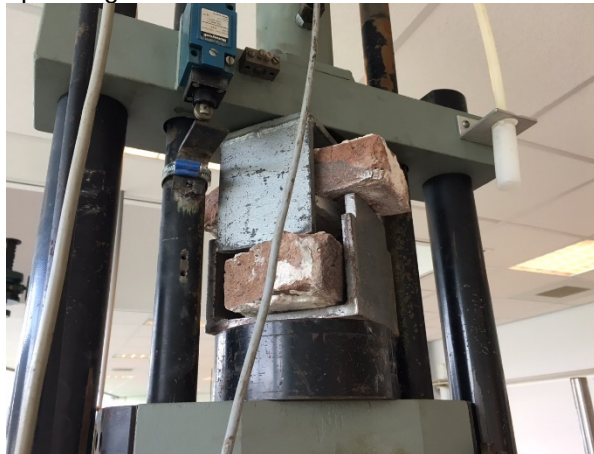
Figuur 3.5: Geïmpregneerde bakstenen zijn uit de gevel van de Pelmolen ontnomen.



Figuur 3.6: Een kruisproef van twee loodrecht op elkaar staande bakstenen in de experimentele opstelling.



Figuur 3.7: Bezwijken van de proef.



Figuur 3.8: Bezwijken van de proef.

Op alle getrokken monsters zijn de resultaten voor de hechtsterkte tussen geïmpregneerde steen en specie met of zonder hechtmiddel nihil. In de meeste gevallen zijn de monsters na 90 dagen onthecht tijdens het oppakken van het kruisproefmonster.

Een uitzondering werd geconstateerd bij mortelreceptuur 2, waar zonder hechtmiddel een breukkracht van 0,009 N en met hechtmiddel een breukkracht van 0,036 N gemeten kon worden. Omgerekend tot hechtsterkte per oppervlak zijn ook deze twee waarden niet significant. Dit zal betekenen dat geen van de gebruikte mortelrecepturen een goede hechting zal maken met het geïmpregneerde geveloppervlak.

Titel : Pelmolen te Vlaardingen

Rapportnummer : 27905-04

12

4 SAMENVATTING

In onderstaande tabel is een totaaloverzicht gegeven van de verzamelde materiaaleigenschappen en parameters. Hierbij zijn wij uitgegaan van gemiddelde waardes voor de eerder in dit rapport opgegeven meetresultaten. Bovendien zijn wij uitgegaan van alleen de meetresultaten. Dit wil zeggen: de gemeten waardes op monsters met een ouderdom van 90 dagen. Met name bij de druk- en buigtreksterkte maken de resultaten maar twee derde van de uiteindelijke sterkte uit, die bij kalkgebonden mortels pas naar twee jaar meetbaar is.

Monster/ Criteria	M1-Blank	M1-Hechtmiddel	M2-Blank	M2-Hechtmiddel
Verwerkbaarheid	Heel goed	Matig	Heel goed	Matig
Dichtheid [g/cm ³]	1,91	1,58	1,86	1,85
Dynamisch e-modulus	0,245	0,125	0,195	0,190
Hygrische eigenschappen				
I.W. [kg/m ² /min]	0,31	0,31	0,72	0,61
VW [%v/v]	19,7	15,2	19,6	18,5
Kritisch vochtgehalte [%v/v]	4,6	4,3	4,7	4,6
Buigtreksterkte [N/mm ²]	5,9	4,0	4,1	4,6
Druksterkte [N/mm ²]	29,8	13,8	24,1	19,6
Hechtsterkte [N/mm ²]	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil

Tabel 5: Samenvatting van gemiddelde meetresultaten op monsters met een ouderdom van 90 dagen.

In het in hoofdstuk 5 opgenomen advies raden wij aan de hervoegwerkzaamheden met mortelreceptuur M2 zonder hechtmiddel uit te voeren. Hiervoor hebben wij de kolom in tabel 5 groen gearceerd. De argumentatie hiervoor staat in hoofdstuk 5.

Titel : Pelmolen te Vlaardingen

Rapportnummer : 27905-04

13

5 CONCLUSIE EN ADVIES

Een van de belangrijkste vraagstellingen die wij met dit onderzoek probeerden te beantwoorden is welke mortelreceptuur, met of zonder toegevoegd hechtmiddel, het beste resultaat zal vertonen met betrekking tot de hechtsterkte op de geïmpregneerde ondergrond van de massieve gevels van de Pelmolen. Gezien het resultaat van de hechtsterktemetingen (tabel 5), geeft dit onderzoek geen tevredenstellend resultaat. De hechtsterkte die in het laboratorium is bepaald, is nihil en geeft dus geen informatie over de hechting van een specie in het nieuwe voegwerk.

Een mogelijke oorzaak hiervan zal ook het droge klimaat van het laboratorium kunnen zijn. De kruisproeven zijn namelijk niet bewaard in de provisorisch voor dit onderzoek ingerichte klimaatkamer.

Wel hebben wij ook andere parameters onderzocht, die ons – goed overwogen – tot een kwalitatief waardevol en compatibel keuze kunnen laten komen. Een eerste wijze van benadering in de keuze van de te gebruiken mortelreceptuur is het vergelijken van de verschillen tussen de referentiemonsters zonder hechtmiddel (B = blank) en de met een hechtmiddel (H) voorziene monsters.

Bij mortelreceptuur 1 valt op dat het met hechtmiddel voorziene monster op bijna alle parameters significant lagere waardes vertoont (initiële wateropname, open porievolume, druksterkte, e-modulus en kritische vochtgehalte).

De hygrische eigenschappen krijgen in dit keuzemodel de voorkeur, doordat de plint van de Pelmolen vaak is belast door overstromend rivierwater en de kans op wateropname, maar ook om het droogvermogen en het kritische vochtgehalte de vorstbestendigheid bepalen.

Hieronder is mortelreceptuur 2 zonder hechtmiddel het beste geschikt als nieuwe specie voor de Pelmolen.

Omdat RDrie deze mortelreceptuur tijdens de vakbekwaamheidsproef in het proefvak heeft gebruikt, laten wij hieronder foto's zien van de ondertussen vier maanden in het opgaande werk aanwezige voeg. Dit proefvak is goed bewaard en vertoont ook na een winter met natuurlijke vorst-dooi cycli geen vorstschade.



Figuur 5.1: Proefvak door RDrie opgezet. Foto van 11 april 2014.



Figuur 5.2: Proefvak door RDrie opgezet tijdens de vakbekwaamheidsproef. Er zijn geen sporen van vorstschade zichtbaar.

Titel : Pelmolen te Vlaardingen

Rapportnummer : 27905-04

Bijlage 1 Definitief bestek

Werkomschrijving 27905 Project: Pelmolen te Vlaardingen; Restauratiefase 1			Van toepassing zijn: De beschreven werkwijzes van BR 2 en BR 3 inclusief mortelsamenstelling en pleisterwerk					
Postnr.	Omschrijving		Eenheid	Hoeveelheid	N/V	Prijs/eenheid	Totaal	Totaal hoofdstuk
1,00 Bouwplaatsinrichting								
1,01	Tijdelijke bouwplaatsinrichting	Betreft het toepassen van een tijdelijk bouwterrein voor opslag materiaal, materieel en keten/sanitair. Bouwterrein rondom afzetten met bouwhekken In stand houden gedurende de uitvoering van de werkzaamheden	EUR	1	N	€ 3.180,00	€ 3.180,00	
1,02	Steigerwerk	Betreft het toepassen van steigers voor het uitvoeren van de werkzaamheden aan de plint. Hoogte voegwerk plint tot maximaal ca. 3 m vanaf het maaiveld.	EUR	1	N	€ 3.095,00	€ 3.095,00	
1,03	Hoogwerker/ Steigerwerk	Betreft het toepassen van een hoogwerker voor het uitvoeren van de scheurherstelwerkzaamheden aan kopgevels. Hoogte scheurherstel tot ca. 20 meter vanaf het maaiveld	dag	5	V	€ 579,00	€ 2.895,00	
			Totaal Bouwplaatsinrichting				€ 9.170,00	
2,00 Herstel plint								
2,01	Opbreken bestrating	Betreft het opbreken van bestrating en het graven van een sleuf rondom het gebouw voor het uitvoeren van het herstelwerk (niet aan de oostgevel) Breedte op te breken maximaal 0,50 m Diepte sleuf ca. 0,50 m Bestrating bestaande uit tegels, straatbakstenen (keiformaat) en (opsluit)banden Bestrating tijdelijk opslaan naast het werk	m	84	V	€ 22,00	€ 1.848,00	
2,02	Westgevel	Muuroppervlak en aansluiting met oude plint schoonmaken, afpleisteren met zoutbestendige waterdichte pleisterlaag tot ca. 40 cm boven het maaiveld; getrapte plint i.v.m. de toegang tot het gebouw; pleisterlaag rond de deur aan de linkerzijde afbikken, vernieuwen en met bijpassende verf sauzen	m2	20	V	€ 52,00	€ 1.040,00	
2,03	Noordgevel	Muuroppervlak en aansluiting met oude plint schoonmaken, pleisterlaag op oude plint afbikken, (af)pleisteren met zoutbestendige waterdichte pleisterlaag tot ca. 40 cm boven het maaiveld	m2	9	V	€ 81,00	€ 729,00	
2,04a	Oostgevel	Pleisterwerk plint (100%) afbikken; resterende aansluiting met oude plint en strook bovenliggend muurwerk schoonmaken;	m2	40	V	€ 46,00	€ 1.840,00	

Werkomschrijving 27905 Project: Pelmolen te Vlaardingen; Restauratiefase 1			Van toepassing zijn: De beschreven werkwijzes van BR 2 en BR 3 inclusief mortelsamenstelling en pleisterwerk					
Postnr.	Omschrijving		Eenheid	Hoeveelheid	N/V	Prijs/eenheid	Totaal	Totaal hoofdstuk
2,04b	Oostgevel	Pleisteren tot hoogte oude pleisterlaag met een zoutbestendige waterdichte pleisterlaag	m2	40	V	€ 35,00	€ 1.400,00	
2,05	Zuidgevel	Muuroppervlak schoonmaken; oude pleisterlaag verwijderen; afpleisteren met zoutbestendige waterdichte pleisterlaag tot ca. 40 cm boven het maaiveld; afpleisteren in vorm van een getrapte plint meegaand met het metselwerk en het maaiveld	m2	9	V	€ 81,00	€ 729,00	
2,06	Aanbrengen coating op plint	Betreft het aanbrengen van een coating op het pleisterwerk van de plint incl. het gedeelte onder het maaiveld wat vrij gegraven is Coating: dampopen, waterdichte muurverf in grijze tint Exacte kleur in overleg met de opdrachtgever te bepalen	m2	120	V	€ 21,00	€ 2.520,00	
2,07	Aanbrengen bestrating	Betreft het aanvullen van de sleuf en het herstellen van de bestrating gegraven en opgebroken volgens post 2,01 Sleuf verdichten en straatwerk conform het naastliggende straatwerk herstellen; niet de oostgevel	m	84	V	€ 35,00	€ 2.940,00	
			Totaal herstel plint					€ 13.046,00
3,00 Vervangen voegwerk								
3,01	Verwijderen voegwerk	Betreft het uithakken van het voegwerk Het verwijderen van de voegen moet gebeuren volgens een exacte omschreven wijze (uithakken tot de verantwoordelijke voegdiepte (ca. 3 cm))	m2	220	V	€ 49,00	€ 10.780,00	
3,02	Voegherstelwerk	Betreft het uitvoeren van voegherstelwerk van de verwijderde voegen volgens post 4,01 Het aanbrengen van de voegen moet gebeuren volgens een exacte omschreven wijze. Zie hoofdstuk 2 van de inschrijvingsleidraad incl. bijlagen; Voegmortelreceptuur: Zand : 3,5 NHL van St. Astier : HOC van ENCI (CEM III/B) in de verhouding 17 : 6 : 1 aardvochtig	m2	220	V	€ 65,00	€ 14.300,00	
			Totaal vervangen voegwerk					€ 25.080,00

Werkomschrijving 27905 Project: Pelmolen te Vlaardingen; Restauratiefase 1			Van toepassing zijn: De beschreven werkwijzes van BR 2 en BR 3 inclusief mortelsamenstelling en pleisterwerk					
Postnr.	Omschrijving		Eenheid	Hoeveelheid	N/V	Prijs/eenheid	Totaal	Totaal hoofdstuk
4,00	Steenherstel							
4,01	Inboet metselwerk	Betreft het inboeten van gescheurde of anderszins beschadigde bakstenen Het inboeten van de bakstenen moet gebeuren volgens een exacte omschreven wijze. Zie hoofdstuk 2 van de inschrijvingsleidraad incl. bijlagen	st	200	V	€ 17,65	€ 3.530,00	
4,02	Uitvoeren steenherstel	Betreft het repareren van bakstenen Het inboeten van de bakstenen moet gebeuren volgens een exacte omschreven wijze. Zie hoofdstuk 2 van de inschrijvingsleidraad incl. bijlagen	st	200	V	€ 7,75	€ 1.550,00	
						Totaal Steenherstel		€ 5.080,00
9,00	IJzeren gevelonderdelen							
9,01	verwijderen gecorrodeerde ophangbeugels en schroeven	Indien aanwezig op de plint en niet meer in gebruik, te verwijderen ijzeren onderdelen op aanwijzing van de directie	st	50	V	€ 8,25	€ 412,50	
9,02	sierankers op de westgevel	Betreft het tijdelijk verwijderen, opsl en weer aanbrengen van gietijzeren sierankers op de gevel. Indien nodig ontroesten en conserveren conform stelpostnummer 13,02	st	9	V	€ 25,00	€ 225,00	
						Totaal ijzeren gevelonderdelen		€ 637,50
Subtotaal realisatie								€ 53.013,50

Werkomschrijving 27905 Project: Pelmolen te Vlaardingen; Restauratiefase 1			Van toepassing zijn: De beschreven werkwijzes van BR 2 en BR 3 inclusief mortelsamenstelling en pleisterwerk					
Postnr.	Omschrijving		Eenheid	Hoeveelheid	N/V	Prijs/eenheid	Totaal	Totaal hoofdstuk
12,00	STAARTKOSTEN							
12,01	Eenmalige kosten		eur				€ 0,00	€ 0,00
12,02	Uitvoeringskosten		eur				€ 2.120,54	€ 2.120,54
12,03	Algemene kosten		eur				€ 2.120,54	€ 2.120,54
12,04	Winst & Risico		eur				€ 1.208,71	€ 1.208,71
12,05	Korting		eur				-€ 463,29	-€ 463,29
Totaal staartkosten								€ 4.986,50
Totaal excl. stelpost								€ 58.000,00
13,00	Stelpost plaatselijk herstel pleisterwerk aan het interieur		eur	1		€ 4.000,00		€ 4.000,00
13,01	Stelpost scheurherstel kopgevels		eur	1		€ 15.000,00		€ 15.000,00
13,02	Stelpost conservering sierankers		eur	1		€ 3.000,00		€ 3.000,00
13,03	Stelpost onvoorzien		eur	1		€ 2.500,00		€ 2.500,00
TOTAAL REALISATIE excl. BTW								€ 82.500,00
	Inschrijving gedaan te:							
	Datum:							
	Door:						BTW	€ 17.325,00
	Handtekening:							

Werkomschrijving 27905 Project: Pelmolen te Vlaardingen; Restauratiefase 1				Van toepassing zijn: De beschreven werkwijzes van BR 2 en BR 3 inclusief mortelsamenstelling en pleisterwerk				
Postnr.	Omschrijving		Eenheid	Hoeveelheid	N/V	Prijs/eenheid	Totaal	Totaal hoofdstuk

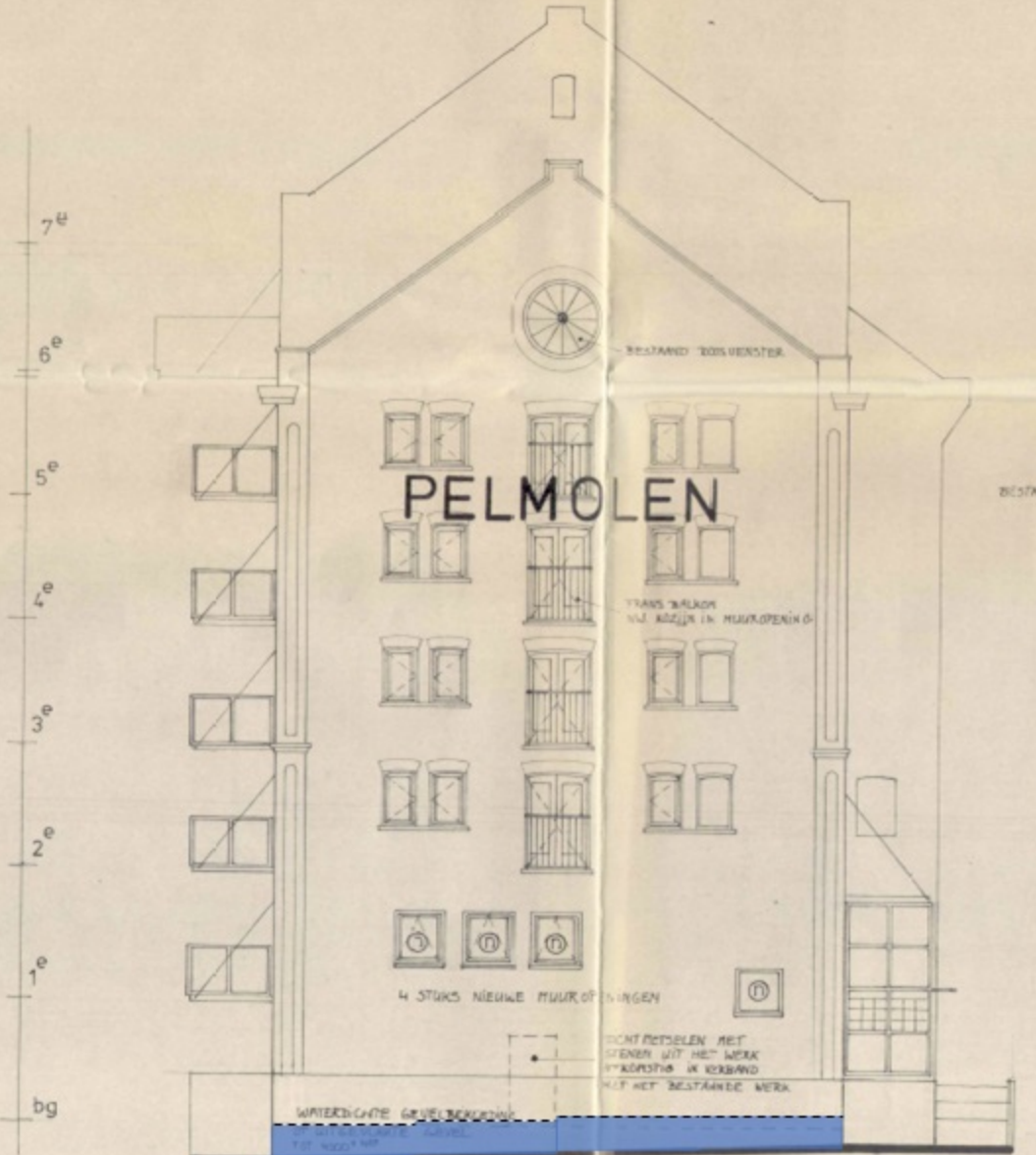
Voorwaarden:

Alle materialen dienen door de aannemer geleverd te worden tenzij anders aangegeven.
 Alle materialen dienen voorzien te zijn van het KOMO-keur.
 Alle vrijkomende materialen hebben geen waarde voor de opdrachtgever tenzij anders aangegeven.
 Alle vrijgekomen materialen komen voor rekening van de aannemer inclusief de acceptatiekosten
 De beschreven werkzaamheden geven de werkzaamheden in hoofdlijnen aan.
 De aannemer dient voor de uit te voeren werkzaamheden een CAR verzekering af te sluiten
 De onderhouds- en garantietermijn bedraagt 12 maanden
 Aannemer dient een KLIC melding uit te voeren en daar waar noodzakelijk proefsleuven te nemen
 Benodigde hulpvoorzieningen dienen door de aannemer in de prijs per eenheid te zijn opgenomen.
 Alle benoemde werkzaamheden dienen inclusief grond- en straatwerk te worden uitgevoerd.
 De bestrating van het terrein dient ingeveegd te zijn. Het terrein veegschon opleveren.
 Voor alle werkzaamheden waarbij bemaling benodigd is dient dit bij de prijs te zijn inbegrepen.
 Benodigde hulpvoorzieningen, zoals pontons, draglineschotten, rijplaten, steigers, etc., dienen bij de prijs te zijn inbegrepen
 Geldigheidsduur offerte 90 dagen na dagtekening
 Alle benoemde hoeveelheden voor het grondwerk zijn theoretische hoeveelheden dus vaste kubs

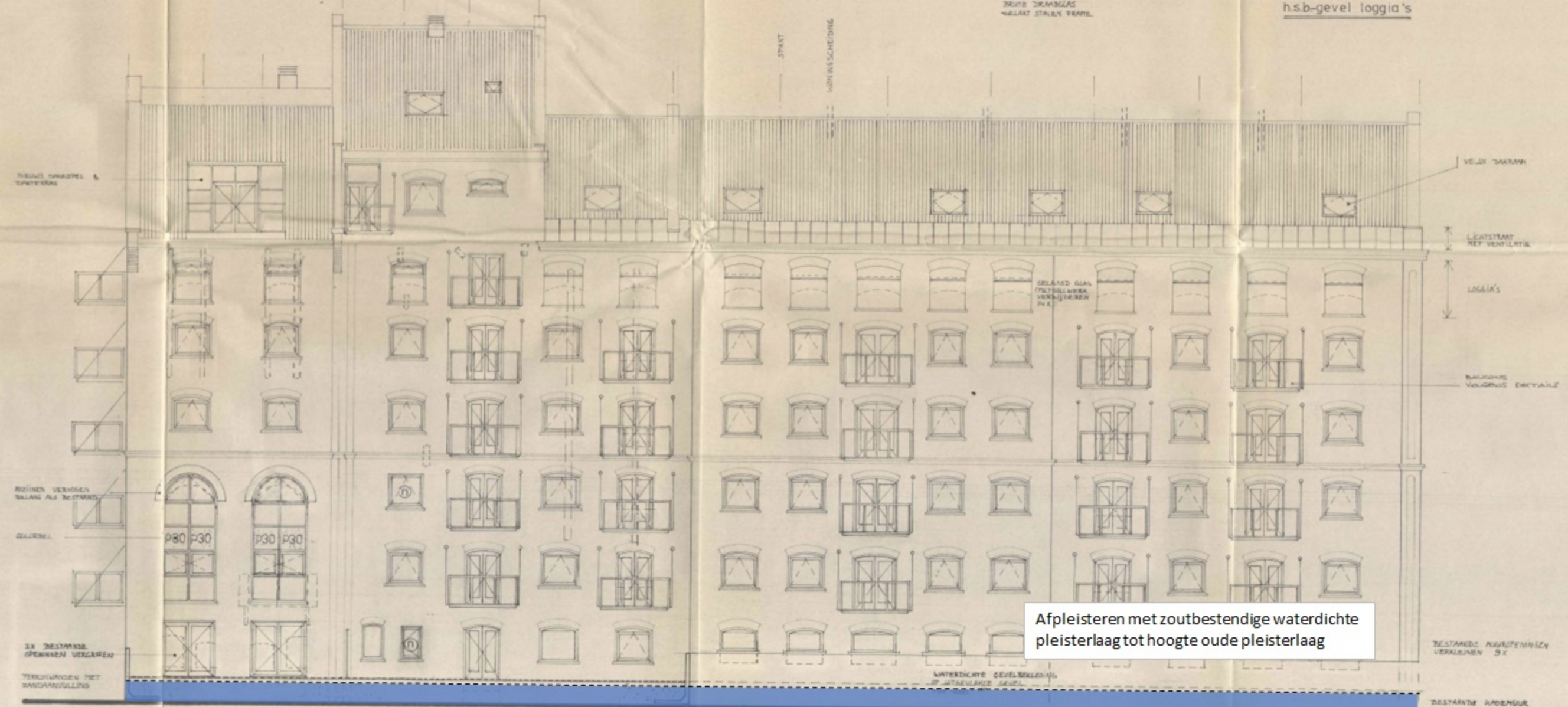
Titel : Pelmolen te Vlaardingen

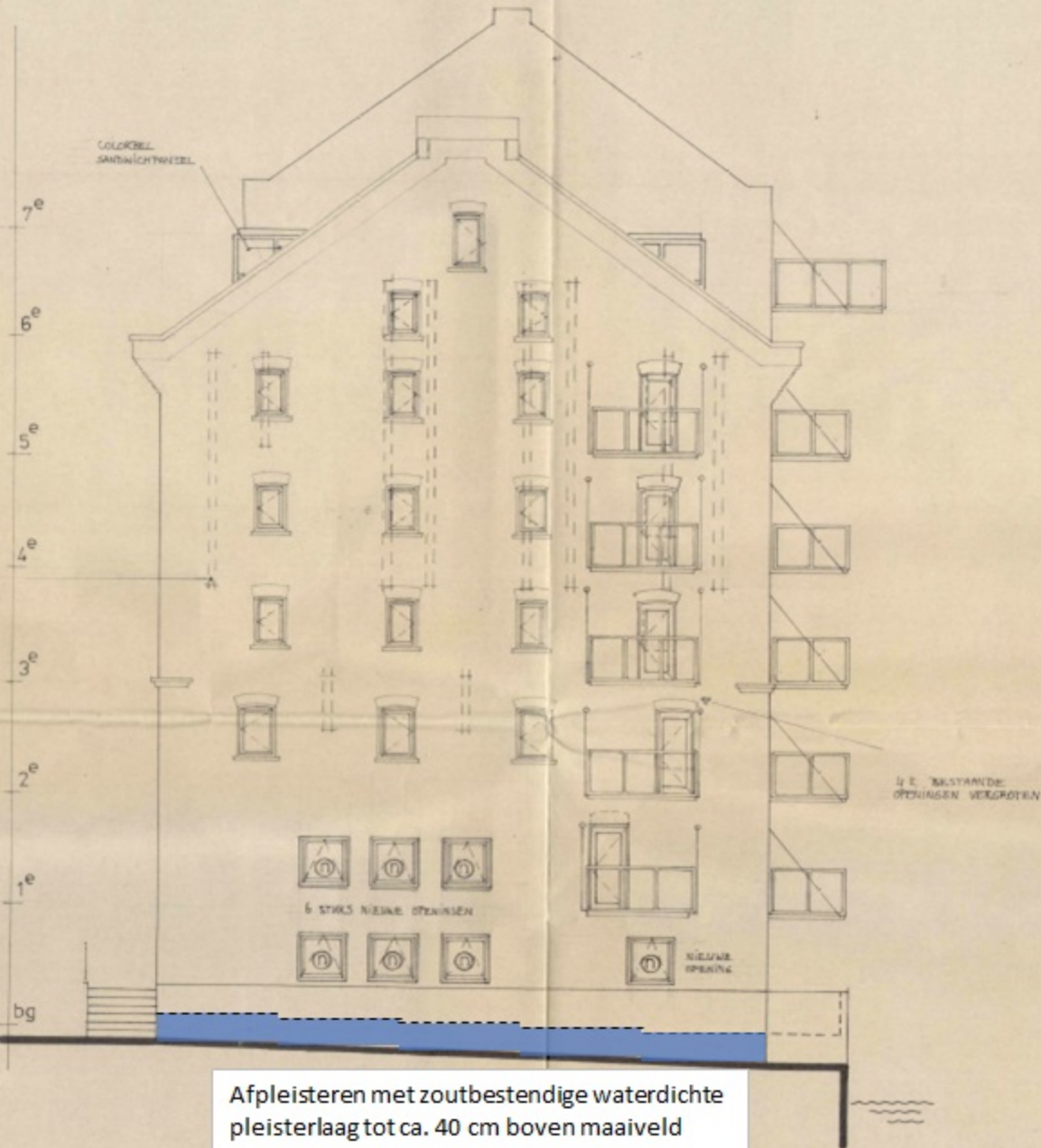
Rapportnummer : 27905-04

Bijlage 2 Bestekstekeningen



Afpleisteren met zoutbestendige waterdichte pleisterlaag tot ca. 40 cm boven maaiveld





Afpleisteren met zoutbestendige waterdichte pleisterlaag tot ca. 40 cm boven maaiveld

Titel : Pelmolen te Vlaardingen

Rapportnummer : 27905-04

Bijlage 3 Memo opstartvergadering restauratiefase 1

Memo

Aan : Bouwteam Gevelrestauratie Pelmolens Vlaardingen
h.lokers@samenvoerking.nl
w.janse@samenvoerking.nl
info@rdrie.nl
josepha.kempl@nebest.nl

Van : dr. Josepha Kempl

Datum : 14-03-2017

Betreft : 27905 Startoverleg gevelrestauratie Pelmolens fase 1

Nebest B.V.

Marconiweg 2
4131 PD Vianen
Postbus 106
4130 EC Vianen

T 085 489 01 00
F 085 489 01 01
E info@nebest.nl
I www.nebest.nl

Op 14 maart 2017 vond in het kantoor van de woningstichting Vlaardingen (Stadhouderslaan 181 te Vlaardingen) het startoverleg plaats van de gevelrestauratie van de Pelmolens (restauratiefase 1).

Aanwezige personen:

Hans Lokers	Woningstichting Samenwerking	OG
Walter Janse	Woningstichting Samenwerking	OG
Coen Terlouw	Rdrie restauratiebedrijf	Aannemer
Josepha Kempl	Nebest Restauratietechniek	Adviseur/directievoering

Agendapunten:

1. Voorstelronde
2. Stand van zaken mortelonderzoek naar BR 2 en BR 3
3. Bewonersvergadering/Informatieavond
4. Start werkzaamheden en planning
5. Overig

1. Voorstelronde

De contactpersoon bij Woningstichting Samenwerking, de heer Walter Janse, deelt mee dat bij de woningstichting intern structurele wijzigingen plaats hebben gevonden, waarbij ook de contactpersoon voor de aanstaande restauratiefase in 2017 zal veranderen. De heer Janse stelt de heer Hans Lokers voor, die voor het restauratietraject aanspreekpunt wordt.

De heer Coen Terlouw stelt zichzelf en Rdrie voor aan de heer Lokers.

2. Stand van zaken mortelonderzoek naar BR 2 en BR 3

De heer Lokers wordt door mevrouw Josepha Kempl op de hoogte gebracht van de stand van zaken op het project en wat er tot nu toe aan onderzoek en werkzaamheden is uitgevoerd.

Mevrouw Kempl informeert de aanwezigen over de stand van zaken met betrekking tot het lopende mortelonderzoek, dat volgens de Bouwstenen Richtlijnen (BR) 2 en 3 voor sterk vochtbelast metselwerk noodzakelijk is.

Mevrouw Kempl wijst op de bestaande normen voor kalkmortelonderzoek en bericht dat de mortels deze en aanstaande week getest kunnen worden, omdat nu de volgens de norm geëiste tijd voor uitharding (drie maanden) af is gelopen.



3. Bewonersvergadering/Informatieavond

Het item informatieavond voor de bewoners van het pand komt ter sprake omdat de huurders tijdens de gevelrestauratie overlast in vorm van geluid en stof zullen ervaren.

De heren Janse en Lokers delen mee dat Woningstichting Samenwerking een brief aan de bewoners gaat opzetten, waarin deze geïnformeerd zullen worden over:

- start werkzaamheden en uitvoeringsperiode
- uit te voeren werkzaamheden (zie Nebest adviesrapportage 29705-02, pagina 31 en 33)
- uitvoerende en begeleidende partijen
- mogelijke geluids- en stofbelasting
- overige mogelijk te verwachtende beperkingen (bijvoorbeeld gebruik hoofdingang)

De heer Terlouw deelt mee dat hij een beknopte omschrijving van de werkzaamheden wil leveren aan de Woningstichting Samenwerking, zodat de brief zo informatief mogelijk geformuleerd kan worden.

Een informatieavond of bewonersvergadering gaat niet plaatsvinden.

4. Planning en start werkzaamheden

Het een en ander is opgenomen in de door de heer Janse opgestuurde planning (in Excel).

Week 11	Mevrouw Kempl informeert de monumentencommissie Vlaardingen dat Woningstichting Samenwerking de omgevingsvergunning voor de restauratiewerkzaamheden in gaat dienen
Week 11/12	Woningstichting Samenwerking dient de omgevingsvergunning in bij de gemeente Vlaardingen. Nebest restauratietechniek beproeft de mortels en zet de rapportage op; planning afspraak monumentencommissie voor presentatie resultaten en nader overleg subsidie; subsidieaanvraag.
Week 15	Nebest restauratietechniek detailleert de besteksteksten op basis van de resultaten uit het mortelonderzoek.
Week 15-17	Resultaten uit het mortelonderzoek worden gepresenteerd aan de monumentencommissie Vlaardingen.
Week 20	Begin werkzaamheden (uithakken, hervoegen, herstellen).
Week 30-34	Bouwwak.
Week 35/36	Pleisterwerk aanbrengen en sauzen.
Week 36/37	Oplevering.

5. Overig

5.1 Krantenartikel restauratieproces

Overleg over een informatief artikel in een lokale krant over de restauratiewerkzaamheden aan de Pelmolen. Het artikel wordt geschreven door mevrouw Kempl. Het bouwteam gaat dit artikel reviewen. Woningstichting Vlaardingen dient het artikel in bij een weekblad van de gemeente Vlaardingen of mogelijk een regionale krant (Zuid-Holland?).

5.2 Vergunningsaanvraag en bouwplaatsinrichting

Overleg over de bouwplaatsinrichting; Woningstichting Samenwerking deelt mee dat de omliggende parkeerplaatsen aan de Pelmolen eigendom zijn van de woningstichting en daarom de bouwplaatsinrichting niet opgenomen hoeft te worden in de aanvraag voor de omgevingsvergunning.

De heer Terlouw levert een schetsachtige plattegrond met de indeling van de bouwplaatsinrichting (plaatsen bouwcontainer, materiaalopslag, sanitaire inrichting et cetera) aan de woningstichting.

5.3 Facturatie

De facturatie van de aannemer aan de woningstichting gebeurt in meerdere termijnen, zoals in de opdrachtbevestiging van de woningstichting is aangegeven. De facturen worden per e-mail verstuurd (facturen@samensamenwerking.nl) aan mevrouw Kempl en de heer Lokers. Deze zullen daarna telefonisch kortsluiten of de facturatie inhoudelijk klopt en goedgekeurd wordt.

5.4 Vervolgafpraak

De vervolgafpraak vindt plaats voor de start van de werkzaamheden in week 17 of 18.