



www.kikirpa.be

KONINKLIJK INSTITUUT VOOR HET KUNSTPATRIMONIUM
Federaal wetenschapsbeleid
INSTITUT ROYAL DU PATRIMOINE ARTISTIQUE
Politique scientifique fédérale

Vocht- en zoutonderzoek

Gemeente: Sint-Niklaas
Type van object: Broederskerk Sint-Hiëronymous

Aanvrager: Netwerk Hiëronymus VZW
Valk 39A, 9111 Belsele

Contactpersoon: Koen Maes
Koen.Maes@netwerkhieronymus.be

Dossiernummer KIK: 2015.12773

Betrokken cel van het KIK: Departement Laboratoria
Cel Monumenten

Verantwoordelijke van de cel(len): Hilde De Clercq

Verslaggeving en Contactpersoon KIK: Sebastiaan Godts
sebastiaan.godts@kikirpa.be

Datum van het verslag: 6 juli 2015

Dit verslag mag enkel in zijn geheel worden verspreid. Geen enkele grafiek of afbeelding mag worden gebruikt zonder toestemming van de auteur. Tenzij anders contractueel vastgelegd behoudt het KIK op exclusieve wijze alle auteursrechten op het gehele verslag zoals voorzien door de wetgeving.

1 Inleiding

Gebaseerd op het onderzoeksvoorstel van 17 april 2015 (Fase 1) werd de Broederskerk Sint-Hiëronymus te Sint-Niklaas bezocht in het kader van een onderzoek naar de mogelijke vocht- en zoutproblematiek in het interieur ter integratie in de herbestemmingsstrategieën van de kerk. Hierbij is de installatie van vloerverwarming voorzien en krijgt het interieur een tussenverdieping dat op palen rust en losstaat van de muren. De kerkwanden zijn bekleed met een typerende muurschildering, hoogst waarschijnlijk op basis van olieverf uit de 19de eeuw, die onderaan verkleuring en schade vertoont. Zoals reeds aangegeven door de dienst monumentenwacht kan verwacht worden dat het aanbrengen van een vochtwerende folie, beton en vloerverwarming onder de tegelvloer de vochtbelasting en waterhuishouding van de muren beïnvloedt en de vocht- en zoutbelasting toeneemt. Het beschreven onderzoek dient als wetenschappelijke ondersteuning van deze problematiek. Klimaatgegevens tussen eind april en begin juni van het interieur van de kerk werden per mail ontvangen via de aanvrager en wijzen op RV waarden die schommelen tussen 75 en 35%; en temperatuurwaarden tussen 25 en 15°C. De gegevens worden vergeleken met de resultaten van het kristallisatiegedrag van de gedetecteerde zoutmengsels om toekomstige schade te evalueren.

2 Methodiek

2.1 Vocht- en zoutbelasting

Voor het onderzoek werden boorstalen genomen in de bepleistering, baksteen en mortelvoeg op verschillende zones en dit op verschillende dieptes (0-2, 2-5 en 5-10 cm) (diepteprofiel) en hoogtes (hoogteprofiel). De onderzoekszones werden geselecteerd in samenspraak met de opdrachtgever. Van de gelichte stalen werd het actueel en hygroscopisch vochtgehalte en het in water oplosbaar zoutgehalte bepaald.

2.2 Actueel en hygroscopisch vochtgehalte

Het actueel vochtgehalte werd gravimetrisch bepaald door weging bij 60°C tot constant gewicht. Vervolgens worden de monsters geconditioneerd bij 20°C en 95% relatieve vochtigheid ter bepaling van het hygroscopische vochtgehalte. De resultaten worden uitgedrukt als gewichtspercentage (gew.%) tegenover het gedroogde monster. Uit de resultaten wordt het actueel vochtgehalte geïnterpreteerd in termen van “aanwezige vochtbron” en “aanwezigheid van hygroscopische zouten”. Het aspect “hygroscopiciteit” heeft immers betrekking tot het absorberen van luchtvocht, zonder aanwezigheid van een vloeibare vochtbron.

2.3 Zoutgehalte

Aan de gedroogde boormonsters wordt gedemineraliseerd water toegevoegd. Van het waterige extract wordt het zoutgehalte gedoseerd. Hiervoor wordt het gehalte aan anionen (Cl^- , NO_3^- en SO_4^{2-}) en kationen (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} en Mg^{2+}) gedoseerd met behulp van ionenchromatografie (IC, Metrohm). De resultaten worden weergegeven als gewichtspercentage (gew.%) tegenover het gedroogde monster. Verder wordt op basis van de ionendosering bepaald voor welke stalen het modelleren van het zoutgedrag aan de hand van het ECOS/RUNSALT-model (environmental control of salts) noodzakelijk is. Zoutuitbloei wordt onderzocht aan de hand van X-stralen diffractie (XRD, Bruker).

3 Overzicht van de gelichte stalen en resultaten van de vocht- en zoutbelasting

3.1 Actueel en hygroscopisch vochtgehalte

Een overzicht van de gelichte stalen en de resultaten van het actueel en hygroscopisch vochtgehalte is weergegeven in tabel 1. Actuele vochtgehaltenes (AV) hoger dan 5 gew.% zijn in het **blauw** aangeduid en hygroscopische vochtgehaltenes (HV) hoger dan 1.5 gew.% in het **rood**. Een overzicht van de zones is weergegeven op het grondplan in de figuur 1; de zones zijn afzonderlijk geïllustreerd in de figuren 4 tot 18 van de bijlage. De stalen van zone I werden genomen onder het raam op het doksaal, de andere op het gelijkvloers op twee of drie hoogtes.

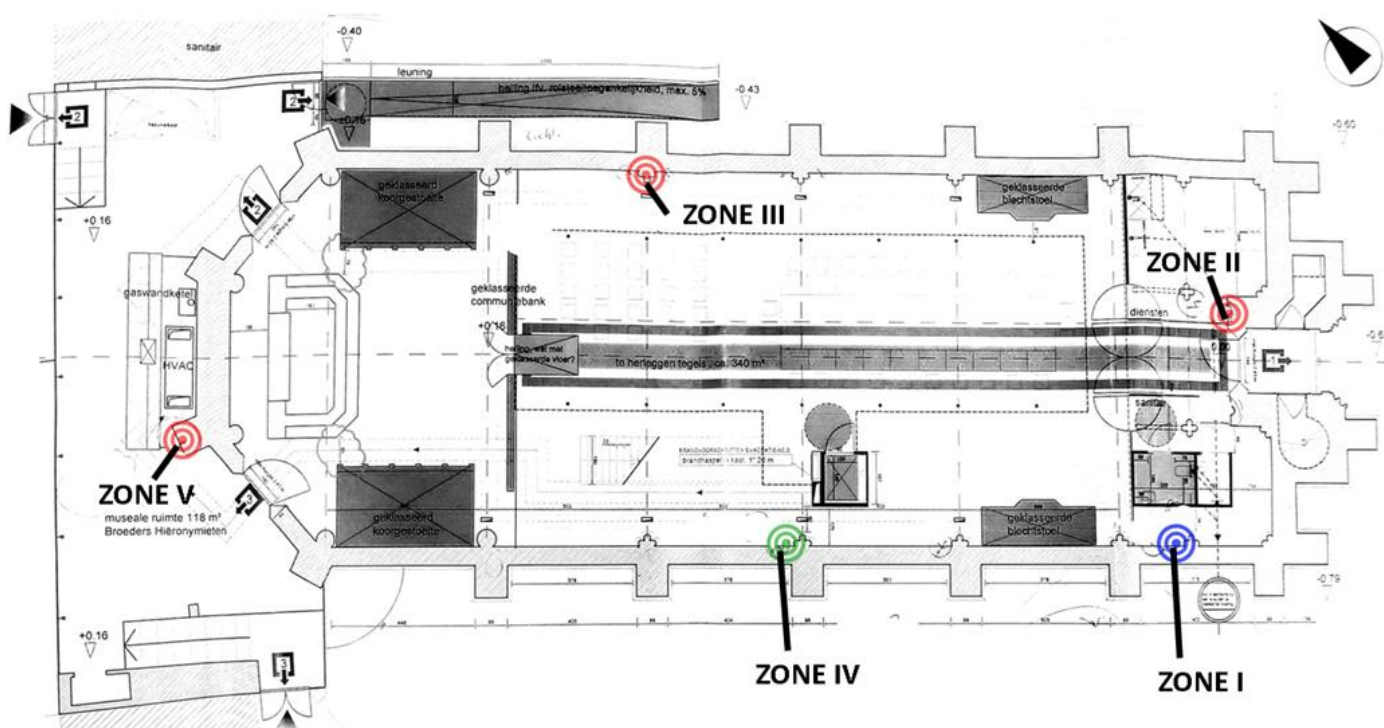
Tabel 1 Overzicht van de stalen, het actueel (AV) en het hygroscopisch vochtgehalte (HV) (gew.%)

Zone Hoogte (cm)	Aard	Code	Diepte (cm)	AV	HV	Zone Hoogte (cm)	Aard	Code	Diepte (cm)	AV	HV	
Ia (55)	P	x230	0-3	1.9	9.1	IIIb (50)	P	x269	0-2	3.0	28.6	
	B	x231	0-2	1.3	4.5		M	x270	0-2	2.6	17.8	
	B	x232	2-5	2.0	2.7		M	x271	2-5	3.6	11.3	
	B	x233	5-10	5.0	5.6		B	x272	0-2	0.5	6.7	
	M	x234	0-2	4.8	10.8		B	x273	2-5	0.4	4.3	
	M	x235	2-5	5.4	5.0		IIIc (80)	P	x274	0-2	2.9	25.8
	M	x236	5-10	4.7	4.6			P	x275	0-2	1.5	14.6
Ib (125)	P	x239	0-3	1.1	7.7	IVa (10)	M	x276	0-2	1.3	6.8	
	B	x240	0-2	2.0	7.8		M	x277	2-5	1.0	4.7	
	B	x241	2-5	1.5	9.3		M	x278	5-10	0.7	5.7	
	B	x242	5-10	1.7	8.1		B	x280	0-2	0.5	1.7	
	M	x243	0-2	1.4	6.4		B	x281	2-5	0.4	1.2	
	M	x244	2-5	1.2	5.2		B	x282	5-10	0.4	1.3	
	M	x246	5-10	1.1	3.9		IVb (135)	P	x283	0-2	1.1	5.4
IIa (15)	P	x247	0-2	2.3	18.0	M		x284	0-2	1.0	3.7	
	M	x248	0-2	3.1	14.8	M		x285	2-5	0.9	3.1	
	M	x249	2-5	3.6	13.1	M		x286	5-10	0.9	3.2	
	M	x250	5-10	4.4	10.1	B		x287	0-2	0.6	2.0	
	B	x251	0-2	0.5	2.3	B		x288	2-5	0.5	1.1	
	B	x252	2-5	0.3	1.6	IVc (230)		P	x289	0-2	1.0	5.6
	B	x253	5-10	0.4	1.6		M	x290	0-2	1.1	4.5	
IIb (60)	P	x254	0-0.2	1.6	4.1		M	x291	2-5	0.9	3.7	
	B	x255	0-2	0.2	0.8		M	x292	5-10	0.7	3.1	
	B	x256	2-5	0.3	0.6		B	x293	0-2	0.7	3.1	
	B	x257	5-10	0.2	0.6		B	x294	2-5	0.4	2.0	
	M	x258	0-2	0.8	3.4		B	x295	5-7	0.6	2.1	
	M	x259	2-5	0.7	3.7	Va (15)	P	Uitbl. V	0	/	/	
	M	x260	5-10	0.6	3.4		P	x296	0-3	3.7	8.3	
IIIa (25)	P	Uitbl. III	0	/	/	Vb (68)	P	x297	0-2	2.4	15.5	
	S	x261	0-2	1.8	13.0		M	x298	0-2	6.4	2.9	
	P	x262	0-2	4.9	24.0		M	x299	2-5	9.3	4.8	
	M	x263	0-2	6.6	6.4		M	x300	5-10	8.8	5.1	
	M	x264	2-5	7.9	9.1		B	x301	0-2	0.7	1.7	
	M	x265	5-10	7.5	9.1		B	x302	2-5	0.4	0.9	
	B	x266	0-2	1.1	2.2		B	x303	5-10	0.5	0.9	
	B	x267	2-5	0.2	0.8		Legende: P= bepleistering, M= mortelvoeg, B= baksteen, S= Natuursteen					
	B	x268	5-10	0.9	1.7							

Uit de resultaten kan worden gesteld dat:

Actuele vochtgehalten hoger dan 5 gew.% in combinatie met lagere hygroscopische waarden wijzen op de aanwezigheid van een actieve vochtbron en worden op het moment van de staalname gemeten dieper in de baksteen en de mortelvoeg (5-10 cm) van zone Ia en in de mortel tot een diepte van 10 cm in zones IIIa en Vb.

Een hygroscopisch vochtgehalte hoger dan 1.5 gew.% wijst veelal op de aanwezigheid van zouten. Dergelijke omstandigheden worden gedetecteerd in alle onderzochte zones uitgezonderd van de baksteen in de zones IIb (0-10 cm), IIIa en IVb (2-5 cm) en IVa en Vb (2-10 cm).



Figuur 1 Overzicht van zones op het grondplan

Legende:

Rode en groene aanduiding= niveau 0

Blaue aanduiding= niveau 1(doksaal onderkant raam)

De resultaten van de ionendosering zijn weergegeven in tabellen 2a en 2b. De ionengegevens worden weergegeven in gewichtspercentage (gew.%) tegenover het gedroogde monster. De stalen waarvan het totaal gehalte exclusief gips minimum 1 gew.% bedraagt zijn in het **rood** gemarkeerd. De stalen waarvan de gegevens verder werden onderzocht met ECOS-Runsalt zijn in het **paars** gemarkeerd.

Tabel 2a Resultaten van de ionengegevens (gew.%)

Zone Hoogte (cm)	Aard	Code staal	Diepte (cm)	Cl	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Totaal	Gips	Totaal excl. Gips**
Ia (55)	P	x230	0-3	0.3	0.4	13.1	0.1	0.1	5.9	0.0	(20.0)*	(18.6)*	1.0
	B	x231	0-2	0.1	0.2	6.4	0.1	0.0	2.8	0.0	9.6	9.0	0.4
	B	x232	2-5	0.1	0.1	3.2	0.1	0.0	1.3	0.0	4.7	4.4	0.3
	B	x233	5-10	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.4	0.3	0.1
	M	x234	0-2	0.3	0.4	4.3	0.2	0.0	1.8	0.0	7.1	6.1	1.0
	M	x235	2-5	0.1	0.1	0.9	0.0	0.0	0.4	0.0	1.5	1.3	0.2
	M	x236	5-10	0.0	0.0	1.1	0.1	0.0	0.4	0.0	1.6	1.4	0.2
Ib (125)	P	x239	0-3	0.2	0.4	4.1	0.2	0.1	1.6	0.1	6.6	5.6	1.0
	B	x240	0-2	0.1	0.4	2.4	0.1	0.1	1.0	0.0	4.2	3.3	0.9
	B	x241	2-5	0.1	0.3	2.1	0.1	0.2	0.8	0.0	3.6	2.8	0.8
	B	x242	5-10	0.1	0.3	1.2	0.1	0.2	0.4	0.0	2.3	1.5	0.8
	M	x243	0-2	0.1	0.3	3.8	0.1	0.1	1.6	0.0	6.2	5.4	0.7
	M	x244	2-5	0.1	0.2	2.2	0.1	0.1	0.9	0.0	3.7	3.1	0.5
	M	x246	5-10	0.0	0.1	0.7	0.1	0.1	0.3	0.0	1.2	1.0	0.3
IIa (15)	P	x247	0-2	0.0	1.8	4.2	0.3	0.4	1.9	0.1	8.7	5.9	2.6
	M	x248	0-2	0.0	2.0	1.5	0.2	0.3	0.8	0.1	5.1	2.1	2.9
	M	x249	2-5	0.1	1.2	2.8	0.2	0.3	1.2	0.0	5.9	4.0	1.9
	M	x250	5-10	0.0	0.8	1.1	0.2	0.3	0.4	0.0	2.9	1.4	1.5
	B	x251	0-2	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.6	0.3	0.3
	B	x252	2-5	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.5	0.2	0.2
	B	x253	5-10	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.4	0.2	0.2
IIb (60)	P	x254	0-0.2	0.0	0.0	2.0	0.2	0.4	0.7	0.0	3.3	2.4	0.6
	B	x255	0-2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.5	0.3	0.1
	B	x256	2-5	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.2	0.0	0.7	0.5	0.1
	B	x257	5-10	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.4	0.3	0.0
	M	x258	0-2	0.0	0.0	0.6	0.1	0.1	0.1	0.0	1.1	0.5	0.5
	M	x259	2-5	0.1	0.1	0.5	0.1	0.1	0.2	0.0	1.0	0.6	0.3
	M	x260	5-10	0.0	0.1	0.3	0.1	0.1	0.2	0.0	0.8	0.5	0.2
IIIa (25)	S	x261	0-2	0.0	1.4	0.5	0.1	0.1	0.5	0.0	2.7	0.7	1.9
	P	x262	0-2	0.0	0.3	5.0	1.3	2.9	0.1	0.0	9.7	0.4	8.8
	M	x263	0-2	0.0	0.1	0.1	0.3	0.3	0.1	0.0	0.8	0.2	0.3
	M	x264	2-5	0.1	0.3	0.6	0.1	0.2	0.3	0.0	1.5	0.8	0.7
	M	x265	5-10	0.1	0.4	0.6	0.1	0.1	0.4	0.0	1.6	0.8	0.8
	B	x266	0-2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.4	0.0	0.2
	B	x267	2-5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
	B	x268	5-10	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.3	0.1	0.1
IIIb (50)	P	x269	0-2	0.1	2.2	3.6	0.9	1.3	0.8	0.0	8.9	2.8	6.1
	M	x270	0-2	0.1	1.1	2.4	0.6	0.9	0.4	0.0	5.5	1.3	4.2
	M	x271	2-5	0.1	0.6	0.7	0.4	0.4	0.1	0.0	2.2	0.2	2.0
	B	x272	0-2	0.0	0.5	0.8	0.2	0.3	0.2	0.0	2.0	0.8	1.1
	B	x273	2-5	0.0	0.2	0.3	0.1	0.2	0.1	0.0	1.0	0.3	0.6
IIIc (80)	P	x274	0-2	0.1	1.7	2.0	0.3	0.4	1.0	0.0	5.5	2.9	2.6

Tabel 2b Resultaten van de ionengegevens (gew.%)

Zone Hoogte (cm)	Aard	Code staal	Diepte (cm)	Cl	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Totaal	Gips	Totaal excl. Gips**
IVa (10)	P	x275	0-2	0.1	0.6	5.4	0.5	0.7	1.7	0.0	9.1	5.7	3.4
	M	x276	0-2	0.0	0.1	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	0.9	0.3	0.4
	M	x277	2-5	0.0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.6	0.1	0.2
	M	x278	5-10	0.0	0.1	0.3	0.2	0.2	0.0	0.0	0.8	0.0	0.6
	B	x280	0-2	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.4	0.1	0.2
	B	x281	2-5	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.2
	B	x282	5-10	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.1
IVb (135)	P	x283	0-2	0.0	0.3	2.7	0.1	0.1	1.0	0.1	4.3	3.5	0.8
	M	x284	0-2	0.0	0.0	2.2	0.1	0.1	0.8	0.0	3.2	2.8	0.3
	M	x285	2-5	0.0	0.0	2.1	0.0	0.1	0.8	0.0	3.1	2.9	0.2
	M	x286	5-10	0.0	0.0	2.2	0.0	0.1	0.8	0.0	3.1	2.8	0.3
	B	x287	0-2	0.0	0.1	2.5	0.1	0.1	1.0	0.0	3.7	3.3	0.3
	B	x288	2-5	0.0	0.0	1.1	0.1	0.1	0.4	0.0	1.6	1.3	0.3
IVc (230)	P	x289	0-2	0.1	0.2	1.7	0.1	0.1	0.6	0.0	2.8	2.0	0.8
	M	x290	0-2	0.0	0.1	0.8	0.1	0.1	0.5	0.0	1.5	1.1	0.2
	M	x291	2-5	0.0	0.0	0.7	0.1	0.1	0.2	0.0	1.2	0.8	0.3
	M	x292	5-10	0.0	0.0	0.7	0.0	0.1	0.2	0.0	1.1	0.8	0.2
	B	x293	0-2	0.0	0.1	1.7	0.1	0.1	0.6	0.0	2.6	2.2	0.4
	B	x294	2-5	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.8	0.0	2.9	2.7	0.2
	B	x295	5-7	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.7	0.0	2.5	2.2	0.3
Va (15)	P	x296	0-3	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	1.1	0.0	3.6	3.3	0.1
Vb (68)	P	x297	0-2	0.0	1.4	2.1	0.4	0.5	0.7	0.0	5.2	2.4	2.8
	M	x298	0-2	0.0	0.0	1.8	0.0	0.1	0.7	0.0	2.6	2.3	0.3
	M	x299	2-5	0.0	0.0	1.7	0.1	0.1	0.6	0.0	2.5	2.1	0.4
	M	x300	5-10	0.0	0.0	0.8	0.0	0.1	0.3	0.0	1.2	0.9	0.3
	B	x301	0-2	0.0	0.1	0.7	0.1	0.0	0.2	0.0	1.1	0.8	0.3
	B	x302	2-5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.2	0.0	0.8	0.6	0.1
	B	x303	5-10	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.6	0.5	0.1

Legende: **P**= bepleistering, **M**= mortelvoeg, **B**= baksteen, **S**= Natuursteen

* De bepleistering bestaat volledig uit gips

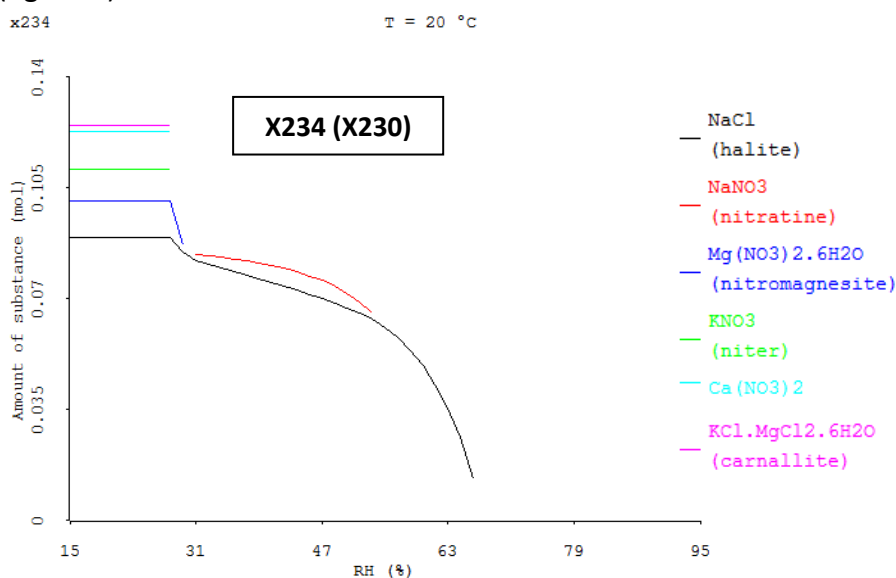
**Totaal exclusief gips en exclusief overmaat aan gedetecteerde calcium ionen

De schade onder de vorm van verpoedering en barsten aan de bepleistering van zone Ia en Ib wordt voornamelijk veroorzaakt door regendoorslag dat via de beschadigde raamaansluitingen de binnenmuur bereikt. Verder worden verschillende zoutmengsels gedetecteerd. De bepleistering en de eerste 2 cm van de mortelvoeg in zone Ia bevatten elk tot 1 gew.% natriumchloride en verschillende sterk hygroscopische nitraatzouten (grafiek 1). De bepleistering in zone Ib bevat daarnaast ook een deel natriumsulfaat en magnesiumzouten (grafiek 2). Kristallisatie wordt verwacht bij drogende omstandigheden vanaf 65% RV terwijl een deel van het zout in oplossing blijft boven 30% RV (grafieken 1 en 2).

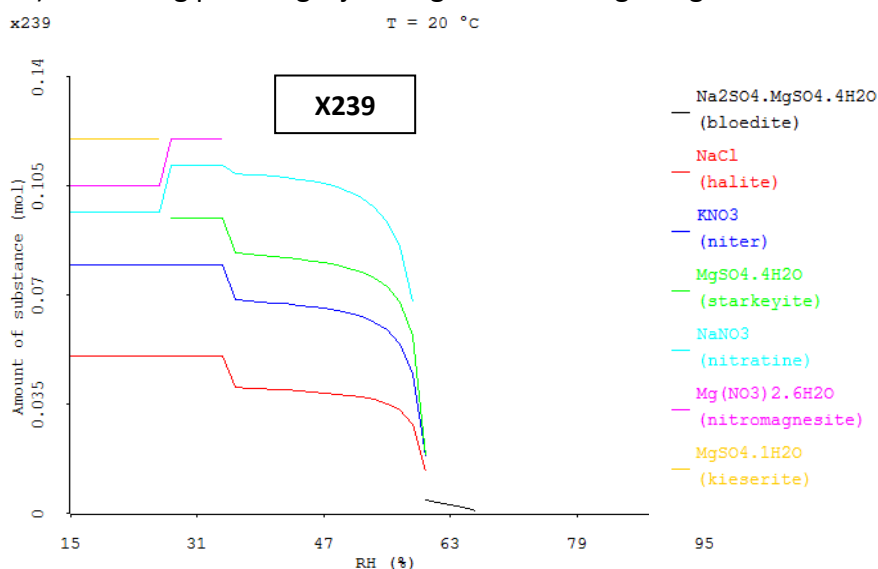
De beschilderde bepleistering zoals bemonsterd in de zones II, III en IV bevat tot aan de zichtbare verkleuring en aantasting een belangrijke zoutcontaminatie (figuren 5, 6 en 7 van de bijlage). Het zoutmengsel is verschillend per zone en/of hoogte met voornamelijk nitraatzouten in zones IIa (x247) en IIIc (x274) (grafieken 3 en 4) en daarnaast ook natriumsulfaat in de zones IIIa (x262), IIIb (x269) en IVa (x275) (grafieken 5 en 6). De verschillende zoutmengsels kristalliseren uit in een ruim gebied van RV waarbij de meeste nitraatzouten constant in oplossing blijven en verschillende destructieve sulfaat, chloride en

nitraatzouten uitkristalliseren rond 80 en/of 60% RV. De XRD analyse van de zoutuitbloei in zone III bevestigt de aanwezigheid van kalium- en natriumnitrat. Verder wordt het weinig oplosbaar zout $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (gips) gedetecteerd wat de aanwezigheid van opstijgend vocht bevestigt (Figuur 2).

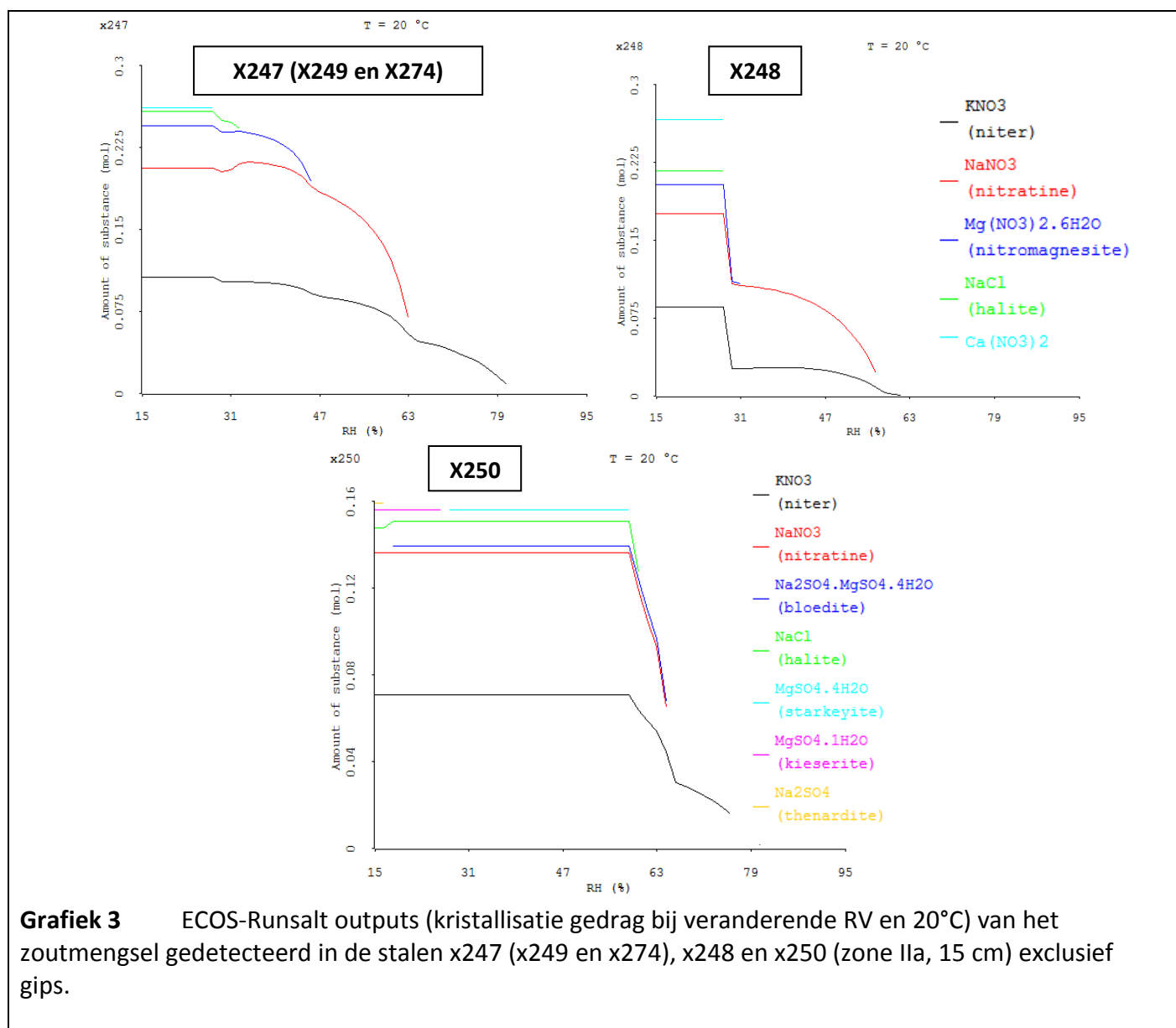
Op de muur in zone V werd in het verleden een cementbepleistering aangebracht tot ongeveer een halve meter hoog. Boven de cement bepleistering (zone Va) is een traditionele kalkbepleistering (zone Vb) aanwezig waaraan schade zichtbaar is (figuur 8 van de bijlage). Naast opstijgend vocht werd een verhoogd zoutgehalte gedetecteerd in de bepleistering van zone Vb; deze bevat naast verschillende nitraatzouten ook natriumsulfaat. Kristallisatie van natriumsulfaat en kaliumnitrat treedt voornamelijk op rond 40 en 70% RV (grafiek 6). De analyse van de zoutuitbloei bevestigt de aanwezigheid van deze twee zouten (figuur 3).



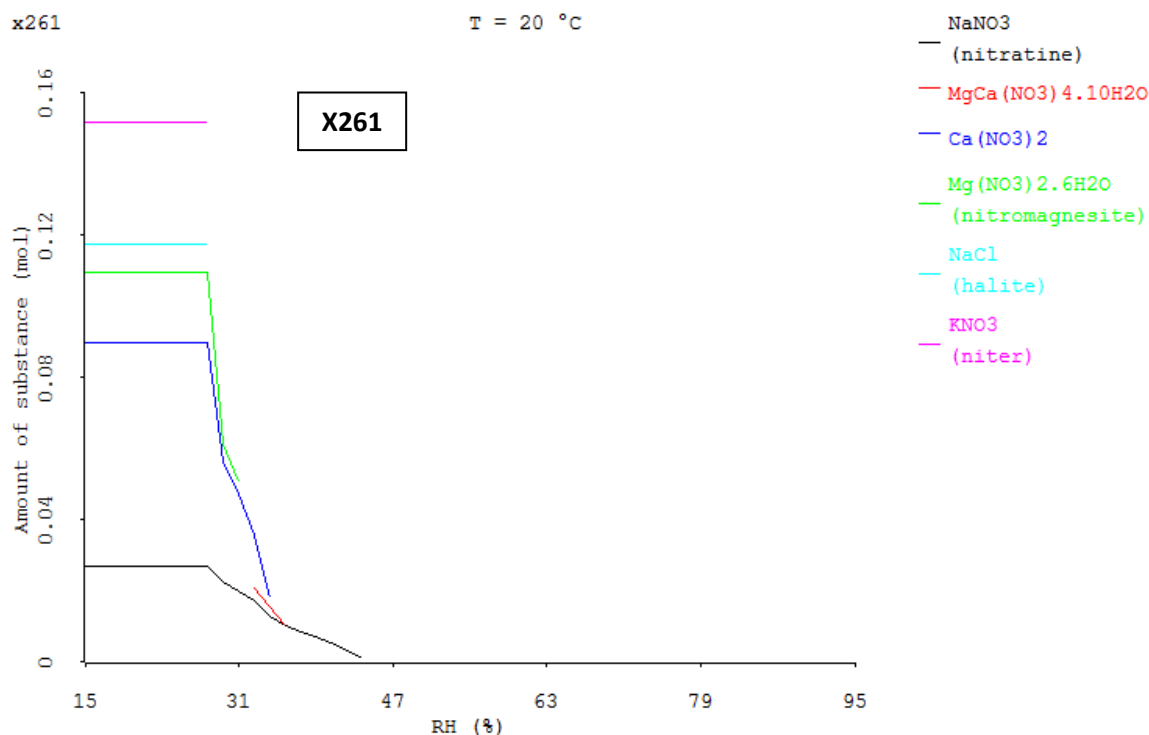
Grafiek 1 ECOS-Runsalt output (kristallisatie gedrag bij veranderende RV en 20°C) van het zoutmengsel gedetecteerd in het staal x234 (eerste 2 cm van de mortelvoeg zone Ia, 55 cm) exclusief gips. Een gelijkaardig kristallisatie gedrag komt voor in de stalen x230,



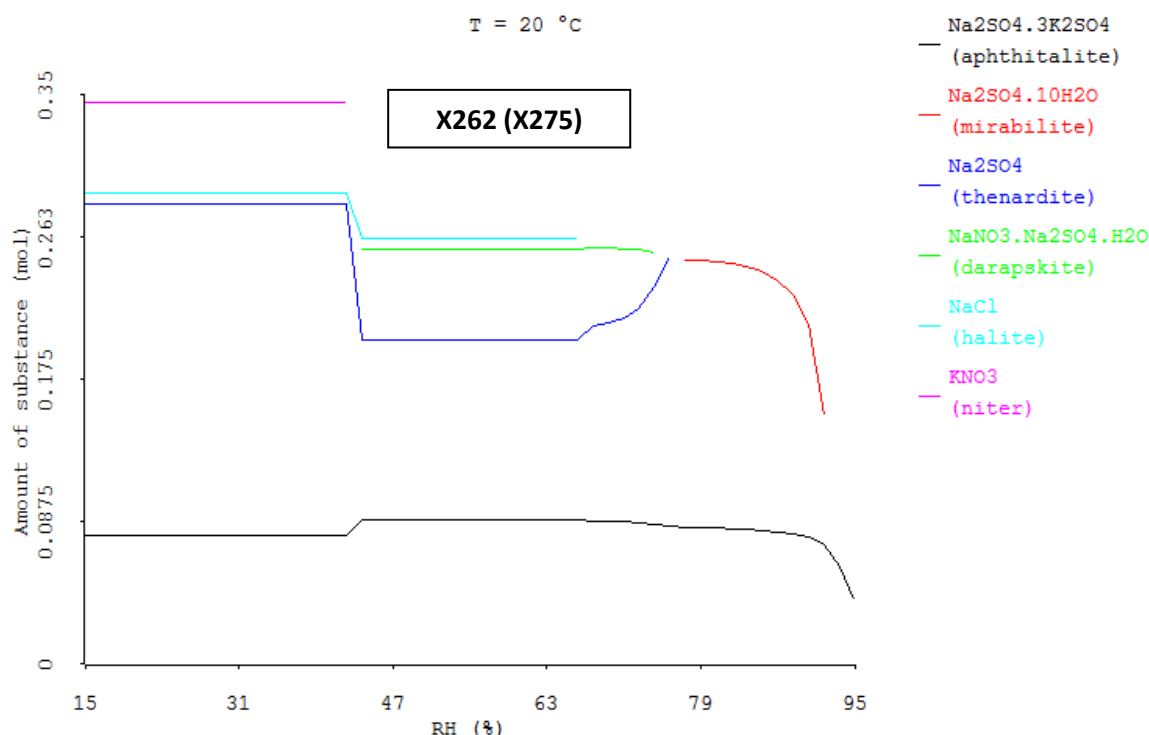
Grafiek 2 ECOS-Runsalt output (kristallisatie gedrag bij veranderende RV en 20°C) van het zoutmengsel gedetecteerd in het staal x239 (de bepleistering zone Ib, 125 cm) exclusief gips.



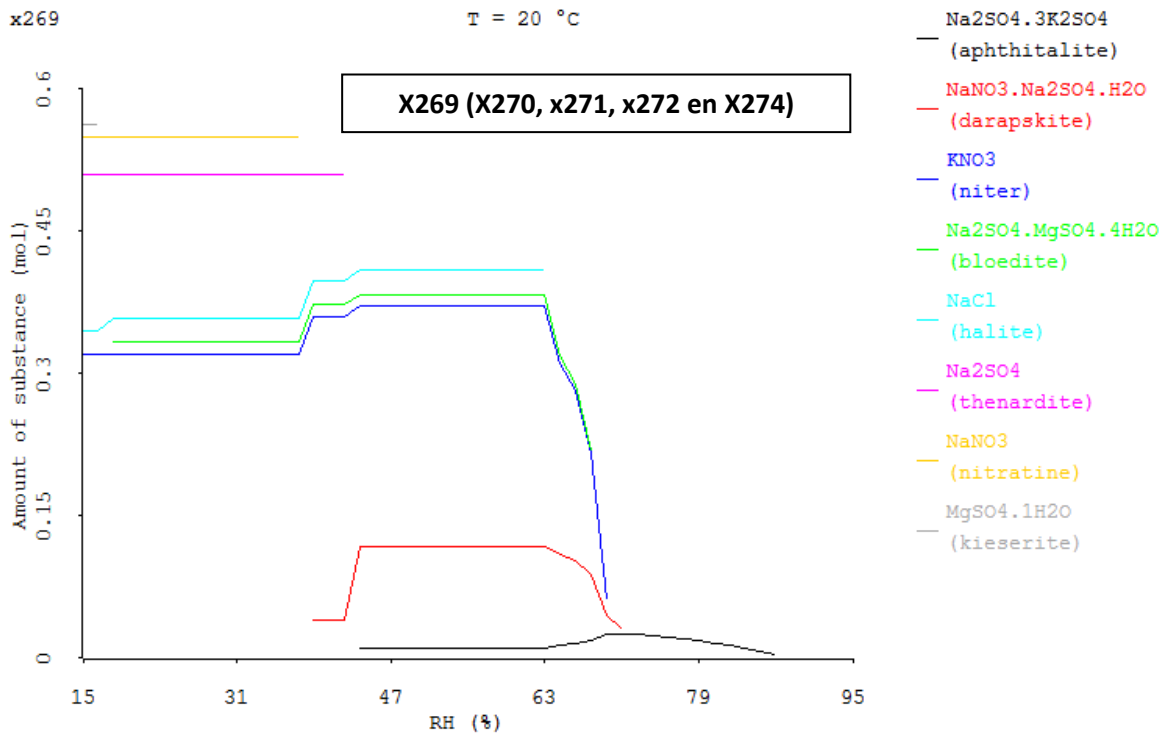
Grafiek 3 ECOS-Runsalt outputs (kristallisatie gedrag bij veranderende RV en 20°C) van het zoutmengsel gedetecteerd in de stalen x247 (x249 en x274), x248 en x250 (zone IIa, 15 cm) exclusief gips.



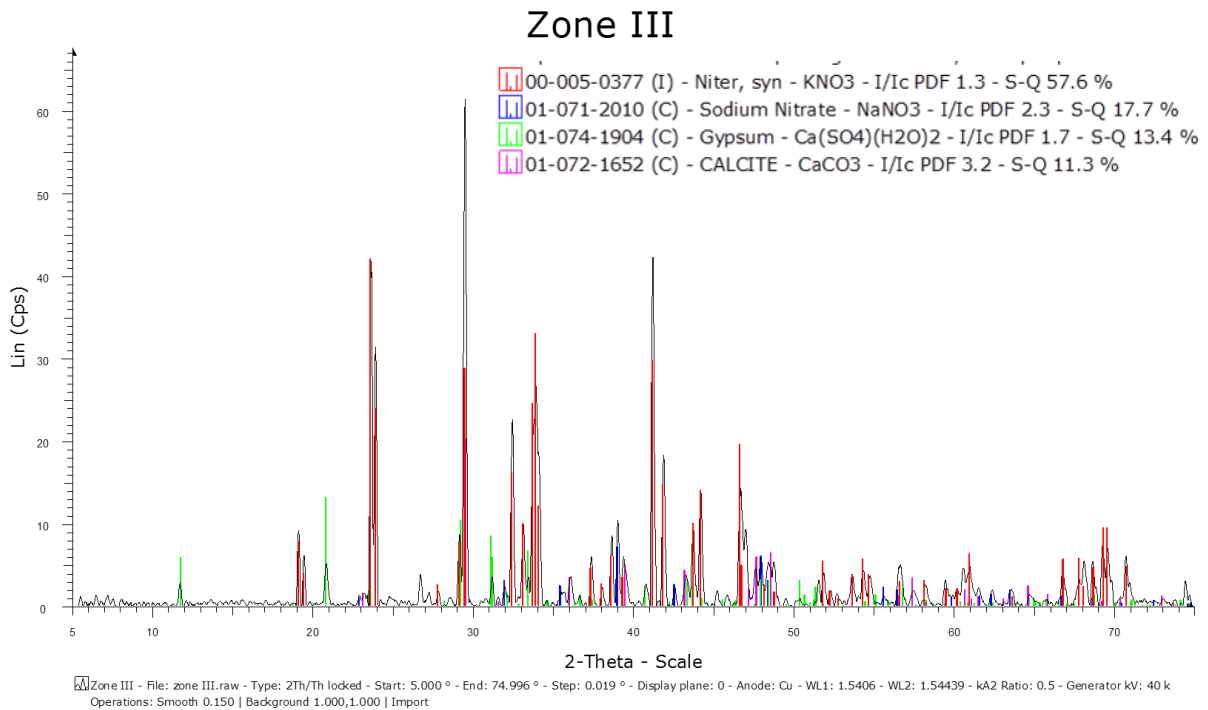
Grafiek 4 ECOS-Runsalt output (kristallisatie gedrag bij veranderende RV en 20°C) van het zoutmengsel gedetecteerd in het staal x261 (de natuursteen zone IIIa, 25 cm) exclusief gips.



Grafiek 5 ECOS-Runsalt output (kristallisatie gedrag bij veranderende RV en 20°C) van het zoutmengsel gedetecteerd in het staal x262 (de bepleistering zone IIIa, 25 cm) exclusief gips. Een gelijkaardig kristallisatie gedrag komt voor in het staal X275 (de bepleistering zone IVa, 10 cm)

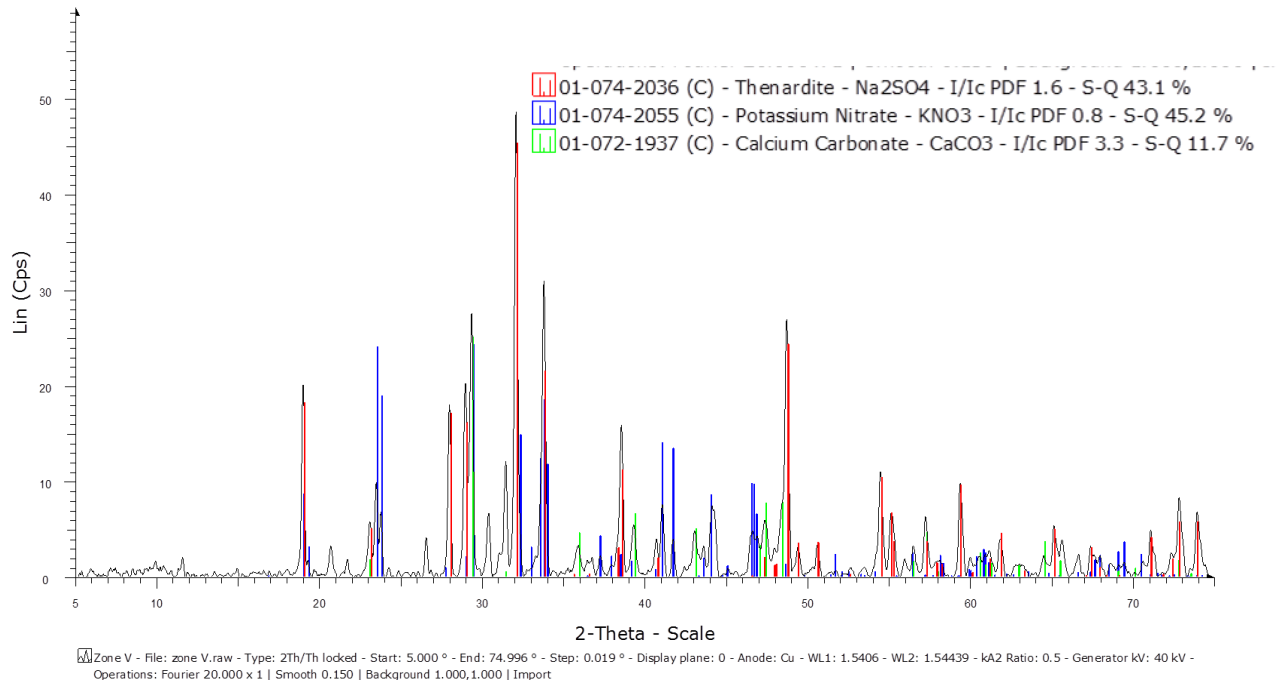


Grafiek 6 ECOS-Runsalt output (kristallisatie gedrag bij veranderende RV en 20°C) van het zoutmengsel gedetecteerd in het staal x269 (de bepleistering zone IIIb, 50 cm) exclusief gips. Een gelijkaardig kristallisatie gedrag komt voor in de stalen x270, x271, x272 en x297 .



Figuur 2 XRD analyse van de zoutuitbloei zone III

Zone V



Figuur 3 XRD analyse van de zoutuitbloei zone V

4 Conclusie en advies

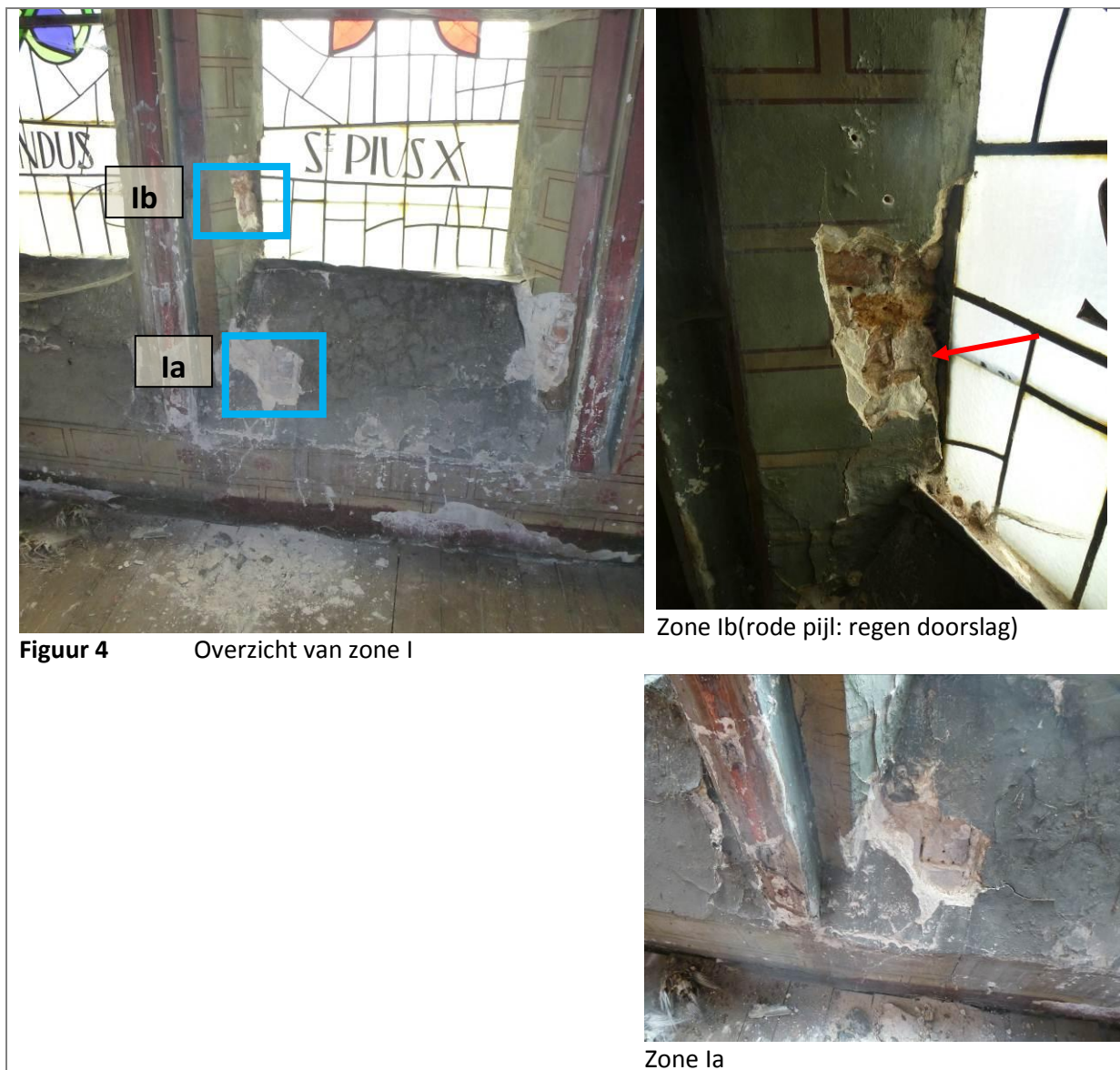
Een actieve vochtbron wordt aan de hand van de stalen gedetecteerd in de zones Ia, IIIa en Vb. De schade aan de bepleistering van zone I wordt voornamelijk veroorzaakt door regendoorslag dat via de beschadigde raamaansluitingen de binnenmuur bereikt. Algemene herstellingen aan de ramen en afwatering zullen verdere schade aan de bepleistering verminderen. Het gedetecteerd vochtgehalte in zones IIIa en Vb wijst op de aanwezigheid van opstijgend vocht dat voornamelijk via de capillaire poriënstructuur van de mortelvoeg migreert naar hogere delen. Ondanks het laag gedetecteerd vochtgehalte in de andere zones kan uit de zichtbare schadepatronen worden afgeleid dat de betreffende muurdelen in het verleden geleden hebben aan een vochtbelasting. Opstijgend grondvocht wordt eveneens bevestigd door de aanwezigheid van zouten die worden afgezet op het droogfront (aan het oppervlak in de bepleistering) en verder afnemen met de hoogte. Er kan worden aangenomen dat de vochtbelasting en zoutaccumulatie in de muren zal toenemen als de vloer wordt vernieuwd waarbij een vochtscherm wordt voorzien.

Over het algemeen kan worden aangenomen dat zowel de bepleistering als de mortelvoeg zoutbelast zijn en dit op alle plaatsen waar de muurschilderingen verkleurd zijn. De zoutbelasting wijkt sterk af per zone. Afgeleid uit de klimaatgegevens die in de kerk werden geregistreerd tussen eind april en begin juni, waarbij RV waarden werden gemeten tussen 75 en 35%; en een temperatuur tussen 25 en 15°C kan worden gesteld dat het aanwezige zout regelmatige cycli van oplossing en kristallisatie zal ondergaan. Een deel van de aanwezige nitraatzouten zal bijna constant in oplossing blijven terwijl kalium- en natriumnitrat, natriumchloride en natriumsulfaat regelmatig zullen uitkristalliseren in een ruim gebied van RV. Het afstellen van gunstige klimaatomstandigheden is dusdanig niet haalbaar.

Voor er wordt overgegaan tot het vernieuwen van de vloer is het aangewezen alle muren waar verkleuringen van de muurschilderingen zichtbaar zijn te behandelen tegen opstijgend grondvocht en eventuele vochttransport via de bepleistering te onderbreken. Aangezien het bindmiddel van de muurschilderingen hoogst waarschijnlijk organisch van aard is, is vochttransport doorheen deze laag beperkt, waardoor een zoutextractie niet haalbaar is. Om verdere zoutschade aan de muurschilderingen te voorkomen is het aangewezen minsten 2 maanden na een behandeling tegen opstijgend vocht de bepleistering te verwijderen tot 10 cm buiten de zichtbare verkleuringen, nadien dient de mortelvoeg zo diep mogelijk te worden vervangen. De muurschilderingen kunnen daarna worden gereconstrueerd. Voor zover de staalname in zones IV en V representatief is voor de gehele muur is een behandeling tegen opstijgend vocht en het vervangen van de bepleistering tot een meter hoog voldoende.

Bijlage

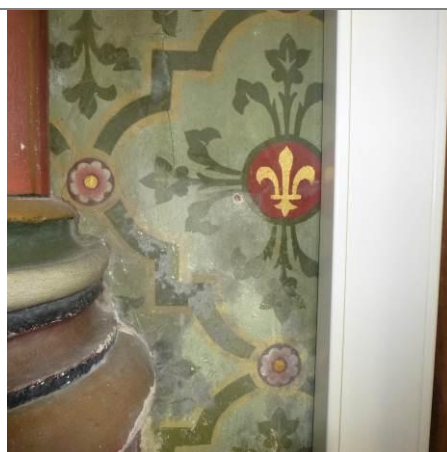
Afbeeldingen van de genomen stalen per zone



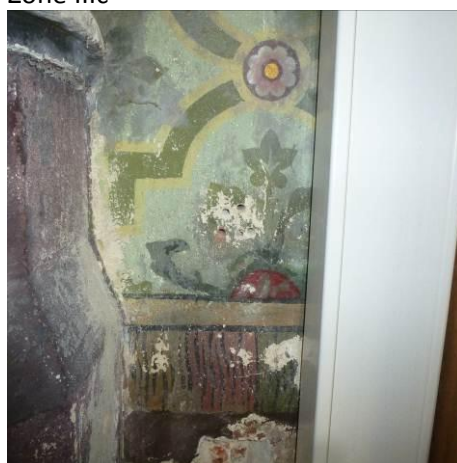




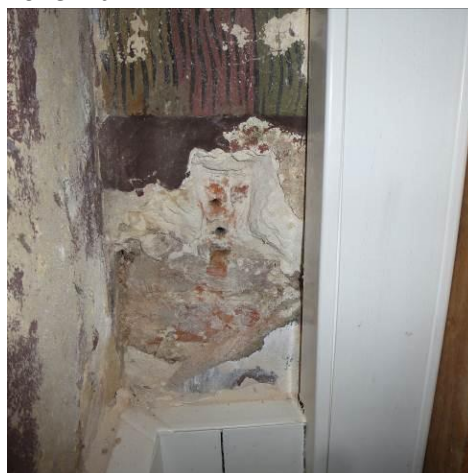
Figuur 6 Overzicht van zone III



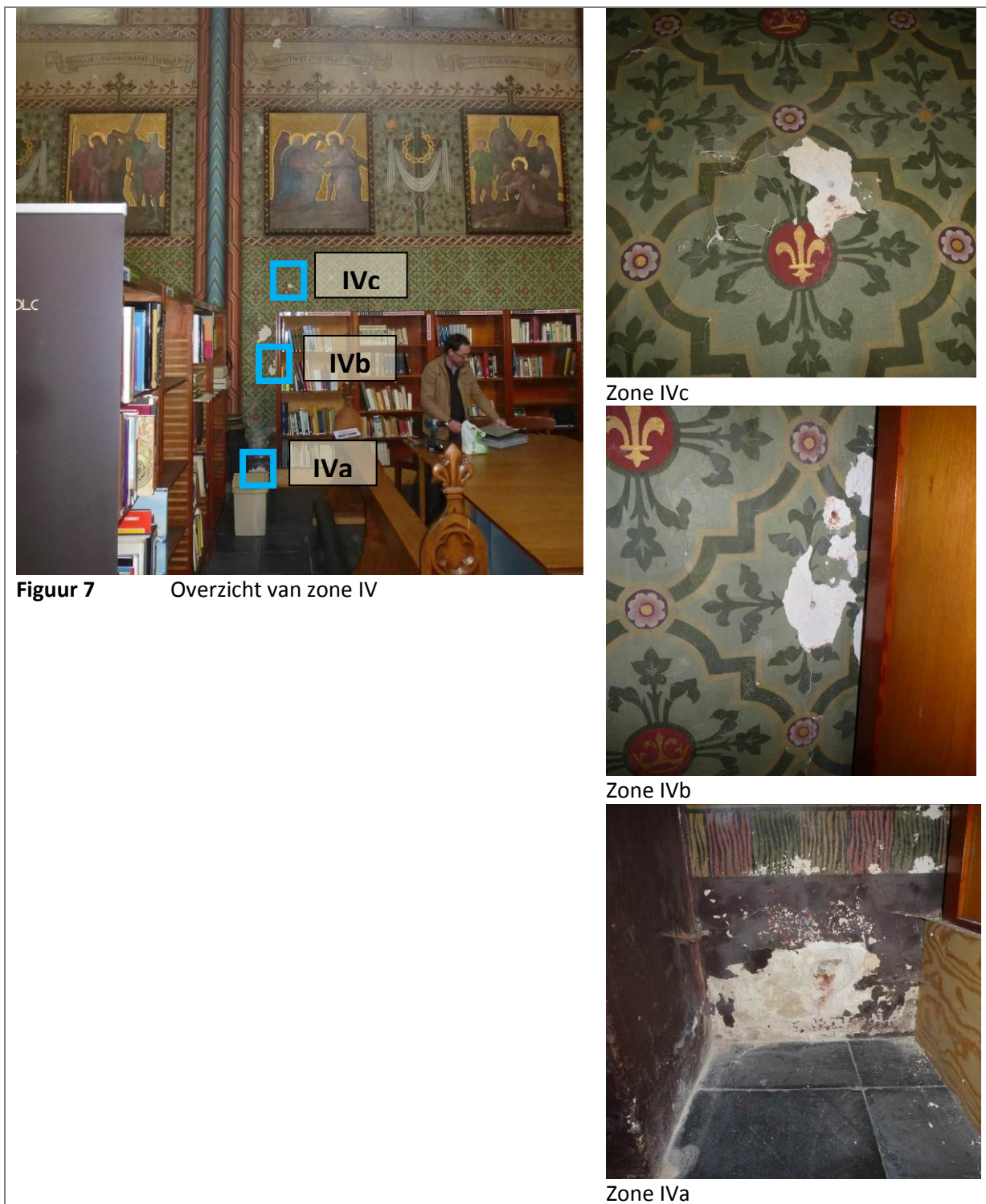
Zone IIIc



Zone IIIb



Zone IIIa



Figuur 7 Overzicht van zone IV

