



*Restauratie toekomstbestendig.
Uitvoeringsrichtlijnen en Restauratiebestek: wat willen en wat
kunnen we daar mee?*

Bijeenkomst Stichting ERM i.s.m. de Nationale
Monumenten Organisatie

25 april 2017

Samenwerken aan restauratiekwaliteit

HET GEBRUIK VAN UITVOERINGSRICHTLIJNEN IN DE RESTAURATIEPRAKTIJK:

RESULTATEN IN PRIJSVORMING EN IN UITVOERING

Ron Spaan
sr. Projectleider
BOEi
Amersfoort

Anthony de Graaf
hfd. Restauratie
BG Dijkstra Draisma
Dokkum

Blokhuispoort Leeuwarden

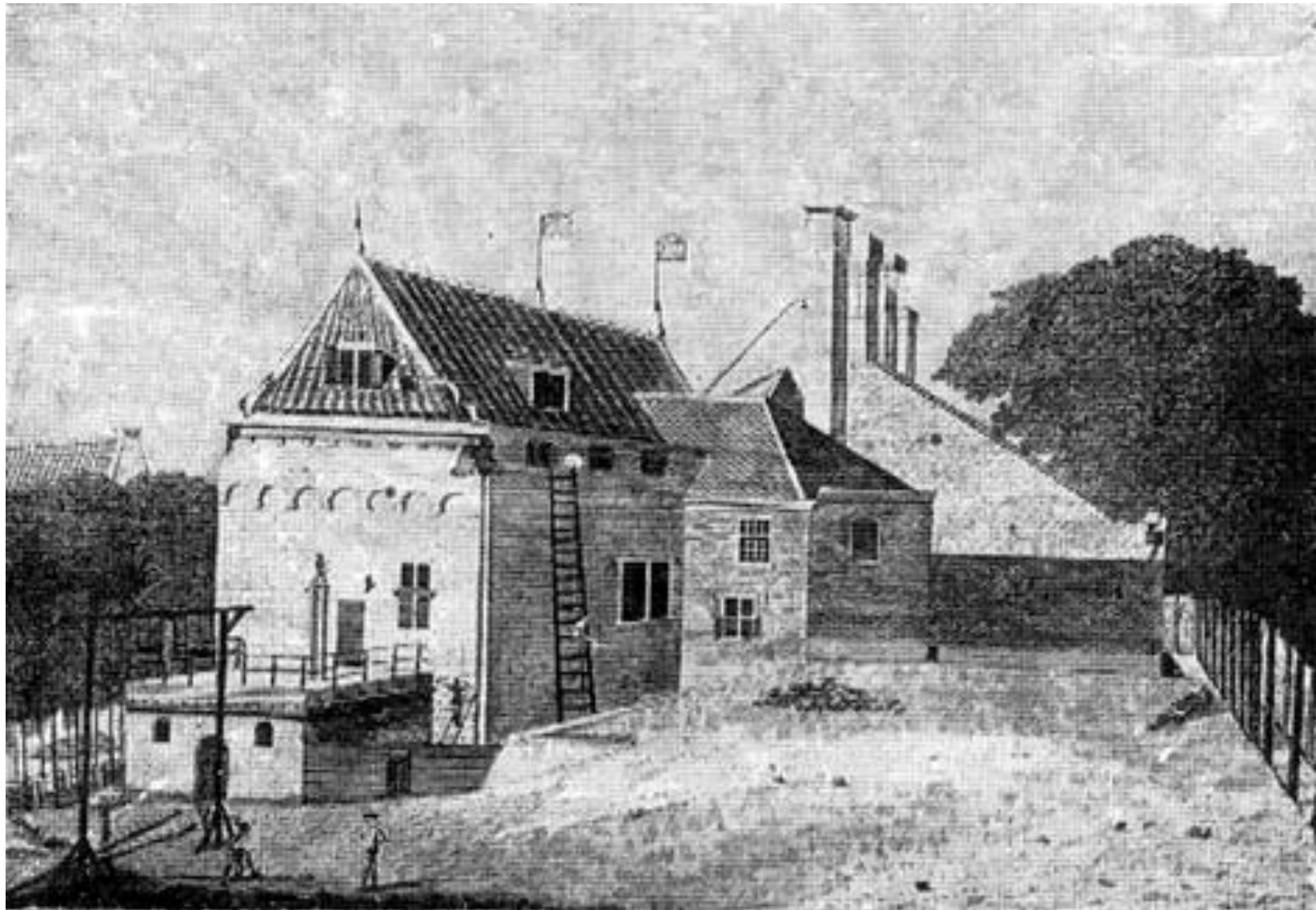


Samenwerken aan restauratiekwaliteit



Samenwerken aan restauratiekwaliteit

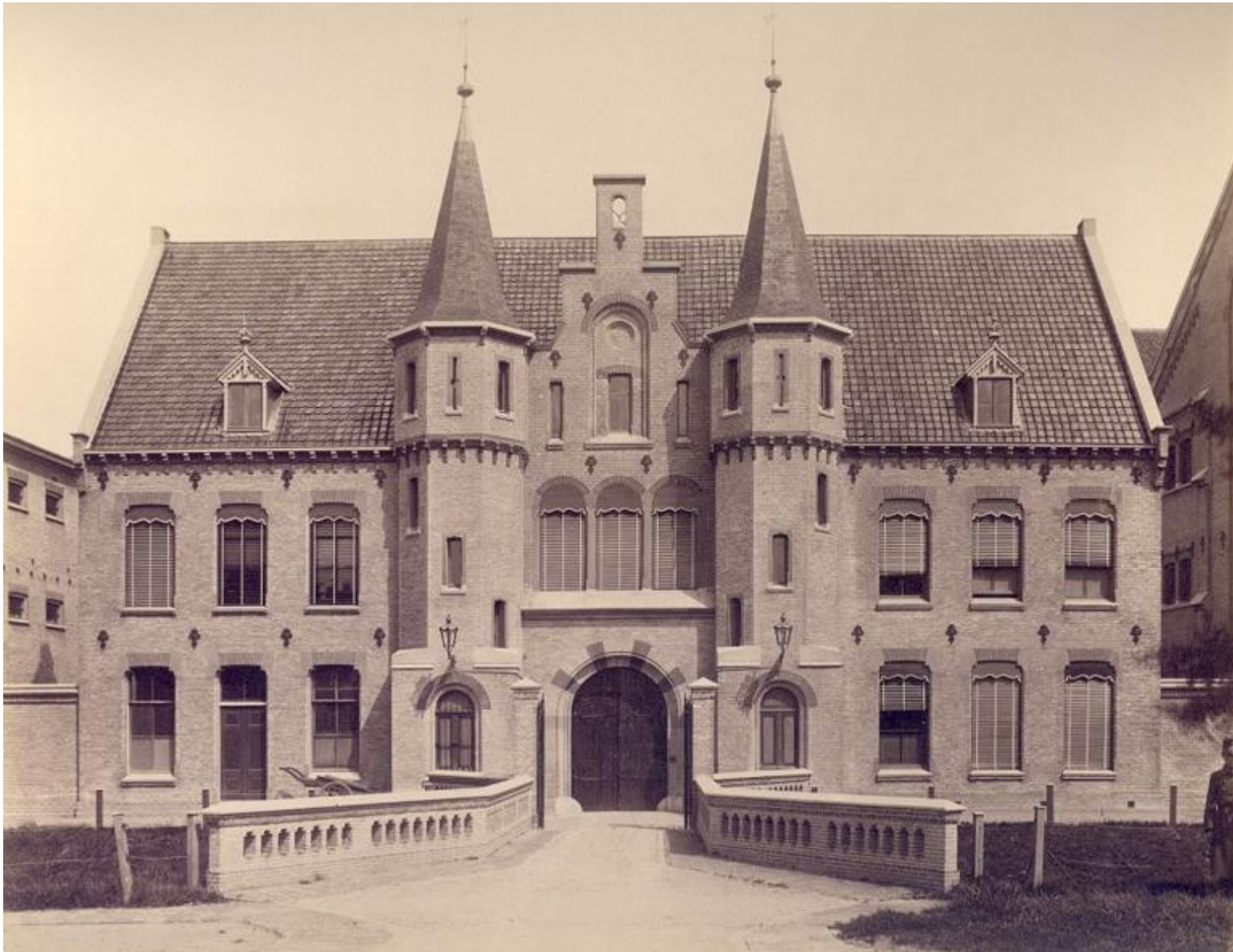
BLOKHUIS 1499



Samenwerken aan restauratiekwaliteit

HUIS VAN OPSLUITING EN TUCHTIGING 1580 - 1875 BIJZONDERE STRAFGEVANGENIS EN HVB 1875 - 2008

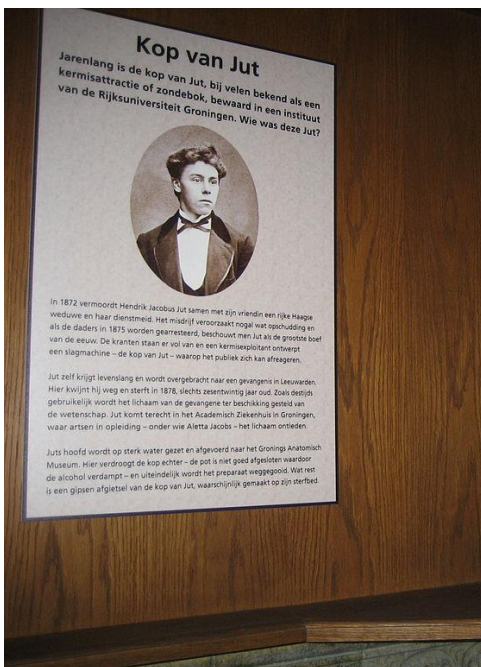
ER
M
Stichting
Erkende
Restauratiekwaliteit
Monumentenzorg



Samenwerken aan restauratiekwaliteit

BOUWGROEP
DIJKSTRA DRAISMA

BOEI
RESTAUREREN EN
HERBESTEMMEN VAN
CULTUREEL ERFGOED



Samenwerken aan restauratiekwaliteit

CULTUREEL BEDRIJVEN CENTRUM BHP 2008 - 2014



Samenwerken aan restauratiekwaliteit



OVERDRACHT 11-11-2014

Samenwerken aan restauratiekwaliteit



Samenwerken aan restauratiekwaliteit



Samenwerken aan restauratiekwaliteit





Samenwerken aan restauratiekwaliteit



CASE HERSTEL SCHADE METSEL-/VOEGWERK



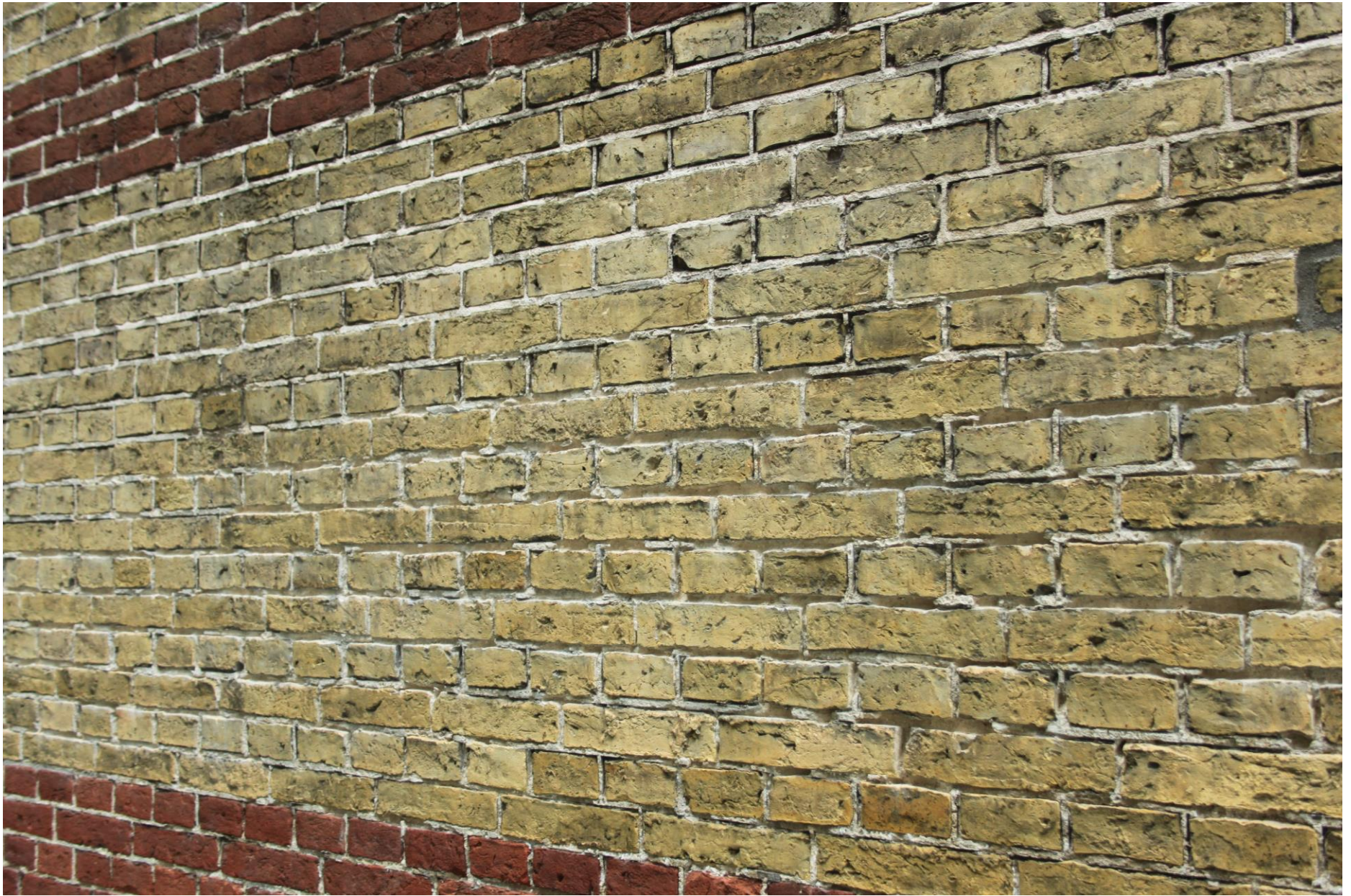
**Ontbrekende voegen, aangetaste bakstenen,
uitbloei van zouten**

**Metsel-/voegwerk is na eerder herstel met
cementhoudende voegen, afgewerkt**

Oorspronkelijk voegen uitgevoerd in kalkmortel

**Te sterke / te dichte voegen en optrekkend vocht
lijken oorzaak van schade**

Samenwerken aan restauratiekwaliteit



Samenwerken aan restauratiekwaliteit





Samenwerken aan restauratiekwaliteit





Samenwerken aan restauratiekwaliteit



RESTAURATIEBESTEK

STABU Bouwbreed

OSF- Open Specificatie Format

Blokhuispoort te Leeuwarden

STABU²

- **URL 4003, Historisch Metselwerk**
- **URL 4006, Historisch Voegwerk**
- **URL 4007, Steenhouwwerk**

METSSELWERK MET MORTEL, BAKSTEEN METSELSTEEN

0. *SCHOON METSELWERK, METSELVERBAND* (URL 4003 v/d stichting ERM)

Metselverband overeenkomstig bestaand.

Metselmortel uitgekraab, vorm voegruimte vierkant.

Uitkrabdiepte (mm): 20.

Oppervlaktegroep schoon-werkzijde(n) overeenkomstig STABU Standaard, hfst. 22, bijlage A: 2.
Onder de reparatie wordt onder andere verstaan:

- Verwijderen alle losse/beschadigde metselwerk en beschadigde /gescheurde stenen.
- Reparatie baksteenwerk als gevolg van asbestsaneringen.
- Reparatie ankers als gevolg van uitnemen ankers en andere onderdelen als onder andere ook genoemd in hoofdstuk 10 sloopwerk.
- Reparatie scheurvorming.
- Uitmaken vals werk en opnieuw vertand inboeten.
- Inboeten overbodige gevelopeningen zoals roosters e.d.
- inboetwerk gevellateien
- inboetwerk nieuwe gevelsparingen
- Repareren schades ten gevolge van gevelinstallaties.
- Uitmaken roestend ijzerwerk en bevestigingsmateriaal.
- Verwijderen pur, kit en lijmresten

Een en ander in overleg en ter goedkeuring van de directie.

Beschadigde stenen mogen niet in het zicht worden verwerkt.

1. *BAKSTEEN METSELSTEEN*

Waar mogelijk gebruik maken van bestaande, uit het werk komende onbeschadigde en schoongemaakte stenen. Te kort komende stenen moeten speciaal worden gebakken waarbij de kleur, structuur en hygrische eigenschappen gelijk moeten zijn aan de bestaande stenen. Deze stenen moeten worden betrokken van steenfabriek Zilverschoon Randwijk

Het toepassen van exact bijpassende hergebruikte baksteen is eveneens toegestaan.

.Een en ander ter goedkeuring van de directie.

Voor de aankoop van baksteen voor de gevel tussen de bouwdelen A en D dient de aannemer voorsnog een stelpost groot € 450,-- per duizend in zijn aannemingsom op te nemen.

4. *METSELMORTEL*

Mortelsamenstelling: overeenkomstig **mortelcode D, URL 4003 van de ERM**, afstemmen op bestaand.

.01 BUITENGEVEL

- Alle nieuwe metselwerken ter plaatse van verwijderde kozijnen, aanvullingen van sparingen en dergelijke aan bestaande buitengevels .

.02 BUITENSEPARATIE

- De aanhelingen en reparaties aan de gevangenismuur Inclusief de delen welke ten behoeve van bouwverkeer zijn gesloopt en weer aangeheeld zijn.

.03 STELPOST

Voor de hierboven omschreven activiteiten dient de aannemer voorsnog een stelpost groot € 25.000,-- in zijn aannemingsom op te nemen.

22.72

VOEGWERK

22.72.10-a

VOEGWERK

0. **VOEGWERK (URL 4006 v/d stichting ERM)**

Het metselwerk moet voor het voegen met schoon water zijn gereinigd.

Voegtype: overeenkomstig bestaand naastliggend voegwerk (**Snijvoegen!**)

Overeenkomstig een in het werk op te zetten proefvlak, afmetingen (m²): te rekenen op 3 proefvlakken groot 0,5 m² per proefvlak.

Nieuw voegwerk dient in samenstelling, kleur, porositeit en uitvoering overeen te komen met het bestaande, historisch juiste voegwerk.

Nazorg:

- beschermen tegen uitdroging; minimaal 5 dagen achtereen - bij sterk drogend weer, zo nodig ook in het weekend- het werk licht nanevelen; geen 'levend water' . (dit kan ook door afdekken met jute zakken die geregeld nat worden gehouden).

Seizoen aspect:

- Niet voegen wanneer gemiddelde van dag- en nacht temperatuur < + 5 graden Celcius. Een en ander als omschreven in de Uitvoeringsrichtlijn Restauratie Voegwerk.

4. **VOEGMORTEL**

Samenstelling in volumedelen: overeenkomstig **mortelcode D, URL 4006 van de ERM**.

35.22

REINIGING NATUURSTEEN

35.22.10-a

REINIGEN NATUURSTEEN

0. *REINIGEN NATUURSTEEN (URL 4007)*

Schoon spuiten met stoom onder zeer lage druk. Oppervlakte vervuiling geheel verwijderen met maximaal patina behoud van de natuursteen, een en ander ter goedkeuring directie.

Organische delen verwijderen.

Het reinigen uitvoeren volgens het praktijkboek Instandhouding Monumenten, deel 2-4

Buitenwanden, Reinigen van Gevels.

Voor de start van de werkzaamheden een proefstuk maken om te beoordelen.

.01 *NATUURSTEEN*

- Alle natuursteen onderdelen op en aan de gevels als afdekkers, goten, consoles en dergelijke.

35.29

HERSTELLEN NATUURSTEEN

35.29.10-a

HETSTELLEN NATUURSTEEN

0. *HERSTELLEN NATUURSTEEN (URL 4007)*

Voor het herstellen van de natuursteen bakgoten, consoles en afdekkers dient de aannemer vooralsnog een stelpost groot 5.000,-- euro in zijn aannemingssom op te nemen.

.01 *GOTEN, CONSOLES EN AFDEKKERS*

- Ten behoeve van natuursteen bakgoten, consoles en afdekkers.

35.29.10-b

HETSTELLEN NATUURSTEEN

0. *HERSTELLEN NATUURSTEEN (URL 4007)*

De volgende kapotte natuursteen onderdelen moeten worden hersteld dan wel aangeheeld overeenkomstig bestaand. Waar nodig dienen onderdelen te worden vervangen overeenkomstig bestaand:

- De bordesplaten in de videhal.
- de schrobranden en mortelresten geheel verwijderen.
- bestaande hardsteen dorpels.
- "gaten als gevolg van voormalige leidingdoorvoeren"
- de beschadigingen en breuken in galerijplaten.

Een en ander in overleg met de directie.

De bordesplaten nabehandelen door polijsten.

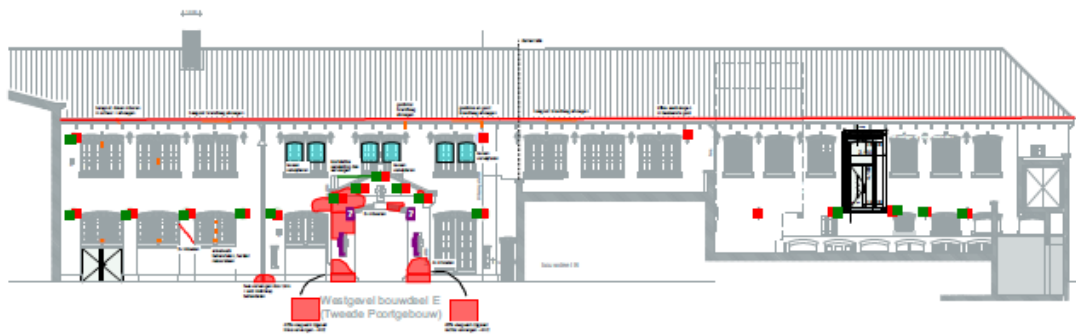
Aanvang uitsluitend na opzetten proef ter goedkeuring directie.

.01 *BORDESvloER, BINNEN*

- De bordesplaten in de videhal.

.02 *DORPEL/NEUT*

- De bestaande hardstenen dorpels.



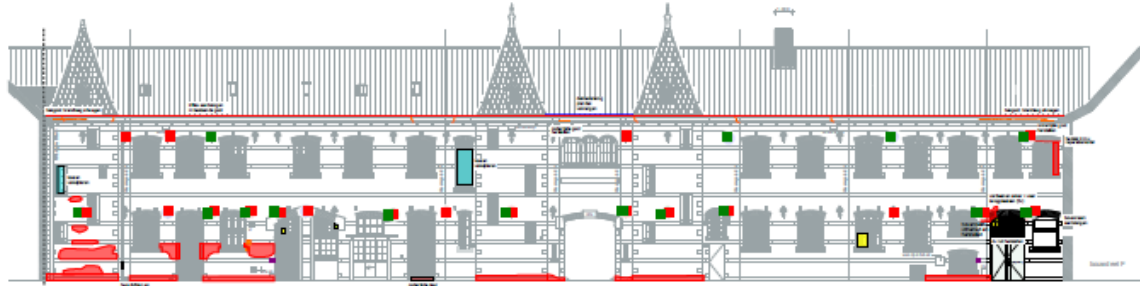
Westgevel bouwdeel E
(Tweede Poortgebouw)



Zuidgevel onder Tweede Poort



Noordgevel onder Tweede Poort



Oostgevel bouwdeel E
(Tweede Poortgebouw)



Zuidgevel
Torenge

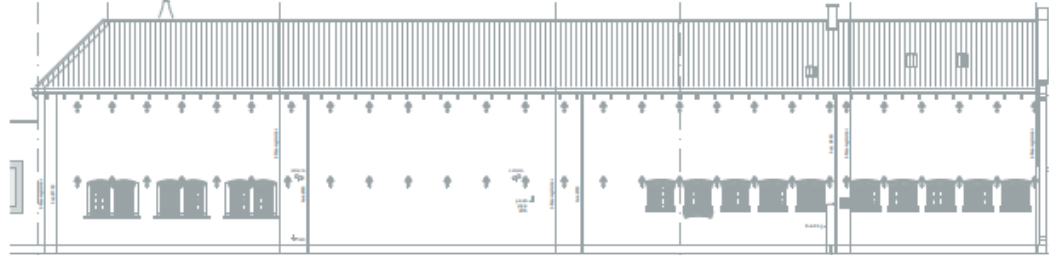


Noordgevel
Torenge

BOUWGROEP
DIJKSTRA DRAISMA
VOORLOPIG



Noordgevel bouwdeel E



Zuidgevel bouwdeel E

Zuidgevel bouwdeel G



Zuidelijk aanzicht
tussen bouwdeel C en E

Noordelijk aanzicht
tussen bouwdeel E en C



Oostgevel bouwdeel C
(Alkovegebouw)



BOUWDEEL E
Kwint
BOEI

Samenwerken aan restauratiekwaliteit

BOUWGROEP
DIJKSTRA DRAISMA

BOEI
RESTAUREREN EN
HERBESTEMMEN VAN
CULTUREEL ERFGOED

RESTAURATIELADDER

1. Conserveren / onderhoud	
2. Repareren	
3. Vernieuwen	a. Kopiëren
	b. Imiteren
	c. Verbeteren

RESTAURATIECATEGORIEËN

1. Conserveren metsel- en voegwerk

- Verwijderen van algen, mossen en korstmossen
- Reinigen vervuild metselwerk
- Treffen flankerende maatregelen

RESTAURATIECATEGORIEËN

2. Repareren metsel- en voegwerk

- Samenstelling, kleur en structuur van het voegwerk
- Verwijderen aangetast en beschadigd voegwerk
- Verwijderen aangetaste en beschadigde baksteen
- Inboeten metselwerk
- Verankeringen
- Controle van de ondergrond voor het voegen
- Reinigen van de voegruimte
- Voorbevochtigen van het metselwerk
- Aanbrengen van de voegen
- Verdichten van de voegspecie
- Repareren, bijkleuren of patineren voeg-/metselwerk
- Uitvoering tijdens ongunstige omstandigheden en nazorg

RESTAURATIECATEGORIEËN

3. Vernieuwen van voegwerk (kopiëren)

- Samenstelling, kleur en structuur van het voegwerk
- Samenstelling voegmortel kan wijzigen, voegen zelfde dikte
- Verwijderen gehele voegwerk
- Verwijderen aangetaste en beschadigde baksteen
- Inboeten metselwerk (verankeringen)
- Controle van de ondergrond voor het voegen
- Reinigen van de voegruimte
- Voorbevochtigen van het metselwerk
- Aanbrengen van de voegen
- Verdichten van de voegspecie
- Repareren, bijkleuren of patineren voeg-/metselwerk
- Uitvoering tijdens ongunstige omstandigheden en nazorg

RESTAURATIECATEGORIEËN

4. Vernieuwen van voegwerk (imiteren)

- Samenstelling, kleur en structuur van het voegwerk
- Samenstelling voegwerk en dikte stootvoegen kan wijzigen
- Verwijderen gehele voegwerk
- Verwijderen aangetaste en beschadigde baksteen
- Inboeten metselwerk (verankeringen)
- Controle van de ondergrond voor het voegen
- Reinigen van de voegruimte
- Voorbevochtigen van het metselwerk
- Aanbrengen van de voegen
- Verdichten van de voegspecie
- Repareren, bijkleuren of patineren voeg-/metselwerk
- Uitvoering tijdens ongunstige omstandigheden en nazorg

RESTAURATIECATEGORIEËN

5. Vernieuwen van voegwerk (verbeteren)

- Samenstelling, kleur en structuur van het voegwerk
- Samenstelling voegwerk, dikte en vorm voegen kan wijzigen
- Verwijderen gehele voegwerk
- Verwijderen aangetaste en beschadigde baksteen
- Inboeten metselwerk (verankeringen)
- Controle van de ondergrond voor het voegen
- Reinigen van de voegruimte
- Voorbevochtigen van het metselwerk
- Aanbrengen van de voegen
- Verdichten van de voegspecie
- Repareren, bijkleuren of patineren voeg-/metselwerk
- Uitvoering tijdens ongunstige omstandigheden en nazorg
- Hydrofoberen van gevels en aanbrengen anti-graffiti

WAARDENSTELLING EN ANALYSE **ERM**

Stichting
Erkende
Restauratiekwaliteit
Monumentenzorg

- 19^e eeuws metselwerk
- Laatste herstel en restauratie uitgevoerd in 1992
- Laatst toegepaste mortel grotendeels cementgebonden, loszittende voegen bakstenen aangetast door zouten en/of vorst
- Oorzaak van schade; te sterke en starre voegmortel, voeg sluit te veel af en optrekkend vocht
- Voor herstel; “nieuwere” voegen verwijderen bij schade en te sterk aangetaste bakstenen vervangen
- Inboetwerk bijpassende bakstenen
- Vochtbelasting vanuit bodem
- Herstel of vervangen voegwerk; welk recept?



Samenwerken aan restauratiekwaliteit

Tabel 3. Oude baksteenbenamingen gekoppeld aan eigenschappen (Bron TCKI)

Code *)	type baksteen	Netto droge volumieke massa	Vrijwillige wateropneming	Vorst-dooi weerstand
		[kg/m ³]	[massa %]	categorie CEN/TS 772-22
RS1	kelderklinker	2000	10	F ₂ D
RS2	trasraamklinker	1900	12	F ₂ C
RS3	gevelklinker	1800	14	F ₂ C
RS4	hardgrauw	1700	16	F ₂ C
RS5	boerengrauw	1600	18	F ₁ C
RS6	rood	1500	20	nvt

*) RS (RestauratieSteen) 1 t/m 6 zijn traditionale steenbenamingen

Opm: Alle Nederlandse bakstenen zijn S2 gedeclareerd, d.w.z. dat deze minder dan de in NEN-EN 772-5 geformuleerde maximale waarden aan oplosbare zouten bevatten.

Tabel 3. Oude baksteenbenamingen gekoppeld aan eigenschappen (Bron TCKI)

Code *)	type baksteen	Netto droge volumieke massa	Vrijwillige wateropneming	Vorst-dooi weerstand
		[kg/m ³]	[massa %]	categorie CEN/TS 772-22
RS1	kelderklinker	2000	10	F ₂ D
RS2	trasraamklinker	1900	12	F ₂ C
RS3	gevelklinker	1800	14	F ₂ C
RS4	hardgrauw	1700	16	F ₂ C
RS5	boerengrauw	1600	18	F ₁ C
RS6	rood	1500	20	nvt

*) RS (RestauratieSteen) 1 t/m 6 zijn traditionale steenbenamingen

Opm: Alle Nederlandse bakstenen zijn S2 gedeclareerd, d.w.z. dat deze minder dan de in NEN-EN 772-5 geformuleerde maximale waarden aan oplosbare zouten bevatten.

Tabel 2. Type metselwerk en mate van blootstelling gerelateerd aan voorbeelden van metselmortelsamenstellingen uit Tabel 1.

Type Metselwerk	Dikte voeg	Binnen muur	Buitenmuur blootgesteld			Natte condities
			Beschut	Matig blootgesteld	Sterk blootgesteld	
Dichte natuursteen baksteen, verblendsteen weinig poreus Kwaliteit RS1 en RS2	> 5mm	B,C,D	B,C,D,E	C,D,E	F,G	F,G,H
Gemiddelde kwaliteit natuursteen en baksteen gemiddeld poreus Kwaliteit RS3 en RS4	> 5mm	B,C,D	B,C,D	C,D,E	C,D,E	F,G
Zachte, verweerde natuursteen en zacht gebakken stenen sterk poreus Kwaliteit RS5 en RS6	> 5mm	B	B	B,C,D	C,D	
Metselwerk met zeer dunne voegen	< 5mm	A	A	A	A	

Tabel 2. Type metselwerk en mate van blootstelling gerelateerd aan voorbeelden van metselmortelsamenstellingen uit Tabel 1.

Type Metselwerk	Dikte voeg	Binnen muur	Buitenmuur blootgesteld			Natte condities
			Beschut	Matig blootgesteld	Sterk blootgesteld	
Dichte natuursteen baksteen, verblendsteen weinig poreus Kwaliteit RS1 en RS2	> 5mm	B,C,D	B,C,D,E	C,D,E	F,G	F,G,H
Gemiddelde kwaliteit natuursteen en baksteen gemiddeld poreus Kwaliteit RS3 en RS4	> 5mm	B,C,D	B,C,D	C,D,E	C,D,E	F,G
Zachte, verweerde natuursteen en zacht gebakken stenen sterk poreus Kwaliteit RS5 en RS6	> 5mm	B	B	B,C,D	C,D	
Metselwerk met zeer dunne voegen	< 5mm	A	A	A	A	

Tabel 1. Aanbevolen voegmortel samenstellingen

Voegmortel samenstelling in volumedelen

Code	Luchtkalk	Hydraulische kalk	Cement	Tras*)	Zand	Typering	Druksterkte [Mpa] ")	E-modulus [Mpa.10 ³]
A	2				3-4	Niet hydraulisch	0,5-2,5	2-7
B	2				5-6	Niet hydraulisch		
C	4			1^)	10-12	Zwak hydraulisch	2,5-4,5	↑ toename vervormbaarheid ↓
D		2 (NHL2)			5-6	Licht hydraulisch		
	2			1^)	5-6	Licht hydraulisch		
	3		1		10-12	Licht hydraulisch		
E		2 (NHL3,5)			5-6	Matig hydraulisch	4-8	
	2		1		8-9	Matig hydraulisch		
F	2		1	1^)	10-12	Sterk hydraulisch	7-11	
		2 (NHL5)			5-6	Sterk hydraulisch		
	1		1		5-6	Sterk hydraulisch		
G	1		2		5-6	Zeer sterk hydraulisch	8-20	
H			2		5-6	Volledig hydraulisch		
							1 Mpa = 1 n/mm ²	

*) bij toepassing van tras in voegwerk is er een verhoogd risico op schade (niet uithardende mortel)

^) zeer hoge eisen te stellen aan verwerkingstechniek en uithardingscondities

") de tabellen druksterkte en E-modulus kunnen gebruikt worden bij het inschatten van de geschiktheid (compatibiliteit) van prefabmortels voor gebruik in de restauraties

Opmerking: voor het voegen van historisch *kalk* metselwerk als achtergrond, zijn over het algemeen de mortels met een porievolume > 20%, de niet hydraulische, zwak, licht en matig hydraulische mortels zoals aangegeven in de tabel, hiervoor geschikt.



Tabel 1. Aanbevolen voegmortel samenstellingen

Voegmortel						samenstelling in volumedelen		
Code	Luchtkalk	Hydraulische kalk	Cement	Tras*)	Zand	Typering	Druksterkte [Mpa] ")	E-modulus [Mpa.10 ³]
A	2				3-4	Niet hydraulisch	0,5-2,5	2-7
B	2				5-6	Niet hydraulisch		
C	4			1 [^])	10-12	Zwak hydraulisch	2,5-4,5	↑ toename vervormbaarheid ↑
D		2 (NHL2)			5-6	Licht hydraulisch		
	2			1 [^])	5-6	Licht hydraulisch		
	3		1		10-12	Licht hydraulisch		
E		2 (NHL3,5)			5-6	Matig hydraulisch	4-8	
	2		1		8-9	Matig hydraulisch		
F	2		1	1 [^])	10-12	Sterk hydraulisch	7-11	
		2 (NHL5)			5-6	Sterk hydraulisch		
	1		1		5-6	Sterk hydraulisch		
G	1		2		5-6	Zeer sterk hydraulisch		
H			2		5-6	Volledig hydraulisch	8-20	20-30
							1 Mpa = 1 n/mm ²	

*) bij toepassing van tras in voegwerk is er een verhoogd risico op schade (niet uithardende mortel)

^) zeer hoge eisen te stellen aan verwerkingstechniek en uithardingscondities

") de tabellen druksterkte en E-modulus kunnen gebruikt worden bij het inschatten van de geschiktheid (compatibiliteit) van prefabmortels voor gebruik in de restauraties

Opmerking: voor het voegen van historisch *kalk* metselwerk als achtergrond, zijn over het algemeen de mortels met een porievolume > 20%, de niet hydraulische, zwak, licht en matig hydraulische mortels zoals aangegeven in de tabel, hiervoor geschikt.

Samenwerken aan restauratiekwaliteit

GEMAAKTE KEUZE

- **Schade aan bakstenen en loszittende cementvoeg, na laatste restauratie in 1992**
- **Voegmortel in kalk zijn grotendeels in tact**
- **Oorzaak van de schade: te sterke en dichte cementvoegmortel die onvoldoende droogt in relatie tot de “zachtere” bakstenen**
- **Aangetaste bakstenen verwijderen en inboeten met gelijkwaardige stenen**
- **Nieuw voegwerk op basis van hydraulische kalk, meer in verhouding met de hygrische eigenschappen van het metselwerk**
- **Hogere aanvangssterkte i.v.m. versnelde uitvoering voegwerk**

GEMAAKTE KEUZE

Recept toegepaste voegwerk

Code D, licht hydraulisch:

- 5-6 delen zand
- 2 delen hydraulische kalk NHL 3,5



Samenwerken aan restauratiekwaliteit



Samenwerken aan restauratiekwaliteit



PRIJSVORMING

Voordelen:

- Eenduidigheid, appels met appels vergelijken
- Uitgangspunt voor overleg bouwbedrijf met opdrachtgever

Nadelen:

- Met de URL op de bouw weer een papieren tijger erbij?
- Voor niet in restauratie gespecialiseerd aannemer geen vrijbrief voor “restauratie kwaliteit”

Praktijk:

- De vakman werkt eigenlijk al jaren volgens de URL's



*Restauratie toekomstbestendig.
Uitvoeringsrichtlijnen en Restauratiebestek: wat willen en wat
kunnen we daar mee?*

Bijeenkomst Stichting ERM i.s.m. de Nationale
Monumenten Organisatie

25 april 2017

Samenwerken aan restauratiekwaliteit

BEGRIPPEN EN DEFINITIES: KALK

Luchtkalk

Gebluste kalk die verhardt onder invloed van koolzuur uit de lucht. Ook wel 'vette kalk' genoemd.

Natuurlijke Hydraulische Kalk (NHL)

Een kalk met hydraulische eigenschappen die ontstaan bij het branden van kalksteen dat klei of silica bevat, tot poeder gereduceerd door blussen (met of zonder malen). NHL hardt uit door een chemische reactie met water en kan dus onder water uitharden. Het gedeelte in de NHL dat uit luchtkalk bestaat, hardt uit door kooldioxide (CO₂) uit de lucht.

Hydraulische kalk (HL)

Een bindmiddel bestaande uit luchtkalk waaraan andere materialen zijn toegevoegd, zoals cement, hoogovenslak, vliegashoudend cement, kalksteenmeel en andere geschikte materialen om de kalk hydraulische eigenschappen te geven. Hydraulische kalk hardt uit door een chemische reactie met water en kan onder water uitharden. Het luchtkalkgedeelte hardt uit door kooldioxide (CO₂) uit de lucht.