ERVAS INTERNATIONAL B.V. BETON- EN VOCHTWERINGSTECHNIEK
NOORDERWEG 50a 1221 AA HILVERSUM TELEFOON: 035-833888* TELEFAX: 035-851778 TELEX: 43233 ERVAS

RAPPORT

003.94 (1994)

Aquarium Artis
te Amsterdam

Onderzoek beton

Rapport 003.94 (1994).

Objekt Aquarium Artis
te Amsterdam

Opdrachtgever : Adviesbureau voor bouw-
en installaties G.E.A.M.
Hoogoorddreef 66-68
1101 BE Amsterdam ZO
tel. 020 - 6513900

Contactpersoon : Ing. [redacted]

Adviseur : Ervas International B.V.
Noorderweg 48-50
1221 AA Hilversum
tel. 035 - 833888

Contactpersoon : Ing. [redacted]

INLEIDING

In opdracht van het Adviesbureau G.E.A.M. is er voor Artis een onderzoek verricht naar de toestand van het beton aan de kolommen en tussenliggende balken in de zoutwater filterruimte van het aquarium.
Door het verrichten van metingen met betrekking tot het chloridegehalte, de carbonatatiediepte, de betondekking en potentiaalmeting is de betonkwaliteit steekproefsgewijs geanalyseerd.
De resultaten van dit onderzoek worden gepresenteerd in dit rapport, waarin tevens aandacht wordt besteed aan de eventuele noodzaak tot het nemen van preventieve c.q. curatieve maatregelen.

ALGEMENE INFORMATIE

De geïnspecteerde kolommen en balken van de zoutwater-filterruimte zijn aangebracht omstreeks 1962 en dienen ter versterking van de constructie.

Kolommen
Aan de bestaande metselwerk pooren zijn ten gevolge van scheuren 4 stuks stalen binten aangebracht (Din 14). Daarna zijn deze metselwerk pooren ingestort in beton, voorzien van een wapeningsnet.
Tevens zijn de betonpooren behandeld met een afdichtings-mortel. Plaatselijk zijn al enkele reparaties uitgevoerd.

Balken
Tussen de metselwerkpooren zijn ook betonbalken gestort. Deze balken zijn niet behandeld.
Plaatselijk zijn al enkele reparaties uitgevoerd.

Op tekening 1 is voor alle duidelijkheid een nummering weergegeven met betrekking tot het uitgevoerde onderzoek.

DOEL VAN HET ONDERZOEK

Het onderzoek heeft tot doel een compleet beeld te verkrijgen van de toestand waarin de verschillende onderdelen van de betonconstructie verkeren, welke schademechanismen er eventueel optreden en welke preventieve c.q. curatieve maatregelen er noodzakelijk zijn om het goed functioneren van de gehele betonconstructie in de toekomst te kunnen waarborgen.
Tevens wordt er een reparatieadvies opgesteld.

Teneinde een inzicht te kunnen verkrijgen in de omvang en de oorzaak van de optredende schade zijn hiertoe de betonnen onderdelen steeksproefsgewijs onderzocht, waarbij het onderzoek uiteenvalt in de volgende onderdelen:

- Het visueel inspecteren van de betononderdelen en het op tekening zetten van geconstateerde gebreken en de van belang zijnde waarnemingen.
- Het uitvoeren van metingen ter controle van de betondekking op het wapeningsstaal.
- Het uitvoeren van metingen ten behoeve van de bepaling van de carbonatatiediepte in het beton.
- Het nemen van boorstofmonsters ten behoeve van een onderzoek naar de aanwezigheid en/of indringing van chloriden.
- Het vaststellen van de conditie waarin de staalwapening verkeert.

Ter verduidelijking is het geheel gecompleteerd met een uitgebreide fotoreportage welke het één en ander in beeld brengt.

Met behulp van de aldus verkregen gegevens uit het onderzoek is het mogelijk om een algemeen beeld te schetsen met betrekking tot de conditie van de betonconstructie en de aanverwante zaken waarna een reparatieadvies opgesteld kan worden.

OORZAKEN BETONSCHADE

Het staal dat beton zijn treksterkte geeft, is chemisch niet stabiel. Het wil oxyderen totdat het uiteindelijk is omgezet in het zogenaamde roest.
In het beton doet de gelukkige omstandigheid zich voor dat het staal omgeven wordt door een alkalisch milieu met een hoge pH-waarde. Deze alkalische omgeving in het beton wordt veroorzaakt door vrij kalk ($Ca(OH)^2$) en de natrium- en kaliumhydroxiden (NaOH en KOH).
In dit milieu zal het staal een dun maar zeer dicht oxydelaagje vormen die verdere corrosie voorkomt.
Deze zogenaamde passiveringslaag ontstaat alleen indien de pH groter is dan 9 à 10. De voor staal gunstige omgeving kan veranderen in een aantastende omgeving ten gevolge van carbonatatie.

Carbonatatie

Dit is de inwerking van koolzuur (CO^2) uit de lucht op beton, waarbij de vrije en de gebonden kalk worden omgezet in calciumcarbonaat ($CaCO^3$).
Het gevolg is dat de hoeveelheid basische bestanddelen in het beton afnemen en daardoor de pH daalt.
Oorspronkelijk kan deze pH groter dan 12 zijn. Wanneer ten gevolge van de carbonatatie deze pH daalt en beneden de ca. 9 zakt, is er een voor staal corrosieve omgeving ontstaan waarna corrosie kan plaatsvinden doordat de passivering van het staal wordt opgeheven.

Chloriden in de omgeving van de wapening

Chloriden kunnen ondanks een hoge alkaliteit van het omringende beton de passiveringslaag plaatselijk aantasten. Hierdoor ontstaat de zogenaamde putcorrosie.
Deze is bijzonder gevaarlijk en verraderlijk omdat het staal plaatselijk diep wordt ingevreten en er relatief weinig corrosieprodukten gevormd worden, zoals bij carbonatatieschade.

Chloriden kunnen in beton voorkomen ten gevolge van:
- Toevoegingen in de vorm van calcium-chloride om de verharding te versnellen.
- Verontreinigingen in de samenstellende delen.
- Indringing waarbij de chloride afkomstig kan zijn van dooizouten, zeewater of rookgassen van ontledend p.v.c.

Chloriden die zijn toegevoegd aan de betonspecie of zijn ingedrongen worden voor een deel gebonden aan het cement. Er blijven echter altijd vrije chloride-ionen over en wel des te meer naarmate het chloridegehalte toeneemt.
De vrije chloriden zijn van belang in verband met corrosie, omdat deze de geleidbaarheid van water verhogen, de voor het ontstaan van corrosie van belang zijnde potentiaal verschillen vergroten, de passiveringslaag plaatselijk invreten (pitting) en ter plaatse van deze "pitten" de zuurgraad verlagen.

Bij carbonatatie van het beton komen in de eerste instantie gebonden chloriden vrij, zodat de concentratie aan vrije chloriden toeneemt. Hierdoor is de combinatie carbonatatie - chloride zo gevaarlijk, omdat chloridegehalten die in eerste instantie geen corrosie tot gevolg hadden ten tevolge van de carbonatatie ineens wel kritiek kunnen worden.
Ten gevolge van carbonatatie neemt dus het risico voor corrosie ten gevolge van chloriden toe.

De gevolgen van een door carbonatatie geïnitieerde wapeningscorrosie zijn het zichtbaar worden aan het oppervlak van roestplekken, ontstaan van scheuren en/of afgedrukte schollen beton, het afnemen en derhalve de doorbuiging van betonclementen groter wordt en tot slot het afnemen van de breukveiligheid.

Bij de wapeningscorrosie ten gevolge van de aanwezigheid van chloriden speelt het bovenstaande veel minder omdat er minder roestprodukten worden gevormd.
Scheuren en roestplekken worden daardoor niet altijd zichtbaar, waardoor het schadebeeld ogenschijnlijk niet alarmerend is.
Toch kunnen er onder het oppervlak in korte tijd diepe putten zijn gevormd die de staaldoorsnede sterk hebben gereduceerd met alle gevolgen van dien (kerfwerking, afnemen van de breukveiligheid, e.d.).
Juist deze schadevorm dient vanwege zijn verraderlijk karakter extra aandacht te krijgen.
Of er corrosie plaatsvindt, hangt nog af van de vochtigheid van het beton en de toegankelijkheid van het staal voor zuurstof.

Ten gevolge van de corrosie worden er roestprodukten gevormd die een volumevergroting tot gevolg hebben. Hierdoor worden in het beton trekspanningen veroorzaakt, waarvan scheurvorming en eventueel geheel afdrukken van de dekking een gevolg zijn.

Uit het voorgaande blijkt, dat bij een onderzoek naar betonschade de visuele inspectie een belangrijk onderdeel dient te zijn. Daarbij is het in de eerst plaats van belang om scheuren en roestplekken te constateren.
Verder kan er gekeken worden naar eerder uitgevoerde reparaties en overige bijzonderheden, zoals grindnesten, porcus beton, verontreinigingen, uitgewassen grindoppervlak, corroderende wapeningsstaven, etc.
Daarnaast moet in verband met de mogelijkheid dat er carbonatatie aan eventuele betonschade ten grondslag ligt, vastgesteld worden of de wapening dieper in het beton is gelegen dan de diepte waarover carbonatatie opgetreden is.
In het geval van chloride-indringing dient de ligging van het 0,05% chloridefront bepaald te worden. Ligt er namelijk wapening binnen deze zone, dan is het optreden van een door chloriden geïnitieerde corrosievorm waarschijnlijk te noemen.

RESULTATEN VAN DE INSPECTIE

Tijdens een uitgebreide inspectie zijn er metingen verricht, waarbij er een visuele inspectie heeft plaatsgevonden.
De resultaten van de metingen zijn in het volgende hoofdstuk opgenomen.
Onderstaand geven wij u een beschrijving van de visuele inspectie van de kolommen en de balken.

Kolommen

1	rechterzijde	2 x roestvlek
2	rechterzijde	2 x roestvlek scheur ca. 0,40 m' horizontaal bovenin
	linkerzijde	3 x roestvlek scheur ca. 0,70 m' horizontaal bovenin
3	rechterzijde	zeer veel roestvlekken + calciumuitbloei scheur ca. 0,50 m' verticaal bovenin
	linkerzijde	scheur ca. 0,50 m' verticaal bovenin
	achterzijde	wordt weggedrukt
4	linkerzijde	craquelé met calciumuitbloei
	achterzijde	wordt weggedrukt
	reparatie uitgevoerd met kunststofmortel	
5	rechterzijde	zware roestuitbloei scheur ca. 0,70 m' horizontaal
	linkerzijde	scheur ca. 0,70 m' verticaal
	voorzijde	roestvlekken scheur ca. 1 m' verticaal
6	rechterzijde	2 x roestvlek scheur ca. 0,50 m' verticaal
	voorzijde	roestvlekken scheur ca. 0,30 m' horizontaal
7	rechterzijde	roestvlekken
	linkerzijde	2 x scheur ca. 0,90 m' horizontaal
	voorzijde	wordt weggedrukt, veel scheur- en roestvorming

(vervolg kolommen)

8	rechterzijde	2 x scheur ca. 2 m' horizontaal bovenin scheur ca. 1 m' horizontaal onderin
	linkerzijde	scheur ca. 0,40 m' horizontaal 5 x roestvlek
	voorzijde	scheuren verticaal in spuitmortel
9	rechterzijde	onderzijde wordt weggedrukt (craquelé)
	linkerzijde	2 x scheur ca. 1 m' verticaal onderrand wordt weggedrukt
	voorzijde	onder- en bovenrand wordt weggedrukt
10	rechterzijde	gehele onderzijde wordt weggedrukt + veel roestuitbloei
	linkerzijde	scheur ca. 1,50 m' horizontaal onderin scheur ca. 0,60 m' verticaal veel roestvlekken
	voorzijde	scheur ca. 0,20 m' horizontaal midden
11	rechterzijde	scheur horizontaal onderin gehele lengte zware roestuitbloei
	linkerzijde	4 x roestvlek + haarscheuren
	voorzijde	1 x roestvlek + haarscheuren onderin
12	rechterzijde	2 x roestvlek
	linkerzijde	wordt onder weggedrukt
	voorzijde	1 x roestvlek + haarscheuren
13	rechterzijde	onder- en bovenrand worden weggedrukt + veel roestvlekken
	linkerzijde	3 x roestvlek
14	rechterzijde	veel roest en scheurvorming reparatie uitgevoerd met kunststofmortel
	linkerzijde	midden wordt weggedrukt stervormig gescheurd + veel roestvlekken
	voorzijde	veel roestvlekken groot gedeelte wordt weggedrukt
15	rechterzijde	onderrand wordt weggedrukt grote losse schol in midden roestvorming in bovenhoek
	linkerzijde	onderrand wordt weggedrukt roestvlekken bovenin + haarscheuren
	voorzijde	1 x roestvlek

Balken

A	geen balk	
B	voorzijde	roestvlekken oude reparaties
	onderzijde	volledig in lengte gescheurd veel roestvorming
C	voorzijde	roestvlekken boven in balk roestvlekken in beide neuten
	onderzijde	2 x roestvlek in rechter neut
	achterzijde	roestvlekken boven in balk
D	voorzijde	veel roestvorming + oude reparaties meerdere scheuren vanuit linkerzijde
	onderzijde	2 x roestvlek in rechter neut
	achterzijde	roestvlekken boven in balk
E	voorzijde	2 x roestvlek in beide neuten
F	voorzijde	2 x roestvlek + 1 x haarscheur ca. 0,25 m¹
G	geen zichtbare schade	
H	achterzijde	2 x roestvlek in rechter neut
J	voorzijde	3 x roestvlek in rechter neut
K	voorzijde	1 x roestvlek in rechter neut
L	voorzijde	3 x roestvlek in rechter neut
	achterzijde	1 x roestvlek in rechter neut
M	onderzijde	1 x roestvlek in linker neut
N	voorzijde	1 x roestvlek in rechter neut
O	geen zichtbare schade	

BETONDEKKING

De betondekking wordt gemeten door het betonoppervlak af te tasten met een electromagnetische veldsterktemeter.
De metingen zijn steekproefsgewijs over de onderzochte betonconstructie verricht, dat wil zeggen de meetpunten zijn a-select gekozen.

In het algemeen kan er worden opgemerkt dat de dekking goed blijkt te zijn. Gemiddeld tussen 45 en 50 mm.

DE CARBONATATIEDIEPTE

De carbonatatiediepteметingen worden verricht op een vers breukvlak, welke wordt gecreëerd door het uithakken van een betonschol met hamer en beitel vanuit een geboord gat (doorsnede 10 mm).
Door op dit verse breukvlak een indicatorvloeistof (phenolfthaleïne) aan te brengen, kan de carbonatatiediepte met behulp van een aangepaste schuifmaat worden afgelezen middels de paarskleuring van het "gezonde" beton (nog niet gecarbonateerd).
Als eerste indicatie voor de ligging van het carbonatatiefront kan tevens de paarskleuring van het boorstof worden vastgesteld.
Ook deze metingen zijn steekproefsgewijs verricht, a-select over de onderzochte betonconstructie verdeeld.

In zijn algemeenheid kan er met betrekking tot de carbonatatiediepten worden opgemerkt, dat deze zeer gering zijn voor een ca. 30 jaar oude constructie.
Dat de gemeten waarden zo laag zijn, is zeer waarschijnlijk te danken aan de hoge vochtigheidsgraad in de betonconstructie.

DE AANWEZIGHEID VAN CHLORIDEN

De bepaling van het percentage ingemengde of ingedrongen chloriden in het beton is in het laboratorium verricht.
In de eerste plaats wordt globaal bepaald of er chloriden aanwezig zijn in het beton door middel van een kleurindicator vloeistof.
Het juiste percentage aan chloriden wordt bepaald aan de hand van een monster van 20 gram boormeel. Het chloridegehalte wordt bepaald op het betongewicht (massa per massa) met behulp van de R.C.T.-methode van Germann Petersen.
Bij deze methode worden er millivolts (potentiaalverschillen) gemeten, waarna er een omzetting plaatsvindt naar chloridepercentages met behulp van een ijkgrafiek.

Visueel zijn er zaken geconstateerd welke duiden op een door chloriden geïnitieerde wapeningscorrosie (roestvlekken). Hierom zijn een tiental boorstofmonsters uit de onderdelen op de aanwezigheid van chloride beproefd.

Uit de meetresultaten blijkt dat de meetwaarden sterk variëren. De resultaten van de metingen naar het chloridegehalte zijn in de bijlage opgenomen.

MEETRESULTATEN M.B.T. HET CHLORIDEGEHALTE

Lokatie	chloridegehalte (% CL massa/massa)
Balk K	0,08
Balk O	0,34
Kolom 2	0,02
Kolom 3	0,01
Kolom 7	0,15
Kolom 8	0,30
Kolom 10	0,04
Kolom 12	0,01
Kolom 14	0,12
Kolom 15	0,02

Na deze wisselvallige uitslagen zijn nog twee boorkernen genomen om het chloridegehalte te bepalen achter de wapening.

Kolom 6	0,36
Kolom 10	0,04

De gesteld grenswaarde (VB 1974/1984) waarbij het maximaal toelaatbare percentage chloride voor gewapend beton bij nieuwbouw wordt overschreden ligt op 0,3% m/m ten opzichte van het cementgewicht, hetgeen overeenkomt met ca. 0,05% m/m ten opzichte van het betongewicht, afhankelijk van het cementgehalte.
Dit wil echter niet zeggen dat boven dit percentage per definitie schade zal optreden. In de literatuur wordt er over het algemeen vanuit gegaan dat het voor chloridepercentages onder de 0,05% (m/m ten opzichte van het betongewicht) onwaarschijnlijk is dat een door chloride geïnitieerde corrosie van de wapening zal optreden en dat het optreden van deze corrosie bij percentages boven de 0,15% (ten opzichte van het betongewicht) vrijwel zeker is.

POTENTIAALMETINGEN

Bij wapeningscorrosie wordt het betonstaal opgelost volgens de reactie:

$$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$$

Deze oxydatie reactie, waarbij electronen vrijkomen, vindt plaats aan de anode en ten gevolge van deze vrijkomende electronen wordt de anode negatiever.
Elders aan de wapening vindt de "bijbehorende" reductie reactie plaats, welke kan worden weergegeven door:

$$O_2 + 4e^- + 2H_2O \rightarrow 4OH^-$$

Deze reactie vindt plaats aan de kathode en verbruikt electronen, waardoor de potentiaal van het staaloppervlak ter plaatse van de kathode stijgt (deze wordt negatief). Corrosie van de wapening kan dan ook worden opgespoord door de activiteit van reactie $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$ te bepalen met behulp van electrische potentiaalmetingen.

Het meten van deze potentialen wordt gedaan met een referentie-electrode of halfcel, die enerzijds metallisch contact maakt met de wapening en anderzijds via een electrolytbrug ook geleidend verbonden is met het beton. Door plaats voor plaats, volgens een uitgezet raster, het betonoppervlak af te tasten met de halfcel, kunnen de potentiaalverschillen bepaald worden tussen de wapening en deze halfcel en met behulp van grafieken danwel equipotentiaalvlakken (hoogtekaarten) in kaart worden gebracht. Plaatsen met een lage potentiaal (meer negatief) zullen dan mogelijke corrosieplaatsen zijn.

Om de weerstand van het beton en van het contactvlak tussen het betonoppervlak en de halfcel zo laag mogelijk te houden en om ongewenste variaties zoveel mogelijk uit te sluiten, is het noodzakelijk het betonoppervlak, voorafgaande aan de metingen, goed voor te bevochtigen en het contact tussen halfcel en betonoppervlak te laten verlopen via een vochtige spons. Het metallisch contact wordt verkregen ter plaatse van een vrijgehakt stuk wapeningsstaal dat electrisch continu is met het overige wapeningsstaal, zodat een gesloten stroomkring gevormd kan worden.

Bovengenoemde methode geeft slechts een statistische kans op corrosie aan en niet de werkelijke optredende corrosiesnelheid. In het algemeen geldt echter dat hoe groter de gradiënt in de potentiaalverschillen is, ofwel hoe dichter kathodes en anodes bij elkaar liggen, des te groter de corrosie-activiteit is.

Volgens de norm "C876-87: Standard Test Method for Half-Cell Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete" van de ASTM kunnen, bij gebruik van een koper-kopersulfaat-halfcel, de meetresultaten als volgt geïnterpreteerd worden:

* Potentialen hoger dan -200 mVolt: de kans dat er geen corrosie optreedt op het moment van meten is ongeveer 90%

* Potentialen tussen de -200 en -350 mVolt: hieruit zijn geen eenduidige conclusies te trekken

* Potentialen lager dan -350 mVolt: de kans dat er wel corrosie optreedt op het moment van meten is ongeveer 90%

Het is raadzaam om de bovenstaand indeling in categorieën aan de constructie zelf te bepalen, door het destructief ijken van de metingen. Dit destructief ijken geschiedt door een aantal lokaties, met in waarde verschillende potentialen, open te hakken en vervolgens de verschillende categorieën vast te leggen.

Ten behoeve van de potentiaalmetingen is er ter plaatse van de rechterzijde van kolom 6 en de voorzijde van kolom 10 een raster aangebracht. Deze rasterlijnen zijn uitgezet met behulp van een betondekkingsmeter en bevinden zich exact boven de wapeningsstaven.
Aan de rasterlijnen is een schaakbord codering toegekend waarmee elk gemeten kruispunt eenvoudig terug te vinden is. Vervolgens zijn met behulp van de koper/kopersulfaat electrode halfcelmetingen verricht.

POTENTIAALMETINGEN KOLOM 6 RECHTERZIJDE

voorzijde

achterzijde

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	310		400		450		440		410		390
2											
3	300		420		440		440		420		400
4											
5	240		420		420		500		480		420
6						M P					
7	310		400		410		440		460		390
8											
9	400		440		440		460		530		420
10											
11	420		540		500		470		540		400
12											

KOLOM 10 VOORZIJDE

links rechts

	A	B	C	D	E
1		530	530	480	460
2	470	480	490	500	470
3	450	450	450	440	430
4	400	440	410	410	460
5	380	380	420	450	M P
6	370	370	380	390	450
7	370	340	390	370	370
8	360	350	360	380	400
9	380	380	370	390	390
10	400	380	380	400	410
11	470	430	420	460	450
12	520	480	480	500	530
13	550	540	550	550	580

BALK VOORZIJDE

links rechts

	A	B	C	D	E	F
1	420	440	390	420	390	420

ANALYSE SCHADE EN INTERPRETATIE MEETRESULTATEN

De carbonatatie is in een periode van ca. 30 jaar over slechts een geringe diepte in de beton gedrongen.

Scheurvorming

Op veel plaatsen is scheurvorming geconstateerd welke zich zowel horizontaal als verticaal in het betonvlak bevinden. In een aantal gevallen zijn deze scheuren roestvoerend.
Veel scheuren bevinden zich aan onder- en bovenzijde. Dit kan duiden op het overmatig roesten van de aangebrachte DIN 14 profielen ter versterking van het metselwerk.

Potentiaalmeting

Bij de metingen zijn er mogelijkerwijs een aantal "corrosiehaarden" aan te geven, waarbij met nadruk zij vermeld dat hieruit niets valt af te leiden met betrekking tot de corrosiesnelheid.

Chloride

Het percentage chloride in de beton geeft een zeer wisselend beeld. Op enkele plaatsen is het vrijwel zeker dat een door chloride geïnitieerde corrosie van de wapening zal optreden.

CONCLUSIE

De scheurvorming in de betonnen mantelconstructie wordt veroorzaakt door corrosie van het staal ten gevolge van een verhoogde chlorideconcentratie.
Gezien het scheurenpatroon en de roestvorming aan de boven- en onderzijde van de betonnen mantel moet de meeste corrosie plaatsvinden op stalen balken tegen het metselwerk. Deze zitten dan ook ten aanzien van corrosie op de meest gunstige plaats. Het aanbod van waar, zout en zuurstof is hier het grootst.

De wapening in de betonconstructie bevindt zich relatief in gunstiger omstandigheden. Door de grote betondekking van ca. 50 mm op de wapening zal de zuurstof in de vochtige beton niet kunnen toetreden.
De corrosie op de wapening beperkt zich dan tot enkele corrosiehaarden (putting).
Het grootste deel van de wapening gedraagt zich als kathode, waar geen corrosie plaats vindt. Dit bleek ook uit de kernboring waar de wapening nog blank was.

Echter plaatselijk bevinden zich anodeplekken op de wapening, waar sterke corrosie plaats vindt.
Deze anodeplekken zijn positief en trekken negatieve chloride-ionen aan waardoor het zich zelf versterkt.
Dit verklaart ook het verschil in chlorideconcentraties.
Doordat de chloride niet is ingemengd maar van buiten af is ingedrongen, zal het zich altijd naar anodeplekken begeven en in zeer wisselende concentratie aanwezig zijn.
Het gevaar van deze plaatselijke corrosie is, dat daar de wapening geheel door zal roesten, waardoor de doorsnede van de wapening geen waarde meer heeft.

REPARATIE

Voor reparatie van door chloride aangetaste gewapende betonconstructie zijn 3 methodes:
- kathodische bescherming
- déchloreren
- wapening stralen en coaten

Geen van de 3 methodes zijn hier toepasbaar.

Bij kathodische bescherming is de stalen balk moeilijk te beschermen en de vraag is of het nog zinvol is.

Déchloreren is niet toepasbaar omdat één en ander van binnenuit komt.

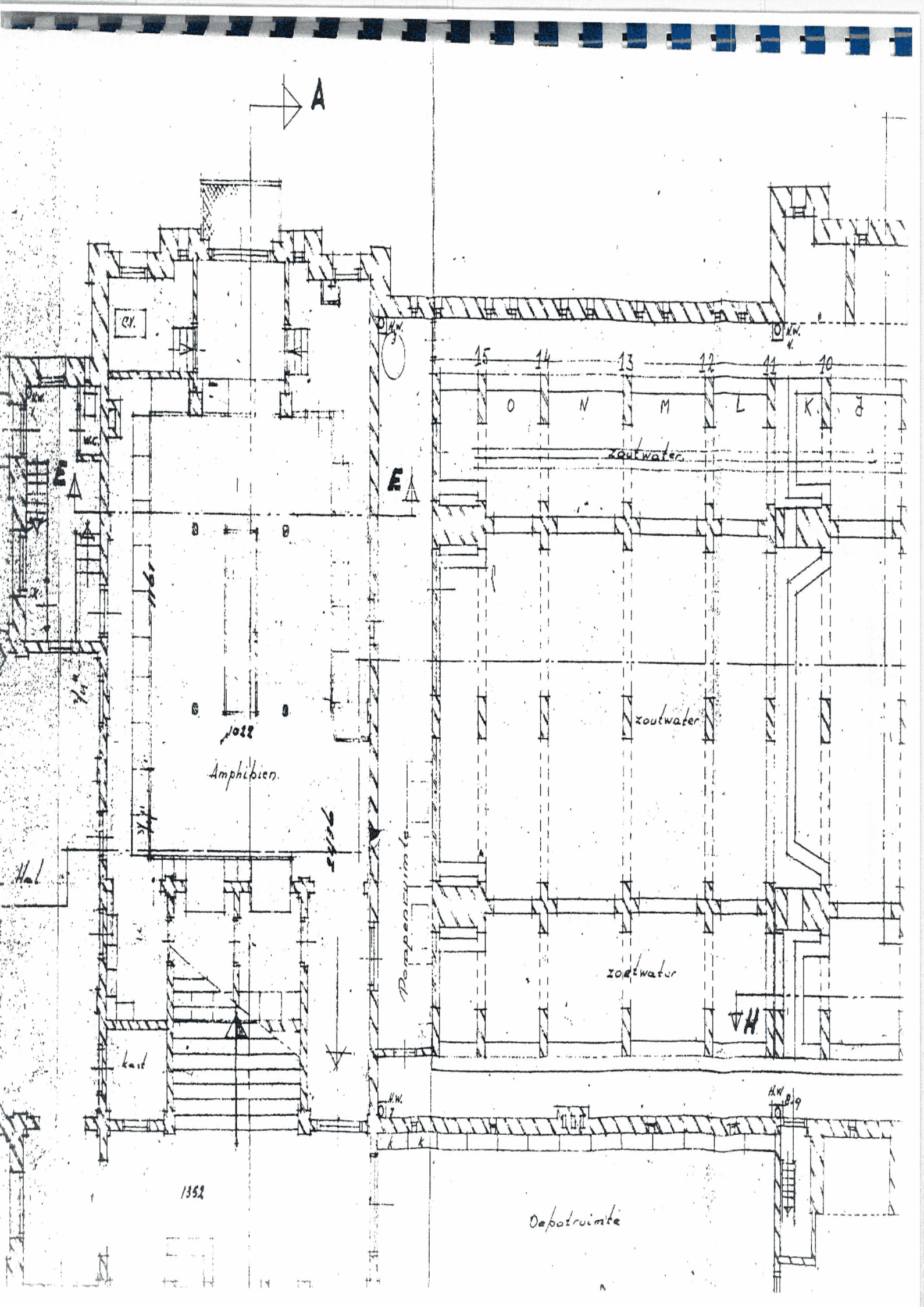
Beton weghakken en wapening beschermen is ook niet zinvol omdat dit gelijk is aan gehele constructie vervangen in dit geval.

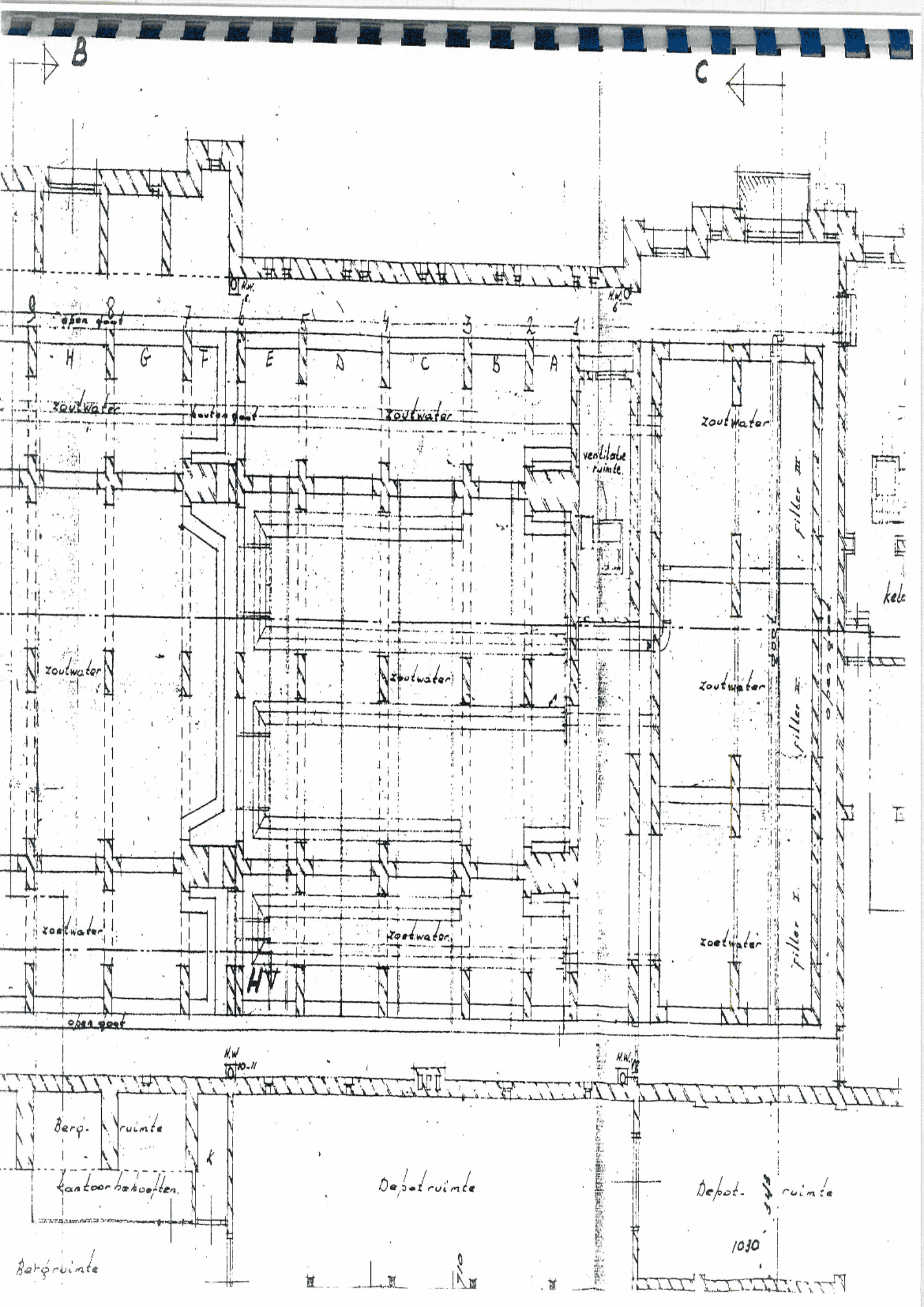
Plaatselijk reparaties zijn volkomen zinloos omdat door de ingedrongen chloride het corrosiegevaar voortschreidt.

Men moet er vanuit gaan dat op termijn deze constructie vervangen moet worden, omdat in de tijd het schadebeeld alleen maar erger wordt en niet te stoppen is.
Het tijdstip waarbinnen dit gebeuren moet, is door ons niet exact vast te stellen maar zal in overleg met de constructeur bepaald moeten worden.






A
C.V.
H.W.
W.C.
E
E
15
14
13
12
11
10
O
N
M
L
K
J
zoutwater
zoutwater
zoutwater
1022
Amphibien
Pompenruimte
Hal
kast
H
H.W.
H.W.
1352
Depotruimte


B
C
9
8
7
6
5
4
3
2
1
H
G
F
E
D
C
B
A
open goot
zoutwater
zoutwater
zoutwater
zoutwater
zoetwater
zoetwater
zoetwater
zoetwater
ventilatie ruimte
filter III
filter II
filter I
open goot
open goot
H.W.
H.W.
H.W.
10-11
Berg-ruimte
kantoorbehoeften
K
Depotruimte
Depot-ruimte
1030
Bergruimte

Plafond tussen kolom 2 + 3



Kolom 2



Kolom 4



Kolom 6

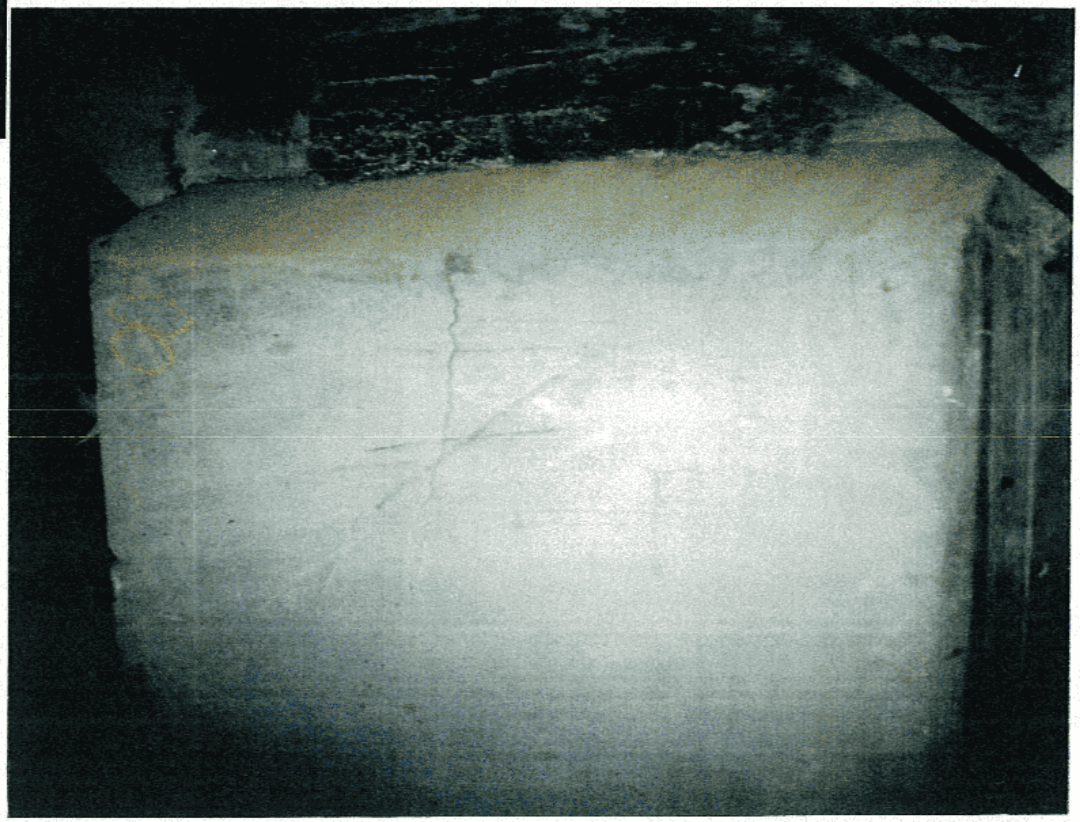






kolom 7

kolom 8





Kolom 8

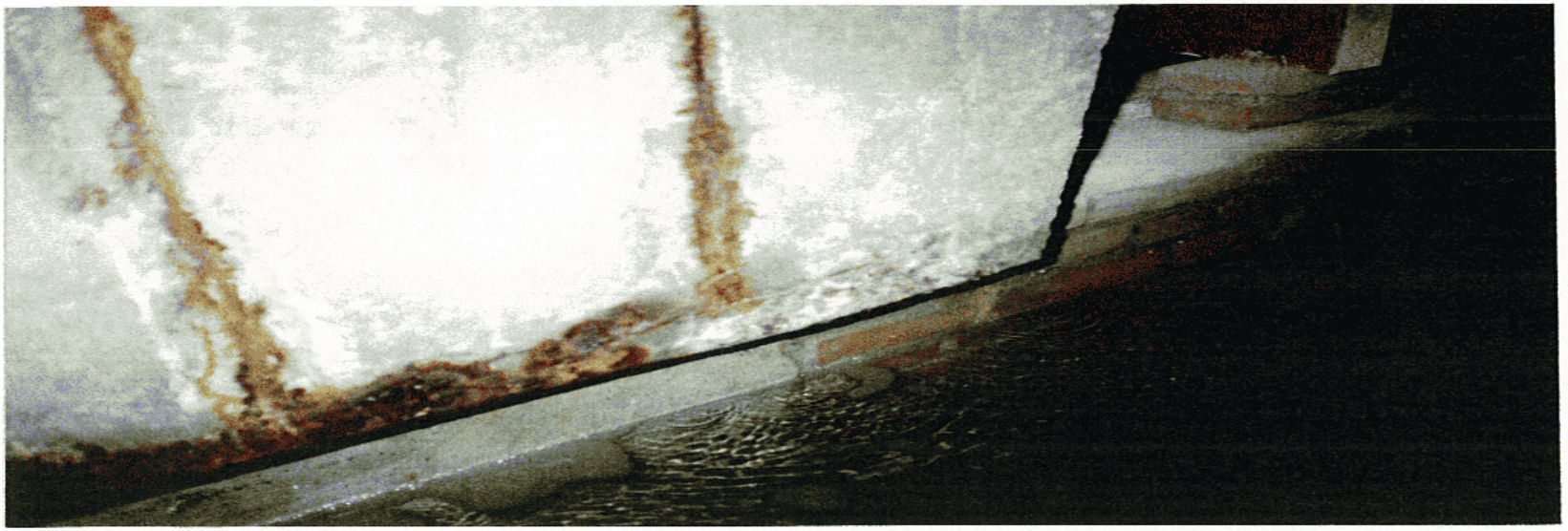
Kolom 10



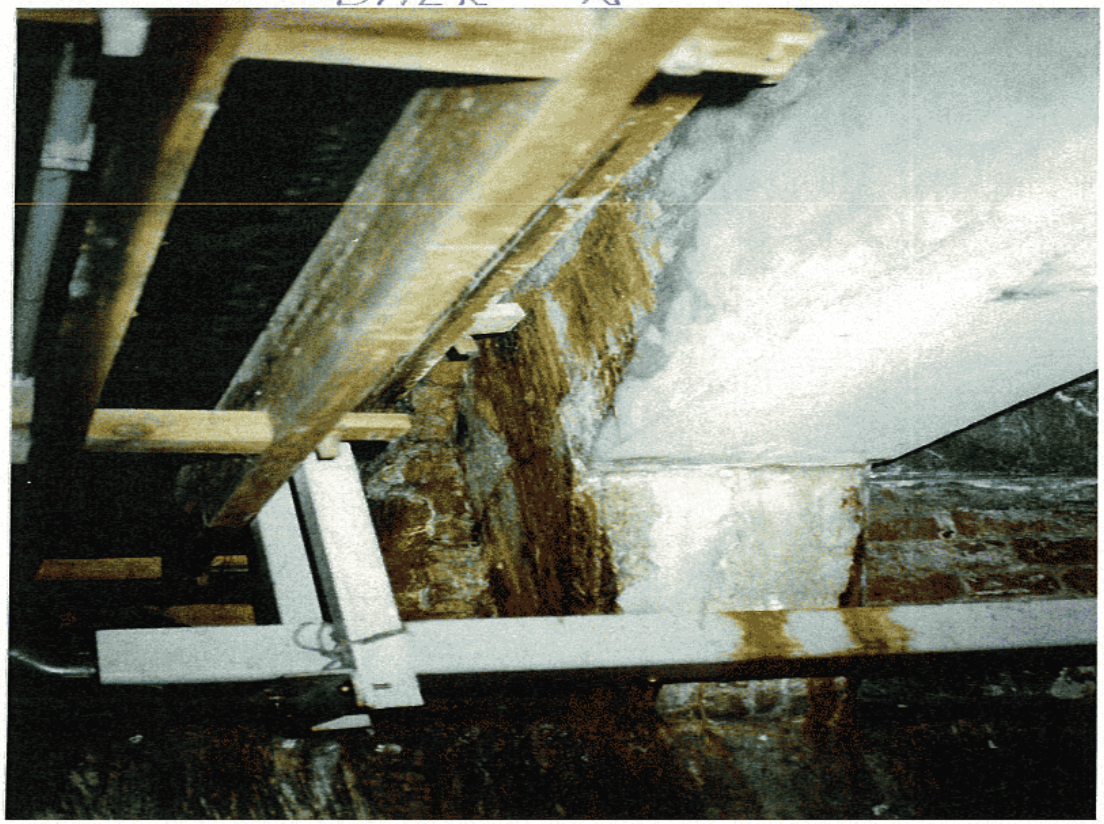
Kolom 12



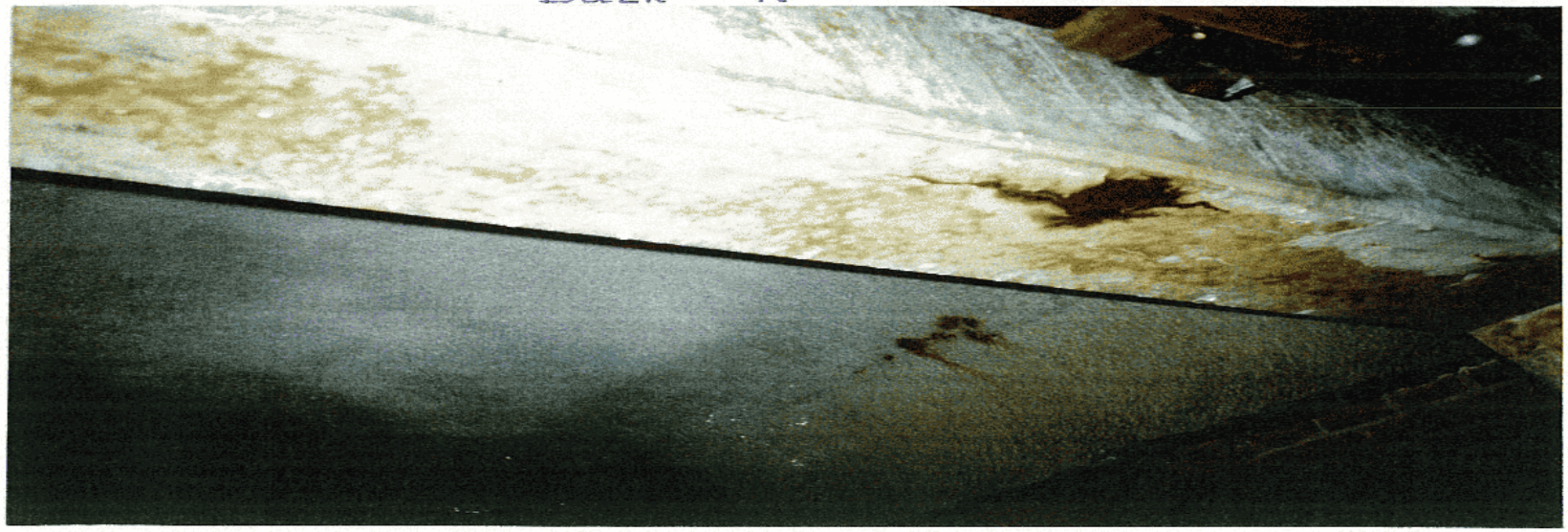
Kolom 13



BALK A



Balk K



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	2, 21