Gemeente Rotterdam
Gemeentewerken

Ingenieursbureau

Inspectie havens Amsterdam

Inspecties en beheeradvies kadeconstructie Suezhaven, Beringhaven, Suezhaven-Worteleind, De Ruyterkade Oost

Projectcode
HH2044

Datum
15 mei 2009

Versie
definitief

Opdrachtgever
Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen

Opsteller
[redacted]

Paraaf Opsteller:

Projectleider
[redacted]

Paraaf Projectleider:

Inhoudsopgave

1.	**Inleiding**	4
2.	**Doelstelling van de corrosie inspecties**	6
3.	**Overzicht inspectieresultaten**	7
3.1	**Suezhaven**	7
3.1.1	Verwerking meetgegevens	7
3.1.1.1	Damwand type BZ IV NE	8
3.1.1.2	Damwand type ARBED BZ 450	9
3.2	**Beringhaven**	10
3.2.1	Verwerking meetgegevens	10
3.2.1.1	Damwand type Hoesch 215	11
3.2.1.2	Damwand type Hoesch 175	12
3.3	**Seuzhaven-Worteleind**	13
3.3.1	Verwerking meetgegevens	13
3.3.1.1	Damwand type BZ IV N 50	14
3.3.1.2	Damwand type BZ III A	15
3.4	**De Ruyterkade Oost**	16
3.4.1	Verwerking meetgegevens	16
3.4.1.1	Damwand type BZ III A	17
4.	**Uitgangspunten voor de Analyse**	18
4.1	**Randvoorwaarden**	18
4.2	**Analyse met betrekking tot de reststerkte**	18
4.3	**Analyse met betrekking tot de gronddichtheid**	19
5.	**Resultaten**	20
6.	**Conclusies en aanbevelingen**	23
6.1	**Suezhaven**	23
6.2	**Beringhaven**	23
6.3	**Suezhaven-Worteleind**	23
6.4	**De Ruyterkade Oost**	24

Bijlage 1 Tekening HH2044-T-001 25

Bijlage 2 Tekening HH2044-T-002 26

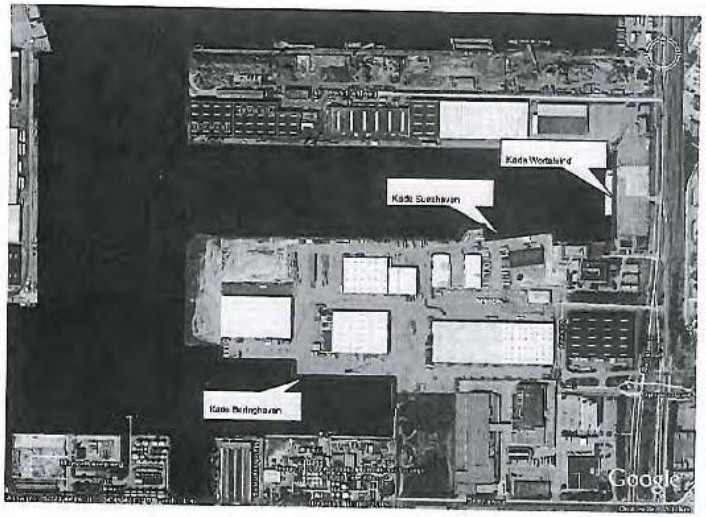
Bijlage 3 Tekening HH2044-T-003 27

Bijlage 4 Tekening HH2044-T-004 28

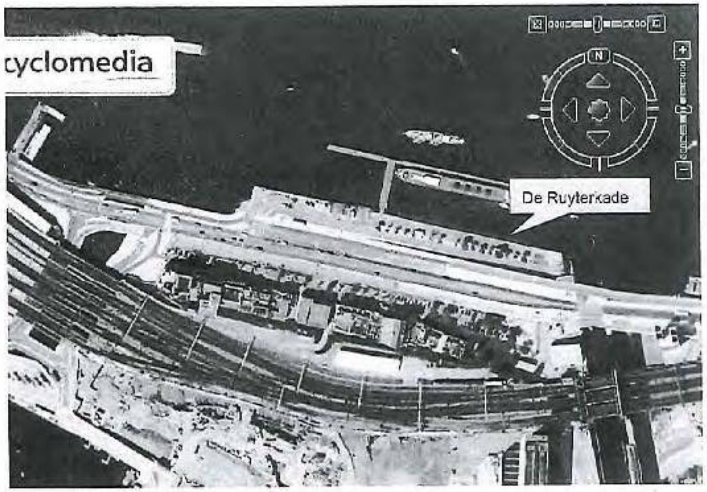
Bijlage 5 Metingen door Noordhoek 29

1. Inleiding

Door Haven Amsterdam is opdracht gegeven voor het meten van de damwanddiktes in het Suezkanaal, Beringhaven, Suezhaven-Worteleind en De Ruyterkade Oost in de haven van Amsterdam. Deze metingen zijn uitgevoerd door Noordhoek Diving Company B.V. te Zierikzee, deze metingen zijn te vinden in bijlage 4.
De resultaten van deze metingen zijn voor analyse aangeboden aan het ingenieursbureau van Gemeentewerken Rotterdam.
Met behulp van deze metingen wordt de restlevensduur en sterkte in kaart gebracht van de damwanden. Deze objecten moeten volgens het wanddiktemetingen protocol en de daaraan gerelateerde herbeschouwing worden onderworpen (wanddiktemeting, en een beschouwing van de functionaliteit voor wat betreft sterkte en gronddichtheid en berekening van de resterende levensduur).
Dit rapport geeft een korte beschouwing van de uitgevoerde werkzaamheden, de reststerkte, en de consequenties voor de restlevensduur van de beschouwde constructies.



Overzicht lokaties Suezhaven, Beringhaven en Suezhaven-Worteleind



Overzicht lokatie De Ruyterkade

2. Doelstelling van de corrosie inspecties

In onderstaande hoofdstukken zijn per locatie de meetgegevens geanalyseerd om verder inzicht te krijgen omtrent de huidige status ten behoeve van:

- het verkrijgen van een verbeterd inzicht ten opzichte van voorgaande soortgelijke inspecties;
- het nemen van eventuele maatregelen met betrekking tot het aanpassen van de hoogte van een (nieuwe) betonnen dekband in verband met de eventuele verhoogde corrosie rond de wind en waterlijn;
- bepalen van de restlevensduur van de kade.

Opmerkingen:
Uit voorgaande inspecties bleek dat rondom de waterspiegel relatief veel wanddikte is verloren door corrosie. Het betrof de zone tot 2 meter onder waterlijn. Daarnaast is ook een splitsing gemaakt in de beschouwingen tussen de meetresultaten van de waterlijn tot 2 meter daaronder en vanaf 2 meter waterdiepte tot de bodem.

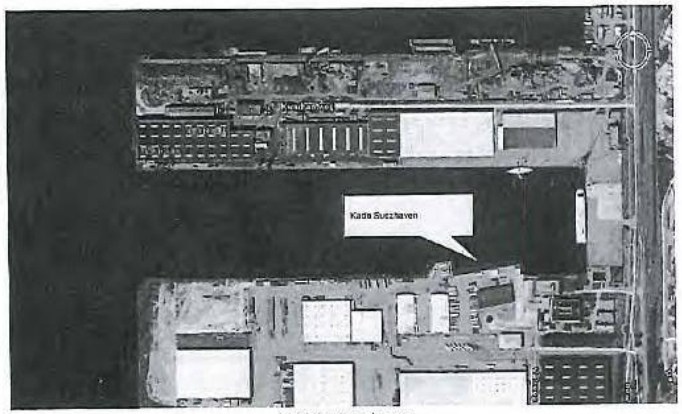
De analyses van de meetresultaten zijn uitgevoerd aan de hand van de benaderingsmethoden, die ontleend zijn uit ervaringen, die ook voor de Rotterdamse havens zijn toegepast.
Hierbij is onderscheid gemaakt tussen een beschouwing met betrekking tot de sterkte elsen en de gronddichtheid van het damwandprofiel. Bij de beschouwing van de (rest)sterkte is uitgegaan van de gemiddelde waardes van de wanddiktemetingen vermindert met een waarde uit de pitting of locale verzwakking. Bij de recente inspecties zijn de aangetroffen pittingdieptes in de Amsterdamse havens meegenomen. In de inspectieprotocollen in Rotterdam zijn daarbij ook percentages per pittingdiepte benoemd die per oppervlakte eenheid zijn vastgelegd. In de onderhavige beschouwing is hiervoor een inschatting gemaakt.

3. Overzicht inspectieresultaten

3.1 Suezhaven

De damwand in de Suezhaven bestaat uit 2 type damwandprofielen:
raai 1 en 6 t/m 12 - BZ IV NE met een weerstandsmoment van 2050 cm^3
raai 2 t/m 5 - ARBED BZ 460 met een weerstandsmoment van 2600 cm^3

Het bodemniveau ligt op ca. NAP -9,00 m
De waterlijn ligt op NAP -0,40 m.
De doorsneden van deze damwanden zijn te zien op tekening HH2044-T-001, bijlage 1.



Lokatie Suezhaven

3.1.1 Verwerking meetgegevens

Onderstaande tabellen bevatten bewerkte getallen uit de lijsten van de US- metingen.
Het betreft hierbij de resultaten uit alle raaien en niveaus onderverdeeld in de positie ter opzichte van het profiel.
De US- metingen zijn uitgevoerd op de volgende niveaus onder NAP: 0,5 m, 1,5 m, 3,5 m, 5,5 m, 7,5 m en 0,30 m boven bodemniveau.

3.1.1.1 Damwand type BZ IV NE

Alle meetgegevens vanaf de waterlijn tot aan de bodem

Wanddikte		Kas	Wang	Buik	Buik
Oorspronkelijk	[mm]	14	10	14	14
Minimaal	[mm]	11,9	7,8	9,2	7,2
Maximaal	[mm]	13,4	9,7	13,8	13,3
Gemiddeld	[mm]	12,7	8,9	12,5	12,3
Afroesting					
Maximaal	[mm]	2,1	2,2	4,8	5,8
Gemiddeld	[mm]	1,3	1,1	1,5	1,7
Pitting					
tot 2 mm	%	58,75	58,75	58,75	58,75
van 2 tot 3 mm	%	32,5	32,5	32,5	32,5
> 3 mm	%	8,75	8,75	8,75	8,75

Meetgegevens tot 2 meter onder de waterlijn

Wanddikte		Kas	Wang	Buik	Buik
Oorspronkelijk	[mm]	14	10	14	14
Minimaal	[mm]	12,0	7,8	9,2	7,2
Maximaal	[mm]	13,1	9,7	13,6	13,2
Gemiddeld	[mm]	12,6	8,7	11,9	11,6
Afroesting					
Maximaal	[mm]	2,0	2,2	4,8	6,8
Gemiddeld	[mm]	1,4	1,3	2,1	2,4
Pitting					
tot 2 mm	%	58,75	58,75	58,75	58,75
van 2 tot 3 mm	%	32,5	32,5	32,5	32,5
> 3 mm	%	8,75	8,75	8,75	8,75

3.1.1.2 Damwand type ARBED BZ 450

Alle meetgegevens vanaf de waterlijn tot aan de bodem

Wanddikte		Kas	Wang	Buik	Buik
Oorspronkelijk	[mm]	13,2	10	13,2	13,2
Minimaal	[mm]	9,2	7,8	10,5	10,1
Maximaal	[mm]	13,7	9,9	13,7	13,5
Gemiddeld	[mm]	12,5	9,2	12,3	12,3
Afroesting					
Maximaal	[mm]	4,0	2,4	2,7	3,1
Gemiddeld	[mm]	0,7	0,8	0,9	0,9
Pitting					
tot 2 mm	%	62,5	62,5	62,5	62,5
van 2 tot 3 mm	%	37,5	37,5	37,5	37,5
> 3 mm	%	10,0	10,0	10,0	10,0

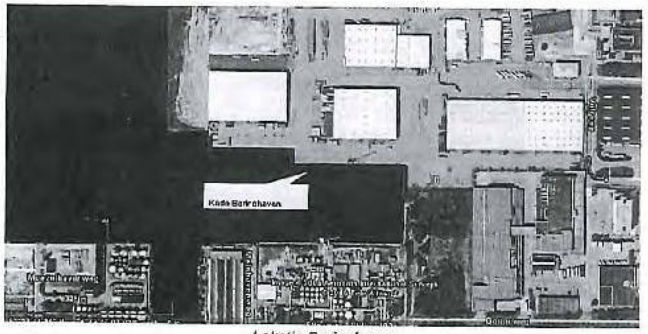
Meetgegevens tot 2 meter onder de waterlijn

Wanddikte		Kas	Wang	Buik	Buik
Oorspronkelijk	[mm]	13,2	10	13,2	13,2
Minimaal	[mm]	9,2	7,6	10,5	10,1
Maximaal	[mm]	13,7	9,9	13,7	13,1
Gemiddeld	[mm]	12,3	9,0	11,8	11,7
Afroesting					
Maximaal	[mm]	4,0	2,4	2,7	3,1
Gemiddeld	[mm]	0,9	1,0	1,4	1,5
Pitting					
tot 2 mm	%	62,5	62,5	62,5	62,5
van 2 tot 3 mm	%	37,5	37,5	37,5	37,5
> 3 mm	%	10,0	10,0	10,0	10,0

3.2 Beringhaven

De damwand in de Beringhaven bestaat uit 2 type damwandprofielen:
raai 1 t/m 5 - 2-voudige Hoesch 215 met een weerstandsmoment van 3150 cm^3
raai 6 t/m 13 - 2-voudige Hoesch 175 met een weerstandsmoment van 2600 cm^3

Het bodemniveau ligt op ca. NAP -9,50 m
De waterlijn ligt op NAP -0,40 m.
De doorsneden van deze damwanden zijn te zien op tekening HH2044-T-002, bijlage 2.



Lokatie Beringhaven

3.2.1 Verwerking meetgegevens

Onderstaande tabellen bevatten bewerkte getallen uit de lijsten van de US- metingen.
Het betreft hierbij de resultaten uit alle raaien en niveaus onderverdeeld in de positie ten opzichte van het profiel.
De US- metingen zijn uitgevoerd op de volgende niveaus onder NAP: 0,5 m, 1,5 m, 3,5 m, 5,5 m, 7,5 m en 0,30 m boven bodemniveau.

3.2.1.1 Damwand type Hoesch 215

Alle meetgegevens vanaf de waterlijn tot aan de bodem

Wanddikte		Kas	Wang	Buik	Buik
Oorspronkelijk	[mm]	18,8	12,0	18,8	18,8
Minimaal	[mm]	16,7	9,7	15,6	12,8
Maximaal	[mm]	18,5	12,9	18,5	18,2
Gemiddeld	[mm]	17,7	11,8	17,6	17,1
Afroesting					
Maximaal	[mm]	2,1	2,3	3,2	6,0
Gemiddeld	[mm]	1,1	0,2	1,2	1,7
Pitting					
tot 2 mm	%	60,0	60,0	60,0	60,0
van 2 tot 3 mm	%	31,25	31,25	31,25	31,25
> 3 mm	%	8,75	8,75	8,75	8,75

Meetgegevens tot 2 meter onder de waterlijn

Wanddikte		Kas	Wang	Buik	Buik
Oorspronkelijk	[mm]	18,8	12,0	18,8	18,8
Minimaal	[mm]	16,7	9,7	15,6	12,8
Maximaal	[mm]	18,4	12,8	17,9	17,6
Gemiddeld	[mm]	17,5	11,4	17,1	16,4
Afroesting					
Maximaal	[mm]	2,1	2,3	3,2	6,0
Gemiddeld	[mm]	1,3	0,6	1,7	2,4
Pitting					
tot 2 mm	%	60,0	60,0	60,0	60,0
van 2 tot 3 mm	%	31,25	31,25	31,25	31,25
> 3 mm	%	8,75	8,75	8,75	8,75

3.2.1.2 Damwand type Hoesch 175

Alle meetgegevens vanaf de waterlijn tot aan de bodem

Wanddikte		Kas	Wang	Buik	Buik
Oorspronkelijk	[mm]	14,0	10,0	14,0	14,0
Minimaal	[mm]	11,5	8,3	10,7	8,9
Maximaal	[mm]	13,6	10,5	13,9	13,5
Gemiddeld	[mm]	12,9	9,5	12,7	12,6
Afroesting					
Maximaal	[mm]	2,5	1,7	3,3	5,1
Gemiddeld	[mm]	1,1	0,5	1,3	1,4
Pitting					
tot 2 mm	%	42,5	42,5	42,5	42,5
van 2 tot 3 mm	%	46,67	46,67	46,67	46,67
> 3 mm	%	10,0	10,0	10,0	10,0

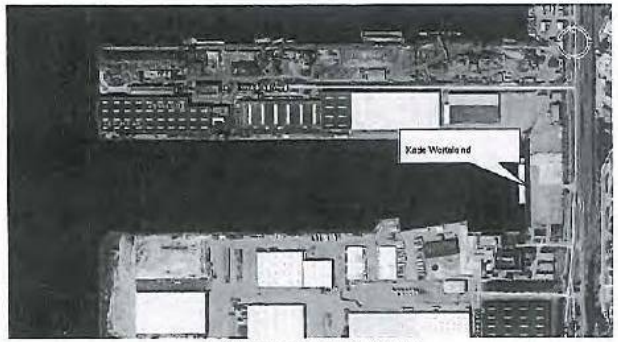
Meetgegevens tot 2 meter onder de waterlijn

Wanddikte		Kas	Wang	Buik	Buik
Oorspronkelijk	[mm]	14,0	10,0	14,0	14,0
Minimaal	[mm]	11,5	8,3	10,7	8,9
Maximaal	[mm]	13,4	10,5	13,4	13,3
Gemiddeld	[mm]	12,6	9,4	12,3	12,0
Afroesting					
Maximaal	[mm]	2,5	1,7	3,3	5,1
Gemiddeld	[mm]	1,4	0,6	1,7	2,0
Pitting					
tot 2 mm	%	42,5	42,5	42,5	42,5
van 2 tot 3 mm	%	46,67	46,67	46,67	46,67
> 3 mm	%	10,0	10,0	10,0	10,0

3.3 Seuzhaven-Worteleind

De damwand in de Suezhaven – kade Worteleind bestaat uit 2 type damwandprofielen:
raai 1 en 2 - 2-voudige BZ IV N 50 met een weerstandsmoment van 2050 cm^3
raai 3 t/m 9 - 2-voudige BZ III A met een weerstandsmoment van 1650 cm^3

Het bodemniveau ligt op ca. NAP -9,50 m
De waterlijn ligt op NAP -0,40 m.
De doorsneden van deze damwanden zijn te zien op tekening HH2044-T-003, bijlage 3.



Lokatie Suezhaven-Worteleind

3.3.1 Verwerking meetgegevens

Onderstaande tabellen bevatten bewerkte getallen uit de lijsten van de US- metingen.
Het betreft hierbij de resultaten uit alle raaien en niveaus onderverdeeld in de positie ten opzichte van het profiel.
De US- metingen zijn uitgevoerd op de volgende niveaus onder NAP: 0,5 m, 1,5 m, 2,5 m, 5,0 m, 7,0 m en 0,30 m boven bodemniveau.

3.3.1.1 Damwand type BZ IV N 50

Alle meetgegevens vanaf de waterlijn tot aan de bodem

Wanddikte		Kas	Wang	Buik	Buik
Oorspronkelijk	[mm]	14	10	14	14
Minimaal	[mm]	11,3	8,2	7,5	6,4
Maximaal	[mm]	13,3	9,6	13,7	13,6
Gemiddeld	[mm]	13,0	9,1	12,9	12,6
Afroesting					
Maximaal	[mm]	2,7	1,8	6,5	7,6
Gemiddeld	[mm]	1,0	0,9	1,1	1,4
Pitting					
tot 2 mm	%	90,0	90,0	90,0	90,0
van 2 tot 3 mm	%	5,0	5,0	5,0	5,0
> 3 mm	%	5,0	5,0	5,0	5,0

Meetgegevens tot 2 meter onder de waterlijn

Wanddikte		Kas	Wang	Buik	Buik
Oorspronkelijk	[mm]	14	10	14	14
Minimaal	[mm]	11,3	8,2	7,5	8,4
Maximaal	[mm]	13,3	9,6	13,5	13,4
Gemiddeld	[mm]	12,8	9,0	11,7	11,1
Afroesting					
Maximaal	[mm]	2,7	1,8	6,5	7,6
Gemiddeld	[mm]	1,2	1,0	2,3	2,9
Pitting					
tot 2 mm	%	90,0	90,0	90,0	90,0
van 2 tot 3 mm	%	5,0	5,0	5,0	5,0
> 3 mm	%	5,0	5,0	5,0	5,0

3.3.1.2 Damwand type BZ III A

Alle meetgegevens vanaf de waterlijn tot aan de bodem

Wanddikte		Kas	Wang	Buik	Buik
Oorspronkelijk	[mm]	11	9	11	11
Minimaal	[mm]	8,5	8,7	6,3	6,4
Maximaal	[mm]	10,8	9,7	10,9	10,9
Gemiddeld	[mm]	10,2	8,6	9,9	9,7
Afroesting					
Maximaal	[mm]	2,5	2,3	4,7	4,6
Gemiddeld	[mm]	0,8	0,4	1,1	1,3
Pitting					
tot 2 mm	%	56,25	56,25	56,25	56,25
van 2 tot 3 mm	%	35,0	35,0	35,0	35,0
> 3 mm	%	8,75	8,75	8,75	8,75

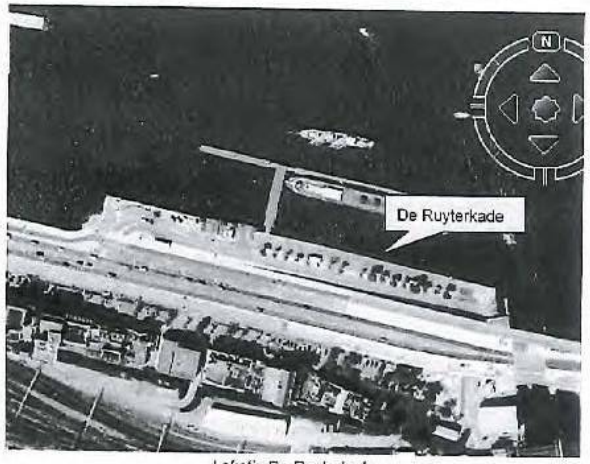
Meetgegevens tot 2 meter onder de waterlijn

Wanddikte		Kas	Wang	Buik	Buik
Oorspronkelijk	[mm]	11	9	11	11
Minimaal	[mm]	8,5	6,7	6,3	6,4
Maximaal	[mm]	10,7	9,2	10,8	10,8
Gemiddeld	[mm]	10,1	8,5	9,7	9,3
Afroesting					
Maximaal	[mm]	2,5	2,3	4,7	4,6
Gemiddeld	[mm]	0,9	0,5	1,3	1,7
Pitting					
tot 2 mm	%	56,25	56,25	56,25	56,25
van 2 tot 3 mm	%	35,0	35,0	35,0	35,0
> 3 mm	%	8,75	8,75	8,75	8,75

3.4 De Ruyterkade Oost

De damwand aan Ruyterkade Oost bestaat uit het damwandprofiel:
2-voudige BZ III A met een weerstandsmoment van 1650 cm^3

Het bodemniveau ligt op ca. NAP -8,50 m
De waterlijn ligt op NAP -0,40 m.
De doorsneden van deze damwand is te zien op tekening HH2044-T-004, bijlage 4.



Lokatie De Ruyterkade

3.4.1 Verwerking meetgegevens

Onderstaande tabellen bevatten bewerkte getallen uit de lijsten van de US- metingen.
Het betreft hierbij de resultaten uit alle raaien en niveaus onderverdeeld in de positie ten opzichte van het profiel.
De US- metingen zijn uitgevoerd op de volgende niveaus onder NAP: 0,0 m, 1,0 m, 2,0 m, 3,0 m, 4,0 m, 5.0 m, 6,0 m en 7.0 m.

3.4.1.1 Damwand type BZ III A

Alle meetgegevens vanaf de waterlijn tot aan de bodem

Wanddikte		Kas	Wang	Buik	Buik
Oorspronkelijk	[mm]	11	9	11	11
Minimaal	[mm]	7,8	5,8	7,2	6,0
Maximaal	[mm]	11,2	9,8	11,4	11,4
Gemiddeld	[mm]	10,3	8,4	9,9	10,0
Afroesting					
Maximaal	[mm]	3,2	3,2	3,8	5,0
Gemiddeld	[mm]	0,7	0,6	1,1	1,0
Pitting					
tot 2 mm	%	72,5	72,5	72,5	72,5
van 2 tot 3 mm	%	21,5	21,5	21,5	21,5
> 3 mm	%	6,0	6,0	6,0	6,0

Meetgegevens tot 2 meter onder de waterlijn

Wanddikte		Kas	Wang	Buik	Buik
Oorspronkelijk	[mm]	11	9	11	11
Minimaal	[mm]	9,5	5,8	7,2	6,0
Maximaal	[mm]	11,0	9,5	10,9	11,4
Gemiddeld	[mm]	10,3	8,2	9,6	9,5
Afroesting					
Maximaal	[mm]	1,5	3,2	3,8	5,0
Gemiddeld	[mm]	0,7	0,8	1,4	1,2
Pitting					
tot 2 mm	%	72,5	72,5	72,5	72,5
van 2 tot 3 mm	%	21,5	21,5	21,5	21,5
> 3 mm	%	6,0	6,0	6,0	6,0

4. Uitgangspunten voor de Analyse

4.1 Randvoorwaarden

De hierna uitgevoerde beschouwingen zijn gebaseerd op de verstrekte gegevens van de kadeconfiguratie met het jaar van ingebruikname. Hiermee kan een uitspraak gedaan worden van de huidige status en de restlevensduur verwachting.
Deze uitspraak wordt gedaan aan de hand van de, door corrosie geïnitieerde, gereduceerde doorsnede van het profiel versus de theoretische waarde. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen de beschouwing met betrekking tot de sterkte en de gronddichtheid.
De benaderingsmethode om te komen tot een uitspraak voor de huidige- en de reststerkte is gebaseerd op een aanname van een overall **ontwerpveiligheidsfactor van 1.5** op de materiaalspanning in de doorsnede van het damwandprofiel ten gevolge van alleen de buiging.
De invloed van de normaalkracht in het profiel moet separaat worden bepaald door een inschatting van de doorsnede vermindering van het gehele profiel.
Deze handelingen kunnen alleen uitgevoerd worden indien de ontwerpberekeningen voorhanden zijn. De aangenomen ontwerpveiligheidsfactor wordt in deze beschouwing gereduceerd op de huidige status en in de toekomstige situatie wordt de corrosiesnelheid geëxtrapoleerd tot het tijdstip dat de factor 1.0 bedraagt.

Een constructieve herberekening voor de vastlegging van het huidige- en restveiligheidsniveau is niet uitgevoerd omdat vooralsnog geen relatie is gelegd met de ontwerpveiligheid van de kades vanuit de ontwerpberekening.

4.2 Analyse met betrekking tot de reststerkte

Volgens de "Richtlijn voor het herberekenen van kademuren a.h.v. corrosie meetgegevens" (eigen richtlijn) geldt voor de bepaling van de reststerkte:
tcorr = tgem – Δtpit
waarin:
tgem = gemiddelde wanddikte uit de metingen
Δtpit = de relatie tussen de gemeten pittingdiepte en de gradatie van de pitting per oppervlakte eenheid.
De reststerkte wordt uitgedrukt in een reductiefactor die vermenigvuldigt moet worden met de oorspronkelijke constructieve ontwerpveiligheid. De reductiefactor is bepaald door de verhouding t-corr en t-oorspronkelijk waarin t-oorspronkelijk de dikte van het theoretische profiel.

nb
De reststerkte volgt uit de gemeten wanddiktes van de profielen als toetscriterium voor de constructieve (rest) veiligheid die gerelateerd is aan een veiligheidsklasse met een bijbehorende veiligheidsfactor waarin de constructie bij het ontwerp is ingedeeld.
Voor de huidige en toekomstige status gelden reductiefactoren op de veiligheidsfactoren voor alleen de materiaalspanningen uit buigende momenten. Om deze reden is met een reductie door corrosie gerekend met de wanddikte afname van de buik of de kas van het profiel.

De invloed van de normaalkracht in het profiel moet separaat worden bepaald door een inschatting van de doorsnedevermindering van het gehele profiel.
Deze handelingen kunnen alleen uitgevoerd worden indien de ontwerpberekeningen voorhanden zijn.

4.3 Analyse met betrekking tot de gronddichtheid

Voor de bepaling van de gronddichtheid is uit gegaan van een minimale plaatselijke wandikte die bepaald is uit t-gem – de aangetroffen pittingdiepte of de minimale wanddikte.
Hiermee kan bepaald worden wanneer de eerste gaten te verwachten zijn door extrapolatie van de corrosiesnelheid tot t=0 (t is de wanddikte)
Een andere methode om de gronddichtheid tot een bepaald jaartal te garanderen is gebaseerd op ervaringsgetallen ontleend uit gegevens uit de Rotterdamse havens.
Hierbij wordt de zo genaamde 0.1% overschrijdingswaarde gehanteerd.
De overschrijdingswaarde is op basis van steekproefgrootheden uit de meetpopulatie uitgedrukt in:
d = m – 3.08s waarin:
d = de wanddikte is op grond van de overschrijdingswaarde van 0.1%;
m de gemiddelde wanddikte;
s = de standaardafwijking ;
3.08 is de kanswaarde die behoort bij het aantal waarnemingen bij een overschrijdingswaarde van 0.1%.
Hierbij is het gegarandeerde jaartal voor de gronddichtheid gebaseerd op het tijdstip dat over 0.1% van het gehele staaloppervlak gaten aanwezig kunnen zijn.
Opgemerkt dient te worden dat deze methode meer betrouwbaar wordt met een geringe standaardafwijking.
De beide methodes zijn bedoeld om een zekere ondergrens aan te geven.

5. Resultaten

In onderstaande tabel zijn de uitkomsten opgenomen zoals in voorgaande hoofdstukken is beschreven.

	Suezhaven damwandtype BZ IV NE (buik2)			
1	bouwjaar		1974	
2	opname inspectie		2009	
3	referentietijd		35	jaar
4	gemiddelde corrosiesnelheid uit gemiddelde wanddiktes		0,049	mm/jaar
5	maximale corrosiesnelheid ter plaatse van locale pitting		0,280	mm/jaar
6	tijdstip initieel gronddichtheidverlies ter plaatse van maximale pitting (uit 5)	in het jaar	2035	
7	tijdstip gronddichtheidverlies op basis van 0,1% damwand oppervlak	in het jaar	2073	
8	huidige status van de sterkte op basis van de gemiddelde doorsnede reductie	reductiefactor R_0 =	0,86	
9	sterkte over 25 jaar	reductiefactor R_{25} =	0,51	
8a	**huidige veiligheid = ontwerpveiligheidsfactor x R_0**			
9a	**veiligheid na 25 jaar = ontwerpveiligheidsfactor x R_{25}**			

	Suezhaven damwandtype ARBED BZ 450 - buik1			
1	bouwjaar		1974	
2	opname inspectie		2009	
3	referentietijd		35	jaar
4	gemiddelde corrosiesnelheid uit gemiddelde wanddiktes		0,026	mm/jaar
5	maximale corrosiesnelheid ter plaatse van locale pitting		0,163	mm/jaar
6	tijdstip initieel gronddichtheidverlies ter plaatse van maximale pitting (uit 5)	in het jaar	2073	
7	tijdstip gronddichtheidverlies op basis van 0,1% damwand oppervlak	in het jaar	2118	
8	huidige status van de sterkte op basis van de gemiddelde doorsnede reductie	reductiefactor R_0 =	0,93	
9	sterkte over 25 jaar	reductiefactor R_{25} =	0,54	
8a	**huidige veiligheid = ontwerpveiligheidsfactor x R_0**			
9a	**veiligheid na 25 jaar = ontwerpveiligheidsfactor x R_{25}**			

	Beringhaven damwandtype Hoesch 215 - buik2			
1	bouwjaar		1983	
2	opname inspectie		2009	
3	referentietijd		26	jaar
4	gemiddelde corrosiesnelheid uit gemiddelde wandlikte		0,065	mm/jaar
5	maximale corrosiesnelheid ter plaatse van locale pitting		0,346	mm/jaar
6	tijdstip initieel gronddichtheidverlies ter plaatse van maximale pitting (uit 5)	in het jaar	2048	
7	tijdstip gronddichtheidverlies op basis van 0,1% damwand oppervlak	in het jaar	2092	
8	huidige status van de sterkte op basis van de gemiddelde doorsnde reductie	reductiefacor R_0 =	0,91	
9	sterkte over 25 jaar	reductiefacor R_{25} =	0,46	
8a	**huidige veiligheid = ontwerpveiligheidsfactor x R_0**			
9a	**veiligheid na 25 jaar = ontwerpveiligheidsfactor x R_{25}**			

	Beringhaven damwandtype Hoesch 175 - buik2			
1	bouwjaar		1976	
2	opname inspectie		2009	
3	referentietijd		33	jaar
4	gemiddelde corrosiesnelheid uit gemiddelde wand ktes		0,042	mm/jaar
5	maximale corrosiesnelheid ter plaatse van locale pitting		0,245	mm/jaar
6	tijdstip initieel gronddichtheidverlies ter plaatse van maximale pitting (uit 5)	in het jaar	2045	
7	tijdstip gronddichtheidverlies op basis van 0,1% damwand oppervlak	in het jaar	2104	
8	huidige status van de sterkte op basis van de gemiddelde doorsnde reductie	reductiefacor R_0 =	0,90	
9	sterkte over 25 jaar	reductiefacor R_{25} =	0,51	
8a	**huidige veiligheid = ontwerpveiligheidsfactor x R_0**			
9a	**veiligheid na 25 jaar = ontwerpveiligheidsfactor x R_{25}**			

	Suez Worteleind damwandtype BZ IV N 50 - buik2			
1	bouwjaar		1974	
2	opname inspectie		2009	
3	referentietijd		35	jaar
4	gemiddelde corrosiesnelheid uit gemiddelde wandlikte		0,040	mm/jaar
5	maximale corrosiesnelheid ter plaatse van locale pitting		0,303	mm/jaar
6	tijdstip initieel gronddichtheidverlies ter plaatse van maximale pitting (uit 5)	in het jaar	2030	
7	tijdstip gronddichtheidverlies op basis van 0,1% damwand oppervlak	in het jaar	2035	
8	huidige status van de sterkte op basis van de gemiddelde doorsnde reductie	reductiefacor R_0 =	0,90	
9	sterkte over 25 jaar	reductiefacor R_{25} =	0,53	
8a	**huidige veiligheid = ontwerpveiligheidsfactor x R_0**			
9a	**veiligheid na 25 jaar = ontwerpveiligheidsfactor x R_{25}**			

	Suez Worteleind damwandtype BZ III A - buik2			
1	bouwjaar		1965	
2	opname inspectie		2009	
3	referentietijd		44	jaar
4	gemiddelde corrosiesnelheid uit gemiddelde wandiktes		0,030	mm/jaar
5	maximale corrosiesnelheid ter plaatse van locale pitting		0,173	mm/jaar
6	tijdstip initieel gronddichtheidverlies ter plaatse van maximale pitting (uit 5)	in het jaar	2046	
7	tijdstip gronddichtheidverlies op basis van 0,1% damwand oppervlak	in het jaar	2076	
8	huidige status van de sterkte op basis van de gemiddelde doorsnede reductie	reductiefactor R_0 =	0,88	
9	sterkte over 25 jaar	reductiefactor R_{25} =	0,56	
8a	**huidige veiligheid = ontwerpveiligheidsfactor x R_0**			
9a	**veiligheid na 25 jaar = ontwerpveiligheidsfactor x R_{25}**			

	De Ruyterkade damwandtype BZ III A - buik2			
1	bouwjaar		1969	
2	opname inspectie		2009	
3	referentietijd		40	jaar
4	gemiddelde corrosiesnelheid uit gemiddelde wandiktes		0,025	mm/jaar
5	maximale corrosiesnelheid ter plaatse van locale pitting		0,200	mm/jaar
6	tijdstip initieel gronddichtheidverlies ter plaatse van maximale pitting (uit 5)	in het jaar	2039	
7	tijdstip gronddichtheidverlies op basis van 0,1% damwand oppervlak	in het jaar	2114	
8	huidige status van de sterkte op basis van de gemiddelde doorsnede reductie	reductiefactor R_0 =	0,91	
9	sterkte over 25 jaar	reductiefactor R_{25} =	0,56	
8a	**huidige veiligheid = ontwerpveiligheidsfactor x R_0**			
9a	**veiligheid na 25 jaar = ontwerpveiligheidsfactor x R_{25}**			

6. Conclusies en aanbevelingen

6.1 Suezhaven

Zowel damwand type BZ IV NE als BZ 450 levert geen significante verschillen op in de gemeten wanddiktes tot 2 meter onder de waterlijn in vergelijk met de resultaten vanaf de waterlijn tot aan de bodem.

De status van het constructieve veiligheidsniveau gerelateerd aan de sterkte ligt op dit moment voor damwandtype BZ IV NE op 88% (veiligheid γ = 0,88 x 1,5 = 1,32) van het oorspronkelijke niveau.
Voor damwand type BZ 450 geldt 93% (γ = 1,40).
De gronddichtheid is voor damwand type BZ IV NE gewaarborgd tot 2035 en voor type BZ 450 tot 2073.
Dit zijn de ondergrenzen van twee benaderingsmethodes.

6.2 Beringhaven

Zowel damwand type Hoesch 215 als Hoesch 175 levert geen significante verschillen op in de gemeten wanddiktes tot 2 meter onder de waterlijn in vergelijk met de resultaten vanaf de waterlijn tot aan de bodem.

De status van het constructieve veiligheidsniveau gerelateerd aan de sterkte ligt op dit moment voor damwandtype Hoesch 215 op 91% (γ = 1,37) van het oorspronkelijke niveau.
Voor damwandtype Hoesch 175 geldt 90% (γ = 1,35).

De gronddichtheid is voor damwand type Hoesch 215 gewaarborgd tot 2046 en voor type Hoesch175 tot 2045.
Dit zijn de ondergrenzen van twee benaderingsmethodes.

In 2008 is door Gemeentewerken Rotterdam in opdracht van Haven Amsterdam een controleberekening voor de kademuur Beringhaven gemaakt. De controleberekening is uitgevoerd om de bestaande infrastructuur te verifiëren aan het nieuwe functionele gebruik bij de huidige contractdiepte en een eventuele toekomstige contractdiepte.
In de controleberekening is een aanname gedaan voor de corrosie van 1,0 mm. Uit de metingen die nu zijn uitgevoerd blijkt de gemiddelde corrosie (t.p.v. kas en buik) 1,3 mm te zijn.
De berekende veiligheid γ in het rapport "Beringhaven – Amsterdam, Controle belastingen kademuur, d.d. 21 juli 2008" blijkt dus nog iets lager zijn dan is aangenomen.

6.3 Suezhaven-Worteleind

Zowel damwand type BZ IV N 50 als BZ III A levert geen significante verschillen op in de gemeten wanddiktes tot 2 meter onder de waterlijn in vergelijk met de resultaten vanaf de waterlijn tot aan de bodem.

De status van het constructieve veiligheidsniveau gerelateerd aan de sterkte ligt op dit moment voor damwandtype BZ IV N 50 op 90% (γ = 1,35) van het oorspronkelijke niveau.
Voor damwandtype BZ III A geldt 88% (γ = 1,32).
De gronddichtheid is voor damwand type BZ IV N 50 gewaarborgd tot 2030 en voor type BZ III A tot 2046.
Dit zijn de ondergrenzen van twee benaderingsmethodes.

6.4 De Ruyterkade Oost

Damwand type BZ III A levert geen significante verschillen op in de gemeten wanddiktes tot 2 meter onder de waterlijn in vergelijk met de resultaten vanaf de waterlijn tot aan de bodem.

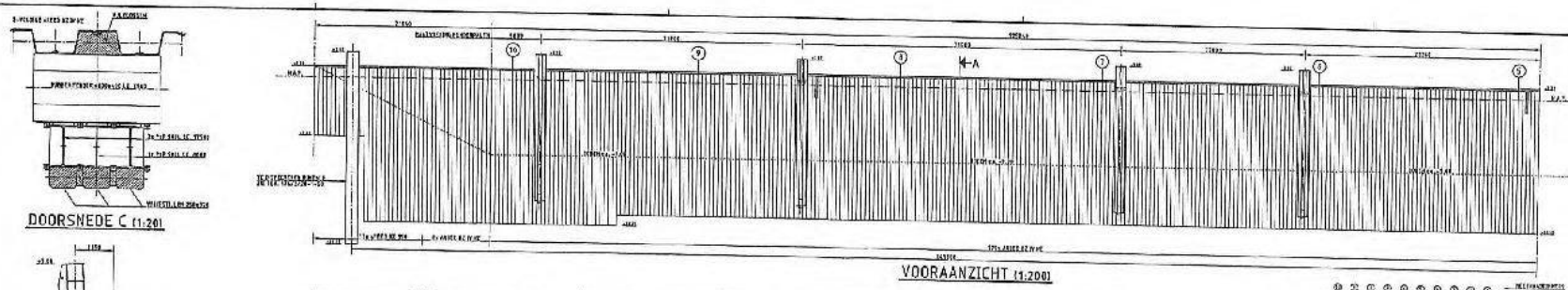
De status van het constructieve veiligheidsniveau gerelateerd aan de sterkte ligt op dit moment voor damwandtype BZ III A op 91% (γ = 1,37) van het oorspronkelijke niveau.
De gronddichtheid is voor de damwand gewaarborgd tot 2039.
Dit zijn de ondergrenzen van twee benaderingsmethodes.

In 2006 is door Witteveen en Bos onderzoek gedaan naar de technische levensduur van enkele kademuren in Amsterdam, waaronder de kademuur van De Ruyterkade Oost. De resultaten van dit onderzoek zijn verwerkt in het rapport 'onderzoek kades Oosterdokseiland, ASD1016-1/donj2/005'. Gemeentewerken Rotterdam heeft in 2008 een second opinion gegeven op dit rapport met nadruk op kade 9 (= De Ruyterkade Oost).
Het rapport 'Kades Oosterdokseiland, Second opinion rapport onderzoek kades' door Gemeentewerken Rotterdam geeft als belangrijkste conclusie dat de totale stabiliteit van de damwandconstructie problematisch is. Dit probleem blijft ook nu van kracht en kan zowel vanuit functionele gebruik als technisch worden aangepakt:

- Verlaging bovenbelasting tot bijvoorbeeld 10 of 15 KN/M2 (klasse 300 of 450)
- Verhoging bodemniveau voor de damwand
- Versterking damwand
- Plaatsen extra verankering

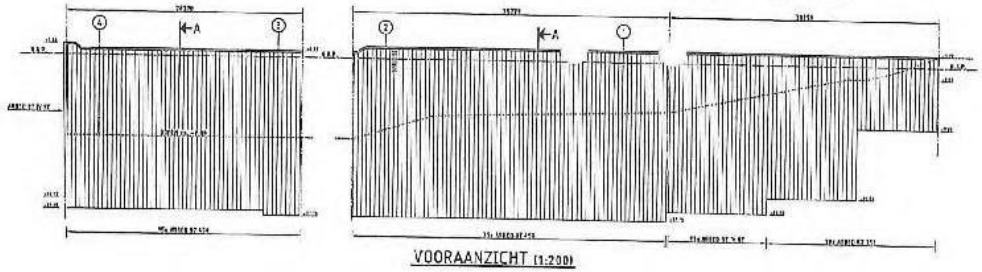
Bijlage 1 Tekening HH2044-T-001

Suezhaven

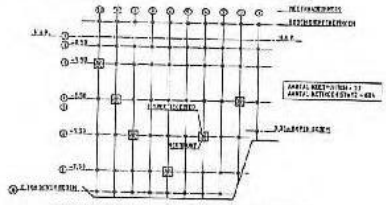


DOORSNEDE C (1:20)

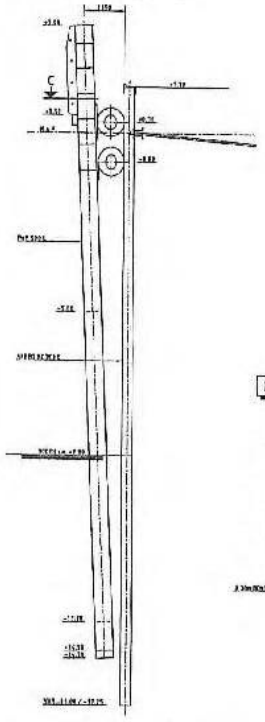
VOORAANZICHT (1:200)



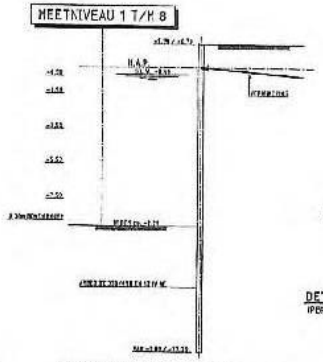
VOORAANZICHT (1:200)



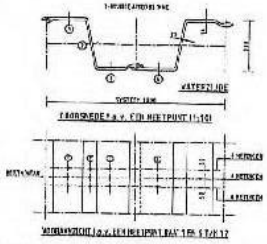
SCHEMA MEETPUNTEN ALGEMENE DIKTEMETING



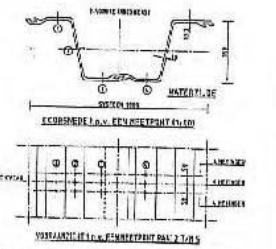
ZIJAANCHT FENDERPAAL (1:50)



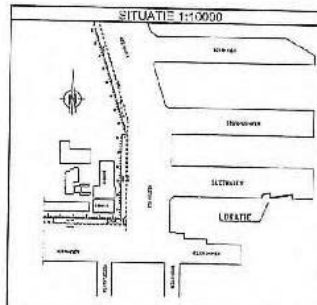
PRINCIPE DOORSNEDE A (1:100)



DETAILS MEETPUNT VAN ALGEMENE DIKTEMETING (1:10)



DETAILS MEETPUNT VAN ALGEMENE DIKTEMETING (1:10)



OPMERKINGEN

ALLE MATEN IN HET CONTROLEREN

Haven Amsterdam

VERSIE

EERSTE UITGAVE

Gemeente Rotterdam

WANDDIKTEMETINGEN

SUEZHAVEN

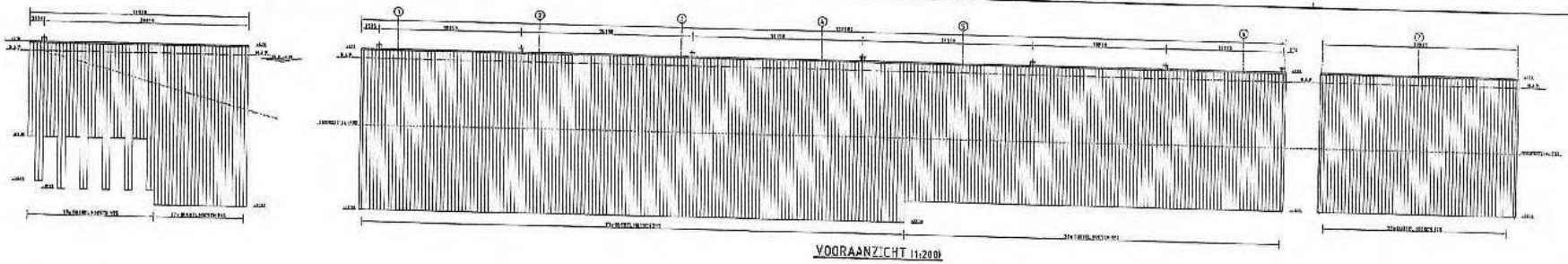
VOORAANZICHT, DOORSNEDE EN DETAILS

H-2044 T 001

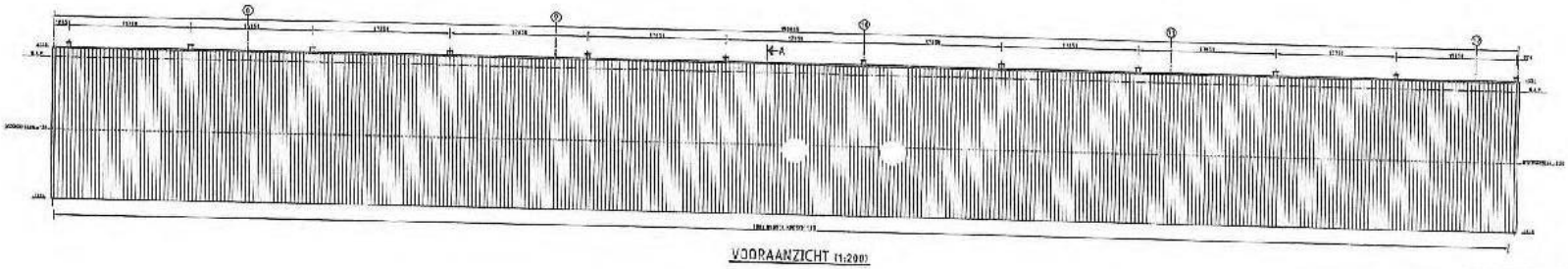
Gemeente Rotterdam
Gemeentewerken

Bijlage 2 Tekening HH2044-T-002

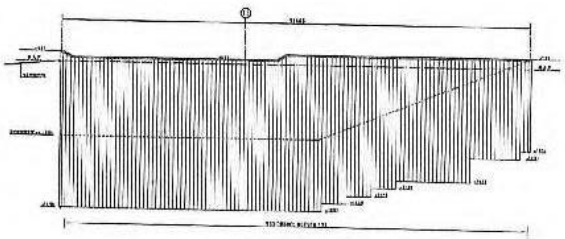
Beringhaven



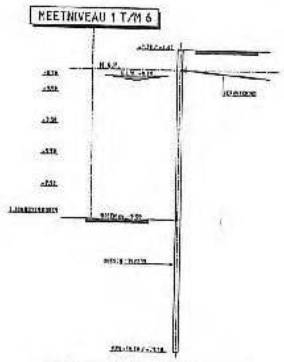
VOORAANZICHT (1:200)



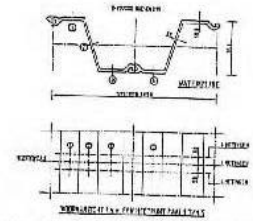
VOORAANZICHT (1:200)



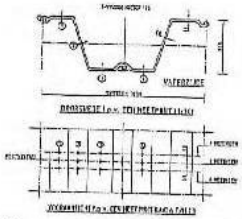
VOORAANZICHT (1:200)



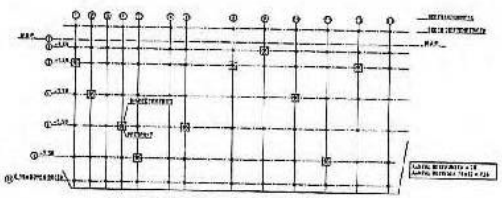
PRINCIPE DOORSNEDE A (1:100)



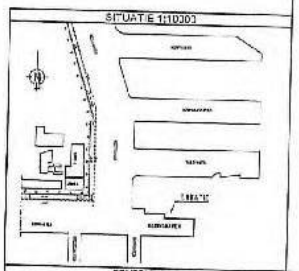
DETAILS MEETPUNT VAN ALGEMENE DIKTEMETING (1:10)



DETAILS MEETPUNT VAN ALGEMENE DIKTEMETING (1:10)



SCHEMA MEETPUNTEN ALGEMENE DIKTEMETING



OPMERKINGEN

ALLE MATEN IN HET WERK CONTROLEREN

Haven Amsterdam

VERSIE

EERSTE UITGAVE
10-12-2008

Gemeente Rotterdam
Gemeente Rotterdam

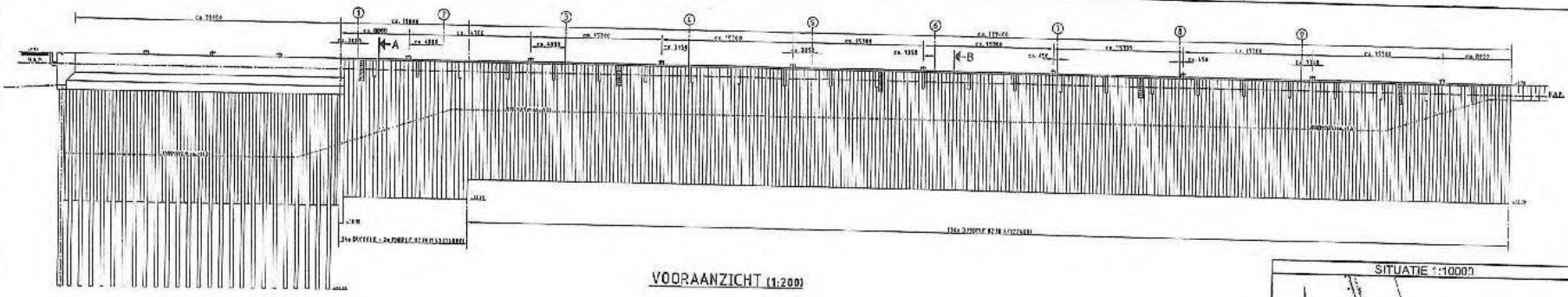
WANDDIKTEMETINGEN

BERINGHAVEN

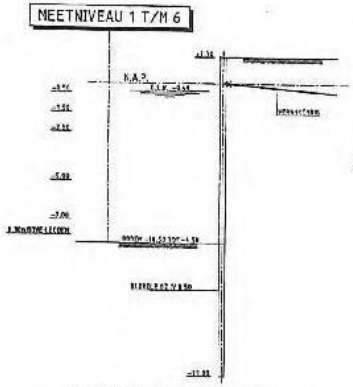
VOORAANZICHT, DOORSNEDE EN DETAILS

Bijlage 3 Tekening HH2044-T-003

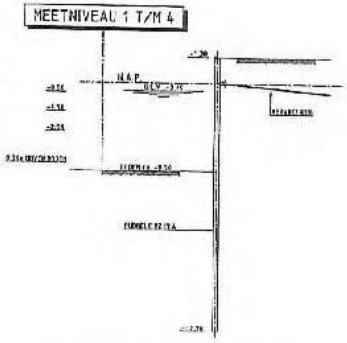
Suezhaven-Worteleind



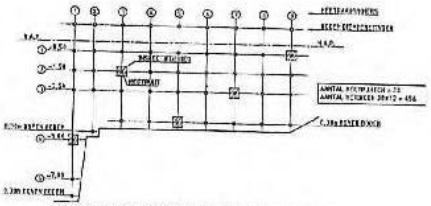
VOORAANZICHT (1:200)



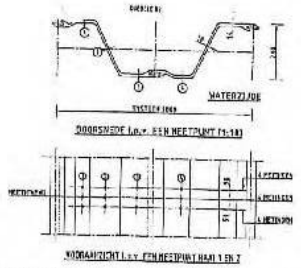
PRINCIPE DOORSNEDE A (1:100)



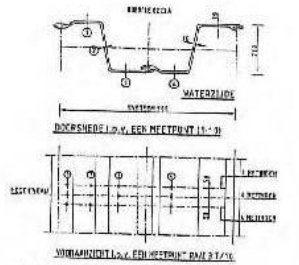
PRINCIPE DOORSNEDE B (1:100)



SCHEMA MEETPUNTEN ALGEMENE DIKTEMETING



DETAILS MEETPUNT VAN ALGEMENE DIKTEMETING (1:10)
(PER MEETPUNT 4x3= 12 METINGEN UITVOEREN)



DETAILS MEETPUNT VAN ALGEMENE DIKTEMETING (1:10)
(PER MEETPUNT 4x3= 12 METINGEN UITVOEREN)

SITUATIE 1:10000



OPMERKINGEN

ALLE MATEN IN HET WERK CONTROLEREN

Haven Amsterdam

VERSIE

EERSTE UITGAVE
10-12-2008

Gemeente Rotterdam
Gemeentewerken
Ingenieurstaken

CONTROLE WANDDIKTEMETINGEN

SUEZHAVEN "WORTELEIND"

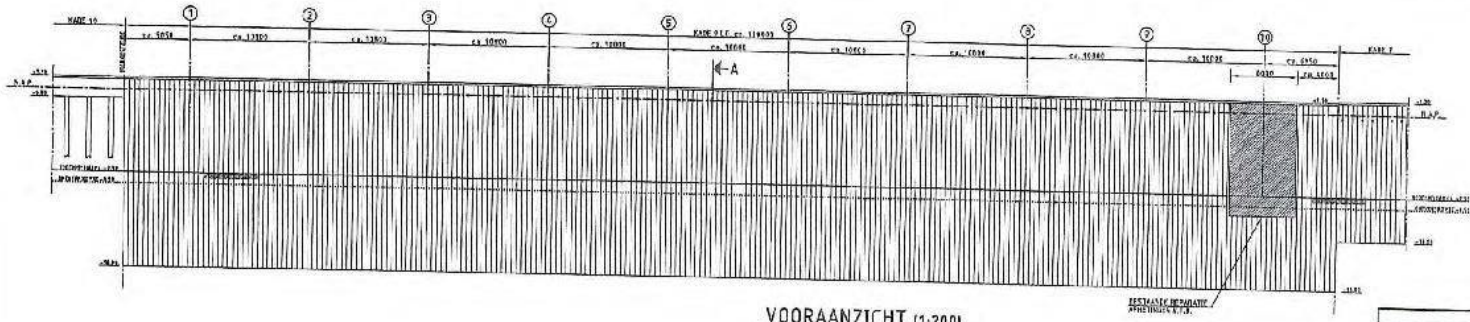
VOORAANZICHT, DOORSNEDEN EN DETAILS

P. Verhoorn | P. Jonkhout | H. Paeslis

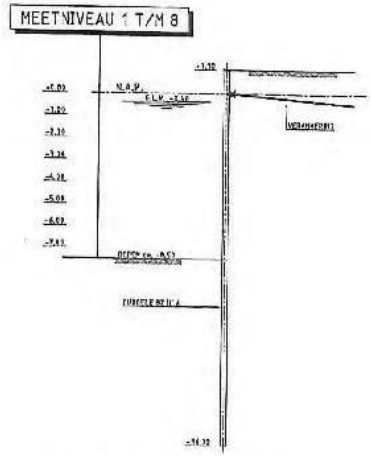
HH2044 T 003

Bijlage 4 Tekening HH2044-T-004

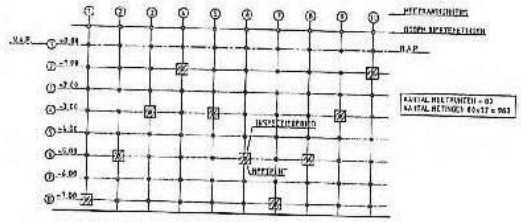
De Ruyterkade Oost



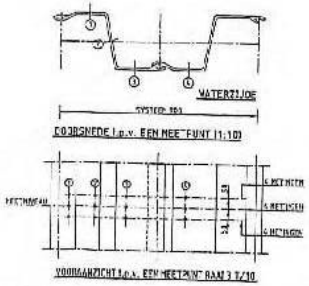
VOORAANZICHT (1:200)



PRINCIPE DOORSNEDE A (1:100)

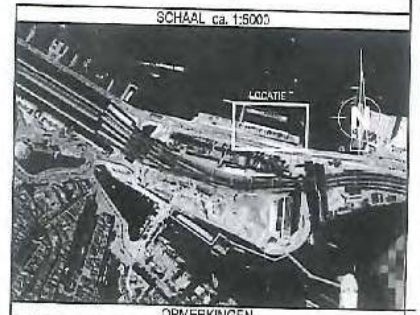


SCHEMA MEETPUNTEN ALGEMENE DIKTEMETING



DETAILS MEETPUNT VAN ALGEMENE DIKTEMETING (1:10)
(PER MEETPUNT 4x3= 12 METINGEN UITVOEREN)

SCHAAL ca. 1:5000



OPMERKINGEN

- MATEN IN MILLIMETERS, TENZIJ ANDERS AANGEGEVEN.
- ALLE HOOGTEMATEN IN MILLIMETER T.O.V. N.A.P.
- TOTALE LENGTE ca. 110 m.
- BOUW AANTAL:
- AANTAL MEETRAAIEN: 12
- METINGEN UITVOEREN DIAM. EEN UITWANDDIKTEMETER (LIFETIME H-E, 5 mm)
- IN ELK GEBIED DOORSNEDE DIENT MEETPUNT EEN OPGEDRUKT (UITWAAL 20 KLINKERTEGEL PER M.V. EEN HYDRAULISCHE EGEL, ZODANIG DAT ER EEN BLANK OPPERVLAK ONTSTAAT VERGEDEN

ALLE MATEN IN HET WERK CONTROLEREN

Haven Amsterdam

VERSIE

EERSTE UITGAVE
10-12-2008

f			
d			
d			
c			
b			
a	EERSTE UITGAVE		10-12-2008
Tekst	Opmerking	Tekening	Datum
Bestemming	Bijzonderheid	Verwijzing	

Gemeente Rotterdam
Gemeentewerken
Inspectieafdeling

Gemeente Rotterdam
Postbus 3033
3000 AP ROTTERDAM
Telefoon (010) 489 4600
Telefax (010) 489 8200

CONTROLE WANDDIKTEMETINGEN

[redacted]

VOORAANZICHT DOORSNEDE EN DETAILS

Schaal: A3
Tekst: ZIE TEKENING
Tekening: HH2044 T 004 n

P. Vandoorn | P. Jonkhuis | H. Paeska