NEBEST B.V.
Schoonhovenseveer 31-33
2964 GB Groot Ammers
Postbus 61
2964 ZH Groot Ammers
T 0184 60 17 66
F 0184 60 12 11
mail@nebest.nl
www.nebest.nl

Aquariumgebouw Artis Amsterdam

Onderzoek metselwerk scheidingswand tussen zoet- en zeewater

Opdrachtgever	Stichting Natura Artis Magistra
Rapportnummer	B 15582 r01v01
Status	Definitief
Rapportdatum	5 december 2011
Uitvoering	5.1.2e en 5.1, 2, e
Projectleider	5.1.2e

Autorisatie	Naam	Paraaf	Datum
Auteur	5.1.2e	5.1.2e	5-12-2011
Controle	5.1.2e		05/12/2011.
Vrijgave	5.1.2e		5/12/2011

Op al onze werkzaamheden is de Regeling van de Verhouding tussen Opdrachtgever en adviserend ingenieursbureau RVOI-2007 van toepassing.
Deze voorwaarden liggen op ons kantoor ter inzage.

Titel : Aquariumgebouw Artis Amsterdam

Rapportnummer : B 15582 r01v01

INHOUDSOPGAVE

1	**INLEIDING EN OPDRACHT**	**3**
2	**ONDERZOEK**	**4**
3	**RESULATEN**	**5**
3.1	Visuele inspectie scheidingswand	5
3.2	Visuele inspectie onderzijde vloer tussen assen 1 en 5	6
3.3	Visuele inspectie stalen liggers tussen as 0 en 1	7
3.4	Monsterneming	9
3.5	Laboratoriumresultaten poedermonsters	10
3.6	Visueel onderzoek cilinders	10
3.7	Onderzoek porositeit en druksterkte	13
4	**BEOORDELING VAN DE RESULTATEN**	**14**
4.1	Metselwerk scheidingswand zoet- en zeewater	14
4.2	Vloer expositieruimte (as 1-5)	14
4.3	Aantasting stalen ligger in vloer (as 0-1)	15
5	**CONCLUSIE EN ADVIES**	**16**
5.1	Metselwerk scheidingswand zoet- en zeewater.	16
5.2	Vloer expositieruimte (as 1-5)	16
5.3	Stalen liggers in vloer (as 0-1)	16

Bijlage 1 Tekening met locaties cilinders en inspectie van I-profielen.

Bijlage 2 Tekening met locaties van monsterneming voor zoutgehalten metselwerk.

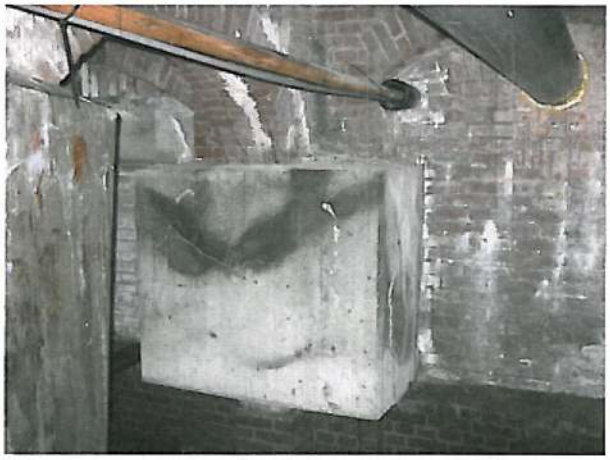
Bijlage 3 Beschrijving onderzoek van zouten in metselwerk.

1 INLEIDING EN OPDRACHT

In augustus 2010 heeft Nebest Koning & Bienfait een onderzoek uitgevoerd naar de toestand van het beton en metselwerk in de waterkelder van het zeeaquarium.
Het onderzoek is op 5 oktober 2010 gerapporteerd met rapportnummer C15359 r01v01.
Als vervolg op het uitgevoerde onderzoek zijn aanvullende vragen gesteld over de toestand van de scheidingswand tussen zoet- en zeewater en een vloer met stalen profielen.
De reden van deze vragen is het onderzoek naar de omvang die de renovatie van het aquarium-gebouw moet krijgen. In de wand tussen zoet- en zeewater zitten ook vier gemetselde kolommen waar het dak van het gebouw op rust. Ook de vloer van de expositieruimte, met stalen liggers en gemetselde togen, is onderdeel van dit onderzoek.

Aan Nebest B.V. zijn de volgende drie vragen gesteld:

1. Wat is de mate van aantasting van het metselwerk van de scheidingswand tussen het zoet- en zeewaterdeel langs as C.
2. Wat is de mate van aantasting van de bestaande vloer van de waterkelder tussen as 1 en 5?
3. Wat is de mate van aantasting van de stalen liggers in de onderdoorgang tussen as 0 en 1?



Figuur 1: metselwerk met beton als scheiding tussen zoet- en zeewater.

2 ONDERZOEK

Het onderzoek ter plaatse is uitgevoerd op 11 en 24 oktober 2011. Op vijf locaties is een cilinder uitgeboord met een diameter van 75 mm. De diepte is circa 500 mm. De cilinders zijn op het laboratorium nader visueel onderzocht op samenhang en aantastingverschijnselen. Met een massieve boor zijn op vijftien locaties poedermonsters geboord uit het metselwerk voor bepaling van het zoutgehalte. Per locatie is op twee diepten geboord: van 0 tot 50 mm en van 200 tot 250 mm

Op 24 oktober 2011 is onderzoek uitgevoerd naar de vloer tussen de expositieruimte en de waterkelder tussen assen 1 en 5. Hierbij zijn gaten gehakt naast de IP-profielen om de corrosie van de profielen te beoordelen.

Uit de scheiding tussen zoet- en zeewater is een halve baksteen verwijderd uit het kolomgedeelte dat doorloopt tot het dak. Deze baksteen is anders dan de bogen en wand tussen de zoet- en zeewaterdeel. De baksteen is onderzocht op porositeit door middel van vrijwillige wateropname en is vergeleken met de baksteen uit de scheidingswand. Alle monsters zijn boven het waterniveau van de zandfilters geboord.

3 RESULATEN

3.1 Visuele inspectie scheidingswand

Voor een algehele indruk van het metselwerk en de betonnen omhullingen verwijzen wij naar rapport C 15359.De omvang van schade, scheuren en afbrokkeling van beton en metselwerk is na de inspectie in augustus 2010 tot oktober 2011 duidelijk toegenomen. In de scheidingswand tussen het zoet- en zeewater (as C) zijn twee kolommen versterkt door een laag gewapend beton om het metselwerk aan te brengen, zie figuur 1. Het beton van deze omhulling is net zo aangetast als de omhullingen van de kolommen in as B. Wapeningscorrosie en scheuren door alkali-silica-reactie (ASR) zijn in die twee kolommen volop aanwezig.

De wand in as C is op waterhoogte twee steen dik. De kolommen en bogen zijn daar onderdeel van en zijn dikker dan de wanden. De bogen tussen zoet en zeewater zijn opgevuld met steensmetselwerk. De bogen en de wand in as C zijn gemaakt met een kleine rode baksteen. In as C zitten ook nog vier dikkere wanddelen gemaakt met een grotere en iets lichter gekleurde steen. Deze vier delen bevinden zich tussen de assen 6-7, 11-12, 15-16 en 20-21. De vier delen zijn het onderste deel van de kolommen die het dak dragen boven de aquariabakken.

Op de wanden met de kleine rode steen zijn witte zouten te zien in wisselende hoeveelheden. Het meeste zout is te zien op de vulwanden tussen de bogen van as C.



Figuur 1: zoutuitbloei op scheidingswand.

De vier delen van de kolommen van het dak zijn duidelijk minder belast met zeezout dan de overige delen in wand as C.
In de twee kolommen zijn smalle deuren geplaatst voor een doorgang tussen het zeewater- en het zoetwaterdeel. Het metselwerk ziet er redelijk goed uit; er zijn geen zoutconcentraties of lekkagesporen te zien op de kolommen.

In de gemetselde bogen tussen as B en as C zijn scheuren te zien die dicht zijn gemaakt met een witte mortel en zijn geïnjecteerd met een kunsthars. De scheuren lopen vaak door in de boogkolom van as C.



Figuur 2: geïnjecteerde scheur in boog.

3.2 Visuele inspectie onderzijde vloer tussen assen 1 en 5

De onderzijde van de vloer (expositieruimte) tussen assen 1 en 5 is opgebouwd met bogen metselwerk. De twee bogen zitten boven zeewaterbakken die tot de gang van het zoetwaterdeel doorlopen. Naast de bakken zijn smalle gangen gesitueerd. Het metselwerk in de smalle gangen is op veel plaatsen afgebrokkeld door aantasting door zouten in de baksteen. De stenen zijn in het verleden duidelijk belast met zeezout en maken nu een droge indruk.



Figuur 3: afgebrokkelde baksteen in gedroogd metselwerk.

In de bogen boven het zeewaterdeel is ook zoutuitbloei zichtbaar. Het metselwerk is nog nat en de schade is beperkt. Groene aanslag is zichtbaar aan de zijde van het daglichtraam. In de boog is een scheur te zien, droog en zonder lekkage sporen. Mogelijk is condens op het steenoppervlak de oorzaak van de groene algaangroei.



Figuur 4: groene aanslag en scheuren in onderzijde vloer.

3.3 Visuele inspectie stalen liggers tussen as 0 en 1

De technische ruimte, tussen as 0 en 1, heeft een plafond van bogen metselwerk tussen stalen liggers. De liggers liggen in de lengterichting van het gebouw. Een deel van de vloer aan de N.O.-zijde is vervangen door gewapend beton. Het metselwerk is ooit geschilderd en bladdert nu sterk af.
De onderflenzen van de I-profielen zijn gecorrodeerd.



Figuur 5: profiel en metselwerk in technische ruimte.

Voor een inspectie van het "lijf" en de bovenflens is een stukje metselwerk weggebroken. Op drie locaties is het I-profiel visueel onderzocht en is de dikte van het profiel gemeten. De locaties zijn aangegeven op tekening bijlage 1 als locatie 1 tot en met 3.

Locatie 1 (zie foto 6).
Op het lijf zit een dikke, dichte en compacte corrosielaag met een dikte van enkele millimeters. Deze laag is te verwijderen van het staal met een beitel. De bovenflens is aan de onderzijde gecorrodeerd overeenkomstig de onderflens; het betreft matige oppervlaktecorrosie.
Met een wanddiktemeter is de staaldikte van het lijf gemeten. De metingen geven wisselende waarden van 8 tot 10 mm. Mogelijk wordt ook een deel van de corrosieproducten meegenomen bij de wanddiktemeting. De flensen hebben nog bijna de oorspronkelijke (schuine) dikte.
De flens is 92 mm breed en het profiel is 240 mm hoog.



Figuur 6: I-profiel locatie 1.

Locatie 2 (bij beschadigd metselwerk).
Het I-profiel is in uiterlijk gelijk aan locatie 1. De corrosieproducten zijn als een washuid goed verdicht op het lijfvlak aanwezig. Het lijf heeft een gemeten dikte van 7,2 tot 8,0 mm. De flensen hebben nog bijna de oorspronkelijke (schuine) dikte. De flens is 92 mm breed en het profiel is 240 mm hoog.



Figuur 7: I-profiel locatie 2.

Locatie 3
In de gang langs het zoetwaterdeel zijn ook nog onderflensen te zien in de breedterichting van het gebouw. Deze onderflenzen zijn veel sterker gecorrodeerd dan de I-profielen in de aangrenzende technische ruimte. De oorzaak van deze sterke corrosie is waarschijnlijk het verschil in vochtbelasting door condens. De corrosie is ook in het metselwerk goed te zien. Bij enkele oplegpunten is het metselwerk al hersteld. De locatie van deze oplegpunten komt overeen met de schade aan de vloerzijde in de expositiehal, waar een rij tegels omhoog komt. De corrosie van het lijf komt overeen met de twee locaties in de technische ruimte. De dikte van het lijf is 7,2 tot 8,0 mm. De flensen hebben nog bijna de oorspronkelijke (schuine) dikte.
De flens is 92 mm breed en het profiel is 190 mm hoog.



Figuur 8: corrosie I-profielen locatie 3.



Figuur 9: corrosie op lijf profiel locatie 3. In het midden is de corrosie weggeslagen.

3.4 Monsterneming

Op vijf plaatsen is een cilinder uit het metselwerk geboord voor een visuele inspectie van de toestand van het metselwerk. De locaties zijn in bijlage 1 aangegeven als cilinder 1 tot en met 5. De cilinders hebben een diameter van 75 mm en een lengte van circa 400 mm.

Tabel 1; monsterlocaties cilinders.

Cilindernummer	Locatie omschrijving	Opmerking
1	Kolom met betonomhulling en betonschade, op 1,2 meter hoogte van b.g. gang	Veel wapeningscorrosie
2	Kolom boog naast op 0,8 meter hoogte	Naast scheur in metselwerk
3	Kolomboog naast aansluitend op kolom dak op 0,8 meter hoogte	-
4	Kolom boog op 0,8 meter hoogte	-
5	Onderzijde vloer in as 2, begin van boog	Zout belast deel boven lege bak.

Voor onderzoek naar vocht en zouten zijn poedermonsters geboord tot een diepte van 100 mm in de baksteen.

De locaties zijn aangegeven in een tekening bijlage 2. In de resultaten tabel 2 staat een korte omschrijving van de monsterlocatie.
De poedermonsters zijn gedroogd bij 105° C tot constante massa, waarmee het vochtgehalte is berekend op het natte monster. De poedermonsters zijn onderzocht op zoutgehalte door metingen van de elektrische geleidbaarheid in een waterig extract. De methode is beschreven in bijlage 3.

3.5 Laboratoriumresultaten poedermonsters

Tabel 2; locaties en resultaten baksteenonderzoek.

nummer	omschrijving	diepte mm	vochtgehalte %m/m op nat	zoutbelasting µS/cm
1a	cilinder 1	0-50	14,1	7359
1b	cilinder 1	200-250	15,5	5880
2	vulwand naast cilinder 1	0-50	6,9	1133
3a	cilinder 2 kolom/boog	0-50	3,2	1512
3b	cilinder 2 kolom/boog	200-250	8,5	2720
4	vulwand naast cilinder 2	0-50	0,3	221
5a	cilinder 3 kolom/boog	0-50	11,9	1478
5b	cilinder 3 kolom/boog	200-250	15,1	1495
6a	metselwerk dakkolom cilinder 3	0-50	4,0	1332
6b	metselwerk dakkolom cilinder 3	200-250	13,9	739
7a	cilinder 4 boog van metselwerk	0-50	19,3	2894
7b	cilinder 4 boog van metselwerk	200-250	20,6	2650
8	vulwand bij cilinder 4	0-50	13,7	2160
9a	plafond boog bij cilinder 5	0-50	15,0	2260
9b	plafond boog bij cilinder 5	200-250	18,7	1387
10a	plafond met alg aangroei	0-50	8,8	1839
10b	plafond nabij scheur	0-50	14,3	115
11	plafond I-balk	0-50	0,3	2151
12	plafond bij schade steen	0-50	0,2	1285
13	plafond gang zoetwater I-balk	0-50	2,3	1220
14	wand gang / bezoekersruimte	0-50	0,2	392
15a	metselwerk dakkolom cilinder 2	0-50	2,5	1168
15b	metselwerk dakkolom cilinder 2	200-250	4,9	862

De zouten in de poedermonsters komen overeen met zeezout, hoofdzakelijk natriumchloride, magnesiumchloride en natriumsulfaat.

3.6 Visueel onderzoek cilinders

Onderzocht zijn:
- vijf boorkernen met diameter 75 mm., gemerkt 1 tot en met 5;
- één baksteen uit een kolom voor het dak, gemerkt 6.

Het metselwerk is samengesteld uit zachte relatief poreuze rode bakstenen en een goed verdichte, vermoedelijk met kalk gebonden, metselmortel waarin schelpfragmenten duidelijk zichtbaar zijn.
Het metselwerk is nagenoeg vol en zat gemetseld, de ruimten tussen de stenen zijn vrijwel geheel met metselmortel gevuld.


Figuur 10: cilinder 1.


Figuur 11: cilinder 2.


Figuur 12: cilinder 3.



Figuur 13: cilinder 4.



Figuur 14: cilinder 5.

Bij het drogen van monster 1 vormt zich een witte uitslag op het oppervlak van de boorkern. Dit duidt op een sterke zoutbelasting van het metselwerk op deze locatie.



Figuur 15: zout belasting cilinder 1, zichtbaar na drogen metselwerk.

De buitenste 115 mm van boorkern 1 bestaat uit gewapend beton. Het beton is in de dekkingszone en ter hoogte van de wapening gescheurd. De wapening in het beton is sterk gecorrodeerd. Beoordeeld aan de mate van roestverspreiding is hier sprake van door chloriden geïnitieerde corrosie van de wapening. Het beton heeft duidelijke kenmerken van een alkali-silica-reactie (ASR), zoals ook in het onderzoek aan de kolommen in as B is aangetoond, zie rapport C 15359 van 1 september 2010.



Figuur 16: cilinder 1 betonomhulling van kolom.

Aan de metselwerkcilinders is geen schade aangetroffen. Zowel de bakstenen als de metselmortel vertonen geen zichtbare sporen van aantasting of schade.

Uit een kolom van het dak is een (grote) baksteen (gemerkt 6) bemonsterd ten behoeve van een nader onderzoek naar de porositeit en druksterkte. Een baksteen uit boorkern 2 is eveneens onderzocht op porositeit.
De druksterkte is onderzocht conform NEN-EN 772-1 en de porositeit is onderzocht conform NEN-EN 772-3.

3.7 Onderzoek porositeit en druksterkte

Tabel 3

monster	volumieke massa droog [kg/m^3]	porositeit [%^{v}/$_v$]	druksterkte [N/mm^2]
2	1650	33,5	-
6	1765	30,0	37,2

4 BEOORDELING VAN DE RESULTATEN

4.1 Metselwerk scheidingswand zoet- en zeewater

De zoutconcentraties van acht van de negen onderzochte locaties is hoog tot extreem hoog te noemen.Een elektrische geleidbaarheid van een waterextract van steenpoeder hoger dan 1100 µS/cm is schadelijk voor de baksteen en metselmortel. Vooral het natriumsulfaat is schadelijk als de steen droogt. Door kristallisatie en vorming van kristalwater ($Na_2SO_4.10\ H_2O$) ontstaat druk in het inwendige van de steen of mortel waardoor de steen afbrokkelt. Zolang de steen nat blijft, is kristallisatie niet aanwezig. Aan het metselwerk is duidelijk zichtbaar waar het droog is en zoutbelast. Daar is duidelijk schade aan de stenen zichtbaar. Een voorbeeld van het schademechanisme is goed zichtbaar aan de onderzijde van de vloer, as 1-5 in de smalle gangen.

In de kolommen en bogen van de scheiding tussen zoet- en zeewater zijn hoge zoutgehalten gemeten. Op de meeste locaties is ook een hoog vochtgehalte aanwezig, waardoor de schade nog niet zichtbaar is geworden. Ook de opvulwanden zijn extreem belast met zeezouten. De hoeveelheden zout zijn sterk wissend en afhankelijk van lekkagepunten in het verleden en mogelijke defecten in de waterafdichting in de waterbakken (zandfilters). De twee kolommen die in de vorige eeuw zijn bekleed met gewapend beton zijn ook zwaar belast met zeezout en waarschijnlijk beschadigd. De schade is echter niet te zien aan cilinder 1 uit het metselwerk.
Het metselwerk onder het waterniveau is niet bemonsterd. Gezien het zoutgehalte boven het waterniveau is het aannemelijk dat het zoutgehalte gelijk of hoger is dan boven het waterniveau. Gezien het hoge zoutgehalte in het metselwerk is de kans op ernstige schade groot als het metselwerk gaat drogen. Wanneer het zeewaterdeel wordt vervangen door betonnen bakken zal het metselwerk van de scheiding tussen zoet- en zeewater kunnen drogen. De omvang van de schade is niet voorspelbaar, evenmin als de snelheid daarvan.

De kolommen waar het dak van het gebouw op rust, zijn van een ander type metselwerk dan de rest van de kelderconstructie. De gebruikte baksteen is groter en minder poreus dan de scheidingswand en de bogen met kolommen. Het zoutgehalte in de kolommen is lokaal hoog (1330 µS/cm), maar bereikt niet de extreme waarden van 2000 µS/cm en hoger.
Schade of uitbloei van zouten is niet zichtbaar aan het metselwerk van de dakkolommen.
De dakkolommen zijn te handhaven in een nieuwe situatie, waarbij een mate van risico tot schade in te toekomst acceptabel is.

4.2 Vloer expositieruimte (as 1-5)

De vloer van de expositieruimte bevat veel zout. In de droge smalle gangen is de schade aan het metselwerk zichtbaar. Condens en incidentele lekkages hebben geleid tot de schade aan de bakstenen en de scheuren in het metselwerk. Corrosie van de stalen I-profielen in de gang van het zoetwaterdeel veroorzaakt een scheur in de natuurstenen vloerafwerking van de expositieruimte. Door de hoge luchtvochtigheid in de kelder zal de kansen op corrosie aanwezig blijven en verdere aantasting van de vloer mogelijk blijven. Herstel voor het behouden van de vloer is moeilijk uitvoerbaar, waardoor de restlevensduur van de vloer beperkt blijft.
Hetzelfde probleem is ook in de vloer van as 0-1 aanwezig. De vloer is droog en het zoutgehalte is hoog. Schade aan bakstenen is zichtbaar.

4.3 Aantasting stalen ligger in vloer (as 0-1)

De stalen liggers zijn rondom gecorrodeerd aan het oppervlak. Beschermende lagen zijn niet (meer) zichtbaar. De corrosie heeft nog niet geleid tot grote dikteafname van flenzen of lijf. De volumevergroting van de corrosieproducten leidt wel tot vervorming en scheuren in het aansluitend metselwerk. De corrosie van de bovenflens is alleen te stoppen als de ligger volledig vrij komt te liggen. Vervanging is dan een betere optie met een duurzame bescherming op het staal. Gezien de schade aan het metselwerk (bogen) van de vloer is volledig vervanging van de stalen liggers de beste opties. Het aanbrengen van een gewapende betonvloer is hierbij de beste optie voor een schadevrije vloer.

5 CONCLUSIE EN ADVIES

5.1 Metselwerk scheidingswand zoet- en zeewater

Het metselwerk van de kolommen, bogen en vulwanden is op veel locaties zwaar belast met zee-zouten. De wand is op de meeste locaties ook nat, mogelijk door lekkages van bovengelegen waterbakken of door optrekkend vocht uit de zandfilters. De locaties met de hoogste zoutgehalten zijn duidelijk belast geweest met lekwater. Op de locaties die de kans krijgen te drogen, ontstaat schade aan het metselwerk door kristallisatie van zouten. De schade is zichtbaar in de vorm van afschilfering van het steenoppervlak, maar leidt ook tot scheuren in kolommen en togen. Bij een renovatie van het aquariumgebouw zal het metselwerk drogen en verder desintegreren. Het behouden van het metselwerk op as C (scheiding tussen zoet- en zeewater) is niet mogelijk.
Nebest B.V. adviseert voor het gehele zeewaterdeel van het gebouw, al het metselwerk te vervangen door betonnen constructies, uitgevoerd in milieuklasse XS3. Hierbij moet ook de gemetselde wand tussen zoet- en zeewater worden vervangen.

De kolommen in de scheidingswand die de draagconstructie voor het dak vormen zijn onderdeel van de scheidingswand. Deze vier kolommen zijn ook zoutbelast. De bakstenen waarmee de kolommen zijn gemaakt, zijn minder poreus en hoger in druksterkte. Op basis van het zoutgehalte en de risico's van zoutkristallisatie in de toekomst is het advies ook deze kolommen te vervangen voor tenminste het onderste deel in de waterkelder.

De kolommen zijn niet zichtbaar beschadigd. De maximale zoutconcentratie die in het metselwerk is gemeten bedraagt 1332 µS/cm. Dit is een schadelijk zoutconcentratie, maar niet zo extreem hoog als in het metselwerk van de scheidingswanden met de kleinere en meer poreuze baksteen.
Het behouden van de metselwerkkolommen voor het dak is een aanvaardbaar risico als vervanging niet of bijna niet mogelijk is. Hierbij is te denken aan het bekleden en het versterken van de kolommen op kelderniveau met beton.

5.2 Vloer expositieruimte (as 1-5)

Het metselwerk van de togen die de vloer van de expositieruimte vormt is zoutbelast. Het zout geeft een geleidbaarheid tot 2260 µS/cm. De delen die hebben kunnen drogen, zijn ook duidelijk aangetast door de zoutkristallisatie. De stalen liggers in deze vloer zijn ook aangetast en veroorzaken schade aan de vloerzijde door expansie van de corrosieproducten.
Nebest B.V adviseert de vloer met de dragende wanden volledig te vervangen door een betonconstructie in milieuklasse XS3.

5.3 Stalen liggers in vloer (as 0-1)

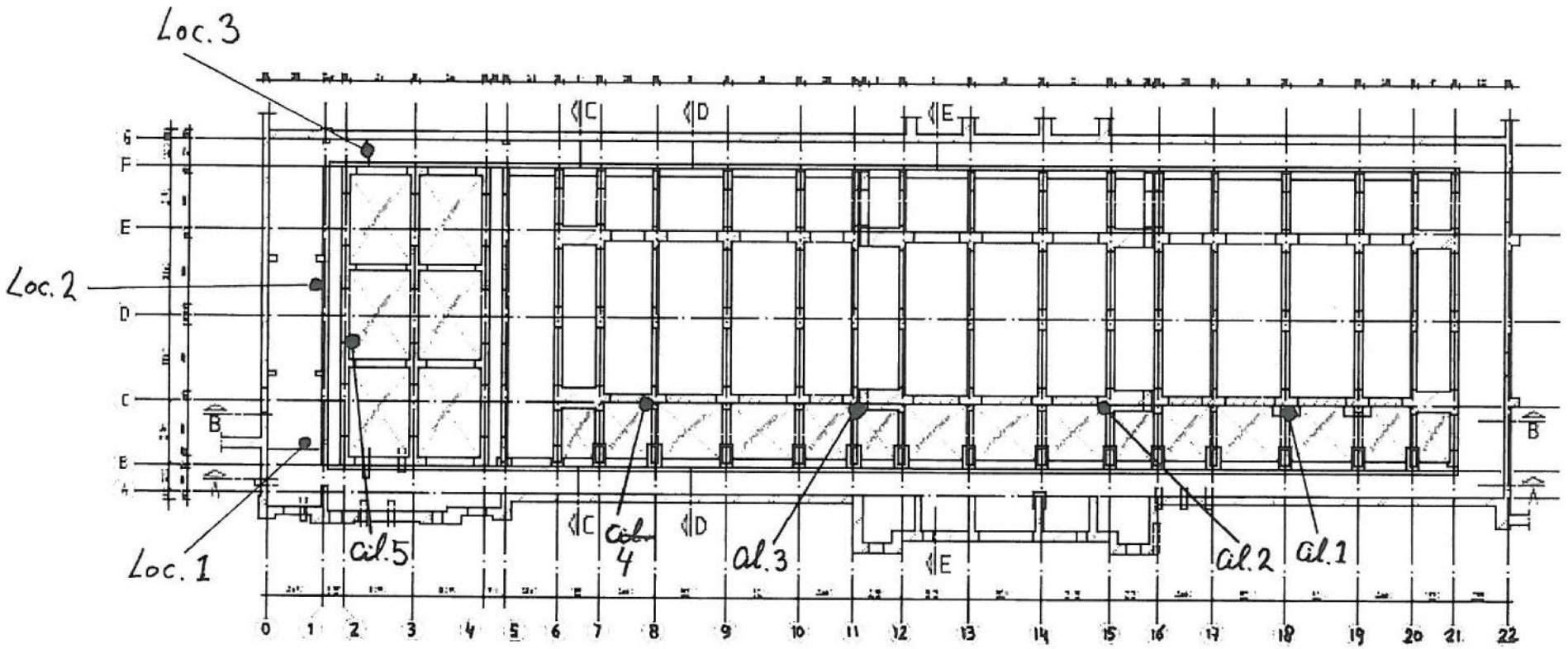
Het zoutgehalte in de gemetselde togen is hoog en bevordert de corrosie van de stalen liggers.
De omvang van de corrosie heeft nog niet tot grote afname van staaldikte geleid. De expansie van de corrosieproducten geeft de meeste problemen; scheuren en vervorming.
De hoge luchtvochtigheid en de vorming van condens veroorzaken sterke oppervlaktecorrosie rondom het I-profiel. Conservering van de profielen is alleen zinvol als ook de boven flens wordt bewerkt. Hiervoor moet de hele vloer worden gesloopt.
Nebest B.V. adviseert de vloer volledig te vervangen.

Titel : Aquariumgebouw Artis Amsterdam

Rapportnummer : B 15582 r01v01

Bijlage 1 Tekening met locaties cilinders en inspectie van I-profielen.

Locaties van cilinders en inspectie I-profielen



plattegrond waterkelder

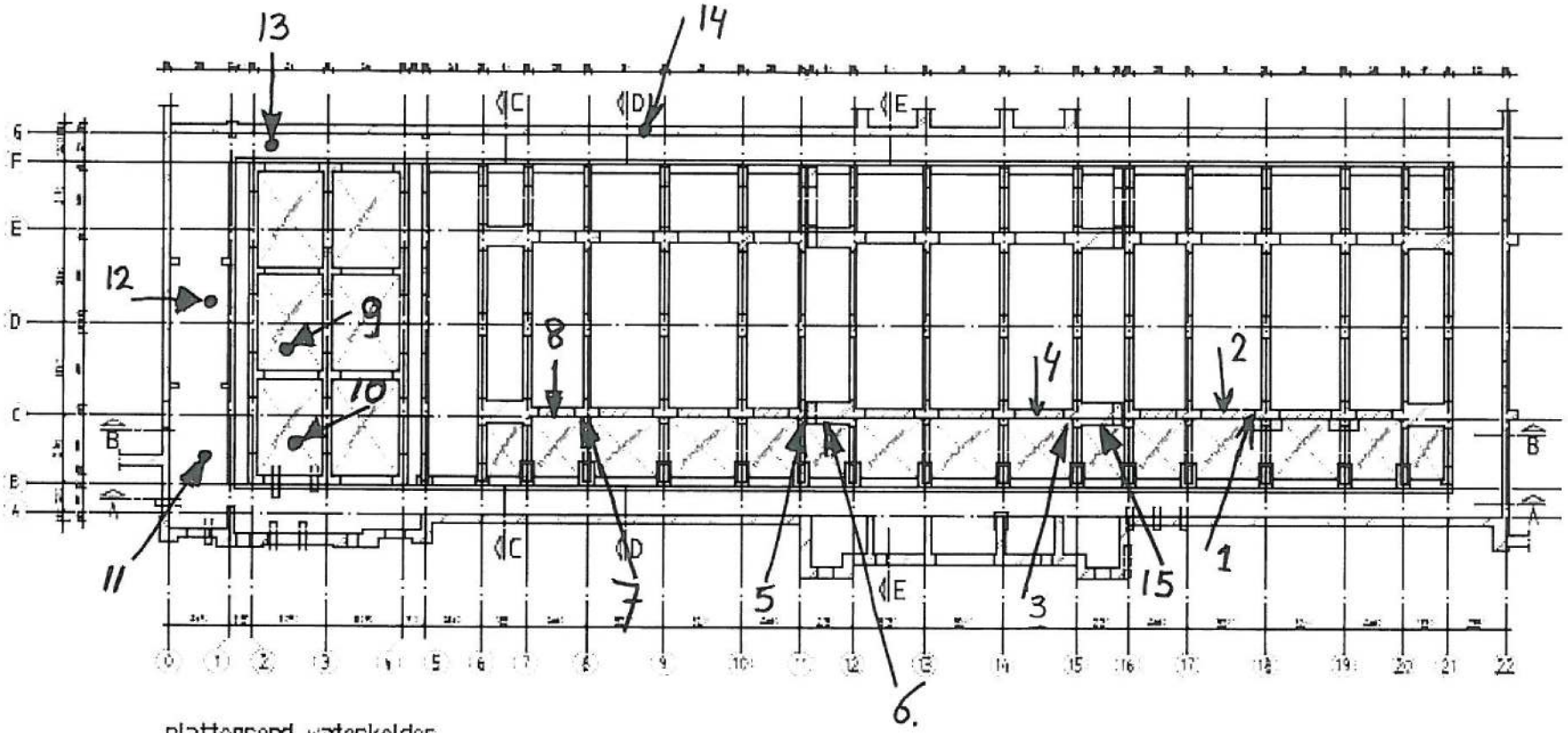
NEBEST adviesgroep

Titel : Aquariumgebouw Artis Amsterdam

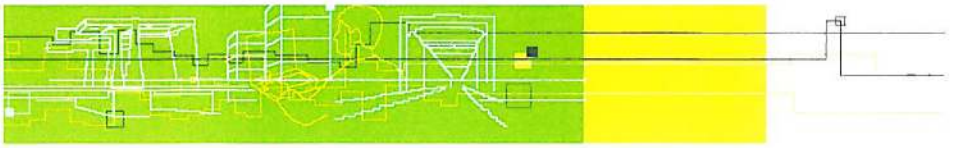
Rapportnummer : B 15582 r01v01

Bijlage 2 Tekening met locaties van monsterneming voor zoutgehalten metselwerk.

Locaties van monsterneming zoutgehalte metselwerk



plattegrond waterkelder



NEBEST adviesgroep

Titel : Aquariumgebouw Artis Amsterdam

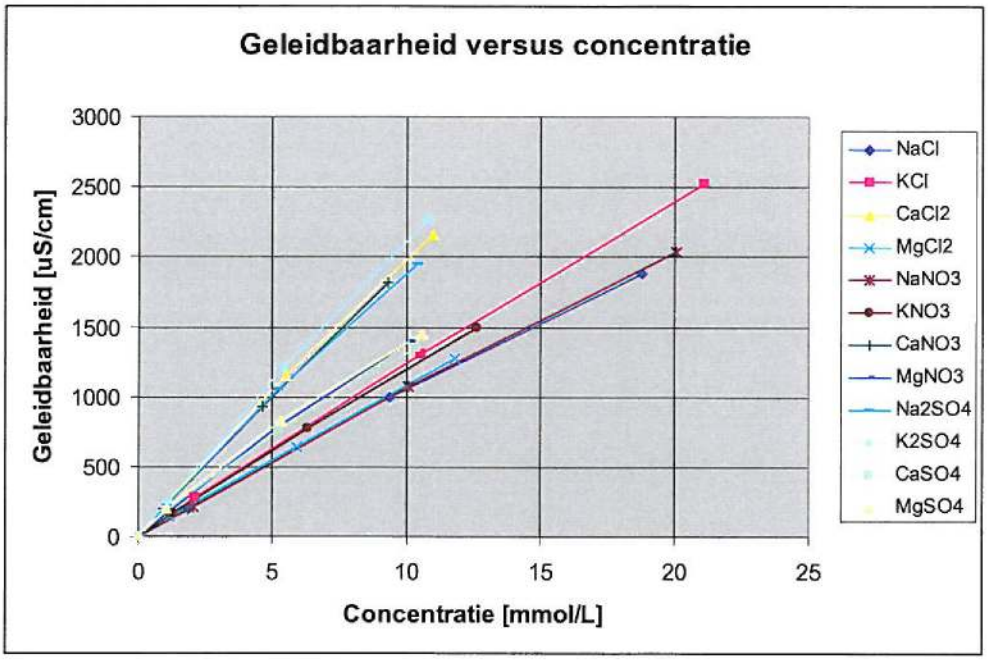
Rapportnummer : B 15582 r01v01

Bijlage 3 Beschrijving onderzoek van zouten in metselwerk.

Onderzoek van zouten in metselwerk

Een veel voorkomende oorzaak van schade aan metselwerk en afwerklagen is de aanwezigheid van wateroplosbare zouten. Indien in voldoende concentratie aanwezig kunnen deze zouten schade veroorzaken aan poreuze bouwmaterialen. De bij kristallisatie en hydratatie optredende spanningen kunnen de poriënstructuur van het metselwerk verwoesten. De grensconcentratie is proefondervindelijk door ons gesteld op 50 mmol zout per kg monster. Is er minder zout aanwezig, dan treedt er normaal geen schade op. Een vooronderzoek, dat snel de globale concentratie aan wateroplosbare zouten aangeeft, wordt gedaan met behulp van de geleidbaarheidsmethode.

Tussen de elektrische geleidbaarheid van zouten in een waterige oplossing en de concentraties van deze zouten bestaat een relatie. Wij hebben van zouten, die vaak in muren voorkomen, de geleidbaarheid bepaald. Deze zouten zijn chloriden, sulfaten en nitraten van kalium, natrium, calcium en magnesium. 5 mmol per liter van het slechtst geleidende zout heeft een geleidbaarheid van circa 500 µS/cm, het best geleidende zout heeft bij deze concentratie een geleidbaarheid van circa 1.100 µS/cm.



De monsters metselwerk worden vermalen en in gedestilleerd water gebracht. De zouten uit dit metselwerk lossen op. Wanneer een monster van 10 g metselwerk in 100 ml gedestilleerd water een geleidbaarheid vertoont groter dan 1.100 µS/cm, dan is er te veel zout aanwezig, een nader onderzoek naar de samenstelling van de oplosbare zouten is in dit geval gewenst. Tussen de 500 en 1.100 µS/cm is het grensgebied en beneden de 500 µS/cm is het metselwerk als niet zoutbelast te beschouwen.

Het zoutgehalte, aangegeven als geleidbaarheid in µS/cm, wordt als volgt bepaald: 5 g materiaal wordt gedurende 16 uur in 50 ml koud gedestilleerd water geroerd. In deze suspensie wordt de elektrische geleidbaarheid bepaald met behulp van een geleidbaarheidsmeter, tevens wordt de zuurtegraad (pH) gemeten. De kwantitatieve bepaling van het zoutgehalte wordt als volgt uitgevoerd: 10 g materiaal wordt gedurende 16 uur in 50 ml koud gedestilleerd water geroerd. Na filtreren wordt het filtraat aangevuld tot 100 ml.

Deze oplossing wordt meestal als volgt onderzocht:

- Sulfaat : Gravimetrisch met bariumchloride;
- Chloride : Titrimetrisch met zilvernitraat volgens Mohr;
- Nitraat : Semi kwantitatief met teststrookjes;
- Carbonaat : Kwalitatief met geconcentreerd zoutzuur;
- Natrium, kalium, calcium en magnesium : Vlamfotometrisch.

Legenda toegepaste uitzonderingsgrondslagen

In dit document zijn gegevens definitief geanonimiseerd op grond van:

Wet	Artikel	Omschrijving	Pagina's
Wet open overheid	Art. 5.1 lid 2 sub e	De eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer	1