



KENNISCENTRUM
VLAAMSE STEDEN

interlokale vereniging

COMPLEXE STADSPROJECTEN

draaiboek

Naam website KCVS

TECHNISCH ONDERZOEK

Oorspronkelijke naam document

Technisch onderzoek van de kaaimuren van de Oude Dokken te Gent

Project

Oude Dokken Gent



NOTA VOORONTWERPEN

Waterwegen en Zeekanaal NV
Afdeling Bovenschelde
Nederkouter 28
9000 Gent
Tel.: 09 / 268 02 11
Fax: 09 / 268 02 72

AG Stadsontwikkelingsbedrijf
Gent
Sint-Jacobsnieuwstraat 17
9000 Gent
Tel : 09 / 269 69 00
Fax: 09 / 269 69 99

TECHNISCH ONDERZOEK VAN DE KAAIMUREN OUDE DOKKEN TE GENT

Projectnr.: 04-005532
Versie: D
23 juni 2008

THV Lievense-Arcadis Belgium

Contactpersoon: Jan De Meyer

Clara Snellingsstraat 27, 2100 Antwerpen-Deurne

Tel.: 03 360 83 00 - Fax: 03 360 83 01

E-mail: info@arcadisbelgium.be / website: www.arcadisbelgium.be

BTW: BE – 0426.682.709 – RPR Antwerpen – ING 320-0687053-72

Lievense –  ARCADIS

Gerealiseerd met financiële steun van:



ISO 9001 gecertificeerd voor:

Adviesverlening, studie en ontwerp van gebouwen, infrastructuur, milieu en ruimtelijke ordening

Revisiestatus:

Versie	Datum	Opmerking
O	02/10/07	Eerste uitgave – draft
A	23/11/07	Gewijzigde versie n.a.v. vergadering dd. 19-10-07
B	25/01/08	Gewijzigde versie n.a.v. opmerkingen bestuur dd. 21-12-07 & 10-01-08
C	18/02/2008	Gewijzigde versie n.a.v. opmerkingen bestuur dd. 11-02-08
D	23/06/2008	Gewijzigde versie n.a.v. opmerkingen bestuur

Opgesteld:

Afd. / Discipline	Functie	Naam	Handtekening	Datum
Lievens	projectingenieur	Astrid Laemont		02/10/07
Lievens	Projectingenieur	Astrid Laemont		23/11/07
Arcadis	Projectingenieur	Frank Vereecken		05/02/08

Geverifieerd:

Afd. / Discipline	Functie	Naam	Handtekening	Datum
Lievens	projectleider	Joep Wijffels		02/10/07
Arcadis	Projectleider	Jan De Meyer		05/02/08
Arcadis	Projectleider	Jan De Meyer		19/03/08
Arcadis	Projectleider	Jan De Meyer		23/06/08

Goedgekeurd door de klant:

Klant	Functie	Naam	Handtekening	Datum

INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING.....	10
1.1.	ALGEMEEN	10
1.2.	DEELCONTRACTEN	10
2.	VOORAFGAANDE NOTA'S.....	11
2.1.	INVENTARISATIENOTA	11
2.1.1.	<i>Algemene gegevens</i>	11
2.1.2.	<i>Technische gegevens</i>	12
2.2.	UITGANGSPUNTEN NOTA	14
3.	TYPES KAAIMUREN	15
4.	ONTWERPMETHODIEK	15
4.1.	PLAN VAN AANPAK	15
4.2.	UITGANGSPUNTEN	15
4.2.1.	<i>Geotechnisch</i>	15
4.2.2.	<i>Ondergrondse infrastructuur (> inventarisatie)</i>	15
4.2.3.	<i>Mobiele en vaste belastingen</i>	16
4.2.4.	<i>Masterplan –bouwlagen</i>	16
4.2.5.	<i>Masterplan – andere aspecten</i>	17
4.3.	AANNAMES	17
5.	VOORONTWERP KAAIMUURTYPE 1.....	20
5.1.	ALGEMEEN	20
5.2.	UITGANGSPUNTEN	20
5.2.1.	<i>Kaaimuurtype</i>	20
5.2.2.	<i>Algemene afmetingen</i>	22
5.2.3.	<i>Niveaus</i>	23
5.2.4.	<i>Geometrie</i>	23
5.2.5.	<i>Materiaalgegevens</i>	26
5.2.6.	<i>Bolder</i>	26
5.2.7.	<i>Oorspronkelijke belastingen</i>	26
5.2.8.	<i>Nieuwe belastingen</i>	27
5.2.9.	<i>Grondgegevens</i>	27
5.2.10.	<i>Ouderdomseffecten</i>	28
5.3.	BEREKENINGSMETHODOLOGIE.....	28
5.3.1.	<i>Algemeen</i>	28
5.3.2.	<i>Belastingsgevallen</i>	29
5.3.3.	<i>Partiële belastings- en materiaalfactoren</i>	30
5.3.4.	<i>Schuiven</i>	30
5.3.5.	<i>Kantelen</i>	31
5.3.6.	<i>Evenwichtsdraagvermogen</i>	31
5.3.7.	<i>Algemeen glijdingsevenwicht</i>	31
5.4.	OORSPRONKELIJKE EN HUIDIGE SITUATIE	31
5.5.	NIEUWE SITUATIE.....	32
5.5.1.	<i>Algemeen</i>	32
5.5.2.	<i>Voorstel 1</i>	33
5.5.3.	<i>Voorstel 2</i>	38
5.5.4.	<i>Voorstel 3</i>	40
5.6.	RAMINGEN	44
6.	VOORONTWERP KAAIMUURTYPE 2.....	45
6.1.	ALGEMEEN	45
6.2.	UITGANGSPUNTEN	45
6.2.1.	<i>Kaaimuurtype</i>	45

6.2.2.	Algemene afmetingen.....	46
6.2.3.	Niveaus	46
6.2.4.	Fundering	46
6.2.5.	Bolder	47
6.2.6.	Oorspronkelijke ontwerpbelasting.....	48
6.2.7.	Nieuwe ontwerpbelasting.....	48
6.2.8.	Grondgegevens	48
6.2.9.	Ouderdomseffecten	48
6.3.	BEREKENINGSMETHODOLOGIE	49
6.3.1.	Bepaling snedekrachten betonplaat en paalkrachten	49
6.3.2.	Controle algemeen glijdingsevenwicht	50
6.4.	OORSPRONKELIJKE SITUATIE	50
6.4.1.	Belastingen	50
6.4.2.	Besluit	51
6.5.	NIEUWE SITUATIE.....	51
6.5.1.	Algemeen.....	51
6.5.2.	Voorstel 1: Opvullen grindbakken en nieuwe ontwerpbelastingen.....	51
6.5.3.	Voorstel 2: Verlaging kadeniveau en nieuwe ontwerpbelastingen	53
6.5.4.	Voorstel 3: Bebouwing tot op het kadevlak.....	55
6.6.	RAMINGEN	55
7.	VOORONTWERP KAAIMUURTYPE 3.....	56
7.1.	ALGEMEEN.....	56
7.2.	UITGANGSPUNTEN	57
7.2.1.	Kaaimuurtype	57
7.2.2.	Algemene afmetingen.....	57
7.2.3.	Niveaus	57
7.2.4.	Fundering	57
7.2.5.	Bolder	58
7.2.6.	Oorspronkelijke ontwerpbelasting.....	58
7.2.7.	Nieuwe ontwerpbelasting.....	58
7.2.8.	Grondgegevens	58
7.2.9.	Ouderdomseffecten	59
7.3.	BEREKENINGSMETHODOLOGIE	59
7.4.	OORSPRONKELIJKE SITUATIE	59
7.4.1.	Belastingen	59
7.4.2.	Besluit	59
7.5.	NIEUWE SITUATIE.....	59
7.5.1.	Algemeen.....	59
7.5.2.	Voorstel 1: Zonder verlaging kaaimuurplateau.....	60
7.5.3.	Voorstel 2: Verlaging kadeniveau naar ca. T.A.W. + 5,40 m met nieuwe ontwerpbelastingen	60
7.6.	RAMINGEN	61
8.	VOORONTWERP KAAIMUURTYPE 4.....	63
8.1.	ALGEMEEN.....	63
8.2.	UITGANGSPUNTEN	63
8.2.1.	Kaaimuurtype	63
8.2.2.	Algemene afmetingen.....	63
8.2.3.	Niveaus	63
8.2.4.	Fundering	64
8.2.5.	Bolder	64
8.2.6.	Oorspronkelijke ontwerpbelasting.....	65
8.2.7.	Nieuwe ontwerpbelasting.....	65
8.2.8.	Grondgegevens	65
8.2.9.	Ouderdomseffecten	66
8.3.	BEREKENINGSMETHODOLOGIE.....	66
8.3.1.	Bepaling snedekrachten betonplaat en paalkrachten	66
8.3.2.	Controle algemeen glijdingsevenwicht	67
8.4.	OORSPRONKELIJKE SITUATIE	67

8.4.1.	<i>Belastingen</i>	67
8.4.2.	<i>Besluit stabiliteit bestaande toestand</i>	67
8.5.	NIEUWE SITUATIE.....	68
8.5.1.	<i>Algemeen</i>	68
8.5.2.	<i>Voorstel 1: Geen verlaging kademuurplateau</i>	68
8.5.3.	<i>Voorstel 2 - Met verlaagd kaaimuurplateau</i>	70
8.5.4.	<i>Voorstel 3 - Bebouwing uitkragend over 14 m</i>	72
8.6.	RAMINGEN	72
9.	VOORONTWERP KAAIMUURTYPE 5.....	74
9.1.	ALGEMEEN	74
9.2.	UITGANGSPUNTEN	75
9.2.1.	<i>Kaaimuurtype</i>	75
9.2.2.	<i>Algemene afmetingen</i>	75
9.2.3.	<i>Niveaus</i>	75
9.2.4.	<i>Materiaalgegevens</i>	76
9.2.5.	<i>Bolder</i>	76
9.2.6.	<i>Oorspronkelijke belastingen</i>	76
9.2.7.	<i>Nieuwe belastingen</i>	76
9.2.8.	<i>Grondgegevens</i>	76
9.2.9.	<i>Ouderdomseffecten</i>	78
9.3.	BEREKENINGSMETHODOLOGIE.....	78
9.3.1.	<i>Algemeen</i>	78
9.3.2.	<i>Belastingsgevallen</i>	79
9.3.3.	<i>Partiële belastings- en materiaalfactoren</i>	79
9.3.4.	<i>Schuiven</i>	79
9.3.5.	<i>Kantelen</i>	80
9.3.6.	<i>Evenwichtsdraagvermogen</i>	80
9.3.7.	<i>Algemeen glijdingsevenwicht</i>	80
9.4.	OORSPRONKELIJKE EN HUIDIGE SITUATIE	81
9.5.	NIEUWE SITUATIE.....	81
9.5.1.	<i>Voorstel 1</i>	81
9.5.2.	<i>Voorstel 2</i>	84
9.5.3.	<i>Voorstel 3: verlagen kaaimuur en aanbrengen nieuwe damwand en verankeren met groutankers</i>	87
9.6.	RAMINGEN	89
10.	VOORONTWERP KAAIMUURTYPE 6.....	91
10.1.	ALGEMEEN	91
10.2.	UITGANGSPUNTEN	92
10.2.1.	<i>Kaaimuurtype</i>	92
10.2.2.	<i>Algemene afmetingen</i>	92
10.2.3.	<i>Niveaus</i>	92
10.2.4.	<i>Karakteristieke constructie-elementen</i>	93
A.	<i>Damplanken</i>	93
B.	<i>Betonksp</i>	93
C.	<i>Grondankers</i>	94
10.2.5.	<i>Bolder</i>	94
10.2.6.	<i>Oorspronkelijke ontwerpbelastingen</i>	94
10.2.7.	<i>Nieuwe ontwerpbelastingen</i>	95
10.2.8.	<i>Grondgegevens</i>	95
10.2.9.	<i>Ouderdomseffecten</i>	95
A.	<i>Algemeen</i>	95
B.	<i>Damwand</i>	96
C.	<i>Grondankers</i>	97
10.3.	BEREKENINGSMETHODOLOGIE.....	97
10.3.1.	<i>Algemeen</i>	97
10.3.2.	<i>Partiële belastings- en materiaalfactoren</i>	98
10.3.3.	<i>UGT</i>	99
10.3.4.	<i>GGT</i>	99

10.4.	OORSPRONKELIJKE TOESTAND: KALIBRATIEBEREKENING	99
10.5.	HUDIGE TOESTAND	99
10.5.1.	<i>Aanname</i>	99
10.5.2.	<i>Besluit</i>	99
10.6.	NIEUWE SITUATIE	100
10.6.1.	<i>Aanname</i>	100
10.6.2.	<i>Toelaatbare bovenbelasting</i>	100
10.6.3.	<i>Invloed inplanting gebouwen op groutankers</i>	100
10.6.4.	<i>Uitwerking aanpassing verankeringsstelsel</i>	100
10.7.	RAMINGEN	103
10.8.	RAMINGEN	103
11.	VOORONTWERP KAAIMUURTYPE 7	103
11.1.	ALGEMEEN	103
11.2.	UITGANGSPUNTEN	103
11.2.1.	<i>Kaaimuurtype</i>	103
11.2.2.	<i>Algemene afmetingen</i>	103
11.2.3.	<i>Niveaus</i>	103
11.2.4.	<i>Materiaalgegevens</i>	103
11.2.5.	<i>Bolder</i>	103
11.2.6.	<i>Oorspronkelijke belastingen</i>	103
11.2.7.	<i>Nieuwe belastingen</i>	103
11.2.8.	<i>Grondgegevens</i>	103
11.2.9.	<i>Ouderdomseffecten</i>	103
11.3.	BEREKENINGSMETHODOLOGIE	103
11.3.1.	<i>Algemeen</i>	103
11.3.2.	<i>Bepaling gronddrukken</i>	103
11.3.3.	<i>Belastingsgevallen</i>	103
11.3.4.	<i>Partiële belastings- en materiaalfactoren</i>	103
11.3.5.	<i>Schuiven</i>	103
11.3.6.	<i>Kantelen</i>	103
11.3.7.	<i>Evenwichtsdraagvermogen</i>	103
11.3.8.	<i>Algemeen glijdingsevenwicht</i>	103
11.4.	OORSPRONKELIJKE EN HUDIGE SITUATIE	103
11.5.	NIEUWE SITUATIE	103
11.5.1.	<i>Voorstel 1: verlaging kade naar T.A.W. +5,00 m en aanvullen dok tot T.A.W. +0,95 m</i>	103
11.5.2.	<i>Voorstel 2: aanvullen dok tot T.A.W. +0,95 m en aanbrengen groutankers</i>	103
11.5.3.	<i>Voorstel 3: aanbrengen groutkolommen en groutankers</i>	103
11.5.4.	<i>Voorstel 4: aanbrengen stalen damwand voor de bestaande gewichtsmuur</i>	103
11.6.	RAMINGEN	103
12.	VOORONTWERP KAAIMUURTYPE 8	103
12.1.	ALGEMEEN	103
12.2.	UITGANGSPUNTEN	103
12.2.1.	<i>Kaaimuurtype</i>	103
12.2.2.	<i>Algemene afmeting</i>	103
12.2.3.	<i>Niveaus</i>	103
12.2.4.	<i>Materiaalgegevens</i>	103
12.2.5.	<i>Bolder</i>	103
12.2.6.	<i>Oorspronkelijke belastingen</i>	103
12.2.7.	<i>Nieuwe belastingen</i>	103
12.2.8.	<i>Grondgegevens</i>	103
12.2.9.	<i>Ouderdomseffecten</i>	103
12.3.	BEREKENINGSMETHODOLOGIE	103
12.3.1.	<i>Algemeen</i>	103
12.3.2.	<i>Bepaling gronddrukken</i>	103
12.3.3.	<i>Belastingsgevallen</i>	103
12.3.4.	<i>Partiële belastings- en materiaalfactoren</i>	103
12.3.5.	<i>Schuiven</i>	103

12.3.6.	<i>Kantelen</i>	103
12.3.7.	<i>Evenwichtsdraagvermogen</i>	103
12.3.8.	<i>Algemeen glijdingsevenwicht</i>	103
12.4.	OORSPRONKELIJKE EN NIEUWE SITUATIE	103
12.5.	NIEUWE SITUATIE.....	103
12.5.1.	<i>Voorstel 1: aanbrengen stalen damwand en verankeren met ankers en ankerwand</i>	103
12.5.2.	<i>Voorstel 2: aanbrengen stalen damwand en verankeren met groutankers</i>	103
12.5.3.	<i>Voorstel 3: verlagen kaaimuur en aanbrengen nieuwe damwand en verankeren met ankers en ankerwand</i> 103	
12.5.4.	<i>Voorstel 4: verlagen kaaimuur en aanbrengen nieuwe damwand en verankeren met groutankers</i>	103
12.6.	RAMINGEN	103
13.	VOORONTWERP KAAIMUURTYPE 9.....	103
13.1.	ALGEMEEN.....	103
13.1.	UITGANGSPUNTEN	103
13.1.1.	<i>Kaaimuurtype</i>	103
13.1.2.	<i>Algemene afmetingen</i>	103
13.1.3.	<i>Niveaus</i>	103
13.1.4.	<i>Fundering</i>	103
13.1.5.	<i>Bolder</i>	103
13.1.6.	<i>Oorspronkelijke ontwerpbelasting</i>	103
13.1.7.	<i>Nieuwe ontwerpbelasting</i>	103
13.1.8.	<i>Grondgegevens</i>	103
13.1.9.	<i>Ouderdomseffecten</i>	103
13.2.	BEREKENINGSMETHODOLOGIE	103
13.2.1.	<i>Bepaling snedekrachten betonplaat en paalkrachten</i>	103
13.2.2.	<i>Controle algemeen glijdingsevenwicht</i>	103
13.3.	OORSPRONKELIJKE SITUATIE	103
13.3.1.	<i>Belastingen</i>	103
13.3.2.	<i>Besluit</i>	103
13.4.	NIEUWE SITUATIE.....	103
13.4.1.	<i>Algemeen</i>	103
13.4.2.	<i>Voorstel 1: Behoud bestaande situatie</i>	103
13.4.3.	<i>Voorstel 2: verlaging kaaimuurplateau</i>	103
13.5.	RAMINGEN	103
14.	VOORONTWERP TYPE 10	103
14.1.	ALGEMEEN	103
14.2.	UITGANGSPUNTEN	103
14.2.1.	<i>Kaaimuurtype</i>	103
14.2.2.	<i>Algemene afmetingen</i>	103
14.2.3.	<i>Niveaus</i>	103
14.2.4.	<i>Fundering</i>	103
14.2.5.	<i>Bolder</i>	103
14.2.6.	<i>Oorspronkelijke ontwerpbelasting</i>	103
14.2.7.	<i>Nieuwe ontwerpbelasting</i>	103
14.2.8.	<i>Grondgegevens</i>	103
14.2.9.	<i>Ouderdomseffecten</i>	103
14.3.	BEREKENINGSMETHODOLOGIE.....	103
14.3.1.	<i>Bepaling snedekrachten betonplaat en paalkrachten</i>	103
14.3.2.	<i>Controle algemeen glijdingsevenwicht</i>	103
14.4.	OORSPRONKELIJKE SITUATIE	103
14.4.1.	<i>Belastingen</i>	103
14.4.2.	<i>Besluiten</i>	103
14.5.	NIEUWE SITUATIE.....	103
14.5.1.	<i>Algemeen</i>	103
14.5.2.	<i>Voorstel 1: bestaande situatie met nieuwe ontwerpbelastingen</i>	103
14.6.	RAMINGEN	103

15.	VOORONTWERP TYPE 11	103
15.1.	RAMINGEN	103
16.	VOORONTWERP TYPE 12	103
16.1.	ALGEMEEN.....	103
16.1.1.	Type 12.1.....	103
16.1.2.	Type 12.2.....	103
16.1.3.	Type 12.3.....	103
16.2.	UITGANGSPUNTEN	103
16.2.1.	Kaaimuurtype	103
16.2.2.	Algemene afmetingen.....	103
16.2.3.	Niveaus	103
16.2.4.	Fundering	103
16.2.5.	Bolder	103
16.2.6.	Oorspronkelijke ontwerpbelasting.....	103
16.2.7.	Nieuwe ontwerpbelasting.....	103
16.2.8.	Grondgegevens	103
16.2.9.	Ouderdomseffecten	103
16.3.	BEREKENINGSMETHODOLOGIE	103
16.3.1.	Algemeen.....	103
16.3.2.	Controle algemeen glijdingsevenwicht.....	103
16.4.	OORSPRONKELIJKE SITUATIE	103
16.4.1.	Kaaimuurtype 12.1: berekeningen.....	103
16.4.2.	Kaaimuurtype 12.1: besluiten.....	103
16.4.3.	Kaaimuurtype 12.2 en 12.3: berekeningen	103
16.4.4.	Kaaimuurtype 12.2 en 12.3: besluiten	103
16.5.	NIEUWE SITUATIE.....	103
16.5.1.	Algemeen.....	103
16.5.2.	Type 12.1.....	103
16.5.3.	Type 12.2 en 12.3 voorstel 1: damwandconstructie waterwaarts bestaande waterkering.....	103
16.5.4.	Type 12.2 en 12.3 voorstel 2: aanpassen talud d.m.v. steenbestorting	103
16.6.	RAMINGEN	103
17.	DAMWANDCONSTRUCTIE (VOORUITBOUW).....	103
17.1.	ALGEMEEN.....	103
17.2.	UITGANGSPUNTEN	103
17.2.1.	Algemene afmetingen.....	103
17.2.2.	Niveaus	103
17.2.3.	Nieuwe belastingen.....	103
17.2.4.	Grondgegevens	103
17.2.5.	Ouderdomseffecten	103
17.3.	BEREKENING NIEUWE SITUATIE.....	103
17.3.1.	Voorstel 1: verlaagd kaaimuurplateau	103
17.3.2.	Voorstel 2: gewoon kaaimuurplateau.....	103
17.4.	RAMINGEN	103
18.	STUDIE GRONDVERZET	103
19.	RAMINGEN.....	103
20.	BESLUIT - PRIORITEITENLIJST	103
5.3.2.	Belastingsgevallen	103
5.3.3.	Partiële belastings- en materiaalfactoren.....	103

BIJLAGE

BIJLAGE 1 TEKENING OVERZICHT GEOTECHNISCHE PROFIELEN / KAAIMUURTYPES

BIJLAGE 2	GEGEVENS KAAIMUURTYPE 1
BIJLAGE 3	GEGEVENS KAAIMUURTYPE 2
BIJLAGE 4	GEGEVENS KAAIMUURTYPE 3
BIJLAGE 5	GEGEVENS KAAIMUURTYPE 4
BIJLAGE 6	GEGEVENS KAAIMUURTYPE 5
BIJLAGE 7	GEGEVENS KAAIMUURTYPE 6
BIJLAGE 8	GEGEVENS KAAIMUURTYPE 7
BIJLAGE 9	GEGEVENS KAAIMUURTYPE 8
BIJLAGE 10	GEGEVENS KAAIMUURTYPE 9
BIJLAGE 11	GEGEVENS KAAIMUURTYPE 10
BIJLAGE 12	GEGEVENS KAAIMUURTYPE 11
BIJLAGE 13	GEGEVENS KAAIMUURTYPE 12
BIJLAGE 14	GEGEVENS DAMWANDCONSTRUCTIE
BIJLAGE 15	TECHNOLOGISCH ASPECT OPVULLING GRINDBAKKEN (TYPE 2)
BIJLAGE 16	TECHNOLOGISCH ASPECT RENOVATIE VAN STAAL, BETON, METSELWERK, HOUT
BIJLAGE 17	STUDIE GRONDVERZET
BIJLAGE 18	TOELICHTING FILOSOFIE EC 7
BIJLAGE 19	MATRIX ONDERZOEKSPROGRAMMA

1. INLEIDING

1.1. ALGEMEEN

De omgeving van de Oude Dokken is het onderwerp van het Stadsontwerp “Oude Dokken”, opgesteld door O(ffice) M(etropolitan) A(rchitecture), in opdracht van het AG Stadsontwikkelingsbedrijf Gent. De geplande ontwikkeling van het gebied is van dien aard dat de activiteiten, de bebouwing en de inrichting een verandering zullen ondergaan. Om inzicht te verwerven in de uitvoerbaarheid van deze plannen is een studie noodzakelijk over de renovatie van de kaaimuren van de Oude Dokken. In samenwerking met Waterwegen en Zeekanaal NV is dan ook een studieopdracht uitgeschreven voor de technische studie van de kaaimuren.

Onderstaande nota omschrijft de stabiliteit van de bestaande en de toekomstige kaaiconstructies en de mogelijke wijzigingen die aan de constructies dienen te worden uitgevoerd met de bijhorende raming voor deze wijzigingen.

Als conclusie wordt een fasering / draaiboek aangegeven en een prioriteitenlijst voor de renovatie opgesteld.

1.2. DEELCONTRACTEN

Onderliggende nota is de eindnota voorontwerpen betreffende het technisch onderzoek van de kaaimuren Oude Dokken te Gent. Deze nota is de tweede eindnota binnen het eerste deelcontract van het project en omvat zowel de stabiliteitsstudie als de voorontwerpstudie van de verschillende types kaaimuren die vastgelegd werden tijdens de inventarisatiefase.

De nota dient als basis voor het selecteren van de verschillende kaaimuren die gerenoveerd, herbouwd of gestabiliseerd dienen te worden (deelcontract 2).

De deelcontracten zijn contractueel bepaald en zijn de volgende:

- Deelcontract 1: Technische voorstudie
 - o Inventarisatie (1° eindnota)
 - o Stabiliteit
 - o Voorontwerpen
- Deelcontract 2: Aanbestedingsdossiers
 - o Milieuhygiënisch onderzoek
 - o Vergunningsdossiers
 - o Ontwerp
 - o Technische besteksbepalingen

Onderliggende nota omvat een kort overzicht van de resultaten van de voorafgaande inventarisatienota, geeft de resultaten van de stabiliteitsstudie weer en beschrijft de verschillende alternatieve voorstellen en hun mogelijke uitvoering / fasering.

2. VOORAFGAANDE NOTA'S

2.1. INVENTARISATIENOTA

De nota inventarisatie heeft referentie: 155-GWOD/000057-rev.C.

De inventarisatienota heeft enerzijds als doel het deduceren van de verschillende types kaaimuren die op de site van de Oude Dokken voorkomen en anderzijds het bepalen van de verschillende randvoorwaarden waarmee rekening dient te worden gehouden bij de verdere studie en ontwerp.

Onderstaand is een korte samenvatting gegeven van de verschillende resultaten van de inventarisatienota.

2.1.1. Algemene gegevens

A. Topografische opmeting

De topografische opmeting werd aangeleverd door de klant en is ter plaatse geverifieerd op correctheid en volledigheid. De opmeting levert een basisplan op waarop de verschillende randvoorwaarden en resultaten gedurende het project worden ingetekend.

B. Archeologische en historische studie

In het gabarit van de huidige dokken bevindt zich de 16^o eeuwse stadsomwalling, deze is vermoedelijk grotendeels verstoord of vernietigd en zal dus weinig impact hebben op het verder project.

Het advies van de dienst archeologisch advies (september 2006) van de stad Gent is het volgende:

QUOTE

“Rekening gehouden met de vermelde inhoudelijk- wetenschappelijke en bodemversturende gegevens, lijkt het aangewezen de archeologische opvolging binnen dit gebied te beperken tot de mogelijkheid voor de uitvoering van archeologische registraties bij de uitgravingen en/of ingrepen in de bodem. Dit kan per afzonderlijk bouwproject nader worden gedefinieerd (wellicht nog beperkt en met voorschriften voorzien in de uitvoeringsbestekken).”

UNQUOTE

Concreet betekent dit dat de dienst Archeologisch Advies bij de eventuele uitgravingswerken wordt verwittigd. Er wordt echter niet verwacht dat een uitgebreid archeologisch onderzoek dient te worden uitgevoerd. Voorgaande wordt per fase van uitvoering bekeken en niet als een globaal geheel.

C. Lopende // parallelle studies

Een aantal studies betreffende de Oude Dokken lopen parallel met de technische studies. De resultaten van deze parallelle studies zullen – indien tijdig beschikbaar – geïmplementeerd worden in de technische studie.

Onderstaand is een overzicht van de verschillende studies en hun verwachte einddatum:

Deelcontract 1: Technische studie	Februari 2008
Deelcontract 2: Technische studie	September 2008
Hoogtestudie OMA – verfijning stadsontwerp	Juli 2007
Info bespreking brandweer	September 2007
Inrichtingsplan openbaar domein	2007/2008
Planeconomische studie	2007/2008
Onderzoek bodemproblematiek	2007/2008
Plan MER	2007/2008
Ontwerp voetgangers- en fietsbruggen	Eind 2008
Ontwerp Handelsdokbrug	2010/2012
RUP Oude Dokken Deel A	2007 – 2010

De uitgangspunten voor de stabiliteitsstudie en de uitgewerkte voorontwerpen worden bepaald aan de hand van de huidige gegevens (begin september 2007) van de parallelle studies.

Het is mogelijk dat de resultaten van de parallelle studies die beschikbaar worden gesteld na de uitgifte van onderliggend rapport, conclusies en uitgangspunten van de voorontwerpen tegensprekt of doet wijzigen. Mogelijke aanpassingen hierdoor worden in de volgende fase (ontwerp – onderdeel van deelcontract 2) opgenomen, tenzij de impact van de informatie op de voorontwerpen dermate groot is dat een deel van de voorontwerpstudie dient te worden overgedaan.

2.1.2. Technische gegevens

Naast de algemene gegevens (vermeld in paragraaf 2.1.1), bevat de inventarisatiestudie technische gegevens die een invloed kunnen hebben op de stabiliteitsstudie en de studie voorontwerpen.

A. Belastingen op kaaimuren

Onder belastingen op de kaaimuur worden zowel de huidige belastingen (actuele toestand) als de belastingen verstaan die aangenomen zijn bij het initieel ontwerpen van de kaaimuur. Deze belastingen worden gehaald uit de archiefdocumenten die ter beschikking gesteld zijn.

B. Nutsleidingen

Uit de inventarisatie van de nutsleidingen en de rioleringen blijkt dat met volgende rekening dient te worden gehouden:

(de exacte locatie van de leidingen is aangegeven op de tekeningen van de inventarisatienota)

Nutsleiding	Locatie
Leopoldsvaardeke Stekenevaardeke	Dwars onder het Achterdok bevinden zich de niet-geklasseerde waterlopen “Leopoldsvaardeke” en “Stekenevaardeke”. Aan de kant van Dok-Zuid loost het Leopoldsvaardeken met een Ø 800 mm in de Oude Dokken. Het Stekenevaardeken ligt aan de westzijde van Dok Zuid en Dok Noord.

Waterneming SPE	Aan de huidige verbreding (versmalling) aan de westzijde van het Achterdok wordt water uit de Oude Dokken getrokken om als koelwater te dienen voor de SPE-centrale. Op de tekeningen is aangegeven dat de diameter van de leiding Ø 550 mm bedraagt.
Elia leiding	Vanuit de Metselaarstraat is een gestuurde boring uitgevoerd van 6 x HDPE110 tot in de Kleindokkaai, richting Koopvaardijlaan. Deze gestuurde boring kruist Dok-Zuid en de Kleindokkaai. Vanuit de Koopvaardijlaan t.h.v. Kleindokkaai vertrekken deze HS-kabels naar het Octrooiplein. Tevens vertrekt vanuit deze gestuurde boring langs de Kleindokkaai een HS-lijn naar het Octrooiplein. In de Kleindokkaai ligt de HS-kabel op ca. 4m van de kaaimuur.
Aquafin overstort	Ter hoogte van de Dampoortbrug bevindt zich aan de kant van de Kleindokkaai een grote overstortconstructie. Aan de kant van Dok-Zuid is nog een bestaande lozing aanwezig afkomstig van de riolering Dok-Zuid en de Dampoortstraat.
Fluxysleiding	Er bevindt zich een Fluxysleiding Ø 250 mm parallel aan de westzijde van de Oude Dokken. De leiding start bij de SPE centrale en loopt verder langs de kaaimuur (afstand tot kaaimuur variërend van 10 tot 20 m) tot net voor de Muidebrug. De leiding gaat onder het Houtdok naar de noordzijde van de Muidebrug en loopt verder naar de Terneuzenlaan. De diepte van de Fluxysleiding is ± 7,80 m onder het waterpeil.
Waterleiding	Langs de dokken liggen de volgende leidingen: <ul style="list-style-type: none"> - Achterdok – dok Zuid: Ø 225 mm PVC aan de kant van de woningen. Gemiddelde afstand tot het kadevlak is 50 m - Achterdok – Kleindokkaai: Ø 100 mm PVC - Handelsdok – Koopvaardijlaan: Ø 200 mm op ± 1,40 m van de rand van het kadevlak. - Handelsdok – Koopvaardijlaan kaainrs. 145-160: Ø 200 mm op ± 40 m tot kadevlak. - Handelsdok – dok Noord: Ø 150 mm aan bebouwde zijde rijweg; - Handelsdok – kaainr. 50: Ø 100 mm rond loods Onder de dokken liggen de volgende leidingen: <ul style="list-style-type: none"> - Achterdok – Dampoortbrug: Ø 160 mm geboord; - Houtdok – Muidebrug: waterleiding op ± 1,20 m onder theoretisch bodempeil

C. Grondmechanische gegevens

In de nota zijn de beschikbare gegevens – zowel boringen als sonderingen - van de Dienst Ondergrond Vlaanderen (DOV) geanalyseerd en gelinkt aan de verschillende kaaimuurtypes. Bijkomende grondmechanische onderzoeken worden gericht uitgevoerd tijdens de ontwerpfase; als een selectie van de uit te werken voorontwerpen is gemaakt.

D. Bepalen types kaaimuren

Aan de hand van de beschikbare gegevens en tekeningen van de kaaimuren en van de inventarisatie ter plaatse zijn 12 verschillende types kaaimuren geselecteerd. Deze onderscheiden zich door de constructie / structuur van de bestaande kaaimuur.

De 12 verschillende types worden in onderliggende nota verder uitgewerkt waarbij:

- De stabiliteit van de bestaande toestand;
- De stabiliteit van de nieuwe toestand;
- De alternatieven voor de nodige stabilisatie van de nieuwe toestand ;
- De implementatie van de nieuwe bovengrondse constructies in de kaaimuurconstructie wordt behandeld.

2.2. UITGANGSPUNTEN NOTA

De uitgangspuntennota heeft referentie: 155-GWOD/000101-rev.1.

Het doel van de uitgangspuntennota is het vastleggen van de aan te wenden uitgangspunten m.b.t.

- De opbouw van de bestaande toestand van de kaaimuur;
- De grondkarakteristieken;
- De huidige en gewenste peilen en niveaus van bodem, kadevlak,...;
- De huidige en nieuwe mobiele en vaste belastingen;
- Beperkingen van/aan de constructie;
- Wijze van aanpakken

De uitgangspuntennota is een praktische uitwerking van de inventarisatienota en dient als basis voor de onderliggende nota voorontwerpen.

OPMERKING:

In de uitgangspuntennota zijn verschillende aannames gemaakt betreffende de nieuwe belasting (vooruitbouw, aantal verdiepingen, locatie van de gebouwen t.o.v. het kadevlak...) aan de hand van het Masterplan van OMA. Gezien het een Masterplan betreft, is de vooropgestelde lay-out niet bindend voor de ontwerpers. Dit betekent dat de aannames die gemaakt worden voor de stabiliteitsberekening van de nieuwe toestand van de kaaimuren op gebied van mobiele en vaste belastingen, tijdens het verloop van het project kunnen wijzigen. In de vergadering dd. 04-07-07 is hierop geanticipeerd door volgende vast te leggen:

QUOTE:

“De vergadering is het er over eens dat vanuit de technische studie beperkingen of verplichtingen moeten opgelegd worden aan de stedenbouwkundige voorschriften in het RUP. ...

De bouwlijnen zullen in een aantal gevallen harde lijnen moeten vormen. Dit omdat de zones waar gebouwen komen, maatregelen worden genomen om kaaimuren te versterken of te vervangen, terwijl tussen de gebouwen deze maatregelen niet noodzakelijk zijn.”

UNQUOTE

De stabiliteitsonderzoeken en eraan gerelateerde voorontwerpen worden aangepast aan bovenstaande vermelding.

3. TYPES KAAIMUREN

Zoals vermeld bij het Hoofdstuk 2.1: Inventarisatienota zijn 12 verschillende types kaaimuren behouden. De aangenomen locaties van de verschillende types is weergegeven op de tekening in BIJLAGE 1, de gedetailleerde stabiliteitsberekeningen met bijhorende voorontwerpen per type bevinden zich in onderstaande hoofdstukken 4.3 t.e.m. 17.

4. ONTWERPMETHODIEK

4.1. PLAN VAN AANPAK

Voor de stabiliteitsstudie wordt volgende methodiek toegepast:

- De uitgangspunten van de bestaande constructie worden vastgelegd a.d.h.v.:
 - o De beperkte beschikbare gegevens
 - o Een groot aantal veronderstellingen die in ontwerpfase dienen te worden getoetst
- De oorspronkelijke constructie wordt als nieuwe constructie berekend aan de hand van de huidige normen.
- Op de constructie worden – indien van toepassing - de ouderdomseffecten bepaald:
 - o De verzwakking van de materiaalkarakteristieken: op houten onderdelen wordt niet meer gerekend
 - o Reductie van het staal door corrosie (cfr. BS6349)
- De huidige toestand van de constructie wordt berekend, rekening houdend met:
 - o Geotechnische parameters
 - o Oorspronkelijke en nieuwe belastingstoestand
 - o Huidige peilen (waterstand, bodemniveau, afwerkniveau)
- De beoogde toekomstige situatie, rekening houdend met:
 - o De resultaten van de berekening van de actuele toestand
 - o Nieuwe belastingstoestand
 - o De randvoorwaarden uit het Masterplan (inplanting van de gebouwen, toekomstige belasting, gebruik en hoogte van de kade, ...)

4.2. UITGANGSPUNTEN

4.2.1. Geotechnisch

De geotechnische opbouw van de ondergrond voor de verschillende types kaaimuur is besproken in de uitgangspuntennota. Deze geotechnische gegevens dienen als uitgangspunten voor de berekeningen en worden in voorliggende nota herhaald per type kaaimuur.

4.2.2. Ondergrondse infrastructuur (> inventarisatie)

De ondergrondse infrastructuur, m.n. leidingen, riolering, enz. is uitgebreid besproken in de inventarisatienota.

4.2.3. Mobiele en vaste belastingen

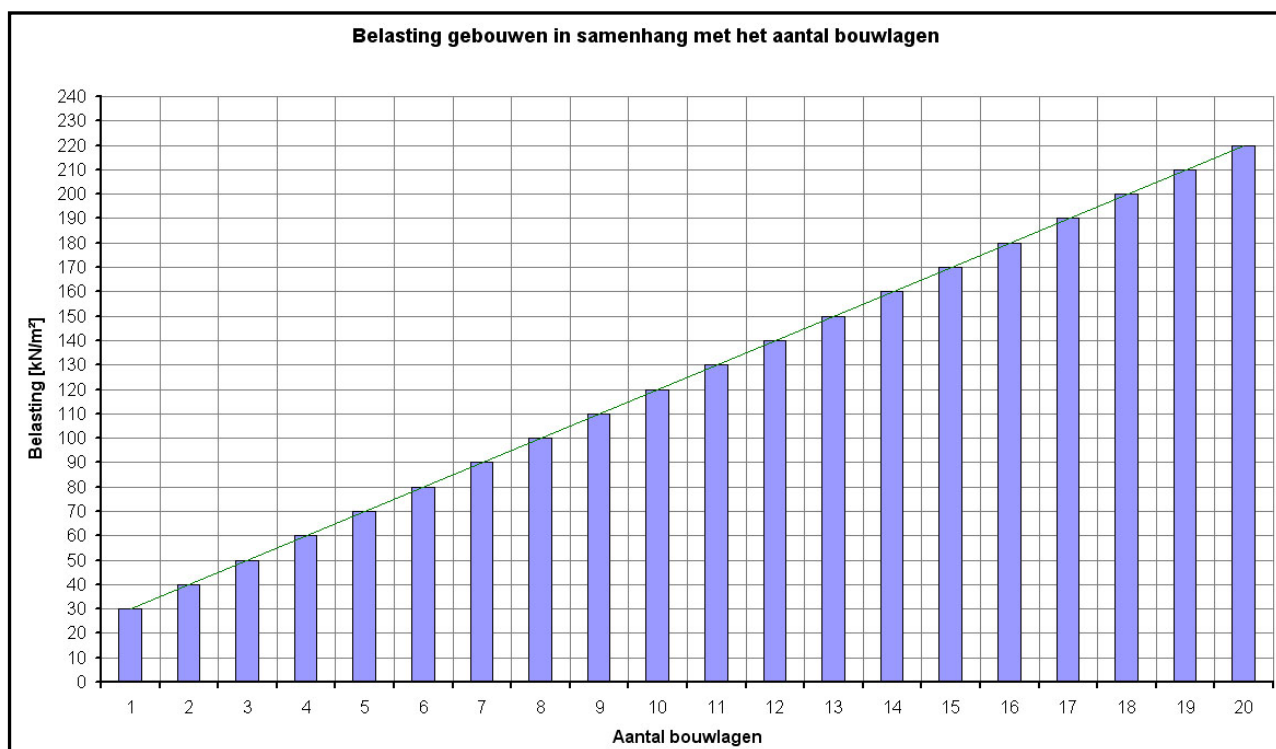
De aangenomen mobiele en vaste belastingen van de bestaande kaaimuurtypes is opgenomen in de uitgangspuntennota.

4.2.4. Masterplan –bouwlagen

De kadeconstructie wordt berekend voor de huidige mobiele en vaste belasting en voor de door het masterplan aangegeven toekomstige mobiele en vaste belasting.

De gespecificeerde overbelasting bedraagt 20 kN/m².

Onderstaande grafiek geeft het verband weer tussen het vooropgesteld aantal bouwlagen vastgelegd in het Masterplan en de vaste belasting die hiermee gepaard gaat.



Figuur 1: Belasting gebouwen in samenhang met het aantal bouwlagen

Hieruit blijkt dat het aantal bouwlagen dat bijkomend op de kaaimuur geplaatst kan worden zonder impact op de stabiliteit van de kade te hebben, dermate klein is dat kan gesteld worden dat alle nieuwe gebouwen van een eigen, geïsoleerde fundering dienen te worden voorzien.

In het vergaderingsverslag dd. 04-07-07 is volgende hierover gemeld:

- Indien de nieuwe gebouwen minder dan 10 bovengrondse bouwlagen omvatten, dient 1 ondergrondse bouwlaag te worden voorzien;
- Indien de nieuwe gebouwen 10 of meer bovengrondse bouwlagen omvatten, dienen 2 ondergrondse bouwlagen te worden voorzien.

Er wordt geadviseerd om bij de stabiliteitsstudie van de bovenliggende bebouwing, de stabiliteit van de waterkerende constructie mee te nemen.

4.2.5. Masterplan – andere aspecten

Behalve de grootte van de mobiele en de vaste belastingen, is in het masterplan ook de ligging van de belastingen bepaald. Zoals vermeld in paragraaf 4.2.4, dienen de gebouwen over een eigen geïsoleerde fundering te beschikken. Op een aantal locaties echter worden de constructies dusdanig voorzien dat de bestaande toestand geheel of gedeeltelijk gewijzigd dient te worden.

Voorbeelden van deze wijzigingen zijn:

- Uitkraging op het kaaimuurvlak
- Vooruitbouw op het bestaande kaaimuurvlak

In de vergadering dd. 04-07-07 werd hierover volgende beslist:

QUOTE

“Een voorontwerp van kaaimuur voor de vooruitbouw-situatie is begrepen in de opdracht. In het geval van vooruitbouw wordt het kaaimuurplateau (“maaiveld”) tot ca. 0,50 à 1,00 m boven het waterpeil van het dok beschouwd.

Daar waar mogelijk dient voor alle types kaaimuren een situatie van verlaging van het kaaimuurplateau te worden beschouwd.”

UNQUOTE

Voor de gebouwen die **overkragend** zijn t.o.v. het kadevlak, dient een nieuwe constructie te worden voorzien die zowel een waterkerende functie heeft als een funderingsfunctie.

Er wordt geadviseerd om, bij de stabiliteitsstudie van de overkragende bebouwing, de stabiliteit van de waterkerende constructie integraal mee te nemen.

4.3. AANNAMES

Tijdens het onderzoekend ontwerpen in de voorontwerpfase, zijn een aantal aannames gedaan. Dit om bepaalde gedachtegangen te onderbouwen, maar ook om onzekerheden voldoende in rekening te brengen in de voorontwerpfase.

De volgende aannames zijn geldig:

- De houten palen worden in voorontwerpfase beschouwd als onbruikbaar/onbestaande wegens hun ouderdom. In ontwerpfase dient een inventarisatie van de staat van de materialen te worden opgemaakt. Er kan in het detailontwerp dan bekeken en overlegd worden of het verantwoord is op een aantal van deze palen te rekenen.
- In het voorontwerp is onderzocht of en op welke wijze kaaimuren verlaagd kunnen uitgevoerd worden. De overgangen tussen eventuele verlaagde en niet-verlaagde kaaimuren worden beschouwd als detailontwerp. In de ontwerpfase zullen deze overgangen dan ook bestudeerd worden.

Tevens dient vermeld dat het eventueel verlagen van de kaaimuren een invloed heeft op de zones voor en achter de kaaimuur.

- Indien de bouw van een kaaimuur een tijdelijk talud vereist, is het noodzakelijk de kaaimuur te vervangen alvorens over te gaan tot het bouwen van gebouwen.

Deze aanname geldt voor:

- kaaimuur type kaaimuur type 1: voorstel 2+3
- kaaimuur type 5: voorstel 1+2
- kaaimuur type 6: voorstel 1+2+3+4
- kaaimuur type 7: voorstel 1+4
- kaaimuur type 8: voorstel 3

Een definitief talud mag niet voorbij de bouwlijn komen.

De op de figuren in bijlage getekende taluds zijn een schetsmatige weergave. Optimalisaties zijn mogelijk in ontwerp door bijvoorbeeld het talud steiler te maken of beperkte grondkeringen te voorzien ter hoogte van de gebouwen. Input vanuit het Masterplan is vereist en verder ontwerp maakt deel uit van deelcontract 2.

- Voor alle gebouwen die verder dan 15m van de kade verwijderd zijn geldt dat de fundering geïsoleerd moet zijn van deze van de kaaimuur. Bij gebouwen in overkraging dient de fundering van de kaaimuur en het gebouw gezamenlijk te worden ontworpen; dit ontwerp is niet in deze studieopdracht vervat.
- De inplanting van de ankerwanden wordt optimaal gekozen wat betreft zijn functie in relatie met de kostprijs. Indien gebouwen dichterbij de kaaimuur komen dan de ankerwand, kan ter hoogte van de gebouwen dit voorstel niet gekozen worden.
- De lengte van de grondankers wordt optimaal gekozen wat betreft zijn functie in relatie met de kostprijs. Indien gebouwen dichterbij de kaaimuur komen dan de invloedzone van de grondankers, kan ter hoogte van de gebouwen dit voorstel niet gekozen worden.
- De bolderkrachten zijn niet afzonderlijk in rekening gebracht bij het doorrekenen van de voorontwerpen. De effecten op de algemene stabiliteit zijn niet bepalend. In het detailontwerp zullen deze wel meegerekend worden voor de lokale effecten (vb op randbalk).
- De effecten van de bemaling als dusdanig op de omgeving zijn niet verder onderzocht in het voorontwerp. In de zones waar deze effecten er zijn zal in het ontwerp verder bekeken worden welke maatregelen moeten genomen worden.
- Eventuele esthetische elementen aan de kaaimuren zijn in het voorontwerp niet verder onderzocht. Dit kan bijvoorbeeld een bekleding zijn of hogere randbalken. Deze elementen hebben geen invloed op de algemene stabiliteit van de kaaimuren.

Wel dient steeds in acht genomen te worden dat de ankerkoppen van voorgespannen ankers steeds bereikbaar moeten blijven voor monitoring en eventueel naspannen.

In het ontwerp zal ook verder aandacht gegeven worden aan het behoud van het industrieel karakter. Zo onder andere de rails, bolders, industriële kranen, etc.

- De algemene stabiliteit van de kaaimuren is gecontroleerd met een uitzonderlijke waterstand: +4,00 TAW + invloed golven. Dit is een veilige aanname, gezien de laagst gemeten waterstand sinds 1997 +4,29 TAW bedraagt.

5. VOORONTWERP KAAIMUURTYPE 1

5.1. ALGEMEEN

- Locatie: Houtdok
- Kaainummers: 160, 165, 170
- Bouwjaar: 1880 en 1922
- Specificaties / Materialen:
 - o Fundering in ongewapend beton
 - o Metselwerk: gewelven en kolommen
 - o Dekplaat uit gewapend beton

Volgens het Masterplan heeft dit kaaimuurtype de volgende einddoelen:

- Onbebouwd met behoud van het huidig aanzicht
- Bebouwd met behoud van het huidig aanzicht

In BIJLAGE 2 bevindt zich de gedetailleerde locatie en doorsnede van de kaaimuur.

5.2. UITGANGSPUNTEN

5.2.1. Kaaimuurtype

Het betreft een steigerconstructie met betonnen dek dat op drie plaatsen wordt ondersteund:

- Achteraan door betonnen massieven gefundeerd op staal
- In het midden door gewelven uit metselwerk die gefundeerd zijn op betonnen massieven (fundering op staal)
- Vooraan een tweede reeks gewelven uit metselwerk die gefundeerd zijn op een grondkerende gewichtsmuur (analoog als kaaimuurtype 5) opgebouwd uit een basis van ongewapend beton waarop bovenstructuur van metselwerk is aangebracht. Voor de betonnen fundering bevindt zich een houten beschoeiing.

De metselwerkmuren van de oudste gewelven zijn in langsrichting dubbel zo breed (2,40 m) als de nieuwere gewelven. In de huidige situatie is op de oostelijke oever geen duidelijke regelmaat te vinden in de breedte van de metselwerkmuren. Aangezien er maar een paar bredere muren aanwezig zijn, worden voor de berekeningen alleen dunne muren beschouwd.

Hieronder volgt een korte beschrijving van de constructies langs de verschillende oevers.

Kaaimuur 160: Oostelijke oever (loods 16)

- Buitenste gewelven niet dichtgemetseld
- Bolders tussenafstand 7,50 m.
- Tussen de gewelven is er een soort zandbakconstructie ter hoogte van de metselwerkmuren

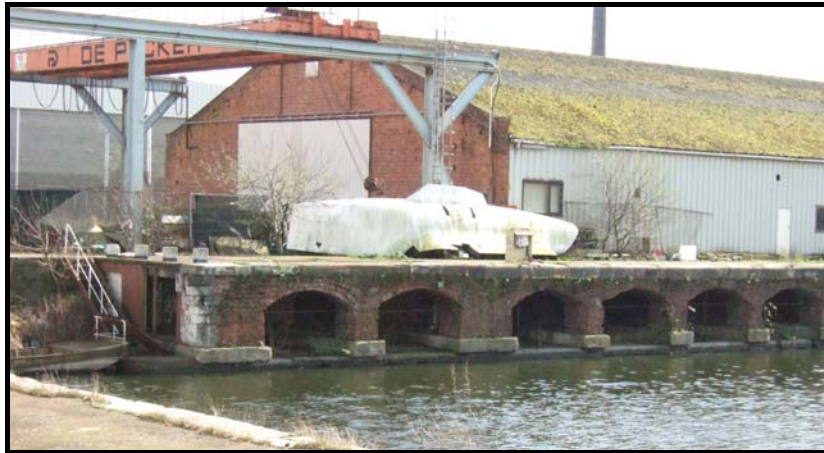


Foto 1: Oostelijke oever houtdok

Kaaimuur 165: Westelijke oever (loods 18)

- Buitenste gewelven zijn dichtgemetseld
- Er bevindt zich een scheepslift die vastgemaakt is aan een betonplatform tussen het eerste en het tweede gewelf. Er wordt verondersteld dat er bijkomend 4 betonpalen zijn geheid:
 - o Gelegen voor oude kaai (waterwaarts)
 - o Stalen buis ca. Ø 380/10 gevuld met gewapend beton
 - o De kraan is landinwaarts verankerd door een betonbalk geplaatst in de langsrichting
 - o Bolders tussenafstand 7,50 m: bolderkop op plaat met opgelaste ankerstaven.



Foto 2: Westelijke oever met scheepslift



Foto 3: Bolder met opgelaste ankerstaven

Kaaimuur 170: Noordelijke oever (loods 17)

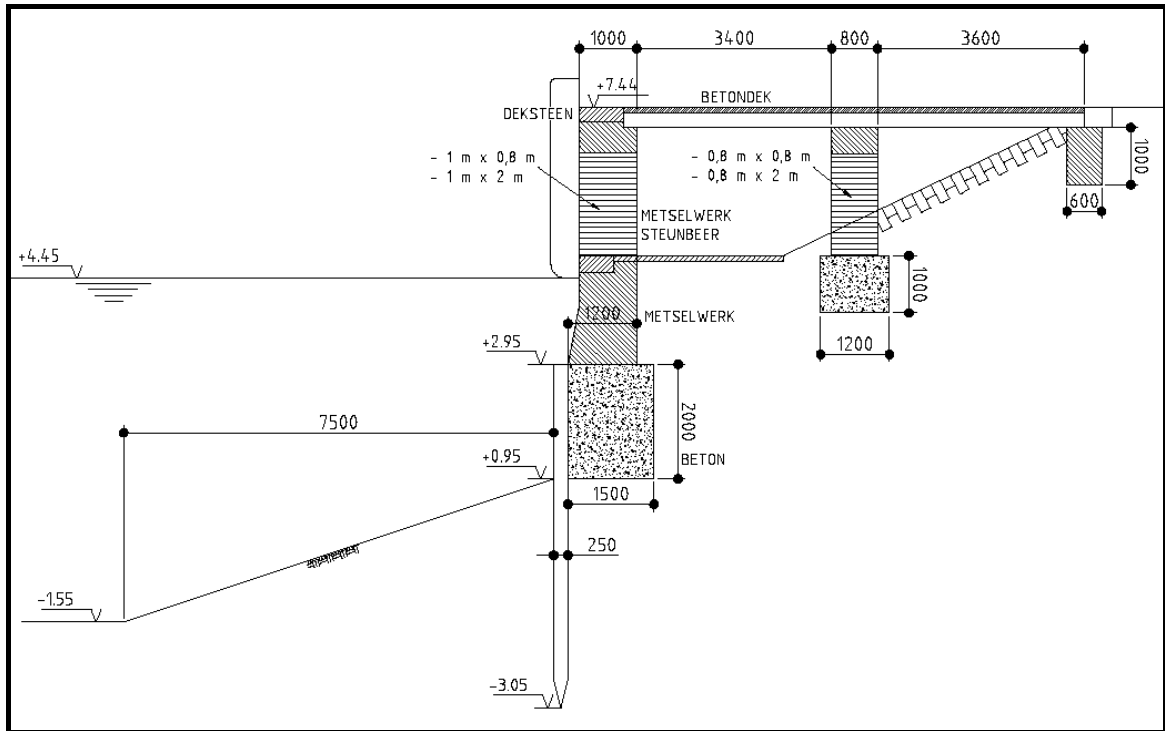
- Open gewelven
- Aan de linkerkant is er een afzonderlijke (berg)ruimte
- Langs west- en oostkant telkens 4 kleine bolders (niet op plannen aangeduid)



Foto 4: Noordelijke oever

5.2.2. Algemene afmetingen

- Lengte kaaimuur 160 (oost): 180 m
- Lengte kaaimuur 165 (west): 150 m
- Lengte kaaimuur 170 (noord): 74 m



Figuur 2: Aangenomen afmetingen en niveaus kaaimuurtype 1

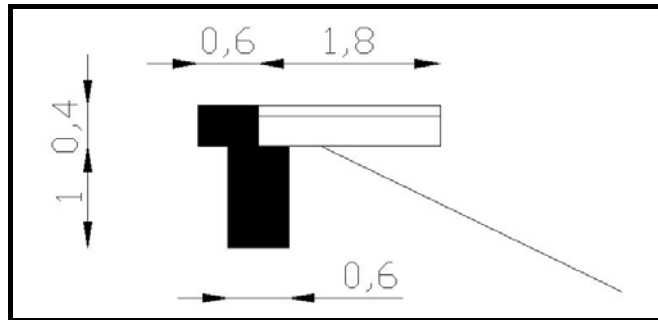
5.2.3. Niveaus

- Dokwaterpeil: T.A.W. + 4,45 m
- Grondwaterpeil: dokwaterpeil + 0,5 m ≈ T.A.W. + 5,00 m
- Maaiveld onder de gewelven verloopt vlak op T.A.W. + 4,85 m over ca. 3,90 m. Daarna gaat dit over in talud 1/2 naar T.A.W. + 7,44 m over een taludbreedte van ca. 4,80 m
- Bodempeil t.p.v. dagvlak kade: T.A.W. + 0,95 m
- Bodempeil varieert naar T.A.W. - 1,55 m over een talud 1/3 (breedte talud = ca. 7,50 m)

5.2.4. Geometrie

Binnenste fundering op staal

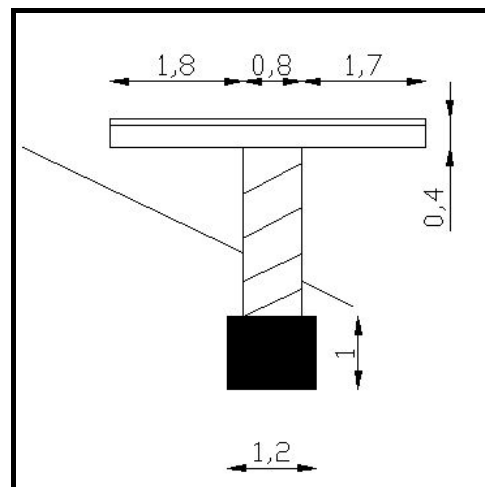
- Breedte hardsteen bovenaan: 0,60 m
- Dikte hardsteen: 0,40 m
- Hoogte funderingsmassief: 1,00 m
- Breedte funderingsmassief: 0,60 m
- Aanname: in langsrichting doorlopend
- Aanzetvlak funderingsmassief op ca. T.A.W. + 6,00 m
- Betonbalk op fundering maakt de overgang met de vloerplaat: aangezien dit doorloopt, wordt het gewicht bij de vloerplaat gerekend.



Figuur 3: Aanname afmetingen binnenste funderingsmassief

Geometrie binnenste gewelven

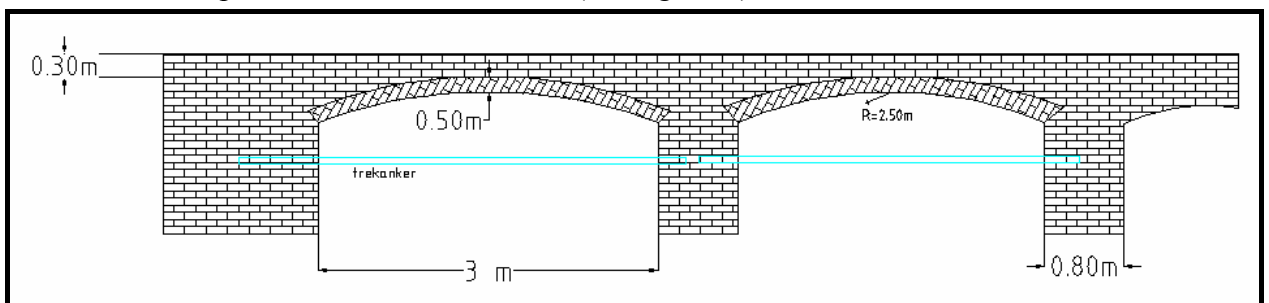
- De T-vloer gebruikt de binnenste gewelven als tussensteunpunt. Er is geen verankering tussen de vloer en de gewelven. De ruimte tussen de vloer en het gewelf is in een aantal gevallen opgevuld.
- De gewelven zijn gefundeerd op een fundering op staal van ongewapend beton:
 - o Breedte 1,20 m
 - o Hoogte 1,00 m
 - o Diepte in langsrichting is aangenomen op 1,20 m
 - o Aanzet fundering ca. T.A.W. +3,85 m
- Metselwerkkolom rustend op fundering:
 - o Breedte 0,80 m
 - o Hoogte 2,30 m
 - o Diepte in langsrichting 0,80 m (of soms 2,00 m)
 - o Kolommen verbonden met trekstang met vierkante sectie met afmeting 26 mm (in zeer slechte staat, in vele gevallen afgebroken)
- Gewelven op de metselwerkkolommen:
 - o Qua afmetingen analoog als buitenste gewelven (zie verder)
 - o Schatting sectie: $3 \times (0,50 + 0,30) = 2,40 \text{ m}^2$



Figuur 4: Aanname afmetingen binnenste gewelven

Geometrie buitenste gewelven

- Fundering op staal uit ongewapend beton:
 - o Breedte 1,50 m
 - o Hoogte 2,00 m
 - o In langsrichting; doorlopende gewichtsmuur (cfr. kaaimuurtype 5)
 - o Aanzet fundering ca. T.A.W.+ 0,95 m
- Beschoeiing van houten palen voor de betonnen fundering op staal:
 - o Bovenzijde op ca T.A.W. + 0,95 m
 - o Onderzijde op ca. T.A.W. – 3,05 m
 - o Lengte 6 m
 - o Diameter vermoedelijk 0,25 m
- Metselwerkgedeelte van de gewichtsmuur:
 - o Breedte 1,00 m
 - o Hoogte 1,90 m
 - o De kolom schuint af zodat de breedte onderaan ca.1,20 m is
- Bovenop de gewichtsmuur analoog als kaaimuur nr. 5: een hardsteen die doorlopend is in langsrichting met
 - o Breedte 0,60 m
 - o Hoogte 0,40 m
- Metselwerkkolom van de gewelven, bovenop de gewichtsmuur zoals kaaimuurtype 5
 - o Breedte 1,00 m
 - o Hoogte 2,55 m
 - o In langsrichting breedte van 0,80 m of 2,00 m (in de berekeningen wordt uitgegaan van 0,80 m)
 - o Kolommen verbonden met trekstang met vierkante sectie met afmeting 26 mm (in zeer slechte staat, in vele gevallen afgebroken)
- Gewelven op de metselwerkkolommen (zie Figuur 5)



Figuur 5: Schets met aangenomen geometrie gewelven

Geometrie betonvloerplaat

- Twee types
 - o T-doorsnede met wapeningsstaven:
 - T-vorm evenwijdig met oever
 - Totale hoogte: 400 mm

- Hoogte vloer: 100 mm
- Breedte T: 200 mm
- Wapening:
 - Onderaan: 3 \varnothing 22 mm
 - Dekking: 30 mm
 - Bovenaan 2 \varnothing 20 mm en aan de buitenkant 2 \varnothing 8 mm
 - Beugels \varnothing 6 mm
 - Breedte vloer in dwarsdoorsnede: 7,80 m
- Oude T-doorsnede: stalen I-profielen ingebed in beton vormen de T-doorsneden
- In de loop der jaren werden op de vloerplaat extra betonlagen gestort.

5.2.5. Materiaalgegevens

- $\gamma_{\text{metselwerk}} = 18 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma_{\text{gewapend beton}} = 25 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma_{\text{ongewapend beton}} = 24 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma_{\text{water}} = 10 \text{ kN/m}^3$

5.2.6. Bolder

Er zijn geen gedetailleerde gegevens beschikbaar. De berekeningen worden uitgevoerd op basis van de visuele inspectie en van de aannames. De bolders bevinden zich alleen op de westelijke en de oostelijke oever. Volgende aannames worden gemaakt a.d.h.v. EAU2004:

- Waterdiepte 5,70 m
 - ⇒ voor diepgang van ca. 5,5 m
 - ⇒ vrachtschepen met DWT van ca. 5000 ton
 - ⇒ volgens paragraaf 5.12.2 van EAU veronderstel een bolder 200 kN met belastingsfactor 1,50
- Bolderafstand 7,5 m geeft (afgerond)
 - 19 bolders op de westelijke oever
 - 23 bolders op de oostelijke oever
- Gemiddelde bolderbelasting wordt dan:
 - $19 \times 200/146,6 \approx 26 \text{ kN/m}$ op de westelijke oever
 - $23 \times 200/178 \approx 26 \text{ kN/m}$ op de oostelijke oever

5.2.7. Oorspronkelijke belastingen

- De kaaimuur heeft een gebruiksbelasting van 10 kN/m^2 (aanname zowel op betonnen dek als op het achterliggend terrein)
- Bolderbelasting: ca. 26 kN/m
- De bovenbelasting is maatgevend en wordt gecombineerd met 70% van de bolderbelasting

5.2.8. Nieuwe belastingen

- Gebruiksbelasting van 20 kN/m² oneindig uitgestrekt

5.2.9. Grondgegevens

- Er wordt verwezen naar het document “Gwod00101/Rapport Uitgangspunten” waaruit de onderstaande tabellen werden overgenomen. Langsheen de ca. 400 m kaaimuur worden 2 verschillende grondprofielen opgesteld: A en B, waarvan de karakteristieken zijn opgenomen in de onderstaande tabellen:
- Het grondwaterpeil is aangenomen op 0,5 m boven het dokwaterpeil en afgerond op T.A.W. + 5,00 m.

Tabel 1: Karakteristieke waarden van de relevante grondparameters

Grondlagenopbouw A

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	γ_d	γ_n	c	φ'	c_u
		[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,44	4,45	17	19	0	26,0	-
PI-leem	Pleistoceen leem	4,55	3,55	18	18	2	25,0	40,0
PI-zand	Pleistoceen zand	3,55	-7,00	16	20	0	27,5	-
Iep	Ieperiaan zand/klei	-7,00	-8,00	15	19	5	30,0	100,0
PI-zand	Pleistoceen zand	-8,00	-11,00	16	20	0	27,5	-
Pa	Paniselliaan zand	-11,00	dieper	15	19	0	32,0	-

Grondlagenopbouw B

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	γ_d	γ_n	c	φ'	c_u
		[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,44	4,45	17	19	0	26,0	-
PI-leem	Pleistoceen leem	4,45	2,55	18	18	2	25,0	40,0
PI-zand	Pleistoceen zand	2,55	-7,20	16	20	0	27,5	-
Iep	Ieperiaan zand/klei	-7,20	-8,00	15	19	5	30,0	100,0
PI-zand	Pleistoceen zand	-8,00	-11,00	16	20	0	27,5	-
Pa	Paniselliaan zand	-11,00	dieper	15	19	0	32,0	-

Tabel 2: Karakteristieke waarden van de relevante grondparameters t.b.v. een MSheet-berekening

Grondlagenopbouw A

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	δ'	Horizontale beddinsconstante		
					K_1	K_2	K_3
		[m]	[m]	[°]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,44	4,45	17,3	8.000	4.000	2.000
PI-leem	Pleistoceen leem	4,55	3,55	16,7	6.000	4.000	2.000
PI-zand	Pleistoceen zand	3,55	-7,00	18,3	12.000	6.000	3.000
Iep	Ieperiaan zand/klei	-7,00	-8,00	20	18.000	9.000	4.500
PI-zand	Pleistoceen zand	-8,00	-11,00	18,3	12.000	6.000	3.000
Pa	Paniselliaan zand	-11,00	dieper	21,3	20.000	10.000	5.000

Grondlagenopbouw B

Code	Laagtype	Bovenkant [m]	Onderkant [m]	δ' [°]	Horizontale beddinsconstante		
					K_1 [kN/m ³]	K_2 [kN/m ³]	K_3 [kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,44	4,45	17,3	8.000	4.000	2.000
Pl-leem	Pleistoceen leem	4,45	2,55	16,7	6.000	4.000	2.000
Pl-zand	Pleistoceen zand	2,55	-7,20	18,3	12.000	6.000	3.000
Iep	Ieperiaan zand/klei	-7,20	-8,00	20	18.000	9.000	4.500
Pl-zand	Pleistoceen zand	-8,00	-11,00	18,3	12.000	6.000	3.000
Pa	Paniselliaan zand	-11,00	dieper	21,3	20.000	10.000	5.000

Voor de berekening wordt uitgegaan van een equivalente grondlaag over de hoogte van de constructie-onderdelen met gemiddelde grondkarakteristieken zoals aangegeven in Tabel 3

Code	Laagtype	γ_d	γ_n	c	ϕ'	c_u
		[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[kN/m ²]
EQ	Equivalente laag	16	19,5	0	27,0	-

Tabel 3: Karakteristieke waarden van de relevante grondparameters t.b.v. een MSheet-berekening

5.2.10. Ouderdomseffecten

De betonvloerplaat is in slechte staat.

Het metselwerk is in vrij goede staat wat betreft de binnenste gewelven. Het metselwerk van de buitenste gewelven is in slechte staat.

Er wordt aangenomen dat de houten palen dermate verouderd en verweerd zijn dat er in de huidige situatie niet meer op gerekend kan worden. Ze worden dan ook in de huidige en de nieuwe situatie als niet bestaand beschouwd. In dat geval wordt de funderingsaanzet op T.A.W. +0,95 m beschouwd, d.i. de onderzijde van de betonnen basis. In de oorspronkelijke toestand wordt als funderingsaanzet de onderzijde van de houten palen beschouwd, op T.A.W. -3,05 m.

In de berekeningen wordt geen verzwakking van metselwerk of betonnen constructie-onderdelen in rekening gebracht.

5.3. BEREKENINGSMETHODOLOGIE

5.3.1. Algemeen

Dit type kaaimuur bestaat uit verschillende onderdelen waarbij de bovenstructuur dermate is verouderd dat er niet meer kan op gerekend worden. Enkel de 3 verschillende types funderingsmassieven worden verder beschouwd:

- Binnenste funderingsmassief: berekening als fundering op staal. Hiervoor wordt enkel een controle van het evenwichtsdragvermogen uitgerekend. Aangezien de massieven aan weerszijden zijn ingebed in de grond wordt immers verondersteld dat voldaan is aan de grenstoestanden kantelen en schuiven
- Fundering binnenste gewelven: berekening als fundering op staal. Hiervoor wordt enkel een controle van het evenwichtsdragvermogen uitgerekend. Aangezien de massieven aan

weerszijden zijn ingebed in de grond wordt immers verondersteld dat voldaan is aan de grenstoestanden kantelen en schuiven

- Fundering waterwaartse gewelven: dit is de gewichtsmuurconstructie die analoog is aan de gewichtsmuur van kaaimuurtype 5, Hiervoor wordt een controle uitgevoerd van kantelen en schuiven, van het evenwichtsdraagvermogen en van het algemene glijdingsevenwicht (zie hieronder)

Onder “gewichtsmuren” worden alle grondkerende constructies beschouwd die bestaan uit stenen, gestapelde blokken of (on)gewapend beton en die een breed aanzetvlak hebben. Het gewicht van de wand, inclusief een deel van de grond, speelt een voorname rol in de kerende functie van de constructie. Mogelijke grenstoestanden zijn:

- Glijding langs het basisvlak of een ander vlak (schuiven)
- Verlies evenwichtsdraagvermogen
- Kantelen rond de teen van de gewichtsmuur (kantelen)
- Verlies van algemeen evenwicht door glijding langs diepe glijvlakken
- Structureel bezwijken van de kerende structuur
- Ontoelaatbaar water of grondtransport door de voegen
- Ontoelaatbare verplaatsingen

Er wordt aangenomen dat aan de grenstoestanden “Structureel bezwijken van de keermuur” en “Ontoelaatbaar water of grondtransport door de voegen” voldaan was in de oorspronkelijke toestand. In ontwerpfase dient er uitvoerig onderzoek te worden verricht naar de huidige staat van de 120 jaar oude constructie (metselwerk + ongewapend beton) om te kunnen beoordelen of de constructie nog in staat is voor een lange tijd de functie als gewichtsmuur te vervullen. Vermoedelijk is een intensief herstellings- en vernieuwingsproces noodzakelijk.

Het algemeen glijdingsevenwicht wordt onderzocht met de MStab software. De andere grenstoestanden worden getoetst via berekeningen met Excel rekenbladen.

5.3.2. Belastingsgevallen

Volgens de nieuwe EC 7 worden Design Approaches beschouwd:

- Schuiven: volgens DA 1/1 – DA 1/2 – DA 2
- Kantelen: volgens DA 1/1 – DA 1/2 – DA 2
- Evenwichtsdraagvermogen: volgens DA 1/1 – DA 1/2
- Algemene stabiliteit door glijding langs diepe glijvlakken: volgens DA 1/2
 - o Voor DA 1/1 moet er bovendien onderscheid worden gemaakt tussen een ongunstig geval en een gunstig geval.
 - o

Voor DA 1/1 en DA 1/2 worden actieve en passieve gronddrukken beschouwd. Voor DA 2 wordt uitgegaan van neutrale gronddrukken en in dat geval worden geen wateroverdrukken beschouwd. In alle beschouwde Design Approaches dient de veiligheid voor de grenstoestanden 1,00 te bedragen.

5.3.3. Partiële belastings- en materiaalfactoren

Volgens het toe te passen NAD-document voor België moeten volgende partiële belastingsfactoren worden ingevoerd.

Design Approach	Permanente belastingen		Variabele belastingen	
	ongunstig	Gunstig	ongunstig	gunstig
DA 1/1	1,35	1,00	1,50	0,00
DA 1/2	1,00	1,00	1,30	0,00
DA 2	1,00	1,00	1,00	0,00

Tabel 4: Partiële belastingsfactoren conform aanbeveling EC 7-NAD voor België

Design Approach	Materiaalparameter			
	$\tan\varphi$	c'	c_u	γ_d/γ_n
DA 1/1 en DA 2	1,00	1,00	1,00	1,00
DA 1/2	1,25 ⁽¹⁾	1,25	1,40	1,00

⁽¹⁾ Deze waarde moet 1,40 worden (EC7) voor de berekening van het algemeen glijdingsevenwicht.

Tabel 5: Partiële materiaalfactoren conform EC 7

Aard contactvlak	δ_d
	[graden]
Grond – staal	$2/3\varphi_d$
Grond – beton (ruw)	φ_d
Grond – beton (glad)	$2/3\varphi_d$
Grond – grond	φ_d

Tabel 6: Aan te nemen waarden wandwrijvingshoek conform aanbeveling EC 7-NAD voor België

5.3.4. Schuiven

In dit geval dient te worden onderzocht of voldaan is aan het volgende horizontale evenwicht:

$$H_d \leq S_d + E_{pd}$$

Met

- H_d = som van de rekenwaarde van de horizontale aandrijvende krachswerkingen (wateroverdruk – grondgewicht – gronddruk t.g.v. bovenbelasting – bolderbelasting)
- $S_d = V_d \times \tan\delta_d$ = rekenwaarde van de wrijving fundering – grond
- V_d = som van de rekenwaarde van de verticale krachswerkingen op de gewichtsmuur (EG – bovenbelasting – kraanrailbelasting)
- δ_d = rekenwaarde van de wandwrijvingshoek (zie Tabel 6)
- E_{pd} = rekenwaarde van de weerstand aan passieve zijde in de beschouwde grenstoestand (wordt meestal verwaarloosd)

Verder dient er geen modelfactor op de horizontale krachten te worden toegepast in DA 1/2 en DA 2; in DA 1/1 wordt een modelfactor 1,10 toegepast. In principe moet deze grenstoestand t.p.v. elke voeg worden onderzocht maar in dit geval wordt het schuiven enkel onderzocht in het ondervlak van de gewichtsmuur.

5.3.5. Kantelen

In dit geval dient te worden onderzocht of voldaan is aan het volgende rotatie-evenwicht:

$$M_{d,destab} \leq M_{d,stab}$$

Met

- $M_{d,destab}$ = som van de rekenwaarden van de destabiliserende momenten
- $M_{d,stab}$ = som van de rekenwaarden van de stabiliserende momenten

In principe moet het rotatie-evenwicht onderzocht worden t.p.v. elke voeg, maar hier wordt telkens het rotatie-evenwicht onderzocht rond het meest waterwaartse punt van het ondervlak van de gewichtsmuur.

Op de aandrijvende momenten wordt bijkomend een modelfactor 1,20 toegepast in DA 1/1 en DA 1/2; in DA 2 wordt deze modelfactor op 1,00 gezet.

5.3.6. Evenwichtsdraagvermogen

Er moet worden aangetoond dat:

$$V_d \leq R_d$$

Met

- V_d = som van de rekenwaarden van de loodrechte belasting op de funderingsaanzet
- R_d = rekenwaarde van het draagvermogen van de funderingsaanzet, rekening houdend met aanzetdiepte en excentriciteit en helling van de belastingen

5.3.7. Algemeen glijdingsevenwicht

Hiervoor wordt de veiligheid onderzocht voor glijding langsheen elk diepgelegen glijvlak. Volgens de huidige EC7 filosofie wordt de berekeningsmethode van Bishop toegepast. Er wordt een veiligheidscoëfficiënt bepaald, dit is het getal waarmee de cohesie en $\tan\phi$ van alle lagen moeten gedeeld worden om net aan het moment-evenwicht te voldoen. De controle gebeurt voor het geval DA 1/2, een veiligheidscoëfficiënt van 1,00 is voldoende. Belangrijk hierbij is dat er een andere materiaalfactor op $\tan\phi$ moet worden toegepast, namelijk 1,40 i.p.v. 1,25.

Het algemeen glijdingsevenwicht van de volledige constructie wordt onderzocht m.b.v. de Geodelft software MStab. Hierbij wordt aangenomen dat de meest onveilige glijcirkel zich onder het niveau van de paalpunten/damwandconstructies bevindt.

5.4. OORSPRONKELIJKE EN HUIDIGE SITUATIE

Bij berekening van de constructie volgens de Eurocode 7, is de kaaimuur theoretisch onstabiel in volgende gevallen:

- in de oorspronkelijke toestand (met houten palen) en met oorspronkelijke belastingen

- in de huidige toestand zowel voor de nieuwe belastingen als voor de oorspronkelijke belastingen.

Bijgevolg is het noodzakelijk een aantal voorstellen uit te werken om de constructie in de nieuwe toestand te stabiliseren.

5.5. NIEUWE SITUATIE

5.5.1. Algemeen

Volgens het Masterplan heeft dit kaaimuurtype de volgende einddoelen:

- Onbebouwd met behoud van het huidige aanzicht
- Bebouwd met behoud van het huidige aanzicht

Aan de hand van bovenstaande einddoelen worden de berekeningen uitgevoerd en worden voorstellen gedaan voor renovatie van de kaaimuren. Hierbij kunnen verschillende voorstellen mogelijk zijn voor 1 einddoel.

Betreffende de bebouwing van de kadevlakken is beslist om de fundering van de bebouwing geïsoleerd van de kaaimuur te laten verlopen, m.a.w. er dient geen onderscheid te worden gemaakt tussen bebouwde en onbebouwde kades. Indien naderhand toch beslist wordt om een gebouw dicht bij het dagvlak van de kaaimuur te plaatsen, wordt de stabiliteitsberekening van de kaaimuur en van het gebouw als 1 geheel beschouwd.

Het advies voor het al dan niet behouden van het huidig uitzicht van **monumenten en landschappen** is het volgende (zie vergadering dd. 04-07-07):

Quote:

“De kaaimuren met gewelven (Type 1 – Houtdok) hebben een waarde, doch zijn niet juridisch beschermd. De insteek is dan ook dat er restauratiewerken mogen gebeuren indien ze dan kunnen behouden blijven, doch niet herbouwen om absoluut het beeld te bewaren”.

Unquote

Verder is het geen absolute wens van **het bestuur** dat de gewelven toegankelijk zijn. In principe kan dus onmiddellijk achter het eerste gewelf aan de waterkant een nieuwe kaaimuur geplaatst worden die de volledige waterkerende functie overneemt.

De voorste gewelven zijn sterk beschadigd en bij behoud van het huidig uitzicht zal het noodzakelijk zijn deze te restaureren.

Aan de hand van bovenstaande worden volgende voorstellen uitgewerkt:

- Voorstel 1: aanbrengen kofferdam met voorwand achter de waterwaartse gewelven, achter voorwand aanvullen tot T.A.W. + 7,44 m met behoud huidig aanzicht
- Voorstel 2: verlaging kaaimuurplateau naar T.A.W. + 5,00 m en aanbrengen stalen damwand waterwaarts van de bestaande gewichtsmuur en verankeren met ankers en ankerwand
- Voorstel 3: verlaging kaaimuurplateau naar T.A.W. + 5,00 m en aanbrengen stalen damwand landwaarts van de bestaande gewichtsmuur en verankeren met ankers en ankerwand

De voorstellen zijn onderstaand tekstueel uitgewerkt en zijn visueel weergegeven in BIJLAGE 2.

5.5.2. Voorstel 1

A. Korte beschrijving

In dit voorstel wordt een kofferdam aangebracht met voorwand achter de waterwaartse gewelven. Achter de voorwand wordt de ruimte aangevuld tot T.A.W. + 7,44 m. Het huidige aanzicht van de gewelven kan behouden blijven mits grondige restauratiewerken van het bestaand metselwerk.

B. Aannames

Technologie

Visuele inspectie heeft uitgewezen dat de algemene toestand van de kaaimuren op technologisch vlak slecht is (zie onderstaande foto's)

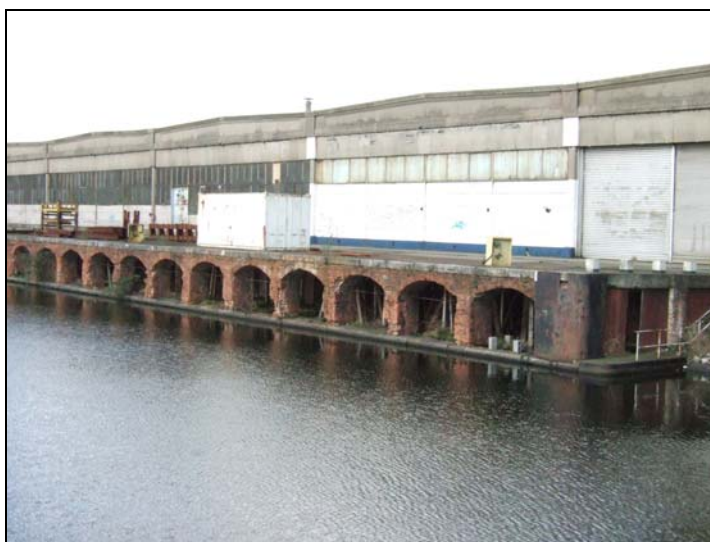


Foto 5: Algemene foto buitenzijde gewelven



Foto 6: De onderzijde van het dek is volledig gecorrodeerd.



Foto 7: Het dek tussen de gewelven wordt volledig door houten balken gestut



Foto 8: De steunbalken aan de onderzijde van het dek zijn volledig gecorrodeerd

Grond

- Actieve zijde:

- o Vlak op T.A.W. +7,44 m

- Belangrijke opmerking: gezien het feit dat gebruik gemaakt wordt van een cement-betonietsleuf worden de δ -waarden in de cement-betonietsleuf gereduceerd, dit is onder T.A.W. + 4,85 m. Er wordt $\delta = \varphi/3$ aangenomen tot aan de laagscheiding tussen aanvulzand en leemlaag, dit is op T.A.W. +4,45 m; voor de aanvulzandlaag wordt $\delta = 2\varphi/3$ genomen.
- Passieve zijde:
 - Aangevulde vlakke bodem op T.A.W. +0,95 m
 - Belangrijke opmerking: gezien het feit dat gebruik gemaakt wordt van een cement-betonietsleuf worden de δ -waarden in de cement-betonietsleuf gereduceerd, dit is onder T.A.W. + 4,85 m. Er wordt bijgevolg $\delta = \varphi/3$ aangenomen voor alle grondlagen aan passieve zijde

Voorwand

Stalen damwand met:

- Staal S240
- $h = 303$ mm
- $EI = 4,137 \times 10^4$ kNm²/m
- $W = 1430$ cm³/m
- Top: op ca. T.A.W. + 7,44 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. - 9,00 m

Betonnen kesp (enkel op voorwand) +verbinding met bestaande gewichtsmuur

Er wordt uitgegaan van een betonnen kesp bovenaan met

- Op. voorwand:
 - Hoogte = 1,00 m
 - Breedte = 0,80 m
 - Top: op ca. T.A.W. + 7,44 m
 - Onderzijde: op ca. T.A.W. + 6,44 m
- Tussen voorwand en bestaande gewichtsmuur:
 - Hoogte = 0,25 m
 - Top op ca. T.A.W. + 7,44 m
 - Onderzijde op ca. T.A.W. + 7,20 m
- Op bestaande gewichtsmuur:
 - Hoogte = 0,50 m
 - Breedte = 1,00 m
 - Top op ca. T.A.W. + 7,44 m
 - Onderzijde op ca. T.A.W. + 6,94 m

Ankers

Voorlopig wordt uitgegaan van volgende ankers

- Anker h.o.h. 2,50 m: Dywidag GEWI Plus \varnothing 40 staal 835/1030

- Niveau ankers: ca. T.A.W. +5,00 m
- Dienstlast ankers = 387,5 kN/anker (155kN/m)

Achterwand

Stalen damwand met:

- Staal S240
- h = 303 mm
- EI = 4,137 x 104 kNm²/m
- W = 1430 cm³/m
- Top: op ca. T.A.W. + 7,44 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. - 9,00 m

Belastingen

- Terreinbelasting van 20 kN/m²
- Gronddrukken
- Wateroverdruk van 0,50 m

Berekeningen

De te keren hoogte bedraagt 6,50 m, terwijl de afstand tussen damwand en ankerwand slechts 6 m bedraagt; de verhouding is dus 1,08. De constructie herleidt zich in dit geval tot een kistdam. Volgens CUR166 bestaat een vuistregel die zegt dat er over een kistdam kan worden gesproken indien voor afstand tussen ankerwand en damwand B geldt:

$$0,7H \leq B \leq 1,5H$$

In dat geval is de berekeningsmethode iets verschillend. Volgens de CUR166 volstaat het in voorontwerp een gewone berekening uit te voeren voor de dimensionering van de (verankerde) voorwand en het anker. Als minimale inheidiepte wordt minimaal de kerende hoogte genomen. De achterwand wordt identiek genomen aan de voorwand, zonder verdere berekeningen. In ontwerpfase moet de kistdam berekend worden via een eindige elementen methode en moeten extra reducties van de grondparameters worden ingevoerd.

C. Berekeningen

Volgende berekeningen zijn uitgevoerd:

- In uiterste grenstoestand
 - o De sterkte van de voorwand, de sterkte van de ankers en de controle van de passieve weerstand
 - o Het algemeen glijdingsevenwicht op basis van de voorwand
- In gebruiksgrenstoestand worden enkel de vervormingen van de voorste wand onderzocht.

D. Besluiten voorstel 1

Om de kaaimuren te stabiliseren met behoud van het huidig aanzicht van de kaaimuren, dienen zowel op gebied van stabiliteit als op technologisch gebied een aantal ingrepen te

worden uitgevoerd op de kaaimuren. Hierbij worden de binnenste gewelven van de kaaimuren definitief weggehaald.

- Op gebied van stabiliteit dienen de volgende bijkomende verstevigingen te worden uitgevoerd aan de kaaimuurconstructie:
 - o Plaatsen van een nieuwe stalen voorwand op ± 1 m van de achterzijde van de eerste reeks gewelven;
 - o Plaatsen van een stalen achterwand landwaarts van de voorwand op ± 6 m van de eerste damwand;
 - o Het bestaand bodemniveau aan de teen van de fundering in ongewapend beton (T.A.W. + 0,95m) dient te worden doorgetrokken over een lengte van minimaal 30 m i.p.v. het huidige talud tot het bodemniveau van T.A.W. -1,55m.
- Op technologisch gebied dient een volledig onderzoek te worden uitgevoerd op het metselwerk en het beton van de gewelven. Het technologisch onderzoek is uitgebreid beschreven in BIJLAGE 16.

E. Fasering – draaiboek voorstel 1

De gedetailleerde fasering is uitgewerkt op de tekeningen in BIJLAGE 2.

- In een eerste fase wordt het bestaande talud vòòr de teen van de fundering over minimaal 30 m aangevuld tot op T.A.W. + 0,95 m.
- In tweede fase worden volgende elementen verwijderd:
 - o Het dek in gewapend beton;
 - o De binnenste gewelven van de kaaimuur tot op het niveau van het omringend maaiveld in talud. Het bestaande achterliggend talud in metselwerk wordt behouden;
 - o Het bovenste gedeelte van de buitenste gewelven van de kaaimuur (tot T.A.W. + 6,94 m). Dit deel dient niet specifiek in deze fase te worden afgebroken maar dient te worden verwijderd vooraleer de verankeringsstaven in de bestaande buitenste gewelven worden geplaatst.
- Achter de bestaande kaaimuur wordt een voorwand (niveau T.A.W. - 9,00 m tot T.A.W. + 7,24 m) geplaatst in een cement-bentonietsleuf (breedte 0,6 m van niveau T.A.W. - 9,50 m tot T.A.W. + 4,80 m). De reden voor het plaatsen van een cement-bentonietsleuf is het vermijden van trillingen bij het inbrengen van de voorwand zodat aan de bestaande kaaimuur zo weinig mogelijk bijkomende beschadigingen worden toegebracht.
- De zone achter de nieuwe damwand wordt in een talud van 1/3 over ca. 8 m verwijderd tot op niveau T.A.W. + 4,80 m.
- Op 6 meter van de voorwand wordt een achterwand geheid (T.A.W. - 9,00 m tot T.A.W. + 7,24 m) die d.m.v. ankers op T.A.W. + 5,00 m met de voorwand wordt verbonden.
- Aanbrengen verbinding bestaande gewelfconstructie met nieuwe kofferdam:
 - o Plaatsen van ankers in de bestaande buitenste gewelven ten behoeve van het verankeren van de kesp;
 - o Betonneren van de kesp;
- Aanvullen van de zone achter de voorwand aansluitend op het bestaande talud (tot op niveau T.A.W. + 7,24 m).
- Het aanbrengen van de bevloering of begroeiing achter de voorwand.

Bij dit voorstel is het echter zo dat – conform de voorstellen in het Masterplan - de ankerwand zich tot op ca. 0,80 m van de fundering van nieuwe gebouwen kan bevinden (rand gebouw – dagvlak huidige kade 9,80 m). Dit komt erop neer dat de fundering van de gebouwen en de ankerwand van de kade geïntegreerd kunnen worden, indien de plannen voor de gebouwen in die mate geconcretiseerd zijn.

In het geval de gebouwen verder van de kaaimuren ingeplant zijn, kan de fundering van de gebouwen onafhankelijk worden ontworpen en uitgevoerd.

5.5.3. Voorstel 2

A. Korte beschrijving

In dit voorstel wordt het kaaimuurniveau verlaagd naar T.A.W. + 5,00 m. Dit betekent dat de gewelfconstructies worden verwijderd. Verder wordt een damwand aangebracht waterwaarts van de fundering van de voorste gewelven. De damwand wordt verankerd met ankers en ankerwand. Het huidig aanzicht van de gewelven blijft in dit geval niet behouden.

B. Aannames

Grond

- Actieve zijde:
 - o 0 tot 5 m van dagvlak kade: vlak op T.A.W. + 5,00 m
 - o Van 5 m tot 10,00 m: talud van T.A.W. + 5,00 m naar T.A.W. + 7,44 m
 - o Voorbij 10,00 m van dagvlak kade: vlak op T.A.W. + 7,44 m
- Passieve zijde:
 - o Aangevulde vlakke bodem op T.A.W. + 0,95 m

Damwand

Stalen damwand met:

- Staal S240
- $EI = 1,4238 \times 10^4 \text{ kNm}^2/\text{m}$
- $W = 660 \text{ cm}^3/\text{m}$
- Top: op ca. T.A.W. + 4,80 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. - 3,25 m

Betonnen kesp

Er wordt uitgegaan van een betonnen kesp bovenaan met:

- Hoogte = 0,80 m
- Breedte = 0,60 m
- Top: op ca. T.A.W. + 5,00 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. + 4,20 m

Ankers

Voorlopig wordt uitgegaan van volgende ankers

- Anker h.o.h. 2,50 m: Dywidag GEWI Plus \varnothing 35 staal 500/550
- Dienstlast (DA 2): 285 kN/anker of 115 kN/m
- Niveau ankers: ca. T.A.W. + 3,00 m

Ankerwand

Stalen damwand met:

- Staal S240
- $EI = 1,4238 \times 10^4 \text{ kNm}^2/\text{m}$
- $W = 660 \text{ cm}^3/\text{m}$
- Top: op ca. T.A.W. + 4,80 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. - 3,25 m

Belastingen

- Terreinbelasting van 20 kN/m^2
- Gronddrukken
- Wateroverdruk van 0,50 m

Berekeningen

De te keren hoogte bedraagt 4,05 m, terwijl de afstand tussen damwand en ankerwand slechts 10 m bedraagt; de verhouding is dus 2,5. Volgens CUR166 bestaat een vuistregel die zegt dat er over een kistdam kan worden gesproken indien voor afstand tussen ankerwand en damwand B geldt:

$$0,7H \leq B \leq 1,5H$$

In dat geval betreft het volgens deze vuistregel geen kistdam en kan de klassieke damwandberekeningsmethode worden toegepast.

C. Berekeningen

Volgende berekeningen worden uitgevoerd:

- In uiterste grenstoestand
 - o De sterkte van de damwand, de sterkte van de ankers en de controle van de passieve weerstand
 - o Kranz-stabiliteit
 - o Het algemeen glijdingsevenwicht
 - o Dimensionering van ankerwand
- In gebruiksgrenstoestand worden enkel de vervormingen onderzocht.

D. Besluiten voorstel 2

Bij het stabiliseren van de kaaimuren bij een verlaagd kaaimuurplateau dient quasi geen rekening te worden gehouden met de bestaande structuur boven het waterniveau.

Op gebied van stabiliteit wordt de functie van de bestaande kaaimuur volledig vervangen door een nieuwe kaaimuur, de bestaande constructie wordt quasi volledig verwijderd.

De waterkerende functie van de kaaimuur wordt opgenomen door de constructie van een damwand met achterliggende ankerwand. De damwand wordt waterwaarts van de bestaande kaaiconstructie geplaatst.

E. Fasering – Draaiboek voorstel 2

De gedetailleerde fasering is uitgewerkt op de tekeningen in BIJLAGE 2.

Analoog aan het voorstel 1 wordt het bestaande talud van de dokbodem verschoven zodat het bodemniveau over minimaal 30 m voor de kaaimuren T.A.W. + 0,95 m bedraagt i.p.v. T.A.W. - 1,55 m.

Om instorting van de huidige gewelfconstructie tijdens de werken te vermijden worden de huidige kaaimuren verwijderd boven niveau T.A.W. + 4,85 m, gelijklopend met het talud tot op T.A.W. + 7,44 m.

De voorste damwand wordt geheid op ca. 1m waterwaarts van de bestaande funderingen (niveau damwand T.A.W. - 3,25 m tot T.A.W. + 4,80 m). De ruimte tussen de bestaande fundering en de nieuwe damwand wordt met zand opgevuld tot op niveau T.A.W. + 2,80 m.

Vooraleer werken kunnen uitgevoerd worden, dient aan de landzijde van de bestaande fundering de grondwatertafel te worden verlaagd naar niveau T.A.W. + 2,50 m. (exacte hoogte grondwatertafel na te gaan in ontwerpfase of uitvoeringsfase).

De werken aan de landzijde van de bestaande fundering zijn de volgende:

- Uitgraven van de grond over een zone van ongeveer 9 m achter de fundering van de bestaande kaaimuur met een talud van 1/3 aansluitend op het bestaande achterland en verwijderen van de resterende funderingen en vaste constructies van de kaaiconstructies tot op niveau T.A.W. + 2,80 m;
- Het heien van de ankerwand op ca. 10 m van de damwand;
- Het plaatsen van ankers tussen ankerwand en damwand op niveau T.A.W. + 3,00 m
- Het aanvullen van de zone tussen de damwand en ankerwand tot op niveau T.A.W. + 4,20 m.
- Betonneren betonnen kesp
- Verder aanvullen terrein achter damwand tot ca. T.A.W. + 4,80 m
- Uitschakelen grondwatertafelverlaging
- Inrichten kadeterrein met bevoering of begroeiing.

Bij dit voorstel is het echter zo dat – conform de voorstellen in het Masterplan - de ankerwand zich tot op ca. 0,80 m van de fundering van nieuwe gebouwen kan bevinden (rand gebouw – dagvlak huidige kade 9,80 m). Dit komt erop neer dat de fundering van de gebouwen en de ankerwand van de kade geïntegreerd kunnen worden, indien de plannen voor de gebouwen in die mate geconcretiseerd zijn.

In het geval de gebouwen verder van de kaaimuren ingeplant zijn, kan de fundering van de gebouwen onafhankelijk worden ontworpen en uitgevoerd.

5.5.4. Voorstel 3

A. Korte beschrijving

In dit voorstel wordt het kaaimuurniveau verlaagd naar T.A.W. + 5,00 m. Dit betekent dat de gewelfconstructies worden verwijderd. Verder wordt een kofferdam aangebracht met voorwand landwaarts van de fundering van de voorste gewelven. De voorwand wordt

verankerd via ankers met de achterwand. Het huidig aanzicht van de gewelven blijft in dit geval niet behouden.

B. Aannames

Grond

- Actieve zijde:
 - o 0 tot 1,25 m van dagvlak kade: vlak op T.A.W. +5,00 m
 - o Van 1,25 m tot 6,25 m: talud van +5,00 m naar T.A.W. +7,44 m
 - o Voorbij 6,25 m van dagvlak kade: vlak op T.A.W. +7,44 m
 - o Belangrijke opmerking: gezien het feit dat gebruik gemaakt wordt van een cement-betonietsleuf worden de δ -waarden gereduceerd. Er wordt $\delta = \varphi/3$ aangenomen.
- Passieve zijde:
 - o Aangevulde vlakke bodem op T.A.W. + 0,95 m
 - o Belangrijke opmerking: gezien het feit dat gebruik gemaakt wordt van een cement-betonietsleuf worden de δ -waarden gereduceerd. Er wordt $\delta = \varphi/3$ aangenomen.

Voorwand

Stalen damwand met:

- Staal S240
- $EI = 2,44 \times 104 \text{ kNm}^2/\text{m}$
- $W = 915 \text{ cm}^3/\text{m}$
- Top: op ca. T.A.W. + 4,80 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. - 4,00 m

Betonnen kesp (enkel op voorwand) +verbinding met bestaande gewichtsmuur

Er wordt uitgegaan van een betonnen kesp bovenaan met

- Op. voorwand:
 - o Hoogte = 0,80 m
 - o Breedte = 0,60 m
 - o Top: op ca. T.A.W. + 5,00 m
 - o Onderzijde: op ca. T.A.W. + 4,20 m
- Tussen voorwand en bestaande gewichtsmuur:
 - o Hoogte = 0,25 m
 - o Top op ca. T.A.W. + 5,00 m
 - o Onderzijde op ca. T.A.W. + 4,75 m
- Op bestaande gewichtsmuur:
 - o Hoogte = 0,50 m
 - o Breedte = 1,00 m
 - o Top op ca. T.A.W. + 5,00 m
 - o Onderzijde op ca. T.A.W. + 4,50 m

Ankers

Voorlopig wordt uitgegaan van volgende ankers

- Anker h.o.h. 2,50 m: Dywidag GEWI Plus \varnothing 35 staal 670/800
- Dienstlast (DA 2): 385 kN/anker of 155 kN/m
- Niveau ankers: ca. T.A.W. + 3,00 m

Achterwand

Stalen damwand met:

- Staal S240
- EI = 2,44 x 104 kNm²/m
- W = 915 cm³/m
- Top: op ca. T.A.W. + 4,80 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. - 4,00 m

Belastingen

- Terreinbelasting van 20 kN/m²
- Gronddrukken
- Wateroverdruk van 0,50 m

Berekeningen

De te keren hoogte bedraagt 4,05 m, terwijl de afstand tussen damwand en ankerwand slechts 6 m bedraagt; de verhouding is dus 1,5. In dit geval herleidt de constructie zich tot een kistdam. Volgens CUR166 bestaat een vuistregel die zegt dat er over een kistdam kan worden gesproken indien voor afstand tussen ankerwand en damwand B geldt:

$$0,7H \leq B \leq 1,5H$$

In dat geval is de berekeningsmethode iets verschillend. Volgens de CUR166 volstaat het in voorontwerp een gewone berekening uit te voeren voor de dimensionering van de (verankerde) voorwand en het anker. Als minimale inheidiepte wordt minimaal de kerende hoogte genomen. De achterwand wordt identiek genomen aan de voorwand, zonder verdere berekeningen. In ontwerpfase moet de kistdam berekend worden via een eindige elementen methode en moeten extra reducties van de grondparameters worden ingevoerd.

C. Berekeningen

Volgende berekeningen worden uitgevoerd:

- In uiterste grenstoestand
 - o De sterkte van de voorwand, de sterkte van de ankers en de controle van de passieve weerstand
 - o Het algemeen glijdingsevenwicht op basis van de voorwand
- In gebruiksgrenstoestand worden enkel de vervormingen van de voorste wand onderzocht.

D. Besluiten voorstel 3

Bij het stabiliseren van de kaaimuren bij een verlaagd kaaimuurplateau dient quasi geen rekening te worden gehouden met de bestaande structuur boven het waterniveau. Dit houdt in dat het technologisch aspect van de renovatie tot een minimum beperkt wordt.

Op gebied van stabiliteit wordt de functie van de bestaande kaaimuur volledig vervangen door een nieuwe kaaimuur, de bestaande constructie wordt grotendeels verwijderd.

Het verschil met het voorstel 2 is echter dat de voorwand landwaarts van de bestaande kaaimuur worden geplaatst. Dit houdt in dat het resterende deel van de bestaande kaaimuur wel degelijk, doch minimaal technologisch onderzocht en hersteld dient te worden en dat enige voorzichtigheid geboden is bij het uitvoeren van de werken aan de nieuwe constructies.

E. Fasering – Draaiboek voorstel 3

De gedetailleerde fasering is uitgewerkt op de tekeningen in BIJLAGE 2.

- Analooq aan het voorstel 1 en 2 wordt het bestaande talud van de dokbodem verschoven zodat het bodemniveau over minimaal 30 m voor de kaaimuren T.A.W. + 0,95 m bedraagt i.p.v. T.A.W. -1,55 m.
- In analogie met voorstel 2 wordt volgende uitgevoerd:
 - o Alle constructies van de bestaande kaaimuur boven het huidig maaiveld niveau worden verwijderd.
 - o De grondwatertafel wordt verlaagd naar niveau T.A.W. +2,50 m.
 - o De zone achter de fundering van de voorste gewelven wordt over een strook van ca. 9,30 m (met talud van 1/3 naar het achterland) uitgegraven tot op niveau T.A.W. + 2,80 m, waarbij de funderingen van de binnenste massieven verder worden verwijderd.
- Vooraleer nieuwe verankeringen worden geplaatst, dient de kop van de voorste gewelfconstructie te worden verwijderd tot op niveau T.A.W. + 4,50 m.
- Na deze voorbereidingen wordt een stalen voorwand (T.A.W. - 4,00 m tot T.A.W. + 4,80 m) geplaatst in een cement-bentonietsleuf (T.A.W. - 4,50 m tot T.A.W. + 2,80 m) op ca 1,00 m van de achterzijde van de bestaande fundering. Indien de voorwand rechtstreeks in de grond zou worden geheid, bestaat de kans dat de resterende bestaande kaaiconstructie beschadigd zou worden. In deze fase van de werken heeft de bestaande constructie echter nog de belangrijkste waterkerende functie en zou dit moeilijkheden veroorzaken bij de uitvoering van de rest van de stabiliteitswerken.
- Aan de landzijde van de voorwand worden volgende werkzaamheden uitgevoerd:
 - o Heien achterwand (T.A.W. - 4,00 m tot T.A.W. + 4,80 m) op ca. 6 m van de voorwand
 - o Verankeren van de voorwand met achterwand d.m.v. ankers op T.A.W. + 3,00 m
 - o Aanvullen van de zone achter de bestaande kaaiconstructie tot op niveau T.A.W. + 4,20 m;
 - o Betonneren gedeelte kesp op voorwand tot ca. T.A.W. + 4,80 m
 - o Aanvullen van de zone achter de bestaande kaaiconstructie tot op niveau T.A.W. + 4,75 m;
 - o Storten tweede gedeelte kesp op voorwand en verankering met de bestaande kaaiconstructie
- Uitschakelen van grondwaterpeilverlaging
- Inrichten kadeterrein met bevloering of begroeiing.

Bij dit voorstel is het echter zo dat – conform de voorstellen in het Masterplan - de ankerwand zich tot op ca. 1,20 m van de fundering van nieuwe gebouwen kan bevinden (rand gebouw – dagvlak huidige kade 9,80 m). Dit komt erop neer dat de fundering van de gebouwen en de ankerwand van de kade geïntegreerd kunnen worden, indien de plannen voor de gebouwen in die mate geconcretiseerd zijn.

In het geval de gebouwen verder van de kaaimuren ingeplant zijn, kan de fundering van de gebouwen onafhankelijk worden ontworpen en uitgevoerd.

5.6. RAMINGEN

De onderstaande tabel geeft een samenvatting weer van de raming voor de verschillende voorstellen.

Indien een bepaald voorstel niet kan in combinatie met bebouwing, wordt voor dat deel geen éénheidsprijs ingevuld.

TECHNISCHE STUDIE KAAIMUREN

KAAIMUURTYPE 1	afstand (m)	voorstel 1 Kofferdam		voorstel 2 Verlaging met damwand		voorstel 3 Verlaging met kofferdam	
		per lopende m	totaal	per lopende m	totaal	per lopende m	totaal
zone gebouwen 16, 17							
bebouwd (op afstand)	155	€ 9.470,54	€ 1.467.933,70	€ 6.719,92	€ 1.041.587,60	€ 6.595,02	€ 1.022.228,10
bebouwd (op kaaimuur)							
openbaar domein brug	25	€ 9.470,54	€ 236.763,50	€ 6.719,92	€ 167.998,00	€ 6.595,02	€ 164.875,50
zone gebouw 15							
bebouwd (op afstand)	74	€ 9.470,54	€ 700.819,96	€ 6.719,92	€ 497.274,08	€ 6.595,02	€ 488.031,48
bebouwd (op kaaimuur)							
openbaar domein brug							
zone gebouw 13							
bebouwd (op afstand)	85	€ 9.470,54	€ 804.995,90	€ 6.719,92	€ 571.193,20	€ 6.595,02	€ 560.576,70
bebouwd (op kaaimuur)							
openbaar domein brug	65	€ 9.470,54	€ 615.585,10	€ 6.719,92	€ 436.794,80	€ 6.595,02	€ 428.676,30
TOTAAL excl.btw	404,00		€ 3.826.098,16		€ 2.714.847,68		€ 2.664.388,08

Totaal excl. btw technologische herstellingen :

Nihil

Nihil

Nihil

6. VOORONTWERP KAAIMUURTYPE 2

6.1. ALGEMEEN

- Locatie: Handelsdok
- Kaainummers: 20
- Bouwjaar: 1954
- Specificaties / Materialen:
 - o Dek in gewapend beton
 - o Gefundeerd op (vermoedelijk) betonnen prefabpalen
 - o Aan achterzijde damwand
 - o Grindbakken



Foto 9: Vooraanzicht kaaimuurtype nr. 2

In BIJLAGE 3 bevindt zich de gedetailleerde locatie en doorsnede van de kaaimuur.

Volgens het Masterplan heeft dit kaaimuurtype de volgende einddoelen:

- Onbebouwd met het behoud van de grindbakken voor afgesloten opslag
- Gebouw van 10 verdiepingen tot op het kadevlak

6.2. UITGANGSPUNTEN

6.2.1. Kaaimuurtype

Dit kaaimuurtype heeft als belangrijkste kenmerk de aanwezigheid van grindbakken die vroeger dienst deden als opslag. Ten behoeve van de behandeling van de goederen bezit de kade ook een kraan met bijhorende kraanrails.

De kaaimuur bestaat uit een betonnen dek op palen gefundeerd in een oplopend talud. De paalkoppen zijn met elkaar verbonden door betonnen balken waarop een betonplaat is geplaatst.

De aangenomen hoogte van de elementen is de volgende:

- Betonbalk + betonplaat: 820 mm
- Betonplaat: 550 mm

Deze aangenomen waarden dienen in ontwerpfase verder te worden onderzocht.

Op de kade bevinden zich 2 kraanrails:

- De waterwaartse kraanrail bevindt zich op de betonnen kop
- De landwaartse kraanrail heeft een onafhankelijke fundering op 15,98 m van het dagvlak van de kade. Er wordt aangenomen dat deze kraanrail (onder meer m.b.t. zettingen) op palen is gefundeerd en niet op staal. De belasting van deze landwaartse kraanrail wordt daarom niet beschouwd in de berekeningen.

6.2.2. Algemene afmetingen

- Lengte kaaimuur: 220 m (volgens plan B3/11236)
- Afstand dagvlak kade tot buitenkant bak t.h.v. betonplaat: 13,5 m
- Afstand dagvlak kade tot buitenkant bovenkant grindbak: 14,6 m
- Hoogte betonnen kop tot bovenkant betonplaat: 1,85 m
- Breedte betonnen kop: 2,30 m
- Afstand dagvlak kademuur tot as waterwaartse kraanrail: 1,175 m

6.2.3. Niveaus

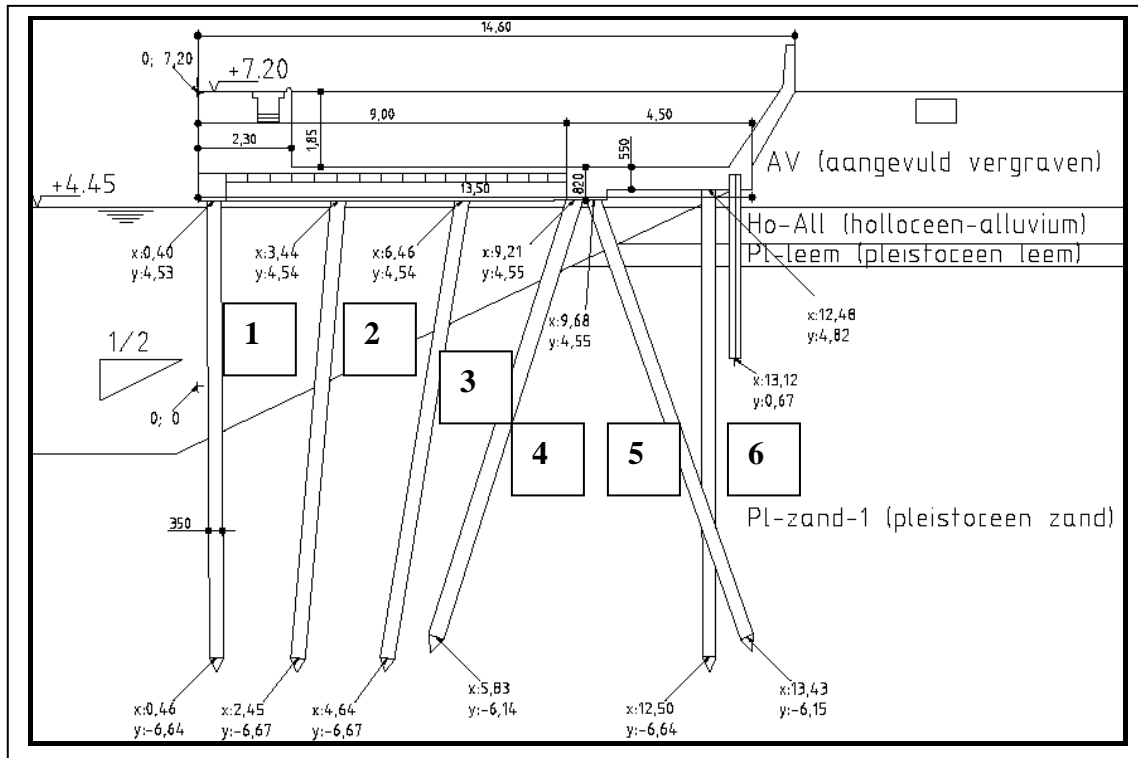
- Bovenzijde kaaimuur: T.A.W. + 7,20 m
- Onderzijde kaaimuur: ca. T.A.W. - 6,00 m
- Dokwaterpeil: T.A.W. + 4,45 m
- Grondwaterpeil: dokwaterpeil + 0,5 m \approx T.A.W. + 5,00 m
- Bodempeil t.p.v. dagvlak kade: : T.A.W. - 1,55 m
- Talud oplopend onder helling: 1/2
- Bovenkant palen: ca. T.A.W. + 4,50 m
- Onderkant palen: ca. T.A.W. - 6,15 m/6,65 m
- Onderkant damwand: ca. T.A.W. + 0,67 m

6.2.4. Fundering

Volgende veronderstellingen worden gemaakt i.v.m. de fundering:

- Betonnen palen met vierkante sectie: 350 mm x 350 mm
- Paallengte: ca. 12 m
- Breedte grindbak: ca. 12 m
- Aan achterzijde betonplaat stalen damwand voor stabilisering talud, staal S240
- Tussenafstanden palen in langsrichting: ca. 2,40 m
- Aangenomen wordt dat de palenrijen 2, 3 en 6 verspringen t.o.v. palenrijen 1, 4 en 5. De tussenafstand in langrichting tussen palenrijen 1 en 2 wordt dan 1,20 m

- Hellingen palen (palenrijen genummerd vanaf het water en landinwaarts oplopend):
 - o Palenrij 1: 0
 - o Palenrij 2: 1/11
 - o Palenrij 3: 1/6
 - o Palenrij 4: 1/3
 - o Palenrij 5: 1/3
 - o Palenrij 6: 0



Figuur 6: Schets met aannames afmetingen en coördinaten kaaimuurtype 2

6.2.5. Bolder

Er zijn geen gegevens beschikbaar, volgende aannames worden gemaakt a.d.h.v. EAU2004:

- Waterdiepte 6,00 m
 - ⇒ voor diepgang van ca. 5,5m
 - ⇒ vrachtschepen met DWT van ca. 5000 ton
 - ⇒ volgens paragraaf 5.12.2 van EAU ⇒ veronderstel bolder 200 kN met een belastingsfactor 1,50
- Aanneme tussenafstand bolders = 20 m (bepaald via schatting op het terrein)
 - ⇒ uitgespreide horizontale belasting van 10 kN/m

6.2.6. Oorspronkelijke ontwerpbelasting

- Gebruiksbelasting kaaimuur:
 - o 50 kN/m² in de grindbakken (niet op betonnen kesp)
 - o voorbij grindbakken 10 kN/m² oneindig uitgestrekt
- Bolderbelasting: ca. 10 kN/m
- Kraanbelasting: 200 kN/m (= verticale component, horizontale component = 10 % van de verticale component)
- Combinatiefactor voor alle belasting wordt aangenomen op 0,70
- Er wordt geen fenderbelasting beschouwd

6.2.7. Nieuwe ontwerpbelasting

- Gebruiksbelasting kaaimuur: 20 kN/m² oneindig uitgestrekt vanaf dagvlak kade

6.2.8. Grondgegevens

- Onderstaande tabellen worden overgenomen uit de vroegere nota met referentie: 155-GWOD/000101/Uitgangspunten.rev.1;
- De waarden opgenomen in de tabel zijn karakteristieke waarden;
- Het grondwaterpeil is aangenomen op 0,50 m boven het dokwaterpeil (T.A.W. + 4,45 m) en afgerond op T.A.W. + 5,00 m.

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	γ_d	γ_n	c	φ'	c_u
		[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,20	4,45	17	19	0	26,0	-
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	3,55	14	18	2	20,0	20,0
Pl-leem	Pleistoceen leem	3,35	3,00	18	18	2	25,0	40,0
Pl-zand	Pleistoceen zand	3,00	-11,00	16	20	0	27,5	-
Pa	Paniselliaan zand	-11,00	Dieper	15	19	0	32,0	-

Tabel 7: Karakteristieke waarden van de relevante grondparameters

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	δ'	Horizontale beddinsconstante		
					K ₁	K ₂	K ₃
					[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,20	4,45	17,3	8.000	4.000	2.000
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	3,55	13,3	2.000	800	500
Pl-leem	Pleistoceen leem	3,55	3,00	16,7	6.000	4.000	2.000
Pl-zand	Pleistoceen zand	3,00	-11,00	18,3	12.000	6.000	3.000
Pa	Paniselliaan zand	-11,00	Dieper	21,3	20.000	10.000	5.000

Tabel 8: Karakteristieke waarden van de relevante grondparameters t.b.v. een MSheet-berekening

6.2.9. Ouderdomseffecten

Gezien de geringe informatie die beschikbaar is en gezien de aard van de constructie worden geen ouderdomseffecten op de constructie toegepast.

Corrosietoeslag voor de damwand kan in dit geval buiten beschouwing worden gelaten, omdat:

- De damwand bij kaaimuur 2,3 en 4 heeft enkel als functie de verzekering van de grondichtheid aan de achterzijde van de kaaimuurconstructie en de instandhouding van het talud onder de kaaimuurplaat.
Eventuele openingen in de damwand zullen geen invloed hebben op de stabiliteit van de kaaimuur constructie.
- In principe wordt de damwand volledig omgeven door grond.

Indien bij de visuele inspectie blijkt dat de damwand aan de taludzijde is bloot komen te staan, dient het talud tot de onderzijde van de kaaimuurplaat te worden hersteld.

6.3. BEREKENINGSMETHODOLOGIE

6.3.1. Bepaling snedekrachten betonplaat en paalkrachten

- Er wordt een 2D raamwerkmodel in ESA-Primawin opgesteld waarbij een moot van het dek op palen en de betonnen kop wordt gemodelleerd (inhoud grindbak als veranderlijke belasting te beschouwen). De grond rond de palen wordt verwaarloosd. In het ESA-model wordt de bijkomende ondersteuning t.p.v. de damwand verwaarloosd. Enkel de damwandreacties bepaald in het MSheet-model worden ingevoerd;
- Er wordt een MSheet-model opgesteld van de achterliggende damwand met bovenaan een verende ondersteuning: zowel translatie als rotatieveer. De grond boven de damwand wordt als bovenbelasting beschouwd;
- De veerconstanten worden bepaald door het ESA-model te gaan belasten met eenheidskrachten en –momenten t.p.v. het theoretische snijpunt van damwand en betonplaat. De vervormingen en rotaties in dat snijpunt worden bepaald;
- In het MSheet-model: bepaling van de reacties in de rotatie en translatieveren t.g.v. de bovenbelasting rechts van de grindbakken en t.g.v. het grondgewicht. De krachtswerkingen in de damwand worden gecontroleerd. Deze berekening wordt uitgevoerd voor de ongecorrodeerde toestand (1954);
- Invoeren van de in MSheet bepaalde reacties in het ESA-model;
- Berekening oorspronkelijke toestand in het ESA-model van:
 - Paalkrachten
 - Momenten en dwarskrachten in de betonplaat
- Berekening van huidige toestand met gereduceerde bovenbelasting van 20 kN/m² met aangevulde grindbakken maar zonder kraanrailbelasting en bolderbelasting van:
 - Paalkrachten
 - Momenten en dwarskrachten in de betonplaat
- Berekening van toestand met verlaagd kaaimuurplateau naar bovenzijde betonplaat (ca. T.A.W. + 5,40 m) met gereduceerde bovenbelasting van 20 kN/m² en zonder kraanrailbelasting en bolderbelasting van:
 - Paalkrachten
 - Momenten en dwarskrachten in de betonplaat

Aangenomen wordt dat de paalkrachten en de momenten en dwarskrachten in de betonplaat in de oorspronkelijke toestand kunnen worden opgenomen. De krachtswerkingen voor de twee andere ESA-berekeningen worden vergeleken met de krachtswerkingen in de oorspronkelijke toestand: op het einde van de levensduur ca. 2060 moeten de nieuwe krachtswerkingen door de bestaande constructie nog kunnen worden opgenomen.

6.3.2. Controle algemeen glijdingsevenwicht

Hiervoor wordt de veiligheid onderzocht voor glijding langsheen elk diepgelegen glijvlak. Volgens de huidige EC7 filosofie wordt de berekeningsmethode van Bishop toegepast. Er wordt een veiligheidscoëfficiënt bepaald, dit is het getal waarmee de cohesie en $\tan\phi$ van alle lagen moeten gedeeld worden om net aan het moment-evenwicht te voldoen. De controle gebeurt voor het geval DA 1/2, een veiligheidscoëfficiënt van 1,00 is voldoende. Belangrijk hierbij is dat er een andere materiaalfactor op $\tan\phi$ moet worden toegepast, namelijk 1,40 i.p.v. 1,25.

Het algemeen glijdingsevenwicht van de volledige constructie wordt onderzocht m.b.v. de Geodelft software MStab. Hierbij wordt aangenomen dat de meest onveilige glijcirkel zich onder het niveau van de paalpunten bevindt.

6.4. OORSPRONKELIJKE SITUATIE

6.4.1. Belastingen

De combinaties worden gedefinieerd in overeenstemming met EC 1, met de belastingen zoals aangegeven in

Tabel 9.

Load Case	Beschrijving	Waarde	
1	Eigengewicht	Eigengewicht	-
2	Vulling grindbak	1,85 m droog grind: dus uniforme belasting enkel boven de grindbakken + horizontaal neutrale gronddruk: Puntlast + Moment ingevoerd op overgang betonnen kesp - betonplaat	40 kN/m ²
3	Terreinbelasting	Uniforme belasting over de ganse betonplaat (niet op betonnen kesp) + horizontaal neutrale gronddruk: Puntlast + Moment ingevoerd op overgang betonnen kesp - betonplaat	50 kN/m ²
4	Belasting t.g.v. de grond	Belastingen van grond op damwand bepaald in MSheet	Afhankelijk van de beschouwde DA
5	Bolderbelasting	Horizontale en waterwaarts gerichte lijnlast en een moment in te voeren op niveau +5,40 m	10 kN/m en 24 kNm/m
6	Kraanrailbelasting	Vertikaal en neerwaarts gericht: 200 kN/m Horizontaal en waterwaarts gericht: 20 kN/m Beiden grijpen aan op 1,175 m van dagvlak kade	200 kN/m 20 kN/m

Tabel 9: Load cases ESA-model

6.4.2. Besluit

Gezien de geringe informatie die beschikbaar is betreffende de constructie (paaldiepte, plaatdikte, wapening, ...), kan geen volledige berekening worden uitgevoerd. De oorspronkelijke situatie wordt geacht stabiel te zijn; de nieuwe situaties worden berekend in verhouding tot de oorspronkelijke situatie.

6.5. NIEUWE SITUATIE

6.5.1. Algemeen

In de nieuwe situatie worden drie voorstellen verder uitgewerkt:

- Voorstel 1: Opvullen grindbakken en nieuwe ontwerpbelastingen
- Voorstel 2: Verlaging kadeniveau naar ca. T.A.W. + 5,40 m met nieuwe ontwerpbelastingen
- Voorstel 3: bebouwing tot op het kadedagvlak

6.5.2. Voorstel 1: Opvullen grindbakken en nieuwe ontwerpbelastingen

A. Aannames

Geometrie

Er wordt uitgegaan van de geometrie van de oorspronkelijke toestand, zonder toepassen van enige ouderdomseffecten. In dit voorstel worden de grindbakken opgevuld.

Belastingen

De combinaties worden gedefinieerd in overeenstemming met EC 1, met de belastingen zoals aangegeven in Tabel 10.

Load Case		Beschrijving	Waarde
1	Eigengewicht	Eigengewicht	-
2	Vulling grindbak	1,85 m droog grind: dus uniforme belasting enkel boven de grindbakken + horizontaal neutrale gronddruk: Puntlast + Moment ingevoerd op overgang betonnen kesp - betonplaat	33 kN/m ²
3	Terreinbelasting	Uniforme belasting over de ganse betonplaat inclusief op de betonnen kesp + horizontaal neutrale gronddruk: Puntlast + Moment ingevoerd op overgang betonnen kesp - betonplaat	20 kN/m ²
4	Belasting t.g.v. de grond	Belastingen van grond op damwand bepaald in MSheet	Afhankelijk van de beschouwde DA

Tabel 10: Load cases ESA-model

B. Besluiten voorstel 1: behoud van grindbakken voor gesloten opvang

Zoals vermeld in de besluiten voor de oorspronkelijke toestand, wordt deze toestand als stabiel beschouwd. Gezien het alternatief waarbij de grindbakken als permanente opslag worden gebruikt, weinig of niet verschilt van de initiële situatie, kan ervan uitgegaan worden dat ook deze nieuwe situatie stabiel is.

De reserve-capaciteit van de constructie kan in die mate aangesproken worden, dat als de constructie-elementen door de jaren heen niet meer dan 20% verzwakken, de kleinere krachtswerkingen in de nieuwe toestand kunnen worden opgenomen, zonder een verlaagd kaaimuurplateau toe te passen.

In het ontwerpstadium is het noodzakelijk via een duikeronderzoek uitsluitsel te bekomen m.b.t. funderingspalen

- Tussenafstanden
- Afmetingen
- Huidige (technologische) staat

Verder moet een gedetailleerd onderzoek worden verricht om de wapeningshoeveelheden en de technologische staat van de betonplaat en wapening te bepalen. E.e.a. is gedetailleerd beschreven in BIJLAGE 16.

C. Fasering – draaiboek voorstel 1: behoud van grindbakken voor gesloten opvang

De gedetailleerde fasering is uitgewerkt op de tekeningen in BIJLAGE 3.

Gezien de bestaande toestand zo goed als behouden blijft, dient slechts een beperkt aantal aanpassingen te worden uitgevoerd aan de constructie:

- Verwijderen van het bestaande stockagemateriaal in de grindbakken
- Verwijderen van de achterwand van de grindbakken tot op niveau T.A.W. +7,20m.
- Uitvoeren van de nodige voorzorgen ten behoeve van de opslag van grond zoals gesteld in BIJLAGE 15 van huidig rapport;
- Vullen van de grindbakken met opslagmateriaal en afdekken ervan conform de voorschriften gesteld in BIJLAGE 15 van huidig rapport;
- Aangebrenge van de kadebevloering, al dan niet definitief.

Zoals bovenstaand vermeld, dient een technologisch onderzoek te worden uitgevoerd op de betonplaat en op de betonpalen boven bodemniveau. In BIJLAGE 16 is dit onderzoek beschreven.

Indien blijkt dat het beton en de wapening zwaar aangetast zijn, dient te worden bestudeerd wat de herstel mogelijkheden zijn:

- Het herstellen van de plaat
- Het vernieuwen van de plaat

Bij het herstellen van de plaat geldt het volgende:

- De verankeringen tussen de plaat en de paalkoppen blijven ongewijzigd waardoor geen bijkomende moeilijkheden betreffende de stabiliteit van de constructie worden geïnduceerd;
- De praktische uitvoering van het renoveren van de onderzijde van de plaat is moeilijk gezien de ruimte tussen wateroppervlak en beton nihil is. Mogelijk dient een constructie te worden opgezet zodat het waterpeil lokaal wordt verlaagd.

Bij het vernieuwen van de plaat geldt het volgende:

- Gezien de grindbakken behouden blijven, dient met een verhoogde kostprijs te worden gerekend voor het weghalen van de constructie en het opnieuw plaatsen van dezelfde constructie;

- Er is weinig gekend over de verbindingen tussen de plaat en de paalkop, waardoor een onderbreking ten behoeve van bijkomend studiewerk tijdens de uitvoering niet uitgesloten is;
- Bij het verwijderen van het dek kunnen de paalkoppen dermate beschadigd worden dat belangrijke meerwerken zich voordoen;
- De nieuwe plaat kan in prefab-elementen worden geplaatst waardoor de kwaliteit van de elementen verhoogd is en waardoor de plaatsing vlot kan gebeuren. Hierbij dienen de getroffen voorzieningen in de plaat voor het verankeren van de paalkoppen algemeen te worden gehouden om zo weinig mogelijk beperkingen tijdens de uitvoering te creëren.

6.5.3. Voorstel 2: Verlaging kadeniveau en nieuwe ontwerpbelastingen

A. Aannames

Geometrie

Bij een verlaging van het kaaimuurplateau wordt getracht alles boven ca. T.A.W. + 5,40 m te verwijderen. Indien uit de berekeningen blijkt dat dit niet mogelijk is, wordt een zo groot mogelijke strook naast het water op niveau T.A.W. + 5,40 m gehouden, waarna het talud begint naar het maaiveldniveau van het naastliggend terrein. Voor de structuur onder T.A.W. + 5,40 m wordt uitgegaan van de geometrie van de oorspronkelijke toestand, zonder toepassen van enige ouderdomseffecten.

Belastingen

Door het verwijderen van de betonnen kesp, verdwijnt ook de horizontale neutrale gronddruk op de kesp. De combinaties worden gedefinieerd in overeenstemming met EC 1, met de belastingen zoals aangegeven in Tabel 11.

Load Case	Beschrijving	Waarde	
1	Eigengewicht	Eigengewicht	-
2	Terreinbelasting	Uniforme belasting over de ganse betonplaat ook boven de betonnen kesp	20 kN/m ²
3	Belasting t.g.v. de grond	Belastingen van grond op damwand bepaald in MSheet	Afhankelijk van de beschouwde DA

Tabel 11: Load cases ESA-model

B. Besluiten voorstel 2: verlaagd kaaimuurplateau

Zoals vermeld bij de besluiten van de oorspronkelijke toestand, wordt – door gebrek aan gedetailleerde gegevens – er van uitgegaan dat de oorspronkelijke toestand stabiel is.

Bij een volledige verlaging van het kaaimuurplateau (tot T.A.W. + 5,40 m) is de maximale optredende paaltrekkkracht iets hoger dan in de oorspronkelijke situatie.

Om bovenstaande op te lossen bestaat de mogelijkheid om

- Geen volledige verlaging te voorzien tot T.A.W. + 5,40 m, maar een gedeeltelijke verlaging;
- Een verlaging tot 5 m uit het dagvlak van de kade te voorzien waarna het maaiveld onder talud 1/3 oploopt naar T.A.W. + 7,20 m.

In deze gevallen nemen zowel de trek als de druk af waardoor de maximale paalcapaciteit en de plaatweerstand in beperkte mate mogen afnemen gedurende de levensduur van de constructie.

In het ontwerpstadium is het noodzakelijk via een duikerinspectie uitsluitel te bekomen m.b.t. funderingspalen

- Tussenafstanden
- Afmetingen
- Huidige (technologische) staat

Verder moet een gedetailleerd onderzoek worden verricht om de wapeningshoeveelheden en de technologische staat van de betonplaat te bepalen. E.e.a. is gedetailleerd beschreven in BIJLAGE 16.

C. Fasering – Draaiboek voorstel 2: verlaging kaaimuurplateau

De fasering voor het verlagen van het kaaimuurplateau wordt als volgt voorgesteld:

- De grindbakken worden ontdaan van alle stockagematerialen en water
- De loszittende betonelementen (L-elementen) en de tussenwanden van de grindbakken worden verwijderd
- De betonksp wordt afgebroken tot op niveau T.A.W. + 5,40 m
- De achterwanden van de grindbakken worden deels afgebroken tot op niveau T.A.W. + 7,20 m
- Het nieuwe terreinprofiel wordt geïnstalleerd (zandaanvulling)
- De bevloering wordt geplaatst: dit kan zowel een tijdelijke als een definitieve bevloering zijn, afhankelijk van de fasering van de omgevingswerken.

Zoals vermeld dient bij dit alternatief een technologisch onderzoek te worden uitgevoerd van de betonplaat en de funderingspalen boven bodemniveau (zie BIJLAGE 16).

Indien blijkt dat het beton en de wapening zwaar aangetast zijn, dient de keuze te worden gemaakt tussen het herstellen of het vernieuwen van de plaat.

Bij het herstellen van de plaat geldt het volgende:

- De verankeringen tussen de plaat en de paalkoppen blijven ongewijzigd waardoor geen bijkomende moeilijkheden betreffende de stabiliteit van de constructie worden geïnduceerd;
- De praktische uitvoering van het renoveren van de onderzijde van de plaat is moeilijk gezien de ruimte tussen wateroppervlak en beton nihil is. Mogelijk dient een constructie te worden opgezet zodat het waterpeil lokaal wordt verlaagd.

Bij het vernieuwen van de plaat geldt het volgende:

- Er is weinig gekend over de verbindingen tussen de plaat en de paalkop, waardoor een onderbreking ten behoeve van bijkomend studiewerk tijdens de uitvoering niet uitgesloten is;
- Bij het verwijderen van het dek kunnen de paalkoppen dermate beschadigd worden dat belangrijke meerwerken zich voordoen;
- De nieuwe plaat kan in prefab-elementen worden geplaatst waardoor de kwaliteit van de elementen verhoogd is en waardoor de plaatsing vlot kan gebeuren. Hierbij dienen de

getroffen voorzieningen in de plaat voor het verankeren van de paalkoppen algemeen te worden gehouden om zo weinig mogelijk beperkingen tijdens de uitvoering te creëren.

6.5.4. Voorstel 3: Bebouwing tot op het kadevlak

Gezien de kaaimuurconstructie niet berekend is op een vaste belasting van 120 kN/m² (10 verdiepingen conform het Masterplan), is het aangewezen om de nieuwe constructie te modelleren volgens een combinatiefunctie fundering – waterkering.

Er wordt geadviseerd om bij de stabiliteitsstudie van de bovenliggende bebouwing, de stabiliteit van de waterkerende constructie mee te nemen.

6.6. RAMINGEN

De onderstaande tabel geeft een samenvatting weer van de raming voor de verschillende voorstellen.

Indien een bepaald voorstel niet kan in combinatie met bebouwing, wordt voor dat deel geen éénheidsprijs ingevuld.

TECHNISCHE STUDIE KAAIMUREN

KAAIMUURTYPE 2	afstand (m)	voorstel 1 opvullen grindbakken		voorstel 2 Verlaging	
		per lopende m	totaal	per lopende m	totaal
zone gebouw 12					
bebouwd (op afstand)					
bebouwd (op kaaimuur)	103	-	-	-	-
openbaar domein	91	€ 66,87	€ 6.085,17	€ 396,59	€ 36.089,69
brug	26	€ 66,87	€ 1.738,62	€ 396,59	€ 10.311,34
TOTAAL excl.btw	220,00		€ 7.823,79		€ 46.401,03

Totaal excl. btw technologische herstellingen :

€ 577.104,52

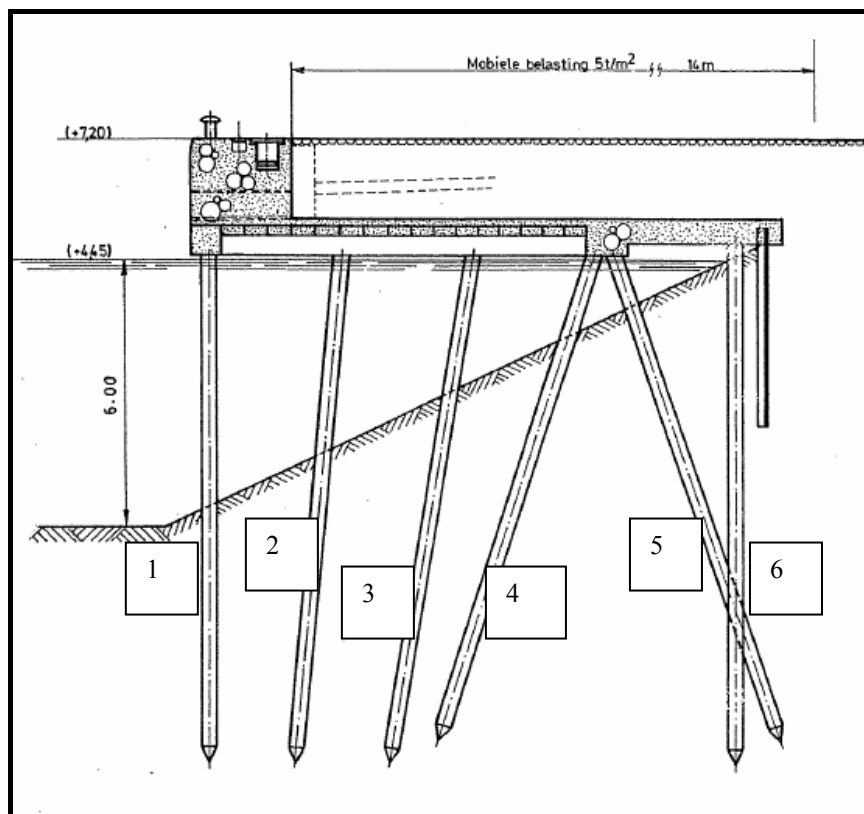
€ 530.261,30

7. VOORONTWERP KAAIMUURTYPE 3

7.1. ALGEMEEN

- Locatie: Handelsdok
- Kaainummers: 30-40
- Bouwjaar: 1955
- Specificaties / Materialen:
 - o Dek in gewapend beton
 - o Gefundeerd op vermoedelijk betonnen prefabpalen
 - o Aan achterzijde damwand

De eindbestemming van dit gedeelte is parkzone, zonder bebouwing. De kaaimuur is analoog als type 2 maar er zijn geen grindbakken en kraanrails aanwezig.



Figuur 7: Detail doorsnede kaaimuurtype 3

In BIJLAGE 4 bevindt zich de gedetailleerde locatie en doorsnede van de kaaimuur.

7.2. UITGANGSPUNTEN

7.2.1. Kaaimuurtype

Dit kaaimuurtype bevindt zich naast het kaaimuurtype 2 en is analoog aan het voornoemde type. Het verschil is echter dat de grindbakken vervangen zijn door aanvulgrond. De kaaimuur bestaat uit een betonnen dek op palen, gefundeerd in een olopemd talud. De paalkoppen zijn met elkaar verbonden door betonnen balken waarop een betonplaat is gestort.

De aangenomen hoogte van de elementen:

- Betonbalk + betonplaat: 820 mm
- Betonplaat: 550 mm

Deze aangenomen waarden dienen in ontwerpfase te worden onderzocht.

7.2.2. Algemene afmetingen

- Lengte volledige kaaimuur: ca. 49 m
- Afstand dagvlak kade tot buitenkant betonplaat: 13,5 m
- Hoogte betonnen kop tot bovenkant betonplaat: 1,85 m
- Breedte betonnen kop: 2,30 m
- Afstand dagvlak kademuur tot as waterwaartse kraanrail: 1,175m

7.2.3. Niveaus

- Bovenzijde kaaimuur: T.A.W. + 7,20 m
- Onderzijde kaaimuur: ca. T.A.W. - 6,00 m
- Dokwaterpeil: T.A.W. + 4,45 m
- Grondwaterpeil: dokwaterpeil + 0,5 m \approx T.A.W. + 5,00 m
- Bodempeil t.p.v. dagvlak kade: : T.A.W. - 1,55 m
- Talud olopemd onder helling: 1/2
- Bovenkant palen: ca. T.A.W. + 4,50 m
- Onderkant palen: ca. T.A.W. - 6,15 m/6,65 m
- Onderkant damwand: ca. T.A.W. + 0,67 m

7.2.4. Fundering

Volgende veronderstelling worden gemaakt i.v.m. de fundering:

- Betonnen palen met vierkante sectie: 350 mm x 350 mm
- Paallengte: ca. 12 m
- Breedte grindbak: ca. 12 m
- Aan achterzijde betonplaat stalen damwand voor stabilisering talud, staal S240
- Tussenafstanden palen in langsrichting: ca. 2,40 m
- Aangenomen wordt dat de palenrijen 2, 3 en 6 verspringen t.o.v. palenrijen 1, 4 en 5. De tussenafstand in langsrichting tussen palenrijen 1 en 2 wordt dan 1,20 m
- Hellingen palen (palenrijen genummerd vanaf het water en olopemd landinwaarts):
 - o Palenrij 1: 0
 - o Palenrij 2: 1/11
 - o Palenrij 3: 1/6

- Palenrij 4: 1/3
- Palenrij 5: 1/3
- Palenrij 6: 0

7.2.5. Bolder

- Er zijn geen gegevens beschikbaar, volgende aannames worden gemaakt a.d.h.v. EAU2004:
- Waterdiepte 6,00 m
⇒ voor diepgang van ca. 5,5 m
⇒ vrachtschepen met DWT van ca. 5000 ton
⇒ volgens paragraaf 5.12.2 van EAU ⇒ veronderstel bolder 200 kN (belastingsfactor 1,50)
- Aannee tussenafstand bolders = 20 m (bepaald via opmeting op terrein)
⇒ uitgespreide horizontale belasting van 10 kN/m

7.2.6. Oorspronkelijke ontwerpbelasting

- Gebruiksbelasting kaaimuur:
 - 50 kN/m² (niet op betonnen kesp)
 - Voorbij betonplaat 10 kN/m² - oneindig uitgestrekt
- Bolderbelasting: ca. 10 kN/m
- Geen kraanbelasting (rails werden pas nadien toegevoegd)
- Combinatiefactor voor alle belasting wordt aangenomen op 0,70
- Er wordt geen fenderbelasting beschouwd

7.2.7. Nieuwe ontwerpbelasting

- Gebruiksbelasting kaaimuur: 20 kN/m² oneindig uitgestrekt vanaf dagvlak kade

7.2.8. Grondgegevens

- Onderstaande tabellen worden overgenomen uit een vroegere nota met referentie: 155-GWOD/000101/Uitgangspunten.rev.1
- De waarden opgenomen in de tabel zijn karakteristieke waarden
- Het grondwaterpeil is aangenomen op 0,50 m boven het dokwaterpeil (T.A.W. + 4,45 m) en afgerond op T.A.W. + 5,00 m

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	γ_d	γ_n	c	φ'	c_u
		[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,20	4,45	17	19	0	26,0	-
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	0,50	14	18	2	20,0	20,0
Pl-leem	Pleistoceen leem	0,50	0,00	18	18	2	25,0	40,0
Pl-zand	Pleistoceen zand	0,00	-11,00	16	20	0	27,5	-
Pa	Paniselliaan zand	-11,00	dieper	15	19	0	32,0	-

Tabel 12: Karakteristieke waarden van de relevante grondparameters

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	δ'	Horizontale beddinsconstante
------	----------	-----------	-----------	-----------	------------------------------

					K ₁	K ₂	K ₃
		[m]	[m]	[°]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,20	4,45	17,3	8.000	4.000	2.000
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	0,50	13,3	2.000	800	500
Pl-leem	Pleistoceen leem	0,50	0,00	16,7	6.000	4.000	2.000
Pl-zand	Pleistoceen zand	0,00	-11,00	18,3	12.000	6.000	3.000
Pa	Paniselliaan zand	-11,00	dieper	21,3	20.000	10.000	5.000

Tabel 13: Karakteristieke waarden van de relevante grondparameters t.b.v. een MSheet-berekening

7.2.9. Ouderdomseffecten

Gezien de geringe informatie die beschikbaar is en gezien de aard van de constructie worden geen ouderdomseffecten op de constructie toegepast.

Corrosietoeslag voor de damwand kan in dit geval buiten beschouwing worden gelaten, omdat:

- De damwand bij kaaimuur 2,3 en 4 heeft enkel als functie de verzekering van de grond dichtheid aan de achterzijde van de kaaimuurconstructie en de instandhouding van het talud onder de kaaimuurplaat.
Eventuele openingen in de damwand zullen geen invloed hebben op de stabiliteit van de kaaimuur constructie.
- In principe wordt de damwand volledig omgeven door grond.

Indien bij de visuele inspectie blijkt dat de damwand aan de taludzijde is bloot komen te staan, dient het talud tot de onderzijde van de kaaimuurplaat te worden hersteld.

7.3. BEREKENINGSMETHODOLOGIE

Gezien de situatie vrijwel analoog is als voor kaaimuurtype 2 wordt geen nieuwe berekening uitgevoerd.

7.4. OORSPRONKELIJKE SITUATIE

7.4.1. Belastingen

Hiervoor wordt verwezen naar paragraaf 6.4.1.

7.4.2. Besluit

Gezien de geringe informatie die beschikbaar is betreffende de constructie (paaldiepte, plaatdikte, wapening,...), kan geen volledige berekening worden uitgevoerd. De oorspronkelijke situatie wordt geacht stabiel te zijn; de nieuwe situaties worden berekend in verhouding tot de oorspronkelijke situatie.

7.5. NIEUWE SITUATIE

7.5.1. Algemeen

In de nieuwe situatie worden twee voorstellen verder uitgewerkt:

- Voorstel 1: Behoud huidige toestand en nieuwe ontwerpbelastingen
- Voorstel 2: Verlaging kadeniveau naar ca. T.A.W. + 5,40 m met nieuwe ontwerpbelastingen

7.5.2. Voorstel 1: Zonder verlaging kaaimuurplateau

Gezien de situatie vrijwel analoog is als voor kaaimuurtype 2, wordt geen nieuwe berekening uitgevoerd. Wat betreft kaaimuurtype 3 zijn de maximale trekkrachten voor de oorspronkelijke toestand en voor de nieuwe toestand zonder verlaagd kaaimuurplateau vrijwel identiek. Deze trekkracht zal vermoedelijk kleiner zijn dan in het geval van kaaimuurtype 2. Aangezien het vermoedelijk om dezelfde palen gaat, kan verondersteld worden dat deze trekkrachten nog kunnen worden opgenomen. De drukkrachten nemen uiteraard af in het geval van de nieuwe toestand met lagere ontwerpbelasting.

Dit alternatief is in principe een voorstel waarbij de bestaande situatie behouden blijft. Het technologisch aspect is belangrijk zoals beschreven in paragraaf 7.5.3A Besluiten en paragraaf 7.5.3B draaiboek / fasering.

7.5.3. Voorstel 2: Verlaging kadeniveau naar ca. T.A.W. + 5,40 m met nieuwe ontwerpbelastingen

A. Besluiten voorstel 2: verlaagd kaaimuurplateau

Gezien de situatie vrijwel analoog is als voor kaaimuurtype 2 wordt geen nieuwe berekening uitgevoerd. Wat kaaimuurtype 3 betreft, zal de maximale trekkracht voor het geval van een verlaagd kaaimuurplateau een stuk hoger zijn dan voor de oorspronkelijke toestand. Deze trekkracht zal vermoedelijk vergelijkbaar zijn met deze in het geval van kaaimuurtype 2. Aangezien het vermoedelijk om dezelfde palen gaat, kan verondersteld worden dat deze trekkrachten nog kunnen opgenomen worden indien de trekcapaciteit niet afneemt gedurende de levensduur van de constructie. In de nieuwe toestand nemen de drukkrachten uiteraard af.

In het ontwerpstadium is het noodzakelijk om via een duikeronderzoek uitsluitsel te bekomen m.b.t. volgende aspecten van de funderingspalen:

- Tussenafstanden
- Afmetingen
- Huidige (technologische) staat

Verder moet een gedetailleerd onderzoek worden verricht om de wapeningshoeveelheden en de technologische staat van de betonplaat en wapening te bepalen. E.e.a. is gedetailleerd beschreven in BIJLAGE 16.

B. Fasering – Draaiboek voorstel 2: verlaagd kaaimuurplateau

De fasering voor het verlagen van het kaaimuurplateau wordt als volgt voorgesteld:

- De betonkesp wordt afgebroken tot op niveau T.A.W. +5,40 m
- De bevloering en de grond achter de kesp wordt verwijderd
- Het nieuwe terreinprofiel wordt aangemaakt (zandaanvulling)
- De bevloering wordt geplaatst: dit kan zowel een tijdelijke als een definitieve bevloering zijn, afhankelijk van de fasering van de omgevingswerken.

In ontwerpstadium dient een technologisch onderzoek te worden uitgevoerd op de betonplaat en op de betonpalen boven bodemniveau. In BIJLAGE 16 is dit onderzoek beschreven.

Indien blijkt dat het beton en de wapening zwaar aangetast zijn, dient te worden bestudeerd wat de herstel mogelijkheden zijn:

- Het herstellen van de plaat
- Het vernieuwen van de plaat

Bij het herstellen van de plaat geldt het volgende:

- De verankeringen tussen de plaat en de paalkoppen blijven ongewijzigd waardoor geen bijkomende moeilijkheden betreffende de stabiliteit van de constructie worden geïnduceerd;
- De praktische uitvoering van het renoveren van de onderzijde van de plaat is moeilijk gezien de ruimte tussen wateroppervlak en beton nihil is. Mogelijk dient een constructie te worden opgezet zodat het waterpeil lokaal wordt verlaagd.

Bij het vernieuwen van de plaat geldt het volgende:

- Gezien de grindbakken behouden blijven, dient met een verhoogde kostprijs te worden gerekend voor het weghalen van de constructie en het opnieuw plaatsen van dezelfde constructie;
- Er is weinig gekend over de verbindingen tussen de plaat en de paalkop, waardoor een onderbreking ten behoeve van bijkomend studiewerk tijdens de uitvoering niet uitgesloten is;
- Bij het verwijderen van het dek kunnen de paalkoppen dermate beschadigd worden dat belangrijke meerwerken zich voordoen;
- De nieuwe plaat kan in prefab-elementen worden geplaatst waardoor de kwaliteit van de elementen verhoogd is en waardoor de plaatsing vlot kan gebeuren. Hierbij dienen de getroffen voorzieningen in de plaat voor het verankeren van de paalkoppen algemeen te worden gehouden om zo weinig mogelijk beperkingen tijdens de uitvoering te creëren.

7.6. RAMINGEN

De onderstaande tabel geeft een samenvatting weer van de raming voor de verschillende voorstellen.

Indien een bepaald voorstel niet kan in combinatie met bebouwing, wordt voor dat deel geen éénheidsprijs

ingevuld.

TECHNISCHE STUDIE KAAIMUREN

KAAIMUURTYPE 3	afstand (m)	voorstel 1 Herstellingswerken		voorstel 2 Verlaging	
		per lopende m	totaal	per lopende m	totaal
<i>zone park NMQP (W)</i>					
bebouwd (op afstand)					
bebouwd (op kaaimuur)					
openbaar domein brug	49	-	-	€ 450,20	€ 22.059,80
TOTAAL excl.btw	49,00	€ 0,00		€ 22.059,80	

Totaal excl. btw technologische herstellingen :

€ 149.111,78

€ 149.111,78

8. VOORONTWERP KAAIMUURTYPE 4

8.1. ALGEMEEN

- Locatie: Handelsdok
- Kaainummers: 50 t.e.m. 100
- Bouwjaar: 1956 - 1958
- Specificaties / Materialen:
 - o Dek in gewapend beton
 - o Gefundeerd op vermoedelijk betonnen prefabpalen
 - o Aan achterzijde damwand

De eindbestemmingen van dit gedeelte komen voort uit het Masterplan:

- Onbebouwd zonder verlaging kaaimuurplateau
- Gebouw van maximum 14 verdiepingen tot op het kadevlak of in overkraging

In BIJLAGE 5 bevindt zich de gedetailleerde locatie en doorsnede van de kaaimuur.

8.2. UITGANGSPUNTEN

8.2.1. Kaaimuurtype

Dit kaaimuurtype heeft – in verhouding tot de types 2 en 3, veel meer funderingspalen. Het betreft een betonnen dek op palen gefundeerd in een oplopend talud. De paalkoppen zijn telkens met elkaar verbonden door een betonplaat. De aangenomen hoogte van de elementen:

- Betonnen kesp: ca. 2500 mm
- Betonplaat: 615 mm

Deze aangenomen waarden dienen in ontwerpfase te worden onderzocht.

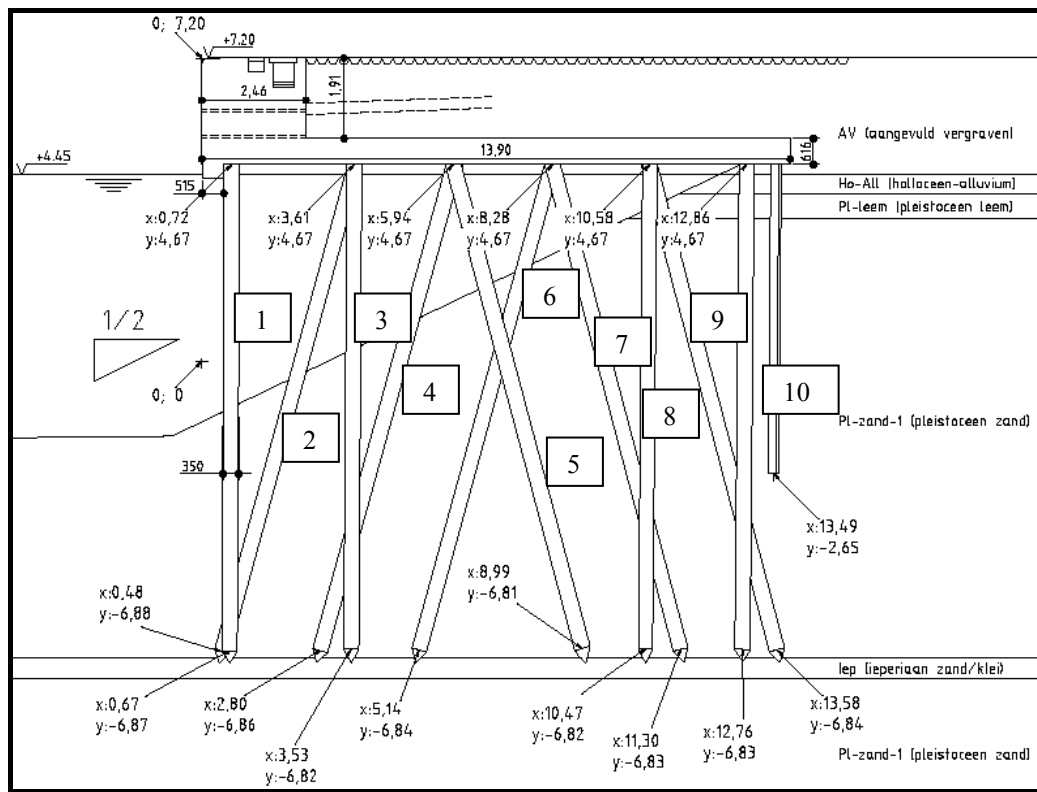
8.2.2. Algemene afmetingen

- Lengte volledige kaaimuur: ca. 574 m
- Afstand dagvlak kade tot buitenkant betonplaat: 13,9 m
- Hoogte betonnen kop tot bovenkant betonplaat: 1,90 m
- Breedte betonnen kop: 2,50 m

8.2.3. Niveaus

- Bovenzijde kaaimuur: T.A.W. + 7,20 m
- Onderzijde kaaimuur: T.A.W. – 6,90 m
- Dokwaterpeil: T.A.W. + 4,45 m
- Grondwaterpeil: dokwaterpeil + 0,5 m \approx T.A.W. + 5,00 m
- Bodempeil t.p.v. dagvlak kade: : T.A.W. – 1,55 m
- Talud oplopend onder helling: 1/2
- Bovenkant palen: ca. T.A.W. + 4,50 m

- Onderkant palen: ca. T.A.W. – 6,90 m
- Onderkant damwand: ca. T.A.W. – 2,65 m



Figuur 8: Schets met aannames afmetingen en coördinaten kaaimuurtype 4

8.2.4. Fundering

Volgende veronderstellingen worden gemaakt i.v.m. de fundering:

- Betonnen palen met vierkante sectie: 350 mm x 350 mm
- Paallengte: ca. 12 m
- Breedte betonplaat: ca. 13,0 m
- Aan achterzijde betonplaat stalen damwand voor stabilisering talud: staal S240
- Tussenafstanden palen in langsrichting: ca. 2,40 m
- Aangenomen wordt dat de palenrijen 2, 4, 6, 8 en 10 verspringen t.o.v. palenrijen 1, 3, 5, 7 en 9, De tussenafstand in langrichting tussen palenrijen 1 en 2 wordt dan 1,20 m
- Hellingen palen (palenrijen genummerd vanaf het water en oplopend landinwaarts):
 - o Palenrijen 1, 3, 8 en 10: 0
 - o Palenrijen 2, 4 en 6: -1/4
 - o Palenrij 5, 7 en 9: 1/4

8.2.5. Bolder

- Er zijn geen gegevens beschikbaar, volgende aannames worden gemaakt a.d.h.v. EAU2004:
- Waterdiepte 6,00 m
 ⇒voor diepgang van ca. 5,5 m

- ⇒ vrachtschepen met DWT van ca. 5000 ton
- ⇒ volgens paragraaf 5.12.2 van EAU ⇒ veronderstel bolder 200 kN met een belastingsfactor 1,50)
- Aanname tussenafstand bolders = 20 m (bepaald via opmeting op terrein)
- ⇒ uitgespreide horizontale belasting van 10 kN/m

8.2.6. Oorspronkelijke ontwerpbelasting

- Gebruiksbelasting kaaimuur: 50 kN/m² over 15 m vanaf buitenkant betonnen kesp, aangenomen wordt dat daarbuiten de gebruiksbelasting 10 kN/m² is
- Bolderbelasting: ca. 10 kN/m
- Combinatiefactor voor alle belasting wordt aangenomen op 0,70
- Er wordt geen fenderbelasting beschouwd

8.2.7. Nieuwe ontwerpbelasting

- Gebruiksbelasting kaaimuur: 20 kN/m² oneindig uitgestrekt (ook boven de betonnen kesp)

8.2.8. Grondgegevens

- Onderstaande tabellen worden overgenomen uit een vroegere nota met referentie: 155-GWOD/000101/Uitgangspunten.rev.1
- De waarden opgenomen in de tabel zijn karakteristieke waarden
- Het grondwaterpeil is aangenomen op 0,50 m boven het dokwaterpeil (T.A.W. + 4,45 m) en afgerond op T.A.W. + 5,00 m

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	γ_d	γ_n	c	φ'	c_u
		[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,20	4,45	17	19	0	26,0	-
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	4,00	14	18	2	20,0	20,0
PI-leem	Pleistoceen leem	4,00	3,40	18	18	2	25,0	40,0
PI-zand	Pleistoceen zand	3,40	-7,00	16	20	0	27,5	-
Iep	Ieperiaan zand/klei	-7,00	-7,50	15	19	5	30,0	100,0
PI-zand	Pleistoceen zand	-7,50	-11,50	16	20	0	27,5	-
Pa	Paniselliaan zand	-11,50	dieper	15	19	0	32,0	-

Tabel 14: Karakteristieke waarden van de relevante grondparameters

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	δ'	Horizontale beddinsconstante		
					K_1	K_2	K_3
		[m]	[m]	[°]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,20	4,45	17,3	8.000	4.000	2.000
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	4,00	13,3	2.000	800	500
PI-leem	Pleistoceen leem	4,00	3,40	16,7	6.000	4.000	2.000
PI-zand	Pleistoceen zand	3,40	-7,00	18,3	12.000	6.000	3.000
Iep	Ieperiaan zand/klei	-7,00	-7,50	20	18.000	9.000	4.500
PI-zand	Pleistoceen zand	-7,50	-11,50	18,3	12.000	6.000	3.000
Pa	Paniselliaan zand	-11,50	dieper	21,3	20.000	10.000	5.000

Tabel 15: Karakteristieke waarden van de relevante grondparameters t.b.v. een MSheet-berekening

8.2.9. Ouderdomseffecten

Gezien de geringe informatie die beschikbaar is en gezien de aard van de constructie worden geen ouderdomseffecten op de constructie toegepast.

Corrosietoeslag voor de damwand kan in dit geval buiten beschouwing worden gelaten, omdat:

- De damwand bij kaaimuur 2,3 en 4 heeft enkel als functie de verzekering van de grond dichtheid aan de achterzijde van de kaaimuurconstructie en de instandhouding van het talud onder de kaaimuurplaat.
Eventuele openingen in de damwand zullen geen invloed hebben op de stabiliteit van de kaaimuur constructie.
- In principe wordt de damwand volledig omgeven door grond.

Indien bij de visuele inspectie blijkt dat de damwand aan de taludzijde is bloot komen te staan, dient het talud tot de onderzijde van de kaaimuurplaat te worden hersteld.

8.3. BEREKENINGSMETHODOLOGIE

8.3.1. Bepaling snedekrachten betonplaat en paalkrachten

- Opstellen van 2D raamwerkmodel in ESA-Primawin waarbij een moot van 1 m van het dek op palen wordt gemodelleerd, ook de betonnen kop wordt gemodelleerd, de grond rond de palen wordt verwaarloosd. In het ESA-model wordt de bijkomende ondersteuning t.p.v. de damwand verwaarloosd. Enkel de damwandreacties bepaald in het MSheet-model worden ingevoerd.
- Opstellen MSheet-model van achterliggende damwand met bovenaan een verende ondersteuning: zowel translatie als rotatieveer, waarbij de grond boven de damwand als bovenbelasting wordt beschouwd;
- Bepaling van de veerconstanten, door het ESA-model te gaan belasten met eenheidskrachten en –momenten t.p.v. het theoretische snijpunt van damwand en betonplaat en de vervormingen en rotaties in dat punt gaan bepalen;
- In het MSheet model: Bepaling van de reacties in de rotatie en translatieveren t.g.v. de bovenbelasting rechts van de betonplaat en t.g.v. het grondgewicht en controle van de krachtswerkingen in de damwand. Deze berekening wordt uitgevoerd voor de ongecorrodeerde toestand (1954).
- Invoeren van de in MSheet bepaalde reacties in het ESA-model
- Berekening oorspronkelijke toestand in het ESA-model van:
 - o Paalkrachten
 - o Momenten en dwarskrachten in de betonplaat
- Berekening van toestand met gereduceerde bovenbelasting van 20 kN/m² en zonder bolderbelasting van:
 - o Paalkrachten
 - o Momenten en dwarskrachten in de betonplaat

- Berekening van toestand met verlaagd kaaimuurplateau naar bovenzijde betonplaat (ca. 5,40 m) met gereduceerde bovenbelasting van 20 kN/m² en zonder bolderbelasting van:
 - o Paalkrachten
 - o Momenten en dwarskrachten in de betonplaat

Aangenomen wordt dat de paalkrachten en de momenten en dwarskrachten in de betonplaat in de oorspronkelijke toestand kunnen worden opgenomen. De krachtswerkingen voor de twee andere ESA-berekeningen worden vergeleken met de krachtswerkingen in de oorspronkelijke toestand: op het einde van de levensduur ca. 2060 moeten de nieuwe krachtswerkingen door de bestaande constructie nog kunnen worden opgenomen.

8.3.2. Controle algemeen glijdingsevenwicht

Hiervoor wordt de veiligheid onderzocht voor glijding langsheen elk diepgelegen glijvlak. Volgens de huidige EC7 filosofie wordt de berekeningsmethode van Bishop toegepast. Er wordt een veiligheidscoëfficiënt bepaald, dit is het getal waarmee de cohesie en $\tan\phi$ van alle lagen moeten gedeeld worden om net aan het moment-evenwicht te voldoen. De controle gebeurt voor het geval DA 1/2, een veiligheidscoëfficiënt van 1,00 is voldoende. Belangrijk hierbij is dat er een andere materiaalfactor op $\tan\phi$ moet worden toegepast, namelijk 1,40 i.p.v. 1,25.

Het algemeen glijdingsevenwicht van de volledige constructie wordt onderzocht m.b.v. de Geodelft software MStab. Hierbij wordt aangenomen dat de meest onveilige glijcirkel zich onder het niveau van de paalpunten bevindt.

8.4. OORSPRONKELIJKE SITUATIE

8.4.1. Belastingen

De combinaties worden gedefinieerd in overeenstemming met EC 1, met de belastingen zoals aangegeven in Tabel 16.

Load Case		Beschrijving	Waarde
1	Eigengewicht	Eigengewicht	-
2	Gewicht grond op betonplaat	1,90 m droog zand: dus uniforme belasting - niet boven de betonnen kesp + horizontaal neutrale gronddruk: Puntlast + Moment ingevoerd op linkerhoekpunt van de betonplaat	34 kN/m ²
3	Terreinbelasting	Uniforme belasting over de ganse betonplaat (niet boven kesp)+ horizontaal neutrale gronddruk: Puntlast + Moment ingevoerd op linkerhoekpunt van de betonplaat	20 kN/m ²
4	Belasting t.g.v. de grond	Belastingen van grond op damwand bepaald in MSheet	Afhankelijk van de beschouwde DA

Tabel 16: Load cases ESA-model

8.4.2. Besluit stabiliteit bestaande toestand

Gezien de geringe informatie die beschikbaar is betreffende de constructie (paaldiepte, plaatdikte, wapening, ...), kan geen volledige berekening worden uitgevoerd. Aangenomen wordt dat de paalkrachten en de momenten en de dwarskrachten in de betonplaat in de

oorspronkelijke toestand kunnen worden opgenomen. De bestaande constructie wordt dus als stabiel beschouwd.

8.5. NIEUWE SITUATIE

8.5.1. Algemeen

In het Masterplan worden volgende situaties aangenomen:

- Behoud huidige situatie met nieuwe ontwerpbelastingen (voorstel 1= bestaande toestand)
- Bebouwing over 14 m in overkraging (voorstel 3)

8.5.2. Voorstel 1: Geen verlaging kademuurplateau

A. Aannames

Geometrie

Er wordt uitgegaan van de geometrie van de oorspronkelijke toestand, zonder toepassen van enige ouderdomseffecten.

Belastingen

De combinaties worden gedefinieerd in overeenstemming met EC 1, met de belastingen zoals aangegeven in Tabel 17.

Load Case		Beschrijving	Waarde
1	Eigengewicht	Eigengewicht	-
2	Gewicht grond op betonplaat	1,90 m droog zand: dus uniforme belasting - niet boven de betonnen kesp + horizontaal neutrale gronddruk: Puntlast + Moment ingevoerd op linkerhoekpunt van de betonplaat	34 kN/m ²
3	Terreinbelasting	Uniforme belasting over de ganse betonplaat ook boven betonnen kesp + horizontaal neutrale gronddruk: Puntlast + Moment ingevoerd op linkerhoekpunt van de betonplaat	20 kN/m ²
4	Belasting t.g.v. de grond	Belastingen van grond op damwand bepaald in MSheet	Afhankelijk van de beschouwde DA

Tabel 17: Load cases ESA-model

B. Besluiten voorstel 1 - Onbebouwd zonder kaaimuurverlaging

Indien de vergelijking wordt gemaakt tussen de nieuwe en de bestaande situatie blijkt het volgende:

- De verhouding van de nieuwe krachtswerkingen tot de krachtswerkingen in de bestaande situatie varieert zeer sterk:
 - o Er is geen reductie in de maximale positieve veldmomenten
 - o Er is sterke reductie in het maximale negatieve veldmoment (30% reductie)
- Betreffende de dwarskrachten:
 - o In het eerste plaatveld worden grotere dwarskrachten gevormd

- In andere plaatvelden reductie van 25-35%
- Globaal genomen: reductie in maximale dwarskracht met 25%

In het eerste plaatveld wordt een grotere dwarskracht gegenereerd, in de eerste palenrij worden grotere paaldrukkkrachten gegenereerd dan in de oorspronkelijke toestand.

De reden hiervoor is dat in oorspronkelijke toestand geen bovenbelasting werd beschouwd op de betonnen kesp (over een breedte van 2,50 m). Dit is echter een theoretische toestand gezien het onrealistisch is om geen bovenbelasting te beschouwen boven de betonnen kesp in de oorspronkelijke toestand. Er wordt aangenomen dat de krachtswerkingen in de eerste palenrij en het eerste plaatveld in de oorspronkelijke toestand hoger zijn dan bepaald in de bovenstaande berekeningen. Als wordt uitgegaan van eenzelfde bovenbelasting boven de betonnen kesp van 20 kN/m^2 in de oorspronkelijke toestand geldt:

- Eerste palenrij: in nieuwe toestand dezelfde paalkracht als in oorspronkelijke toestand
- Eerste plaatveld:
 - Dwarskrachten in nieuwe toestand vergelijkbaar met deze in de oorspronkelijke toestand
 - Beperkte reductie in veldmoment

In bovenstaand geval kan worden besloten dat de toestand stabiel is zonder bijkomende maatregelen, mits volgende voorwaarden voldaan blijven gedurende de levensduur van de constructie :

- Behoud paalcapaciteit in eerste palenrij
- Andere palenrijen: minimaal behoud van aangegeven percentages van de paalcapaciteiten
- Maximale reductie van de weerstand van de betonplaat van 25% (voorwaarde: de wapening over de volledige breedte van de plaat is constant)

In het ontwerpstadium is het noodzakelijk om via een duikeronderzoek uitsluitsel te bekomen m.b.t. volgende gegevens van de funderingspalen

- Tussenafstanden
- Afmetingen
- Huidige (technologische) staat

Verder moet een gedetailleerd onderzoek worden verricht om de wapeningshoeveelheden en de technologische staat van de betonplaat en wapening te bepalen. E.e.a. is gedetailleerd beschreven in BIJLAGE 16.

C. Fasering – Draaiboek voorstel 1 - Zonder verlaagd kaaimuurplateau

Zoals bovenstaand vermeld, kan overwogen worden om een technologisch onderzoek uit te voeren op de betonplaat en op de betonpalen boven bodemniveau. In BIJLAGE 16 is dit onderzoek beschreven.

Indien blijkt dat het beton en de wapening zwaar aangetast is, dient te worden bestudeerd wat de herstelmogelijkheden zijn:

- Het herstellen van de plaat
- Het vernieuwen van de plaat

Bij het herstellen van de plaat geldt het volgende:

- De verankeringen tussen de plaat en de paalkoppen blijven ongewijzigd waardoor geen bijkomende moeilijkheden betreffende de stabiliteit van de constructie worden geïnduceerd;
- De praktische uitvoering van het renoveren van de onderzijde van de plaat is moeilijk gezien de ruimte tussen het wateroppervlak en het beton nihil is. Mogelijk dient een constructie te worden opgezet zodat het waterpeil lokaal wordt verlaagd.

Bij het vernieuwen van de plaat geldt het volgende:

- Gezien de bestaande constructie behouden blijft, dient met een verhoogde kostprijs te worden gerekend voor het weghalen van de constructie en het opnieuw plaatsen van dezelfde constructie;
- Er is weinig gekend over de verbindingen tussen de plaat en de paalkop, waardoor een onderbreking ten behoeve van bijkomend studiewerk tijdens de uitvoering niet uitgesloten is;
- Bij het verwijderen van het dek kunnen de paalkoppen dermate beschadigd worden dat belangrijke meerwerken zich voordoen;
- De nieuwe plaat kan in prefab-elementen worden geplaatst waardoor de kwaliteit van de elementen verhoogd is en waardoor de plaatsing vlot kan gebeuren. Hierbij dienen de getroffen voorzieningen in de plaat voor het verankeren van de paalkoppen algemeen te worden gehouden om zo weinig mogelijk beperkingen tijdens de uitvoering te creëren.

8.5.3. Voorstel 2 - Met verlaagd kaaimuurplateau

A. Aannames

Geometrie

Bij een verlaging van het kaaimuurplateau wordt getracht alles boven ca. T.A.W. + 5,40 m te verwijderen. Indien uit de berekeningen blijkt dat dit niet mogelijk is, wordt een zo groot mogelijke strook naast het water op niveau T.A.W. + 5,40 m gehouden, waarna het talud begint naar het maaiveldniveau van het naastliggend terrein. Voor de structuur onder T.A.W. + 5,40 m wordt uitgegaan van de geometrie van de oorspronkelijke toestand, zonder toepassen van enige ouderdomseffecten.

Belastingen

Door het verwijderen van de betonnen kesp, verdwijnt ook de horizontale neutrale gronddruk op de kesp. De combinaties worden gedefinieerd in overeenstemming met EC 1, met de belastingen zoals aangegeven in Tabel 18.

Load Case	Beschrijving	Waarde	
1	Eigengewicht	Eigengewicht	-
2	Terreinbelasting	Uniforme belasting over de ganse betonplaat inclusief de betonnen kesp	20 kN/m ²
3	Belasting t.g.v. de grond	Belastingen van grond op damwand bepaald in MSheet	Afhankelijk van de beschouwde DA

Tabel 18: Load cases ESA-model

B. Besluit voorstel 2 - Verlaging kaaimuurplateau

De verhouding tussen de nieuwe paalkrachten en de paalkrachten van het oorspronkelijk ontwerp varieert sterk:

- Sterke reductie in maximale momenten: > 50%
- Sterke reductie in dwarskrachten

Alle paalkrachten worden sterk gereduceerd behalve in het geval van de binnenste trekschoorpaal, waarvoor de kracht dezelfde is als in de oorspronkelijke toestand. Deze trekkracht is echter beperkt en kleiner dan de maximale trekkracht van 218 kN in oorspronkelijke toestand. Aangezien wordt aangenomen dat alle palen dezelfde trekweerstand hebben, levert dit geen bijkomende stabiliteitsproblemen op.

Krachtenwerkingen in de betonplaat worden sterk gereduceerd.

De nieuwe toestand is stabiel zonder bijkomende maatregelen, indien de aangegeven percentages van paalcapaciteit en weerstand van de plaat behouden blijven gedurende de levensduur van de constructie. Een reductie in paalkracht en plaatweerstand van 20% is nog steeds aanvaardbaar.

In het ontwerpstadium is het noodzakelijk om via een duikeronderzoek uitsluitsel te bekomen m.b.t. volgende gegevens van de funderingspalen

- Tussenafstanden
- Afmetingen
- Huidige (technologische) staat

Verder moet een gedetailleerd onderzoek worden verricht om de wapeningshoeveelheden en de technologische staat van de betonplaat en wapening te bepalen. E.e.a. is gedetailleerd beschreven in BIJLAGE 16.

C. Fasering - Draaiboek voorstel 2: Verlaging kaaimuurplateau

De gedetailleerde fasering is gevisualiseerd op de tekeningen in BIJLAGE 5.

De fasering voor het verlagen van het kaaimuurplateau wordt als volgt voorgesteld:

- De betonkessp wordt afgebroken tot op niveau T.A.W. +5,40 m
- De bevoering en de grond achter de kessp worden verwijderd
- Het nieuwe terreinprofiel wordt aangemaakt (zandaanvulling)
- De bevoering wordt geplaatst: dit kan zowel een tijdelijke als een definitieve bevoering zijn, afhankelijk van de fasering van de omgevingswerken.

Zoals vermeld dient bij dit alternatief een technologisch onderzoek te worden uitgevoerd van de plaat net boven het waterniveau en van de betonpalen boven bodemniveau. In BIJLAGE 16 is dit onderzoek beschreven.

Indien blijkt dat het beton en de wapening zwaar aangetast is, dient de keuze te worden gemaakt tussen het herstellen van de plaat en het vernieuwen van de plaat.

Bij het herstellen van de plaat geldt het volgende:

- De verankeringen tussen de plaat en de paalkoppen blijven ongewijzigd waardoor geen bijkomende moeilijkheden betreffende de stabiliteit van de constructie worden geïnduceerd;

- De praktische uitvoering van het renoveren van de onderzijde van de plaat is moeilijk gezien de ruimte tussen het wateroppervlak en het beton nihil is. Mogelijk dient een constructie te worden opgezet zodat het waterpeil lokaal wordt verlaagd.

Bij het vernieuwen van de plaat geldt het volgende:

- Er is weinig gekend over de verbindingen tussen de plaat en de paalkop, waardoor een onderbreking ten behoeve van bijkomend studiewerk tijdens de uitvoering niet uitgesloten is;
- Bij het verwijderen van het dek kunnen de paalkoppen dermate beschadigd worden dat belangrijke meerwerken zich voordoen;
- De nieuwe plaat kan in prefab-elementen worden geplaatst waardoor de kwaliteit van de elementen verhoogd is en waardoor de plaatsing vlot kan gebeuren. Hierbij dienen de getroffen voorzieningen in de plaat voor het verankeren van de paalkoppen algemeen te worden gehouden om zo weinig mogelijk beperkingen tijdens de uitvoering te creëren.

8.5.4. Voorstel 3 - Bebouwing uitkragend over 14 m

Het Masterplan voorziet gebouwen met een aantal verdiepingen variërend van 5 tot 14 verdiepingen op de kade. De inplanting van deze gebouwen is divers: een aantal staan op ongeveer 28,8m van het dagvlak van de kade, een aantal worden voorzien in overkraging.

Voor de gebouwen die verder van de kade verwijderd zijn geldt dat de fundering van de gebouwen geïsoleerd moet zijn van de fundering van de kaaimuurconstructie zoals vermeld in paragraaf 4.2.4.

In het geval van gebouwen in overkraging, dienen de funderingen van het gebouw en de kaaimuur in die zone samen ontworpen te worden door de ontwerper van de gebouwen.

8.6. RAMINGEN

De onderstaande tabel geeft een samenvatting weer van de raming voor de verschillende voorstellen.

Indien een bepaald voorstel niet kan in combinatie met bebouwing, wordt voor dat deel geen éénheidsprijs ingevuld.

TECHNISCHE STUDIE KAAIMUREN

KAAIMUURTYPE 4	afstand (m)	voorstel 1 Herstellingswerken		voorstel 2 Verlaging	
		per lopende m	totaal	per lopende m	totaal
zone gebouwen 7-11					
bebouwd (op afstand)	241	-	-	€ 534,22	€ 128.747,02
bebouwd (op kaaimuur)	86	-	-	-	-
openbaar domein brug	247	-	-	€ 534,22	€ 131.952,34
TOTAAL excl.btw	574,00	€ 0,00		€ 260.699,36	

Totaal excl. btw technologische herstellingen :

€ 949.406,57

€ 949.406,57

9. VOORONTWERP KAAIMUURTYPE 5

9.1. ALGEMEEN

- Locatie: Houtdok en Handelsdok
- Kaainummers: 150a – 155 - 180
- Bouwjaar: 1880
- Specificaties / Materialen:
 - o Fundering uit ongewapend beton met vooraan een houten beschoeiing
 - o Gemetselde keermuur op fundering

Kaaimuurtype 5 is qua constructie analoog aan de grondkerende funderingsmassieven van de waterwaartse gewelven van kaaimuurtype 1,

De eindbestemmingen van dit gedeelte komen voort uit het Masterplan:

- Onbebouwd behoud bestaande situatie
- Gebouw op 8,50 m van dagvlak kade
- Fundering voor brug over Handelsdok



Foto 10: Vooraanzicht kaaimuurtype 5

In BIJLAGE 6 bevindt zich de gedetailleerde locatie en doorsnede van de kaaimuur.

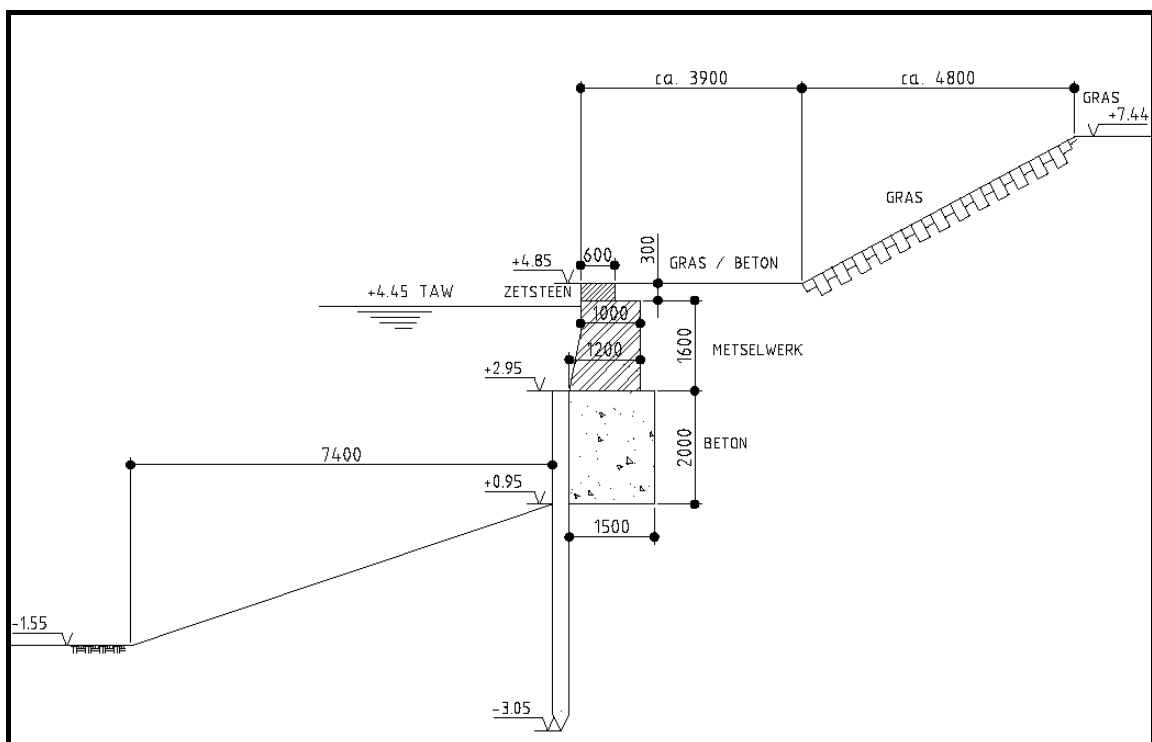
9.2. UITGANGSPUNTEN

9.2.1. Kaaimuurtype

Het betreft een gewichtsmuur opgebouwd uit een basis van ongewapend beton waarop bovenstructuur van metselwerk is aangebracht. Ter bescherming is hierboven een hardsteen aangebracht. Waterwaarts van de betonnen fundering bevindt (bevond) zich een houten beschoeiing.

9.2.2. Algemene afmetingen

- Lengte kaaimuur: 224 m
- Breedte hardsteen bovenaan: 0,60 m
- Dikte hardsteen bovenaan: 0,30 m
- Breedte metselwerk onderaan: 1,20 m
- Breedte metselwerk bovenaan: 1,00 m
- Hoogte metselwerk: 1,60 m
- Breedte betonnen fundering: 1,50 m
- Hoogte betonnen fundering: 2,00 m
- Lengte palen van houten beschoeiing: 6,00 m



Figuur 9: Schets met aannames afmetingen en niveaus kaaimuurtype 5

9.2.3. Niveaus

- Bovenzijde kaaimuur: ca. T.A.W. + 4,85 m
- Onderzijde metselwerk: T.A.W. + 2,95 m

- Onderzijde beton: T.A.W. + 0,95 m
- Bovenzijde houten beschoeiing: T.A.W. + 2,95 m
- Onderzijde houten beschoeiing: T.A.W. - 3,05 m
- Dokwaterpeil: T.A.W. + 4,45 M
- Grondwaterpeil: dokwaterpeil + 0,5 m \approx T.A.W. + 5,00 m
- Maaiveld verloopt vlak op T.A.W. + 4,85 m over ca. 3,90 m en gaat daarna over in talud 1/2 naar T.A.W. + 7,44 m over een breedte talud van ca. 4,80 m
- Bodempeil t.p.v. dagvlak kade: T.A.W. + 0,95 m
- Bodempeil varieert naar T.A.W. - 1,55 m over een talud 1/3 (breedte talud = ca. 7,50 m)

9.2.4. Materiaalgegevens

- $\gamma_{\text{metselwerk}} = 18 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma_{\text{ongewapend beton}} = 24 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma_{\text{water}} = 10 \text{ kN/m}^3$

9.2.5. Bolder

- Er zijn geen bolders aanwezig

9.2.6. Oorspronkelijke belastingen

- De kaaimuur heeft een onbekende gebruiksbelasting; voor de berekeningen wordt een variabele en mobiele bovenbelasting van 20 kN/m^2 aangenomen
- Geen bolderbelasting
- Geen kraanrailbelasting
- Geen fenderbelasting

9.2.7. Nieuwe belastingen

- analoog als de aangenomen oorspronkelijke belastingen (zie paragraaf 9.2.6)

9.2.8. Grondgegevens

- Er wordt verwezen naar het document: Gwod00101/Rapport Uitgangspunten waaruit de onderstaande tabellen werden overgenomen; langsheen de 224 m kaaimuur worden 3 verschillende grondprofielen opgesteld: A-B-C, waarvan de karakteristieken zijn opgenomen in de onderstaande tabellen
- De waarden in de tabel opgenomen zijn karakteristieke waarden
- Het grondwaterpeil is aangenomen op 0,5 m boven het dokwaterpeil en afgerond op T.A.W. + 5,00 m

Tabel 19: Karakteristieke waarden van de relevante grondparameters
Grondlagenopbouw A

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	γ_d	γ_n	c	φ'	c_u
		[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,44	4,45	17	19	0	26,0	-
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	3,85	14	18	2	20,0	20,0
Pl-leem	Pleistoceen leem	3,85	3,35	18	18	2	25,0	40,0
Pl-zand	Pleistoceen zand	3,35	-10,50	16	20	0	27,5	-
Pa	Paniselliaan zand	-10,50	dieper	15	19	0	32,0	-

Grondlagenopbouw B

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	γ_d	γ_n	c	φ'	c_u
		[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,44	4,45	17	19	0	26,0	-
Pl-leem	Pleistoceen leem	4,45	3,35	18	18	2	25,0	40,0
Pl-zand	Pleistoceen zand	3,35	-11,00	16	20	0	27,5	-
Pa	Paniselliaan zand	-11,00	dieper	15	19	0	32,0	-

Grondlagenopbouw C

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	γ_d	γ_n	c	φ'	c_u
		[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,44	4,45	17	19	0	26,0	-
Pl-zand	Pleistoceen zand	4,45	-12,00	16	20	0	27,5	-
Pa	Paniselliaan zand	-12,00	dieper	15	19	0	32,0	-

Tabel 20: Karakteristieke waarden van de relevante grondparameters t.b.v. een MSheet-berekening
Grondlagenopbouw A

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	δ'	Horizontale beddinsconstante		
					K ₁	K ₂	K ₃
		[m]	[m]	[°]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,44	4,45	17,3	8.000	4.000	2.000
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	3,85	13,3	2.000	800	500
Pl-leem	Pleistoceen leem	3,85	3,35	16,7	6.000	4.000	2.000
Pl-zand	Pleistoceen zand	3,35	-10,50	18,3	12.000	6.000	3.000
Pa	Paniselliaan zand	-10,50	dieper	21,3	18.000	9.000	4.500

Grondlagenopbouw B

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	δ'	Horizontale beddinsconstante		
					K ₁	K ₂	K ₃
		[m]	[m]	[°]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,44	4,45	17,3	8.000	4.000	2.000
Pl-leem	Pleistoceen leem	4,45	3,35	16,7	2.000	800	500
Pl-zand	Pleistoceen zand	3,35	-11,00	18,3	6.000	4.000	2.000
Pa	Paniselliaan zand	-11,00	dieper	21,3	12.000	6.000	3.000

Grondlagenopbouw C

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	δ'	Horizontale beddinsconstante		
					K_1	K_2	K_3
					[m]	[m]	[°]
AV	Aangevuld/vergraven	7,44	4,45	17,3	8.000	4.000	2.000
Pl-zand	Pleistoceen zand	4,45	-12,00	18,3	12.000	6.000	3.000
Pa	Paniselliaan zand	-12,00	dieper	21,3	20.000	10.000	5.000

9.2.9. Ouderdomseffecten

Er wordt aangenomen dat de houten palen dermate verouderd en verweerd zijn dat er in de huidige situatie niet meer kan op gerekend worden. Ze worden dan ook in de huidige en de nieuwe situatie als niet bestaand beschouwd. In dat geval wordt de funderingsaanzet op T.A.W. +0,95 m beschouwd, d.i. de onderzijde van de betonnen basis. In de oorspronkelijke toestand wordt als funderingsaanzet de onderzijde van de houten palen beschouwd, op T.A.W. -3,05 m.

In de berekeningen wordt geen verzwakking van metselwerk of betonnen constructieonderdelen in rekening gebracht.

9.3. BEREKENINGSMETHODOLOGIE

9.3.1. Algemeen

Onder gewichtsmuren worden alle grondkerende constructies beschouwd bestaande uit stenen, gestapelde blokken of (on)gewapend beton en die een breed aanzetvlak hebben. Het gewicht van de wand, inclusief een deel van de grond, speelt een voorname rol in de kerende functie van de constructie. Mogelijke grenstoestanden zijn:

- glijding langs het basisvlak of een ander vlak (Schuiven)
- verlies evenwichtsdragvermogen
- kantelen rond de teen van de gewichtsmuur (Kantelen)
- verlies van algemeen evenwicht door glijding langs diepe glijvlakken
- structureel bezwijken van de kerende structuur
- ontoelaatbaar water of grondtransport door de voegen
- ontoelaatbare verplaatsingen

Er wordt aangenomen dat aan de grenstoestanden “structureel bezwijken van de keermuur” en “ontoelaatbaar water of grondtransport door de voegen” voldaan was in de oorspronkelijke toestand. In ontwerpfasie dient er uitvoerig onderzoek te worden verricht naar de huidige staat van de 130 jaar oude constructie (metselwerk + ongewapend beton) om te kunnen beoordelen of de constructie nog in staat is om voor een lange tijd de functie als gewichtsmuur te vervullen. Vermoedelijk is een intensief herstellings- en vernieuwingsproces noodzakelijk.

Het algemeen glijdingsevenwicht wordt onderzocht met de MStab software. De andere grenstoestanden worden getoetst via berekeningen met Excel rekenbladen.

9.3.2. Belastingsgevallen

Volgens de nieuwe EC 7 worden Design Approaches beschouwd:

- Schuiven: volgens DA 1/1 – DA 1/2 – DA 2
- Kantelen: volgens DA 1/1 – DA 1/2 – DA 2
- Evenwichtsdraagvermogen: volgens DA 1/1 – DA 1/2
- Algemene stabiliteit door glijding langs diepe glijvlakken: volgens DA 1/2

Voor DA 1/1 moet er bovendien onderscheid worden gemaakt tussen een ongunstig geval en een gunstig geval.

Voor DA 1/1 en DA 1/2 worden actieve en passieve gronddrukken beschouwd. Voor DA 2 wordt uitgegaan van neutrale gronddrukken en in dat geval worden geen wateroverdrukken beschouwd. In alle beschouwde Design Approaches dient de veiligheid voor de grenstoestanden 1,00 te bedragen.

9.3.3. Partiële belastings- en materiaalfactoren

Volgens het toe te passen NAD-document voor België moeten volgende partiële belastingsfactoren worden ingevoerd.

Design Approach	Permanente belastingen		Variabele belastingen	
	ongunstig	Gunstig	ongunstig	gunstig
DA 1/1	1,35	1,00	1,50	0,00
DA 1/2	1,00	1,00	1,30	0,00
DA 2	1,00	1,00	1,00	0,00

Tabel 21: Partiële belastingsfactoren conform aanbeveling EC 7-NAD voor België

Design Approach	Materiaalparameter			
	$\tan\varphi$	c'	c_u	γ_d/γ_n
DA 1/1 en DA 2	1,00	1,00	1,00	1,00
DA 1/2	1,25 ⁽¹⁾	1,25	1,40	1,00

⁽¹⁾ Deze waarde moet 1,40 worden (EC7) voor de berekening van het algemeen glijdingsevenwicht.

Tabel 22: Partiële materiaalfactoren conform EC 7

Aard contactvlak	δ_d
	[graden]
Grond – staal	$2/3\varphi_d$
Grond – beton (ruw)	φ_d
Grond – beton (glad)	$2/3\varphi_d$
Grond – grond	φ_d

Tabel 23: Aan te nemen waarden wandwrijvingshoek conform aanbeveling EC 7-NAD voor België

9.3.4. Schuiven

In dit geval dient te worden onderzocht of voldaan is aan het volgende horizontale evenwicht:

$$H_d \leq S_d + E_{pd}$$

Met

- H_d = som van de rekenwaarde van de horizontale aandrijvende krachswerkingen (wateroverdruk – grondgewicht – gronddruk t.g.v. bovenbelasting – bolderbelasting)
- $S_d = V_d \times \tan \delta_d$ = rekenwaarde van de wrijving fundering – grond
- V_d = som van de rekenwaarde van de verticale krachswerkingen op de gewichtsmuur (EG – bovenbelasting – kraanrailbelasting)
- δ_d = rekenwaarde van de wandwrijvingshoek (zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**)
- E_{pd} = rekenwaarde van de weerstand aan passieve zijde in de beschouwde grenstoestand (wordt meestal verwaarloosd)

Verder dient er geen modelfactor op de horizontale krachten te worden toegepast in DA 1/2 en DA 2; in DA 1/1 wordt een modelfactor 1,10 toegepast. In principe moet deze grenstoestand t.p.v. elke voeg worden onderzocht maar in dit geval wordt het schuiven enkel onderzocht in het ondervlak van de gewichtsmuur.

9.3.5. Kantelen

In dit geval dient te worden onderzocht of voldaan is aan het volgende rotatie-evenwicht:

$$M_{d,destab} \leq M_{d,stab}$$

Met

- $M_{d,destab}$ = som van de rekenwaarden van de destabiliserende momenten
- $M_{d,stab}$ = som van de rekenwaarden van de stabiliserende momenten

In principe moet het rotatie-evenwicht onderzocht worden t.p.v. elke voeg, maar hier wordt telkens het rotatie-evenwicht onderzocht rond het meest waterwaartse punt van het ondervlak van de gewichtsmuur.

Op de aandrijvende momenten wordt bijkomend een modelfactor 1,20 toegepast in DA 1/1 en DA 1/2; in DA 2 wordt deze modelfactor op 1,00 gezet.

9.3.6. Evenwichtsdraagvermogen

Er moet worden aangetoond dat:

$$V_d \leq R_d$$

Met

- V_d = som van de rekenwaarden van de loodrechte belasting op de funderingsaanzet
- R_d = rekenwaarde van het draagvermogen van de funderingsaanzet, rekening houdend met aanzetdiepte en excentriciteit en helling van de belastingen

9.3.7. Algemeen glijdingsevenwicht

Hiervoor wordt de veiligheid onderzocht voor glijding langsheen elk diepgelegen glijvlak. Volgens de huidige EC7 filosofie wordt de berekeningsmethode van Bishop toegepast. Er

wordt een veiligheidscoëfficiënt bepaald, dit is het getal waarmee de cohesie en $\tan\phi$ van alle lagen moeten gedeeld worden om net aan het moment-evenwicht te voldoen. De controle gebeurt voor het geval DA 1/2, een veiligheidscoëfficiënt van 1,00 is voldoende. Belangrijk hierbij is dat er een andere materiaalfactor op $\tan\phi$ moet worden toegepast, namelijk 1,40 i.p.v. 1,25.

9.4. OORSPRONKELIJKE EN HUIDIGE SITUATIE

Bij berekening van de constructie volgens de Eurocode 7, is de kaaimuur theoretisch onstabiel zowel in de oorspronkelijke toestand (met houten palen) en met oorspronkelijke belastingen als in de huidige toestand zowel voor de nieuwe belastingen als voor de oorspronkelijke belastingen. Bijgevolg is het noodzakelijk een aantal voorstellen uit te werken om de constructie in de nieuwe toestand te stabiliseren.

9.5. NIEUWE SITUATIE

Volgende voorstellen voor het stabiliseren van de bestaande gewichtsmuur worden uitgewerkt:

- Voorstel 1: aanbrengen stalen damwand waterwaarts van de bestaande gewichtsmuur en verankeren met ankers en ankerwand
- Voorstel 2: aanbrengen kofferdam met voorwand landwaarts van de bestaande gewichtsmuur met behoud van het huidig aanzicht

De voorstellen zijn onderstaand tekstueel uitgewerkt en zijn visueel uitgewerkt in BIJLAGE 6.

9.5.1. Voorstel 1

A. Korte beschrijving

In dit voorstel wordt een damwand aangebracht waterwaarts van de bestaande gewichtsmuur. De damwand wordt verankerd met ankers en ankerwand.

B. Aannames

Grond

- Actieve zijde:
 - o 0 tot 5 m van dagvlak kade: vlak op T.A.W. +5,00 m
 - o Van 5 m tot 10 m: talud van +5,00 m naar T.A.W. +7,44 m
 - o Voorbij 10 m van dagvlak kade: vlak op T.A.W. +7,44 m
- Passieve zijde:
 - o Aangevulde vlakke bodem op T.A.W. +0,95 m

Damwand

Stalen damwand met:

- Staal S240
- $EI = 1,4238 \times 10^4 \text{ kNm}^2/\text{m}$
- $W = 660 \text{ cm}^3/\text{m}$
- Top: op ca. T.A.W. +4,80 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. -4,00 m

Betonnen kesp

Er wordt uitgegaan van een betonnen kesp bovenaan met:

- hoogte = 0,80 m
- breedte = 0,60 m
- Top: op ca. T.A.W. +5,00 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. +4,20 m

Ankers

Voorlopig wordt uitgegaan van volgende ankers

- anker h.o.h. 2,50 m: Dywidag GEWI Plus ø35 staal 500/550
- dienstlast (DA 2): 285 kN/anker of 115 kN/m
- Niveau ankers: ca. T.A.W. +3,00 m

Ankerwand

Stalen damwand met:

- Staal S240
- EI = 1,4238 x 10⁴ kNm²/m
- W = 660 cm³/m
- Top: op ca. T.A.W. +4,80 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. -4,00 m

Belastingen

- terreinbelasting van 20 kN/m²
- gronddrukken
- wateroverdruk van 0,50 m

Berekeningen

De te keren hoogte bedraagt 4,05 m, terwijl de afstand tussen damwand en ankerwand slechts 9 m bedraagt; de verhouding is dus 2,2. Volgens CUR166 bestaat een vuistregel die zegt dat er over een kistdam kan worden gesproken indien voor afstand tussen ankerwand en damwand B geldt:

$$0,7H \leq B \leq 1,5H$$

In dat geval betreft het volgens deze vuistregel geen kistdam en kan de klassieke damwandberekeningsmethode worden toegepast.

C. Berekeningen

Volgende berekeningen worden uitgevoerd:

- In uiterste grenstoestand
 - o De sterkte van de damwand, de sterkte van de ankers en de controle van de passieve weerstand

- Kranz-stabiliteit
 - Het algemeen glijdingsevenwicht
 - Dimensionering van ankerwand
- In gebruiksgrenstoestand worden enkel de vervormingen onderzocht.

D. Besluiten voorstel 1

In het voorstel 1 wordt de bestaande kaaimuur volledig vervangen door een nieuwe damwand met ankerwand. De nieuwe damwand wordt aan de waterzijde van de bestaande kaaiconstructie geplaatst zodat de functie van deze bestaande constructie volledig vervalst.

De kadehoogte wordt aan de kop van de kade verhoogd van T.A.W. + 4,85m tot T.A.W. + 5,00m, daarna verloopt het maaiveld 7m vlak om uiteindelijk op te lopen naar T.A.W. +7,44 m in talud 1/3.

E. Fasering / draaiboek voorstel 1

De gedetailleerde fasering is uitgewerkt op de tekeningen in BIJLAGE 6.

- Gezien de aard van de constructie dienen geen bijkomende voorzorgen te worden genomen voor het beschermen van de bestaande constructie. Het bestaande bodemtalud voor de kaaimuur wordt aangepast en over minimaal 30 m verhoogd naar een horizontaal bodemprofiel op T.A.W. +0,95m.
- Op 1,00m van de voorzijde van de bestaande fundering (houten paal), wordt een damwand geheid (T.A.W. -4,00m tot T.A.W. +4,80m).
- De zone tussen de nieuwe damwand en de bestaande constructie wordt met zand aangevuld tot op niveau T.A.W. + 2,80m
- Ten behoeve van de inrichting aan de landwaartse kant van de kaaimuur, wordt volgende uitgevoerd:
 - Het grondwaterpeil wordt binnen de bestaande gewichtsmuur verlaagd tot T.A.W. + 2,50m.
 - De grond en eventuele bevloering achter de kaaimuur wordt verwijderd tot op niveau T.A.W. + 2,80m. De aansluiting met het achterliggend maaiveld gebeurt door een talud 1/3 startend vanaf ca. 10m vanaf het dagvlak van de huidige kade.
 - De kaaimuur wordt verwijderd tot op niveau T.A.W. + 2,80m.
- De achterliggende ankerwand (T.A.W. -4,00m tot T.A.W. + 4,80m) wordt geheid op 9 m landinwaarts van de nieuwe damwand. De verankering tussen beide gebeurt door ankers tussen beide kaaimuren op niveau T.A.W. +3,00m. Deze ankers zijn aan beide kaaimuren verbonden d.m.v. gordingen.
- De zone tussen de voorste damwand en het achterliggend talud wordt aangevuld tot op niveau T.A.W. + 4,20m.
- De kesp wordt op de voorste damwand gebetonneerd tot T.A.W. + 5,00m waarna de verdere aanvulling achter de voorste damwand wordt uitgevoerd tot T.A.W. + 4,80m naast de kesp, vervolgens 7m vlak maaiveld waarna het oploopt in talud 1/3 naar T.A.W. + 7,24 m.
- De verlaging van de grondwatertafel wordt uitgeschakeld.

De aanleg van de definitieve kadebevoering of begroeiing hangt af van de fasering en timing van de definitieve inrichting van de kade.

Bij dit voorstel is het echter zo dat – conform de voorstellen in het Masterplan - de ankerwand zich in de nabijheid van de fundering van de nieuwe gebouwen kan bevinden (rand gebouw – dagvlak huidige kade 7,70 m). Dit komt erop neer dat de fundering van de gebouwen en de ankerwand van de kade geïntegreerd kunnen worden, indien de plannen voor de gebouwen in die mate geconcretiseerd zijn.

In het geval de gebouwen verder van de kaaimuren ingeplant zijn, kan de fundering van de gebouwen onafhankelijk worden ontworpen en uitgevoerd.

9.5.2. Voorstel 2

A. Korte beschrijving

In dit voorstel wordt een kofferdam aangebracht met voorwand landwaarts van de bestaande gewichtsmuur. De voorwand wordt verankerd via ankers met de achterwand.

B. Aannames

Grond

- Actieve zijde:

- o 0 tot 1,25 m van dagvlak kade: vlak op T.A.W. +5,00 m
- o Van 1,25 m tot 6,25 m: talud van +5,00 m naar T.A.W. +7,44 m
- o Voorbij 6,25 m van dagvlak kade: vlak op T.A.W. +7,44 m
- o Belangrijke opmerking: gezien het feit dat gebruik gemaakt wordt van een cement-betonietsleuf worden de δ -waarden gereduceerd. Er wordt $\delta = \varphi/3$ aangenomen.

- Passieve zijde:

- o Aangevulde vlakke bodem op T.A.W. +0,95 m
- o Belangrijke opmerking: gezien het feit dat gebruik gemaakt wordt van een cement-betonietsleuf worden de δ -waarden gereduceerd. Er wordt $\delta = \varphi/3$ aangenomen.

Voorwand

Stalen damwand met:

- Staal S240
- $EI = 2,44 \times 104 \text{ kNm}^2/\text{m}$
- $W = 915 \text{ cm}^3/\text{m}$
- Top: op ca. T.A.W. +4,80 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. -4,00 m

Betonnen kesp (enkel op voorwand) +verbinding met bestaande gewichtsmuur

Er wordt uitgegaan van een betonnen kesp bovenaan met

- Op voorwand:

- o hoogte = 0,80 m
- o breedte = 0,60 m
- o Top: op ca. T.A.W. +5,00 m

- Onderzijde: op ca. T.A.W. +4,20 m
- Tussen voorwand en bestaande gewichtsmuur:
 - hoogte = 0,25 m
 - top op ca. T.A.W. +5,00 m
 - onderzijde op ca. T.A.W. +4,75 m
- Op bestaande gewichtsmuur:
 - hoogte = 0,50 m
 - breedte = 1,00 m
 - top op ca. T.A.W. +5,00 m
 - onderzijde op ca. T.A.W. +4,50 m

Ankers

Voorlopig wordt uitgegaan van volgende ankers

- anker h.o.h. 2,50 m: Dywidag GEWI Plus ø35 staal 670/800
- dienstlast (DA 2): 385 kN/anker of 155 kN/m
- Niveau ankers: ca. T.A.W. +3,00 m

Achterwand

Stalen damwand met:

- Staal S240
- EI = 2,44 x 10⁴ kNm²/m
- W = 915 cm³/m
- Top: op ca. T.A.W. +4,80 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. -4,00 m

Belastingen

- terreinbelasting van 20 kN/m²
- gronddrukken
- wateroverdruk van 0,50 m

Berekeningen

De te keren hoogte bedraagt 4,05 m, terwijl de afstand tussen damwand en ankerwand slechts 6 m bedraagt; de verhouding is dus 1,5. In dit geval herleidt de constructie zich tot een kistdam. Volgens CUR166 bestaat een vuistregel die zegt dat er over een kistdam kan worden gesproken indien voor afstand tussen ankerwand en damwand B geldt:

$$0,7H \leq B \leq 1,5H$$

In dat geval is de berekeningsmethode iets verschillend. Volgens de CUR166 volstaat het in voorontwerp een gewone berekening uit te voeren voor de dimensionering van de (verankerde) voorwand en het anker. Als minimale inheidiepte wordt minimaal de kerende hoogte genomen. De achterwand wordt identiek genomen aan de voorwand, zonder verdere berekeningen. In ontwerpfase moet de kistdam berekend worden via een eindige elementen methode en moeten extra reducties van de grondparameters worden ingevoerd.

C. Berekeningen

Volgende berekeningen worden uitgevoerd:

- In uiterste grenstoestand
 - o De sterkte van de voorwand, de sterkte van de ankers en de controle van de - passieve weerstand
 - o Het algemeen glijdingsevenwicht op basis van de voorwand
- In gebruiksgrenstoestand worden enkel de vervormingen van de voorste wand onderzocht.

D. Besluiten voorstel 2

In het voorstel 2 wordt de nieuwe damwand aan de landzijde van de bestaande kaaiconstructie geplaatst zodat de functie van de bestaande constructie niet volledig verdwijnt.

De kadehoogte wordt aan de kop van de kade verhoogd van T.A.W. + 4,85m tot T.A.W. + 5,00m, daarna verloopt het maaiveld 7,3m vlak om uiteindelijk op te lopen naar T.A.W. +7,44 m in talud 1/3,

E. Fasering / draaiboek voorstel 2

De gedetailleerde fasering is uitgewerkt op de tekeningen in BIJLAGE 6.

- Het bestaande bodemtalud voor de kaaimuur wordt aangepast en over minimaal 30 m verhoogd naar een horizontaal bodemprofiel op T.A.W. +0,95m.
- Het grondwaterpeil binnen de bestaande gewichtsmuur wordt verlaagd tot maximum T.A.W. + 2,50m
- De grond en eventuele bevoering/begroeiing achter de kaaimuur wordt verwijderd tot op niveau T.A.W. + 2,80m. De aansluiting met de achterliggende bevoering gebeurt door een talud 1/3 startend vanaf ca. 10 m vanaf het dagvlak van de huidige kade
- Vooraleer de nieuwe verankeringen op de kop van de damwand worden uitgevoerd, dient de bestaande te worden verwijderd tot op niveau T.A.W. + 4,50m;
- Gezien de functie van de bestaande constructie niet volledig verdwijnt, dienen bijkomende voorzorgsmaatregelen te worden getroffen voor het beschermen van de bestaande kaaimuur: het plaatsen van de voorwand (T.A.W. -4,00m tot T.A.W. + 4,80m) gebeurt in een cement-bentonietsleuf (T.A.W. -4,50m tot T.A.W. +2,80m). Deze wand wordt op ca. 1 m van de landwaartse rand van de fundering van de bestaande constructie geplaatst
- Aan de landzijde van de voorwand worden volgende werkzaamheden uitgevoerd:
 - o Heien achterwand (T.A.W. -4,00m tot T.A.W. +4,80) op ca. 6 m van de voorwand
 - o Verankeren van de voorwand met achterwand d.m.v. ankers op T.A.W. +3,00m
 - o Aanvullen van de zone achter de bestaande kaaiconstructie tot op niveau T.A.W. +4,20m;
 - o Betonneren gedeelte kesp op voorwand tot ca. T.A.W. +4,80 m
 - o Aanvullen van de zone achter de bestaande kaaiconstructie tot op niveau T.A.W. +4,75m, vervolgens 7,30 m vlak en daarna in talud 1/3 oplopend naar T.A.W. +7,24 m;

- Storten tweede gedeelte kesp op voorwand en verankering met de bestaande kaaiconstructie
- Uitschakelen van grondwaterpeilverlaging

De aanleg van de definitieve kadebevloering of begroeiing hangt af van de fasering en timing van de definitieve inrichting van de kade.

Bij dit voorstel is het echter zo dat – conform de voorstellen in het Masterplan - de ankerwand zich in de nabijheid van de fundering van de nieuwe gebouwen kan bevinden (rand gebouw – dagvlak huidige kade 8,70 m). Dit komt erop neer dat de fundering van de gebouwen en de ankerwand van de kade geïntegreerd kunnen worden, indien de plannen voor de gebouwen in die mate geconcretiseerd zijn.

In het geval de gebouwen verder van de kaaimuren ingeplant zijn, kan de fundering van de gebouwen onafhankelijk worden ontworpen en uitgevoerd.

9.5.3. Voorstel 3: verlagen kaaimuur en aanbrengen nieuwe damwand en verankeren met groutankers

A. Korte beschrijving

In dit voorstel wordt 1 m waterwaarts van de bestaande gewichtsmuur een nieuwe stalen damwand geheid. De nieuwe damwand wordt verankerd d.m.v. groutankers.. Het niveau van de bovenkant kade wordt verlaagd naar T.A.W. + 5,00 m. Verderop wordt een vlakke zone van ca. 8,00 m aangenomen en dan een talud dat onder 1/3 terug oploopt naar T.A.W. +7,00 m.

B. Aannames

Grond

- Actieve zijde:
 - Tussen dagvlak kade en 8 m vanaf dagvlak kade: vlak maaiveld op T.A.W. + 5,00 m
 - Tussen 8 m en 14 m vanaf dagvlak kade: talud 1/3 waarbij maaiveld verloopt van T.A.W. + 5,00 m naar T.A.W. + 7,00 m
 - Vanaf 14 m vanaf dagvlak kade: vlak maaiveld op T.A.W. +7,00 m
- Passieve zijde: vlakke bodem op T.A.W. +0,95 m

Damwand

Stalen damwand met:

- Staal S240
- $EI = 1,4238 \times 104 \text{ kNm}^2/\text{m}$
- $h = 226 \text{ mm}$
- $W = 660 \text{ cm}^3/\text{m}$
- Top: op ca. T.A.W. +4,80 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. -3,00 m

Betonnen kesp

Er wordt uitgegaan van een betonnen kesp bovenaan met:

- hoogte = 0,80 m
- breedte = 0,60 m
- Top: op ca. T.A.W. +5,00 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. +4,20 m

Groutankers

Voorlopig wordt uitgegaan van volgende ankers

- grondanker h.o.h. 2,50 m: Dywidag GEWI Plus $\varnothing 32$ staal 500/550 met
 - o dienstlast (DA 2): 240 kN/anker of 95 kN/m
 - o Helling ankers met horizontale: 30°
- Niveau ankers t.p.v. damwand: ca. T.A.W. +3,50 m
- Aanzetpeil:
 - o Afstand tot dagvlak damwand: 12 m
 - o Niveau aanzet: $3,50 \text{ m} - 13,4 \times \sin 30^\circ = -3,20 \text{ m}$
 - o Lengte ankers: $L = (12^2 + 6^2)^{1/2} = 13,40 \text{ m}$
- Wortellengte en diameter worden in ontwerpfase bepaald: voorlopig wordt uitgegaan van een wortellengte van 6,00 m
- Gording: voorlopig wordt uitgegaan van een dubbele UNP400.

Belastingen

- terreinbelasting van 20 kN/m^2
- gronddrukken
- wateroverdruk van 0,50 m

C. Berekeningen

Volgende berekeningen worden uitgevoerd:

- In uiterste grenstoestand
 - o De sterkte van de damwand, de sterkte van de ankers en de controle van de passieve weerstand
 - o Kranz-stabiliteit
 - o Het algemeen glijdingsevenwicht
- In gebruiksgrenstoestand worden enkel de vervormingen onderzocht.

D. Besluiten voorstel 3

In dit voorstel wordt de bestaande kaaiconstructie volledig vervangen door een nieuwe damwand verankerd met groutankers. De nieuwe damwand wordt aan de waterzijde van de bestaande kaaiconstructie geplaatst zodat de functie van deze bestaande constructie volledig vervalt. De kadehoogte wordt gedeeltelijk verlaagd tot T.A.W. + 5,00 m. Verderop wordt een vlakke zone van ca. 8,00 m aangenomen en dan een talud dat onder 1/3 terug oploopt naar T.A.W. +7,00 m.

E. Fasering – draaiboek voorstel 3

De gedetailleerde fasering is uitgewerkt op de tekeningen in BIJLAGE 6. Gezien de aard van de constructie dient voor het inheien van de damwand voor de bestaande constructie geen bijkomende maatregelen te worden getroffen. Voorlopig wordt volgende fasering voorgesteld:

- de damwand wordt op 1 m van de voorzijde van de fundering van de bestaande constructie geheid (T.A.W. -3,00m tot T.A.W. +4,80m)
- de bevoering en aanvulling achter de kaaimuur wordt weggehaald tot op niveau T.A.W. +5,00 m over een breedte van ca. 6,50 m gerekend vanaf het dagvlak van de huidige kaaimuur. De aansluiting met het bestaande kaaivlak gebeurt door een talud 1/3.
- de huidige kaaimuurconstructie wordt afgebroken tot op niveau T.A.W. +4,80 m.
- de groutankers worden geboord door de bestaande gewichtsmuur:
 - o met hellingshoek 30°
 - o niveau bovenzijde op T.A.W. +3,50 m.
 - o de bevestiging van de groutankers aan de damwand gebeurt via een gording en ankerstoelen.
- de zone tussen bestaande kaaiconstructie en nieuwe damwand wordt aangevuld met zand tot op niveau T.A.W. +4,20 m.
- op de damwand wordt een nieuwe kesp gebetonneerd tot op niveau T.A.W. + 5,00 m.
- de zone tussen bestaande gewichtsmuur en nieuwe damwand wordt aangevuld tot op niveau T.A.W. +4,80 m.
- inrichting kadeterrein met kadebevoering of begroeiing

De aanleg van de kadebevoering of begroeiing tot op niveau T.A.W. + 5,00 m hangt af van de timing en planning van de definitieve terreininrichting.

Voor de inplanting van de gebouwen dient rekening te worden gehouden met de locatie van de groutankers: de uiteinden van de ankers bevinden zich op ca. 12 m van het dagvlak van de kade. De grond rond deze ankers mag geenszins worden geroerd, om stabiliteitsproblemen te vermijden. Bij het inplanten van eventuele gebouwen dient een uitgebreide studie naar de invloedzone van de nieuwe fundering van de gebouwen te worden uitgevoerd. Sowieso kunnen de onderdelen van de fundering van de nieuwe gebouwen niet door trillen / heien in de grond gebracht worden.

9.6. RAMINGEN

De onderstaande tabel geeft een samenvatting weer van de raming voor de verschillende voorstellen.

Indien een bepaald voorstel niet kan in combinatie met bebouwing, wordt voor dat deel geen éénheidsprijs ingevuld.

TECHNISCHE STUDIE KAAIMUREN

KAAIMUURTYPE 5	afstand (m)	voorstel 1 Damwand		voorstel 2 Kofferdam + behoud huidig aanzicht		voorstel 3 Verlaging + damwand + groutankers	
		per lopende m	totaal	per lopende m	totaal	per lopende m	totaal
zone park MVL							
bebouwd (op afstand)							
bebouwd (op kaaimuur)							
openbaar domein	89	€ 5.849,08	€ 520.568,12	€ 6.073,78	€ 540.566,42	€ 4.672,32	€ 415.836,48
brug							
zone park M							
bebouwd (op afstand)	71	€ 5.849,08	€ 415.284,68	€ 6.073,78	€ 431.238,38	-	-
bebouwd (op kaaimuur)							
openbaar domein							
brug							
zone gebouw 19							
bebouwd (op afstand)	46	€ 5.849,08	€ 269.057,68	€ 6.073,78	€ 279.393,88	-	-
bebouwd (op kaaimuur)							
openbaar domein							
brug	18	€ 5.849,08	€ 105.283,44	€ 6.073,78	€ 109.328,04	€ 4.672,32	€ 84.101,76
TOTAAL excl.btw	224,00		€ 1.310.193,92		€ 1.360.526,72		€ 499.938,24

Totaal excl. btw technologische herstellingen :

Nihil

Nihil

Nihil

10. VOORONTWERP KAAIMUURTYPE 6

10.1. ALGEMEEN

- Locatie: Handelsdok
- Kaainummers: 150b
- Bouwjaar: 1980 - 1981
- Specificaties / Materialen:
 - o Stalen damwand met betonnen kesp
 - o Verankering d.m.v. dubbele rij groutankers

De eindbestemmingen van dit gedeelte komen voort uit het Masterplan:

- Onbebouwd behoud huidig kadepeil
- Onbebouwd met verlaagd kaaimuurplateau
- Gebouw op 10,12 m van huidig dagvlak kade



Foto 11: Vooraanzicht kaaimuurtype 6

In BIJLAGE 7 bevindt zich de gedetailleerde locatie en doorsnede van de kaaimuur.

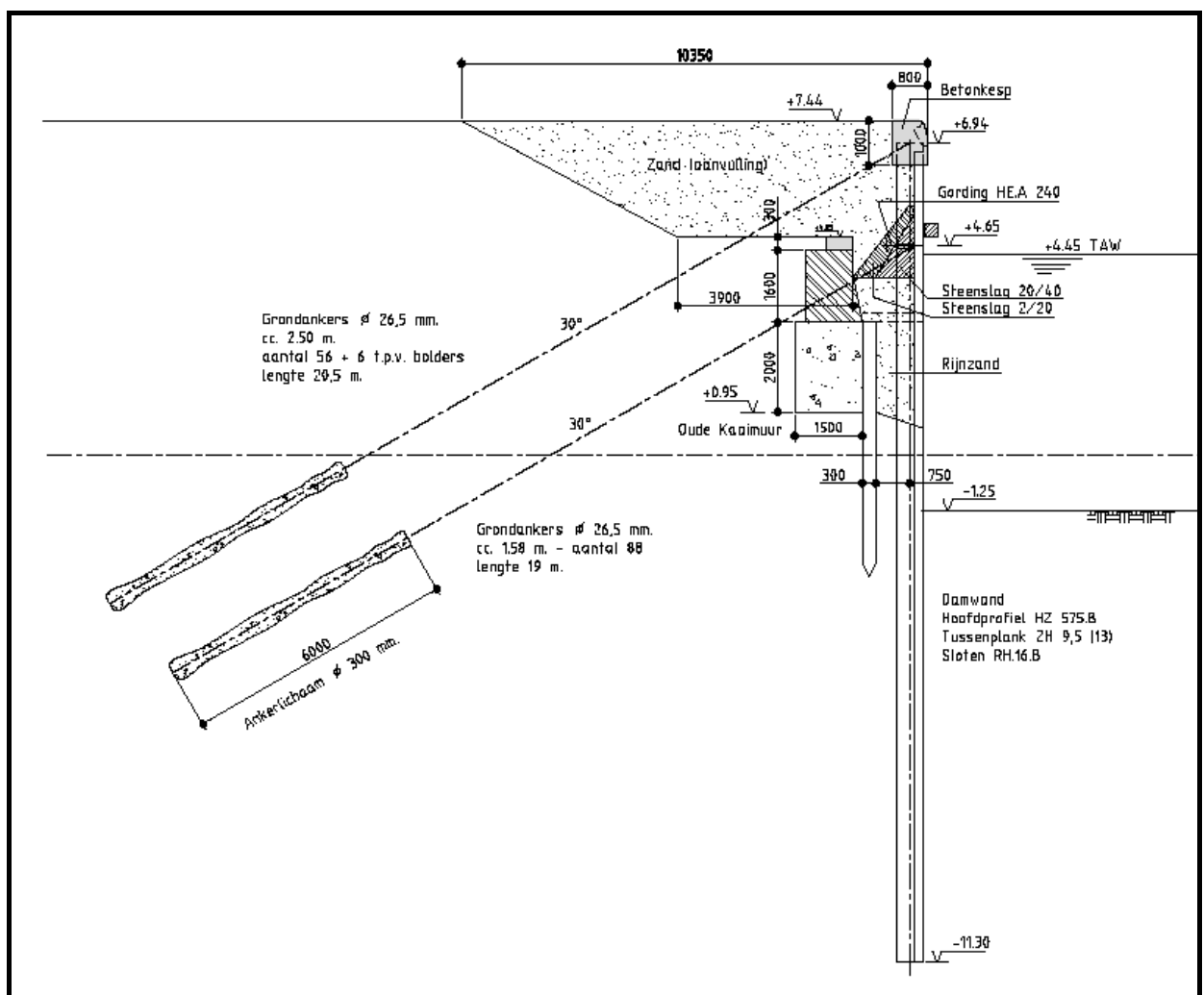
10.2. UITGANGSPUNTEN

10.2.1. Kaaimuurtype

Deze kaaimuur werd in 1980 – 1981 omgebouwd van een gewichtsmuur identiek aan kaaimuurtype 5 naar een nieuwe kaaimuur met grotere kerende hoogte, door het heien van een damwand waterwaarts van de bestaande gewichtsmuur. De stalen damwand wordt verankerd met een dubbele rij groutankers. Op de stalen damwand wordt een nieuwe kesp gebetonneerd.

10.2.2. Algemene afmetingen

- lengte kaaimuur: 144 m (volgens plan B3/11236)
- waterdiepte: 5,70 m
- afstand voorzijde gewichtsmuur (beschoeiing) tot voorzijde damwand: ca. 1 m



Figuur 10: Aangenomen karakteristieken kaaimuurtype 6

10.2.3. Niveaus

- bovenzijde kaaimuur: T.A.W. + 7,44 m
- onderzijde kaaimuur: T.A.W. - 11,30 m
- dokwaterpeil: T.A.W. + 4,45 m

- grondwaterpeil: dokwaterpeil + 0,5 m \approx T.A.W. + 5,00 m
- bodempeil: T.A.W. - 1,25 m
- bovenzijde bovenste groutanker: T.A.W. + 6,94 m
- bovenzijde onderste groutanker: T.A.W. + 4,60 m
- bovenzijde damwandplanken: ca. T.A.W. + 6,90 m

10.2.4. Karakteristieken constructie-elementen

A. Damplanken

Het betreft een samengestelde HZ-damwand met de volgende samenstellende elementen:

- Hoofdelement I-profiel: HZ 575 B
 - o $h = 579$ mm
 - o $b = 460$ mm
 - o $t_w = 11$ mm
 - o $t_f = 16$ mm
 - o $A = 218,9$ cm²
 - o Afstand h.o.h. profielen: 1,585 m
- Damwandplanken: dubbele ZH 9,5
 - o $b = 1110$ mm
 - o $h = 190$ mm
 - o $a_y = 85,2$ mm
 - o $a = e = 9,5$ mm
 - o $A = 65,3$ cm²
- Samengestelde wand:
 - o $W = 3400$ cm³/m (te vergelijken met opgegeven $I/v = 3340$ cm³/m)
 - o $A = 259$ cm²/m
 - o $B = 158,5$ cm
 - o $EI = 2,07 \times 10^5$ kNm²/m
- Staalkwaliteit PAE25
 - o Vloegrens: $f_y = 250$ N/mm²
 - o Treksterkte: $f_u = 390$ N/mm²

Aangezien het geen U-damplanken betreft, dient er bijgevolg ook geen reductie voor scheve buiging in rekening te worden gebracht.

B. Betonkesp

- Aangenomen betonkwaliteit: C25/30
- betonstaalkwaliteit: S400
- hoogte kesp: 1,00 m
- breedte kesp: 0,80 m

C. Grondankers

Uit de opmetingen ter plaatse blijkt dat de diameter van de ankers beperkt is tot ca. 26 mm. Aangezien de dienstlast 350 kN/anchor is, betreft het hoogwaardig staal. Aangenomen wordt dat het stalen Dywidag ankers zijn met:

- vloeigrens: $f_y = 1030 \text{ N/mm}^2$
- breukgrens: $f_u = 1230 \text{ N/mm}^2$

Aangenomen geometrie:

- diameter: $d = 26,5 \text{ mm}$
- sectie: $A = 551 \text{ mm}^2$
- dienstlast $F = 350 \text{ kN} \Rightarrow \sigma = 635 \text{ N/mm}^2 \approx 0,6f_y = 618 \text{ N/mm}^2$
- bovenste rij ankers
 - o lengte: 20,50 m
 - o hellingshoek met de horizontale: 30°
 - o dienstlast: $F = 350 \text{ kN}$ (140 kN/m)
 - o aantal: 56 (+1 extra t.p.v. een bolder)
 - o tussenafstand: 2,50 m
 - o lengte groutlichaam: 6,00 m
 - o 0,2% rekgrens: 500 N/mm^2
- onderste rij ankers
 - o lengte: 19,00 m
 - o hellingshoek met de horizontale: 30°
 - o dienstlast: $F = 350 \text{ kN}$ (220 kN/m)
 - o aantal: 88
 - o tussenafstand: 1,59 m
 - o lengte groutlichaam: 6,00 m
 - o 0,2% rekgrens: 500 N/mm^2

10.2.5. Bolder

- Er zijn geen gegevens beschikbaar, volgende aannames worden gemaakt a.d.h.v. EAU2004:
- Waterdiepte 5,70 m
 - \Rightarrow voor diepgang van ca. 5,5 m
 - \Rightarrow vrachtschepen met DWT van ca. 5000 ton
 - \Rightarrow volgens paragraaf 5.12.2 van EAU \Rightarrow veronderstel bolder 200 kN met een belastingsfactor 1,50)
- Totaal 6 bolders over de kaaimuurlengte: 140 m verdeeld over 6 stuks geeft ongeveer 23,3 m tussenafstand;
- Gemiddelde bolderbelasting: $6 \times 200/140 \approx 10 \text{ kN/m}$

10.2.6. Oorspronkelijke ontwerpbelastingen

- de kaaimuur heeft een gebruiksbelasting van 50 kN/m^2 oneindig uitgestrekt
- bolderbelasting: ca. 10 kN/m (weliswaar een grondanker t.p.v. elke bolder)

- de bovenbelasting is maatgevend en wordt gecombineerd met 70% van de bolderbelasting
- geen fenderbelasting

10.2.7. Nieuwe ontwerpbelastingen

- de kaaimuur heeft een gebruiksbelasting van 20 kN/m^2 oneindig uitgestrekt
- geen bolderbelasting
- geen fenderbelasting

10.2.8. Grondgegevens

- er wordt verwezen naar het document: Gwod00101/Rapport Uitgangspunten waaruit de onderstaande tabellen werden overgenomen
- de waarden in de tabel opgenomen zijn karakteristieke waarden.
- het grondwaterpeil is aangenomen op 0,5 m boven het dokwaterpeil en afgerond op T.A.W. +5,00 m

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	γ_d	γ_n	c	ϕ'	c_u
		[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,44	4,45	17	19	0	26,0	-
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	4,00	14	18	2	20,0	20,0
Pl-leem	Pleistoceen leem	4,00	3,25	18	18	2	25,0	40,0
Pl-zand	Pleistoceen zand	3,25	-10,80	16	20	0	27,5	-
Pa	Paniselliaan zand	-10,80	dieper	15	19	0	32,0	-
Iep	Ieperiaan zand/klei	-	-	15	19	5	30,0	100,0

Tabel 24: Karakteristieke waarden van de relevante grondparameters

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	δ'	Horizontale beddinsconstante		
					K ₁	K ₂	K ₃
		[m]	[m]	[°]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,44	4,45	17,3	8.000	4.000	2.000
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	4,00	13,3	2.000	800	500
Pl-leem	Pleistoceen leem	4,00	3,25	16,7	6.000	4.000	2.000
Pl-zand	Pleistoceen zand	3,25	-10,80	18,3	12.000	6.000	3.000
Pa	Paniselliaan zand	-10,80	dieper	21,3	20.000	10.000	5.000
Iep	Ieperiaan zand/klei	-	-	20,0	18.000	9.000	4.500

Tabel 25: Karakteristieke waarden van de relevante grondparameters t.b.v. een MSheet-berekening

10.2.9. Ouderdomseffecten

A. Algemeen

Bij de ouderdomseffecten wordt de reductie van de staalsectie t.g.v. corrosie bepaald en meegenomen in de berekeningen. Er wordt uitgegaan van de corrosiesnelheden volgens BS 6349-1:2000 over een periode van 30 jaar. Het getij in de Oude Dokken is vrij constant en gelegen op T.A.W. +4,45 m. Volgende zones worden onderscheiden:

- Splash zone: tussen T.A.W. +6,00 m en T.A.W. +3,50 m
- Continuous water immersion zone: tussen T.A.W. +3,50 m en T.A.W. -2,25 m (aanname 1 m onder het bodemniveau)

- Staal in contact met grond: actieve zijde en passieve zijde onder T.A.W. -2,25 m
- De gemiddelde en maximale corrosiesnelheden volgens de BS 6349-1:2000 zijn samengevat in Tabel 26.

Blootstellingszone	Corrosiesnelheid mm/jaar/zijde	
	Gemiddeld	Max
Splash zone	0,08	0,17
Continuous water immersion zone	0,04	0,13
Staal in contact met grond	0,015	

Tabel 26: Samenvatting aangenomen corrosiesnelheden

B. Damwand

Om de corrosieafname te kunnen toepassen wordt de ontwikkelde lengte bepaald van 1 damwandmodule met breedte $B = 1,585$ m. Deze omvat volgens de Arbed brochure:

- 1 HZ 575 B profiel met ontwikkelde lengte: $L_{HZ\ 575\ B} = 2 \times 460 + (579 - 2 \times 16) = 1467$ mm
- een dubbele ZH 9,5 plank: $L_{ZH\ 9,5} = \text{perimeter}/2 = (2 \times 1,28)/2 = 1,28$ m
- $L_{TOTAAL} = L_{HZ\ 575\ B} + L_{ZH\ 9,5} = 2,75$ m voor een module met $B = 1,585$ m; bijgevolg bedraagt de ontwikkelde lengte per meter: $L = 2,75/1,585 = 1,73$ m/m
- de gemiddelde dikte wordt: $t_{\text{gemiddeld}} = A/L = 259/173 = 1,497$ cm

Op deze gemiddelde dikte worden de gemiddelde corrosiesnelheden toegepast:

- huidige situatie (2010): gemiddelde corrosiesnelheden gedurende 30 jaar
- nieuwe situatie (einde levensduur – 2060): gemiddelde corrosiesnelheden gedurende 80 jaar

De “gecorrodeerde secties” worden dan bekomen door de gereduceerde gemiddelde diktes te vermenigvuldigen met de ongewijzigde ontwikkelde lengte $L = 173$ cm.

In principe zal de verhouding W/A ook dalen door de opgetreden corrosie. Dit wordt echter verwaarloosd, het is immers ook zo dat voor het HZ 575 B profiel enkel de buitenste flens zwaar corrodeert. Het lijf en de binnenste flens zijn immers permanent in contact met grond en de corrosie is daar behoorlijk wat kleiner.

Opmerking: de corrosie wordt uniform verdeeld over al het staal en deze conservatieve aanname wordt (gedeeltelijk) gecompenseerd doordat:

- slechts wordt uitgegaan van ‘gemiddelde’ corrosiesnelheden
- de verhouding W/A behouden blijft: $W/A = 3400/259 = 13$ cm

Een en ander wordt samengevat in Tabel 27 en Tabel 28.

Situatie	corrosiesnelheid	corrosieafname	$t_{\text{gemiddeld}}$	L	A	W	I	EI
	mm/jaar	mm	mm	cm/m	cm ² /m	cm ³ /m	cm ⁴ /m	kNm ² /m
Geen corrosie	0	0	14,97	173	259	3.400	98.410	206.661
Splash zone	0,1	3	11,97	173	207	2.691	77.905	163.601
Continious water immersion zone	0,06	1,8	13,17	173	228	2.964	85.808	180.197
Staal in contact met grond	0,03	1	13,97	173	242	3.146	91.077	191.262

Tabel 27: Samenvatting aangenomen karakteristieken voor de gecorrodeerde damwandsecties in de huidige situatie na 30 jaar corrosie

Situatie	corrosiesnelheid	corrosieafname	$t_{\text{gemiddeld}}$	L	A	W	I	EI
	mm/jaar	Mm	mm	cm/m	cm ² /m	cm ³ /m	cm ⁴ /m	kNm ² /m
Geen corrosie	0	0	14,97	173	259	3.400	98.410	206.661
Splash zone	0,1	8	6,97	173	121	1.568	45.381	95.299
Continious water immersion zone	0,06	5	9,97	173	173	2.242	64.906	136.302
Staal in contact met grond	0,03	2,5	12,47	173	216	2.804	81.176	170.469

Tabel 28: Samenvatting aangenomen karakteristieken voor de gecorrodeerde damwandsecties in de nieuwe toestand op het einde van de levensduur na 80 jaar corrosie.

Opmerking: de tussenplanken zullen zo goed als weggecorrodeerd zijn in de splash zone. Het betreft immers “gemiddelde” en geen “maximale” corrosiesnelheden. Het is duidelijk dat boven bodemniveau een bijkomende corrosiebescherming absoluut noodzakelijk is.

C. Grondankers

Voor de ankers wordt het volgende toegepast:

- “huidige situatie”: een reductie van 1 mm op de straal, of dus 2 mm op de diameter: $D_{\text{red}} = 26,5 - 2 = 24,5$ mm
- “nieuwe situatie”: een reductie van 2,5 mm op de straal, of dus 5 mm op de diameter: $D_{\text{red}} = 26,5 - 5 = 21,5$ mm

10.3. BEREKENINGSMETHODOLOGIE

10.3.1. Algemeen

Er worden in de berekeningen verschillende situaties beschouwd:

- oorspronkelijke toestand
- huidige toestand na 30 jaar corrosie
- situatie in 2060 na bijkomend 50 jaar corrosie

Eerst wordt een berekening van de oorspronkelijke toestand uitgevoerd volgens de grondparameters aangegeven in Tabel 24 en in Tabel 25, met uitzondering van de wandwrijvingshoek die in de eerste berekeningen $\delta = 1/2\phi$ bedraagt.

De grondparameters worden als volgt gekalibreerd:

Indien uit de eerste berekening blijkt dat de damwand niet voldoet of in tegendeel, dat de damwand overgedimensioneerd lijkt, worden de parameters van de Pleistocene zandlaag (die de belangrijkste invloed heeft op de resultaten) aangepast, zodat de rekenwaarden van de optredende snedekrachten ongeveer overeenkomen met de rekenwaarden van de capaciteit van damwand en ankers.

De aanpassing van de grondparameters gebeurt door wijzigingen van de hoek van inwendige wrijving en/of de wandwrijvingshoek.

10.3.2. Partiële belastings- en materiaalfactoren

Volgens het toe te passen NAD-document voor België moeten volgende partiële belastingsfactoren worden ingevoerd.

Design Approach	Permanente belastingen		Variabele belastingen	
	ongunstig	gunstig	ongunstig	gunstig
DA 1/1	1,35	1,00	1,50	0,00
DA 1/2	1,00	1,00	1,30	0,00

Tabel 29: Partiële belastingsfactoren conform aanbeveling EC 7-NAD voor België

Design Approach	Materiaalparameter			
	$\tan\phi$	c'	c_u	γ_d/γ_n
DA 1/1	1,00	1,00	1,00	1,00
DA 1/2	1,25 ⁽¹⁾	1,25	1,40	1,00

Tabel 30: Partiële materiaalfactoren conform vroegere EC 7

⁽¹⁾ de factor op $\tan\phi$ moet 1,40 worden voor de controle van het algemeen glijdingsevenwicht

Voor de beddingsconstante wordt - in tegenstelling met de CUR - geen hoge en lage waarde gedefinieerd.

Er dient ook een rekenwaarde van het uitgravings- en ophogingspeil te worden bepaald.

Hiervoor dient het nominaal uitgravingspeil te worden verlaagd met een waarde Δ_a gelijk aan:

- voor een ingeklemde onverankerde wand: $\Delta_a = 10\%$ kerende hoogte
- voor een verankerde wand: $\Delta_a = 10\%$ van de hoogte tussen het laagste anker en de grond aan de passieve zijde
- $\Delta_a \leq 0,5$ m

Het laagste anker bevindt zich op T.A.W. +4,46 m, het bodempeil bedraagt T.A.W. -1,25 m; het hoogteverschil is 5,81 m, 10% hiervan is 0,58 m. Bijgevolg wordt in zowel voor DA 1/1 en voor DA 1/2 het theoretische bodempeil op T.A.W. -1,25 m - 0,50 m = T.A.W. -1,75 m beschouwd.

10.3.3. UGT

- MSheetberekening volgens Design Approach 1/1
- MSheetberekening volgens Design Approach 1/2
- rekenwaarde maximale snedekrachten in de damwand uit hierboven genoemde MSheetberekeningen halen en spanning in damwand controleren
- rekenwaarde ankerkracht bepalen (= FA)
- $FA = 1,0 \times \max(FA, DA1/1; FA, DA1/2)$ ter controle van de verankering vanuit geotechnisch oogpunt (grondweerstand van het anker)
- $FA = 1,1 \times \max(FA, DA1/1; FA, DA1/2)$ ter controle van de verankering vanuit structureel oogpunt (sterkte van het anker)
- controle algemene stabiliteit door afschuiving langs een diep glijvlak (via MSheet)
- controle grondbreuk van Design Approach 1/2
- controle vertikaal evenwicht van beide Design Approaches
- controle afschuiving langs een glijvlak tussen kering en het anker (Methode van Kranz) – hiervoor worden de twee ankers samen gemodelleerd als 1 anker in MSheet (want dit kan slechts voor 1 anker berekend worden)
- controle piping

10.3.4. GGT

Deze berekeningen hebben hoofdzakelijk als doel om de vervormingen van de kering te bepalen. Er dient geen verlaging van het uitgravingspeil te worden beschouwd.

- MSheetberekening volgens de gebruikgrenstoestand, hier Design Approach 2 genoemd
- controle vervormingen damwand

10.4. OORSPRONKELIJKE TOESTAND: KALIBRATIEBEREKENING

Er worden realistische rekenwaarden van de snedekrachten van damwand en ankers gevonden voor het geval:

- ϕ -waarden zoals aangegeven in Tabel 24
- $\delta = 2/3\phi$ (voor alle grondlagen)

In dat geval wordt net voldaan aan de vereiste veiligheidsniveaus volgens de berekeningsmethodologie van de huidige Eurocode 7.

10.5. HUIDIGE TOESTAND

10.5.1. Aanname

De berekening van de huidige toestand houdt rekening met een corrosie van 30 jaar (in 2010).

10.5.2. Besluit

Het verschil in krachtswerkingen tussen de oorspronkelijke toestand en de huidige gecorrodeerde toestand is beperkt. De vereiste veiligheidsniveaus werden net gehaald in de originele toestand, het is duidelijk dat dit niet meer het geval is in de huidige gecorrodeerde toestand.

10.6. NIEUWE SITUATIE

10.6.1. Aanname

De berekening van de nieuwe toestand houdt rekening met een corrosie van 80 jaar. Dit is op het einde van de levensduur in 2060.

10.6.2. Toelaatbare bovenbelasting

Uit de berekeningen is gebleken dat de maximaal toegelaten bovenbelasting na een bijkomende periode van 50 jaar (in het jaar 2060) 20 kN/m² bedraagt. De toestand is bijgevolg stabiel op het einde van de levensduur voor de nieuwe ontwerpbelastingen.

10.6.3. Invloed inplanting gebouwen op groutankers

Volgens het Masterplan wordt een gebouw geconstrueerd op ca. 10 m van het dagvlak van de kade. Dit gebouw dient te worden voorzien van een eigen diepfundering om de damwand niet te overbelasten. Daardoor moet de huidige verankering met groutankers, die reikt tot ca. 20 m van het dagvlak van de kade, vervangen worden. Hieronder worden een aantal voorstellen uitgewerkt met een vernieuwd verankeringsysteem dat niet verder reikt dan ca. 10 m van het dagvlak van de kademuur.

10.6.4. Uitwerking aanpassing verankeringsysteem

Het is duidelijk dat tijdens het buiten dienst stellen van de bestaande ankers, maatregelen moeten worden genomen om de vervormingen van de damwand binnen de gestelde limieten te houden. Mogelijkheden zijn:

- tijdelijke grondwatertafelverlaging
- tijdelijk uitgraven grond aan actieve zijde in combinatie met een tijdelijke grondwatertafelverlaging
- aanvullen bodem dok tot T.A.W. + 0,95 m

Vier voorstellen worden verder uitgewerkt:

- voorstel 1: vervangen groutankers door een verankeringsysteem met ankers en een stalen ankerwand, waarbij tijdens de bouwfase de grond aan actieve zijde gedeeltelijk wordt afgegraven en een tijdelijke grondwaterverlaging naar T.A.W. + 2,00 m wordt toegepast
- voorstel 2: vervangen groutankers door een verankeringsysteem met ankers en een betonnen diepwand als ankerwand, waarbij tijdens de bouwfase de grond aan actieve zijde gedeeltelijk wordt afgegraven en een tijdelijke grondwaterverlaging naar T.A.W. + 2,00 m wordt toegepast
- voorstel 3: vervangen groutankers door een verankeringsysteem met ankers en een stalen ankerwand, waarbij tijdens de bouwfase de grond aan actieve zijde gedeeltelijk wordt afgegraven en een tijdelijke grondwaterverlaging naar T.A.W. + 2,00 m wordt toegepast. Het kadepil wordt verlaagd naar T.A.W. +5,00 m
- voorstel 4: aanvullen bodem dok tot T.A.W. + 0,95 m en vervangen groutankers door een verankeringsysteem met ankers en een stalen ankerwand, waarbij tijdens de bouwfase de grond aan actieve zijde gedeeltelijk wordt afgegraven en een tijdelijke grondwaterverlaging naar T.A.W. + 2,00 m wordt toegepast

Verder zijn ook combinaties van bovenstaande voorstellen mogelijk. Zo kan er bijvoorbeeld in voorstel 3 en 4 ook een betonnen diepwand worden toegepast i.p.v. een stalen ankerwand. Verder kan in voorstel 3 ook nog eens de bodem van het dok worden opgehoogd tot T.A.W. + 0,95 m. In totaal kunnen bijgevolg acht voorstellen worden samengesteld. In deze nota wordt de uitwerking beperkt tot de voorstellen 1 t.e.m. 4.

Voorstel 1

A. Korte beschrijving

In dit voorstel worden de groutankers vervangen door een verankeringssysteem met ankers en een stalen ankerwand. Tijdens de bouwfase wordt de grond aan actieve zijde gedeeltelijk afgegraven en wordt een tijdelijke grondverlaging naar T.A.W. + 2,00 m toegepast om grote vervormingen te vermijden.

B. Aannames

Grond

- Actieve zijde: vanaf dagvlak kade: vlak op T.A.W. +7,44m
- Passieve zijde: vlakke bodem T.A.W. -1,25m

Ankerwand

Stalen damwand

- Staal S355
- $EI = 4,473 \times 10^4 \text{ kNm}^2/\text{m}$
- $W = 1540 \text{ cm}^3/\text{m}$
- Top: ca T.A.W. +7,00m
- Onderzijde: T.A.W. -4,00m

Ankers

- Ankers h.o.h. 2,50m Dywidag GEWI Plus Ø40mm staal 950/1050
- Dienstlast (DA2): 175kN/m
- Ankers op T.A.W. + 4,75m

Gordingen

- Staal S355
- UNP400 (dubbel)
- Gordingen op T.A.W. + 4,75m

Belastingen

- Terreinbelasting 20kN/m²
- Gronddrukken
- Wateroverdruk 0,5m

C. Besluiten voorstel 1

In het voorstel 1 wordt de functie van de bestaande groutankers vervangen door een damwandconstructie die dient als ankerwand. Deze ankerwand dient te worden ingeplant, rekening houdend met de inplanting van de fundering van eventuele naastliggende gebouwen. De hoogte van het kadevlak wordt behouden op T.A.W. +7,44m

D. Fasering / draaiboek voorstel 1

De gedetailleerde fasering is visueel uitgewerkt in BIJLAGE 7.

- Gezien de bestaande voorste damwand en kesp behouden blijven, worden de werken aan de landwaartse kant van de kaaimuur uitgevoerd. Hiervoor dient het grondwaterpeil op maximaal T.A.W. + 2,00m te worden gehouden.
- De landwaartse zijde van de huidige kaaiconstructie wordt uitgegraven tot op T.A.W. +4,55m. Deze maximale uitgravingsdiepte wordt over 10 m uitgevoerd, daarna wordt de grond over maximaal 8m naar niveau T.A.W. + 7,44m gebracht. De uitgraving is noodzakelijk om de bestaande grondankers te kunnen uitschakelen.
- De nieuwe ankerwand op 9m van de bestaande damwand wordt ingeheid (T.A.W. - 4,00m tot T.A.W. + 7,00m) en beide wanden worden verankerd door ankerstaven (+ gordingen) op niveau T.A.W. +4,75m)
- De eerder uitgegraven zone achter de bestaande damwand wordt opnieuw aangevuld tot op niveau \pm T.A.W. + 7,25m. Afhankelijk van de timing en planning van de definitieve inrichting van de kade wordt een bevloering geplaatst tot op niveau T.A.W. +7,44m
- Ter bescherming van de bestaande damwand wordt een corrosiebescherming op de voorzijde van de damwand geplaatst.

Voorstel 2

A. Korte beschrijving

In dit voorstel worden de groutankers vervangen door een verankeringsstelsel met ankers en een betonnen diepwand als ankerwand. Tijdens de bouwfase wordt de grond aan actieve zijde gedeeltelijk afgegraven en wordt een tijdelijke grondverlaging naar T.A.W. + 2,00 m toegepast om grote vervormingen te vermijden.

B. Aannames

Grond

- Actieve zijde: vanaf dagvlak kade: vlak op T.A.W. +7,44m
- Passieve zijde: vlakke bodem T.A.W. -1,25m

Achterwand

Diepwand beton en wapening 80 kg/m³

- EI = 312.500 kNm²/m
- A = 5.000 cm²/m
- Top: ca T.A.W. +7,00m
- Onderzijde: T.A.W. -4,00m

Ankers

- Ankers h.o.h. 2,50m Dywidag GEWI Plus Ø40mm staal 950/1050
- Dienstlast (DA2): 175kN/m
- Ankers op T.A.W. + 4,75m

Gordingen

- Staal S355
- UNP400 (dubbel)

- Gordingen op T.A.W. + 4,75m

Belastingen

- Terreinbelasting 20kN/m²
- Gronddrukken
- Wateroverdruk 0,5m

C. Besluiten voorstel 2

Het principe van het voorstel 2 is hetzelfde als van het voorstel 1: nl. het behoud van de bestaande voorste damwand en het vervangen van de groutankers. Bij het voorstel 2 worden de groutankers echter vervangen door een diepwand i.p.v. door een damwand.

De fasering voor het plaatsen van de diepwand is echter verschillend dan voor de damwand.

D. Fasering / draaiboek voorstel 2

De gedetailleerde fasering is uitgebreid gevisualiseerd op de tekeningen in BIJLAGE 7.

- Analooq aan voorstel 1 dient de grondwatertafel zich op maximum T.A.W. +2,00m te bevinden.
- Ten behoeve van het plaatsen van de diepwand wordt volgende uitgevoerd:
 - o Achter de bestaande damwand wordt de aanvulling weggehaald tot op T.A.W. +4,55m waar bij de teen van het talud naar niveau T.A.W. +7,44m aanvangt aan de achterzijde van de originele kaaiconstructie. Op 6,5m van de landzijde van de betonnen kesp wordt de aansluiting van het talud met de bestaande terreininrichting gemaakt.
 - o Na deze uitgraving kunnen de bestaande grondankers worden uitgeschakeld.
 - o De diepwand (dikte 0,5m van T.A.W. -4,00m tot T.A.W. +7,00m) wordt gebetonneerd waarbij het midden van de diepwand zich op 9 m van het dagvlak van de kesp bevindt.
 - o De bevloering wordt verder uitgegraven zodat een analoge situatie wordt bekomen als bij voorstel 2 (niveau T.A.W. + 4,55m over een strook van 10m en daarna via talud oplopend over 8 meter)
 - o De verankering tussen de bestaande damwand en de nieuwe diepwand worden uitgevoerd op niveau T.A.W. +4,75m)
- Analooq aan voorstel 1 wordt de kade aangevuld tot niveau T.A.W.+7,50m, wordt de grondwaterverlaging uitgeschakeld en wordt eventuele kadebevloering aangelegd.
- De damwand wordt aan de voorzijde tegen corrosie beschermd (detaillering wordt uitgevoerd in ontwerpfase en in overleg met de bouwheer)

De definitieve kadebevloering wordt uitgevoerd afhankelijk van de timing en planning van de inrichting van het terrein en het plaatsen van de gebouwen.

Voorstel 3

A. Korte beschrijving

In dit voorstel worden de groutankers vervangen door een verankeringsysteem met ankers en een stalen ankerwand. Tijdens de bouwfase wordt de grond aan actieve zijde gedeeltelijk afgegraven en wordt een tijdelijke grondverlaging naar T.A.W. + 2,00 m toegepast om grote

vervoeringen te vermijden. Het kaaimuurniveau wordt verlaagd van ca. T.A.W. +7,44 m naar ca. T.A.W. +5,00 m

B. Aannames – zie tekening

Grond

- Actieve zijde: vanaf dagvlak kade: vlak op T.A.W. +4,55m
- Passieve zijde: vlakke bodem T.A.W. -1,25m

Ankerwand

Stalen damwand

- Staal S355
- $EI = 4,473 \times 10^4 \text{ kNm}^2/\text{m}$
- $W = 1540 \text{ cm}^3/\text{m}$
- Top: ca T.A.W. +5,40m
- Onderzijde: T.A.W. -4,00m

Betonkosp (enkel op voorwand) + verbinding met bestaande damwand

- Gewapend beton
- Betonstaal S500
- Hoogte kesp 1,00m (top op T.A.W. + 4,85m)
- Breedte kesp 0,80m

Ankers

- Ankers h.o.h. 2,50m Dywidag GEWI Plus Ø40mm staal 950/1050
- Dienstlast (DA2): 175kN/m
- Ankers op T.A.W. +3,15m

Gordingen

- Staal S355
- UNP400 (dubbel)
- Gordingen op T.A.W. + 3,15m

Belastingen

- Terreinbelasting 20kN/m²
- Gronddrukken
- Wateroverdruk 0,5m

C. Besluiten voorstel 3

Bij voorstel 3 wordt een verlaging van het kaaimuurplateau voorgesteld. Hiervoor is het nodig om het gemetselde deel van de initiële kaaimuur (indien nog aanwezig) te verwijderen.

Bij het voorstel 3 worden de bestaande grondankers eveneens vervangen door een damwandconstructie.

D. Fasering / draaiboek voorstel 3

De gedetailleerde fasering is uitgebreid gevisualiseerd op de tekeningen in BIJLAGE 7.

- Analoog aan de vorige voorstellen dient de grondwatertafel zich op maximum T.A.W. +2,00m te bevinden.

- Voor het verwijderen van het gedeelte metselwerk van de initiële kaaimuur dient volgende te worden uitgevoerd:
 - o Het uitgraven van de grond aan de landzijde van de bestaande damwand over 10 m tot op niveau T.A.W. +2,95m met aansluitend een talud over 12,50 m tot huidig kadeniveau
 - o De bestaande groutankers worden uitgeschakeld
 - o Op 9 m van het dagvlak van de kade wordt de nieuwe damwand geheid (T.A.W. -5,60 m tot T.A.W. +4,50m).
 - o Het gemetselde gedeelte van de initiële kaaimuur wordt verwijderd evenals de kesp van de bestaande damwand.
 - o De bestaande damwand wordt afgebrand tot op niveau T.A.W. +4,55m.
 - o De nieuwe en de bestaande damwand worden d.m.v. gordingen en ankers (niveau T.A.W. +3,15m) met elkaar verbonden.
- De nieuwe kesp wordt op de voorste damwand gebetonneerd (niveau T.A.W. +4,85m)
- Het terrein wordt aangevuld tot op niveau T.A.W. +4,85m, daarna wordt de oorspronkelijke grondwatertafel opnieuw hersteld.
- De voorzijde van de bestaande damwand wordt tegen corrosie beschermd.

De bevoering van het terrein hangt af van de planning en timing van de definitieve inrichting.

Voorstel 4

A. Korte beschrijving

In dit voorstel worden de groutankers vervangen door een verankeringsysteem met ankers en een stalen ankerwand. Tijdens de bouwfase wordt de grond aan actieve zijde gedeeltelijk afgegraven en wordt een tijdelijke grondverlaging naar T.A.W. + 2,00 m toegepast om grote vervormingen te vermijden. Het kaaimuurniveau blijft op ca. T.A.W. +7,44 m maar de bodem in het dok wordt verhoogd naar T.A.W. +0,95 m

B. Aannames

Grond

- Actieve zijde: vanaf dagvlak kade: vlak op T.A.W. +7,44m
- Passieve zijde: aangevuld vlakke bodem T.A.W. + 0,95m

Ankerwand

Stalen damwand

- Staal S355
- $EI = 4,473 \times 10^4 \text{ kNm}^2/\text{m}$
- $W = 1540 \text{ cm}^3/\text{m}$
- Top: ca T.A.W. +7,00m
- Onderzijde: T.A.W. -3,00m

Ankers

- Ankers h.o.h. 2,50m Dywidag GEWI Plus Ø40mm staal 670/800
- Dienstlast (DA2): 175kN/m
- Ankers op T.A.W. + 4,75m

Gordingen

- Staal S355
- UNP400 (dubbel)
- Gordingen op T.A.W. + 4,75m

Belastingen

- Terreinbelasting 20kN/m²
- Gronddrukken
- Wateroverdruk 0,5m

C. Besluiten voorstel 4

Het vierde voorstel is een variante op het voorstel 1 maar houdt rekening met een verhoging van het bodemniveau van T.A.W. -1,55m naar T.A.W. + 0,95m. Het gevolg hiervan is dat de achterste damplanken (nieuwe ankerwand) minder diep dienen te worden ingeheid (T.A.W. - 3,00m i.p.v. T.A.W. -4,00m)

D. Fasering / draaiboek voorstel 4

Zie voorstel 1, maar bijkomend een eerste fase voor het verhogen van het bodempeil over een afstand van minimaal 30 m en een verhoogde inheidiepte van de damwand.

10.7. RAMINGEN

Voorafgaandelijke opmerking:

In de zones waar vanuit het masterplan een openbaar domein of park voorzien wordt, zijn geen investeringen noodzakelijk.

10.8. RAMINGEN

De onderstaande tabel geeft een samenvatting weer van de raming voor de verschillende voorstellen.

Indien een bepaald voorstel niet kan in combinatie met bebouwing, wordt voor dat deel geen éénheidsprijs ingevuld.

TECHNISCHE STUDIE KAAIMUREN

KAAIMUURTYPE 6	afstand (m)	voorstel 1 Ankers + ankerwand		voorstel 2 Ankers + diepwand		voorstel 3 Verlaging + ankerwand		voorstel 4 Aanvullen dok + ankerwand	
		per lopende m	totaal	per lopende m	totaal	per lopende m	totaal	per lopende m	totaal
zone gebouwen 18-19									
bebouwd (op afstand)	91	€ 3.736,41	€ 340.013,31	€ 3.549,29	€ 322.985,39	€ 4.277,23	€ 389.227,93	€ 4.995,58	€ 454.597,78
bebouwd (op kaaimuur)									
openbaar domein	53	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
brug									
TOTAAL excl.btw	144,00		340.013,31 €		322.985,39 €		389.227,93 €		454.597,78 €

Totaal excl. btw technologische herstellingen : € 227.342,42 € 227.342,42 € 94.608,00 € 227.302,42

11. VOORONTWERP KAAIMUURTYPE 7

11.1. ALGEMEEN

- Locatie: Handelsdok
- Kaainummers: 140
- Bouwjaar: 1892 - 1898
- Specificaties / Materialen:
 - o Fundering uit ongewapend beton met vooraan een houten beschoeiing
 - o Gemetselde keermuur op fundering

De eindbestemmingen van dit gedeelte komen voort uit het Masterplan:

- Onbebouwd behoud huidig kadepel
- Onbebouwd met verlaagd kaaimuurplateau
- Gebouw op 15,00 m van huidig dagvlak kade
- Fundering voetgangers/fietsersbrug



Foto 12: Vooraanzicht kaaimuurtype 7

In BIJLAGE 8 bevindt zich de gedetailleerde locatie en doorsnede van de kaaimuur.

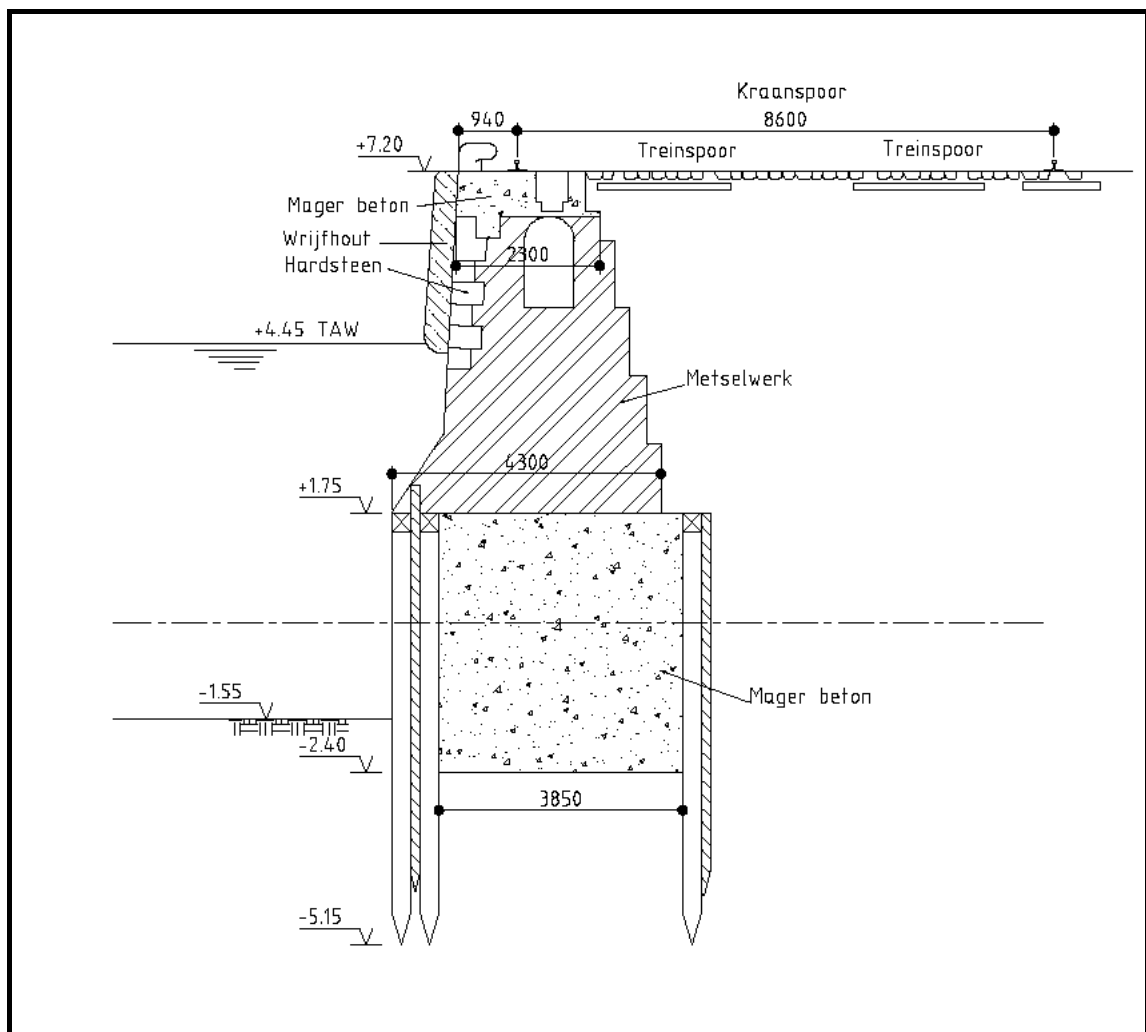
11.2. UITGANGSPUNTEN

11.2.1. Kaaimuurtype

Het betreft een gewichtsmuur opgebouwd uit een basis van ongewapend beton begrepen tussen twee houten palenwanden. Op de betonnen basis is een bovenstructuur van metselwerk voorzien.

11.2.2. Algemene afmetingen

- lengte kaaimuur: 630 m (volgens plan B3/11236)
- breedte metselwerk bovenaan: 2,30 m
- breedte metselwerk onderaan: 4,30 m
- breedte betonnen funderingsbasis: 3,85 m
- hoogte metselwerk: 5,45 m
- hoogte betonnen basis: 4,15 m
- hoogte houtenpalenwand: 6,90 m



Figuur 11: Schets met aannames afmetingen en niveaus kaaimuurtype 7

11.2.3. Niveaus

- bovenzijde kaaimuur: T.A.W. + 7,20 m
- onderzijde metselwerk: T.A.W. +1,75 m
- onderzijde betonnen basis: T.A.W. - 2,50 m
- onderzijde houten palenwand: T.A.W. - 5,15 m
- dokwaterpeil: T.A.W. +4,45
- grondwaterpeil: dokwaterpeil T.A.W. + 0,5 m \approx T.A.W. +5,00 m
- bodempeil t.p.v. dagvlak kade: T.A.W. - 1,55 m

11.2.4. Materiaalgegevens

- γ metselwerk = 18 kN/m³
- γ gewapend beton = 25 kN/m³
- γ ongewapend beton = 24 kN/m³
- γ water = 10 kN/m³

11.2.5. Bolder

- Er zijn geen gegevens beschikbaar, volgende aannames wordt gemaakt a.d.h.v. EAU2004:
- Waterdiepte 6,00 m
 - ⇒voor diepgang van ca. 5,50 m
 - ⇒vrachtschepen met DWT ca. 5000 ton
 - ⇒volgens paragraaf 5.12.2 ⇒ veronderstel bolder 200 kN met een belastingsfactor 1,50
- Totaal 31 bolders over de kaaimuurlengte: dit geeft 630 m lengtemeters verdeeld over 31 bolders: ca. 20 m tussenafstand
- Gemiddelde bolderbelasting: $31 \times 200 / 630 \approx 10$ kN/m

11.2.6. Oorspronkelijke belastingen

- de kaaimuur heeft een gebruiksbelasting van 50 kN/m² over 14,5 m vanaf buitenkant betonnen kesp; aangenomen wordt dat daarbuiten belasting werkt van 10 kN/m²
- bolderbelasting: ca. 10 kN/m
- kraanrail op ca. 0,95 m van dagvlak bovenkant kade: 100 kN/m (er wordt geen horizontale component in rekening gebracht)
- combinatiefactor voor alle belastingen wordt aangenomen op 0,70
- er wordt geen fenderbelasting beschouwd

11.2.7. Nieuwe belastingen

- de kaaimuur heeft een gebruiksbelasting van 20 kN/m² oneindig uitgestrekt
- geen bolderbelasting
- geen kraanrailbelasting
- combinatiefactor voor alle belastingen wordt aangenomen op 0,70
- er wordt geen fenderbelasting beschouwd

11.2.8. Grondgegevens

- Er wordt verwezen naar het document: Gwod00101/Rapport Uitgangspunten waaruit de onderstaande tabellen werden overgenomen; langsheen de 630 m kaaimuur worden 4 verschillende grondprofielen opgesteld: A-B-C-D, waarvan de karakteristieken zijn opgenomen in de onderstaande tabellen
- het grondwaterpeil is aangenomen op 0,5 m boven het dokwaterpeil en afgerond op T.A.W. +5,00 m

Tabel 31: Karakteristieke waarden van de relevante grondparameters

Grondlagenopbouw A

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	γ_d	γ_n	c	φ'	c_u
		[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,20	4,45	17	19	0	26,0	-
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	3,85	14	18	2	20,0	20,0
Pl-leem	Pleistoceen leem	3,85	3,35	18	18	2	25,0	40,0
Pl-zand	Pleistoceen zand	3,35	-5,50	16	20	0	27,5	-
Iep	Ieperiaan zand/klei	-5,50	-8,00	15	19	5	30,0	100,0
Pl-zand	Pleistoceen zand	-8,00	-9,20	16	20	0	27,5	-
Pa	Paniselliaan zand	-9,20	dieper	15	19	0	32,0	-

Grondlagenopbouw B

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	γ_d	γ_n	c	φ'	c_u
		[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,20	4,45	17	19	0	26,0	-
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	3,85	14	18	2	20,0	20,0
Pl-leem	Pleistoceen leem	3,85	3,35	18	18	2	25,0	40,0
Pl-zand	Pleistoceen zand	3,35	-6,80	16	20	0	27,5	-
Iep	Ieperiaan zand/klei	-6,80	-7,50	15	19	5	30,0	100,0
Pl-zand	Pleistoceen zand	-7,50	-10,00	16	20	0	27,5	-
Pa	Paniselliaan zand	-10,00	dieper	15	19	0	32,0	-

Grondlagenopbouw C

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	γ_d	γ_n	c	φ'	c_u
		[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,20	4,45	17	19	0	26,0	-
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	3,85	14	18	2	20,0	20,0
Pl-leem	Pleistoceen leem	3,85	3,35	18	18	2	25,0	40,0
Pl-zand	Pleistoceen zand	3,35	-6,80	16	20	0	27,5	-
Iep	Ieperiaan zand/klei	-6,80	-7,50	15	19	5	30,0	100,0
Pl-zand	Pleistoceen zand	-7,50	-13,5	16	20	0	27,5	-
Pa	Paniselliaan zand	-13,5	dieper	15	19	0	32,0	-

Grondlagenopbouw D

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	γ_d	γ_n	c	φ'	c_u
		[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,20	4,45	17	19	0	26,0	-
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	3,85	14	18	2	20,0	20,0
Pl-leem	Pleistoceen leem	3,85	3,35	18	18	2	25,0	40,0
Pl-zand	Pleistoceen zand	3,35	-7,30	16	20	0	27,5	-
Pa	Paniselliaan zand	-7,30	dieper	15	19	0	32,0	-

Tabel 32: Karakteristieke waarden van de relevante grondparameters t.b.v. een MSheet-berekening
Grondlagenopbouw A

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	δ'	Horizontale beddinsconstante		
					K ₁	K ₂	K ₃
					[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,20	4,45	17,3	8.000	4.000	2.000
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	3,85	13,3	2.000	800	500
Pl-leem	Pleistoceen leem	3,85	3,35	16,7	6.000	4.000	2.000
Pl-zand	Pleistoceen zand	3,35	-5,50	18,3	12.000	6.000	3.000
Iep	Ieperiaan zand/klei	-5,50	-8,00	20	18.000	9.000	4.500
Pl-zand	Pleistoceen zand	-8,00	-9,20	18,3	12.000	6.000	3.000
Pa	Paniselliaan zand	-9,20	dieper	21,3	20.000	10.000	5.000

Grondlagenopbouw B

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	δ'	Horizontale beddinsconstante		
					K ₁	K ₂	K ₃
					[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,20	4,45	17,3	8.000	4.000	2.000
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	3,85	13,3	2.000	800	500
Pl-leem	Pleistoceen leem	3,85	3,35	16,7	6.000	4.000	2.000
Pl-zand	Pleistoceen zand	3,35	-6,80	18,3	12.000	6.000	3.000
Iep	Ieperiaan zand/klei	-6,80	-7,50	20	18.000	9.000	4.500
Pl-zand	Pleistoceen zand	-7,50	-10,00	18,3	12.000	6.000	3.000
Pa	Paniselliaan zand	-10,00	dieper	21,3	20.000	10.000	5.000

Grondlagenopbouw C

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	δ'	Horizontale beddinsconstante		
					K ₁	K ₂	K ₃
					[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,20	4,45	17,3	8.000	4.000	2.000
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	3,85	13,3	2.000	800	500
Pl-leem	Pleistoceen leem	3,85	3,35	16,7	6.000	4.000	2.000
Pl-zand	Pleistoceen zand	3,35	-6,80	18,3	12.000	6.000	3.000
Iep	Ieperiaan zand/klei	-6,80	-7,50	20	18.000	9.000	4.500
Pl-zand	Pleistoceen zand	-7,50	-13,50	18,3	12.000	6.000	3.000
Pa	Paniselliaan zand	-13,50	dieper	21,3	20.000	10.000	5.000

Grondlagenopbouw D

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	δ'	Horizontale beddinsconstante		
					K_1	K_2	K_3
		[m]	[m]	[°]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,20	4,45	17,3	8.000	4.000	2.000
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	3,85	13,3	2.000	800	500
Pl-leem	Pleistoceen leem	3,85	3,35	16,7	6.000	4.000	2.000
Pl-zand	Pleistoceen zand	3,35	-7,30	18,3	12.000	6.000	3.000
Pa	Paniselliaan zand	-7,30	dieper	21,3	20.000	10.000	5.000

11.2.9. Ouderdomseffecten

Er wordt aangenomen dat de houten palen dermate verouderd en verweerd zijn dat ze als niet bestaand worden beschouwd.

In dit geval wordt de funderingsaanzet aan de onderzijde van de betonnen basis beschouwd: dit is op T.A.W. -2,40 m. Hierbij wordt zowel de 0,85m grond aan passieve zijde als het grondlichaam onder het beton buiten beschouwing gelaten.

11.3. BEREKENINGSMETHODOLOGIE

11.3.1. Algemeen

Onder gewichtsmuren worden alle grondkerende constructies beschouwd die bestaan uit stenen, gestapelde blokken of (on)gewapend beton en die een breed aanzetvlak hebben. Het gewicht van de wand, inclusief een deel van de grond, spelen een voorname rol in de kerende functie van de constructie. Mogelijke grenstoestanden zijn:

- glijding langs het basisvlak of een ander vlak (Schuiven)
- verlies evenwichtsdraagvermogen
- kantelen rond de teen van de gewichtsmuur (Kantelen)
- verlies van algemeen evenwicht door glijding langs diepe glijvlakken
- structureel bezwijken van de kerende structuur
- ontoelaatbaar water of grondtransport door de voegen
- ontoelaatbare verplaatsingen

Er wordt aangenomen dat aan de grenstoestanden “structureel bezwijken van de keermuur” en “ontoelaatbaar water of grondtransport door de voegen” voldaan was in de oorspronkelijke toestand. In ontwerpfase dient er uitvoerig onderzoek worden verricht naar de huidige staat van het 115 jaar oude metselwerk om te kunnen beoordelen of de constructie nog in staat is voor een lange tijd de functie als gewichtsmuur te vervullen. Vermoedelijk is een intensief herstellings- en vernieuwingsproces noodzakelijk.

Het algemeen glijdingsevenwicht wordt onderzocht met de MStab software. De andere grenstoestanden worden getoetst via berekeningen met Excel rekenbladen.

11.3.2. Bepaling gronddrukken

De keermuur bestaat uit 2 delen:

- het bovenste gedeelte uit metselwerk in trapvorm, m.a.w. de wandwrijvingshoek kan gelijk gesteld worden aan de hoek van de inwendige wrijving aangezien er altijd een laagje grond op de muur zal blijven kleven bij een wijkbeweging van de keermuur.

- het onderste gedeelte is uit beton waarvoor een wandwrijvingshoek $2/3\phi$ wordt aangenomen

De actieve en passieve gronddrukken worden bepaald in MSheet (MSheet levert de horizontale componenten van de gronddruk), ter vereenvoudiging wordt aangenomen dat de keermuur volledig vlak is. Deze aanname wordt ook toegepast voor de rest van de berekening: ter bepaling van het eigengewicht van de keermuur wordt een driehoekig grondlichaam boven de keermuur meegeteld. De gronddrukken worden bepaald in MSheet via de c, ϕ, δ - methode, dit is de methode van Culmann. Dit is een variant op de methode van Coulomb, waarbij ook met rechte glijvlakken wordt gerekend. Het is een grafische methode en levert in het geval van actieve gronddruk de maximale kracht op de wand en voor passieve gronddruk de minimale kracht op de wand. Dit is in tegenstelling tot methode van Coulomb die de actieve gronddruk onderschat en de passieve gronddruk overschat.

De neutrale gronddruk aan actieve zijde wordt afgeleid uit de door MSheet bepaalde actieve gronddrukken via de volgende methodiek:

- bepalen gemiddelde ϕ van alle grondlagen tussen top constructie en aanzetniveau; voor de eenvoud wordt voor elke berekening van kaaimuurtype 7 een hoek van inwendige wrijving $\phi = 26,5^\circ$ genomen
- in MSheet wordt voor $\delta = 2/3\phi$ de waarde bepaald van de coëfficiënt van actieve gronddruk (volgens methode van Kotter voor gekromde glijvlakken) voor $\phi = 26,5^\circ$ d.i. $\lambda_a = 0,33$
- coëfficiënt voor neutrale gronddruk bepalen met $\lambda_n = 1 - \sin\phi_d = 0,55$
- Q_n bepalen met $Q_n = Q_a \times \lambda_n / \lambda_a = Q_a \times 0,55 / 0,33$, dit levert een benadering op van de neutrale gronddruk

Aan passieve zijde wordt de neutrale gronddruk handmatig berekend:

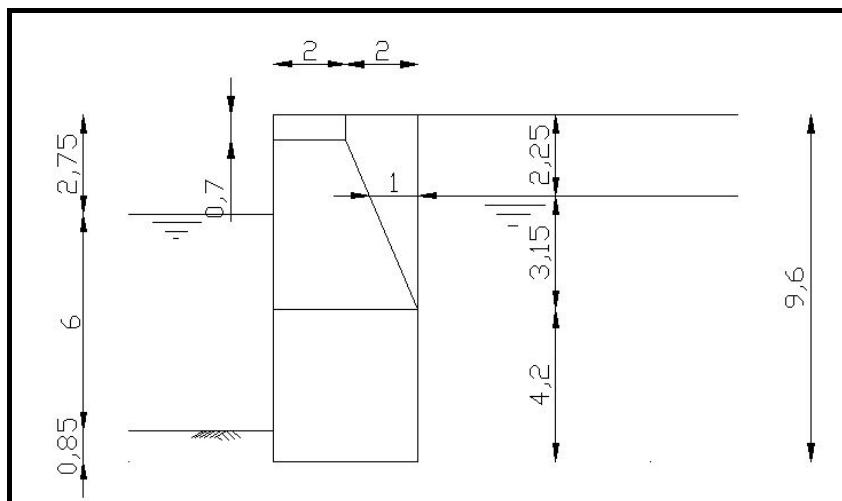
- In het geval de bodem zich op T.A.W. -1,55 m bevindt, wordt Pleistoceen zand beschouwd met $\phi = 27,5^\circ$ en $\lambda_n = 1 - \sin\phi_d = 0,538$
- In het geval de bodem wordt aangevuld op T.A.W. +0,95 m, wordt voor de volledige hoogte aanvulzand genomen met $\phi = 25^\circ$ en $\lambda_n = 1 - \sin\phi_d = 0,577$

Voor de controle van het schuiven wordt uitgegaan van een aanzetvlak in de Pleistoceen zand laag met $\phi = 27,5^\circ$. Dit leidt tot waarden voor de rekenwaarde van de wrijving fundering – grond: $S_d/V_d = \tan\delta_d$ zoals aangegeven in Tabel 33.

Parameter	Dimensie	DA 1/1	DA 1/2	DA 2
μ	[-]	0,52	0,42	0,52

Tabel 33: Aangenomen waarden wrijving fundering - grond

Er wordt een moot van 1 meter kaaimuur in de langsrichting beschouwd. In Figuur 12 worden de voor de berekening aangenomen (vereenvoudigde) afmetingen aangegeven.



Figuur 12: Aangenomen geometrie voor de berekeningen

11.3.3. Belastingsgevallen

De beschouwde Design Approaches voor de verschillende grenstoestanden zijn:

- Schuiven: volgens DA 1/1 – DA 1/2 – DA 2
- Kantelen: volgens DA 1/1 – DA 1/2 – DA 2
- Evenwichtsdraagvermogen: volgens DA 1/1 – DA 1/2
- Algemene stabiliteit door glijding langs diepe glijvlakken: volgens DA 1/2

Voor DA 1/1 moet er bovendien onderscheid worden gemaakt tussen een ongunstig geval en een gunstig geval.

Voor DA 1/1 en DA 1/2 worden actieve en passieve gronddrukken beschouwd. Voor DA 2 wordt uitgegaan van neutrale gronddrukken en in dat geval worden geen wateroverdrukken beschouwd. In alle beschouwde Design Approaches dient de veiligheid voor de grenstoestanden 1,00 te bedragen.

11.3.4. Partiële belastings- en materiaalfactoren

Volgens het toe te passen NAD-document voor België moeten volgende partiële belastingsfactoren worden ingevoerd.

Design Approach	Permanente belastingen		Variabele belastingen	
	ongunstig	gunstig	ongunstig	gunstig
DA 1/1	1,35	1,00	1,50	0,00
DA 1/2	1,00	1,00	1,30	0,00
DA 2	1,00	1,00	1,00	0,00

Tabel 34: Partiële belastingsfactoren conform aanbeveling EC 7-NAD voor België

Design Approach	Materiaalparameter			
	$\tan\varphi$	c'	c_u	γ_d/γ_n
DA 1/1 en DA 2	1,00	1,00	1,00	1,00
DA ½	1,25 ⁽¹⁾	1,25	1,40	1,00

Tabel 35: Partiële materiaalfactoren conform vroegere EC 7

⁽¹⁾ Deze waarde moet 1,40 worden (EC7) voor de berekening van het algemeen glijdingsevenwicht

Aard contactvlak	δ_d
	[graden]
Grond – staal	$2/3\varphi_d$
Grond – beton (ruw)	φ_d
Grond – beton (glad)	$2/3\varphi_d$
Grond – grond	φ_d

Tabel 36: Aan te nemen waarden wandwrijvingshoek conform aanbeveling EC 7-NAD voor België

11.3.5. Schuiven

In dit geval dient te worden onderzocht of voldaan is aan het volgende horizontale evenwicht:

$$H_d \leq S_d + E_{pd}$$

Met

- H_d = som van de rekenwaarde van de horizontale aandrijvende krachtswerkingen (wateroverdruk – grondgewicht – gronddruk t.g.v. bovenbelasting – bolderbelasting)
- $S_d = V_d \times \tan\delta_d$ = rekenwaarde van de wrijving fundering – grond
- V_d = som van de rekenwaarde van de verticale krachtswerkingen op de gewichtsmuur (EG – bovenbelasting – kraanrailbelasting)
- δ_d = rekenwaarde van de wandwrijvingshoek (zie Tabel 36)
- E_{pd} = rekenwaarde van de weerstand aan passieve zijde in de beschouwde grenstoestand (wordt meestal verwaarloosd)

Verder dient er geen modelfactor op de horizontale krachten te worden toegepast in DA 1/2 en DA 2; in DA 1/1 wordt een modelfactor 1,10 toegepast. In principe moet deze grenstoestand t.p.v. elke voeg worden onderzocht maar in dit geval wordt het schuiven enkel onderzocht in het ondervlak van de gewichtsmuur.

11.3.6. Kantelen

In dit geval dient te worden onderzocht of voldaan is aan het volgende rotatie-evenwicht:

$$M_{d,destab} \leq M_{d,stab}$$

Met

- $M_{d,destab}$ = som van de rekenwaarden van de destabiliserende momenten
- $M_{d,stab}$ = som van de rekenwaarden van de stabiliserende momenten

In principe moet het rotatie-evenwicht onderzocht worden t.p.v. elke voeg, maar hier wordt telkens het rotatie-evenwicht onderzocht rond het meest waterwaartse punt van het ondervlak van de gewichtsmuur.

Op de aandrijvende momenten wordt bijkomend een modelfactor 1,20 toegepast in DA 1/1 en DA 1/2; in DA 2 wordt deze modelfactor op 1,00 gezet.

11.3.7. Evenwichtsdraagvermogen

Er moet worden aangetoond dat:

$$V_d \leq R_d$$

Met

- V_d = som van de rekenwaarden van de loodrechte belasting op de funderingsaanzet
- R_d = rekenwaarde van het draagvermogen van de funderingsaanzet, rekening houdend met aanzetdiepte en excentriciteit en helling van de belastingen

11.3.8. Algemeen glijdingsevenwicht

Hiervoor wordt de veiligheid onderzocht voor glijding langsheen elk diepgelegen glijvlak. Volgens de huidige EC7 filosofie wordt de berekeningsmethode van Bishop toegepast. Er wordt een veiligheidscoëfficiënt bepaald, dit is het getal waarmee de cohesie en $\tan\phi$ van alle lagen moeten gedeeld worden om net aan het moment-evenwicht te voldoen. De controle gebeurt voor het geval DA 1/2, een veiligheidscoëfficiënt van 1,00 is voldoende. Belangrijk hierbij is dat er een andere materiaalfactor op $\tan\phi$ moet worden toegepast, namelijk 1,40 i.p.v. 1,25.

11.4. OORSPRONKELIJKE EN HUIDIGE SITUATIE

Bij berekening van de constructie volgens de Eurocode 7, is de kaaimuur theoretisch onstabiel zowel in de oorspronkelijke toestand (met houten palen) en met oorspronkelijke belastingen als in de huidige toestand (zonder palen) zowel voor de nieuwe belastingen als voor de oorspronkelijke belastingen. Bijgevolg is het noodzakelijk een aantal voorstellen uit te werken om de constructie in de nieuwe toestand te stabiliseren.

11.5. NIEUWE SITUATIE

Uit bovenstaande berekeningen is gebleken dat de huidige toestand niet stabiel is. Daarom worden in de voorontwerpfase verschillende voorstellen uitgewerkt om de toestand te stabiliseren, rekening houdend met de nieuwe situatie voor de nieuwe ontwerpbelastingen. Voor kaaimuurtype 7 wordt volgende voorgesteld:

- Voorstel 1: Verlaging kaaimuurplateau naar T.A.W. + 5,00 m en aanvullen dok tot T.A.W. + 0,95 m
- Voorstel 2: Aanvullen dok tot T.A.W. +0,95 m en installeren van groutankers om kantelen en schuiven te vermijden
- Voorstel 3: Installeren van verticale groutpalen doorheen de bestaande gewichtsmuur gecombineerd met groutankers om kantelen en schuiven te vermijden
- Voorstel 4: Aanbrengen stalen damwand voor de bestaande gewichtsmuur en verankeren met ankers en ankerwand

De voorstellen zijn onderstaand tekstueel uitgewerkt en zijn visueel uitgewerkt in BIJLAGE 8.

11.5.1. Voorstel 1: verlaging kade naar T.A.W. +5,00 m en aanvullen dok tot T.A.W. +0,95 m

A. Korte beschrijving

In dit voorstel wordt de bodem in het dok verhoogd naar T.A.W. + 0,95 m en wordt de gewichtsmuur en het achterliggende grondmassief verlaagd naar T.A.W. +5,00 m.

B. Besluiten

Uit de berekeningen is gebleken dat kaaimuurtype 7 theoretisch stabiel is voor de situatie waarbij de volgende zaken zijn uitgevoerd:

- verlaagd kaaimuur niveau op T.A.W. +5,00 m waarbij het maaiveld aan actieve zijde als volgt verloopt:
 - o Maaiveld op T.A.W. +5,00 m tot 12,50 m van het dagvlak van de gewichtsmuur
 - o Talud op 1/3 waarbij maaiveld verloopt van T.A.W. +5,00 m naar T.A.W. +7,20 m tussen 12,50 m en 19,10 m van het dagvlak van de kade
 - o Voorbij 19,10 m van het dagvlak van de kade: maaiveld op T.A.W. +7,20 m
- aanvullen bodem dok tot T.A.W. +0,95 m

C. Fasering / draaiboek voorstel 1

De gedetailleerde voorstelling is uitgewerkt op de tekeningen in BIJLAGE 7. Voor het uitvoeren van de stabilisatie wordt volgende fasering voorgesteld:

- Verhogen van de bodem van het dok van T.A.W. -1,55m naar T.A.W. +0,95m.
- Verwijderen van de bevoering en aanvulling tot op niveau T.A.W. +4,70m van het gedeelte achter de kaaimuur (horizontaal gedeelte ± 12,5 meter van het dagvlak van de kade, daarna in talud 1/3 aansluitend op niveau T.A.W. +7,20m)
- Verwijderen van de kesp van de kaaimuur tot op T.A.W. +4,70m
- Aanbrengen van nieuwe betonnen kesp op de bestaande kaaimuur.
- Inrichting kadeterrein met bevoering of begroeiing

De plaatsing van de definitieve bevoering hangt af van de timing en planning van de definitieve inrichting van het terrein.

11.5.2. Voorstel 2: aanvullen dok tot T.A.W. +0,95 m en aanbrengen groutankers

A. Korte beschrijving

In dit voorstel wordt de bodem van het dok aangevuld tot T.A.W. +0,95 m en worden doorheen de bestaande gewichtsmuur groutankers aangebracht om de constructie te stabiliseren. Het niveau van de kademuur blijft op T.A.W. + 7,20 m.

B. Aannames

Ankers

- tussenafstanden h.o.h. 2,50 m
- diameter: $\varnothing 36$ mm
- sectie: $1018 \text{ mm}^2/\text{anker}$

- staal 835/1030
- vloeikracht: 850 kN/anker of 340 kN/m
- dienstlast: $0,6 \times 850 = 500$ kN/anker of 200 kN/m
- breuklast: 1050 kN/anker of 420 kN/m
- lengte 17 m met wortellengte 8 m (de lengte wordt bepaald door het Kranz-evenwicht)
- aanzetpeil op T.A.W. -2,50 m

Berekeningen

- aan passieve zijde bevindt zich in principe grond tussen T.A.W. +0,95 m en het aanzetvlak van de gewichtsmuur op T.A.W. -2,40 m, dit is dus 3,35 m grond. In de berekeningen wordt uitgegaan van slechts 2,35 m grond (ca. de eerste meter grond wordt verwaarloosd) voor de bepaling van de verticale korreldrukken; de passieve gronddrukken worden verwaarloosd over die hoogte van 2,35 m.
- aan actieve zijde worden gronddrukken opgesplitst in twee delen:
 - o gronddruk op metselwerk met $\delta = \varphi$ (vanwege de grond op de getrapte keermuur)
 - o gronddruk op betonlichaam: $\delta = 2/3\varphi$
- de ankerkracht wordt ingevoerd als een kracht bestaande uit een verticale en een horizontale component met
 - o horizontale component: hefboom voor kantelen = 5,00 (niveau anker aan de achterzijde van de massieve kaaimuur) + 2,40 (niveau aanzetvlak)
 - o verticale component: hefboom wordt op 0 gezet, er wordt bijgevolg aangenomen dat de ankerkracht aangrijpt aan de voorzijde van de gewichtsmuur
- de ankerkracht wordt beschouwd als een permanente belasting: deze wordt niet gefactoreerd voor DA 1/2 en DA 2 en voor DA 1/1 – “ongunstig”; enkel voor het geval DA 1/1 – “gunstig” worden de componenten van de ankerkracht gefactoreerd met 1,35 (toepassing EC7 - geval B - gunstig)
- wateroverdruk wordt ook meegenomen tussen T.A.W. +4,45 en T.A.W. -5,50 m aan dokzijde en tussen T.A.W. +5,00 m en T.A.W. -5,50 m aan grondzijde voor de bezwijktoestanden DA 1/1 en DA 1/2
- voor het geval DA 2 wordt geen wateroverdruk beschouwd en worden aan actieve en passieve zijde neutrale gronddrukken beschouwd; in dit geval is de controle volgens DA 2 met neutrale gronddrukken niet relevant want het grondanker werkt pas als er een wijkbeweging optreedt. In dit geval gaat de neutrale grondtoestand over in een actieve/passieve grondtoestand.

C. Besluiten

Uit de berekeningen is gebleken dat kaaimuurtype 7 theoretisch stabiel is voor dit voorstel.

D. Fasering / draaiboek voorstel 2: installeren groutankers en aanvullen dok tot T.A.W. +0,95 m

De gedetailleerde uitwerking van het voorstel is vermeld in BIJLAGE 8. Ten behoeve van het plaatsen van de groutankers doorheen de bestaande kaaimuur wordt volgende uitgevoerd

- Weghalen en uitgraven van de bestaande kaaimuur en het achterliggend terrein over een strook van 4 meter tot op niveau T.A.W. +4,70m rekenend vanaf het huidig dagvlak van de kade. Via een talud 1/3 wordt aangesloten op het bestaande maaiveldniveau.
- Verwijderen gedeelte kesp boven T.A.W. +4,70 m
- Plaatsen verankeringsstaven voor de verbinding nieuwe kesp met bestaande structuur op niveau T.A.W. +4,70 m
- Plaatsen van de voerbuis voor de later te plaatsen groutankers
- Betonneren van het 1° deel van de kesp op de bestaande kaaimuur. Enkel de kop van de kesp wordt pas in 2° fase gebetonneerd (zie tekening)
- Het gedeelte achter de nieuwe kesp wordt aangevuld tot op niveau ca. T.A.W. +7,00m
- Boren van de groutankers
- Betonneren tweede deel van de kesp
- Inrichting kadeterrein: bevloering of begroeiing

De definitieve bevloering wordt aangelegd afhankelijk van de planning en timing van de definitieve herinrichting van de kade.

In dit geval bedraagt de afstand dagvlak kade tot uiterste punt van de grondankers 15,50 m. Dit is groter dan de afstand dagvlak kade tot voorkant toekomstig gebouw. Bij het ontwerp van de fundering van het gebouw dient hier bijgevolg rekening mee te worden gehouden.

11.5.3. Voorstel 3: aanbrengen groutkolommen en groutankers

A. Korte beschrijving

In dit voorstel blijft de bodem van het dok behouden op T.A.W. -1,55 m en worden doorheen de bestaande gewichtsmuur groutkolommen aangebracht met onderzijde op T.A.W. -5,50 m. Het betreft 3 rijen groutkolommen met onderlinge afstand h.o.h. van 1,50 m in beide richtingen. Verder worden groutankers aangebracht om de nieuwe constructie te stabiliseren. Het niveau van de kademuur blijft op T.A.W. + 7,20 m.

B. Aannames

Ankers

- tussenafstanden h.o.h. 2,50 m
- diameter: $\varnothing 40$ mm
- sectie: 1256 mm²/anker
- staal 835/1030
- vloeikracht: 1050 kN/anker of 420 kN/m
- dienstlast: $0,6 \times 1050 = 630$ kN/anker of 250 kN/m
- breuklast: 1290 kN/anker of 510 kN/m
- lengte 20 m met wortellengte 8 m (de lengte wordt bepaald door het Kranz-evenwicht)
- aanzetpeil op T.A.W. -4,00 m

Berekeningen

- aan passieve zijde bevindt zich in principe grond tussen T.A.W. -1,55 m en het aanzetvlak van de groutpalen op T.A.W. -5,50 m, dit is dus 3,95 m grond. In de berekeningen wordt voor de bepaling van de verticale korreldrukken naast de

- funderingsaanzet uitgegaan van slechts 3 m grond (ca. de eerste meter grond wordt verwaarloosd); de passieve gronddrukken worden verwaarloosd.
- aan actieve zijde worden gronddrukken opgesplitst in drie delen:
 - o gronddruk op metselwerk met $\delta = \varphi$ (vanwege de grond op de getrapte keermuur)
 - o gronddruk op betonlichaam: $\delta = 2/3\varphi$
 - o gronddruk op groutpalen: veiligheidshalve wordt uitgegaan van $\delta = 2/3\varphi$
 - de ankerkracht wordt ingevoerd als een kracht bestaande uit een verticale en een horizontale component met
 - o horizontale component: hefboom voor kantelen. In de berekening is het aangrijpniveau van de ankers aan de achterzijde van de massieve kaaimuur beschouwd: 5,00 (niveau anker) + 5,50 (niveau aanzetvlak)
 - o verticale component: hefboom wordt op 0 gezet, er wordt bijgevolg aangenomen dat de ankerkracht aangrijpt aan de voorzijde van de gewichtsmuur
 - de ankerkracht wordt beschouwd als een permanente belasting: deze wordt niet gefactoreerd voor DA 1/2 en DA 2 en voor DA 1/1 – “ongunstig”; enkel voor het geval DA 1/1 – “gunstig” worden de componenten van de ankerkracht gefactoreerd met 1,35 (toepassing EC7 - geval B - gunstig)
 - het gewicht van het grondlichaam (in dit geval groutkolommen + grond) wordt in rekening gebracht door tussen T.A.W. -2,40 m en T.A.W. -5,50 m, 3,10 m natte grond te beschouwen met schijnbaar grondgewicht $\gamma' = 9,7 \text{ kN/m}^3$
 - wateroverdruk wordt ook meegenomen tussen T.A.W. +4,45 en T.A.W. -5,50 m aan dokzijde en tussen T.A.W. +5,00 m en T.A.W. -5,50 m aan grondzijde voor de bezwijktoestanden DA 1/1 en DA 1/2
 - voor het geval DA 2 wordt geen wateroverdruk beschouwd en worden aan actieve en passieve zijde neutrale gronddrukken beschouwd. In dit geval is de controle volgens DA 2 met neutrale gronddrukken niet relevant want het grondanker werkt pas als er een wijkbeweging optreedt. Dan gaat de neutrale grondtoestand over in een actieve/passieve grondtoestand.

C. Besluiten

Uit de berekeningen is gebleken dat kaaimuurtype 7 theoretisch stabiel is voor dit voorstel.

D. Draaiboek / fasering alternatief 3: installeren groutankers

De gedetailleerde uitwerking van het voorstel is vermeld in BIJLAGE 8. De volgende fasering wordt voorgesteld:

- Weghalen en uitgraven van de bestaande kaaimuur en het achterliggend terrein over een strook van 4 meter tot op niveau T.A.W. +4,70m rekenend vanaf het huidig dagvlak van de kade. Via een talud 1/3 wordt aangesloten op het bestaande maaiveldniveau.
- Verwijderen gedeelte kesp boven T.A.W. +4,70 m
- Boren groutkolommen doorheen bestaande tot op niveau T.A.W. -5,50m doorheen de bestaande constructie
- Vooraleer de kesp volledig wordt gebetonneerd wordt volgende uitgevoerd:

- Plaatsen verankeringsstaven voor de verbinding nieuwe kesp met bestaande structuur op niveau T.A.W. +4,70 m
- Plaatsen van de voerbuis voor de later te plaatsen groutankers
- Betonneren van het 1° deel van de kesp op de bestaande kaaimuur. Enkel de kop van de kesp wordt pas in 2° fase gebetonneerd (zie tekening)
- Het gedeelte achter de nieuwe kesp wordt aangevuld tot op niveau ca. T.A.W. +7,00m
- Boren van de groutankers
- Betonneren tweede deel van de kesp
- Inrichting kadeterrein: bevoering of begroeiing

De definitieve bevoering wordt aangelegd afhankelijk van de planning en timing van de definitieve herinrichting van de kade.

In dit geval bedraagt de afstand dagvlak kade tot uiterste punt van de grondankers 18,00 m. Dit is groter dan de afstand dagvlak kade tot voorkant toekomstig gebouw. Bij het ontwerp van de fundering van het gebouw dient hier bijgevolg rekening mee te worden gehouden.

11.5.4. Voorstel 4: aanbrengen stalen damwand voor de bestaande gewichtsmuur

A. Korte beschrijving

In dit voorstel wordt een nieuwe damwand geheid voor de bestaande gewichtsmuur. De damwand wordt verankerd via ankers aan een ankerwand op ca. 15,00 m afstand van de damwand. De dokbodem blijft behouden en het niveau van de kade blijft op T.A.W. +7,20 m. In dit voorstel verliest de bestaande gewichtsmuur zijn functie.

B. Aannames

Grond

- Actieve zijde: vlak maaiveld op T.A.W. + 7,20 m
- Passieve zijde: vlakke bodem op T.A.W. 1,55 m

Damwand

Stalen damwand met

- Staalkwaliteit S355
- $EI = 7,77 \times 10^4 \text{ kNm}^2/\text{m}$
- $W = 2140 \text{ cm}^3/\text{m}$
- Top: op ca. T.A.W. +7,00 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. -11,00 m

Betonnen kesp

Betonnen kesp bovenaan met:

- hoogte = 1,00 m
- breedte = 0,80 m
- Top: op ca. T.A.W. +7,20 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. +6,20 m

Ankers

Voorlopig wordt uitgegaan van volgende ankers

- anker h.o.h. 2,50 m: Dywidag GEWI Plus $\varnothing 40$ staal 670/800
- dienstlast (DA 2): 500 kN/anker of 200 kN/m
- Niveau ankers: ca. T.A.W. +5,00 m

Ankerwand

Stalen damwand met:

- Staal S240
- $EI = 3,81 \times 10^4 \text{ kNm}^2/\text{m}$
- $W = 1320 \text{ cm}^3/\text{m}$
- Top: op ca.T.A.W. +7,00 m
- Onderzijde: op ca.T.A.W. -1,00 m

Belastingen

- terreinbelasting van 20 kN/m^2
- gronddrukken
- wateroverdruk van 0,50 m

C. Berekeningen voorstel 4: heien damwand en ankerwand

Volgende berekeningen worden uitgevoerd:

- In uiterste grenstoestand
 - o De sterkte van de damwand, de sterkte van de ankers en de controle van de passieve weerstand
 - o Kranz-stabiliteit
 - o Het algemeen glijdingsevenwicht
 - o Dimensionering van ankerwand
- In gebruiksgrenstoestand worden enkel de vervormingen onderzocht.

D. Besluiten voorstel 4: heien damwand en ankerwand

Bij het voorstel 4 wordt de functie van de bestaande kaaimuur volledig vervangen. Een nieuwe damwand en bijhorende ankerwand nemen de functie van de huidige kaaimuur over. De hoogte van de kade blijft behouden op T.A.W. +7,20m.

E. Fasering / draaiboek voorstel 4

Een gedetailleerde uitwerking van de fasering bevindt zich in BIJLAGE 8.

- Op 1 meter van het dagvlak van de huidige kaaimuur wordt een nieuwe damwand geheid (T.A.W. -11,00m tot T.A.W. +7,00m). De bestaande kaaimuur dient niet bijkomend te worden beschermd gezien deze geen toekomstige functie meer heeft.

- De grond achter de bestaande gewichtsmuur wordt vanaf het dagvlak van de kade tot ca. 15 m achter het huidige dagvlak van de kade weggehaald tot op niveau T.A.W. +4,80m. Daarna wordt onder talud 1/3 verder aangesloten op het bestaande maaiveld.
- Verwijderen gedeelte betonnen kesp boven T.A.W. +4,80 m
- Op 15 m van de nieuwe damwand wordt een ankerwand geheid (T.A.W. -1,00m tot T.A.W. +7,00m) en door ankers en gordingen op T.A.W. +5,00m verbonden met de voorste damwand.
- De volledige werkzone wordt tot op niveau T.A.W. +6,20m aangevuld.
- De kesp op de voorste damwand wordt gebetonneerd tot niveau T.A.W. +7,20m en de rest van de zone wordt aangevuld tot op niveau T.A.W. +7,00m.
- Inrichting kadeterrein: bevoering of begroeiing

De definitieve bevoering/begroeiing is afhankelijk van de definitieve inrichting van de terreinen.

Bij dit voorstel is het echter zo dat – conform de voorstellen in het Masterplan - de ankerwand zich in de nabijheid van de fundering van de nieuwe gebouwen kan bevinden (rand gebouw – dagvlak huidige kade 15 m). Dit komt erop neer dat de fundering van de gebouwen en de ankerwand van de kade geïntegreerd kunnen worden, indien de plannen voor de gebouwen in die mate geconcretiseerd zijn. In het geval de gebouwen verder van de kaaimuren ingeplant zijn, kan de fundering van de gebouwen onafhankelijk worden ontworpen en uitgevoerd.

11.6. RAMINGEN

De onderstaande tabel geeft een samenvatting weer van de raming voor de verschillende voorstellen.

Indien een bepaald voorstel niet kan in combinatie met bebouwing, wordt voor dat deel geen éénheidsprijs ingevuld.

TECHNISCHE STUDIE KAAIMUREN

KAAIMUURTYPE 7	afstand (m)	voorstel 1 Verlaging + aanvullen dok		voorstel 2 Aanvullen dok + groutankers		voorstel 3 Vertikale groutpalen + ankers		voorstel 4 Stalen damwand + ankers	
		per lopende m	totaal	per lopende m	totaal	per lopende m	totaal	per lopende m	totaal
zone gebouwen 21-28									
bebouwd (op afstand)	299	€ 2.240,23	€ 689.828,77	-	-	-	-	€ 6.512,50	€ 1.947.237,50
bebouwd (op kaaimuur)									
openbaar domein	316	€ 2.240,23	€ 707.912,68	€ 4.196,26	€ 1.326.018,16	€ 5.931,47	€ 1.874.344,52	€ 6.512,50	€ 2.057.950,00
brug	15	€ 2.240,23	€ 33.603,45	€ 4.196,26	€ 62.943,90	€ 5.931,47	€ 88.972,05	€ 6.512,50	€ 97.687,50
TOTAAL excl.btw	630,00		€ 1.411.344,90		€ 1.388.962,06		€ 1.963.316,57		€ 4.102.875,00

Totaal excl. btw technologische herstellingen :

Nihil

Nihil

Nihil

Nihil

12. VOORONTWERP KAAIMUURTYPE 8

12.1. ALGEMEEN

- Locatie: Achterdok
- Kaainummers: 125 - 130
- Bouwjaar: 1915 - 1918
- Specificaties / Materialen:
 - o Gemetselde keermuur met boven water een sterk verweerde cementbekleding
 - o Kesp is een hardsteen
 - o Fundering bestaat uit een groot aantal houten palen

De eindbestemmingen van dit gedeelte komen voort uit het Masterplan:

- Onbebouwd behoud huidig kadepeil
- Onbebouwd met verlaagd kaaimuurplateau
- Gebouw op 12,80 m van huidig dagvlak kade
- Fundering voetgangers/fietsersbrug



Foto 13: Vooraanzicht kaaimuurtype 8

In BIJLAGE 9 bevindt zich de gedetailleerde locatie en doorsnede van de kaaimuur.

BELANGRIJKE OPMERKING:

De inplanting van de gebouwen aan de andere zijde van de Kleindokkaai is dermate dat de fundering van de gebouwen zich binnen de invloedszone van de kaaimuren bevindt. Er dient nader te worden onderzocht in hoeverre – bij de constructie van de gebouwen – rekening gehouden is met de aanwezigheid van de kaaimuur en in hoeverre aanpassingen zijn uitgevoerd aan de kaaimuren ter stabilisatie ervan.

In de uitwerking en bespreking van de bestaande en nieuwe situatie betreffende kaaimuur type 8 dient voor de betreffende zone voorbehoud te worden gemaakt tot verdere gegevens betreffende eventuele aanpassingen van de kaaimuur of invloeden van de gebouwen gekend zijn.

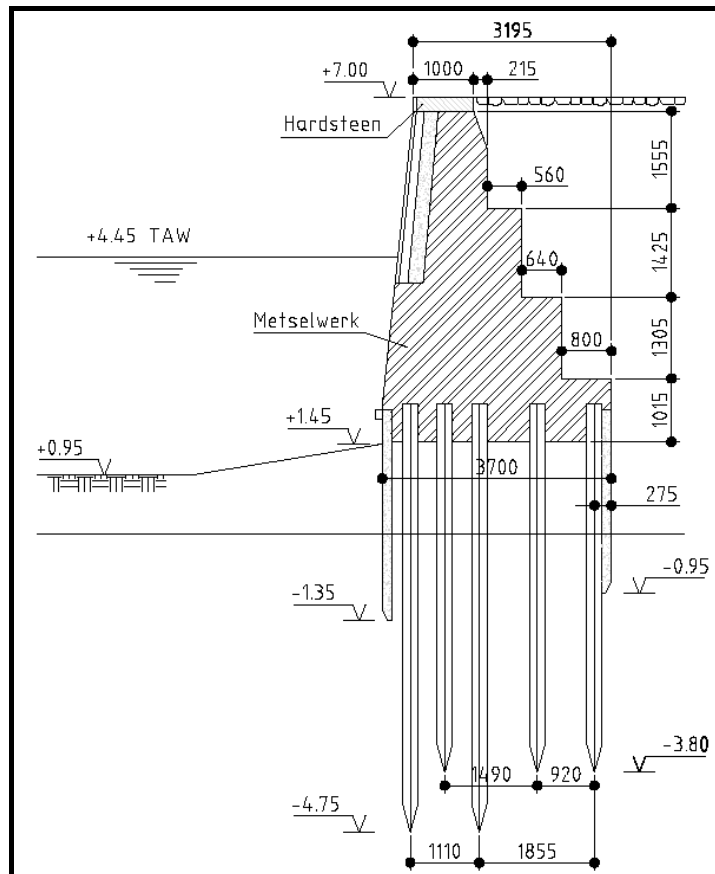
12.2. UITGANGSPUNTEN

12.2.1. Kaaimuurtype

Het betreft een gewichtsmuur opgebouwd uit een bovenstructuur van metselwerk die gefundeerd is op een groot aantal houten palen. Bovenop is een hardsteen aangebracht en boven water is het metselwerk voorzien van een (sterk verweerde) cement bekleding. Er zijn geen gegevens gekend van de palen (lengte, diameter, aantal, ...) noch van de constructie aan de uiteinden van de kaaimuur (overgang- of retourconstructies bij overgang van kaaimuurtype): er is niet gekend of deze uit betonnen palen of uit een doorlopende wand bestaat.

12.2.2. Algemene afmeting

- lengte kaaimuur: 467 m (volgens plan B3/11236)
- breedte hardsteen bovenaan: 1,0 m
- dikte hardsteen bovenaan: 0,20 m
- breedte metselwerk onderaan: 3,7 m
- hoogte metselwerk: 5,55 m
- lengte houten palen onder het metselwerk: 2,70 m – 6,20 m – 5,25 m – 3,35 m



Figuur 13: Schets met aannames afmetingen en niveaus kaaimuurtype 8

12.2.3. Niveaus

- bovenzijde kaaimuur: T.A.W. +7,00 m
- onderzijde metselwerk: T.A.W. +1,45 m
- onderzijde houten palen: T.A.W. -1,35 m/T.A.W. -4,75 m/T.A.W. -3,80 m/T.A.W. -0,95 m
- dokwaterpeil: T.A.W. +4,45
- grondwaterpeil: dokwaterpeil + 0,5 m \approx T.A.W. +5,00 m
- bodempeil t.p.v. dagvlak kade: T.A.W. +1,45 m
- bodempeil varieert naar T.A.W. +0,95 m over een talud 1/6 (breedte talud = 3,0 m)

12.2.4. Materiaalgegevens

- $\gamma_{\text{metselwerk}} = 18 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma_{\text{water}} = 10 \text{ kN/m}^3$

12.2.5. Bolder

- geen gegevens beschikbaar
- er wordt een uitgespreide horizontale belasting van 10 kN/m aangenomen

12.2.6. Oorspronkelijke belastingen

- de kaaimuur heeft een gebruiksbelasting van 30 kN/m^2 over 10,5 m vanaf de buitenkant betonnen kesp; aangenomen wordt dat daarbuiten een belasting werkt van 10 kN/m^2
- bolderbelasting: ca. 10 kN/m
- combinatiefactor voor alle belastingen wordt aangenomen op 0,70
- er wordt geen fenderbelasting beschouwd

12.2.7. Nieuwe belastingen

- de kaaimuur heeft een gebruiksbelasting van 20 kN/m^2 oneindig uitgestrekt
- geen bolderbelasting
- geen kraanrailbelasting
- geen fenderbelasting

12.2.8. Grondgegevens

- Er wordt verwezen naar het document: Gwod00101/Rapport Uitgangspunten waaruit de onderstaande tabellen werden overgenomen; langsheen de 467 m kaaimuur worden 3 verschillende grondprofielen opgesteld: A-B-C, waarvan de karakteristieken zijn opgenomen in de onderstaande tabellen (de berekeningen worden uitgevoerd voor de grondparameters van grondlagenopbouw A)
- het grondwaterpeil is aangenomen op 0,5 m boven het dokwaterpeil en afgerond op T.A.W. +5,00 m

Tabel 37: Karakteristieke waarden van de relevante grondparameters

Grondlagenopbouw A

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	γ_d	γ_n	c	φ'	c_u
		[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,00	4,45	17	19	0	26,0	-
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	3,85	14	18	2	20,0	20,0
Pl-leem	Pleistoceen leem	3,85	0,80	18	18	2	25,0	40,0
Pl-zand	Pleistoceen zand	0,80	-6,00	16	20	0	27,5	-
Pa	Paniselliaan zand	-6,00	dieper	15	19	0	32,0	-

Grondlagenopbouw B

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	γ_d	γ_n	c	φ'	c_u
		[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,00	4,45	17	19	0	26,0	-
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	3,85	14	18	2	20,0	20,0
Pl-leem	Pleistoceen leem	3,85	0,00	18	18	2	25,0	40,0
Pl-zand	Pleistoceen zand	0,00	-9,00	16	20	0	27,5	-
Pa	Paniselliaan zand	-9,00	dieper	15	19	0	32,0	-

Grondlagenopbouw C

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	γ_d	γ_n	c	φ'	c_u
		[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[kN/m ²]

AV	Aangevuld/vergraven	7,00	4,45	17	19	0	26,0	-
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	3,85	14	18	2	20,0	20,0
Pl-leem	Pleistoceen leem	3,85	2,00	18	18	2	25,0	40,0
Pl-zand	Pleistoceen zand	2,00	-8,50	16	20	0	27,5	-
Pa	Paniselliaan zand	-8,50	dieper	15	19	0	32,0	-

Tabel 38: Karakteristieke waarden van de relevante grondparameters t.b.v. een MSheet-berekening
 Grondlagenopbouw A

Code	Laagtype	Bovenkant [m]	Onderkant [m]	δ' [°]	Horizontale beddinsconstante		
					K ₁	K ₂	K ₃
					[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,00	4,45	17,3	8.000	4.000	2.000
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	3,85	13,3	2.000	800	500
Pl-leem	Pleistoceen leem	3,85	0,80	16,7	6.000	4.000	2.000
Pl-zand	Pleistoceen zand	0,80	-6,00	18,3	12.000	6.000	3.000
Pa	Paniselliaan zand	-6,00	dieper	21,3	20.000	10.000	5.000

Grondlagenopbouw B

Code	Laagtype	Bovenkant [m]	Onderkant [m]	δ' [°]	Horizontale beddinsconstante		
					K ₁	K ₂	K ₃
					[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,00	4,45	17,3	8.000	4.000	2.000
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	3,85	13,3	2.000	800	500
Pl-leem	Pleistoceen leem	3,85	0,00	16,7	6.000	4.000	2.000
Pl-zand	Pleistoceen zand	0,00	-9,00	18,3	12.000	6.000	3.000
Pa	Paniselliaan zand	-9,00	dieper	21,3	20.000	10.000	5.000

Grondlagenopbouw C

Code	Laagtype	Bovenkant [m]	Onderkant [m]	δ' [°]	Horizontale beddinsconstante		
					K ₁	K ₂	K ₃
					[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,00	4,45	17,3	8.000	4.000	2.000
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	3,85	13,3	2.000	800	500
Pl-leem	Pleistoceen leem	3,85	2,00	16,7	6.000	4.000	2.000
Pl-zand	Pleistoceen zand	2,00	-8,50	18,3	12.000	6.000	3.000
Pa	Paniselliaan zand	-8,50	dieper	21,3	20.000	10.000	5.000

12.2.9. Ouderdomseffecten

Er wordt aangenomen dat de houten palen dermate verouderd en verweerd zijn dat ze als niet bestaand worden beschouwd. In dit geval wordt de funderingsaanzet aan de onderzijde van de betonnen basis beschouwd: dit is op T.A.W. +1,45 m. Hierbij zit geen grond aan passieve zijde en het grondlichaam tussen de palen wordt in dit geval buiten beschouwing gelaten.

12.3. BEREKENINGSMETHODOLOGIE

12.3.1. Algemeen

Onder gewichtsmuren worden alle grondkerende constructies beschouwd bestaande uit stenen, gestapelde blokken of uit (on)gewapend beton en die een breed aanzetvlak hebben. Het gewicht van de wand, inclusief een deel van de grond, speelt een voorname rol in de kerende functie van de constructie. Mogelijke grenstoestanden zijn:

- glijding langs het basisvlak of een ander vlak (Schuiven)
- verlies evenwichtsdraagvermogen
- kantelen rond de teen van de gewichtsmuur (Kantelen)
- verlies van algemeen evenwicht door glijding langs diepe glijvlakken
- structureel bezwijken van de kerende structuur
- ontoelaatbaar water of grondtransport door de voegen
- ontoelaatbare verplaatsingen

Er wordt aangenomen dat aan de grenstoestanden “structureel bezwijken van de keermuur” en “ontoelaatbaar water of grondtransport door de voegen” voldaan waren in de oorspronkelijke toestand. In ontwerpfasie dient er uitvoerig onderzoek worden verricht naar de huidige staat van het 90 jaar oude metselwerk om te kunnen beoordelen of de constructie nog in staat is voor een lange tijd de functie als gewichtsmuur te vervullen. Vermoedelijk is een intensief herstellings- en vernieuwingsproces noodzakelijk.

Het algemeen glijdingsevenwicht wordt onderzocht met de MStab software. De andere grenstoestanden worden getoetst via berekeningen met Excel rekenbladen.

12.3.2. Bepaling gronddrukken

De keermuur bestaat uit 2 delen:

- het bovenste gedeelte uit metselwerk in trapvorm, m.a.w. de wandwrijvingshoek kan gelijk gesteld worden aan de hoek van de inwendige wrijving aangezien er altijd een laagje grond op de muur zal blijven kleven bij een wijkbeweging van de keermuur.
- het onderste gedeelte: een groot aantal houten palen: hiermee wordt enkel rekening gehouden voor de berekening van de oorspronkelijke toestand, in dat geval worden de palen en de tussenliggende grond als 1 wand beschouwd. Hiervoor wordt voor de eenvoud van berekeningen ook uitgegaan van een wandwrijvingshoek ϕ (geldig voor wrijving grond-grond)

De actieve gronddrukken worden bepaald in MSheet (MSheet levert de horizontale componenten van de gronddruk), ter vereenvoudiging wordt aangenomen dat de keermuur volledig vlak is. Deze aanname wordt ook toegepast voor de rest van de berekening: ter bepaling van het eigengewicht van de keermuur wordt een driehoekig grondlichaam boven de keermuur meegeteld. De gronddrukken worden bepaald in MSheet via de c , ϕ , δ - methode, dit is de methode van Culmann. Dit is een variant op de methode van Coulomb, waarbij ook met rechte glijvlakken wordt gerekend. Het is een grafische methode en levert in het geval van actieve gronddruk de maximale kracht op de wand en voor passieve gronddruk de minimale kracht op de wand. Dit in tegenstelling tot de methode van Coulomb die de actieve gronddruk onderschat en de passieve gronddruk overschat.

De neutrale gronddruk aan actieve zijde wordt afgeleid uit de door MSheet bepaalde actieve gronddrukken via de volgende methodiek:

- bepalen gemiddelde φ van alle grondlagen tussen top constructie en aanzetniveau; voor de eenvoud wordt voor elke berekening van kaaimuurtype 8 een hoek van inwendige wrijving $\varphi = 25^\circ$ genomen
- in MSheet wordt voor $\delta = \varphi$ de waarde bepaald van de coëfficiënt van actieve gronddruk (volgens methode van Kotter voor gekromde glijvlakken) voor $\varphi = 25^\circ$ d.i. $\lambda_a = 0,34$
- coëfficiënt voor neutrale gronddruk bepalen met $\lambda_n = 1 - \sin\varphi_d = 0,58$
- Q_n bepalen met $Q_n = Q_a \times \lambda_n / \lambda_a = Q_a \times 0,58 / 0,34$, dit levert een benadering op van de neutrale gronddruk

Aan passieve zijde wordt de neutrale gronddruk handmatig berekend:

- voor de oorspronkelijke toestand met aanzetvlak t.p.v. onderkant palen wordt aan passieve zijde Pleistoceen zand beschouwd met $\varphi = 27,5^\circ$ en $\lambda_n = 1 - \sin\varphi_d = 0,538$
- voor de huidige situaties is er geen grond aan passieve zijde

Voor de controle van het schuiven wordt uitgegaan van:

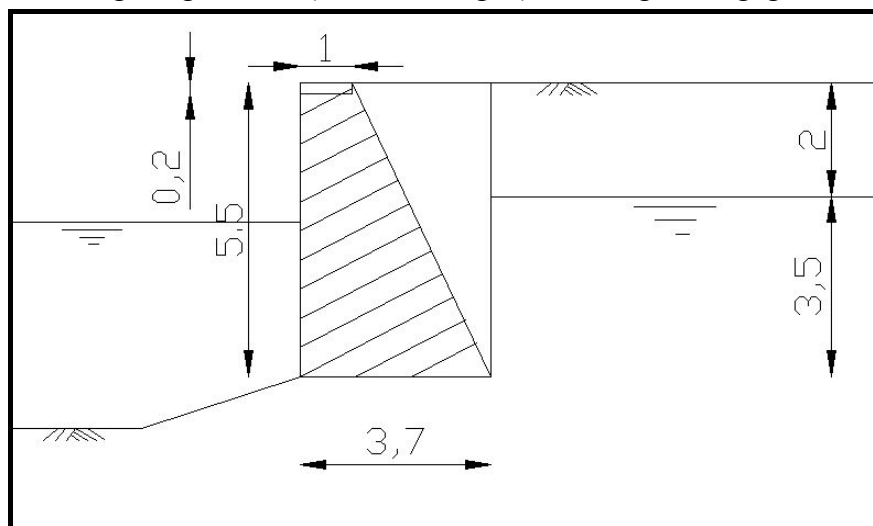
- voor de oorspronkelijke toestand van een aanzetvlak in de Pleistoceen zandlaag met $\varphi = 27,5^\circ$
- voor de huidige situaties wordt uitgegaan van Pleistoceen leem met $\varphi = 25^\circ$

Dit leidt tot waarden voor de rekenwaarde van de wrijving fundering – grond: $S_d/V_d = \tan\delta_d$ met $\delta_d = \varphi$ voor ruw contactvlak metselwerk-grond of voor situatie grond-grond (oorspronkelijke toestand) zoals aangegeven in Tabel 39.

Situatie	Parameter	Dimensie	DA 1/1	DA 1/2	DA 2
Oorspronkelijk	μ	[-]	0,52	0,42	0,52
Huidig	μ	[-]	0,47	0,37	0,47

Tabel 39: Aangenomen waarden wrijving fundering - grond

Er wordt een moot van 1 meter kaaimuur in de langsrichting beschouwd. In Figuur 14 worden de voor de berekening aangenomen (vereenvoudigde) afmetingen aangegeven.



Figuur 14: Aangenomen geometrie voor de berekeningen

12.3.3. Belastinggevallen

De beschouwde Design Approaches voor de verschillende grenstoestanden zijn:

- Schuiven: volgens DA 1/1 – DA 1/2 – DA 2
- Kantelen: volgens DA 1/1 – DA 1/2 – DA 2
- Evenwichtsdraagvermogen: volgens DA 1/1 – DA 1/2
- Algemene stabiliteit door glijding langs diepe glijvlakken: volgens DA 1/2

Voor DA 1/1 moet er bovendien onderscheid worden gemaakt tussen een ongunstig geval en een gunstig geval.

Voor DA 1/1 en DA 1/2 worden actieve en passieve gronddrukken beschouwd. Voor DA 2 wordt uitgegaan van neutrale gronddrukken en in dat geval worden geen wateroverdrukken beschouwd. In alle beschouwde Design Approaches dient de veiligheid voor de grenstoestanden 1,00 te bedragen.

12.3.4. Partiële belastings- en materiaalfactoren

Volgens het toe te passen NAD-document voor België moeten volgende partiële belastingsfactoren worden ingevoerd.

Design Approach	Permanente belastingen	Variabele belastingen
-----------------	------------------------	-----------------------

	ongunstig	gunstig	ongunstig	gunstig
DA 1/1	1,35	1,00	1,50	0,00
DA ½	1,00	1,00	1,30	0,00
DA 2	1,00	1,00	1,00	0,00

Tabel 40: Partiële belastingsfactoren conform aanbeveling EC 7-NAD voor België

Design Approach	Materiaalparameter			
	tanφ	c'	c _u	γ _d /γ _n
DA 1/1 en DA 2	1,00	1,00	1,00	1,00
DA ½	1,25 ⁽¹⁾	1,25	1,40	1,00

⁽¹⁾ Deze waarde moet 1,40 worden (EC7) voor de berekening van het algemeen glijdingsevenwicht

Tabel 41: Partiële materiaalfactoren conform vroegere EC 7

Aard contactvlak	δ _d
	[graden]
Grond – staal	2/3φ _d
Grond – beton (ruw)	φ _d
Grond – beton (glad)	2/3φ _d
Grond – grond	φ _d

Tabel 42: Aan te nemen waarden wandwrijvingshoek conform aanbeveling EC 7-NAD voor België

12.3.5. Schuiven

In dit geval dient te worden onderzocht of voldaan is aan het volgende horizontale evenwicht:

$$H_d \leq S_d + E_{pd}$$

Met

- H_d = som van de rekenwaarde van de horizontale aandrijvende krachtswerkingen (wateroverdruk – grondgewicht – gronddruk t.g.v. bovenbelasting – bolderbelasting)
- $S_d = V_d \times \tan\delta_d$ = rekenwaarde van de wrijving fundering – grond
- V_d = som van de rekenwaarde van de verticale krachtswerkingen op de gewichtsmuur (EG – bovenbelasting – kraanrailbelasting)
- δ_d = rekenwaarde van de wandwrijvingshoek (zie Tabel 42)
- E_{pd} = rekenwaarde van de weerstand aan passieve zijde in de beschouwde grenstoestand (wordt meestal verwaarloosd)

Verder dient er geen modelfactor op de horizontale krachten te worden toegepast in DA 1/2 en DA 2; in DA 1/1 wordt een modelfactor 1,10 toegepast. In principe moet deze grenstoestand t.p.v. elke voeg worden onderzocht maar in dit geval wordt het schuiven enkel onderzocht in het ondervlak van de gewichtsmuur.

12.3.6. Kantelen

In dit geval dient te worden onderzocht of voldaan is aan het volgende rotatie-evenwicht:

$$M_{d,destab} \leq M_{d,stab}$$

Met

- $M_{d,destab}$ = som van de rekenwaarden van de destabiliserende momenten
- $M_{d,stab}$ = som van de rekenwaarden van de stabiliserende momenten

In principe moet het rotatie-evenwicht onderzocht worden t.p.v. elke voeg, maar hier wordt telkens het rotatie-evenwicht onderzocht rond meest het waterwaartse punt van het ondervlak van de gewichtsmuur.

Op de aandrijvende momenten wordt bijkomend een modelfactor 1,20 toegepast in DA 1/1 en DA 1/2; in DA 2 wordt deze modelfactor op 1,00 gezet.

12.3.7. Evenwichtsdraagvermogen

Er moet worden aangetoond dat:

$$V_d \leq R_d$$

Met

- V_d = som van de rekenwaarden van de loodrechte belasting op de funderingsaanzet
- R_d = rekenwaarde van het draagvermogen van de funderingsaanzet, rekening houdend met aanzetdiepte en excentriciteit en helling van de belastingen

12.3.8. Algemeen glijdingsevenwicht

Hiervoor wordt de veiligheid onderzocht voor glijding langsheen elk diepgelegen glijvlak. Volgens de huidige EC7 filosofie wordt de berekeningsmethode van Bishop toegepast. Er wordt een veiligheidscoëfficiënt bepaald, dit is het getal waarmee de cohesie en $\tan\phi$ van alle lagen moeten gedeeld worden om net aan het moment-evenwicht te voldoen. De controle gebeurt voor het geval DA 1/2, een veiligheidscoëfficiënt van 1,00 is voldoende. Belangrijk hierbij is dat er een andere materiaalfactor op $\tan\phi$ moet worden toegepast, namelijk 1,40 i.p.v. 1,25.

12.4. OORSPRONKELIJKE EN NIEUWE SITUATIE

Bij berekening van de constructie volgens de Eurocode 7, is de kaaimuur theoretisch onstabiel zowel in de oorspronkelijke toestand (met houten palen) en met oorspronkelijke belastingen als in de huidige toestand (zonder palen) zowel voor de nieuwe belastingen als voor de oorspronkelijke belastingen. Bijgevolg is het noodzakelijk een aantal voorstellen uit te werken om de constructie in de nieuwe toestand te stabiliseren.

12.5. NIEUWE SITUATIE

Uit bovenstaande berekeningen is gebleken dat de huidige toestand niet stabiel is. Daarom moeten in dit voorontwerp verschillende voorstellen worden uitgewerkt om de toestand te stabiliseren in de nieuwe situatie voor de nieuwe ontwerpbelastingen. Voor kaaimuurtype 8 wordt volgende voorgesteld:

- Voorstel 1: Aanbrengen stalen damwand waterwaarts van de bestaande gewichtsmuur en verankeren met ankers en ankerwand
- Voorstel 2: Aanbrengen stalen damwand waterwaarts van de bestaande gewichtsmuur en verankeren met groutankers
- Voorstel 3: Verlagen niveau kade naar T.A.W. +5,00 m en aanbrengen stalen damwand waterwaarts van de bestaande gewichtsmuur en verankeren met ankers en ankerwand
- Voorstel 4: Verlagen niveau kade naar T.A.W. +5,00 m en aanbrengen stalen damwand waterwaarts van de bestaande gewichtsmuur en verankeren met groutankers

De voorstellen zijn onderstaand tekstueel uitgewerkt en zijn visueel uitgewerkt in BIJLAGE 9.

12.5.1. Voorstel 1: aanbrengen stalen damwand en verankeren met ankers en ankerwand

A. Korte beschrijving

In dit voorstel wordt 1 m waterwaarts van de bestaande gewichtsmuur een nieuwe stalen damwand geheid. De nieuwe damwand wordt verankerd d.m.v. ankerstaven aan een nieuwe ankerwand die op ca. 12 m van de nieuwe damwand wordt geheid. Het niveau van de bovenkant kade blijft op T.A.W. + 7,00 m.

B. Aannames

Grond

- Actieve zijde: vlak maaiveld op T.A.W. + 7,00 m
- Passieve zijde: vlakke bodem op T.A.W. +0,95 m

Damwand

Stalen damwand met:

- staalkwaliteit S240
- $EI = 4,137 \times 10^4 \text{ kNm}^2/\text{m}$
- $W = 1430 \text{ cm}^3/\text{m}$
- Top: op ca. T.A.W. +6,80 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. -4,00 m

Betonnen kesp

Betonnen kesp met:

- hoogte = 1,00 m
- breedte = 0,80 m
- Top: op ca. T.A.W. +7,00 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. +6,00 m

Ankers

Voorlopig wordt uitgegaan van volgende ankers

- anker h.o.h. 2,50 m: Dywidag GEWI Plus $\varnothing 40$ staal 500/550
- dienstlast (DA 2): 375 kN/anker of 150 kN/m

- Niveau ankers: ca. T.A.W. +5,00 m

Ankerwand

Stalen ankerwand met:

- Staal S240
- $EI = 3,81 \times 10^4 \text{ kNm}^2/\text{m}$
- $W = 1320 \text{ cm}^3/\text{m}$
- Top: op ca. T.A.W. +6,80 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. -1,00 m

Belastingen

- terreinbelasting van 20 kN/m^2
- gronddrukken
- wateroverdruk van 0,50 m

C. Berekeningen voorstel 1: heien damwand en ankerwand

Volgende berekeningen worden uitgevoerd:

- In uiterste grenstoestand
 - o De sterkte van de damwand, de sterkte van de ankers en de controle van de passieve weerstand
 - o Kranz-stabiliteit
 - o Het algemeen glijdingsevenwicht
 - o Dimensionering van ankerwand
- In gebruiksgrenstoestand worden enkel de vervormingen onderzocht.

D. Besluiten

Bij dit voorstel wordt de functie van de bestaande kaaimuur volledig vervangen. Een nieuwe damwand en bijhorende ankerwand nemen de functie van de huidige kaaimuur over. De hoogte van de kade blijft behouden op T.A.W. +7,00m.

E. Fasering – draaiboek voorstel 1

De gedetailleerde fasering is uitgewerkt op de tekeningen in BIJLAGE 9. Gezien de aard van de constructie dient voor het inheien van de damwand voor de bestaande constructie geen bijkomende maatregelen te worden getroffen. De volgende fasering wordt voorgesteld:

- de damwand wordt op 1 m van de voorzijde van de fundering van de bestaande constructie geheid (T.A.W. -4,00m tot T.A.W. +6,80m)
- over ca. 12 m vanaf het dagvlak van de huidige kade wordt de bestaande bevloering, kadeconstructie en aanvulling verwijderd. De aansluiting met het bestaande maaiveld wordt gemaakt door een talud 1/3,
- de achterliggende ankerwand wordt geheid (T.A.W. -1,00m tot T.A.W. + 6,80m) op 12 m van de nieuwe damwand. De verbinding tussen beide wanden gebeurt door ankers en gordingen op niveau T.A.W. + 5,00m.

- de zone tussen de nieuwe damwanden wordt aangevuld tot op niveau T.A.W. +6,00m en de betonnen kesp wordt op de voorste damwand gestort (tot niveau T.A.W. + 7,00m).
- de resterende aanvulling wordt uitgevoerd tot op niveau T.A.W. + 6,80m
- inrichting kadeterrein met bevoering of begroeiing

De aanleg van de definitieve bevoering/begroeiing is afhankelijk van de timing en planning van de definitieve terreininrichting.

Bij dit voorstel is het echter zo dat – conform de voorstellen in het Masterplan - de ankerwand zich in de nabijheid van de fundering van de nieuwe gebouwen kan bevinden (rand gebouw – dagvlak huidige kade ca. 12,80 m). Dit komt erop neer dat de fundering van de gebouwen en de ankerwand van de kade geïntegreerd kunnen worden, indien de plannen voor de gebouwen in die mate geconcretiseerd zijn. In het geval de gebouwen verder van de kaaimuren ingeplant zijn, kan de (diep)fundering van de gebouwen onafhankelijk worden ontworpen en uitgevoerd.

12.5.2. Voorstel 2: aanbrengen stalen damwand en verankeren met groutankers

A. Korte beschrijving

In dit voorstel wordt 1 m waterwaarts van de bestaande gewichtsmuur een nieuwe stalen damwand geheid. De nieuwe damwand wordt verankerd d.m.v. groutankers. Het niveau van de bovenkant kade blijft op T.A.W. + 7,00 m.

B. Aannames

Grond

- Actieve zijde: vlak maaiveld op T.A.W. + 7,00 m
- Passieve zijde: vlakke bodem op T.A.W. +0,95 m

Damwand

Stalen damwand met:

- staalkwaliteit S240
- $EI = 4,137 \times 10^4 \text{ kNm}^2/\text{m}$
- $W = 1430 \text{ cm}^3/\text{m}$
- Top: op ca. T.A.W.+6,80 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. -4,00 m

Betonnen kesp

Betonnen kesp met:

- hoogte = 1,00 m
- breedte = 0,80 m
- Top: op ca. T.A.W. +7,00 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. +6,00 m

Groutankers

Voorlopig wordt uitgegaan van volgende ankers

- groutanker h.o.h. 2,50 m: Dywidag GEWI Plus $\varnothing 40$ staal 670/800
- dienstlast (DA 2): 500 kN/anker of 200 kN/m
- Niveau ankers t.p.v. damwand: ca. T.A.W. +5,00 m
- Aanzetpeil:
 - o Afstand tot dagvlak damwand: 13,4 m
 - o Helling met horizontale 30°
 - o Niveau aanzet: 5,00 m – $15 \times \sin 30^\circ = \text{ca. } -2,50$ m
 - o Lengte ankers: $L = (13,4^2 + 6,7^2)^{1/2} = 15$ m
- Wortellengte en diameter worden in ontwerpfase bepaald: voorlopig wordt uitgegaan van een wortellengte van 6,00 m
- Gording: voorlopig wordt een dubbele UNP400 aangenomen

Belastingen

- terreinbelasting van 20 kN/m^2
- gronddrukken
- wateroverdruk van 0,50 m

C. Berekeningen voorstel 2

Volgende berekeningen worden uitgevoerd:

- In uiterste grenstoestand
 - o De sterkte van de damwand, de sterkte van de ankers en de controle van de passieve weerstand
 - o Kranz-stabiliteit
 - o Het algemeen glijdingsevenwicht
- In gebruiksgrenstoestand worden enkel de vervormingen onderzocht.

D. Besluiten voorstel 2

In het voorstel 2 wordt de bestaande kaaiconstructie volledig vervangen door een nieuwe damwand met groutankers. De nieuwe damwand wordt aan de waterzijde van de bestaande kaaiconstructie geplaatst zodat de functie van deze bestaande constructie volledig vervalt. De kadehoogte blijft behouden op T.A.W. + 7,00m.

E. Fasering – draaiboek voorstel 2

De gedetailleerde fasering is uitgewerkt op de tekeningen in BIJLAGE 9.

Gezien de aard van de constructie dient voor het inheien van de damwand voor de bestaande constructie geen bijkomende maatregelen te worden getroffen. De volgende fasering wordt voorgesteld:

- de damwand wordt op 1 m van de voorzijde van de fundering van de bestaande constructie geheid (T.A.W. -4,00m tot T.A.W. +6,80m)
- de groutankers wordt geïnstalleerd doorheen de bestaande gewichtsmuur
 - o hellingshoek ankers: 30°

- niveau bovenzijde ankers op T.A.W. + 5,00m.
- bevestiging van de groutankers aan de damwand d.m.v. gordingen en ankerstoelen
- de zone tussen bestaande kaaiconstructie en nieuwe damwand wordt aangevuld met zand tot op niveau T.A.W. + 6,00m.
- op de damwand wordt een kesp gebetonneerd tot op niveau T.A.W. + 7,00m.
- de resterende zone tussen bestaande en nieuwe damwand wordt aangevuld tot op niveau T.A.W. +6,80m.
- eventueel inrichting kadeterrein met nieuwe bevoering of begroeiing

Voor de inplanting van de gebouwen dient rekening te worden gehouden met de locatie van de groutankers: de uiteinden van de ankers bevinden zich op ca. 13 m van het dagvlak van de nieuwe constructie. De grond rond deze ankers mag geenszins worden geroerd, om stabiliteitsproblemen te vermijden. Bij het inplanten van eventuele gebouwen dient een uitgebreide studie naar de invloedzone van de nieuwe fundering van de gebouwen te worden uitgevoerd. Sowieso kunnen de onderdelen van de fundering van de nieuwe gebouwen niet door trillen / heien in de grond gebracht worden.

12.5.3. Voorstel 3: verlagen kaaimuur en aanbrengen nieuwe damwand en verankeren met ankers en ankerwand

A. Korte beschrijving

In dit voorstel wordt 1 m waterwaarts van de bestaande gewichtsmuur een nieuwe stalen damwand geheid. De nieuwe damwand wordt verankerd d.m.v. ankerstaven aan een nieuwe ankerwand die op ca. 12 m van de nieuwe damwand wordt geheid. Het niveau van de bovenkant kade wordt verlaagd naar T.A.W. + 5,00 m. Verderop wordt een vlakke zone van ca. 8,00 m aangenomen en dan een talud dat onder 1/3 terug oploopt naar T.A.W. +7,00 m

B. Aannames

Grond

- Actieve zijde:
 - Tussen dagvlak kade en 8 m vanaf dagvlak kade: vlak maaiveld op T.A.W. + 5,00 m
 - Tussen 8 m en 14 m vanaf dagvlak kade: talud 1/3 waarbij maaiveld verloopt van T.A.W. +5,00 m naar T.A.W. + 7,00 m
 - Vanaf 14 m vanaf dagvlak kade: vlak maaiveld op T.A.W. +7,00 m
- Passieve zijde: vlakke bodem op T.A.W. +0,95 m

Damwand

Stalen damwand met:

- Staal S240
- $EI = 1,4238 \times 104 \text{ kNm}^2/\text{m}$
- $W = 660 \text{ cm}^3/\text{m}$
- Top: op ca. T.A.W. +4,80 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. -3,00 m

Betonnen kesp

Er wordt uitgegaan van een betonnen kesp bovenaan met:

- hoogte = 0,80 m
- breedte = 0,60 m
- Top: op ca. T.A.W. +5,00 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. +4,20 m

Ankers

Voorlopig wordt uitgegaan van volgende ankers

- anker h.o.h. 2,50 m: Dywidag GEWI Plus $\varnothing 35$ staal 500/550
- dienstlast (DA 2): 285 kN/anker of 115 kN/m
- Niveau ankers: ca. T.A.W. +3,00 m

Ankerwand

Stalen damwand met:

- Staal S240
- $EI = 1,4238 \times 10^4 \text{ kNm}^2/\text{m}$
- $W = 660 \text{ cm}^3/\text{m}$
- Top: op ca. T.A.W. +4,80 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. -2,00 m

C. Berekeningen voorstel 3

Volgende berekeningen worden uitgevoerd:

- In uiterste grenstoestand
 - o De sterkte van de damwand, de sterkte van de ankers en de controle van de passieve weerstand
 - o Kranz-stabiliteit
 - o Het algemeen glijdingsevenwicht
 - o Dimensionering van ankerwand
- In gebruiksgrenstoestand worden enkel de vervormingen onderzocht.

D. Besluiten voorstel 3

In het voorstel 3 wordt de bestaande kaaiconstructie volledig vervangen door een nieuwe damwand met achterliggende ankerwand. De nieuwe damwand wordt aan de waterzijde van de bestaande kaaiconstructie geplaatst zodat de functie van deze bestaande constructie volledig vervalt. De kadehoogte wordt gedeeltelijk verlaagd tot T.A.W. + 5,00m.

E. Fasering – draaiboek voorstel 3

De gedetailleerde fasering is uitgewerkt op de tekeningen in BIJLAGE 9.

Gezien de aard van de constructie dient voor het inheien van de damwand voor de bestaande constructie geen bijkomende maatregelen te worden getroffen. De volgende fasering wordt voorgesteld:

- de damwand wordt geheid op 1 m waterwaarts van de bestaande constructie (T.A.W. - 3,00m tot T.A.W. +4,80m).
- de grondwatertafel wordt verlaagd tot ca. T.A.W. + 2,50m
- alle constructies en aanvulling boven T.A.W. +2,80 m worden verwijderd. De aansluiting op het achterliggend terrein gebeurt door een talud 1/3 dat start op ca. 12 m van het huidig dagvlak van de kade.
- de ankerwand wordt geheid op ca. 12 m van de nieuwe damwand (T.A.W. -2,00m tot T.A.W. +4,80m) en wordt door ankers op T.A.W. +3,00m verbonden met de damwand.
- het terrein achter de damwand wordt aangevuld tot op niveau T.A.W. + 4,00m
- de kesp wordt gebetonned op de damwand tot op niveau T.A.W. +5,00m.
- voor de aanvulling van het terrein wordt het niveau T.A.W. +4,80m gehanteerd over een afstand van ca. 8m t.o.v. het dagvlak van de nieuwe kade. Na deze 8 m verloopt de bovenkant van de aanvulling onder talud 1/3 tot op niveau T.A.W. +6,80m.
- de grondwaterpeilverlaging wordt uitgeschakeld
- inrichting kadeterrein: bevoering of begroeiing geplaatst tot op T.A.W. +7,00m.

De aanleg van de definitieve bevoering/begroeiing is afhankelijk van de timing en planning van de definitieve terreininrichting.

Bij dit voorstel is het echter zo dat – conform de voorstellen in het Masterplan - de ankerwand zich in de nabijheid van de fundering van de nieuwe gebouwen kan bevinden (rand gebouw – dagvlak huidige kade ca. 12,80 m). Dit komt erop neer dat de fundering van de gebouwen en de ankerwand van de kade geïntegreerd kunnen worden, indien de plannen voor de gebouwen in die mate geconcretiseerd zijn. In het geval de gebouwen verder van de kaaimuren ingeplant zijn, kan de (diep)fundering van de gebouwen onafhankelijk worden ontworpen en uitgevoerd.

12.5.4. Voorstel 4: verlagen kaaimuur en aanbrengen nieuwe damwand en verankeren met groutankers

F. Korte beschrijving

In dit voorstel wordt 1 m waterwaarts van de bestaande gewichtsmuur een nieuwe stalen damwand geheid. De nieuwe damwand wordt verankerd d.m.v. groutankers. Het niveau van de bovenkant van de kade wordt verlaagd naar T.A.W. + 5,00 m. Verderop wordt een vlakke zone van ca. 8,00 m aangenomen en dan een talud dat onder 1/3 terug oploopt naar T.A.W. +7,00 m.

G. Aannames

Grond

- Actieve zijde:
 - o Tussen dagvlak kade en 8 m vanaf dagvlak kade: vlak maaiveld op T.A.W. + 5,00 m
 - o Tussen 8 m en 14 m vanaf dagvlak kade: talud 1/3 waarbij maaiveld verloopt van T.A.W. +5,00 m naar T.A.W. + 7,00 m

- Vanaf 14 m vanaf dagvlak kade: vlak maaiveld op T.A.W. +7,00 m
- Passieve zijde: vlakke bodem op T.A.W. +0,95 m

Damwand

Stalen damwand met:

- Staal S240
- $EI = 1,4238 \times 104 \text{ kNm}^2/\text{m}$
- $h = 226 \text{ mm}$
- $W = 660 \text{ cm}^3/\text{m}$
- Top: op ca. T.A.W. +4,80 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. -3,00 m

Betonnen kesp

Er wordt uitgegaan van een betonnen kesp bovenaan met:

- hoogte = 0,80 m
- breedte = 0,60 m
- Top: op ca. T.A.W. +5,00 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. +4,20 m

Groutankers

Voorlopig wordt uitgegaan van volgende ankers

- grondanker h.o.h. 2,50 m: Dywidag GEWI Plus $\varnothing 32$ staal 500/550 met
 - dienstlast (DA 2): 240 kN/anker of 95 kN/m
 - Helling ankers met horizontale: 30°
- Niveau ankers t.p.v. damwand: ca. T.A.W. +3,50 m
- Aanzetpeil:
 - Afstand tot dagvlak damwand: 12 m
 - Niveau aanzet: $3,50 \text{ m} - 13,4 \times \sin 30^\circ = -3,20 \text{ m}$
 - Lengte ankers: $L = (12^2 + 6^2)^{1/2} = 13,40 \text{ m}$
- Wortellengte en diameter worden in ontwerpfase bepaald: voorlopig wordt uitgegaan van een wortellengte van 6,00 m
- Gording: voorlopig wordt uitgegaan van een dubbele UNP400.

Belastingen

- terreinbelasting van 20 kN/m^2
- gronddrukken
- wateroverdruk van 0,50 m

H. Berekeningen

Volgende berekeningen worden uitgevoerd:

- In uiterste grenstoestand
 - o De sterkte van de damwand, de sterkte van de ankers en de controle van de passieve weerstand
 - o Kranz-stabiliteit
 - o Het algemeen glijdingsevenwicht
- In gebruiksgrenstoestand worden enkel de vervormingen onderzocht.

I. Besluiten voorstel 4

In dit voorstel wordt de bestaande kaaiconstructie volledig vervangen door een nieuwe damwand verankerd met groutankers. De nieuwe damwand wordt aan de waterzijde van de bestaande kaaiconstructie geplaatst zodat de functie van deze bestaande constructie volledig vervalt. De kadehoogte wordt gedeeltelijk verlaagd tot T.A.W. + 5,00m. Verderop wordt een vlakke zone van ca. 8,00 m aangenomen en dan een talud dat onder 1/3 terug oploopt naar T.A.W. +7,00 m.

J. Fasering – draaiboek voorstel 4

De gedetailleerde fasering is uitgewerkt op de tekeningen in BIJLAGE 9. Gezien de aard van de constructie dient voor het inheien van de damwand voor de bestaande constructie geen bijkomende maatregelen te worden getroffen. Voorlopig wordt volgende fasering voorgesteld:

- de damwand wordt op 1 m van de voorzijde van de fundering van de bestaande constructie geheid (T.A.W. -3,00m tot T.A.W. +4,80m)
- de bevloering en aanvulling achter de kaaimuur wordt weggehaald tot op niveau T.A.W. +5,00m over een breedte van ca. 6,50m gerekend vanaf het dagvlak van de huidige kaaimuur. De aansluiting met het bestaande kaaivlak gebeurt door een talud 1/3.
- de huidige kaaimuurconstructie wordt afgebroken tot op niveau T.A.W. +4,80m.
- de groutankers worden geboord door de bestaande gewichtsmuur:
 - o met hellingshoek 30°
 - o niveau bovenzijde op T.A.W. +3,50m.
 - o de bevestiging van de groutankers aan de damwand gebeurt via een gording en ankerstoelen.
- de zone tussen bestaande kaaiconstructie en nieuwe damwand wordt aangevuld met zand tot op niveau T.A.W. +4,20m.
- op de damwand wordt een nieuwe kesp gebetonneerd tot op niveau T.A.W. + 5,00m.
- de zone tussen de bestaande gewichtsmuur en de nieuwe damwand wordt aangevuld tot op niveau T.A.W. +4,80m.
- inrichting kadeterrein met kadebevloering of begroeiing

De aanleg van de kadebevloering of begroeiing tot op niveau T.A.W. + 5,00m hangt af van de timing en planning van de definitieve terreininrichting.

Voor de inplanting van de gebouwen dient rekening te worden gehouden met de locatie van de groutankers: de uiteinden van de ankers bevinden zich op ca. 12 m van het dagvlak van de kade. De grond rond deze ankers mag geenszins worden geroerd, om stabiliteitsproblemen te vermijden. Bij het inplanten van eventuele gebouwen dient een uitgebreide studie naar de

invloedszone van de nieuwe fundering van de gebouwen te worden uitgevoerd. Sowieso kunnen de onderdelen van de fundering van de nieuwe gebouwen niet door trillen / heien in de grond gebracht worden.

12.6. RAMINGEN

De onderstaande tabel geeft een samenvatting weer van de raming voor de verschillende voorstellen.

Indien een bepaald voorstel niet kan in combinatie met bebouwing, wordt voor dat deel geen éénheidsprijs ingevuld.

TECHNISCHE STUDIE KAAIMUREN

KAAIMUURTYPE 8	afstand (m)	voorstel 1 Damwand + anker + ankerwand		voorstel 2 Damwand + groutankers		voorstel 3 Verlaging + damwand + anker + ankerwand		voorstel 4 Verlaging + damwand + groutankers	
		per lopende m	totaal	per lopende m	totaal	per lopende m	totaal	per lopende m	totaal
zone gebouwen 29-30									
bebouwd (op afstand)	344	€ 4.864,55	€ 1.673.405,20	-	-	€ 4.361,92	€ 1.500.500,48	-	-
bebouwd (op kaaimuur)									
openbaar domein	104	€ 4.864,55	€ 505.913,20	€ 2.902,86	€ 301.897,44	€ 4.361,92	€ 453.639,68	€ 2.467,56	€ 256.826,24
brug	19	€ 4.864,55	€ 92.426,45	€ 2.902,86	€ 55.154,34	€ 4.361,92	€ 82.876,48	€ 2.467,56	€ 46.883,64
TOTAAL excl.btw	467,00		€ 2.271.744,85		€ 357.051,78		€ 2.037.016,64		€ 303.509,88

Totaal excl. btw technologische herstellingen :

Nihil

Nihil

Nihil

Nihil

13. VOORONTWERP KAAIMUURTYPE 9

13.1. ALGEMEEN

- Locatie: Achterdok
- Kaainummers: 110
- Bouwjaar: 1925-1926 en 1948-1949
- Specificaties / Materialen:
 - o Dek in gewapend beton
 - o Gefundeerd op (vermoedelijk) betonnen prefabpalen
 - o Aan achterzijde damwand

De eindbestemmingen van dit gedeelte komen voort uit het Masterplan:

- Onbebouwd met vooruitbouw door installatie nieuwe kaaimuur
- Gebouw van 6 verdiepingen op vooruitbouw door installatie nieuwe kaaimuur
- Onbebouwd zonder verlaging kaaimuurplateau
- Gebouw van 6 verdiepingen zonder verlaging kaaimuurplateau



Foto 14: Vooraanzicht kaaimuurtype 9

In BIJLAGE 10 bevindt zich de gedetailleerde locatie en doorsnede van de kaaimuur.

13.1. UITGANGSPUNTEN

13.1.1. Kaaimuurtype

Het betreft een kaaimuur bestaande uit een betonnen dek op palen gefundeerd in een oplopend talud. De paalkoppen zijn met elkaar verbonden door een betonplaat. De aangenomen hoogte van de elementen is:

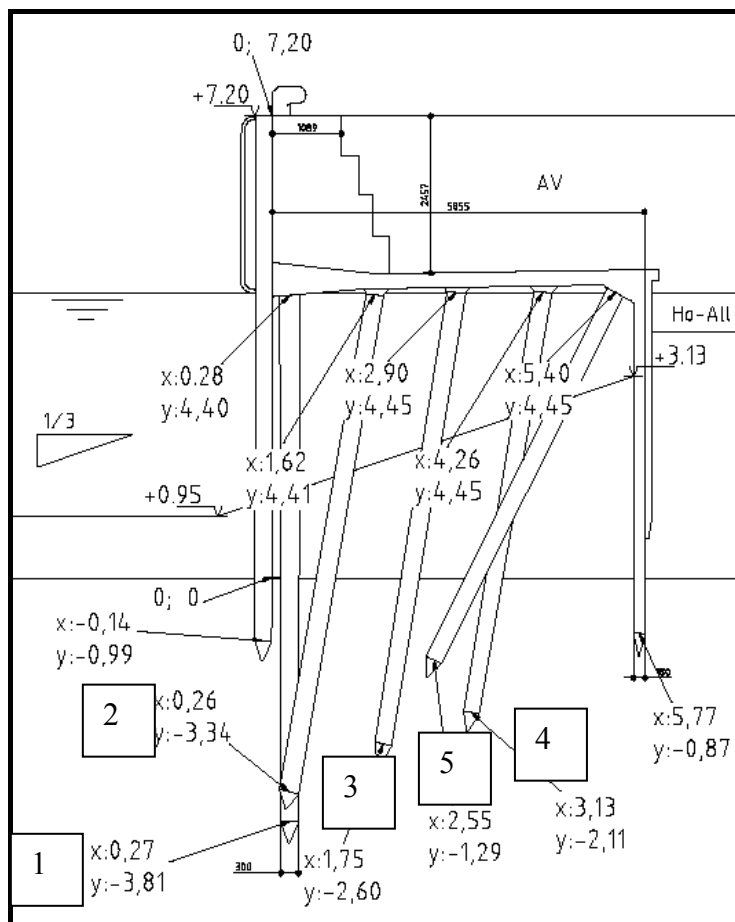
- Betonnen kesp: ca. 2450 mm ongewapend beton
- Betonplaat op betonnen palen: 300 mm
- Betonnen damwand voor grondkering: ca 5,6 m

Deze aangenomen waarden dienen in ontwerpfase te worden onderzocht.

Op de kaaimuur bevinden zich verticale wrijfhouten.

13.1.2. Algemene afmetingen

- lengte kaaimuur: 155 m (volgens plan B3/11236)
- afstand dagvlak kade tot buitenkant betonplaat: 5,85 m
- hoogte betonnen kop tot bovenkant betonplaat: 1,90 m
- breedte betonnen kop bovenaan: 1,0 m
- breedte betonnen kop onderaan: 2,0 m
- gemiddelde breedte betonnen kop: 1,5 m



Figuur 15: Schets met aannames afmetingen en coördinaten kaaimuurtype 9

13.1.3. Niveaus

- bovenzijde kaaimuur: T.A.W. +7,20 m
- onderzijde kaaimuur: ca T.A.W. -4,00 m (tot punt paal)
- dokwaterpeil: T.A.W. +4,45 m
- grondwaterpeil= dokwaterpeil + 0,5 m \approx T.A.W. +5,00 m
- bodempeil: T.A.W. +0,95 m
- talud 1/3 eindigend op T.A.W. +3,15m
- bovenkant palen: ca. T.A.W. +4,50 m
- onderkant palen: variabel tussen ca. T.A.W. -3,80 m
- onderkant betonnen damwand: ca. T.A.W. -0,90 m

13.1.4. Fundering

Volgende veronderstellingen werden gemaakt (op het terrein te verifiëren in ontwerpfase)

- Betonnen palen met vierkante sectie 300 mm x 300 mm
- De lengte van de palen is variabel
- Breedte betonplaat: 5,85 m
- Aan de achterzijde van de betonplaat bevindt zich een betonnen damwand als grondkerende constructie. Er wordt aangenomen dat dit een massieve betonnen damwand is met een breedte van 180 mm.
- De tussenafstanden van de palen in langsrichting wordt 2,40m aangenomen. Dit is een aanname die gebeurd is a.d.h.v. de tekeningen van het waternemingsgebouw, maar deze dient sowieso te worden gecheckt bij verdere uitwerking.
- Aangenomen wordt dat de palenrijen 2, 3, en 4 verspringen t.o.v. palenrijen 1, en 5: de tussenafstand in langsrichting tussen palenrijen 1 en 2 wordt dan 1,20 m
- Hellingen palen (palenrijen genummerd van links naar rechts op niveau van het talud)
 - o Palenrij 1: 0
 - o Palenrijen 2, 3 en 4: -1/6
 - o Palenrij 5: -1/2

13.1.5. Bolder

Er zijn geen gegevens beschikbaar, volgende aannames worden gedaan:

- dezelfde aannames als voor kaaimuurtypes 2, 3 en 4 wordt gedaan, namelijk een bolder van 200 kN (met belastingsfactor 1,50)
- er wordt een tussenafstand van 20 m tussen de bolders aangenomen, wat een uitgespreide horizontale belasting van 10 kN/m geeft.

13.1.6. Oorspronkelijke ontwerpbelasting

- de kaaimuur heeft een gebruiksbelasting van 30 kN/m² over 10,5 m vanaf de buitenkant van de betonnen kesp. Er wordt aangenomen dat daarbuiten een belasting werkt van 10 kN/m²
- bolderbelasting: ca. 10 kN/m
- combinatiefactor voor alle belastingen wordt aangenomen op 0,70
- er wordt geen fenderbelasting en geen kraanbelasting beschouwd

13.1.7. Nieuwe ontwerpbelasting

- de kaaimuur heeft een gebruiksbelasting van 20 kN/m² oneindig uitgestrekt vanaf het dagvlak van de kade

13.1.8. Grondgegevens

- Er wordt verwezen naar het document: Gwod00101/Rapport Uitgangspunten waaruit de onderstaande tabellen werden overgenomen
- de waarden in de tabel opgenomen zijn karakteristieke waarden.
- het grondwaterpeil is aangenomen op 0,5 m boven het dokwaterpeil en afgerond op T.A.W. +5,00 m
- de nadeligste van onderstaande grondlagenopbouwen A en B wordt beschouwd in de berekeningen: dit is grondlagenopbouw A. De reden hiervoor is de aanwezigheid van een dikkere leemlaag

Tabel 43: Karakteristieke waarden van de relevante grondparameters

Grondlagenopbouw A

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	γ_d	γ_n	c	φ'	c_u
		[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,20	4,45	17	19	0	26,0	-
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	3,85	14	18	2	20,0	20,0
Pl-leem	Pleistoceen leem	3,85	0,00	18	18	2	25,0	40,0
Pl-zand	Pleistoceen zand	0,00	-7,00	16	20	0	27,5	-
Pa	Paniselliaan zand	-7,00	dieper	15	19	0	32,0	-

Grondlagenopbouw B

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	γ_d	γ_n	c	φ'	c_u
		[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,20	4,45	17	19	0	26,0	-
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	3,85	14	18	2	20,0	20,0
Pl-leem	Pleistoceen leem	3,85	2,00	18	18	2	25,0	40,0
Pl-zand	Pleistoceen zand	2,00	-7,00	16	20	0	27,5	-
Pa	Paniselliaan zand	-7,00	dieper	15	19	0	32,0	-

Tabel 44: Karakteristieke waarden van de relevante grondparameters t.b.v. een MSheet-berekening

Grondlagenopbouw A

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	δ'	Horizontale beddinsconstante		
					K ₁	K ₂	K ₃
					[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,20	4,45	13,5	8.000	4.000	2.000
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	3,85	10,0	2.000	800	500
Pl-leem	Pleistoceen leem	3,85	0,00	12,5	6.000	4.000	2.000
Pl-zand	Pleistoceen zand	0,00	-7,00	13,8	12.000	6.000	3.000
Pa	Paniselliaan zand	-7,00	dieper	16,0	20.000	10.000	5.000

Grondlagenopbouw B

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	δ'	Horizontale beddinsconstante		
					K ₁	K ₂	K ₃
					[m]	[m]	[°]
AV	Aangevuld/vergraven	7,20	4,45	13,5	8.000	4.000	2.000
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	3,85	10,0	2.000	800	500
Pl-leem	Pleistoceen leem	3,85	2,00	12,5	6.000	4.000	2.000
Pl-zand	Pleistoceen zand	2,00	-7,00	13,8	12.000	6.000	3.000
Pa	Paniselliaan zand	-7,00	dieper	16,0	20.000	10.000	5.000

13.1.9. Ouderdomseffecten

Gezien de geringe informatie die beschikbaar is en de aard van de constructie worden geen ouderdomseffecten op de constructie geplaatst.

13.2. BEREKENINGSMETHODOLOGIE

13.2.1. Bepaling snedekrachten betonplaat en paalkrachten

- Opstellen van 2D raamwerkmodel in ESA-Primawin waarbij een moot van 1 m van het dek op palen en de betonnen kop wordt gemodelleerd; de grond rond de palen wordt verwaarloosd. In het ESA-model wordt de bijkomende ondersteuning t.p.v. de damwand verwaarloosd. Enkel de damwandreacties bepaald in het MSheet-model worden ingevoerd.
- Opstellen MSheet-model van achterliggende damwand met bovenaan een verende ondersteuning: zowel translatie als rotatieveer. Verder wordt de grond boven de damwand als bovenbelasting beschouwd;
- Bepaling van de veerconstanten: door het ESA-model te gaan belasten met eenheidskrachten en –momenten t.p.v. het theoretische snijpunt van damwand en betonplaat, worden de vervormingen en rotaties in dat punt bepaald;
- In het MSheet model: Bepaling van de reacties in de rotatie en translatieveren t.g.v. de bovenbelasting rechts van de betonplaat en t.g.v. het grondgewicht en controle van de krachtswerkingen in de damwand. Deze berekening wordt uitgevoerd voor de ongecorrodeerde toestand (1954).
- Invoeren van de in MSheet bepaalde reacties in het ESA-model
- Berekening oorspronkelijke toestand in het ESA-model van:
 - o Paalkrachten
 - o Momenten en dwarskrachten in de betonplaat
- Berekening van toestand met gereduceerde bovenbelasting van 20 kN/m² en zonder bolderbelasting van:
 - o Paalkrachten
 - o Momenten en dwarskrachten in de betonplaat
- Berekening van toestand met verlaagd kaaimuurplateau naar bovenzijde betonplaat (ca. T.A.W. 5,40 m) met gereduceerde bovenbelasting van 20 kN/m² en zonder bolderbelasting van:
 - o Paalkrachten
 - o Momenten en dwarskrachten in de betonplaat

Aangenomen wordt dat de paalkrachten en de momenten en dwarskrachten in de betonplaat in de oorspronkelijke toestand kunnen worden opgenomen. De krachtswerkingen voor de twee andere ESA-berekeningen worden vergeleken met de krachtswerkingen in de oorspronkelijke toestand: op het einde van de levensduur (ca. 2060) moeten de nieuwe krachtswerkingen door de bestaande constructie nog kunnen worden opgenomen.

13.2.2. Controle algemeen glijdingsevenwicht

Hiervoor wordt de veiligheid onderzocht voor glijding langsheen elk diepgelegen glijvlak. Volgens de huidige EC7 filosofie wordt de berekeningsmethode van Bishop toegepast. Er wordt een veiligheidscoëfficiënt bepaald, dit is het getal waarmee de cohesie en $\tan\phi$ van alle lagen moeten gedeeld worden om net aan het moment-evenwicht te voldoen. De controle gebeurt voor het geval DA 1/2, een veiligheidscoëfficiënt van 1,00 is voldoende. Belangrijk hierbij is dat er een andere materiaalfactor op $\tan\phi$ moet worden toegepast, namelijk 1,40 i.p.v. 1,25.

Het algemeen glijdingsevenwicht van de volledige constructie wordt onderzocht m.b.v. de geodelft software MStab. Hierbij wordt aangenomen dat de meest onveilige glijcirkel zich onder het niveau van de paalpunten bevindt.

13.3. OORSPRONKELIJKE SITUATIE

13.3.1. Belastingen

De combinaties worden gedefinieerd in overeenstemming met EC 1, met de belastingen zoals aangegeven in Tabel 45.

Load Case	Beschrijving	Waarde	
1	Interactiekracht	Horizontale puntlast	1000 kN/m
2	Interactie moment	Moment	1000 kNm/m
3	Eigengewicht	Eigengewicht	-
4	Gewicht grond op betonplaat	2,45 m droog zand: dus uniforme belasting niet boven de betonnen kesp + horizontaal neutrale gronddruk: Puntlast + Moment ingevoerd op linkerhoekpunt van de betonplaat.	44 kN/m ²
5	Terreinbelasting	Uniforme belasting over de ganse betonplaat behalve boven eerste meter van de betonnen kesp + horizontaal: neutrale gronddruk: Puntlast + Moment ingevoerd op linkerhoekpunt van de betonplaat.	30 kN/m ²
6	Belasting t.g.v. de grond	Belastingen van grond op damwand bepaald in MSheet	Afhankelijk van de beschouwde DA
7	Bolderbelasting	Horizontale en waterwaarts gerichte lijnlast en een moment in te voeren op niveau +4,60 m	10 kN/m en 32 kNm/m

Tabel 45: Load cases ESA-model

13.3.2. Besluit

Gezien de geringe informatie die beschikbaar is betreffende de constructie (vb. paaldiepte, tussenafstand palen, paalafmetingen, ...), kan geen volledige berekening worden uitgevoerd. De bestaande situatie wordt geacht stabiel te zijn; de nieuwe situaties worden berekend in verhouding tot de bestaande situatie.

13.4. NIEUWE SITUATIE

13.4.1. Algemeen

In de nieuwe situatie worden twee voorstellen verder uitgewerkt:

- Voorstel 1: Behoud bestaande situatie met nieuwe ontwerpbelastingen
- Voorstel 2: Verlaging kadeniveau naar ca. T.A.W. + 5,40 m met nieuwe ontwerpbelastingen

13.4.2. Voorstel 1: Behoud bestaande situatie

A. Aannames

Geometrie

Er wordt uitgegaan van de geometrie van de oorspronkelijke toestand, zonder toepassen van enige ouderdomseffecten.

Belastingen

De combinaties worden gedefinieerd in overeenstemming met EC 1, met de belastingen zoals aangegeven in Tabel 46.

Load Case		Beschrijving	Waarde
1	Eigengewicht	Eigengewicht	-
2	Gewicht grond op betonplaat	2,45 m droog zand: dus uniforme belasting niet boven de betonnen kesp + horizontaal neutrale gronddruk: Puntlast + Moment ingevoerd op linkerhoekpunt van de betonplaat	44 kN/m ²
3	Terreinbelasting	Uniforme belasting over de ganse betonplaat ook boven eerste meter van de betonnen kesp + horizontaal: neutrale gronddruk: Puntlast + Moment ingevoerd op linkerhoekpunt van de betonplaat	20 kN/m ²
4	Belasting t.g.v. de grond	Belastingen van grond op damwand bepaald in MSheet	Afhankelijk van de beschouwde DA

Tabel 46: Load cases ESA-model

B. Besluiten voorstel 1: behoud bestaande toestand

Bij het behoud van de bestaande toestand geldt het volgende:

- eerste 3 palenrijen: vergelijkbare palenkrachten (reden: doordat in de oorspronkelijke toestand de betonnen kesp onbelast werd gelaten, zoals aangegeven op de uitgangsschets, dit lijkt echter geen realistische situatie)
- palenrijen 4 en 5 (druk) iets kleinere paalkrachten: reductie met 10% - 18%

- palenrij 5 (trek) zelfde trekkracht
- damwand: zelfde drukkracht, sterk gereduceerde trekkracht

In het eerste plaatveld bevinden zich grotere dwarskrachten dan in de oorspronkelijke situatie, omdat boven de betonnen kesp (over een breedte van 1,00 m) geen bovenbelasting werd beschouwd in de oorspronkelijke toestand, zoals aangegeven op de uitgangsschets. Dit is ongetwijfeld een theoretische toestand gezien het onrealistisch is om geen bovenbelasting te beschouwen boven de betonnen kesp in oorspronkelijke toestand. Er wordt aangenomen dat de krachtswerkingen in de eerste drie palenrijen en het eerste plaatveld in de oorspronkelijke toestand hoger zijn dan bepaald in de bovenstaande berekeningen. Als wordt uitgegaan van eenzelfde bovenbelasting boven de eerste meter van de betonnen kesp van 20 kN/m^2 in de oorspronkelijke toestand geldt:

- eerste plaatveld: dwarskrachten in nieuwe toestand vergelijkbaar met deze in de oorspronkelijke toestand

In dat geval kan worden besloten dat de toestand stabiel is zonder bijkomende maatregelen, mits gedurende de levensduur van de constructie de volgende voorwaarden voldaan blijven:

- behoud paalcapaciteit in de palenrijen
- behoud capaciteit plaat in eerste plaatveld
- voor andere velden van de betonplaat: maximale reductie in de weerstand van de betonplaat van 15%

In het ontwerpstadium is het noodzakelijk via een duikeronderzoek uitsluitsel te bekomen m.b.t. funderingspalen

- tussenafstanden
- afmetingen
- huidige (technologische) staat

Verder moet een gedetailleerd onderzoek worden verricht om de wapeningshoeveelheden en de technologische staat van de betonplaat en wapening te bepalen. E.e.a. is gedetailleerd beschreven in BIJLAGE 16.

C. Fasering – draaiboek

De gedetailleerde fasering is uitgewerkt op de tekeningen in BIJLAGE 10.

Zoals bovenstaand vermeld, kan overwogen worden om een technologisch onderzoek uit te voeren op de betonplaat net boven het waterniveau en op de betonpalen boven bodemniveau. In BIJLAGE 16 is dit onderzoek beschreven. Indien blijkt dat het beton en de wapening zwaar aangetast zijn, dient te worden bestudeerd wat de herstelmogelijkheden zijn:

- Het herstellen van de plaat
- Het vernieuwen van de plaat

Bij het herstellen van de plaat geldt het volgende:

- de verankeringen tussen de plaat en de paalkoppen blijven ongewijzigd waardoor geen bijkomende moeilijkheden betreffende de stabiliteit van de constructie worden geïnduceerd;
- de praktische uitvoering van het renoveren van de onderzijde van de plaat is moeilijk gezien de ruimte tussen wateroppervlak en beton nihil is. Mogelijk dient een constructie te worden opgezet zodat het waterpeil lokaal wordt verlaagd.

Bij het vernieuwen van de plaat geldt het volgende:

- gezien de bestaande constructie behouden blijft, dient met een verhoogde kostprijs te worden gerekend voor het weghalen van de constructie en het opnieuw plaatsen van dezelfde constructie;
- er is weinig gekend over de verbindingen tussen de plaat en de paalkop, waardoor een onderbreking ten behoeve van bijkomend studiewerk tijdens de uitvoering niet uitgesloten is;
- bij het verwijderen van het dek kunnen de paalkoppen dermate beschadigd worden dat belangrijke meerwerken zich voordoen;
- de nieuwe plaat kan in prefab-elementen worden geplaatst waardoor de kwaliteit van de elementen verhoogt en waardoor de plaatsing vlot kan gebeuren. Hierbij dienen de getroffen voorzieningen in de plaat voor het verankeren van de paalkoppen algemeen te worden gehouden om zo weinig mogelijk beperkingen tijdens de uitvoering te creëren.

13.4.3. Voorstel 2: verlaging kaaimuurplateau

A. Aannames

Geometrie

Bij een verlaging van het kaaimuurplateau wordt getracht alles boven ca. T.A.W. +5,40m te verwijderen. Indien uit de berekeningen blijkt dat dit niet mogelijk is, wordt een zo groot mogelijke strook naast het water op niveau T.A.W. +5,40m gehouden, waarna het talud begint naar het maaiveldniveau van het naastliggend terrein. Voor de structuur onder T.A.W. +5,40 m wordt uitgegaan van de geometrie van de oorspronkelijke toestand, zonder toepassen van enige ouderdomseffecten.

Belastingen

Door het verwijderen van de betonnen kesp, verdwijnt ook de horizontale neutrale gronddruk op de kesp. De combinaties worden gedefinieerd in overeenstemming met EC 1, met de belastingen zoals aangegeven in Tabel 47.

Load Case		Beschrijving	Waarde
1	Eigengewicht	Eigengewicht	-
2	Terreinbelasting	Uniforme belasting over de ganse betonplaat ook boven eerst meter van betonnen kesp (geen horizontale gronddruk)	20 kN/m ²
3	Belasting t.g.v. de grond	Belastingen van grond op damwand bepaald in MSheet	Afhankelijk van de beschouwde DA

Tabel 47: Load cases ESA-model

B. Besluiten voorstel 2

Volgende besluiten betreffende de berekening van voorstel 2 worden genomen:

- voor alle palenrijen geldt een sterke reductie van de paaldrukkrachten: tussen 25% en 70% t.o.v. de bestaande toestand
- in sommige palen ontstaan trekkrachten die niet optraden in de oorspronkelijke toestand; er valt echter op te merken dat de maximale trekkracht (genomen over alle palen) in eindtoestand vergelijkbaar is met maximale trekkracht in originele toestand:

- damwand: reductie van drukkracht met ca. 20%, toename maximale trek met 10% (DA 1/1) tot 26% (DA 1/2).
- verhouding krachtswerkingen in betonplaat in nieuwe toestand met deze van in het oorspronkelijk ontwerp varieert sterk:
 - o reductie in maximale momenten: > 15%
 - o reductie in dwarskrachten: > 15%

De maximale trekkracht in de betonnen damwand neemt toe met 25%

Bijgevolg is het aangewezen bij een verlaging van het kaaimuurplateau de volgende situatie na te streven:

- verwijderen betonnen kesp tot ca. T.A.W. +5,00 m
- grond laten oplopen in talud 1/3 vanaf 2 m van het dagvlak van de kade naar T.A.W. +7,20 m

In het ontwerpstadium is het noodzakelijk via een duikeronderzoek uitsluitel te bekomen m.b.t. funderingspalen

- tussenafstanden
- afmetingen
- huidige (technologische) staat

Verder dient een gedetailleerd onderzoek te worden verricht om de wapeningshoeveelheden en de technologische staat van de betonplaat en wapening te bepalen. E.e.a. is gedetailleerd beschreven in BIJLAGE 16.

C. Fasering – draaiboek

De gedetailleerde fasering is uitgewerkt op de tekeningen in BIJLAGE 10.

Gezien de bestaande toestand als stabiel wordt beschouwd, dienen geen bijkomende verstevigingen te worden uitgevoerd aan de constructie.

Volgende elementen worden verwijderd:

- De aanvulling en het dek aan de achterzijde van de bestaande constructie wordt verwijderd in een talud 1/3 (strook van ongeveer 7 m);
- De wrijfhouten worden losgemaakt van de kade en verwijderd;
- De betonkesp wordt gedeeltelijk verwijderd tot ca. T.A.W. +5,40m
- De nieuwe kadebevoering of begroeiing wordt geplaatst.

Dit laatste hangt af van de timing en planning van de inrichting van de nieuwe gebouwen.

Voor het technologisch onderdeel m.n. de renovatie van de palen, paalkoppen en de onderzijde van de plaat wordt verwezen naar paragraaf 13.4.2C van voorstel 1.

13.5. RAMINGEN

De onderstaande tabel geeft een samenvatting weer van de raming voor de verschillende voorstellen.

Indien een bepaald voorstel niet kan in combinatie met bebouwing, wordt voor dat deel geen éénheidsprijs ingevuld.

TECHNISCHE STUDIE KAAIMUREN

KAAIMUURTYPE 9	afstand (m)	voorstel 1 Herstellingswerken		voorstel 2 Verlaging	
		per lopende m	totaal	per lopende m	totaal
zone gebouwen 5-6					
bebouwd (op afstand)	107	-	-	€ 373,12	€ 39.923,84
bebouwd (op kaaimuur)					
openbaar domein brug	48	-	-	€ 373,12	€ 17.909,76
TOTAAL excl.btw	155,00		€ 0,00		€ 57.833,60

Totaal excl. btw technologische herstellingen :

€ 109.445,02

€ 109.445,02

14. VOORONTWERP TYPE 10

14.1. ALGEMEEN

- Locatie: Achterdok
- Kaainummers: 115
- Bouwjaar: 1989
- Specificaties / materialen:
 - o L-wand in gewapend beton
 - o Gefundeerd op betonnen palen

De eindbestemmingen van dit gedeelte zijn, conform het Masterplan:

- deels parkzone
- bebouwde zone (6 tot 14 verdiepingen) tot op 5,70m van het dagvlak.
- gebouwen in overkraging.
- fundering voetgangers- en fietsersbrug

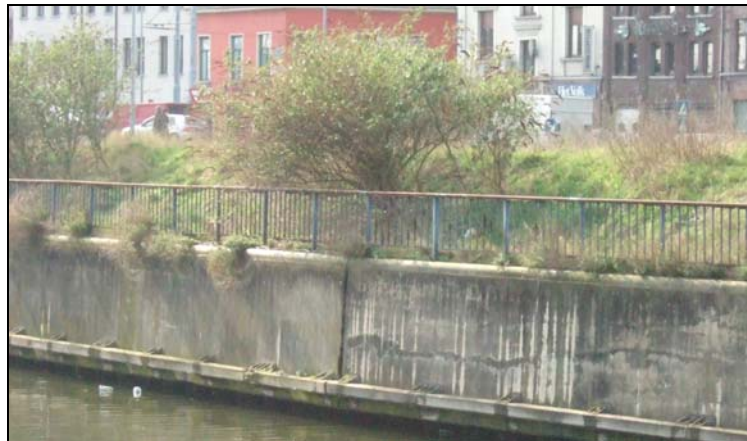
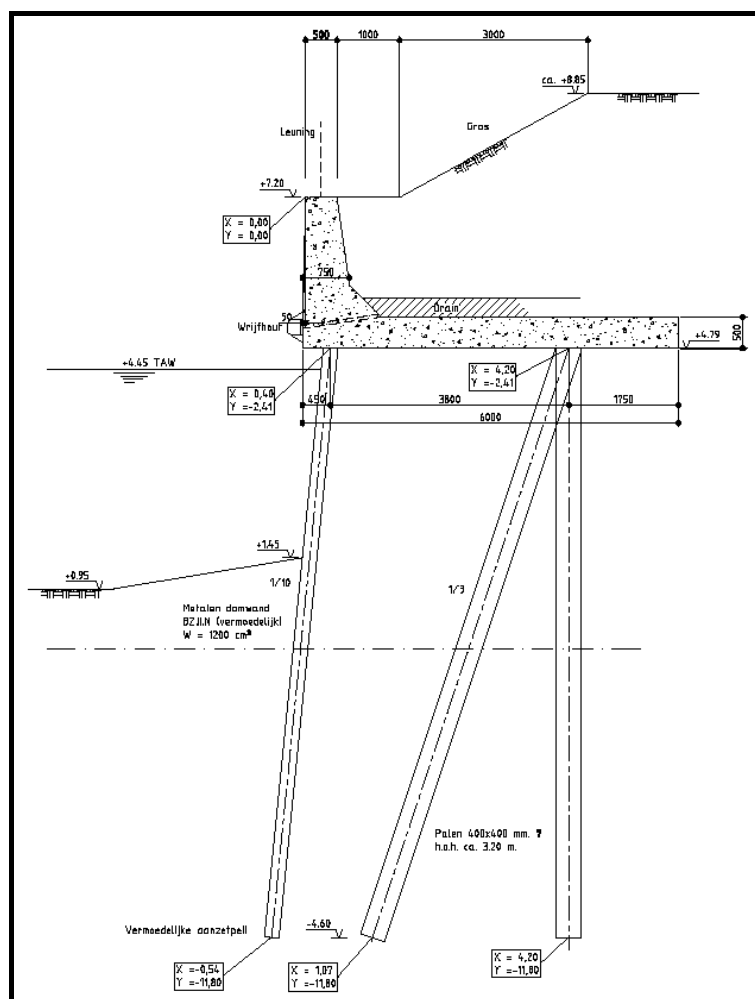


Foto 15: Foto vooraanzicht kaaimuurtype 10



Figuur 16: Detail doorsnede kaaimuurtype 10

In BIJLAGE 11 bevindt zich de gedetailleerde locatie en doorsnede van de kaaimuur.

14.2. UITGANGSPUNTEN

Opmerking: De uitgangspunten zijn hoofdzakelijk opgemaakt a.d.h.v. de tekening “R40 Bouwen van wegtunnel in de as Kasteellaan-Dok Zuid – thv Dampoort – knooppunt te Gent”, voorontwerp – aanpassingswerken bestaande kaaimuur t.p.v. Dampoortbrug – PL.44, – Augustus 1989.

14.2.1. Kaaimuurtype

De kaaimuur is opgebouwd uit 2 delen volgens een voorontwerp uit 1989.

Het betreft een L-muur gefundeerd op twee palenrijen met vooraan een grondkerende damwand. Het maaiveld achter de L-muur loopt op in talud.

De hoogte van het opstaand gedeelte van de L-muur varieert in lengterichting tussen 0,50 m en 2,40 m. De berekeningen worden uitgevoerd voor de grootste hoogte van de L-muur (cf. dwarsdoorsnede 10C op de tekeningen). In dat geval wordt de hoogte van de elementen:

- Betonnen kesp: ca. 2400 mm
- Betonplaat op betonnen palen: 500 mm

Deze aangenomen waarden dienen in ontwerpfase te worden onderzocht.

14.2.2. Algemene afmetingen

- lengte kaaimuur: 336 m (volgens plan nr. B3/11236)
- afstand dagvlak kade tot buitenkant betonplaat = 6,00 m
- hoogte opstaand gedeelte L-muur tot bovenkant betonplaat = 1,90 m
- breedte opstaand gedeelte L-muur bovenaan = 0,5 m
- breedte opstaand gedeelte L-muur onderaan = 0,75 m/1,25 m
- aangenomen gemiddelde breedte opstaand gedeelte L-muur = 0,75 m

14.2.3. Niveaus

- bovenzijde kaaimuur: T.A.W. +7,20 m
- onderzijde ontlastvloer: T.A.W. +4,79 m
- onderzijde damwand: aangenomen op T.A.W. -4,60 m
- onderzijde funderingspalen ontlastvloer: aangenomen op T.A.W. -4,60 m
- bovenzijde talud achter keermuur: ca. T.A.W. +8,85 m
- dokwaterpeil: T.A.W. +4,45
- grondwaterpeil = dokwaterpeil + 0,5 m \approx T.A.W. +5,00 m
- bodempeil: varieert van T.A.W. +1,45 m naar T.A.W. +0,95 m in een talud van 1/6
- bovenkant palen: ca. T.A.W. +4,80 m

14.2.4. Fundering

Volgende veronderstellingen werden gemaakt (op het terrein te verifiëren in ontwerpfase)

- Betonnen palen hebben een vierkante sectie 400 mm x 400 mm
- De breedte van de betonplaat bedraagt 6,00 m
- Aan de voorzijde van de betonplaat zit een betonnen damwand voor de grondkering;
- De tussenafstanden van de palen in langsrichting wordt als volgt bepaald:
er wordt een moot met lengte 16,5 m beschouwd met 5 schoorpalen en 4 verticale palen, dit betekent dat de volgende tussenafstanden gelden:
 - o Schoorpalen: $16,5/5 = 3,30$ m
 - o Vertikale palen: $16,5/4 = 4,125$ m
- Hellingen palen en damwand
 - o Damwand: -1/10
 - o Schoorpalen: -1/3

14.2.5. Bolder

Er zijn geen bolders aanwezig.

14.2.6. Oorspronkelijke ontwerpbelasting

- er zijn geen gegevens bekend omtrent de bovenbelasting op het achterliggend kadeterrein, daarom wordt voorlopig uitgegaan van een belasting van 10 kN/m²
- de combinatiefactor voor alle variabele belastingen wordt aangenomen op 0,70
- er wordt geen fenderbelasting, geen kraanbelasting en geen bolderbelasting beschouwd

14.2.7. Nieuwe ontwerpbelasting

- Gebruiksbelasting kaaimuur: 20kN/m² uitgestrekt vanaf dagvlak kade.

14.2.8. Grondgegevens

- Er wordt verwezen naar het document: Gwod00101/Rapport Uitgangspunten waaruit de onderstaande tabellen werden overgenomen.
- de waarden in de tabel opgenomen zijn karakteristieke waarden.
- het grondwaterpeil is aangenomen op 0,5 m boven het dokwaterpeil (T.A.W. + 4,46m) en afgerond op T.A.W. +5,00 m

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	γ_d	γ_n	c	φ'	c_u
		[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	10,50	4,45	17	19	0	26,0	-
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	3,85	14	18	2	20,0	20,0
Pl-leem	Pleistoceen leem	3,85	1,25	18	18	2	25,0	40,0
Pl-zand	Pleistoceen zand	1,25	-4,50	16	20	0	27,5	-
Pa	Paniselliaan zand	-4,50	dieper	15	19	0	32,0	-

Tabel 48: Karakteristieke waarden van de relevante grondparameters

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	δ'	Horizontale beddinsconstante					
					[m]	[m]	[°]	K ₁	K ₂	K ₃
								[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	10,50	4,45	13,5	8.000	4.000	2.000			
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	3,85	10,0	2.000	800	500			
Pl-leem	Pleistoceen leem	3,85	1,25	12,5	6.000	4.000	2.000			
Pl-zand	Pleistoceen zand	1,25	-4,50	13,8	12.000	6.000	3.000			
Pa	Paniselliaan zand	-4,50	dieper	16,0	20.000	10.000	5.000			

Tabel 49: Karakteristieke waarden van de relevante grondparameters t.b.v. een MSheet-berekening

14.2.9. Ouderdomseffecten

Gezien de geringe informatie die beschikbaar is en de aard van de constructie worden geen ouderdomseffecten op de constructie geplaatst.

14.3. BEREKENINGSMETHODOLOGIE

14.3.1. Bepaling snedekrachten betonplaat en paalkrachten

- Opstellen van 2D raamwerkmodel in ESA-Primawin waarbij een moot van 1 m van het dek op palen wordt gemodelleerd, ook het opstaand gedeelte van de L-muur wordt apart gemodelleerd, de grond rond de palen wordt verwaarloosd. In het ESA-model wordt ook de bijkomende ondersteuning t.p.v. de damwand beschouwd. De damwandreacties bepaald in het MSheet-model worden ook in het ESA-model ingevoerd.
- Opstellen MSheet-model van grondkerende damwand met bovenaan een verende ondersteuning: zowel translatie als rotatieveer, en verder de grond naast de ontlastvloer als bovenbelasting beschouwen, naast de gebruiksbelasting

- Bepaling van de veerconstanten, door het ESA-model te gaan belasten met eenheidskrachten en –momenten t.p.v. het snijpunt van de damwand en de betonplaat en de vervormingen en rotaties in dat punt gaan bepalen;
- In het MSheet model: Bepaling van de reacties in de rotatie en translatieveren t.g.v. de bovenbelasting en t.g.v. het grondgewicht rechts van de betonplaat en controle van de krachtswerkingen in de damwand. Deze berekening wordt uitgevoerd voor de oorspronkelijke toestand en voor de nieuwe toestand (andere bovenbelasting).
- Invoeren van de in MSheet bepaalde reacties in het ESA-model
- Berekening oorspronkelijke toestand (met bovenbelasting van 10 kN/m²) in het ESA-model van:
 - o Paalkrachten
 - o Momenten en dwarskrachten in de betonplaat
- Berekening van toestand met bovenbelasting van 20 kN/m² van:
 - o Paalkrachten
 - o Momenten en dwarskrachten in de betonplaat
- Berekening van toestand met verlaagd kaaimuurplateau naar bovenzijde betonplaat (ca. 5,30 m) en met bovenbelasting van 20 kN/m² van:
 - o Paalkrachten
 - o Momenten en dwarskrachten in de betonplaat

Aangenomen wordt dat de paalkrachten en de momenten en dwarskrachten in de betonplaat in de oorspronkelijke toestand kunnen worden opgenomen. De krachtswerkingen voor de twee andere ESA-berekeningen worden vergeleken met de krachtswerkingen in de oorspronkelijke toestand: op het einde van de levensduur ca. 2060 moeten de nieuwe krachtswerkingen door de bestaande constructie nog kunnen worden opgenomen. Eventueel worden in MFoundation een aantal berekeningen uitgevoerd ter bepaling van het draagvermogen van de betonnen prefabpalen.

14.3.2. Controle algemeen glijdingsevenwicht

Hiervoor wordt de veiligheid onderzocht voor glijding langsheen elk diepgelegen glijvlak. Volgens de huidige EC7 filosofie wordt de berekeningsmethode van Bishop toegepast. Er wordt een veiligheidscoëfficiënt bepaald, dit is het getal waarmee de cohesie en $\tan\phi$ van alle lagen moeten gedeeld worden om net aan het moment-evenwicht te voldoen. De controle gebeurt voor het geval DA ½, een veiligheidscoëfficiënt van 1,00 is voldoende. Belangrijk hierbij is dat er een andere materiaalfactor op $\tan\phi$ wordt toegepast, nl. 1,40 i.p.v. 1,00, Het algemeen glijdingsevenwicht van de volledige constructie wordt onderzocht m.b.v. de geodelft software MStab. Hierbij wordt aangenomen dat de meest onveilige glijcirkel zich onder het niveau van de paalpunten bevindt.

14.4. OORSPRONKELIJKE SITUATIE

14.4.1. Belastingen

De combinaties worden gedefinieerd in overeenstemming met EC 1, met de belastingen zoals aangegeven in Tabel 50.

Load Case		Beschrijving	Waarde
1	Interactiekracht	Horizontale puntlast in (0,4,5,05)	1000 kN/m
2	Interactie moment	Moment in (0,4,5,05)	1000 kNm/m
3	Eigengewicht	Eigengewicht	-
4	Gewicht grond op betonplaat	Variërend maaiveld dus niet-uniforme belasting + horizontaal neutrale gronddruk: driehoeksbelasting op het opstaand gedeelte van de L-muur	34/65 kN/m ² 0/31 kN/m ²
5	Terreinbelasting	Uniforme belasting over de ganse breedte van de ontlastvloer + horizontaal: neutrale gronddruk: uniforme belasting op opstaand gedeelte van de L-muur.	10 kN/m ² 7,5 kN/m ²
6	Belasting t.g.v. de grond	Belastingen zoals bepaald in MSheet.	Afhankelijk van de beschouwde DA

Tabel 50: Load Cases ESA-model

14.4.2. Besluiten

Gezien de geringe informatie die beschikbaar is betreffende de constructie (vb. paaldiepte), kan geen volledige berekening worden uitgevoerd. De bestaande situatie wordt geacht stabiel te zijn; de nieuwe situaties worden berekend in verhouding tot de bestaande situatie.

14.5. NIEUWE SITUATIE

14.5.1. Algemeen

In de nieuwe situatie wordt één voorstel uitgewerkt:

- Voorstel 1: behoud bestaande situatie met nieuwe ontwerpbelastingen

14.5.2. Voorstel 1: bestaande situatie met nieuwe ontwerpbelastingen

A. Aannames

Geometrie

Er wordt uitgegaan van de geometrie van de oorspronkelijke toestand, zonder toepassen van enige ouderdomseffecten.

Belastingen

De combinaties worden gedefinieerd in overeenstemming met EC 1, met de belastingen zoals aangegeven in Tabel 51.

Load Case		Beschrijving	Waarde
1	Eigengewicht	Eigengewicht	-
2	Gewicht grond op betonplaat	Variërend maaiveld dus niet-uniforme belasting + horizontaal neutrale gronddruk: driehoeksbelasting op het opstaand gedeelte van de L-muur	34/65 kN/m ² 0/31 kN/m ²
3	Terreinbelasting	Uniforme belasting over de ganse breedte van de ontlastvloer + horizontaal: neutrale gronddruk: uniforme belasting op opstaande gedeelte van de L-muur.	20 kN/m ² 16 kN/m ²
4	Belasting t.g.v. de grond	Belastingen van grond op wand bepaald in MSheet	Afhankelijk van de beschouwde DA

Tabel 51: Load cases ESA-model

B. Besluiten voorstel 1: bestaande situatie met nieuwe ontwerpbelastingen

- geval nieuwe toestand met behoud huidig kadepil:
 - o paalkrachten zijn logischerwijze groter in de nieuwe toestand, aangezien de bovenbelasting verhoogt van 10 kN/m² naar 20 kN/m²
 - o toename in maximale momenten met 4-55%
 - o toename in dwarskrachten

Er ontbreken heel wat gegevens. Een groot aantal veronderstellingen dienden te worden gemaakt: o.a. afmetingen palen, inheidiepte damwand en palen, damwand sectie, bovenbelasting in huidige toestand. Bij de andere kaaimuurtypes konden deze nog worden afgemeten van een bestaande schets. Voor kaaimuurtype 10 betreft het hoogst onzekere veronderstellingen.

In de berekeningen is uitgegaan van een huidige bovenbelasting van 10 kN/m². In de nieuwe toestand wordt een bovenbelasting van 20 kN/m² beschouwd. Dit leidt tot hogere krachtswerkingen dan voor de huidige toestand. Het is onmogelijk de beschikbare capaciteit van dit kaaimuurtype te bepalen. Voorlopig wordt gesteld dat de nieuwe belasting niet hoger mag zijn als de huidige belasting. De maximale bovenbelasting wordt voorlopig aangenomen op van 10 kN/m².

C. Fasering – draaiboek voorstel 1: behoud bestaande situatie met nieuwe ontwerpbelastingen

Zoals vermeld dienen geen aanpassingen te worden uitgevoerd aan de bestaande toestand, er wordt een beperking op de bovenbelasting voorgesteld.

14.6. RAMINGEN

De onderstaande tabel geeft een samenvatting weer van de raming voor de verschillende voorstellen.

Indien een bepaald voorstel niet kan in combinatie met bebouwing, wordt voor dat deel geen éénheidsprijs ingevuld.

TECHNISCHE STUDIE KAAIMUREN

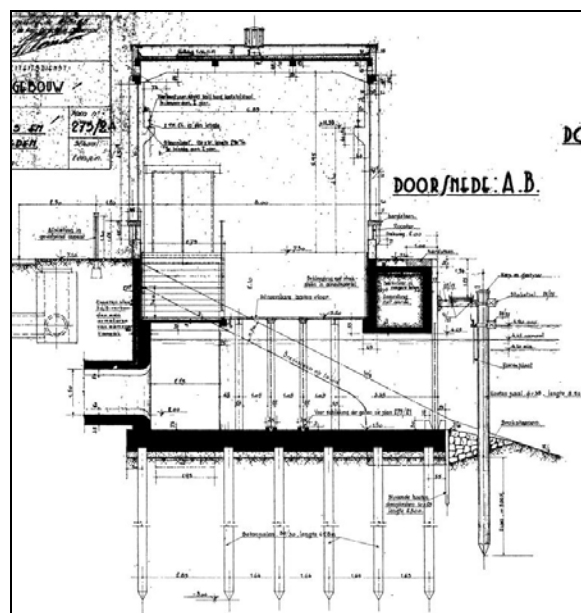
KAAIMUURTYPE 10	afstand (m)	voorstel 1 Herstellingswerken	
		per lopende m	totaal
zone gebouwen 1-4			
bebouwd (op afstand)	210	-	-
bebouwd (op kaaimuur)	36	-	-
openbaar domein	71	-	-
brug	19	-	-
TOTAAL excl.btw	336,00		0,00

Totaal excl. btw technologische herstellingen : € 89.016,74

15. VOORONTWERP TYPE 11



Foto 16: Foto vooraanzicht kaaimuurtype 11



Figuur 17: Detail doorsnede kaaimuurtype 11

In BIJLAGE 12 bevindt zich de gedetailleerde locatie en doorsnede van de kaaimuur.

Locatie	Achterdok
Kaainummers	110
Bouwjaar kaaimuur	1948-1949
Specificaties / materialen	Waterkerende constructie vormt 1 geheel met gebouw

Gezien de waterkerende constructie geïntegreerd is in het bovenliggend waternemingsgebouw en het niet traceerbaar is wie de eigenaar is van de constructie, wordt het type 11 in bestaande toestand als stabiel beschouwd.

Het Masterplan (mogelijke nieuwe toestand) geeft aan dat de breedte van het Achterdok in deze zone mogelijk doorgetrokken wordt. Om de waterneming van de kaai 110 niet in het gedrang te brengen, kunnen volgende oplossingen worden onderzocht:

- het verlengen van de hydraulische doorsnede tot aan de nieuwe kaaiconstructie;
- het bouwen van een nieuwe kaaiconstructie die met een inham loopt zodat aangesloten kan worden aan de bestaande kaaiconstructie;
- een oplossing tussen beide voorgaande oplossingen waarbij slechts een gedeeltelijke inham wordt gecreëerd.

In elk van bovenstaande gevallen wordt de hydraulische doorsnede behouden zodat de inname van water voor de SPE-centrale geen invloed ondervindt.

Voorlopig wordt echter geen verdere actie ondernomen gezien eerst verder dient te worden uitgezocht wie de eigenaar is van het gedeelte kaaimuur.

Bijkomend dient de definitieve vertaling van het Masterplan te worden afgewacht naar concrete plannen en uitvoeringen.

Indien geen verdere informatie beschikbaar komt betreffende de eigendom van de kaai, is het – gezien de leeftijd van de constructie - aangewezen om een technologisch onderzoek en een technologische renovatie uit te voeren op de wand. Een uitgebreide beschrijving hiervan is vermeld in BIJLAGE 16 van onderliggend rapport.

15.1. RAMINGEN

De onderstaande tabel geeft een samenvatting weer van de raming voor de verschillende voorstellen.

Indien een bepaald voorstel niet kan in combinatie met bebouwing, wordt voor dat deel geen éénheidsprijs ingevuld.

TECHNISCHE STUDIE KAAIMUREN

KAAIMUURTYPE 11	afstand (m)	voorstel 1 Herstellingswerken	
		per lopende m	totaal
<i>zone waterw.gebouw</i>			
bebouwd (op afstand)	21	€ 0,00	€ 0,00
bebouwd (op kaaimuur)			
openbaar domein			
brug			
TOTAAL excl.btw	21.00		- €

Totaal excl. btw technologische herstellingen : € 31.332,30

16. VOORONTWERP TYPE 12

16.1. ALGEMEEN

16.1.1. Type 12.1

- Locatie: Achterdok
- Kaainummers: 120
- Bouwjaar://
- Specificaties / materialen: oever – damwand met betonkesp



Foto 17: Foto vooraanzicht kaaimuurtype 12.1

16.1.2. Type 12.2

- Locatie: Handelsdok
- Kaainummers: 145
- Bouwjaar://
- Specificaties / materialen: oever – talud met houten beschoeiing – bekleed met betonglooing



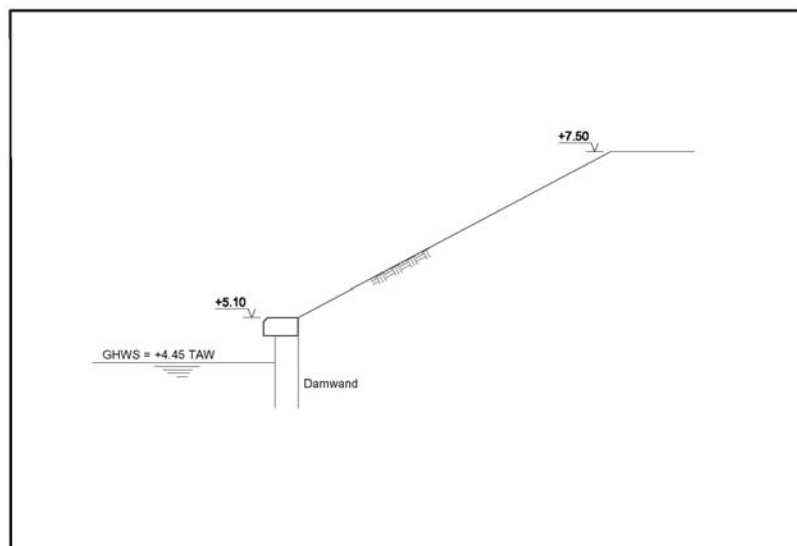
Foto 18: Foto vooraanzicht kaaimuurtype 12.2

16.1.3. Type 12.3

- Locatie: Houtdok
- Kaainummers: tussen 10-180, tussen 160-165, tussen 165-170
- Bouwjaar://
- Specificaties / materialen: oever – damwand zonder betonkessp



Foto 19: Foto vooraanzicht kaaimuurtype 12.3



Figuur 18: Detail doorsnede kaaimuurtype 12 (algemeen)

In BIJLAGE 13 bevindt zich de gedetailleerde locatie en doorsnede van de oevers

16.2. UITGANGSPUNTEN

16.2.1. Kaaimuurtype

Het betreft de oevers / taluds die zich tussen de verschillende verticale kaaimuren bevinden en die al dan niet met betonbekleding of beschoeiing (stalen damwand of houten palenwand) zijn versterkt.

16.2.2. Algemene afmetingen

- lengte kaaimuurtype 12.1: 90 m (volgens plan B3/11236)
- lengte kaaimuurtype 12.2: 73 m (volgens plan B3/11236)
- lengte kaaimuurtype 12.3: 350 m (volgens plan B3/11236)

16.2.3. Niveaus

Voor type 12.1

- Kadepeil: +7,50m
- Bovenkant betonksp van damwand: +5,10 m
- Onderzijde stalendamwand: onbekend
- Huidig bodempeil: voor de damwand op +1,45 m en variërend naar 0,95 m over talud 1/6
- Talud boven damwand:
 - o Tussen +7,50 m en +5,10 m
 - o Begroeiing met gras
 - o Breedte talud varieert tussen 3,60 m en 5,90 m
 - o Hoogte 2,40 m
 - o Helling varieert tussen 2/3 en 2/5

- Voorbij talud vlak maaiveld

Voor type 12.2

- Kadepiel: variabel, voor de steilste helling op +6,90m (deze doorsnede wordt beschouwd)
- Bodempeil: -1,55 m
- Het is heel waarschijnlijk dat er een houten beschoeiing is (analoog als type 5 en 1) met
 - top op +2,95 m
 - voor de beschoeiing ligt de bodem op +0,95 m en verloopt naar -1,55 m volgens helling 1/3 over ca. 7,50 m
 - het niveau van de onderzijde van de palen ligt op -2,90 m
- Op bovenzijde talud op +6,90 m is een zetsteen geplaatst
- Talud boven beschoeiing
 - Variabele breedte
 - Kortste breedte ca. 2,60 m (steilste helling)
 - Hoogte 3,95 m
 - Helling 3/2 of ca. 57 graden
 - Top op +6,90m
 - Voorbij talud vlak **maaiveld** op +6,90 m
 - Voorzien van een betonbekleding

Voor type 12.3

- Kadepiel: +7,44m
- Bodempeil: -1,55 m
- Het is heel waarschijnlijk dat er een houten beschoeiing is (analoog als type 5 en 1) met
 - top op +2,95 m
 - voor de beschoeiing ligt de bodem op +0,95 m en verloopt naar -1,55 m volgens helling 1/3 over ca. 7,50 m
 - het niveau van de onderzijde van de palen ligt op -2,90 m
- Op bovenzijde talud op +7,44 m is een zetsteen geplaatst
- Talud boven beschoeiing
 - Breedte ca. 7,50 m
 - Hoogte 4,50m
 - Helling 3/5 of ca. 31 graden
 - Top op +7,44 m
 - Voorbij talud vlak maaiveld op +7,44 m
 - Voorzien van een steenbekleding

16.2.4. Fundering

Zie bovenstaande bij de verschillende types

16.2.5. Bolder

Er is geen bolder aanwezig

16.2.6. Oorspronkelijke ontwerpbelasting

De oorspronkelijke ontwerpbelasting van de verschillende oevers / kaaimuren is niet gekend. We nemen een ontwerpbelasting aan van 20 kN/m² die zich landinwaarts oneindig kan uitstrekken. De belasting wordt niet op het talud geplaatst maar op het achterliggende maaiveld.

16.2.7. Nieuwe ontwerpbelasting

We nemen een ontwerpbelasting aan van 20 kN/m² die zich landinwaarts oneindig kan uitstrekken.

16.2.8. Grondgegevens

- er wordt verwezen naar het document: Gwod00101/Rapport Uitgangspunten waaruit de onderstaande tabellen werden overgenomen. De types refereren naar de types oevers/kaaimuren.
- de waarden in de tabel opgenomen zijn karakteristieke waarden.
- het grondwaterpeil is aangenomen op 0,5 m boven het dokwaterpeil (T.A.W. + 4,45m) en afgerond op T.A.W.+5,00 m

Tabel 52: Karakteristieke waarden van de relevante grondparameters

Type 12.1

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	γ_d	γ_n	c	φ'	c_u
		[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,50	4,45	17	19	0	26,0	-
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	3,85	14	18	2	20,0	20,0
Pl-leem	Pleistoceen leem	3,85	1,25	18	18	2	25,0	40,0
Pl-zand	Pleistoceen zand	1,25	-4,50	16	20	0	27,5	-
Pa	Paniselliaan zand	-4,50	dieper	15	19	0	32,0	-

Type 12.2

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	γ_d	γ_n	c	φ'	c_u
		[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,50	4,45	17	19	0	26,0	-
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	2,00	14	18	2	20,0	20,0
Pl-leem	Pleistoceen leem	2,00	1,00	18	18	2	25,0	40,0
Pl-zand	Pleistoceen zand	1,00	-11,00	16	20	0	27,5	-
Pa	Paniselliaan zand	-11,00	dieper	15	19	0	32,0	-

Type 12.3

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	γ_d	γ_n	c	φ'	c_u
		[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	variabel	4,45	17	19	0	26,0	-
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	4,00	14	18	2	20,0	20,0
Pl-leem	Pleistoceen leem	4,00	3,00	18	18	2	25,0	40,0
Pl-zand	Pleistoceen zand	3,00	-11,00	16	20	0	27,5	-
Pa	Paniselliaan zand	-11,00	dieper	15	19	0	32,0	-

Onderstaande Tabel 53: Karakteristieke waarden van de relevante grondparameters t.b.v. een MSheet-berekening
Type 12.1

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	δ'	Horizontale beddinsconstante		
					K_1	K_2	K_3
					[m]	[m]	[°]
AV	Aangevuld/vergraven	7,50	4,45	13,5	8.000	4.000	2.000
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	3,85	10,0	2.000	800	500
Pl-leem	Pleistoceen leem	3,85	1,25	12,5	6.000	4.000	2.000
Pl-zand	Pleistoceen zand	1,25	-4,50	13,8	12.000	6.000	3.000
Pa	Paniselliaan zand	-4,50	dieper	16,0	20.000	10.000	5.000

Type 12.2

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	δ'	Horizontale beddinsconstante		
					K_1	K_2	K_3
					[m]	[m]	[°]
AV	Aangevuld/vergraven	7,50	4,45	13,5	8.000	4.000	2.000
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	2,00	10,0	2.000	800	500
Pl-leem	Pleistoceen leem	2,00	1,00	12,5	6.000	4.000	2.000
Pl-zand	Pleistoceen zand	1,00	-11,00	13,8	12.000	6.000	3.000
Pa	Paniselliaan zand	-11,00	dieper	16,0	20.000	10.000	5.000

Type 12.3

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	δ'	Horizontale beddinsconstante		
					K_1	K_2	K_3
					[m]	[m]	[°]
AV	Aangevuld/vergraven	variabel	4,45	13,5	8.000	4.000	2.000
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	4,00	10,0	2.000	800	500
Pl-leem	Pleistoceen leem	4,00	3,00	12,5	6.000	4.000	2.000
Pl-zand	Pleistoceen zand	3,00	-11,00	13,8	12.000	6.000	3.000
Pa	Paniselliaan zand	-11,00	dieper	16,0	20.000	10.000	5.000

16.2.9. Ouderdomseffecten

Er worden geen ouderdomseffecten toegepast op de constructie, met dien verstande dat de houten beschoeiing die mogelijk aanwezig is, als niet bestaande wordt beschouwd gezien de geringe beschikbare gegevens.

16.3. BEREKENINGSMETHODOLOGIE
16.3.1. Algemeen

De kaaimuren type 12 zijn verspreid over de volledige site en kunnen allen onder de noemer talud worden beschouwd die beschoeid zijn met houten palen of een stalen damwand. Over de stalen damwand zijn geen gegevens bekend i.v.m. damwandprofiel, bouwjaar en inheidiepte. Een controleberekening van deze damwand is bijgevolg onmogelijk in deze fase. Er wordt aangenomen dat de houten beschoeiing zodanig is verouderd dat er niet meer kan op gerekend worden. Deze houten wand wordt bijgevolg niet gecontroleerd op sterkte. De enige

berekeningen die worden uitgevoerd zijn de controles van het algemeen glijdingsevenwicht volgens DA ½.

16.3.2. Controle algemeen glijdingsevenwicht

De berekening dient alleen voor geval DA 1/2 te worden uitgevoerd, aangezien het om een bezwijkmechanisme van de grond zelf gaat en niet van structurele onderdelen. De output van dit programma is een veiligheidsfactor, i.e. het getal waarmee de cohesie en $\tan\phi$ van alle lagen gedeeld moet worden, om net aan het momentenevenwicht te voldoen. Een veiligheidsfactor van 1,00 is voldoende voor geval DA ½.

EC 7 stelt dat het aangewezen is voor cirkelvormige glijvlakken de materiaalfactor γ_M op de tangens van de hoek ϕ gelijk te stellen aan 1,40 i.p.v. 1,25.

16.4. OORSPRONKELIJKE SITUATIE

16.4.1. Kaaimuurtype 12.1: berekeningen

Aangezien er geen gegevens beschikbaar zijn over de aanwezige damwand wordt verondersteld dat de damwand even diep in de bodem zit ingeheid als zijn hoogte boven de bodem d.i. $5,10 - 1,45 = 3,65\text{m}$. De aanzetdiepte wordt bijgevolg verondersteld op T.A.W. - 2,20 m. Gezien de grasbegroeiing wordt verondersteld dat er geen lokale afglijding kan gebeuren op het stukje talud boven de damwand. De begroeiing heeft altijd een gunstige invloed op de stabiliteit van een talud door:

- vermindering van het watergehalte van de grond = verhoging van de schijnbare cohesie
- wapening van de grond door de wortels.

16.4.2. Kaaimuurtype 12.1: besluiten

Er wordt voorlopig verondersteld dat de damwand in goede staat en voldoende diep is ingeheid (dieper dan -3,00 m) zodat de huidige situatie stabiel is. In dat geval is het onnodig een stabiel onderwatertalud aan te brengen voor de bestaande damwand. In ontwerpfase dient meer duidelijkheid te komen omtrent de huidige damwandconstructie.

16.4.3. Kaaimuurtype 12.2 en 12.3: berekeningen

Voor de huidige situatie wordt verondersteld dat er een houten beschoeiing aanwezig is die analoog is als bij kaaimuurtype 1 en kaaimuurtype 5, Er wordt verondersteld dat

- de glijvlakken niet door de beton/steenbekleding kan gaan en dus dieper gelegen moeten zijn
- de glijvlakken de houten palen niet kunnen doorsnijden.

De houten palen in type 5 hebben een aanzetdiepte van ca -2,90 m. Veiligheidshalve wordt een aanzetdiepte van -2,50 m aangenomen in de berekeningen.

16.4.4. Kaaimuurtype 12.2 en 12.3: besluiten

Hoogstwaarschijnlijk is er in de oorspronkelijke en huidige toestand een beschoeiing aanwezig. Indien het om een houten beschoeiing gaat aangezet op -2,90 m, dan is de huidige toestand theoretisch niet stabiel.

Belangrijke opmerkingen:

- Net ten noorden van de Muidebrug kruist de Fluxysleiding het Houtdok. In het ontwerp dient in combinatie met het definitieve masterplan rekening gehouden te worden met deze leiding.
- Kaaimuurtype 12.3: er staat een oude en waardevolle vijgenboom welke in de nieuwe situatie moet behouden blijven. In het ontwerp dient er dan ook rekening mee gehouden te worden en de technieken moeten hier eventueel op afgestemd worden.

16.5. NIEUWE SITUATIE

16.5.1. Algemeen

In de nieuwe situatie wordt geen aanpassing uitgewerkt voor type 12.1, de bestaande situatie blijft behouden.

In de nieuwe situatie worden volgende voorstellen uitgewerkt voor type 12.2 en 12.3

- Voorstel 1: damwandconstructie waterwaarts bestaande waterkering
- Voorstel 2: aanpassen talud d.m.v. steenbestorting

16.5.2. Type 12.1

Zoals reeds vermeld worden geen wijzigingen doorgevoerd aan de bestaande situatie.

16.5.3. Type 12.2 en 12.3 voorstel 1: damwandconstructie waterwaarts bestaande waterkering

A. Aannames

Grond

- Actieve zijde:
 - o Vanaf het dagvlak van de kade (T.A.W. +5,00m) in talud tot aan deksteen (T.A.W. +7,44m)
 - o Vanaf de deksteen vlak op T.A.W. +7,44m
- Passieve zijde:
 - o Van rand damwand (T.A.W. +0,95m) tot ± 7m waterwaarts (T.A.W. -1,55m): talud
 - o Vanaf T.A.W. -1,55m vlakke bodem

Beschoeiing

Voorlopig wordt volgende aangenomen:

- Damwand AZ 26
- Top T.A.W. +4,90m
- Onderzijde T.A.W. -5,50m
- Kesp: gewapend beton met top op T.A.W. +5,00m

B. Besluiten type 12.2 en 12.3 voorstel 1: damwandconstructie waterwaarts bestaande waterkering

Voor de types 12.2 en 12.3 wordt een beschoeiing geïnstalleerd d.m.v. stalen damwand met betonnen kesp en inheinniveau op T.A.W. -5,50 m. Voorlopig wordt uitgegaan van damwandplanken AZ 26 – in dat geval is een aanvulling tot T.A.W. +0,95 m niet nodig.

C. Fasering – draaiboek type 12.1: behoud bestaande situatie

De gedetailleerde fasering is uitgewerkt op de tekeningen in BIJLAGE 13.

Het bestaande talud wordt volledig geherprofileerd door een verticale wand te plaatsen:

- Waterwaarts van de bestaande damwand wordt een nieuwe damwand geheid (T.A.W. - 5,50m tot T.A.W. +5,50m)
- De zone achter de nieuwe damwand wordt aangevuld tot niveau ca. T.A.W. + 4,70 aansluitend aan het bestaande talud
- De kesp wordt op de nieuwe damwand gebetonneerd (T.A.W. +5,00m)
- Tussen de nieuwe kesp en de bestaande zetsteen wordt het nieuwe talud verder aangevuld en aangelegd.

16.5.4. Type 12.2 en 12.3 voorstel 2: aanpassen talud d.m.v. steenbestorting

A. Aannames

Grond

- Passieve zijde: aangevulde grond vlak T.A.W. +0,95m

Talud

- Helling 1/3 vanaf de kade (T.A.W. +6,90m / T.A.W. + 7,44m) naar T.A.W. +0,95m aan de waterzijde.

Belastingen

- Bovenbelasting op steenbestorting: 10 kN/m² als permanente belasting (niet gefactoreerd)
- Terreinbelasting: 20kN/m²

Berekeningen

Er worden geen lokale glijvlakken beschouwd doorheen het talud boven water waar betonbekleding, betegeling of begroeiing wordt aangebracht (“forbidden line”).

B. Besluiten type 12.2 en 12.3: aanpassen talud d.m.v. steenbestorting

Een tweede oplossing is het plaatsen van een talud 1/3 met steenbestorting verlopend vanaf niveau kade (ca. +6,90 m/7,44 m) naar het aangevuld bodemniveau op +0,95 m.

Boven water dient een begroeiing of een bekleding van beton te worden aangebracht; onder water worden zinkstukken en een steenbestorting (voorlopig is een dikte van 0,50 m aangenomen) aangebracht op het talud.

C. Fasering – draaiboek type 12.1: behoud bestaande situatie

De gedetailleerde fasering is uitgewerkt op de tekeningen in BIJLAGE 13.

Analoog als bij het eerste voorstel wordt het talud bij het tweede voorstel volledig geherprofileerd door het herbekleden van het talud:

- Het bodempeil wordt verhoogd van niveau T.A.W. -1,55m tot niveau T.A.W. +0,95m.
- Er wordt een nieuw talud aangelegd dat aanvangt aan de bestaande deksteen (T.A.W. + 7,00m) en dat onder 1/3 aansluit aan het nieuw bodempeil
- Onder de waterlijn (T.A.W. +4,45m) wordt de aanvulling beschermd met zinkstukken waarop steenbestorting wordt geplaatst.
- Het gedeelte boven T.A.W. +4,35m wordt met een betonbekleding beschermd tot aan de bestaande zetsteen.

16.6. RAMINGEN

De onderstaande tabel geeft een samenvatting weer van de raming voor de verschillende voorstellen.

Indien een bepaald voorstel niet kan in combinatie met bebouwing, wordt voor dat deel geen eenheidsprijs ingevuld.

TECHNISCHE STUDIE KAAIMUREN

KAAIMUURTYPE 12.1	afstand (m)	voorstel 1 Geen werken		voorstel 2 Geen werken	
		per lopende m	totaal	per lopende m	totaal
<i>zone gebouw 33</i>					
bebouwd (op afstand)		€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
bebouwd (op kaaimuur)					
openbaar domein					
brug					
TOTAAL excl.btw			- €		- €

Totaal excl. btw technologische herstellingen :

Nihil

Nihil

TECHNISCHE STUDIE KAAIMUREN

KAAIMUURTYPE 12.2	afstand (m)	voorstel 1 Damwand waterwaarts		voorstel 2 Steenbestorting	
		per lopende m	totaal	per lopende m	totaal
<i>zone handelsdokbrug</i>					
bebouwd (op afstand)					
bebouwd (op kaaimuur)					
openbaar domein	61	€ 1.947,81	€ 118.816,41	€ 2.599,16	€ 158.548,76
brug	12	€ 1.947,81	€ 23.373,72	€ 2.599,16	€ 31.189,92
TOTAAL excl.btw	73,00		€ 142.190,13		189.738,68

Totaal excl. btw technologische herstellingen :

Nihil

Nihil

TECHNISCHE STUDIE KAAIMUREN

KAAIMUURTYPE 12.3	afstand (m)	voorstel 1 Damwand waterwaarts		voorstel 2 Steenbestorting	
		per lopende m	totaal	per lopende m	totaal
zone park DM					
bebouwd (op afstand)					
bebouwd (op kaaimuur)					
openbaar domein brug	204	€ 2.473,32	€ 504.557,28	€ 3.134,37	€ 639.411,48
zone park M					
bebouwd (op afstand)					
bebouwd (op kaaimuur)					
openbaar domein brug	56	€ 2.473,32	€ 138.505,92	€ 3.134,37	€ 175.524,72
zone gebouw 15					
bebouwd (op afstand)					
bebouwd (op kaaimuur)					
openbaar domein brug	90	€ 2.473,32	€ 222.598,80	€ 3.134,37	€ 282.093,30
TOTAAL excl.btw	350,00		€ 865.662,00		1.097.029,50

Totaal excl. btw technologische herstellingen :

Nihil

Nihil

17. DAMWANDCONSTRUCTIE (VOORUITBOUW)

17.1. ALGEMEEN

De vooruitbouw is uitgewerkt als algemeen item indien er voor de uitvoering geopteerd wordt voor een vooruitbouw op de bestaande kadeconstructies (lees Achterdok).

Specificaties / materialen:

- Stalen damwand als voorste wand
- Stalen ankerwand als achterste wand
- Ankers als verbinding tussen de beide wanden

Er wordt een voorstel uitgewerkt voor maaiveldpeil op T.A.W. +5,00m (verlaagd kaaimuurplateau) en voor maaiveldpeil T.A.W. +7,00m (gewoon kaaimuurplateau). De wand wordt verondersteld in nat te worden geplaatst.

17.2. UITGANGSPUNTEN

17.2.1. Algemene afmetingen

Dit is een hypothetische wand, er kunnen geen afmetingen worden bepaald.

17.2.2. Niveaus

Volgende niveaus worden aangenomen:

- Voorstel verlaagd kaaimuurplateau:
 - o Bovenzijde kaaimuur: T.A.W. +5,00m
 - o Dokwaterpeil: T.A.W. +4,45m
 - o Bodempeil T.A.W. +0,95m
- Voorstel gewoon kaaimuurplateau:
 - o Bovenzijde kaaimuur: T.A.W. +7,00m
 - o Dokwaterpeil: T.A.W. +4,45m
 - o Bodempeil T.A.W. +0,95m

17.2.3. Nieuwe belastingen

- De kaaimuur heeft een gebruiksbelasting van 20 kN/m² oneindig uitgestrekt
- Geen bolderbelasting
- Geen kraanrailbelasting
- Geen fenderbelasting

17.2.4. Grondgegevens

Volgende ϕ waarden worden aangenomen (afhankelijk van de werkelijke inplanting kan dit nog wijzigen)

Code	Laagtype	Bovenkant	Onderkant	γ_d	γ_n	c	ϕ'	c_u
		[m]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[kN/m ²]
AV	Aangevuld/vergraven	7,44	4,45	17	19	0	26,0	-
Ho-All	Holocene - alluvium	4,45	3,85	14	18	2	20,0	20,0

Pl-leem	Pleistoceen leem	3,85	3,35	18	18	2	25,0	40,0
Pl-zand	Pleistoceen zand	3,35	-10,50	16	20	0	27,5	-
Pa	Paniselliaan zand	-10,50	dieper	15	19	0	32,0	-

Tabel 54: Karakteristieke waarden van de relevante grondparameters

Code	Laagtype	Bovenkant [m]	Onderkant [m]	δ' [°]	Horizontale beddinsconstante		
					K_1 [kN/m ³]	K_2 [kN/m ³]	K_3 [kN/m ²]
					AV	Aangevuld/vergraven	7,44
Ho-All	Holloceen - alluvium	4,45	3,85	13,3	2.000	800	500
Pl-leem	Pleistoceen leem	3,85	3,35	16,7	6.000	4.000	2.000
Pl-zand	Pleistoceen zand	3,35	-10,50	18,3	12.000	6.000	3.000
Pa	Paniselliaan zand	-10,50	dieper	21,3	18.000	9.000	4.500

Tabel 55: Karakteristieke waarden van de relevante grondparameters t.b.v. een MSheet-berekening

17.2.5. Ouderdomseffecten

Gezien de damwanden nieuw zijn, worden geen ouderdomseffecten op de constructie toegepast. Er dienen echter wel voorzorgen te worden genomen bij het plaatsen van de wanden zodat geen versnelde veroudering (corrosie) kan voorkomen. Zie hiervoor de besprekingen in BIJLAGE 16.

17.3. BEREKENING NIEUWE SITUATIE

Volgende voorstellen voor het plaatsen van de damwandconstructie worden uitgewerkt:

- Voorstel 1: plaatsen damwandconstructie voor een verlaagd kaaimuurplateau
- Voorstel 2: plaatsen damwandconstructie voor een gewoon kaaimuurplateau

De voorstellen zijn onderstaand tekstueel uitgewerkt en zijn visueel uitgewerkt in BIJLAGE 13.

17.3.1. Voorstel 1: verlaagd kaaimuurplateau

A. Korte beschrijving

Bij dit voorstel worden de damwanden geplaatst voor een kaaimuurplateau op T.A.W. + 5,00m. Hiervoor worden 2 parallelle damwanden geplaatst die verbonden zijn met ankers. De ruimte tussen de damwanden wordt aangevuld met zand; de bodemhoogte wordt verhoogd van T.A.W. -1,55m naar T.A.W. + 0,95m.

B. Aannames

Grond

- Actieve zijde: over volledige breedte aanvulling vlak op T.A.W. +5,00 m
- Passieve zijde: aangevulde vlakke bodem op T.A.W. +0,95 m

Voorste damwand

Stalen damwand met:

- Staal S240
- $EI = 1,4238 \times 104 \text{ kNm}^2/\text{m}$
- $W = 660 \text{ cm}^3/\text{m}$
- Top: op ca. T.A.W. +4,80 m

- Onderzijde: op ca. T.A.W. -4,00 m

Betonnen kesp

Er wordt uitgegaan van een betonnen kesp bovenaan met:

- hoogte = 0,80 m
- breedte = 0,60 m
- Top: op ca. T.A.W. +5,00 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. +4,20 m

Ankers

Voorlopig wordt uitgegaan van volgende ankers

- anker h.o.h. 2,50 m: Dywidag GEWI Plus $\varnothing 35$ staal 500/550
- dienstlast (DA 2): 285 kN/anker of 115 kN/m
- Niveau ankers: ca. T.A.W. +3,00 m

Ankerwand

Stalen damwand met:

- Staal S240
- EI = 1,4238 x 104 kNm²/m
- W = 660 cm³/m
- Top: op ca. T.A.W. +4,80 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. -4,00 m

Belastingen

- terreinbelasting van 20 kN/m²
- gronddrukken

Berekeningen

De te keren hoogte bedraagt 4,05 m, terwijl de afstand tussen damwand en ankerwand slechts 9 m bedraagt; de verhouding is dus 2,2. Volgens CUR166 bestaat een vuistregel die zegt dat er over een kistdam kan worden gesproken indien voor afstand tussen ankerwand en damwand B geldt:

$$0,7H \leq B \leq 1,5H$$

In dat geval betreft het volgens deze vuistregel geen kistdam en kan de klassieke damwandberekeningsmethode worden toegepast.

C. Berekeningen

Volgende berekeningen worden uitgevoerd:

- In uiterste grenstoestand
 - o De sterkte van de damwand, de sterkte van de ankers en de controle van de passieve weerstand

- Kranz-stabiliteit
 - Het algemeen glijdingsevenwicht
 - Dimensionering van ankerwand
- In gebruiksgrenstoestand worden enkel de vervormingen onderzocht.

D. Besluiten voorstel 1

De damwandconstructie is stabiel voor de gegeven conventies en belastingen.

E. Fasering / draaiboek voorstel 1

Een gedetailleerde fasering is gevisualiseerd in BIJLAGE 14.

De inplanting van de damwanden is afhankelijk van de locatie en grootte van de vooruitbouw, de aangegeven afstanden zijn dus relatief.

Voor de kadehoogte T.A.W. +5,00m geldt het volgende:

- Er worden 2 damwanden geheid op 9 meter van elkaar (met inheipeilen T.A.W. -4,00m tot T.A.W. +4,80m) en tussenliggende ankers op T.A.W. +3,00m, welke geplaatst worden na de eerste aanvulling
- In de eerste fase van de zandaanvulling wordt aangevuld tot niveau T.A.W. + 2,80m
- In de tweede fase wordt aangevuld tot niveau T.A.W. +4,20m
- De kesp wordt gebetonneerd op de voorste damwand (T.A.W. +5,00m) en de derde zandaanvulling wordt uitgevoerd tot niveau T.A.W. +4,80m

17.3.2. Voorstel 2: gewoon kaaimuurplateau

A. Korte beschrijving

Bij dit voorstel worden de damwanden geplaatst voor een kaaimuurplateau op T.A.W. + 7,00m. Hiervoor worden 2 parallelle damwanden geplaatst die verbonden zijn met ankers. De ruimte tussen de damwanden wordt aangevuld met zand; de bodemhoogte wordt verhoogd van T.A.W. -1,55m naar T.A.W. + 0,95m.

B. Aannames

Grond

- Actieve zijde: over volledige breedte aanvulling vlak op T.A.W. +7,00 m
- Passieve zijde: aangevulde vlakke bodem op T.A.W. +0,95 m

Voorste damwand

Stalen damwand met:

- Staal S240
- $EI = 1,4238 \times 10^4 \text{ kNm}^2/\text{m}$
- $W = 660 \text{ cm}^3/\text{m}$
- Top: op ca. T.A.W. +7,80 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. -4,00 m

Betonnen kesp

Er wordt uitgegaan van een betonnen kesp bovenaan met:

- hoogte = 1,00 m
- breedte = 0,80 m
- Top: op ca. T.A.W. +6,80 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. +6,00 m

Ankers

Voorlopig wordt uitgegaan van volgende ankers

- anker h.o.h. 2,50 m: Dywidag GEWI Plus ø40 staal 500/550
- dienstlast (DA 2): 375 kN/anker of 150 kN/m
- Niveau ankers: ca. T.A.W. +5,00 m

Ankerwand

Stalen ankerwand met:

- Staal S240
- EI = 3,81 x 104 kNm²/m
- W = 1320 cm³/m
- Top: op ca. T.A.W. +6,80 m
- Onderzijde: op ca. T.A.W. -1,00 m

Belastingen

- terreinbelasting van 20 kN/m²
- gronddrukken
- wateroverdruk van 0,50 m

C. Berekeningen voorstel 2: heien damwand en ankerwand

Volgende berekeningen worden uitgevoerd:

- In uiterste grenstoestand
 - o De sterkte van de damwand, de sterkte van de ankers en de controle van de passieve weerstand
 - o Kranz-stabiliteit
 - o Het algemeen glijdingsevenwicht
 - o Dimensionering van ankerwand
- In gebruiksgrenstoestand worden enkel de vervormingen onderzocht.

D. Besluiten voorstel 2

De damwandconstructie is stabiel voor de gegeven conventies en belastingen.

E. Fasering / draaiboek voorstel 2

Een gedetailleerde fasering is gevisualiseerd in BIJLAGE 14.

De inplanting van de damwanden is afhankelijk van de locatie en grootte van de vooruitbouw, de aangegeven afstanden zijn dus relatief.

Voor de kadehoogte T.A.W. +7,00m geldt het volgende:

- Er worden 2 damwanden geheid op 9 meter van elkaar (met inheipeilen voorste damwand T.A.W. -4,00m tot T.A.W. +6,80m en achterste damwand T.A.W. -1,00m tot T.A.W. +6,80m) en tussenliggende ankers op T.A.W. +5,00m, welke geplaatst worden na de eerste aanvulling
- In de eerste fase van de zandaanvulling wordt aangevuld tot niveau T.A.W. + 4,80m
- In de tweede fase wordt aangevuld tot niveau T.A.W. +6,00m
- De kesp wordt gebetonneerd op de voorste damwand (T.A.W. +7,00m) en de derde zandaanvulling wordt uitgevoerd tot niveau T.A.W. +6,80m

De definitieve bevoering hangt af van de definitieve inrichting van het terrein.

17.4. RAMINGEN

De onderstaande tabel geeft een samenvatting weer van de raming voor de verschillende voorstellen.

Indien een bepaald voorstel niet kan in combinatie met bebouwing, wordt voor dat deel geen éénheidsprijs ingevuld.

TECHNISCHE STUDIE KAAIMUREN

KAAIMUURTYPE DAMWAND VOORUITBOUW T.A.W. +5,00m	afstand (m)	voorstel 1	
		per lopende m	totaal
zone gebouw 5-6			
bebouwd (op afstand)	64	€ 3.468,20	€ 221.964,80
bebouwd (op kaaimuur)	35	-	-
openbaar domein brug	125	€ 3.468,20	€ 433.525,00
zone park OM			
bebouwd (op afstand)			
bebouwd (op kaaimuur)			
openbaar domein brug	97	€ 3.486,20	€ 338.161,40
TOTAAL excl.btw	321,00		€ 993.651,20

Totaal excl. btw technologische herstellingen :

Nihil

TECHNISCHE STUDIE KAAIMUREN

KAAIMUURTYPE DAMWAND VOORUITBOUW T.A.W. +7,00m	afstand (m)	voorstel 1	
		per lopende m	totaal
zone gebouw 5-6			
bebouwd (op afstand)	64	€ 4.468,95	€ 286.012,80
bebouwd (op kaaimuur)	35	-	-
openbaar domein brug	125	€ 4.468,95	€ 558.618,75
zone park OM			
bebouwd (op afstand)			
bebouwd (op kaaimuur)			
openbaar domein brug	97	€ 4.468,95	€ 433.488,15
TOTAAL excl.btw	321,00		€ 1.278.119,70

Totaal excl. btw technologische herstellingen :

Nihil

18. STUDIE GRONDVERZET

De studie voor het grondverzet inclusief het milieuhygiënisch onderzoek bevindt zich in BIJLAGE 17.

19. RAMINGEN

In de bijlagen 2 tot en met 14, zijn per type kaaimuur de verschillende ramingen opgenomen voor de verschillende voorstellen.

Een aantal algemene aannames geldig voor de ramingen worden hier geformuleerd.

- De ramingen zijn ramingen horende bij een voorontwerp. De nodige toleranties zijn ingerekend om op dit moment onzekerheden en onbekenden toch in rekening te nemen.
- In het geval ervoor geopteerd wordt om delen van bepaalde kaaimuren te verlagen, moet er rekening mee gehouden worden dat de kost voor de overgangen tussen de kaaimuurdelen niet apart zijn gerekend in de ramingen.
- De verhardingen van het kaaiplateau zijn niet inbegrepen.
- Enkel de technische aspecten horende bij de renovatie of vernieuwing van de kaaimuren zijn in rekening gebracht.
- In de ramingen zijn de constructief technische aspecten in rekening gebracht. De technologische herstellingen worden per type apart in tabelvorm meegegeven.
- Er is bij elke raming een tabel toegevoegd met mogelijke alternatieven wat betreft aan- en afvoer van gronden.

20. BESLUIT - PRIORITEITENLIJST

Aan de hand van de uitgevoerde stabiliteits- en voorontwerpstudie wordt een prioriteitenlijst opgesteld. Deze houdt rekening met de huidige stabiliteit van de kaaimuren en het direct en indirect gevaar dat een mogelijke instabiliteit met zich mee kan brengen.

- Uit de berekening blijkt dat vooral de massieve kaaimuren in de huidige toestand niet meer stabiel zijn. Het betreft de volgende kaaimuren:
 - o Kaaimuurtype 1: waarbij zowel de rekentechnische stabiliteit van de huidige constructie als de technologische staat van de constructie dient te worden aangepakt.
De staat van deze kaaimuur is van dien aard dat het advies gegeven wordt de toegang tot het plateau af te sluiten omwille van veiligheidsredenen.
 - o Kaaimuurtype 5, 7 en 8: waarbij vooral de rekentechnische stabiliteit van de huidige constructie dient te worden aangepakt.

- Uit de berekeningen van de types kaaimuren op palen blijkt dat – in dit stadium van de studie – deze als stabiel mogen beschouwd worden;

- Onafhankelijk van de gedetailleerde opvolging van de kaaimuren vermeld in de prioriteitenlijst, dient voor quasi alle kaaimuurtypes in ontwerpfasen verder onderzoek te worden uitgevoerd betreffende de bestaande toestand van de constructie.
 Het onderzoek betreft de controle van de aannames omtrent de bestaande toestand.
 Het nader onderzoek van de bestaande toestand zal gericht uitgevoerd worden afhankelijk van
 - o de gekozen voorontwerpen
 - o de verdere randvoorwaarden die voortvloeien uit het uitgewerkt Masterplan
 - o de besluiten van de studies die uitgevoerd worden parallel aan de technische studie van de voorontwerpen.

Samenvattende tabel

Kaaimuurtype	Resterende levensduur	Levensduur na renovatie
1	0 jaar	50 jaar
2	20 jaar	50 jaar
3	20 jaar	50 jaar
4	20 jaar	50 jaar
5	0 jaar	50 jaar
6	20 jaar	50 jaar
7	0 jaar	50 jaar
8	0 jaar	50 jaar
9	20 jaar	50 jaar
10	20 jaar	50 jaar

12	20 jaar	50 jaar
----	---------	---------

BIJLAGE 1: Overzichtsplan types kaaimuren

Volgende gegevens horen bij de BIJLAGE 1:

- tekening B3/11274: Overzicht geotechnische profielen / kaaimuurtypes

BIJLAGE 2: Gegevens kaaimuurtype 1

Volgende gegevens horen bij de BIJLAGE 2:

- tekening B3/11275: Geotechnisch lengteprofiel
- tekening B3/11276: Planzicht
- tekening B3/11277: Dwarsdoorsnede bestaande situatie
- tekening B3/11278: Dwarsdoorsnede nieuwe situatie
- tekening B3/11279: Fasering renovatie – voorstel 1
- tekening B3/11279: Fasering renovatie – voorstel 2
- tekening B3/11279: Fasering renovatie – voorstel 3
- raming uitvoeringswerken voorstel 1
- raming uitvoeringswerken voorstel 2
- raming uitvoeringswerken voorstel 3

BIJLAGE 3: Gegevens kaaimuurtype 2

Volgende gegevens horen bij de BIJLAGE 3:

- tekening B3/11282: Geotechnisch lengteprofiel
- tekening B3/11283: Planzicht
- tekening B3/11284: Dwarsdoorsnede bestaande situatie
- tekening B3/11285: Dwarsdoorsnede nieuwe situatie
- tekening B3/11286: Fasering renovatie – voorstel 1
- tekening B3/11287: Fasering renovatie – voorstel 2
- raming uitvoeringswerken voorstel 1
- raming uitvoeringswerken voorstel 2

BIJLAGE 4: Gegevens kaaimuurtype 3

Volgende gegevens horen bij de BIJLAGE 4:

- tekening B3/11288: Geotechnisch lengteprofiel
- tekening B3/11289: Planzicht
- tekening B3/11290: Dwarsdoorsnede bestaande situatie
- tekening B3/11291: Dwarsdoorsnede nieuwe situatie
- tekening B3/11292: Fasering renovatie – voorstel 2
- raming uitvoeringswerken voorstel 1
- raming uitvoeringswerken voorstel 2

BIJLAGE 5: Gegevens kaaimuurtype 4

Volgende gegevens horen bij de BIJLAGE 5:

- tekening B3/11293: Geotechnisch lengteprofiel
- tekening B3/11294: Planzicht
- tekening B3/11295: Dwarsdoorsnede bestaande situatie
- tekening B3/11296: Dwarsdoorsnede nieuwe situatie
- tekening B3/11297: Fasering renovatie – voorstel 2
- raming uitvoeringswerken voorstel 1
- raming uitvoeringswerken voorstel 2

BIJLAGE 6: Gegevens kaaimuurtype 5

Volgende gegevens horen bij de BIJLAGE 6:

- tekening B3/11298: Geotechnisch lengteprofiel
- tekening B3/11299: Planzicht
- tekening B3/11300: Dwarsdoorsnede bestaande situatie
- tekening B3/11301: Dwarsdoorsnede nieuwe situatie
- tekening B3/11302: Fasering renovatie – voorstel 1
- tekening B3/11303: Fasering renovatie – voorstel 2
- tekening B3/11....: Fasering renovatie – voorstel 3
- raming uitvoeringswerken voorstel 1
- raming uitvoeringswerken voorstel 2
- raming uitvoeringswerken voorstel 3

BIJLAGE 7: Gegevens kaaimuurtype 6

Volgende gegevens horen bij de BIJLAGE 7:

- tekening B3/11304: Geotechnisch lengteprofiel
- tekening B3/11305: Planzicht
- tekening B3/11306: Dwarsdoorsnede bestaande situatie
- tekening B3/11307: Dwarsdoorsnede nieuwe situatie
- tekening B3/11308: Fasering renovatie – voorstel 1
- tekening B3/11309: Fasering renovatie – voorstel 2
- tekening B3/11310: Fasering renovatie – voorstel 3
- tekening B3/11311: Fasering renovatie – voorstel 4
- raming uitvoeringswerken voorstel 1
- raming uitvoeringswerken voorstel 2
- raming uitvoeringswerken voorstel 3
- raming uitvoeringswerken voorstel 4

BIJLAGE 8: Gegevens kaaimuurtype 7

Volgende gegevens horen bij de BIJLAGE 8:

- tekening B3/11312: Geotechnisch lengteprofiel
- tekening B3/11313: Planzicht
- tekening B3/11314: Dwarsdoorsnede bestaande situatie
- tekening B3/11315: Dwarsdoorsnede nieuwe situatie
- tekening B3/11316: Fasering renovatie – voorstel 1
- tekening B3/11317: Fasering renovatie – voorstel 2
- tekening B3/11318: Fasering renovatie – voorstel 3
- tekening B3/11319: Fasering renovatie – voorstel 4
- raming uitvoeringswerken voorstel 1
- raming uitvoeringswerken voorstel 2
- raming uitvoeringswerken voorstel 3
- raming uitvoeringswerken voorstel 4

BIJLAGE 9: Gegevens kaaimuurtype 8

Volgende gegevens horen bij de BIJLAGE 9:

- tekening B3/11320: Geotechnisch lengteprofiel
- tekening B3/11321: Planzicht
- tekening B3/11322: Dwarsdoorsnede bestaande situatie
- tekening B3/11323: Dwarsdoorsnede nieuwe situatie
- tekening B3/11324: Fasering renovatie – voorstel 1
- tekening B3/11325: Fasering renovatie – voorstel 2
- tekening B3/11326: Fasering renovatie – voorstel 3
- tekening B3/11327: Fasering renovatie – voorstel 4
- raming uitvoeringswerken voorstel 1
- raming uitvoeringswerken voorstel 2
- raming uitvoeringswerken voorstel 3
- raming uitvoeringswerken voorstel 4

BIJLAGE 10: Gegevens kaaimuurtype 9

Volgende gegevens horen bij de BIJLAGE 10:

- tekening B3/11328: Geotechnisch lengteprofiel
- tekening B3/11329: Planzicht
- tekening B3/11330: Dwarsdoorsnede bestaande situatie
- tekening B3/11331: Dwarsdoorsnede nieuwe situatie
- tekening B3/11332: Fasering renovatie – voorstel 2
- raming uitvoeringswerken voorstel 1
- raming uitvoeringswerken voorstel 2

BIJLAGE 11: Gegevens kaaimuurtype 10

Volgende gegevens horen bij de BIJLAGE 11:

- tekening B3/11333: Geotechnisch lengteprofiel
- tekening B3/11334: Planzicht
- tekening B3/11335: Dwarsdoorsnede bestaande situatie
- tekening B3/11336: Dwarsdoorsnede nieuwe situatie
- raming uitvoeringswerken voorstel 1

BIJLAGE 12: Gegevens kaaimuurtype 11

Volgende gegevens horen bij de BIJLAGE 12:

- tekening B3/11337: Geotechnisch lengteprofiel
- tekening B3/11338: Planzicht
- tekening B3/11339: Dwarsdoorsnede bestaande situatie
- raming uitvoeringswerken voorstel 1

BIJLAGE 13: Gegevens kaaimuurtype 12

Volgende gegevens horen bij de BIJLAGE 13:

- tekening B3/11340: Geotechnisch lengteprofiel 12.1
- tekening B3/11341: Geotechnisch lengteprofiel 12.2
- tekening B3/11342: Geotechnisch lengteprofiel 12.3
- tekening B3/11343: Planzicht 12.1 + 12.2
- tekening B3/11344: Planzicht 12.3
- tekening B3/11345: Dwarsdoorsnede bestaande situatie
- tekening B3/11346: Dwarsdoorsnede nieuwe situatie 12.1 + 12.3
- tekening B3/11347: Dwarsdoorsnede nieuwe situatie 12.3
- tekening B3/11348: Fasering renovatie – voorstel 1
- tekening B3/11349: Fasering renovatie – voorstel 2
- raming uitvoeringswerken voorstel 1 – 12.1 + 12.2 + 12.3
- raming uitvoeringswerken voorstel 2 – 12.1 + 12.2 + 12.3

BIJLAGE 14: Gegevens damwandconstructie

Volgende gegevens horen bij de BIJLAGE 14:

- tekening B3/11350: Fasering renovatie – damwand vooruitbouw
- raming uitvoeringswerken

BIJLAGE 15: Technologisch aspect opvulling grindbakken (type 2)

1. ALGEMEEN

1.1 INLEIDING

Bij de uitwerking van het Technisch onderzoek van de kaaimuren Oude Dokken te Gent, leeft het idee om de oude grindbakken op te vullen met vervuilde grond. Onderstaand volgt een analyse en richtlijn voor het storten van vervuilde grond. Dit is slechts een algemene analyse die gepreciseerd en gedetailleerd dient te worden bij verdere gegevens betreffende de vervuilde grond.

1.2 REFERENTIES

- [1] Vlarem II – Besluit van de Vlaamse regering houdende algemene en sectorale bepalingen inzake milieuhygiëne (01 – 06 -1995)
- [2] BS 17 mei 2002 - Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering betreffende het storten van afvalstoffen
- [3] OVAM – Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij
- [4] Vlarebo – Besluit van de Vlaamse regering houdende vaststelling van het Vlaams reglement betreffende de bodemsanering (05 - 03 - 1996)
- [5] Decreet betreffende de bodemsanering (22 - 02 - 1995)

2. STORTPLAATSEN

2.1 INDELING VAN STORTPLAATSEN

Stortplaatsen kunnen worden opgedeeld in drie categorieën, afhankelijk van de aard van de te storten afvalstoffen.

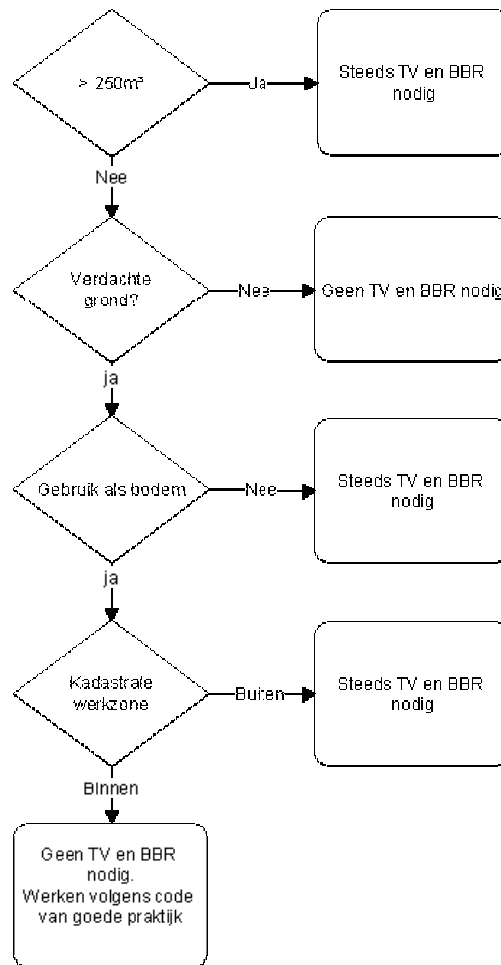
- Categorie 1: Stortplaatsen *gevaarlijke* afvalstoffen
- Categorie 2: Stortplaatsen voor *ongevaarlijke* afvalstoffen
- Categorie 3: Stortplaatsen voor *inerte* afvalstoffen

Aan de hand van de keuze van het type afvalstof worden verschillende criteria weergegeven in de VLAREM II (zie. Ref. [1]).

2.2 DOCUMENTEN

Afhankelijk van het type grond dienen bepaalde procedures te worden gevolgd; onderstaand is een algemeen stroomschema toegevoegd voor de uit te voeren formaliteiten.

Indien het grondverzet meer dan 250 m³ bedraagt of als de plaats van de ontgraving een verdachte grond is, dient verplicht een Technisch Verslag (TV) te worden opgemaakt. Ook een Bodembeheerrapport (BBR) voor de plaats waar de grond terug wordt gebruikt dient in bovenstaande gevallen te worden opgemaakt.



Figuur 19: Regelgeving voor grondverzet

2.3 MAATREGELEN

T.b.v. het voorkomen van bodem-, grondwater en luchtverontreiniging in de omgeving van de stortplaats, worden maatregelen getroffen. Het betreft een algemene maatregel die verfijnd dient te worden als meer gedetailleerde gegevens betreffende de grond beschikbaar zijn.

- Afsluitlaag: ter voorkoming van doorsijpelen van stoffen door de bodem en de wanden van het stortterrein.
- Afdichtlaag: laag op de stortvakken, waar de stortactiviteiten beëindigd zijn en die het binnendringen van water in de stortmassa moet beletten
- Eindafdek: Laag op de afdichtlaag bij de definitieve beëindiging van de stortactiviteiten
- Tussenafdek: bodemmateriaal of geschikte afvalstoffen voor regulier afdek van stortmaterialen

3. BESLUIT

De maatregelen te treffen voor het storten van de vervuilde grond is afhankelijk van het type grond. Daar deze nog niet gekend is, kunnen geen exacte richtlijnen worden opgesomd. Hoe dan ook dient uitgebreid overlegd te worden met Ovam betreffende de verschillende mogelijkheden voor de opslag.

BIJLAGE 16: Technologisch aspect renovatie van staal, beton, metselwerk, hout

1. ALGEMEEN

Naast de uit te voeren stabiliteitsmaatregelen aan de kaaimuren, dient ook een technologisch onderzoek te worden uitgevoerd. Dit technologisch onderzoek wordt uitgevoerd op de materialen en elementen die behouden blijven na de werken. Dit omvat zowel gewapend beton, metselwerk en stalen damwanden.

Door het technologisch onderzoek wordt nagegaan wat de toestand is van deze elementen en kunnen maatregelen worden genomen om de levensduur van de constructie te verlengen.

2. VISUEEL ONDERZOEK

Om een inzicht te krijgen in de algemene staat van de kaaimuren en de verschillende materialen wordt een algemene visuele inspectie uitgevoerd. Aan de hand van deze visuele inspectie wordt een gedetailleerde plaatsbeschrijving opgebouwd die alle risicohoudende schades aan de constructie inventariseert. Aan de hand van schetsen, tekeningen en foto's wordt de plaatsbeschrijving gestaafd.

De plaatsbeschrijving is bedoeld om de verschillende schadegevallen aan de constructie te lokaliseren en te beschrijven. Door de uitgebreide inventarisatie van de uiterlijke schadekenmerken en -locaties worden bepaalde schades geëlimineerd of juist geaccentueerd.

Het visueel onderzoek wordt zowel boven- als onderwater geïnspecteerd. Op onbereikbare plaatsen kan d.m.v. een camera (endoscopie) onderzoek worden verricht.

Aan de hand van de plaatsbeschrijving kan een oordeel geformuleerd worden over het al dan niet uitvoeren van verder destructief / niet-destructief onderzoek en is het mogelijk om het onderzoek af te stemmen op specifieke schadebeelden.

3. TECHNOLOGISCH ONDERZOEK

Om een beter inzicht te krijgen van de (niet) zichtbare schades van de verschillende materialen dienen bijkomend zowel destructieve als niet-destructieve proeven te worden uitgevoerd.

3.1 GEWAPEND BETON

3.1.1 Niet-destructief onderzoek

Bij niet-destructief onderzoek worden proeven uitgevoerd aan het oppervlak van de betonnen elementen, zonder enige vorm van beschadiging te veroorzaken.

Onderstaande niet-destructieve proeven kunnen worden uitgevoerd:

- Het bepalen van de **betondekking**, de ligging en de diameter van de wapening;
- Het uitvoeren van een **potentiaalmeting**, ter bepaling van de kans op actieve corrosie;
- Meting van de **corrosiesnelheid**, ter bepaling van de snelheid waarmee de wapening afneemt in diameter;
- Bepalen van de **weerstand** van het beton, ter bepaling van de relatieve vochtigheid van het beton wat in relatie staat met de corrosiesnelheid;

3.1.2 Destructief onderzoek

Om destructief onderzoek te kunnen uitvoeren worden kernen geboord. Het nemen van boorkeren kan zowel onder-, bovenwater als aan de waterlijn worden uitgevoerd. Het exacte proefprogramma wordt samengesteld na de plaatsbeschrijving.

Om de grootte, het aantal en de locatie van de boringen te bepalen, dienen volgende punten in overweging te worden genomen:

- Het vermijden van **verzwakking** van de constructie;
- Het uitkiezen van de boorlocaties die **representatief** zijn voor de constructie;
- De praktische **haalbaarheid** voor het uitvoeren van de boring;
- Het verzorgen van de **veiligheid** van de boorploeg;
- Het **doel** van het onderzoek: welke proeven moeten op de kern worden uitgevoerd.

Onderstaande destructieve onderzoeken worden op de kernen uitgevoerd:

- **Druksterkte** door het uitvoeren van drukproeven;
- **Carbonatatie** diepte via fenoltaleïne;
- **Chloride-gehalte** zowel via zilvernitraat als via chemische analyse;
- **Alkali-silicareactie (ASR)** via microscopisch onderzoek;
- **Betonsamenstelling** via microscopisch onderzoek;
- **Microscopisch onderzoek**: behalve de ASR-reactie en de betonsamenstelling, wordt via microscopisch onderzoek ook nog scheurvorming, holle ruimtes en eigenschappen van grove granulaten onderzocht.

Na het boren van de kernen wordt de opening in het beton terug dichtgemaakt met herstelmortel.

3.2 METSELWERK

3.2.1 Niet-destructief onderzoek

Metselwerk wordt beoordeeld door het inspecteren van uitwendige kenmerken, zoals:

- Controleren en opmeten van **scheurvorming**;
- Controleren op **vervorming** van het metselwerk;
- Controleren **hardheid** van de stenen;
- Controleren op de aanwezigheid van **vocht**;
- Bepalen en opmeten van de aanwezige **oppervlakteschades** aan het metselwerk;
- Metselwerk controleren op aanwezige **vervuiling, uitbloeiing en aanwezigheid zouten**;
- Opsporen van **holtes** d.m.v. penetratieradar.

3.2.2 Destructief onderzoek

Om bijkomende gegevens te bekomen kunnen enkele proeven worden uitgevoerd. Zo kunnen boorkernen of poedermonsters worden genomen om het zout- en vochtgehalte, de druksterkte, enz. te bepalen van het metselwerk.

3.3 VOEGWERK

3.3.1 Niet-destructief onderzoek

Voegwerk wordt gelijkaardig als metselwerk geïnspecteerd. Voegmortel is onderhevig aan:

- Uitdrogen / neutralisatie door **zuren / zure regen**;
- Uitdroging door **zacht** water;

- Aantasting door **sulfaten**;
- Uitdroging / neutralisatie door **micro-organisme / zuurvorming / mossen**.

De kwaliteit van het voegwerk wordt bepaald aan de hand van de toepassingsklassen en de bijhorende hardheidsklasse.

Aan de hand van deze invloeden kan het voegwerk verweren waardoor de combinatie metselwerk-voegwerk niet meer voldoet aan de verwachte eisen.

3.3.2 Destructief onderzoek

Aan de hand van het nemen van monsters kan in het laboratorium de samenstelling van het voegwerk worden bepaald.

3.4 STALEN DAMWANDEN

3.4.1 Niet-destructief onderzoek

Het niet-destructief onderzoek van stalen damwanden behelst:

- Steekproefgewijs meting van de **wanddikte**, zowel in verticale zin als in horizontale zin;
- Controle van aanwezigheid van **scheuren** in de stalen damwand;
- Controle van de **sloten** van de damwanden onderling;
- Nemen van foto's en beeldmateriaal.

3.4.2 Destructief onderzoek

Indien nodig kunnen proefstukken worden genomen uit de damwand zodat deze verder onderzocht kan worden op gebied van:

- Lasbaarheid (chemische samenstelling)
- Sterkte (trekproef)
- Dynamische weerstand (kersslagwaarde)

Dit onderzoek is echter niet primordiaal gezien het blijvende schade aan de damwand aanbrengt en de grondkerende functie van de wand beschadigd.

3.5 BIJKOMENDE PROEVEN

3.5.1 Wateranalyse

Indien nodig wordt een bijkomende wateranalyse uitgevoerd waarin volgende bepaald wordt:

- Chloride-gehalte
- Sulfaat-gehalte
- Carbonaat-gehalte
- bi-carbonaat-gehalte
- corrosiviteit
- hoeveelheid metalen
- pH-waarde
- alkaliteit

Deze analyses kunnen mogelijke bijkomende schadepatronen verklaren.

4. RESTAURATIE

4.1 GEWAPEND BETON

4.1.1 Plaatselijke reparatie zonder versterking structuur

Indien blijkt dat de betonnen structuur over het algemeen weinig schade vertoont en dat de stabiliteit van de constructie in de toekomstige toestand voldoet; worden plaatselijke reparaties uitgevoerd om de duurzaamheid van de constructie te herstellen.

Hierbij worden de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- **Stralen** van het oppervlak t.h.v. de schade;
- Aanbrengen **primer** op de blootliggende wapening;
- Aanbrengen **reparatiemortel**.
- Eventueel aanbrengen **beschermingslaag** (coating)

4.1.2 Grootschalige reparatie

Indien blijkt dat de betonnen structuur over het grootste deel van het oppervlak schades vertoont waarbij de stabiliteit wel nog gegarandeerd is, is het aangewezen om een grootschalige reparatie uit te voeren.

Hierbij worden volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- **Stralen** van het oppervlak;
- Aanbrengen **primer** op de blootliggende wapening;
- Aanbrengen **nieuwe / bijkomende wapening**;
- Aanbrengen **reparatiemortel**.
- Eventueel aanbrengen **beschermingslaag** (coating)

4.1.3 Andere oplossingen

Indien blijkt dat de betonnen structuur constructief niet meer voldoet, moeten andere voorstellen worden geformuleerd:

- Alle elementen vervangen door nieuwe (**prefab**)**elementen**;
- Constructief **verzwaren** van bestaande elementen;
- Bijplaatsen **nieuwe elementen**;
- Elementen **versterken** met vezelcomposietwapening.
- Oplossen mogelijke chloride-of carbonatatie-problematiek

Bij deze oplossing is het aangewezen een kosten-baten analyse uit te voeren waarbij de vergelijking gemaakt wordt tussen het vervangen van de volledige structuur of het herstellen en aanpassen van de bestaande constructie.

4.2 METSELWERK

Opnieuw kan een opsplitsing gemaakt worden in de herstelmethode voor het metselwerk en het voegwerk.

4.2.1 Plaatselijke reparatie

Indien blijkt dat het metselwerk plaatselijk is beschadigd en dient te worden verwijderd/vervangen, kunnen volgende technieken worden toegepast:

- **Reinigen** metselwerk;
- **Borstelen** metselwerk;
- Herstellen metselwerk m.b.v. **reparatiemortel**;
- **Inboeten** (vervangen van enkele stenen) van metselwerk;

- **Injecteren** van scheuren;
- Metselwerk beschermen d.m.v. een **coating**.

4.2.2 Grootschalige reparatie

Indien blijkt dat het metselwerk op grote schaal is beschadigd maar waarbij de stabiliteit nog is gewaarborgd, kunnen volgende technieken worden toegepast:

- **Reinigen** metselwerk;
- **Borstelen** metselwerk;
- Plaatsen **wapening** in de voegen;
- Aanbrengen **ankers** doorheen metselwerk en verankeren aan achterliggende wand;
- **Injecteren** van scheuren

4.2.3 Andere oplossingen

Indien blijkt dat het metselwerk constructief niet meer voldoet, moeten andere voorstellen worden geformuleerd:

- Bestaande constructie verwijderen en **herbouwen** volgens historische kenmerken;
- Herplaatsen constructie in **gewapend beton** en bekleden met metselwerkstrippen.

Bijkomend kunnen voorzorgen genomen worden tegen vocht- en zoutopname van het metselwerk.

Ook bij deze oplossing is het aangewezen een kosten-baten analyse uit te voeren waarbij de vergelijking gemaakt wordt tussen het vervangen van de volledige structuur of het herstellen en aanpassen van de bestaande constructie.

4.3 VOEGWERK

Bij het herstellen van voegwerk moet de combinatie voegwerk / metselwerk identiek blijven. Zo mag de sterkte van het voegwerk niet te groot genomen worden, wat opnieuw tot schade leidt. Ook de keuze van de voegmortel is in dit opzicht belangrijk.

Voegwerk kan plaatselijk of grootschalig gerepareerd worden via onderstaande herstellingswijze:

- **Verwijderen** voeg uit voegopening door slijpen en/of krabben;
- **Reinigen** voegopening;
- **Bevochtigen** metselwerk;
- **Aanbrengen** nieuwe voeg volgens de regels van de kunst.

4.4 STALEN DAMWAND

Bij het herstellen van de stalen damwanden dient eveneens de oorzaak te worden opgezocht, en wordt deze gelinked aan de stabiliteit van de damwand. Afhankelijk van de combinatie van beide onderzoeken zijn verschillende types renovaties mogelijk:

- Aanbrengen **coating** op de damwand
- **Oplassen** nieuwe stukken staal
- Volledig **vernieuwen** van de damwanden
- Aanbrengen **kathodische bescherming**
- Een **combinatie** van bovenstaande mogelijkheden

BIJLAGE 17: Studie grondverzet

1. ADMINISTRATIEVE PROCEDURE

Opmerking: Gezien de recente ontwikkelingen met betrekking tot de grondverzetregeling in kader van herziening van het VLAREBO is onderstaande informatie mogelijk onderhevig aan wijzigingen.

Uitvoering van graafwerkzaamheden zijn in eerste instantie enkel voorzien achter de kaaimuren (vaste wal), zodat de administratieve procedure conform VLAREBO gevolgd kan worden. Dit betekent opmaak van technisch verslag, conformverklaring door een erkende bodembeheerorganisatie en implementatie van traceerbaarheidssysteem naar het model van de betrokken erkende bodembeheerorganisatie.

Hierbij dient opgemerkt dat hergebruik van uitgegraven bodem als bouwstof wordt omgedoopt tot *bouwkundig bodemgebruik* met de in werking treding van het nieuwe VLAREBO (voorjaar 2008?). Deze herdefiniëring gaat gepaard met een nieuw normeringskader waarvan de praktische implicaties nog niet volledig in te schatten zijn. Administratieve afhandeling wordt ingebed in de procedure van droog grondverzet (technisch verslag).

De administratieve procedure conform VLAREA met inbegrip van gebruikscertificaten voor secundaire grondstoffen wordt op dit ogenblik niet onmiddellijk in rekening gebracht, voor zover geen ruimings- of baggerwerken noodzakelijk zouden zijn. Eventuele deponie van slib uit voorgaande ruiming op de kaaien wordt bij voorkeur en gemakshalve geïntegreerd in de administratieve procedure conform VLAREBO. Hoewel strikt genomen niet noodzakelijk, wordt deze visie idealiter besproken met en bekrachtigd door OVAM.

2. ONDERZOEKSVERPLICHTINGEN

De bemonsteringsstrategie inzake bodemstaalname dient uitgevoerd te worden naar het model van de code van goede praktijk voor het werken met uitgegraven bodem (binnenkort: standaardprocedure technisch verslag). Bepalende factoren inzake de omvang van bemonstering en de aard en hoeveelheid van analyses zijn:

- de dimensionering van de geplande graafwerkzaamheden: totale uit te graven volume en diepte van ontgraving;
- de uitvoeringsmodaliteiten volgens het ontwerp:
 - (i) fasering van de werken;
 - (ii) vereisten bodem versus bouwstof (afhankelijk van type kaaimuren en nabestemming terrein)
 - (iii) mogelijkheden voor (een) werfgebonden tijdelijke opslagplaats(en);
 - (iv) kadastrale zoning.

Wat analyses betreft, is het van belang om via historisch onderzoek en inzage van bestaande bodemonderzoeken te controleren waar het aangewezen of zelfs noodzakelijk is om het standaardpakket (SAP-grondverzet) met andere parameters aan te vullen. Dergelijke gegevens zullen eveneens nuttige informatie verschaffen inzake mogelijke voorzorgsmaatregelen met betrekking tot grondwaterbemaling (indien van toepassing). Tot nog toe is dit strikt genomen geen verplichting in kader van opmaak van een technisch verslag, maar de nieuwe standaardprocedure maakt hier melding van.

3. RAPPORTAGE MILIEUHYGIËNISCH ONDERZOEK

Zoals hierboven aangegeven is een technisch verslag wettelijk vereist in het kader van de traceerbaarheid van de uit te graven bodem van plaats van herkomst naar plaats van bestemming.

Inhoudelijke vereisten met betrekking tot een technisch verslag zullen vastgesteld worden in de “Standaardprocedure Technisch Verslag” (publicatie verwacht voorjaar 2008). Mogelijk dient in het kader van dit project ook verkennend bodemonderzoek (vaststelling van nulsituatie op terreinen voor tussentijdse opslag) te gebeuren of een studie van ontvangende grond.

In onderzoeksfase zal de focus liggen op de opmaak van een technisch verslag met betrekking tot de volledige projectzone, gebaseerd op een verkennende strategie. Ongunstige resultaten kunnen hierbij leiden tot afperkend onderzoek. Bovendien moet vanwege de langere uitvoeringstermijn en fasering van de werken rekening gehouden worden met aanvullend onderzoek in uitvoeringsfase naar aanleiding van (i) actualisatie van de in het oorspronkelijk technisch verslag beschreven situatie, of (ii) gewijzigde wetgeving/normering.

4. JURIDISCH-TECHNISCHE KNELPUNTEN INZAKE MILIEUHYGIËNISCHE VERPLICHTINGEN

4.1 STORTEN VAN (NIET-VERONTREINIGDE) BODEM IN DOKKEN MET OOG OP DEMPING

Redelijkerwijs kan aangenomen worden dat het aanwezige slib op de bodem van de betrokken dokken (al dan niet plaatselijk) verontreinigd is. In theorie dient derhalve rekening gehouden te worden met de vraag of hier saneringsplicht op kan rusten.

In geval van demping zonder voorafgaandelijke verwijdering van dit slib zou mogelijk een toekomstige sanering verhinderd kunnen worden, waardoor deze handeling indruist tegen het bodemsaneringsdecreet.

Concreet dient in overleg met OVAM verheldering gezocht te worden inzake volgende vraagstukken:

- is waterbodemonderzoek *steeds* noodzakelijk?
Zo ja, is dit vereist met het oog op vaststellen van saneringsplicht ter hoogte van (een deelzone) van de dokken of eerder met betrekking tot inschatting van blootstellingsgevaar aan bodemverontreiniging naar aanleiding van baggerwerken?
Artikel 125 §3 van het nieuwe bodemsaneringsdecreet maakt melding van een standaardprocedure. Deze is tot op heden niet beschikbaar. Bijgevolg dient de “Leidraad en algemene code van goede praktijk bagger- en ruimingsspecie” toegepast te worden?
- in geval dat waterbodemonderzoek (al dan niet met inbegrip van risico-evaluatie) saneringsnoodzaak aangeeft, welke zijn dan de randvoorwaarden voor demping van een deelzone van de dokken?
Is de omvang van sanering in dit geval beperkt tot de zone waarvoor een nieuwe bestemming is voorzien of gaat het om een geïntegreerde aanpak van het volledige dok?
- in geval waterbodemonderzoek uitwijst dat het aanwezige slib niet verontreinigd is en/of dat er geen saneringsnoodzaak is, dient de specie dan alsnog verwijderd te worden alvorens te dempen?
Kan het waterbodemonderzoek dienst doen als een studie van ontvangende grond?
Welke beperkingen worden opgelegd voor de aan te brengen bodem? Moet de bodem voldoen aan de voorwaarden voor vrij hergebruik en/of zijn er andere criteria in rekening te brengen (simulatie blootstellingsrisico door schudproef)?

4.2 DEFINIËRING HERGEBRUIK VAN GROND ALS BODEM VERSUS BOUWKUNDIG BODEMGEBRUIK

Om in uitvoeringsfase discussies te vermijden inzake hergebruik van uitgegraven gronden als bodem of onder de vorm van bouwkundig bodemgebruik (in een waterwerk), is het opportuun om in de context van de geplande werken aan de kaaimuren strikte grenzen te trekken tussen beide mogelijkheden van hergebruik. Hierbij wordt verwezen naar de ontwerpversie van de “lijst bouwkundig bodemgebruik en vormvast product”. Hierin wordt gesteld dat:

Bestand: n:\04005532\3_studie\32_voorontwerp\eindnota\rapport voorontwerpen\revisie d\gwod000144-n-voorontwerpen-revd.doc

“Of het al of niet over een bouwtechnische functie gaat wordt aangegeven op de bouwtechnische plannen die daarbij een duidelijk onderscheid moeten maken tussen de bouwtechnische constructie en de onderliggende of omringende bodem. Het bouwkundig bodemgebruik wordt gekarakteriseerd door de functionaliteit en de terugneembaarheid van de toepassing.”

Concrete invulling met betrekking tot kaaimuren wordt in deze lijst niet verduidelijkt, dus moet dit vóór de uitvoering van de werken gebeuren en wel voor ieder type van kaaimuur. Uiteraard dient hierbij een eenduidige scheidingslijn nagestreefd te worden, bij voorkeur eenvoudig in de praktijk.

5. OVERIGE AANDACHTSPUNTEN INZAKE UITVOERING MET BETREKKING TOT MILIEUHYGIËNE

Zoals eerder reeds aangehaald dient het ritme van het milieuhygiënisch onderzoek gelinkt te worden aan de uitvoeringsmodaliteiten. Fasering, aanwezigheid van (een) werfgebonden opslagplaats(en) en kadastrale zoning zijn medebepalend voor specifieke noden en timing wat milieuhygiënisch onderzoek betreft.

Dit wordt nogmaals extra benadrukt in het kader van te verwachten heterogeniteiten in de bodem naar aanleiding van de voorgeschiedenis van het terrein:

- a. Variëteit in bodemkwaliteit te wijten aan plaatselijke verontreinigingen gelinkt aan de activiteiten van risico-inrichtingen in het projectgebied kunnen mogelijk aanleiding geven tot afperkende onderzoeksfasen;
- b. Ten gevolge van de aanwezigheid van (al dan niet te verwijderen fracties) bodemvreemde materialen in de tot plaatselijk 4 m dikke lagen aanvulgrond kan bemonstering en analyse na een fysische scheiding eventueel kostenbesparend werken en vraagt derhalve de nodige overweging.

6. GRONDBALANS

In onderstaande tabel zijn de hoeveelheden grondverzet weergegeven per type kaaimuur en per variante. De volgende hoeveelheden zijn in rekening gebracht:

- De aanvullingen in het dok zelf
- De uitgravingen exclusief de opbraak
- De uitgraving in het geval van CB-wanden of diepwanden
- De aanvullingen exclusief de nieuwe verhardingen.

Een definitieve grondbalans kan opgemaakt worden zodra per type kaaimuur de keuze is gemaakt. Dit zal onderwerp zijn van het ontwerp.

Technisch onderzoek van de kaaimuren Oude Dokken te Gent
Grondverzet

Nr.	Omschrijving:	Eenheid:	Uitgravingen	Aanvullingen	Saldo
	Grondverzet - alle types kaaimuren				
A	Kaaimuurtype 1				
A-1	<u>Voorstel 1</u>				
	Aanvulling dok	VH m³		32.822,98	
	Uitgraving	VH m³	-8.370,88		
	Zandaanvulling: 1 ste ophoging	VH m³		7.676,00	
	Zandaanvulling: 2 de ophoging	VH m³		3.349,16	
	Graven cement bentoniet wand	VH m²	-3.466,32		
					32.010,94
A-2	<u>Voorstel 2</u>				
	Aanvulling dok	VH m³		32.822,98	
	Uitgraving	VH m³	-24.437,96		
	Zandaanvulling: 1 ste ophoging	VH m³		578,48	
	Zandaanvulling: 2 de ophoging	VH m³		25.867,67	
	Zandaanvulling: 3 de ophoging	VH m³		928,74	
					35.759,92
A-3	<u>Voorstel 3</u>				
	Aanvulling dok	VH m³		32.822,98	
	Uitgraving	VH m³	-24.437,96		
	Zandaanvulling: 1 ste ophoging	VH m³		6.342,80	
	Zandaanvulling: 2 de ophoging	VH m³		16.810,95	
	Graven cement bentoniet wand	VH m²	-1.769,52		
					29.769,25
B.	Kaaimuurtype 2				
B-1.	<u>Voorstel 1</u>				
	Grindbakken opvullen met vervuilde grond	VH m³		3.188,72	
					3.188,72
B-2.	<u>Voorstel 2</u>				
	Zandaanvulling	VH m³		1.494,63	
					1.494,63
C.	Kaaimuurtype 3				
C-1.	<u>Voorstel 1</u>				
	Uitgraving	VH m³		0,00	
					0,00
C-2.	<u>Voorstel 2</u>				
	Uitgraving	VH m³	-618,87		
					-618,87
D.	Kaaimuurtype 4				
D-1.	<u>Voorstel 1</u>				
	Uitgraving	VH m³		0,00	
					0,00
D-2.	<u>Voorstel 2</u>				

Technisch onderzoek van de kaaimuren Oude Dokken te Gent
Grondverzet

Nr.	Omschrijving:	Eenheid:	Uitgravingen	Aanvullingen	Saldo
	Uitgraving	VH m ³	-7.439,04		-7.439,04
E.	Kaaimuurtype 5				
E-1	Voorstel 1				
	Aanvulling dok	VH m ³		18.225,76	
	Uitgraving	VH m ³	-12.873,30		
	Zandaanvulling: 1 ste ophoging	VH m ³		320,32	
	Zandaanvulling: 2 de ophoging	VH m ³		4.121,60	
	Zandaanvulling: 3 de ophoging	VH m ³		9.718,50	
					19.512,88
E-2	Voorstel 2				
	Aanvulling dok	VH m ³		18.225,76	
	Uitgraving	VH m ³	-12.873,30		
	Graven cement bentoniet wand	VH m ³	-981,12		
	Zandaanvulling: 1 ste ophoging	VH m ³		3.290,56	
	Zandaanvulling: 2 de ophoging	VH m ³		8.491,00	
					16.152,90
E-3	Voorstel 3				
	Aanvulling dok	VH m ³		18.225,76	
	Uitgraving	VH m ³	-13500,48		
	Zandaanvulling: 1 ste ophoging	VH m ³		320,32	
	Zandaanvulling: 2 de ophoging	VH m ³		4.121,60	
	Zandaanvulling: 3 de ophoging	VH m ³		9.718,50	
					18.885,70
F.	Kaaimuurtype 6				
F-1.	Voorstel 1				
	Uitgraving tot T.A.W. +4,55 m	VH m ³	-5.961,60		
	Zandaanvulling	VH m ³		5.407,20	
					-554,40
F-2.	Voorstel 2				
	1ste fase: Uitgraving tot T.A.W. +4,55 m	VH m ³	-1.883,52		
	2 de fase: Uitgraving tot T.A.W. +4,55 m	VH m ³	-3.900,96		
	Uitgraving t.b.v. diepwand	VH m ³	-792,00		
	Zandaanvulling	VH m ³		5.368,32	
					-1.208,16
F-3.	Voorstel 3				
	Uitgraving tot T.A.W. +2,95 m	VH m ³	-10.490,40		
	Zandaanvulling	VH m ³		3.051,36	
					-7.439,04
F-4.	Voorstel 4				
	Uitgraving tot T.A.W. +4,55 m	VH m ³	-5.961,60		

Technisch onderzoek van de kaaimuren Oude Dokken te Gent
Grondverzet

Nr.	Omschrijving:	Eenheid:	Uitgravingen	Aanvullingen	Saldo
	Zandaanvulling	VH m³		5.407,20	
	Aanvulling dok	VH m³		10.934,00	
					10.379,60
G.	Kaaimuurtype 7				
G-1	Voorstel 1				
	Uitgraving	VH m³	-21.709,80		
	Aanvulling dok	VH m³		57.093,75	
					35.383,95
G-2	Voorstel 2				
	Uitgraving	VH m³	-8.464,05		
	Zandaanvulling	VH m³		6.822,90	
	Aanvulling dok	VH m³		57.093,75	
					55.452,60
G-3	Voorstel 3				
	Uitgraving	VH m³	-8.464,05		
	Zandaanvulling	VH m³		6.822,90	
					-1.641,15
	Voorstel 4				
	Uitgraving	VH m³	-24.551,10		
	Zandaanvulling: 1 ste ophoging	VH m³		20.121,18	
	Zandaanvulling: 2 de ophoging	VH m³		12.738,60	
					8.308,68
H.	Kaaimuurtype 8				
H-1	Voorstel 1				
	Uitgraving	VH m³	-14.425,60		
	Zandaanvulling: 1 ste ophoging	VH m³		7.630,78	
	Zandaanvulling: 2 de ophoging	VH m³		8.191,18	
					1.396,36
H-2	Voorstel 2				
	Zandaanvulling: 1 ste ophoging	VH m³		1.877,34	
	Zandaanvulling: 2 de ophoging	VH m³		345,58	
					2.222,92
H-3	Voorstel 3				
	Uitgraving	VH m³	-32.661,98		
	Zandaanvulling: 1 ste ophoging	VH m³		513,70	
	Zandaanvulling: 2 de ophoging	VH m³		8.121,13	
	Zandaanvulling: 3 de ophoging	VH m³		16.312,30	
					-7.714,85
H-4	Voorstel 4				
	Uitgraving	VH m³	-8.269,24		
	Zandaanvulling: 1 ste ophoging	VH m³		1.120,80	
	Zandaanvulling: 2 de ophoging	VH m³		233,50	

COPYRIGHT LIEVENSE NV

file: N:\04005532\32_Studie\32_Voorontwerp\Eindnota\Revisie C\Tabel grondverzet_versie nota.xls\Grondbalans

155-GWOD/000166 - revisie 1 - 18/03/2008

3/4

**Technisch onderzoek van de kaaimuren Oude Dokken te Gent
Grondverzet**

Nr.	Omschrijving:	Eenheid:	Uitgravingen	Aanvullingen	Saldo
					-6.914,94
I.	Kaaimuurtype 9				
I-1	<u>Voorstel 2</u>				
	Uitgraving	VH m³	-1.253,95		-1.253,95
J.	Kaaimuurtype 10				
J-1	<u>Voorstel 1</u>				
	Uitgraving	VH m³	0,00		0,00
K.	Kaaimuurtype 11				
	Niet van toepassing				
L.	Kaaimuurtype 12				
L-1	Kaaimuurtype 12.1				
L-1.1	<u>Voorstel 1</u>				
	Niet van toepassing				
L-1.2	<u>Voorstel 2</u>				
	Niet van toepassing				
L-2	Kaaimuurtype 12.2				
L-2.1	<u>Voorstel 1</u>				
	1 ste aanvulling	VH m³		407,12	
	2 de aanvulling	VH m³		346,75	
					753,87
L-2.2	<u>Voorstel 2</u>				
	Aanvulling dok (algemeen)	VH m³		5.976,88	
	Aanvulling onderwatertalud	VH m³		2.148,39	
					8.125,27
L-3	Kaaimuurtype 12.3				
L-3.1	<u>Voorstel 1</u>				
	1 ste aanvulling	VH m³		2.061,50	
	2 de aanvulling	VH m³		2.249,07	
					4.310,57
L-3.2	<u>Voorstel 2</u>				
	Aanvulling dok (algemeen)	VH m³		28.503,30	
	Aanvulling onderwatertalud	VH m³		10.745,00	
					39.248,30

BIJLAGE 18: Toelichting filosofie EC 7

Aanvulling toelichting Eurocode 7 filosofie.

5.3.2. Belastingsgevallen

Volgens de nieuwe EC 7 worden Design Approaches beschouwd *):

- Schuiven: volgens DA 1/1 – DA 1/2 – DA 2
- Kantelen: volgens DA 1/1 – DA 1/2 – DA 2
- Evenwichtsdraagvermogen: volgens DA 1/1 – DA 1/2
- Algemene stabiliteit door glijding langs diepe glijvlakken: volgens DA 1/2

*) *Toelichting toepassing Eurocode voor voorliggende situatie:*

De bezwijkgrenstoestanden moeten voor geval C en geval B (Eurocode 7) gecontroleerd worden.

Meestal is geval C maatgevend voor de bepaling van de breedte van de basis van de gewichtsmuur.

De normale wijze bij de berekening is:

De afmetingen van de muur bepalen voor geval C en dat ontwerp controleren voor geval B.

Procedure de controleberekening volgens geval B:

A. Geval B "ongunstig":

Vermenigvuldig de korrel- en waterdrukken op het (fictieve) achtervlak van de kering met 1,35 (1,5 voor de delen afkomstig van de variabele belasting). Dit geldt voor beide horizontale en verticale componenten.

Vermenigvuldig de gunstige werkende gewichten (gewicht kering en gewicht ingesloten grond) met 1,0.

B. Geval B "gunstig":

Vermenigvuldig de korrel- en waterdrukken op het (fictieve) achtervlak van de kering met 1,35 / 1,50.

Vermenigvuldig de gunstige werkende gewichten met 1,35.

Meestal zal één van beide bovenstaande gevallen maatgevend zijn voor de sterkteberekening van de muur.

Voor DA 1/1 moet er bovendien onderscheid worden gemaakt tussen een ongunstig geval en een gunstig geval:

- DA 1/1 – ongunstig:
 - o Actieve korreldruk en waterdrukken (wateroverdruk als 1 ongunstig werkende belasting beschouwen) op het (fictieve) achtervlak van de kering

vermenigvuldigen met de ongunstige belastingsfactoren (zie Tabel 4). Dit zowel voor de horizontale als de verticale componenten. In geval van passieve korreldruk (of neutrale korreldruk aan passieve zijde) belastingen vermenigvuldigen met gunstige belastingsfactoren

- o De gunstig werkende gewichten vermenigvuldigen met 1,00 (zie Tabel 4)
- DA 1/1 – gunstig:
 - o Actieve korreldruk en waterdrukken (wateroverdruk als 1 ongunstig werkende belasting beschouwen) op het (fictieve) achtervlak van de kering vermenigvuldigen met de ongunstige belastingsfactoren (zie Tabel 4). Dit zowel voor de horizontale als de verticale componenten. In geval van passieve korreldruk (of neutrale korreldruk aan passieve zijde) belastingen vermenigvuldigen met gunstige belastingsfactoren
 - o De gunstig werkende gewichten vermenigvuldigen met 1,35

Voor DA 1/1 en DA 1/2 worden actieve en passieve gronddrukken beschouwd. Voor DA 2 wordt uitgegaan van neutrale gronddrukken en in dat geval worden geen wateroverdrukken beschouwd. In alle beschouwde Design Approaches dient de veiligheid voor de grenstoestanden 1,00 te bedragen.

5.3.3. Partiële belastings- en materiaalfactoren

Volgens het toe te passen NAD-document voor België moeten volgende partiële belastingsfactoren worden ingevoerd.

Design Approach	Permanente belastingen		Variabele belastingen	
	ongunstig	Gunstig	ongunstig	gunstig
DA 1/1	1,35	1,00	1,50	0,00
DA 1/2	1,00	1,00	1,30	0,00
DA 2	1,00	1,00	1,00	0,00

Tabel 4: Partiële belastingsfactoren conform aanbeveling EC 7-NAD voor België

Design Approach	Materiaalparameter			
	$\tan\phi$	c'	c_u	γ_d/γ_n
DA 1/1 en DA 2	1,00	1,00	1,00	1,00
DA 1/2	1,25 ⁽¹⁾	1,25	1,40	1,00

⁽¹⁾ Deze waarde moet 1,40 worden (EC7) voor de berekening van het algemeen glijdingsevenwicht.

Tabel 5: Partiële materiaalfactoren conform EC 7

Aard contactvlak	δ_d
	[graden]
Grond – staal	$2/3\varphi_d$
Grond – beton (ruw)	φ_d
Grond – beton (glad)	$2/3\varphi_d$
Grond – grond	φ_d

Tabel 6: Aan te nemen waarden wandwrijvingshoek conform aanbeveling EC 7-NAD voor België

Er wordt verwezen naar p. 25 van EN 1997-1:

“Unfavourable (destabilising) and favourable (stabilising) permanent actions may in some situations be considered as coming from a single source. If they are considered so, a single partial factor may be applied to the sum of these actions or to the sum of their effects”

Dit is hier van toepassing:

- actieve en passieve gronddrukken werken niet horizontaal maar onder een hoek, ze bestaan dus uit een verticale en horizontale component; nemen we bijvoorbeeld de actieve gronddruk dan werkt de horizontale component ongunstig voor het kantel en schuifevenwicht, de verticale component werkt dan weer gunstig voor beide grenstoestanden maar ongunstig voor het evenwichtsdraagvermogen – in sommige gevallen is het niet op voorhand duidelijk wat het effect is van de resultante van horizontale en verticale componenten; daarom worden zowel gunstige als ongunstige belastingsfactoren toegepast.
- ankerkracht van anker onder een bepaalde hoek met de horizontale: ook hier betreft het een permanente kracht met een horizontale gunstig werkende component en een verticale component die ongunstig werkt voor het evenwichtsdraagvermogen, dus indien enkel het geval ankerkracht x 1.00 wordt beschouwd, dan wordt de veiligheid t.o.v. evenwichtsdraagvermogen overschat daarom wordt **ook** het geval ankerkracht x 1.35 in rekening gebracht!
- gewichten: voor kantelen en schuiven werkt dit gunstig, voor het evenwichtsdraagvermogen werkt dit ongunstig
- waterdruk: water aan passieve zijde werkt gunstig, water aan actieve zijde werkt ongunstig in dit geval wordt gesteld dat de wateroverdruk ongunstig werkt en dat het water aan passieve en actieve zijde wordt vermenigvuldigd met ongunstige belastingsfactoren

Concreet werd bovenstaande als volgt toegepast in de berekeningen van kantelen en schuiven en van het evenwichtsdraagvermogen van een gewichtsmuur:

DA 1/1: hiervoor werden 4 verschillende berekeningsgevallen beschouwd

- DA 1-1-1: Vaste belastingen x 1.35 en variabele belastingen x 1.50 (tenzij ze gunstig werken dan x 0.00)
- DA 1-1-2: Vaste belastingen x 1.00 en variabele belastingen x 1.50 (tenzij ze gunstig werken dan x 0.00)
- DA 1-1-3: Vaste belastingen x 1.35 en variabele belastingen x 0.00
- DA 1-1-4: Vaste belastingen x 1.00 en variabele belastingen x 0.00

DA 1/12: hiervoor werden 2 verschillende berekeningsgevallen beschouwd

- DA 1-2-1: Vaste belastingen x 1.00 en variabele belastingen x 1.30
- DA 1-2-2: Vaste belastingen x 1.00 en variabele belastingen x 0.00

BIJLAGE 19: Matrix onderzoeksprogramma

MATRIX ONDERZOEKSPROGRAMMA

Kaaimuurtype:	Voorontwerp:	DEELOPDRACHT 2 Aanvullend grondonderzoek					DEELOPDRACHT 2 Technologisch onderzoek									
		Diepsonderingen ¹⁾	Boringen ²⁾	Grondwaterpeilen ³⁾	Labo-onderzoek grondmechanisch ⁴⁾	Labo-onderzoek chemisch ⁵⁾	Specifieke visuele inspectie ⁶⁾	Niet destructief onderzoek beton ⁷⁾	Destructief onderzoek beton ⁸⁾	Niet destructief onderzoek metselwerk ⁹⁾	Destructief onderzoek metselwerk ¹⁰⁾	Niet destructief onderzoek voegen ¹¹⁾	Destructief onderzoek voegen ¹²⁾	Niet destructief onderzoek stalen damwand ¹³⁾	Destructief onderzoek stalen damwand ¹⁴⁾	Wateranalyse ¹⁵⁾
Type 1	Voorstel 1					X				X						
	Voorstel 3					X				X						
	Extra voorstel															
Type 2	Voorstel 1					X	X	X			X					
	Voorstel 2					X	X	X			X					
Type 3	Voorstel 2					X	X	X			X					
Type 4	Voorstel 2					X	X	X			X					
Type 5	Voorstel 3															
Type 6	Voorstel 1					X									X	
	Voorstel 2					X									X	
	Voorstel 3					X									X	
	Voorstel 4					X									X	
Type 7	Voorstel 4															
Type 8	Voorstel 2															

Kaaimuurtype:	Voorontwerp:	DEELOPDRACHT 2 Aanvullend grondonderzoek					DEELOPDRACHT 2 Technologisch onderzoek										
		Diepsonderingen ¹⁾	Boringen ²⁾	Grondwaterpeilen ³⁾	Labo-onderzoek grondmechanisch ⁴⁾	Labo-onderzoek chemisch ⁵⁾	Specifieke visuele inspectie ⁶⁾	Niet destructief onderzoek beton ⁷⁾	Destructief onderzoek beton ⁸⁾	Niet destructief onderzoek metselwerk ⁹⁾	Destructief onderzoek metselwerk ¹⁰⁾	Niet destructief onderzoek voegen ¹¹⁾	Destructief onderzoek voegen ¹²⁾	Niet destructief onderzoek stalen damwand ¹³⁾	Destructief onderzoek stalen damwand ¹⁴⁾	Wateranalyse ¹⁵⁾	
Type 9	Voorstel 1						X	X	X				X				
	Voorstel 2						X	X	X				X				
Type 10	Voorstel 1						X	X	X				X				X
Type 11	Voorstel 1																
Type 12	Voorstel 2																
Vooruitbouw	Afwerkpeil +5,00m TAW	X	X		X												
	Afwerkpeil +7,00m TAW	X	X		X												

Opmerkingen:

- ¹⁾ Diepsondering op land: minimale sondeerdiepte: 20 m (-12,00 m TAW); aantal: 3 stuks per 100 m kaaimuurlengte; met opname van:
- Conusweerstand;
 - Wrijvingsweerstand;
 - Totale weerstand.
- Diepsondering te water; minimaal sondeerpeil: -12,00 m TAW; aantal: 3 stuks per 100 m kaaimuurlengte; met opname van:
- Conusweerstand;

- Wrijvingsweerstand;
 - Totale weerstand.
- 2) Boring op land met monsternamen van geroerde en ongeroerde monsters: minimale boordiepte: 20 m (-12,00 m TAW);
 aantal: 1 stuk per 100 m kaaimuurlengte.
 Boring te water met monsternamen van geroerde en ongeroerde monsters: minimaal boorpeil: -12,00 m TAW;
 aantal: 1 stuk per 100 m kaaimuurlengte.
- 3) Piëzometer- en permeabiliteitsmetingen.
- 4) Grondmechanisch onderzoek met betrekking tot:
- Identificatie grondsoort;
 - Tri-axiaal proef;
 - Samendrukbaarheid;
- 5) Onderzoek chemische samenstelling grondmonsters
- 6) Visuele inspectie
- 7) Niet-destructief onderzoek beton:
- Bepaling betondekking
- 8) Destructief onderzoek beton:
- Uitvoeren kernboringen;
 - Druksterkte beton;
 - Carbonatatie diepte;
 - Chloride-gehalte;
- 9) Niet-destructief onderzoek metselwerk:
- Registratie scheurvormingspatronen,
 - Registratie oppervlakteschades.
 - Registratie vervuiling, uitbloeiing, zouten, enz.;
- 10) Destructief onderzoek metselwerk:
- Uitvoeren kernboringen;
 - Druksterkte metselwerk;
- 11) Niet-destructief onderzoek voegen:
- Visuele inspectie voeg,
- 12) Destructief onderzoek stalen damwand:
- Ontname monsters;
 - Trekproef