

4.19.a

HOOFDONTWERP

VERSTERKING VAN DE HOOGWATERKERING
TER PLAATSE VAN DE KOOPMANS - EN
VISSERSHAVEN TE VLISSINGEN IN HET
KADER VAN DE DELTA WET

DEEL 1 :

RUIMTELIJK FUNCTIONEEL ONDERZOEK



J. A. Hernandez

JUNI 1985

TECHNISCHE HOGESCHOOL DELFT

AFDELING DER CIVIELE TECHNIEK

- Hoofdontwerp -

Versterking van de hoogwaterkering ter Plaatsse van de
Koopmans - en Vissershaven te Vlissingen in het kader
van de Delta wet

- Deel 1 : Ruimtelijk Functioneel Onderzoek
- Deel 2 : Golfoverslag berekeningen
- Deel 3 : Fouten analyse
- Deel 4 : De hoogwaterkering t.p.v. de Koopmanshaven
- Deel 5 : De hoogwaterkering t.p.v. de Vissershaven

Afstudeerwerk verricht bij de vakgroep
Constructieve Waterbouwkunde
Technische Hogeschool Delft

Prof. ir. A. Glerum
ing. K.G. Bezuijen
ir. W. Meermans

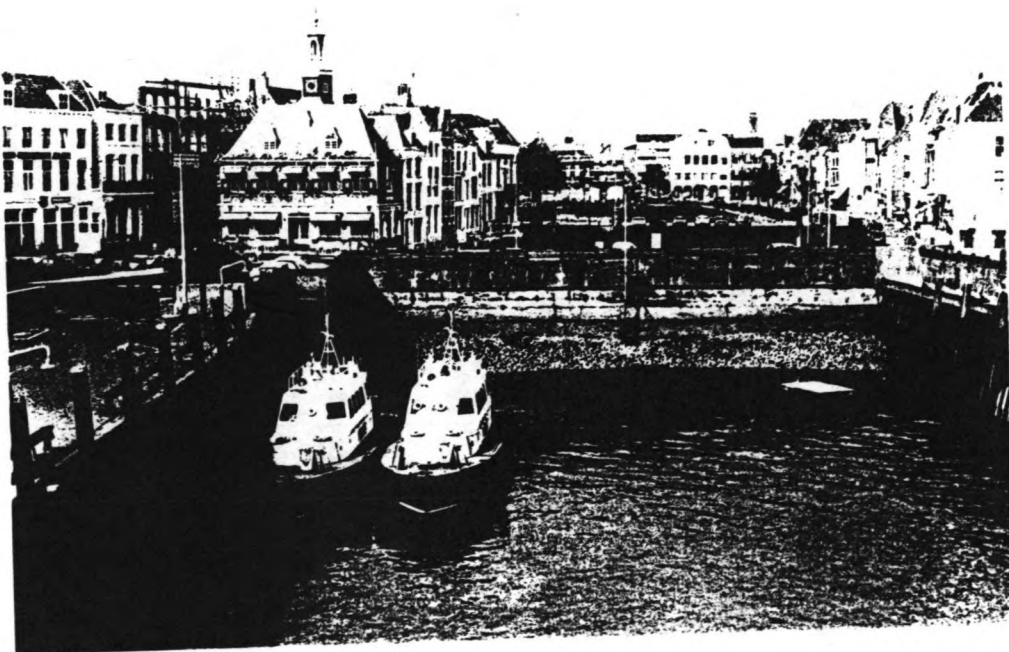
J.A. Hernandez
Juni 1985

HOOFDONTWERP

VERSTERKING VAN DE HOOGWATERKERING
TER PLAATSE VAN DE KOOPMANS - EN
VISSERSHAVEN TE VLISSINGEN IN HET
KADER VAN DE DELTA WET

DEEL 1 :

RUIMTELIJK FUNCTIONEEL ONDERZOEK



J. A. Hernandez

JUNI 1985

TECHNISCHE HOGESCHOOL DELFT
AFDELING DER CIVIELE TECHNIEK

Inhoudsopgave

Inleiding	: 1
Het ontwerp Proces	: 6
Probleemsignalering	: 10
Probleem analyse	: 10
Huidige functievervulling	: 13
Belanghebbenden	: 13
Probleemstelling	: 14
Uitgangspunten	: 15
Voorlopig Programma van eisen	: 17
De toekomstige situatie	: 18
Beschrijving van de alternatieven	: 24
Toetsingscriteria	: 26
Het toetsingsproces	: 28
Conclusies	: 30
Beoordeling	: 31
Keuzebepaling	: 32
Randvoorwaarden	: 33
Hydraulisch	: 33
Grondmechanisch	: 35
Uitvoeringstechnisch	: 35
Bedieningstechnisch	: 36
Functionele eisen	: 38
Programma van eisen	: 40
Het genereren van alternatieven	: 42
Koopmanshaven	: 42
Nadere uitwerking alternatieven	: 44
Toetsingscriteria	: 48
Beschrijving toetsingsproces	: 51
Conclusies	: 55
Beschrijving gekozen alternatief	: 56
Vissershaven	: 57
Afsluiting Vissershaven	: 58
Afsluitmiddelen	: 61
Toetsingscriteria	: 65
Conclusies	: 68
De nieuwe waterkering	: 70

Errata

Blz. 66 - Sluiten in stromend water

Ook de roldeuren zijn gevoelig voor het sluiten in stromend water. Hier is de voorgeschreven stroom snelheid waarbij gesloten moet kunnen worden niet zo groot.

Blz. 69 - Keuze

M.b.t. het sluiten in stromend water wordt naar bovenstaande opmerkingen verwezen.

Inleiding

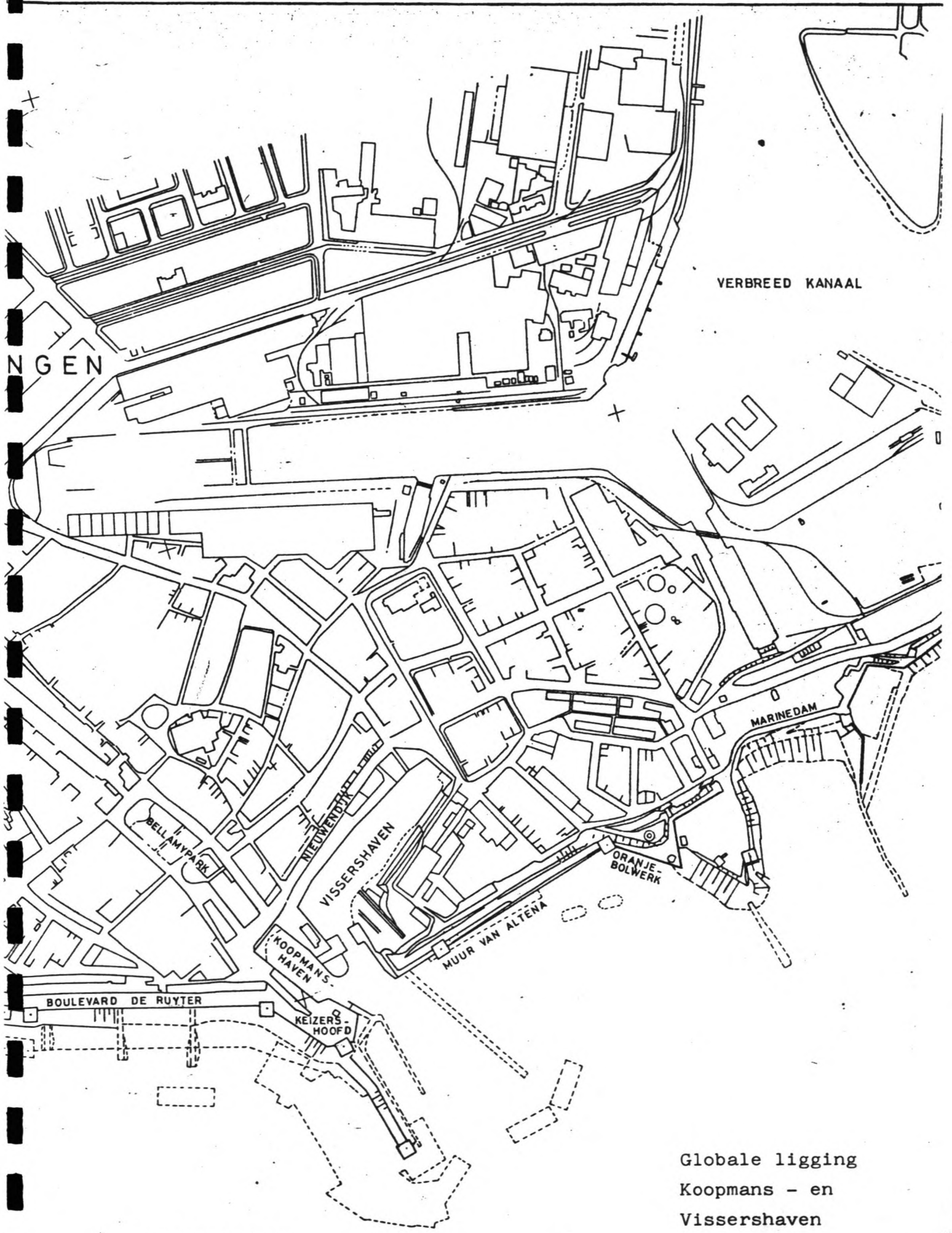
In Vlissingen , vlak naast het monument van de Ruyter op het Keizershoofd ligt een tweetal kleine havenbekkens .

Gelegen in een architectonische fraaie en vooral oude omgeving , maken de Vissershaven en Koopmanshaven deel uit van het stadsgezicht . De Koopmanshaven had vroeger een veel groter oppervlak , maar naarmate de stad Vlissingen groeide werden delen van de haven gedempt ten behoeve van de bebouwing. De ligging van de oude , gedempte bekkens is nog terug te bij onder andere het Bellamypark.

Ook de Vissershaven is qua oppervlak niet intact gebleven , ook hier zijn sommige bekkens gedempt . Vele oude constructies zijn nog altijd aanwezig alhoewel hier en daar reparaties en/of vervangingen hebben plaatsgevonden. De Vissershaven wordt afgesloten door een in 1856 gebouwde spuisluis die na 1953 door vervanging van de deuren als keersluis dienst ging doen. Rondom en op sommige plaatsen zelfs in de kering staan oude gebouwen die onder bescherming van de Monumentenwet vallen . Aan de zuid-zijde wordt de haven door het uiteinde van de Oranje Dijk en de Muur van Altena beschermd tegen de zee . De Koopmanshaven sluit bij het monument aan op de fraaie Boulevard , en zo maken de constructies van de Koopmanshaven en sommige van de Vissershaven deel uit van de primaire waterkering.

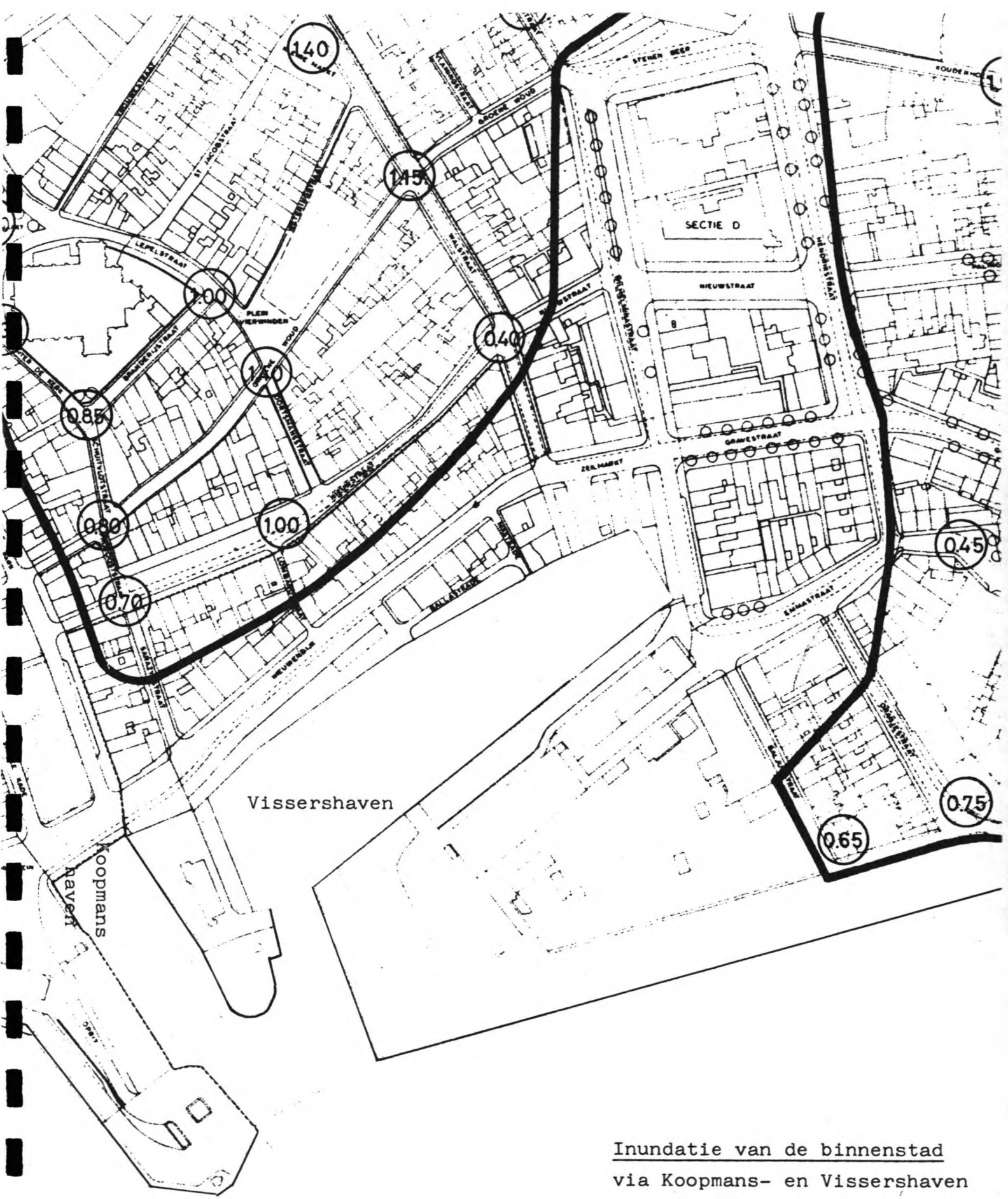
Dat deze kering , vooral bij de beide havens niet bestand is tegen het grove zeegeweld werd op trieste wijze bewezen bij de ramp op 1 februari 1953 . Een groot volume water stroomde via de beide havenbekkens Vlissingen binnen .Dat deze situatie volstrekt onbetrouwbaar was bleek helaas uit de feiten . De gemeente Vlissingen herstelde in 1954 de aangerichte schade en tegelijkertijd werden de kademuuren rond de Koopmanshaven verhoogd en de vloeddeuren van de spuisluis werden door hogere deuren vervangen zodat de sluis nu deel uit ging maken van de primaire kering .

Een aantal instanties waaronder de gemeente en rijkswaterstaat besefte dat de bestaande situatie slechts een tussenfase was naar betere veiligheid van het achterliggende gebied . Maar



WESTERSCHELDE

Globale ligging
Koopmans - en
Wissershaven



Vissershaven

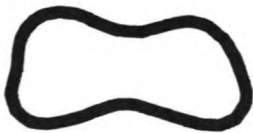
koopmans
haven

WESTERSCHELDE

Inundatie van de binnenstad
via Koopmans- en Vissershaven



VERKLARING



OVERSTROOMDE GEDEELTEN BIJ EEN INUNDATIEPEIL VAN 3.00 m. +N.A.P.

TOTALE HOEVEELHEID INUNDATIEWATER: 238.500 m³



WATERSTAND IN METERS BOVEN STRAATPEIL

tot op heden zijn geen echte constructieve wijzigingen aangebracht .

In 1964 werd in principe overeenstemming bereikt over een plan waarbij de Koopmanshaven en de Vissers haven zouden worden gedempt en de primaire waterkering van af het monument (Keizershoofd) in oostelijke richting , aansluitend op de Oranje Dijk en de Muur van Altena zou worden doorgetrokken . Dit plan werd echter nooit uitgevoerd .

In 1974 werden nogmaals plannen uitgewerkt om de huidige zee-
wering aan de veiligheidsnormen aan te passen .

Deze plannen liggen ten grondslag aan de huidige door Rijks-
waterstaat uitgewerkte plannen voor de waterkering in dit gebied.

Het is de bedoeling dat de nieuwe zee-
wering in het begin van de 90-er jaren gereed zal komen .

Het ontwerpproces

Het ontwerpproces tracht om het complexe geheel van handelingen die uiteindelijk tot het gewenste eindresultaat moeten leiden te structureren.

Het gewenste eindresultaat is vaak niet goed omschreven , dit kan zo zijn doordat men niet goed weet wat men wil of omdat de gestelde eisen ruim interpreteerbaar zijn. De "weg" naar het eindresultaat moet dan goed bewaakt worden en indien nodig moet de mogelijkheid bestaan om tijdig bij te sturen.

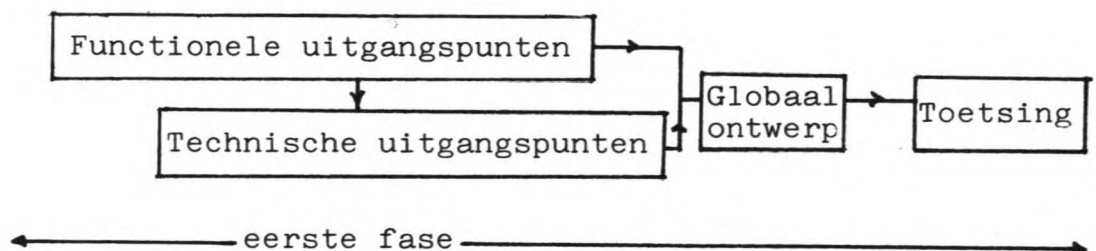
Om een proces te kunnen beheersen moet een systeem van plannen en bewaken opgesteld worden . Indien het proces ook nog enigzins complex is dient een proces opdeling of fasering doorgevoerd te worden zodat in overzienbare fasen gewerkt kan worden .

Om nu te voorkomen dat onderdelen of zelfs gehele fasen een eigen leven gaan leiden , waardoor de resultaten onbruikbaar worden moet een fase beginnen met duidelijk geformuleerde startcondities die weer betrekking hebben op de resultaten van de voorgaande fase .Het spreekt voor zich dat deze resultaten getoetst moeten worden aan het oorspronkelijke plan . Hierdoor ontstaan in het proces duidelijke meetpunten zodat eventuele bijsturing snel en doelgericht kan plaatsvinden .

De startcondities voor de eerste fase zijn dus een soort recapitulatie van externe invloeden die aan de basis van het project liggen .

Hoe de fasen ruimtelijk en qua tijd ten opzichte van elkaar gesitueerd liggen is een keuze die gemaakt dient te worden .

In gevallen van complexe processen , waar geen duidelijke structuur gevonden kan worden kan het beste met stapsgewijze verfijning gewerkt worden .

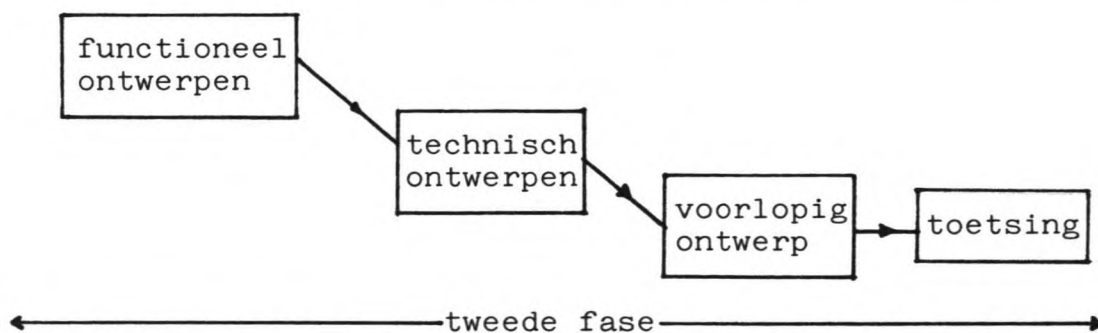


Met betrekking tot de eerste fase kan men stellen dat het op de vorige bladzijde vermeld schema eigenlijk gezien moet worden als de uitkomsten van een sub-fase . De functionele uitgangspunten zijn dan ook het resultaat van het behoeftenonderzoek gecombineerd met doelstellingen , kortom de startcondities voor deze fase .

Om tot de technische uitgangspunten te komen zal enig onderzoek verricht moeten worden , daar waar nog geen uitspraken gedaan kunnen worden moet met aannamen gewerkt worden . Deze aannamen moeten naarmate het proces voortschrijdt constant bewaakt worden en indien nodig bijgesteld , omdat men anders met ongefundeerde resultaten komt te zitten .

Zijn beide sub-fasen uitgewerkt dan komt men tot een voorlopig programma van eisen , waarbij het woord eisen eigenlijk teveel starheid inhoudt . Door de onoverzichtelijkheid van het proces zijn de consequenties van de gestelde eisen niet te overzien . Het is belangrijk dat onnodige starheid in het ontwerpproces wordt voorkomen .

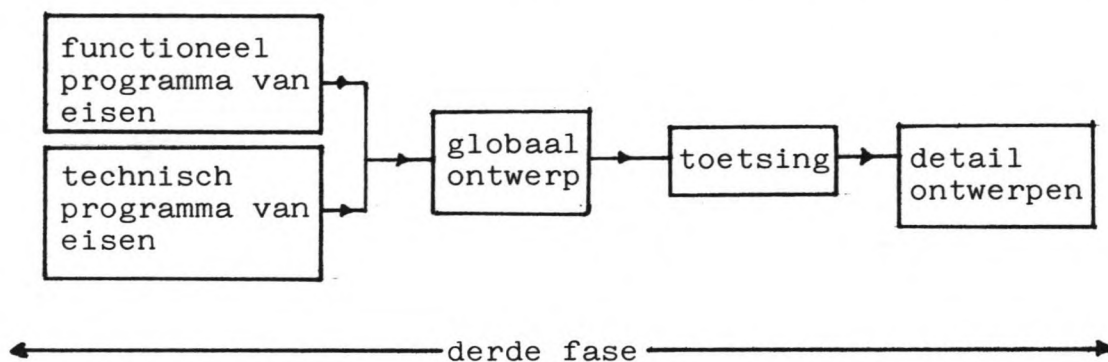
De volgende stap of fase , is het functioneel ontwerpen . Dit is dan de ruimtelijke weergave in termen van functie vervulling van het voorafgegane . Het zal duidelijk zijn dat in dit stadium nog vele alternatieven aan de gestelde eisen kunnen voldoen . De toetsing gebeurt door het totaal van ontwerp-alternatieven te evalueren en door te gaan met het meest geschikte ontwerp . Dit vormt dan de afsluiting van het functioneel ontwerpen .



De tweede sub-fase of technisch ontwerpen kan het resultaat dan als het ware verder verfijnen terwijl onnodige balast in de vorm van niet optimale ¹ontwerpen zijn verwijderd . De te stellen technische eisen kunnen concreter toegespitst worden , er is meer overzicht . Langzamerhand kan men het object "ruimtelijker" maken

en wat minder in termen van functie vervullend zoals het geval was in de eerste sub-fase , het functioneel ontwerpen . Het resultaat van deze fase als geheel is een voorlopig ontwerp , de toetsing van de tweede sub-fase heeft plaatsgevonden bij de keuze van dit ontwerp. Als afsluiting van deze fase gebeurt de toetsing van dit voorlopig ontwerp aan aan het voorlopig Programma van Eisen .

In de derde fase worden nogmaals de functionele en technische eisen aangepast indien hiertoe aanleiding bestaat . Verder moeten alle eisen zo nauwkeurig en duidelijk mogelijk opgesteld worden . Dan pas kan er sprake zijn van het (definitieve) Programma van Eisen .Het in de tweede fase opgesteld voorlopig ontwerp moet dan getoetst worden aan het Programma van Eisen, bij goedkeuring is dit dan het (definitief) globale ontwerp.



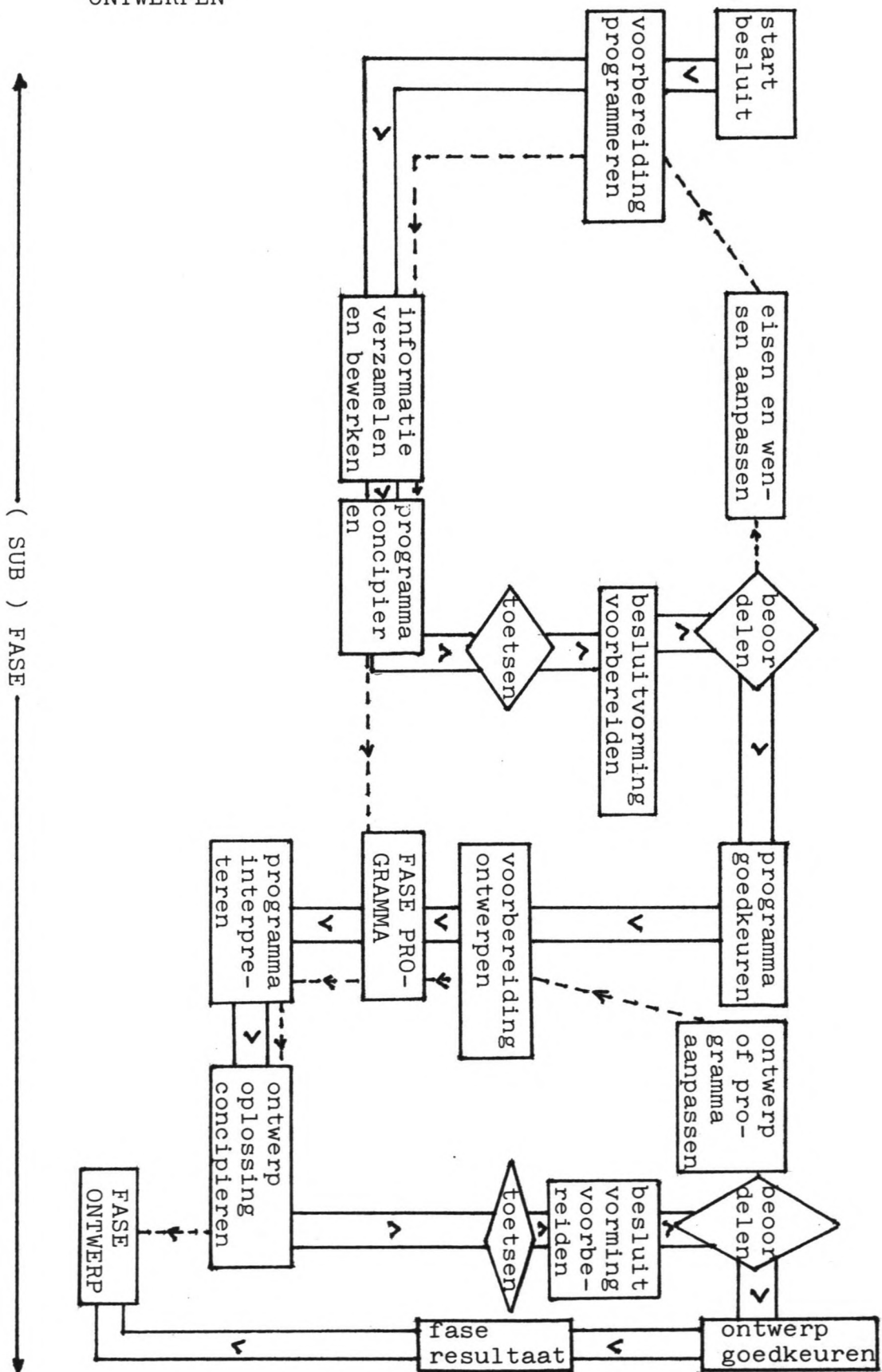
Ondanks de vele toetsingen kan het gebeuren dat het gevonden globale ontwerp niet optimaal voldoet aan wat men er zich van had voorgesteld . Dit kan gebeuren omdat pas na afloop duidelijk wordt dat de eisen niet toereikend waren of omdat er nieuwe inzichten of eisen bij zijn gekomen . Nadat goedkeuring is verkregen kan worden doorgedaan met detail-ontwerpen .

Bovenstaande voorstelling van de (sub) - fasen is eigenlijk te symplistisch , het lijken afgeronde "blokken" die in de tijd pas na elkaar worden afgewerkt . Het model op de volgende bladzijde komt veel beter met de realiteit overeen en het kan worden toegepast voor zowel een fase als een sub-fase .

TECHNISCH PROGRAMMEREN EN ONTWERPEN

BEHEERSING

FUNCTIONELE EISEN&WENSEN



(SUB) FASE

Probleemsignalering

Om te beoordelen of een gebied voldoende beveiligd is tegen Superstormen wordt van het begrip " Delta-norm " gebruik gemaakt . Dit houdt in dat uitgaande van een ontwerprequentie het hierbij horend ontwerpstormvloedpeil bepaald wordt (zie voor stormvloedpeilen blz. 11) . De Delta - cie. stelt dat bij dit stromvloedpeil nog voldoende veiligheid gegarandeerd moet worden .

Voor het achter de kering liggend gebied geldt een overstromingsfrequentie van 1/4000 per jaar , zodat een stormvloedpeil van N.A.P. + 5.40 m wordt afgelezen .

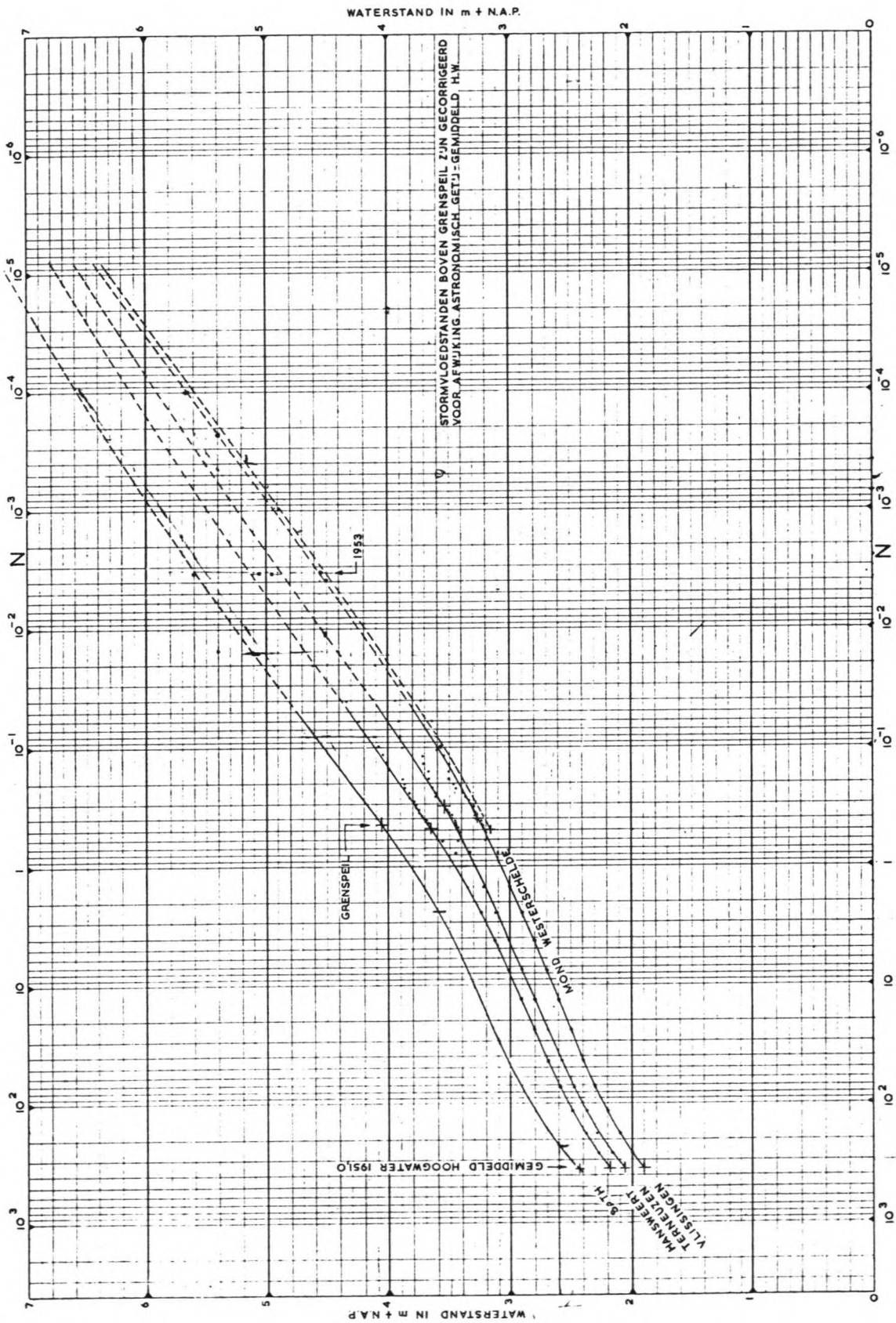
Het blijkt dat de bestaande constructies in de Koopmans - en Visserhaven niet voldoen aan het gestelde criterium van veiligheid .

Probleemanalyse

Alle in de tekst te noemen constructies en locaties zijn terug te vinden op de plattegrond op blz. 2

Bestaande situatie

Koopmanshaven : deze haven wordt ommuurd door vaste constructies die aan de noord - en oostzijde reiken tot N.A.P. + 4.75 m en die met behulp van te plaatsen schotbalken tot N.A.P.+ 5.50 m kunnen komen . Deze schotbalken zijn slechts in het winterseizoen (1 oktober tot 1 april) permanent aanwezig . Aan de westzijde sluit de constructie aan op het Keizershoofd zij het met een verschil in kerende hoogte . Het Keizershoofd heeft een kerende hoogte tot ongeveer N.A.P. + 9.00 m terwijl de kademuren een kerende hoogte hebben tot N.A.P. + 4.75 m . De doorgaande kering wordt gevormd door een muur die beide nivos met elkaar verbindt . Om het haverterrein toegankelijk te maken voor voertuigen is in de muur een toegangspoort opgenomen . De kerende hoogte van deze verbindingsconstructie met inbegrip van de poort is N.A.P. +4.75 m en kan niet met schotbalken worden opgehoogd . De poort bestaat uit



Figuur 3.1.2. Overschrijdingslijnen van de hoogwaterstanden 1901-1950 langs de Westerschelde: Mond, Vlissingen, Terneuzen, Hansweert, Bath

twee kleine deuren met dezelfde kerende hoogte als de rest van de aansluitingsconstructie , daarachter kunnen een aantal schotbalken geplaatst worden voor het geval dat de deuren beschadigd zouden zijn .

Vissershaven : de toegang tot deze haven wordt gevormd door een in 1856 gebouwde sluis . Het sluishoofd evenals de puntdeuren hebben een kerende hoogte van N.A.P. +5.50 m . Aan de westzijde sluit de constructie aan op de kademuren van de Koopmanshaven en heeft eveneens een vaste kerende hoogte tot N.A.P. + 4.75 m , met schotbalken tot +5.50 m . Aan de oostzijde wordt met behulp van een betonnen muur en een stenen glooiing , beiden tot +5.50 m aangesloten op de Oranje dijk en de Muur van Altena . Verder wordt de Vissershaven ommuurd ^{door} oude , op sommige plaatsen sterk verweerde kademuren met een kerende hoogte tot maximaal +4.20 m . In deze kering staan op een tweetal plaatsen oude huizen die door middel van een versterkte kelder muur deel uitmaken van de kering ; beide huizen staan als monument geregistreerd en zijn als zodanig beschermd . Eveneens op de monumentenlijst staat het oude arsenaal dat tegenover de genoemde huizen aan de zuidzijde staat . De oostzijde van het havenbekken is een beschermd stadsgezicht .

Rondeel : deze constructie vormt de scheiding tussen de Koopmans - en Vissershaven . Hier wordt de aansluiting tussen het sluishoofd en de kademuren gerealiseerd . Op zich heeft het Rondeel met een kerende hoogte van +4.32 m geen functie in de waterkering . Door zijn specifieke ronde vorm en historie (16^e eeuw) valt ook deze constructie onder de monumentenwet .

De omgeving : de onmiddellij¹ke omgeving van de beide havens, de oude kern van Vlissingen eigenlijk, is door zijn historische structuur en ruimtelijke opbouw van meer dan gemeentelijke waarde . Deze kern is dan ook tot beschermd stadsgezicht uitgeroepen , sommige gebouwen acht men van een

dusdanige waarde dat ze op de monumentenlijst voorkomen . Ook het visuele aspect tussen de stad , havens en de Westerschelde is essentieel voor het karakter van de oude kern , dat hierdoor een centrum- en toeristische functie vervult . Dit alles ^{ligt} rondom het Bellamy park dat vlak achter de Koopmanshaven is gelegen .

Huidige functie vervulling

Koopmanshaven : de kademuren rondom de haven maken deel uit van de primaire waterkering . Tevens herbergt de haven het Belgische en Nederlandse loodswezen die een uitermate belangrijke schakel zijn in het drukke scheepvaartsverkeer op de Westerschelde . Ook de ligging is voor het karakter van het centrum bepalend .

Vissershaven : na de ramp in 1953 verloor de kademuur de functie van primaire waterkering . Tot op heden heeft de haven geen functie meer en ligt er wat vervallen bij . Ook de Vissershaven is bepalend voor het karakter van het centrum , door de ligging , de vele monumentale gebouwen en een gedeelte dat tot het beschermde stadsgezicht behoort . De sluis heeft de functie van primaire waterkering overgenomen .

Rondeel : deze oude constructie komt op de monumenten - lijst voor en vervult alleen een visuele , karakter bepalende functie .

De omgeving : vanuit historisch en toeristisch oogpunt bekeken is de omgeving van wezenlijk belang voor het karakter van het centrum .

Belanghebbenden

De gemeente Vlissingen : de gemeente is verantwoordelijk voor het behoud van het historische karakter van de binnenstad , verder valt het beheer en onderhoud van de Vissershaven en de primaire kering eveneens onder de verantwoordelijkheden . De gemeente noemt in de bestemmingsplannen de Vissershaven als mogelijke locatie voor een jachthaven.

Het Rijk : het rijk , in het bijzonder Rijkswaterstaat is verantwoordelijk voor het ontwerp en het toezicht op de eventuele uitvoering van de plannen . Het ingediende ontwerp dient door de Gedeputeerde Staten van Zeeland goedgekeurd te worden , waarna de rijksbijdrage (100 % van de directe kosten) door de minister van Verkeer en Waterstaat vastgesteld wordt .

Monumentenzorg : verscheidene objecten in het beschouwde stadsdeel vallen onder bescherming van de monumentenwet waardoor bij enige ingreep of verandering op grond van die wet , een vergunning nodig is .

Het loodswezen : zowel het Belgische - als het Nederlandse loodswezen vindt de huidige locatie van de havenfaciliteiten de enige mogelijke . Tevens heeft het belang bij een zo min mogelijk gestremde doorvaart van de loodsboten als ook bij beschutting bij erg ruw weer.

Probleemstelling

Om de achterliggende bebouwing in extreme toestanden te beschermen tegen de zee dient de primaire waterkering te voldoen aan de voor dit gebied geldende Delta-norm . De bestaande kering voldoet echter niet hieraan .

Ingrepen in de bestaande omgeving ter bevordering van de veiligheid dienen zodanig te gebeuren dat geen schade , zowel materieel als visueel aan de vele monumenten wordt aangebracht .

Ook het aanzicht van de oude bebouwing dient zoveel mogelijk gespaard te worden .

Een vrije doorvaart in één havenbekken dient aanwezig te zijn.

De gewenste situatie is dus een situatie waar de primaire waterkering voor voldoende veiligheid zorgt en waarbij de toekomstige te vervullen functies zo goed mogelijk inpasbaar zullen zijn in de bestaande omgeving .

Functionele uitgangspunten

In het nu volgende zullen de functionele uitgangspunten , geordend naar invloed beschreven worden .

- (1) : de kering moet voldoen aan de Delta-norm
- (2) : het handhaven van de monumenten
 - rond de vissershaven
 - het Rondeel
 - het Keizershoofd
- (3) : het handhaven van het beschermde stadsgezicht
 - de oostelijke zijde van de vissershaven
 - het oude centrum
 - het uitzicht vanuit het centrum op de Westerschelde
- (4) : aanlegfaciliteiten voor het Belgische - en Nederlandse loodswezen , deze faciliteiten moeten het gehele jaar door in open verbinding met de Westerschelde staan zonder dat enig tijdsverlies optreedt bij het wegvaren van de boten . In het zomerseizoen moeten toeristische rondvaarbotten gebruik kunnen maken van de aanlegfaciliteiten
- (5) : faciliteiten voor beperkte jachthaven activiteiten in het beschouwde gebied , tevens moeten beroeps- en plezier vaart gescheiden blijven .
- (6) : een in financieel opzicht verantwoord plan

Technische uitgangspunten

De technische uitgangspunten of randvoorwaarden zullen kort beschreven worden , de volgorde is zo gekozen dat de meer beschrijvende punten eerst genoemd zullen worden .

- (1) : t.a.v. de stormen kan onderscheid gemaakt worden tussen winter - en zomer omstandigheden (zie [1]) de winter situatie wordt als maatgevend aangenomen
- (2) : bij een overstromings frequentie van 1/4000 per jaar hoort een ontwerpstormvloedpeil van N.A.P. + 5.40 m
- (3) : de extra verhoging ten gevolge van barometrische storingen tijdens buien (buistoten) bedraagt 0.30 m
- (4) : er dient rekening te worden gehouden met een relatieve zeespiegelrijzing van 0.20 m

- (5) : het overslagvolume , dit is het volume water dat tijdens een storm over de kering slaat is aan een maximum gebonden . De gemeente vindt een totaal overslag volume van 15000 m³ acceptabel , het maakt niet uit van welk havenbekken dit water afkomstig is omdat aangenomen wordt dat al het water in de richting van de binnenstad zal afvloeien.
- (6) : de significante gol^fhoogte voor de Koopmanshaven bedraagt in de winter 1.15 m en in de zomer 0.90 m . Voor de Vissershaven geldt dat de golven snel uitgedempt zullen worden in het havenbekken ; t.p.v. de sluis geldt hetzelfde als voor de Koopmanshaven (zie [1])

VOORLOPIG PROGRAMMA VAN EISEN

Kerende hoogte zeewering

Gesteld is dat de winteromstandigheden maatgevend zijn, dit

houdt in : ontwerp stromvloedpeil	+ 5.40 m	
buistooteffect	o.30 m	
relatieve zeespiegelrijzing	o.20 m	+
	<hr/>	
	+ 5.90 m	

De kerende hoogte van de nieuwe kering bedraagt minstens N.A.P. + 5.90 m .

Golfoverslagvolume

Door de gemeente is gesteld dat een overslagvolume van 15000 m³ ten gevolge van overslaand water bij Koopmans - en Vissershaven acceptabel is .

Loodswezen

Blijvende beschikking over beschutte aanlegfaciliteiten, voldoende manoeuvreerruimte en een ongehinderde toegang .

Stadsgezicht

Zoveel mogelijk behoud van structurele - en visuele relatie tussen de stad , havens en de Westerschelde

Monumenten

Geen of zo weinig mogelijke aantasting van de monumentale waarde van de beschermde objecten .

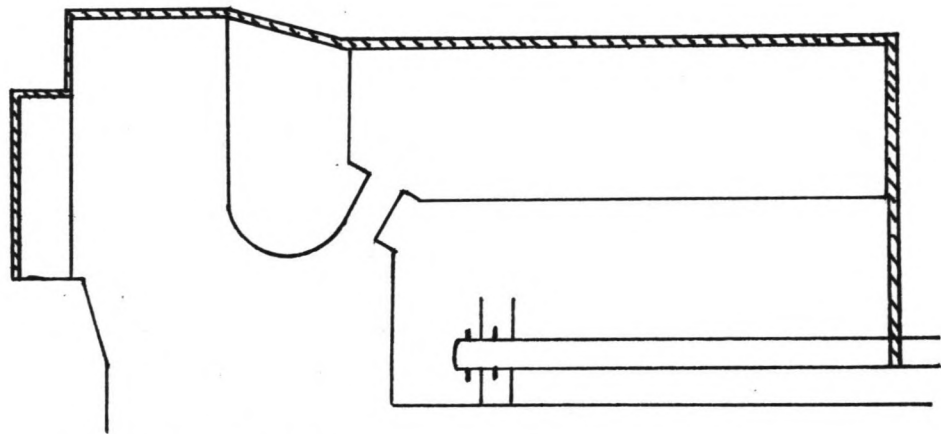
De toekomstige situatie

Zoals al eerder is vermeld moet de huidige toestand als een noodsituatie gezien worden . Dat deze situatie niet voldoet blijkt duidelijk als alleen maar naar de constructiehoogte wordt gekeken . De kerende hoogte van de kering komt nergens boven +5.50 m uit terwijl in het P.van E. gesteld wordt dat de kerende hoogte minstens tot +5.90 m moet komen . Sterkte, bediening en golfoverslag zijn buiten beschouwing gebleven . Bij een nieuwe constructie moeten echter alle factoren worden meegenomen , om bijvoorbeeld tot een zinnige uitspraak over veiligheid te komen moet er iets concreets zijn om als referentie te dienen .

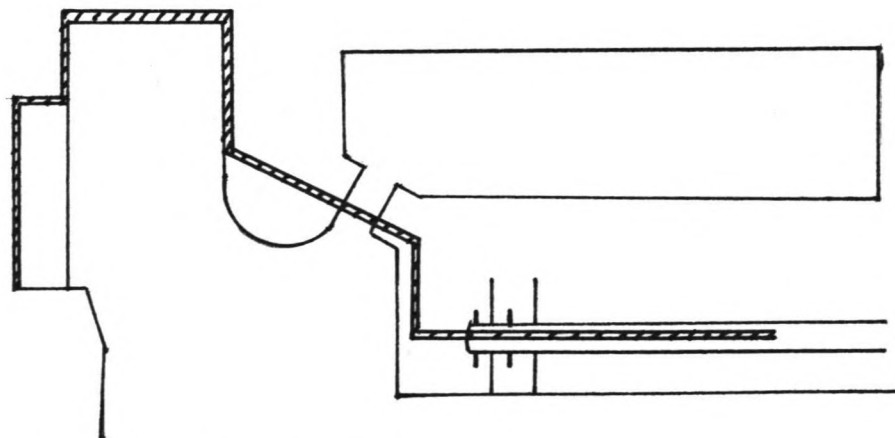
Als eerste en belangrijkste onderdeel kan het tracé genoemd worden . Er zijn in principe een elftal tracé alternatieven mogelijk , waarbij de functievervulling m.b.t. veiligheid primair staat . De elf alternatieven zijn :

- (1) : Koopmans - en Vissershaven open , de kademuren van beide havens vormen de waterkering
- (2) : Koopmanshaven open en eensluis in de toegang tot de Vissershaven ; de kademuren ,de sluis en de aansluitingsconstructies vormen de waterkering
- (3) : Koopmanshaven open en de Vissershaven gedempt ; de kademuren en de aansluitingsconstructies van de gedempte haven vormen de kering
- (4) : Koopmanshaven met een sluis in de toegang en de Vissershaven open ; de sluis en de kademuren van de Vissershaven vormen de kering
- (5) : Koopmans - en Vissershaven beiden in de toegang een sluis ; beide sluizen en de aansluitingen vormen de kering
- (6) : Koopmanshaven met een sluis in de toegang en de Vissershaven gedempt ; de sluis en aansluitingsconstructies vormen de kering
- (7) : Koopmanshaven gedempt en de Vissershaven open ; de aansluitingsconstructies en de kademuren vormen de kering

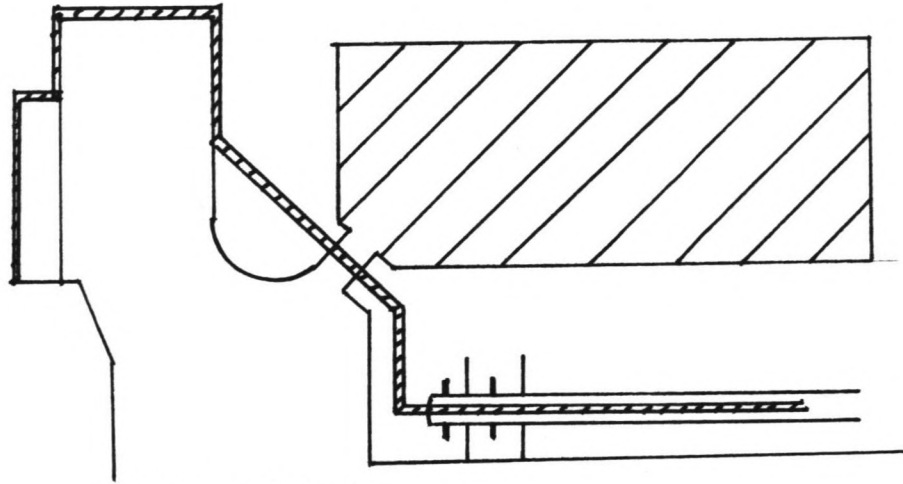
- (8) : Koopmanshaven gedempt de Vissershaven met een sluis in de toegang ; sluis en aansluitingsconstructies vormen de kering
- (9) : Koopmans - en Vissershaven beiden gedempt , de aansluitingsconstructies vormen de kering
- (10) : Koopmans - en Vissershaven maken geen deel meer uit van de waterkering ; deze wordt dan meer naar buiten aangelegd ; scheepvaartverkeer is niet mogelijk
- (11) : Zie (10) met als enig verschil dat scheepvaartverkeer mogelijk wordt gemaakt door bijv. een sluis in de kering op te nemen



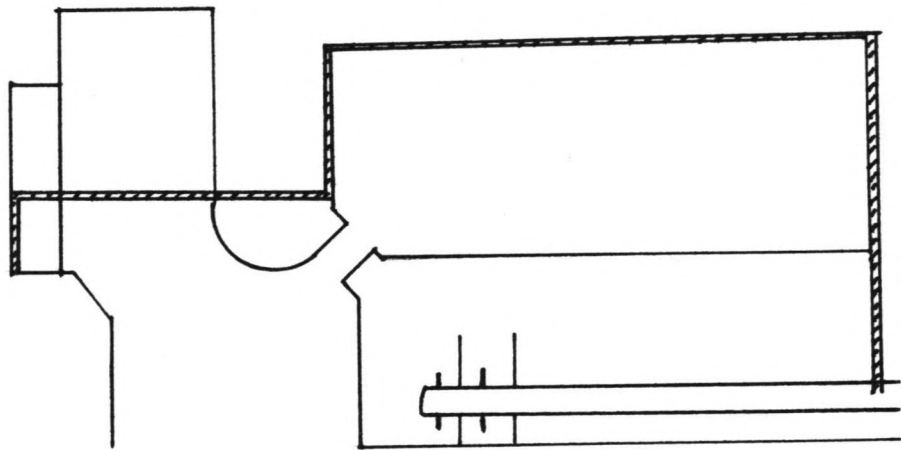
Alternatief 1
Koopmans - en Vissershaven open



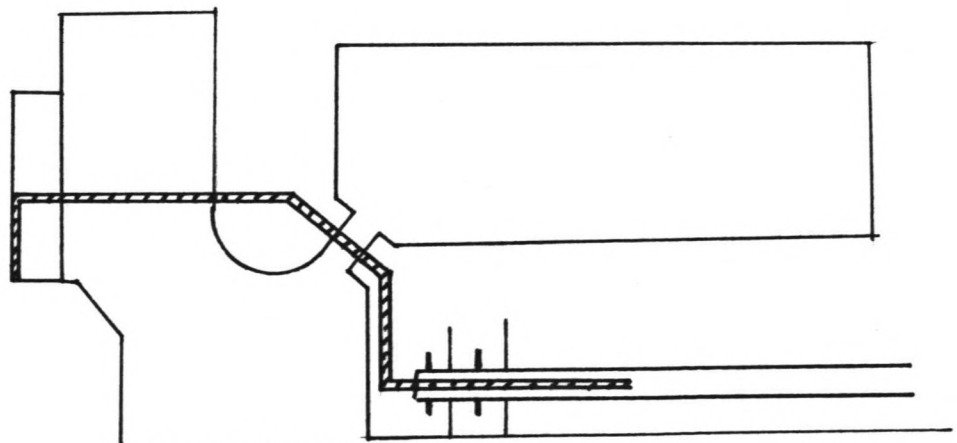
Alternatief 2
Koopmanshaven open , sluis in toegang tot Vissers
haven 19



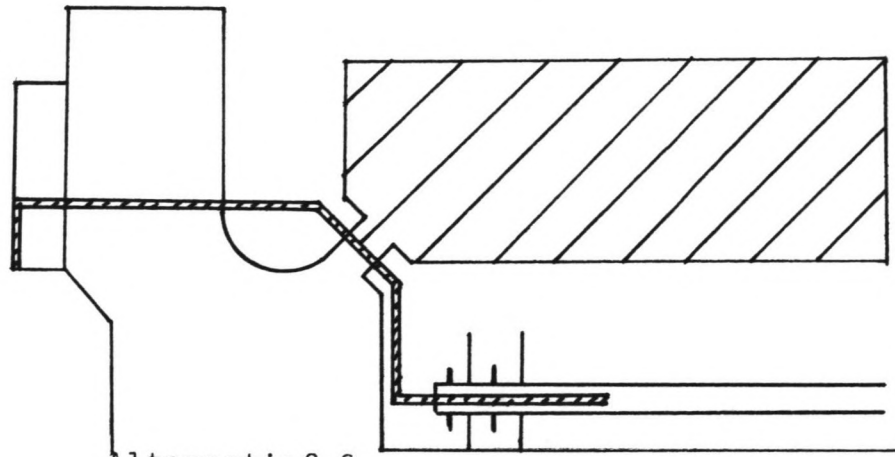
Alternatief 3
Koopmanshaven open , Vissershaven gedempt



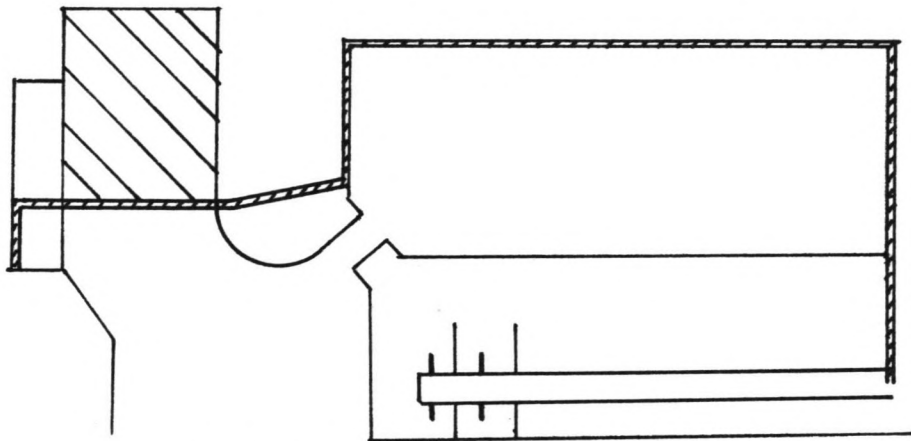
Alternatief 4
Koopmanshaven gesloten , Vissershaven open



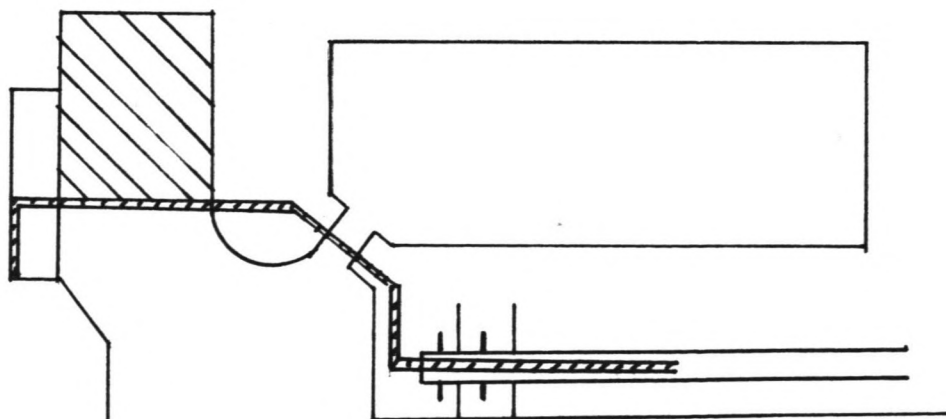
Alternatief 5
Koopmans - en Vissershaven beiden afgesloten



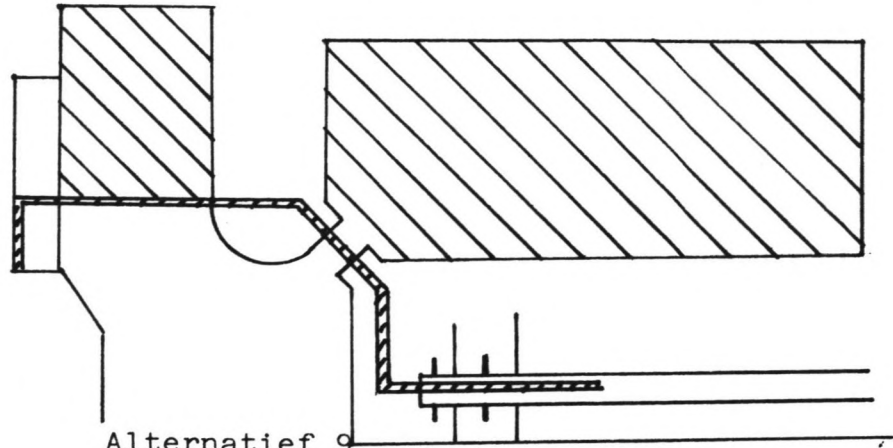
Alternatief 6
 Koopmanshaven afgesloten , Vissershaven gedempt



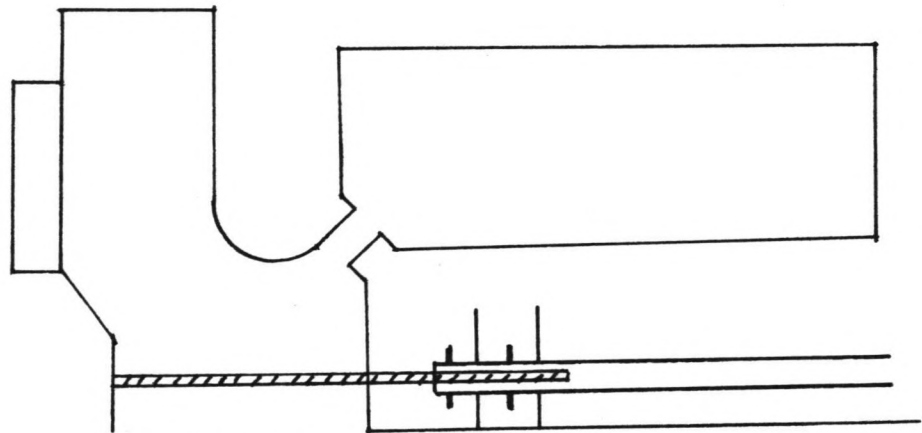
Alternatief 7
 Koopmanshaven gedempt , Vissershaven open



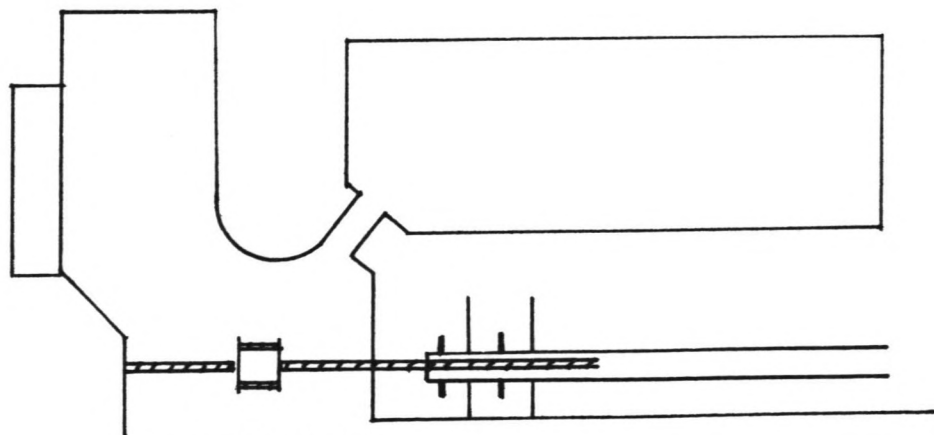
Alternatief 8
 Koopmanshaven gedempt , Vissershaven afgesloten



Alternatief 9
Koopmans - en Vissershaven gedempt



Alternatief 10
Buitengelegen kering zonder scheepvaart



Alternatief 11
Buitengelegen kering , scheepvaart is mogelijk

De geschetste alternatieven moeten gezien worden als functie-
vervullende alternatieven . Er is getracht om uitgaande van
de eis dat de veiligheid van het achterliggende gebied
de meest belangrijke is, tracé's aan te geven die hieraan vol-
doen . Hoe goed al deze alternatieven aan de veiligheidseis
voldoen is een kwestie van toetsing a.d.h. van opgestelde
toetsingscriteria , tegelijkertijd kan ook gekeken worden
hoe goed het beschouwde alternatief aan de andere , secundai-
re eisen voldoet .

Beschrijving van de alternatieven

Alternatief 1

Bij dit alternatief wordt de kering gevormd door de kademuren van beide havens . Dit houdt in dat de totale lengte van de kademuren vrij groot zal zijn aangezien de oude constructies , vooral in de Vissershaven in slechte staat verkeren . Een ander aspect is dat als de kering opgehoogd moet worden er een visuele barriere ontstaat waardoor het karakter van de stad wordt aangetast , ook staan er vooral in de Vissershaven enige monumenten in de weg .

Alternatief 2

Bij dit alternatief wordt de waterkerende functie van de kademuren rond de Vissershaven weggenomen , hiervoor in de plaats komt een sluis in de toegang tot de haven . Een voordeel is dat de ingrepen in de Vissershaven (op sommige plaatsen de kademuren herstellen) veel lichter zullen zijn , waardoor monumenten en stadsgezicht minder worden aangetast .

Alternatief 3

Hier wordt het havenbekken van de Vissershaven gedempt , de waterkering wordt dan door de kademuren rond de Koopmanshaven en een aansluitingsconstructie bij de Vissershaven gevormd .De aantasting van het stadsgezicht is nu niet meer fysiek , echter visueel . De vele monumenten en het beschermde stadsgezicht hebben een duidelijke relatie met de haven , een gedempt bekken verstoort deze relatie .

Alternatief 4

Dit alternatief staat hier alleen maar voor de volledigheid vermeld . Een sluis plaatsen i.p.v. kademuren kan afgewogen worden als de totale lengte van de kademuren groot wordt . In dit geval is de totale lengte van de kademuren rond de Vissershaven vele malen groter dan die rond de Koopmanshaven , verder gelden de bezwaren als bij alternatief 1

Alternatief 5

De waterkering wordt hier door de beide sluisen met aansluitingsconstructies gevormd . Doordat de kering nu verder af komt te liggen wordt het karakter van de binnenstad nu niet meer aangetast evenmin als de monumenten .

Alternatief 6

Als 5 , alleen nu wordt de Vissershaven gedempt , waardoor het karakter van de stad wordt aangetast (zie 3) .

Alternatief 7

Als 4 , alleen nu wordt de Koopmanshaven gedempt, waardoor een nog grotere aantasting van het stadsgezicht optreedt .

Alternatief 8

De waterkering is even als bij de alternatieven 5 , 6 , 9 erg kort , ze wordt in dit geval gevormd door de sluis en de aansluitingsconstructies . De enige aantasting van het stadsgezicht treedt nu op door het gedempte havenbekken .

Alternatief 9

Nu zijn beide bekkens gedempt en heeftdit deel van de stad geen relatie meer met de havens .

Alternatief 10

Bij dit alternatief hoeven geen ingrepen in de omgeving gedaan te worden , maar de havens zijn nu niet meer bereikbaar . Ook de uitvoering gebeurt nu niet meer in de beschutting van een haven .

Alternatief 11

Geldt hetzelfde als bij 10 met als enig verschil dat scheepvaart mogelijk wordt gemaakt door het opnemen van bijvoorbeeld een sluis in de kering .

Toetsingscriteria

Om te kunnen beoordelen of een alternatief voldoet aan de eerder gestelde eisen dienen criteria , gebaseerd op uitgangspunten en randvoorwaarden , opgesteld te worden . In dit geval kan op de volgende punten getoetst worden :

(1) : Veiligheid

de constructie heeft naast een kerende hoogte ook een sterkte , beiden worden als voldoende aangenomen . Hier zal meer naar het bedieningsaspect van de kering gekeken worden , en de totale lengte v.d. kering .

(2) : Loodswezen

het loodswezen stelt als eisen : een ongehinderde t^ogang tot het havenbekken evenals de aanwezigheid van aanlegfaciliteiten , voldoende manoeuvreerruimte en beschutting bij slecht weer . Een andere locatie wordt afgewezen .

(3) : Behoud karakter binnenstad

hier wordt niet zozeer gekeken of er een hinderlijke constructie het uitzicht belemmert maar meer naar de integratie van de nieuwe constructies in het oude stadsbeeld

(4) : Aantasting van de monumenten

de aantasting van de monumenten kan zowel fysiek als visueel zijn .

(5) : Toekomstige bestemming

de gemeente wil in dit gebied faciliteiten creëren om een beperkte jachthaven mogelijk te maken , terwijl er een scheiding moet zijn tussen beroeps - en pleziervaart .

Opmerking :

In dit stadium is het niet goed mogelijk om de kosten in de afweging te betrekken . De alternatieven verkeren nog in het functievervullend stadium zonder enige constructieve uitwerking . Zo zondermeer kan moeilijk afgewogen worden of een alter-

natief met een kademuur goedkoper kan zijn als één met een sluis. En wat gebeurt er als de kademuren over een grotere lengte aangelegd moeten worden . Ook de uitvoering speelt een grote rol. Moet een constructie in een diepe bouwput gebouwd worden of kan dit bij wijze van spreken van af het maaiveld gebeuren . Dit alles maakt een kosten afweging in dit stadium niet mogelijk omdat de alternatieven nog niet concreet zijn uitgewerkt. Neem als voorbeeld de sluis , is hier sprake van een keersluis of van een schutsluis wat nogal verschil in kosten uitmaakt . Ook het feit of de oude constructies bruikbaar zijn , gesloopt moeten worden of intact gelaten kunnen worden maakt nogal verschil uit .

Hoe belangrijk de kosten ook mogen zijn , ze kunnen nog niet in de afweging worden meegenomen .

Het toetsingsproces

Aan de hand van de eerder vermelde toetsingscriteria zal het proces toegelicht worden .

VEILIGHEID

Constructies met een grote lengte of met veel bedienings-elementen worden als slecht aangenomen , dit houdt in dat de alternatieven 1 , 4 , 7 en 5 in dit opzicht de slechtsten zijn . Daarna komen de alternatieven met een beperkte totale lengte of met minder bedieningselementen , dit zijn de elementen 2 , 6 . Het beste zijn de elementen met een zeer korte totale lengte in combinatie , eventueel , met een te bedienen element .

BEHOUD KARAKTER BINNENSTAD

Alternatieven waarbij een bekken gedempt moet worden , worden als slechtste voor dit criterium aangenomen , dit zijn de alternatieven 3 , 6 , 7 , 8 , 9 . Daarna komen de alternatieven waar de kademuren van de Vissershaven mede deel uitmaken van de waterkering terwijl geen bekken gedempt wordt , dit zijn 1 en 4 . Daarna komen de alternatieven waar een sluis in de kering wordt opgenomen terwijl geen bekken gedempt wordt , dit zijn : 2 en 5 . De beste alternatieven zijn 10 en 11 , de kering wordt geheel buiten het beschouwde gebied aangelegd .

AANTASTING MONUMENTEN

Alternatieven waarbij een bekken gedempt wordt worden als slecht voor dit criterium aangenomen , dit zijn : 3 , 6 , 9 . Iets beter zijn de alternatieven waarbij de Vissershaven open blijft : 1 , 4 , 7 . Nog beter zijn de alternatieven waar in de toegang tot de Vissershaven een sluis aanwezig is : 2 , 5 , 8 . De beste alternatieven zijn 10 en 11 , de kering wordt buiten het beschouwde gebied gelegd .

LOODSWEZEN

De alternatieven waarbij beide bekkens gedempt zijn of als in de toegang tot beide bekkens een sluis ligt worden als slecht aangenomen , dit zijn : 5 , 6 , 8 , 9 , 10 , 11 .

De alternatieven waarbij minstens een bekken in open verbinding met de Westerschelde staat zijn goed , dit zijn : 1 , 2 , 3 , 4 , 7 .

TOEKOMSTIGE BESTEMMING

Alternatieven waarbij beide bekkens of een bekken gedempt zijn , of waar de havens niet meer bereikbaar zijn , zijn m.b.t. dit criterium slecht , dit zijn : 3 , 6 , 7 , 8 , 9 , 10 , 11 . Alternatieven waarbij beide bekkens bereikbaar zijn zijn goed : 1 , 2 , 4 , 5 .

CONCLUSIES

- * Het dempen van een havenbekken heeft te veel invloed op de omgeving , maakt het onmogelijk om een jachthaven in het overgebleven bekken in te richten vanwege het feit dat de eisen van het loodswezen een hogere prioriteit hebben en voor de gemeente komen er extra kosten bij i.v.m. de inrichting van het gedempte bekken .
- * De kering buiten de havens maken is een kostbare aangelegenheid en er moeten speciale voorzieningen worden aangebracht om scheepvaart mogelijk te maken .
- * Het verplaatsen van het loodswezen naar een andere haven is niet goed mogelijk , deels door de reeds goede ligging , deels doordat ook het Belgische loodswezen hier zijn haven heeft . De eisen van het loodswezen en de eisen m.b.t. veiligheid zijn in het geval van gehinderde toegang niet verenigbaar .
- * Als de Vissershaven in open verbinding met de Westerschelde komt houdt dit in dat de bestaande kademuren vervangen moeten worden wat weer een grote aantasting van de omgeving en de monumenten inhoudt .
- * Een alternatief dat de huidige kering qua tracé volgt , voldoet eigenlijk het beste . De ingrepen in de omgeving zijn niet zo diepgaand als bij een ander tracé alternatief dat ook goed aan de gestelde eisen kan voldoen , ^{voor zover} die geen betrekking hebben op de aantasting van stadsgezicht en monumenten .

Beoordeling

Om tot een meer gefundeerde beoordeling van het tracé alternatief te komen zal gebruik gemaakt worden van een keuzematrix om te bekijken hoe goed een alternatief aan de criteria voldoet.

	Veiligheid	Stadsge- sicht	Monumenten	Loodswe- zen	Toekomstige bestemming
K - O	-	0	0	+	+
V - O					
K - O	0	+	+	+	+
V - S					
K - O	+	-	-	+	-
V - D					
K - S	-	0	0	+	+
V - O					
K - S	-	+	+	-	+
V - S					
K - S	0	-	-	-	-
V - D					
K - D	-	-	0	+	-
V - O					
K - D	+	-	+	-	-
V - S					
K - D	+	-	-	-	-
V - D					
Vaste kering	+	++	++	-	-
Id.met sluis	+	++	++	-	-

K - Koopmanshaven V - Vissershaven

O - kademuren vormen de kering

S - Toegangssluis vormt de kering

D - Havenbekken gedempt

+ / 0 / - : de plussen en minnen worden aan de hand van een voor de kolom geldende schaal toegekend , dit wil zeggen dat het per rij absoluut optellen van de resultaten geen zin heeft. Een alternatief , wil dit in aanmerking komen , mag voor geen enkel criterium slecht zijn .

Keuzebepaling

Naar aanleiding van het gestelde op de vorige paginas blijkt dat de in principe gestelde wensen en eisen redelijk in een alternatief verenigbaar kunnen zijn . Dit houdt dan wel in dat er voor het trace alternatief : Open Koopmanshaven - Met sluis afgesloten Vissershaven gekozen moet worden . Dit alternatief is het enige dat niet slecht is voor welk criterium dan ook . Omdat dit niet in het begin was te voorzien moet er nu een terugkoppeling plaatsvinden waarbij het voorlopige programma van eisen aan de nieuwe visies aangepast en/of uitgebreid moet worden .

Tevens dienen de uitgangspunten en randvoorwaarden nu geconcretiseerd te worden , daar er nu sprake is van een gekozen trace alternatief dat kan voldoen aan de functionele eisen . Het Programma van Eisen valt in twee categorieën uiteen , te weten : functionele eisen en technische eisen . Deze laatste hebben vooral betrekking op de hydraulische , grondmechanische , uitvoeringstechnische en bedieningstechnische randvoorwaarden.

Voor zover er iets gezegd kan worden over deze randvoorwaarden zullen ze in het volgende stuk behandeld worden .

Hydraulische randvoorwaarden

Hier komen de hydraulische randvoorwaarden aan de orde met betrekking tot de Koopmans - en Vissershaven .

Deze betreffen met name het ontwerpstormvloedpeil en het golfklimaat . Met het oog op een mogelijke verlaging van de kerende hoogte in het zomerseizoen zal onderscheid gemaakt worden tussen winter - en zomeromstandigheden , ook in de zomer moet aan de gestelde veiligheidseisen voldaan worden .

(1) : Het ontwerpstormvloedpeil voor Vlissingen

Het ontwerpstormvloedpeil zoals vastgesteld voor Vlissingen bedraagt : N.A.P. + 5.40 m (winter)

N.A.P. + 3.97 m (zomer)

Beide peilen hebben de geëiste overschrijdingsfrequentie van 1/4000 per jaar .

(2) : Buistooteffect

Door atmosferische depressies kan ten tijde van het hoogwater bij de ontwerpstorm de waterstand extra verhoogd worden . Een buistooteffect van 0.30 m waterstandverhoging kan in rekening worden gebracht . Deze verhoging is in overeenstemming met hetgeen door de Deltacommissie in haar rapport is gesteld .

Uit een oogpunt van veiligheid is aangenomen dat deze kort durende waterstandverhoging rond het tijdstip van het hoogwater optreedt en dat de effectieve tijdsduur van de buistoot ongeveer 30 minuten bedraagt .

(3) : Zeespiegelrijzing en bodemdaling

Door de toename van het waterpeil en de langzame zetting van de bodem moet in de ontwerphoogten rekening worden gehouden met een relatieve zeespiegelrijzing van 0.20 m .

(4) : Golfklimaat

De significante golfhoogte van de aankomende golven t.p.v. de monding van beide havenbekkens is door metingen vastgesteld (zie [1 en 2]) .

Aangenomen wordt dat de gevonden waarden geldig zijn voor de Koopmanshaven en t.p.v. de sluis , bij gesloten deuren ook voor de Vissershaven . Bij geopende deuren worden de golven in de haven snel uitgedempt .

Significante golfhoogte : $H_s = 1.15$ m (winter)

" " : $H_s = 0.90$ m (zomer)

De golfperioden verlopen tussen 9 à 11 s .

Gezien het feit dat bovengenoemde significante golf - hoogten zijn bepaald uit metingen, zijn de resultaten onderhevig aan een zekere spreiding . Navraag bij de Adviesdienst Vlissingen leverde geen nieuwe informatie op omtrent de spreiding in de resultaten .

(5) : Golfoverslag

Eisen dat er geen golfoverslag mag optreden is onmogelijk, theoretisch zou dit ^{tot} oneindig hoge muren leiden , aangezien er altijd een kans is ,hoe klein ook , dat een gegeven nivo door golven wordt overstroomd .

Daarom wordt het volume water dat tijdens een ontwerp - storm over de kering slaat , aan een maximum gebonden . Voor dit geval wordt geeist dat de hoeveelheid overslagwater in de binnenstad die via de Koopmans - en Vissershaven toe kan stromen, maximaal 15000 m^3 mag bedragen . Dit volume water heeft geen enkele fysische betekenis (zie [2]) . Door het toelaten van een zeker volume water over de kering moet er op gelet worden dat dit overslag water geen schade aan kan richten aan de constructies .

Voor de bepaling van de kerende hoogte bij dit gëiste volume moeten ap arte berek^eningen worden uitgevoerd , zie dus verder : " Golfoverslagberekeningen " .

Grondmechanische randvoorwaarden

Door het Laboratorium voor Grondmechanica zijn , in opdracht van de gemeente Vlissingen en Rijkswaterstaat grondboringen en sonderingen uitgevoerd in het haventerrein . Ook is op een aantal plaatsen de grondwaterstand als functie van de buitenwaterstand bepaald . Voor meer informatie zie de volgende bladzijden .

Uitvoeringstechnische randvoorwaarden

Daar er nog geen concreet , constructief plan bekend is kan niet veel over dit onderwerp gezegd worden . Wel over de oude constructies , allereerst de sluis . Uit onderzoeken is gebleken dat de sterkte van de sluis niet meer toereikend is om als zodanig in de nieuwe kering te functioneren . Dit houdt in dat de toekomstige scheepvaartvoor de Vissershaven van de nieuwe sluis gebruik zal maken , de oude sluis hoeft niet gesloopt te worden (zie [3] concept nota 4) .

Uit hetzelfde onderzoek blijkt eveneens dat de oude kademuren rond de Koopmanshaven niet als zodanig voor de nieuwe kering te gebruiken zijn . De kademuren rond de Vissershaven kunnen , mits ze geen primaire waterkerende functie in de winter krijgen na lichte herstelwerkzaamheden dienst doen bij de nieuwe ontwerp kering .

Er kan eveneens iets gezegd worden over de mate waarin de dagelijkse gang van zaken gehinderd mag worden .

Werkzaamheden in de Koopmanshaven moeten tot de zomer beperkt worden daar het loodswezen dan beter gebruik kan maken van de voorzieningen buiten de haven .

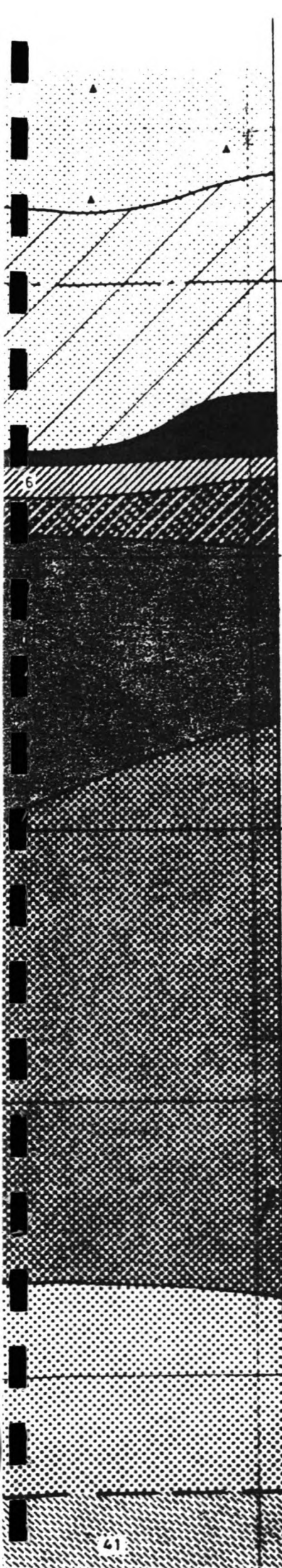
Dit tijdstip is eveneens gunstig te noemen als de veiligheid tijdens de uitvoering bekeken wordt . Door de werkzaamheden is het mogelijk dat op een gegeven ogenblik de " veiligheid " van het achterliggende gebied aangetast wordt (bijv. als een deel van de oude constructies wordt weggehaald terwijl de nieuwe kering de taak nog niet over kan nemen) . Hoewel getalsmatig hier geen eisen aan verbonden zijn mag gesteld worden dat de " bezwijkkans " van wat er dan van de kering is overgebleven, niet hoger mag zijn dan een factor 10 van de oorspronkelijke kans .

Wat de Vissershaven betreft kan moeilijk iets over dit onderwerp gezegd worden . Het bekken heeft geen enkele functie nu , zodat werkzaamheden geen hinder zullen veroorzaken . Pas als de werkzaamheden zullen zijn afgelopen, kan er eigenlijk sprake zijn van haven .

Bedieningstechnische randvoorwaarden

Ten aanzien van de bediening van de waterkering wordt onderscheid gemaakt tussen winter - en zomeromstandigheden . In de winter moet de waterkering permanent de maximale kerende hoogte hebben , de sluis moet de gehele tijd dicht zijn en de kademuren moeten de volle kerende hoogte hebben . Onder het winterseizoen wordt de periode verstaan van 1 okt. tot 1 apr. .

In de zomer is het mogelijk dat de sluis de gehele tijd open - staat , evenals een verlaging van de kerende hoogte van de kademuren rond de Koopmanshaven , dit uit sociaal - en toeristisch oogpunt.



OB	hoofdzakelijk klei	} Antropogene gronden
OC	zand, plaatselijk vermengd met klei	
1	klei	} Duinkerke
2	zand, plaatselijk vermengd met klei	
1-3	klei zandig of zand kleiig	
3	zand	
4	veen	Holland-veen
5		Jonge en Oude Strand- en Duingronden
6	klei, plaatselijk met plantenresten	} Calais
7		
6-8	klei zandig of zand kleiig	
8	zand	} Basisveen
9	veen	
10		
11		
22	zand fijn tot middel	
22A	zand, siltig en kleiig	
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30	^{x)} zand, fijn tot middel met veel schelpresten	
ANDERE LITHOLOGISCHE EENHEDEN		
OD	^{a)} klei zandig tot zand kleiig	
30A	^{x)} klei, zandig tot siltig	

LITHOSTRATIGRAFISCHE LEGENDA

08
▽

07
▽

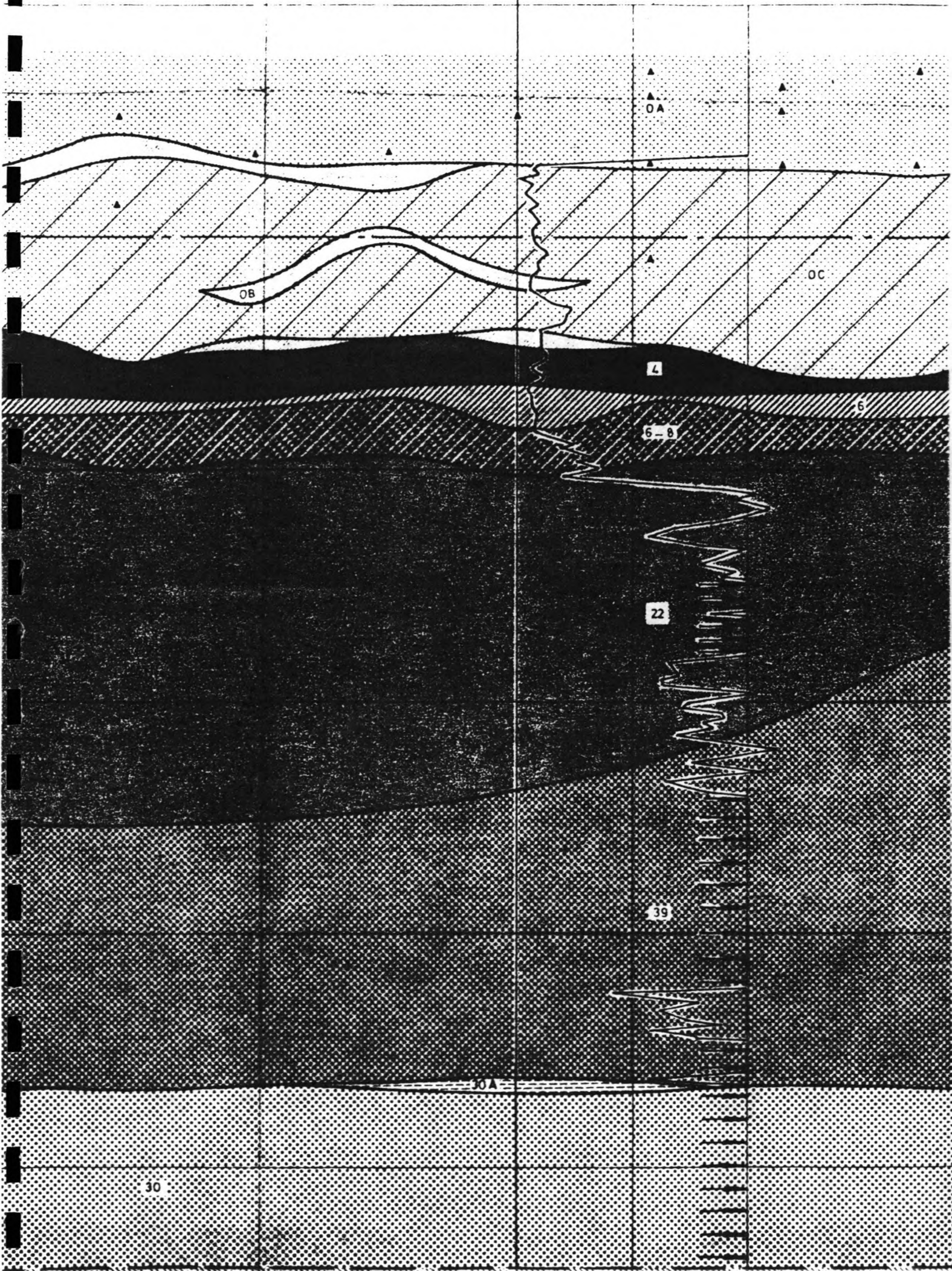
06C
▽

05
▽

04
▽

03
▽

02
▽



OA

OB

OC

4

6

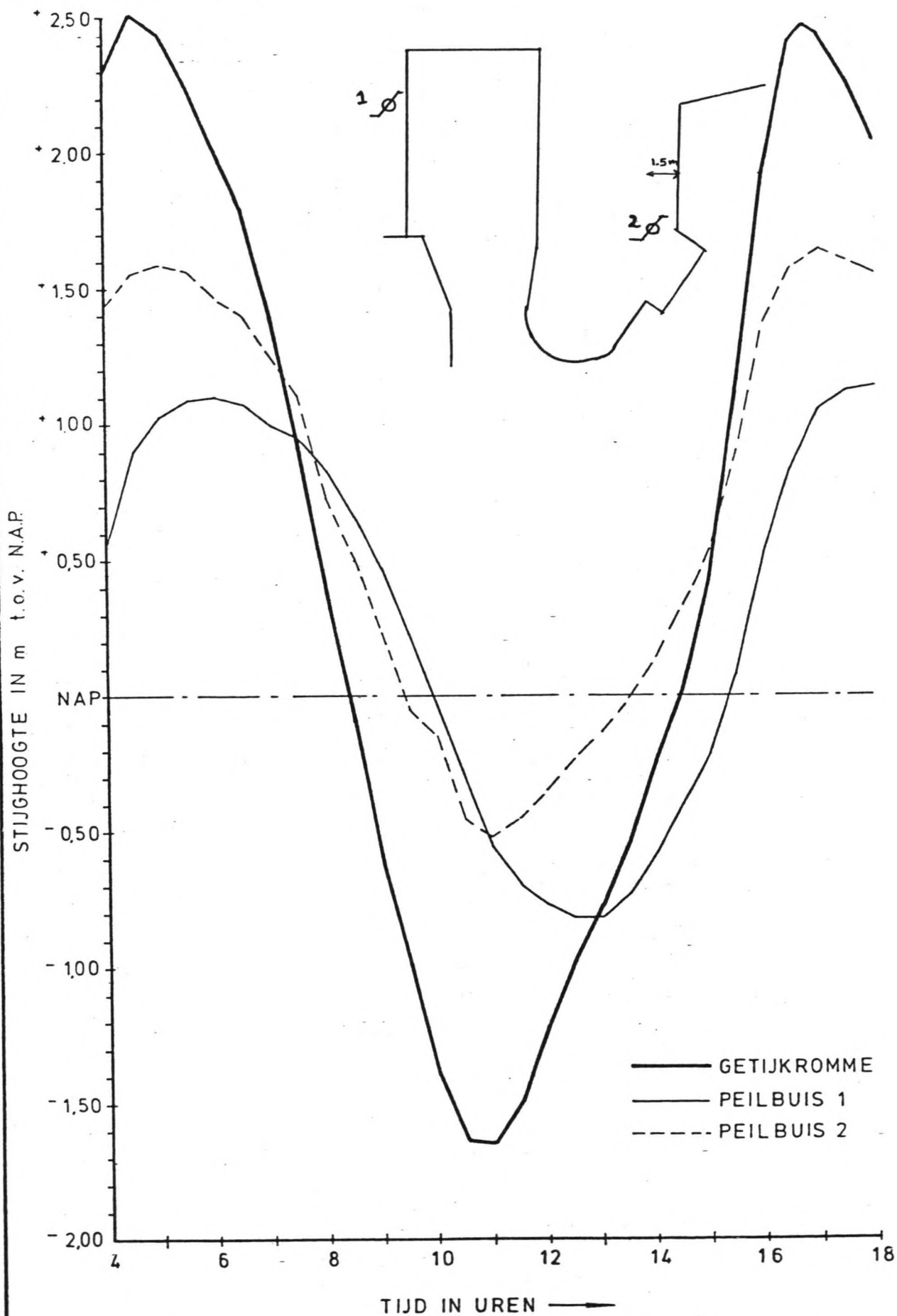
6-8

22

39

30 A

30



laboratorium voor grondmechanica delft

telefoon: (015)-56 92 23

telex: 38234 solab nl

d.d.
FEBR. 1983

get
100%

KADEMUUR KOOPMANSHAVEN VLISSINGEN

CO- 259890

gec.

STIJGHOOGTE GRONDWATER (GEMETEN 9-6-82)

BIJL. 91

form

A₄

De kering moet op hoogte gebracht worden bij een stormwaarschuwing waarbij verwacht wordt dat de waterstand het voor Vlissingen geldend grenspeil van N.A.P. + 3.27 m zal overschrijden . Dit geldt dus ook voor de sluis , met als bijkomende eis dat de waterstand in het havenbekken van de Vissershaven rond N.A.P. moet liggen .

Functionele eisen

Hierin worden alle eisen opgesomd van alle belanghebbenden .
Het ontwerp moet zo goed mogelijk aan al de eisen voldoen .

(1) : Havenfaciliteiten

* Loodswezen

Blijvende beschikking over beschutte aanlegfaciliteiten , voldoende manoeuvreerruimte en een ongehinderde toegang tot de Koopmanshaven . Hiervoor is een havenbekken nodig met een effectief oppervlak van 2000 m² , met een minimale breedte van 25m . Verder moet voor ongeveer 100 m' aanlegfaciliteiten gezorgd worden , die voor \pm 50 % ook buiten de beschutting van de haven mogen liggen . Voor de loodsbotten is een diepte tot N.A.P. \div 3.00 m minimaal nodig , i.v.m. de diepgang .

* Jachthaven

In overeenstemming met de gemeentelijke bestemmingsplannen moet de Vissershaven ingericht worden als jachthaven , die echter alleen in het zomerseizoen toegan kelijk is . Scheepstypen tot een breedte van 6.00 m (deze breedte is afgestemd op het aantal jachten dat in de Vissershaven wordt verwacht , alsmede op de afmetingen van deze jachten , zie [3]) en die de sluis kunnen passeren (drempeldiepte op N.A.P. \div 3.50 m) zullen gebruik kunnen maken van de faciliteiten . In het winterseizoen wordt de toegang afgesloten , het peil is constant op N.A.P.

* Rondvaarbotten

De toeristische rondvaartbotten , die alleen in de zomer varen , kunnen voor het laden en lossen gebruik maken van de havenfaciliteiten in de Koopmanshaven , dit gebruik stelt geen bijkomende eisen .

* Sluis

De sluis dient in eerste instantie de volgende afmetingen te hebben :

Ontwerpstormvloedpeil	:	N.A.P. \div 5.40 m	
Buistooteffecten	:	o.30 m	
Rel. zeespiegelrijzing	:	o.20 m	+
Kerende hoogte	:	"	+ 5.90 m

Dagwijdte moet groter dan 6.00 m zijn (schepen tot een breedte van 6.00 m worden toegelaten) .

Drempeldiepte : N.A.P. + 3.50 m

Bij het sluiten van de sluis moet het peil in het havenbekken op N.A.P. liggen , dit houdt in dat de deuren in stromend water (0.10 - 0.15 m/s , zie [3]) gesloten moeten worden .

(2) : Monumenten

Geen of zo min mogelijke aantasting , zowel feitelijk als visueel , van de monumentale waarde van de onder de monumenten wet vallende objecten , zoals bijv. het Keizershoofd het Rondeel , de Muur van Altena , etc .

(3) : Stadsgezicht

Zoveel mogelijke instandhouding van de bestaande structurele - en visuele relatie tussen enerzijds de stad en de havens en anderzijds de stad en de Westerschelde .

Deze relatie wordt ^{meer} verstoord naarmate het nieuw te bouwen object, met een kerende hoogte die boven maaiveld uitkomt dichterbij het beschouwde gebied komt , of als er ingrijpende veranderingen in de bestaande situatie komen .

(4) : Waterkering

De doorgaande waterkering voor dit gebied wordt gevormd door de kademuren rond de Koopmanshaven , de sluis in de toegang tot de Vissershaven en een gedeelte van de Oranje dijk , alsmede alle aansluitingsconstructies . De kerende hoogte van al deze constructies dient minstens N.A.P.+ 6.00m te zijn in de winter , in de zomer is een lagere kerende hoogte toegestaan , die uiteraard aan de criteria m.b.t. tot veiligheid moet voldoen .

Programma van eisen voor de nieuwe waterkering

ALGEMEEN

(1) : Waterstanden en Golfhoogten

winter - ontwerppeil	N.A.P. + 5.40 m
zomer - ontwerppeil	N.A.P. + 3.97 m
H.B.W.	N.A.P. + 4.55 m (1953)
gem. H.W.	N.A.P. + 1.95 m
gem. L.W.	N.A.P. ÷ 1.83 m
L.B.W.	N.A.P. ÷ 3.33 m (1956)
significante golfhoogte :	$H_S = 1.15$ m (winter)
significante golfhoogte :	$H_S = 0.90$ m (zomer)

In Vissershaven

* sluis open : waterstanden en H_S als buiten (golven worden in de haven snel gedempt)

* sluis dicht: gesloten tijdens stormseizoen tussen 1 okt. en 1 apr. (gemiddeld peil bij voorkeur rond N.A.P.)

In Koopmanshaven

waterstanden en H_S als buiten

(2) : Behoud stadsgezicht en monumenten

Geen of zo min mogelijke aantasting van de monumentale objecten .

Zoveel mogelijk behoud van de structurele - en visuele relaties tussen de stad , de havens , en de Westerschelde .

Objecten met een grote , permanente kerende hoogte of constructie hoogte zover mogelijk van de binnenstad af plaatsen .

(3) : Kerende hoogte

Deze dient voor winteromstandigheden overal minimaal N.A.P. + 5.90 m te zijn (hierin is rekening gehouden met het buistooteffect en de rel. zeespiegelrijzing)
In zomeromstandigheden is een reductie toegestaan .

(4) : Golfoverslag

Het maximale volume water t.g.v. golfoverslag is voor het beschouwde gebied 15000 m³ .

SPECIFIEK

(1) : Koopmanshaven

- Herbergen van het loodswezen
- Effectief oppervlak minstens 2000 m²
- Breedte minsten 25 m
- Bodemdiepte minstens N.A.P. ÷ 3.50 m
- Kademuren maken deel uit van de waterkering

(2) : Vissershaven

- Beperkte jachthavenfaciliteiten
- Toegan kelijk voor schepen met een breedte tot 6.00 m
- Bodemdiepte minstens N.A.P. ÷ 4.00 m
- Peil afgesloten bekken rond N.A.P.
- Kademuren maken geen deel uit van de waterkering

(3) : Sluis

- Dagwijdte minstens 6.00 m
- Drempeldiepte NAP ÷ 3.50 m
- Deuren zijn gesloten in de winter
- Deuren moeten gesloten worden bij een verwachte overschrijding van het grenspeil voor Vlissingen NAP + 3.27 m (in de zomer)
- Deuren moeten gesloten kunnen worden in stromend water (0.10 - 0.15 m/s)
- De sluis maakt deel uit van de waterkering

Het genereren van alternatieven

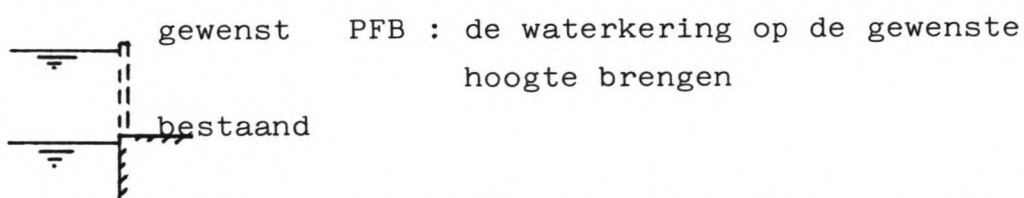
Gezien het feit dat in het voorafgaande het tracé van de kering al is vastgesteld, houdt dit feit op zich al een beperking van het aantal mogelijke alternatieven in. Het werken met een ontwerpboom is dan in zoverre nuttig dat nu op een gestructureerde manier de alternatieven gevonden worden.

Hoewel de alternatieven uiteindelijk de nieuwe kering zullen moeten vormen, zullen hier de constructies rond de Koopmans- en Vissershaven apart beschouwd worden, te beginnen met de Koopmanshaven.

A : Koopmanshaven

In het navolgende zal kort het ontwerpen mbv. de ontwerpboom toegelicht worden.

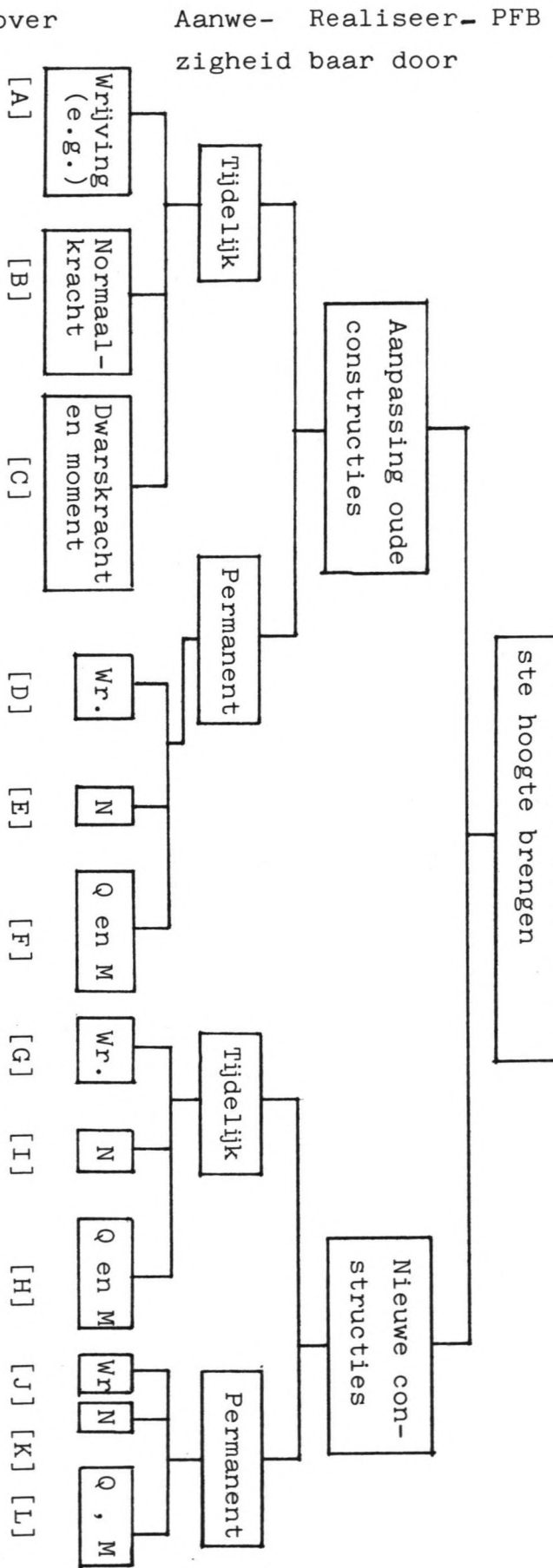
- * Primaire functionele behoefte



- * Dit kan gerealiseerd worden door de oude constructies op te hogen of wel een nieuwe kering te bouwen, wat er dan verder met de oude constructies gebeurt hangt af van de gekozen oplossingsvariant.
- * De gewenste kerende hoogte hoeft niet het gehele jaar door aanwezig te zijn, uit sociaal - en toeristisch oogpunt is het zelfs wenselijk dat in de zomer de kerende hoogte wordt gereduceerd.
- * Als laatste is de krachtsoverdracht van de uitwendige belasting naar de uiteindelijke afvoering via de fundering van belang.
Er wordt onderscheid gemaakt tussen constructies die hun stabiliteit ontleen aan het grote eigen gewicht en constructies die hun evenwicht ontleen aan het feit dat dwarskracht en moment, voor sommige ook normaalkracht, overgebracht kunnen worden.

ONTWERPBOOM VOOR DE CONSTRUCTIES ROND DE KOOPMANSHAVEN

Waterkering op de gewenste hoogte brengen

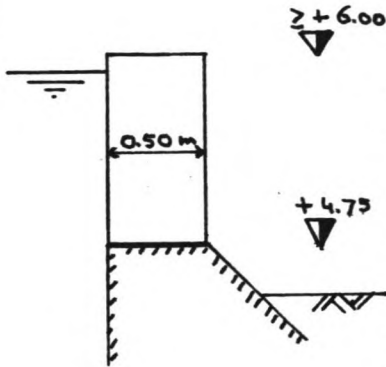


Krachtsoverdracht

Aanwezigheid Realiseerbaar door

Nadere uitwerking alternatieven

(A) :



Dit alternatief houdt in dat een vrij zware, massieve constructie op de oude constructies wordt geplaatst. Het is de vraag of de oude kademuur hierop berekend is en of bij een beperkte breedte-hoogte verhouding (0.5 - 1) er voldoende gewicht aangebracht kan worden om de

stabiliteit te waarborgen. Een ander probleem is de opslag van deze "blokken" en de mogelijkheid om ze tijdig, in de zomer bij een stromwaarschuwing, op hun plaats te zetten

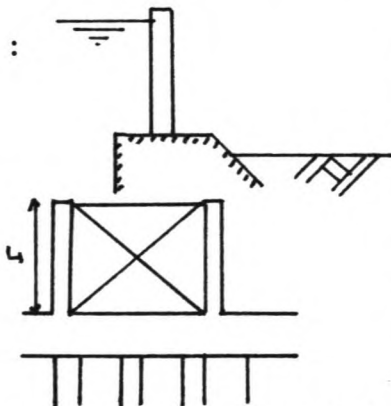
(B) :



Bij een krachtsoverdracht op normaal kracht moet eerst gedacht worden aan een functie - splitsing. Er is sprake van twee elementen die verschillende functies vervullen, te weten: een grondkerend element en een waterkerend element. Bij dit alternatief wordt van het oude grondkerend element gebruik gemaakt alleen

het waterkerend element wordt vervangen door bijv. een op palen gefundeerde constructie, gezamenlijk vormen zij de waterkering. Het wegneembaar bovenstuk van de kering kan tov. A veel lichter uitgevoerd worden.

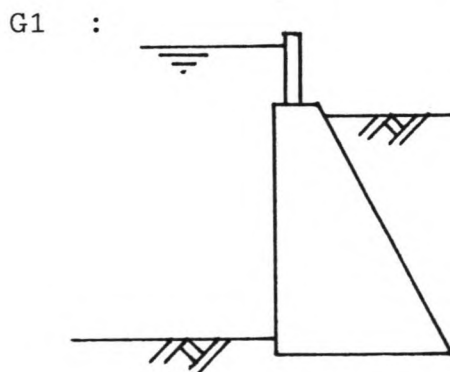
(C) :



Bij dit alternatief wordt het waterkerend element loodrecht op zijn vlak belast, de hieruit voortvloeiende krachten en momenten worden naar de oude constructie afgevoerd. De krachten zijn evenredig met l (lengte bovenstuk), de momenten met l^2 .

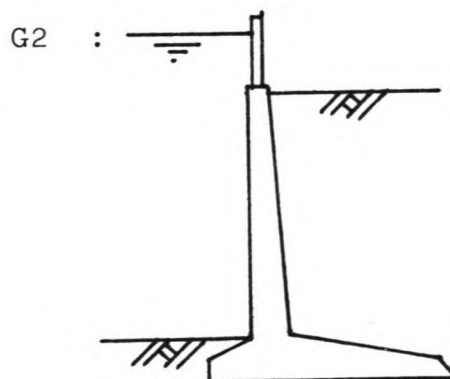
Het is de vraag of de oude constructie op deze extra belasting berekend is.

- (D) : Zie A , alleen nu kan de constructie het gehele jaar door op zijn plaats blijven zodat er geen problemen zijn met de opslag en het aanbrengen van het "beweegbare" bovenstuk van de kering .
- (E) : Zie B , de noodzaak tot het weghalen van het bovenstuk bestaat nu niet meer , dit bovenstuk kan in principe buigstijf aan de funderingsconstructie vastgemaakt worden .
- (F) : Zie C , met als enig verschil dat het bovenstuk nu niet meer weggehaald hoeft te worden .
- (G) : Bij de nieuwe constructies vallen onder dit alternatief alle soorten van gewichtsconstructies als grond - en waterkerend element . Door het feit dat de volle kerende hoogte niet permanent aanwezig hoeft te zijn vallen de constructies in twee delen uiteen : de basisconstructie als gewichtsconstr. en het wegneembaar bovenstuk .



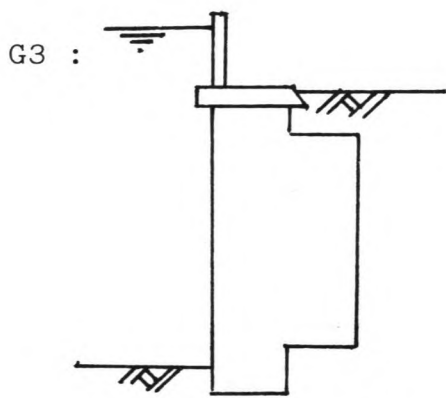
Massieve kademuren rond de Koopmanshaven .

Het materiaalverbruik is vrij groot, daar tegenover staan een vrij eenvoudige vorm en een laag wapeningspercentage . De uitvoering gebeurt in een diepe bouwput . Door de fundering op staal moet er een goede ondergrond zijn .



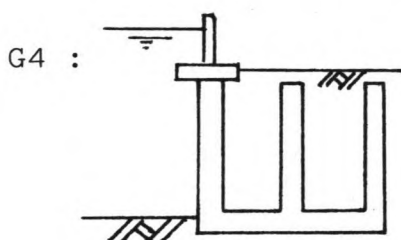
L-muren als kademuren

Het grote gewicht van de constructie wordt nu voornamelijk geleverd door de grond . Minder materiaalverbruik (beton) staat tegenover een meer ingewikkelde vorm en een hoger wapeningspercentage , verder geldt hetzelfde als voor G1

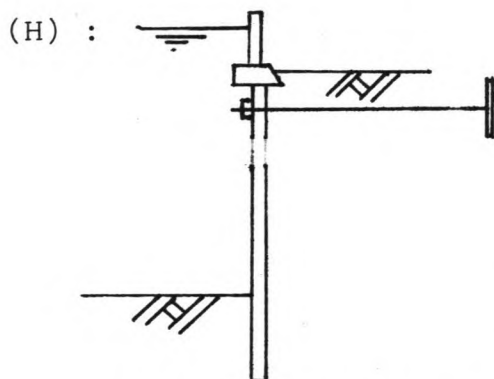


Cellendamwand als kademuuren
 Hier wordt het gewicht gele-
 door de rondgaande damwand
 met grond op te vullen en
 daarbovenop nog een groot
 gewicht te plaatsen .Het
 is van het allergrootste be-
 lang voor de stabiliteit

van de constructie dat de damwand - planken in het slot
 geheid worden . Anders zou de inhoud van de damwand weg -
 gespoeld worden , door uitstromend water .

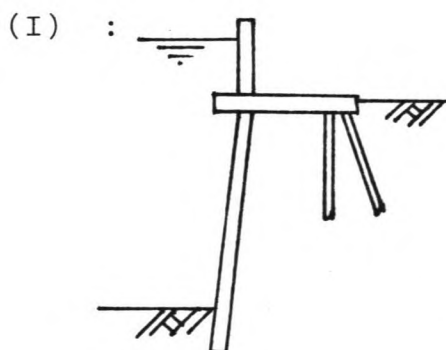


Caissons als kademuur
 Grote pfab - elementen die drijvend
 worden aangevoerd en op de plaats
 van bestemming worden afgezonden .



De krachtsoverdracht bij dit alter -
 natief gebeurt dmv. d warskracht en
 moment , dit heeft dan betrekking
 op de krachten die afkomstig zijn
 van het bovenstuk .

Bij deze constructie wordt een groot
 gedeelte van de kerende hoogte ge-
 vormd door een grondkerend element
 dat op een plaats wordt verankerd om grote uitbuigingen
 te voorkomen . Het wegneembaar bovenstuk draagt hierop
 al zijn belasting af .



Krachtsoverdracht door normaalkracht
 houdt in dit geval een functiesplit-
 sning in . Er wordt onderscheid ge-
 maakt tussen het grond - en het wa-
 terkerend element . Krachten uitge -
 oefend door de grond en het water
 worden door het grondkerend element
 opgenomen , krachten afkomstig van
 extreme waterstanden en golven worden

opgenomen door het bovenstuk , deze krachten worden weer naar een op bijv. ^{palen} gefundeerde , a parte constructie afgevoerd .

Het verschil met het voorgaande alternatief ligt o.a. in het grondkerend element , dit is nu niet alleen meer grondkerend echter ook een dragend element geworden .

De funderingsconstructie van het bovenstuk kan tevens dienst doen als ontlastplaat voor het grondkerend element .

(J) : Zie voor alle alternatieven (1 t/m 4) de G-alternatieven met als enig verschil dat nu de basisgewichtconstructie over de volle kerende hoogte wordt voortgezet .

(K) : Zie alternatief I met als enig verschil dat het wegneembaar bovenstuk nu a.h.w. in het waterkerend element opgenomen kan worden.

(L) : Zie alternatief H met als enig verschil dat het grondkerend element nu over de volle hoogte doorgetrokken kan worden .

Toetsingscriteria

Na het genereren van alle mogelijke alternatieven moeten uit deze grote hoeveelheid van principe-oplossingen, alternatieven gevonden worden die het beste aan de gestelde eisen voldoen. Het merendeel van deze eisen is conform het gestelde in het programma van eisen, echter sommige eisen zijn niet direct interpreteerbaar.

Neem als voorbeeld de belangrijkste eis, veiligheid. Deze eis luidt: de nieuw te ontwerpen kering mag een maximale faalkans hebben van 1/4000 per jaar. Uit deze eis worden andere grootheden afgeleid. De kerende hoogte is de meest eenvoudig te bepalen grootheid, daarnaast kunnen constructie-afmetingen en bediening genoemd worden.

Dit houdt in dat het opvoeren van veiligheid, zonder meer, als criterium onbruikbaar is.

In het volgende stuk zullen de te gebruiken toetsingscriteria opgenoemd en kort beschreven worden.

(1) : Veiligheid

Veiligheid, zoals hier van toepassing, valt in drie grootheden uiteen, te weten: kerende hoogte (opgebouwd uit ontwerpstormvloedpeil en golfoverslageisen), constructieafmetingen (worden door de belastingen bepaald) en bediening van de wat er kering. Met dit laatste wordt de kans op een menselijk en/of materieel falen geïntroduceerd, deze kans is niet meer direct aan fysische afmetingen te koppelen. Bekijk de huidige toegangspoort als voorbeeld, en stel dat deze bij een storm gesloten moet worden. De faalkans van de poort op zich wordt mede bepaald door de kerende hoogte maar ook door de kans op het niet kunnen sluiten van de poort, deze kans kan dan niet meer aan een hoogte of een dikte gerelateerd worden. Bij een toetsing op veiligheid wordt er vanuit gegaan dat de nieuwe constructies mbt een kerende hoogte goed voldoen en dat de constructie afmetingen gezien de belastingen eveneens goed voldoen.

De eigenlijke toetsing gebeurt dan op de bediening van de kering. Als de waterkering permanent op kerende hoogte is kan dit veiliger zijn als een constructie waarvan een

deel aangebracht moet worden . Dit houdt in dat bij de toetsing wordt aangenomen dat er geen voorzieningen zijn aangebracht in de gevallen met een wegneembaar bovenstuk .

(2) : Aantasting van het stadsgezicht

Het behoud van het karakter van de in de nabijheid gelegen binnenstad is eveneens van groot belang . Hoge muren beschermen goed maar het stadsgezicht wordt ernstig aangetast . De relatie tussen de stad en de haven wordt geheel verbroken en het uitzicht op maaiveld geheel geblokkeerd . Aantasting hoeft niet alleen fysisch te gebeuren , het kan ook visueel .

Aantasting van de monumenten is nu niet meer a part opgenomen . Wat de visuele aantasting betreft geldt hetzelfde als voor het stadsgezicht . Wat de fysische aantasting betreft kan gesteld worden dat dit niet waarschijnlijk zal zijn aangezien door de keuze van het trace-alternatief alle monumenten buiten het gebied van de kerking komen te liggen .

(3) : Ruimtebeslag

Dit criterium valt in tweeën uiteen , het permanente en het indirecte ruimtebeslag . Het permanente ruimtebeslag spreekt eigenlijk voor zich . Met het indirecte ruimtebeslag wordt bedoeld , de ruimte die een constructie in beslag neemt doordat er in de onmiddellijke omgeving geen andere functies vervuld kunnen worden .

(4) : Uitvoering

De uitvoering is zeer belangrijk als criterium om alternatieven onderling af te wegen en houdt impliciet een afweging op kosten in . Bedenk bijv. een oplossing met weinig materiaalverbruik en veel grondverzet tegenover een oplossing met misschien wat meer materiaal verbruik en amper grondverzet , afweging op kosten is dan , in dit stadium , moeilijk . Om toch een onderlinge afweging te kunnen doen kan dus oa. naar de uitvoering gekeken worden .

(5) : Oude constructies

In de ontwerpboom staan een aantal oplossingen vermeld waarbij de oude constructies hun functie als waterkering blijven vervullen . Dat deze alternatieven opgenomen zijn in de ontwerpboom moet gezien worden als een soort volledigheid , immers uit de uitvoeringstechnische randvoorwaarden blijkt dat de oude constructies in de Koopmanshaven niet meer als primaire waterkering gebruikt mogen worden (zie ook [3]) .

Dit criterium is dan eigenlijk meer voor de nieuwe constructies bedoeld . Er zijn namelijk ^{oplossingen} waarbij het noodzakelijk is dat de oude constructies worden opgeruimd terwijl bij andere oplossingen het niet nodig is . Aangezien dit opruimen een kostbare zaak kan zijn , houdt ook dit criterium , impliciet , een kostenafweging in .

Beschrijving toetsingsproces

* Veiligheid

Zoals al eerder is vermeld , wordt gesteld dat de veilig - heid mbt de kerende hoogte en de constructie afmetingen voor alle alternatieven gelijk genomen wordt .

De alternatieven A tm F maken in meer of mindere mate ge - bruik van de oude constructie , die de functie van water - kering blijft vervullen . Zoals gesteld in [3] is dit niet acceptabel , verdere differentiatie onderling is dus niet nodig .

Van de nieuwe constructies kan gesteld worden dat de al - ternatieven G , H , I zonder extra voorzieningen minder goed zijn dan J , K en L . Door het tijdelijk verlagen van de kering worden er allerlei "fouten" geïntroduceerd (bedieningsfout , menselijk falen , etc.) die er bij een "vaste" kering niet zijn .

* Ruimtebeslag

Gewichtsconstructies , met in het bijzonder de caissons en zij het in wat mindere mate de massieve muren , hebben een groot permanent ruimtebeslag , dit zijn de alternatieven G1 , G3 , G4 , J1 , J3 , J4 . Daarna komt de cellen - damwand die ook een groot indirect ruimtebeslag heeft doordat de constructie een groot oppervlak heeft , zij het dat dit onder de grond zit; ^{daardoor} kan het oppervlak er boven niet voor alle constructieve doeleinden gebruikt worden . Van de gewichtsconstructies is de L-muur voor dit crite - rium het gunstigst , het permanente ruimtebeslag is gering alleen bij de bouw moet er veel ontgraven worden (zie verder uitvoering) , de genoemde alternatieven zijn G2 en J2 . Een verankerde damwand , alternatieven H en L , heeft door de aanw^ezigheid van de ankers een groot indirect ruimte beslag , bij de genoemde alternatieven heeft de uitvoering echter grote invloed , het is namelijk denkbaar dat bij deze alternatieven geen ankers worden toegepast bij de con - structieve uitwerking .

Bij de alternatieven I en K hoeft het grondkerend element niet van ankers voorzien te worden , de ontlastplaat

neemt wel wat ruimte in beslag zij het minder dan de ankers bij H en L . Qua ruimtebeslag zijn de alternatieven A tm F de besten , er zijn geen nieuwe constructies nodig .

* Aantasting stadsgezicht

Een permanente kering , op de volle kerende hoogte vormt een ernstige aantasting van het stadsgezicht vooral als daarbij de constructie nog vrij forse afmetingen heeft , in dit opzicht zijn de alternatieven J1 , J3 , J4 het slechtst . Daarna komt een vrij grote groep die elkaar weinig ontloopt en die als belangrijkste bezwaar de permanent aanwezige kerende hoogte hebben , dit zijn J2 , K , L , D , E , F . Van de alternatieven met een wegneembaar bovenstuk kan weer gesteld worden dat de constructies met forse afmetingen een aantasting van het stadsgezicht vormen door hun aanwezigheid , dit ^{zijn} G1 , G3 en G4 . Dan komt een drietal G2 , H en I , ^{dat} elkaar niet veel ontloopt qua aantasting . De alternatieven A , B en C zijn in dit opzicht de besten , zij maken gebruik van de oude constructies en de extra kerende hoogte is wegneembaar .

* Uitvoering

Om bij de uitvoering iets te kunnen zeggen is het van belang om meer te weten over de ondergrond en de grondwaterstanden . De gegevens die hier gebruikt zullen worden zijn afgeleid van de resultaten van het door L.G.M. uitgevoerd bodemonderzoek in het beschouwde gebied (zie Bijlageblz36a) . De uitvoering van de alternatieven G1 , G2 , J1 en J2 moet in een diepe bouwput gebeuren met een ontgravingsdiepte tot ongeveer + 5.00 m . De grondwaterstanden zijn vrij hoog tov dit nivo en er is geen afsluitende kleilaag op een grotere diepte . Daar komt nog bij dat dit in fijn tot middel grof zand moet gebeuren en dat er vlakbij bebouwing is die zo min mogelijk schade mag ondervinden . Het enige voordeel dat de bovengenoemde gewichtsconstructies hier ondervinden is dat funderen op staal mogelijk is . De caissons zijn in dit opzicht iets beter, hoewel hier eerst meer ontgraven moet worden dan de eigenlijke afmetingen

zijn , worden de inrichtingskosten van een bouwput vermeden .

Dan komen de alternatieven die eigenlijk geen bouwput nodig hebben . De cellendamwand ,G3 en J3 , is qua uitvoering de slechtste van de groep , door de grote hoeveelheid damwandplanken die aangebracht moeten worden .

Ook een damwand over (haast) de volle hoogte is niet optimaal in een gebied waar constructieresten in de bodem kunnen voorkomen , dit zijn H en L .

Uit de groep nieuwe constructies zijn alleen de alternatieven met een gescheiden grond - en waterkerend element overgebleven ; indien het grondkerend element als stalen damwand wordt uitgevoerd , gelden de bovengenoemde bezwaren onverminderd . Een bijkomend bezwaar bij deze alternatieven is dat als besloten wordt om de ontlastplaat laag aan te brengen , er tot aanzienlijke diepte ontgraven zal moeten worden .

Qua uitvoering zijn de alternatieven die gebruik maken van de oude constructies de besten . Bouwputten noch ontgravingen zijn dan nodig .

* Oude constructies

Bij de bouw van de nieuwe waterkering is het van belang om te weten wat er met de oude constructies moet gebeuren . Het volledig weghalen van de kering kan een kostbare aan gelegenheid worden .

Bij de gewichtsconstructies moeten de oude constructies weggehaald worden . Door hun grote afmetingen en niet te vergeten extra ruimte tijdens de bouw is het niet raadzaam om ze achter de bestaande constructies te plaatsen . Bij toepassing van caissons moeten de oude constructies zijn weggehaald voordat de elementen afgezonken kunnen worden . Bij de alternatieven die gebruik maken van een damwand als grondkerend element is het wenselijk dat ze worden opgeruimd , bij een andere uitvoering van het grondkerend element kan het voorkomen dat het niet nodig is , dit zijn de alternatieven H , I , K en l .

Als laatste en beste , de groep die gebruik maakt van de oude constructies .

KOOPMANSHAVEN

Schematische weergave van het toetsingsproces

A	--	++	++	+	+
B	--	++	++	+	+
C	--	++	++	+	+
D	--	++	-	+	+
E	--	++	-	+	+
F	--	++	-	+	+
G1	+	--	0	--	-
G2	+	-	+	--	-
G3	+	--	0	-	-
G4	+	--	0	0	-
H	+	0	+	0	0
I	+	+	+	0	+
J1	++	--	--	--	-
J2	++	-	-	--	-
J3	++	--	--	-	-
J4	++	--	--	0	-
K	++	+	-	0	+
L	++	0	-	0	0

VEILIGHEID -----
 RUIMTEBESLAG-----
 STADSGEZICHT-----
 UITVOERING-----
 OUDE CONSTRUCTIES

Conclusies

Het grote aantal gegenereerde alternatieven is getoetst aan een vijftal criteria . Hoewel de criteria naast elkaar zijn gesteld moeten preferenties niet uit het oog verloren worden . De nieuwe kering ontleentⁿ zijn bestaansrecht voornamelijk aan de gestelde veiligheidseis voor dit gebied . De rest van de criteria is meer van secundaire aard . Bij de afweging van de alternatieven dient de veiligheid voorop gesteld te worden . Daarnaast moet geen absolute waarde aan de plussen en minnen worden toegekend . De plus en min zijn per kolom adh van een vrij subjectieve en persoonlijke schaal toegekend . Het bij een alternatief horizontaal optellen van plussen en minnen heeft dan geen betekenis , de ene plus is de andere niet .

Afweging van het meest gunstige alternatief gebeurt als volgt : wil een alternatief voldoen dan moet aan de veiligheidseis voldaan worden en het alternatief mag voor geen enkel criterium slecht zijn .

Dit lijkt op het eerste gezicht tegenstrijdig met het bovenvermelde in het geval van de veiligheidseis .

Een nieuwe constructie met de kerende hoogte permanent aanwezig valt af (voldoet niet aan de eis mbt aantasting stadsgezicht) hoewel dit alternatief goed aan de veiligheidseis voldoet . Bedenk echter dat de veiligheids eis als een maximum is gedefinieerd , de faalkans van de kering bedraagt hoogstens $2.5 \cdot 10^{-4}$ per jaar , iedere constructie die deze faalkans onderschrijdt voldoet . Eigenlijk is de toetsing op bediening slechts een facet van het complexe geheel dat veiligheid heet en dus ontoereikend .

Een permanent aanwezige kerende hoogte kan veiliger zijn dan een constructie waarbij nog een stuk moet worden aangebracht , maar hoeft het niet bij voorbaat te zijn .

Nu er afgesproken is hoe er getoetst kan worden , is de volgende stap de toetsing zelf .

Op grond van het bovengestelde voldoen slechts twee alternatieven , te weten : H en I

Beschrijving gekozen alternatieven :

* alternatief H

Een grondkerend element over haast de gehele kerende hoogte met een wegneembaar bovenstuk . De krachten af - komstig van grond - en waterdrukken alsook golfkrachten (ook in extreme toestanden) worden door het grondke - rend element opgenomen .

* alternatief I

Een grond - en een waterkerend element worden aan elkaar gekoppeld en vormen samen de waterkering . Het verschil met bovenstaand alternatief is gelegen in het feit dat de belastingen , afkomstig uit extreme waterstanden niet meer door het grondkerend element opgenomen moeten wor - den , het grondkerend element heeft daarnaast nog een dragende functie bij gekregen .

Een onderlinge afweging is in dit stadium nog niet goed moge - lijk , daarvoor moet iets meer van het type constructie bekend zijn . Voorlopig worden beide alternatieven als reë le oplossing voor de kademuur beschouwd .

B : Het genereren van alternatieven voor de Vissershaven

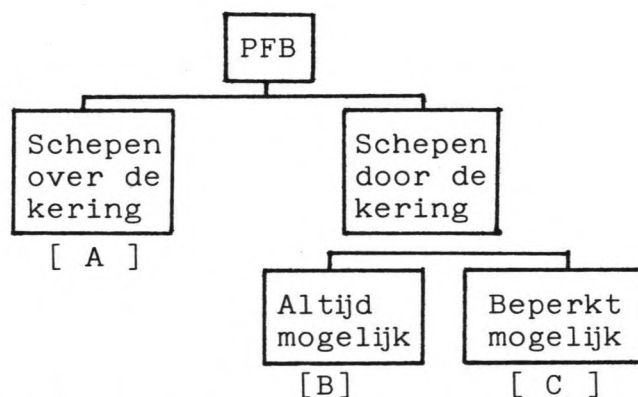
Door de keuze van het trace-alternatief is het aantal alternatieven voor de waterkering bij de Vissershaven erg beperkt . Er is gekozen voor een kering in de toegang tot de haven terwijl scheepvaart beperkt mogelijk moet zijn . Om de ontwerpfilosofie ook hier voort te zetten zal gebruik gemaakt worden van een ontwerpboom .

* PFB

Waterstand bij ontwerpstromvloedpeil kunnen keren , de hieruit voortvloeiende krachten naar de fundering afvoeren terwijl beperkte doorgang voor schepen mogelijk moet zijn .

* Realiseerbaar

Dit kan in principe gerealiseerd worden door de schepen over de kering te tillen of door de kering te laten varen .



De drie gevonden type - oplossingen zullen in het volgende stuk beschreven worden . Door het kleine aantal alternatieven kan de afweging vrij overzichtelijk gebeuren door plus - en minpunten van dit alternatief bij de beschrijving te vermelden .

Afsluiting Vissershaven

Voor de over de toegang tot de haven door te trekken waterkering staan een tweetal principe oplossingen ter beschikking , te weten : een vaste permanente kering of een kering waardoor scheepvaart mogelijk is . Aangezien in de gemeentelijke bestemmingsplannen de Vissershaven als toekomstige jachthaven genoemd wordt, is het ten zeerste wenselijk dat schepen in de haven kunnen komen .

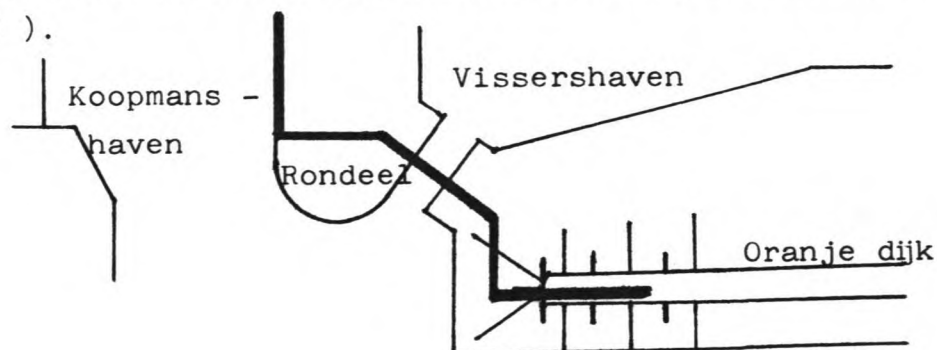
In het geval van een vaste permanente kering kan dit verholpen worden door de schepen over de kering te tillen . Er zijn vele systemen denkbaar die dit kunnen , echter om het schip bijna plaatselijk over een kering te tillen kan alleen met een hefwerktuig gebeuren .

Deze oplossing stuit op de volgende problemen :

- * Het aanbod van schepen , vooral pleziervaartuigen , kan erg onregelmatig zijn en kan tot wachttijden leiden .
- * Ingeval van een stormwaarschuwing , als vele schepen de beschutting van een haven opzoeken zou dit de capaciteit verre kunnen overtreffen .
- * Het over de kering tillen kan bijv. in een "bak" gebeuren , deze kan weer gevuld met water zijn of dienen als een soort ondersteuningsconstructie . Deze laatste variant kan alleen toegepast worden bij één soort schip . Het hefwerktuig opzich vereist grote, hoge constructies .

Uit bovenstaande blijkt dat het passeren van de kering over de hoogte onder deze omstandigheden niet tot een optimale oplossing leidt .

Het andere alternatief , een niet noodzakelijk permanente kering waardoor scheepvaart mogelijk is , zal nader onderzocht worden . De waterkering voor de Vissershaven valt in de volgende onderdelen uiteen : de aansluitingsconstructies op de Oranje dijk en op de kademuren rond de Koopmanshaven (zie trace - alternatief) .



Voor de kering op het Rondeel kan een soortgelijke constructie als het beweegbaar bovenstuk van de kademuren worden toegepast , aansluiting op het dijklichaam dmv een constructie tot de benodigde hoogte die grotendeels in het dijklichaam opgenomen kan worden . Als enige blijft dan de constructie in de toegang over . Deze constructie moet aan een tweetal functies voldoen , scheepvaart beperkt doorlaten en als kering fungeren . Als oplossing worden de schutsluis en de keersluis beschouwd .

* De schutsluis maakt scheepvaart door de sluis haast altijd mogelijk (bij extreme waterstanden kan dan niet geschut worden) . In dit geval , bij de gestelde randvoorwaarden is dit een goede oplossing . De scheepvaart die van de sluis gebruik zal maken wordt geacht voornamelijk pleziervaart te zijn . De afmetingen van de sluiskolk zijn dan vrij klein in vergelijking met de beroepsvaart .

De sluis kan in de zomer volledig open staan en al naar gelang de omstandigheden kunnen een of beide afsluitmiddelen aangebracht worden .

In de winter kan , mits de beide sluishoofden de vereiste hoogte hebben dan altijd geschut worden . Aan de eis dat de kering dan permanent gesloten moet zijn wordt voldaan . Het voordeel van een schutsluis is dat de haven het gehele jaar door bereikbaar blijft . De schutsluis is een oplossing die eigenlijk meer kan dan in het Programma van Eisen geëist wordt .

* De keersluis kan eveneens beide eisen , doorvaart en kering , verenigen . In de zomer is de sluis de gehele tijd geopend , behalve bij te verwachten extreme waterstanden .

In de winter wordt de sluis gesloten , de haven is dan niet meer bereikbaar .

Tov. de schutsluis is dit alternatief minder goed , echter met een keersluis kan eveneens aan het gestelde in het Programma van Eisen voldaan worden . Daarbij komt nog dat er geen aanduidingen zijn dat de gemeente Vlissingen er prijs op stelt dat de toekomstige jachthaven het gehele jaar bereikbaar is . In het verleden is er zelfs sprake geweest van een soort vlucht-haven voor schepen bij stormwaarschuwing .

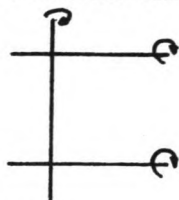
Het laatste en meest belangrijke aspect is de veiligheid . Om te voldoen aan de Delta - normen moet de keersluis voorzien worden van een dubbele kering . Als in de zomer de sluis af - gesloten moet worden en dit , om welke reden dan ook niet gaat dan is er bij de keersluis een tweede afsluitmiddel nodig om te voorkomen dat de stad overstroomd wordt .

In het nuvolgende zullen een aantal in aanmerking komende af - sluitmiddelen worden toegelicht en getoetst op een aantal criteria .

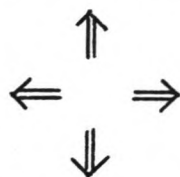
Dan pas zal een keuze g^e maakt worden over het type sluis .

Afsluitmiddelen

Er zijn vele soorten afsluitmiddelen die hier in aanmerking kunnen komen . Om het grote aantal te beperken zullen de afsluitmiddelen als volgt geselecteerd worden. Uit elke groep wordt



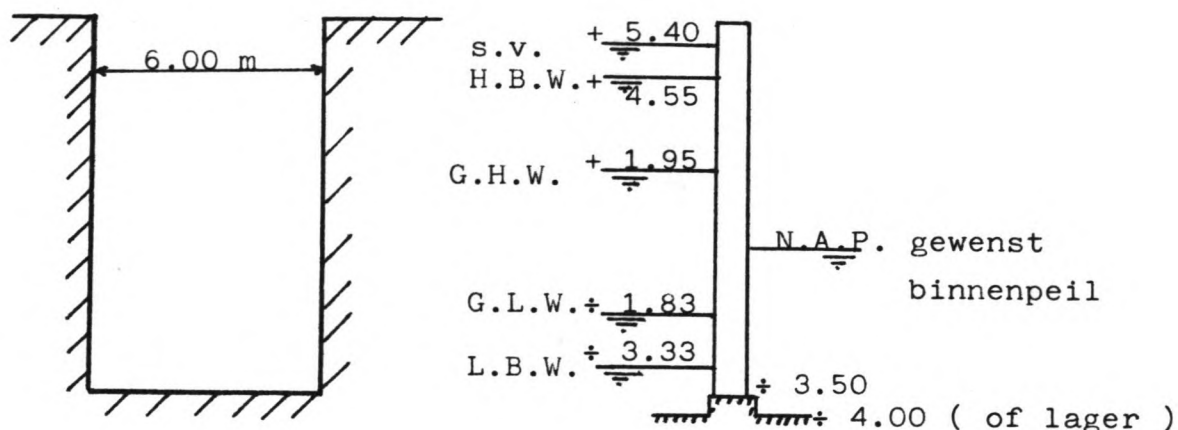
Rotaties



Translaties

dan de meest bekende of toegepaste gekozen .

Deze manier is verre van volledig maar toch voldoende om de belangrijkste alternatieven te vinden . Allereerst zullen de afmetingen van de sluiskolk gegeven worden alsook de waterstanden .



A : Rotatie om verticale as - Puntdeuren

Met dit type constructie is veel ervaring opgedaan , in principe kan het uitgevoerd worden , bij de gestelde afmetingen in hout zowel als staal .

Het toepassen van puntdeuren is voor de omgeving gunstig , boven het nivo van de kering steekt niets uit . De deuren liggen in een inkassing in het sluishoofd , zodoende uit het profiel van vrije ruimte . Ze kunnen echter wel aangevaren worden als een schip moeilijkheden heeft met de besturing .

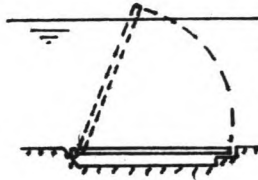
Wat de inspectie en onderhoud betreft zijn puntdeuren minder gunstig . Een deel van de constructie bevindt zich permanent onder water evenals het onderdraaipunt .

Het sluitingsmechanisme kan bij puntdeuren erg eenvoudig zijn en kan zo aangepast worden dat het eventueel met de hand gedaan kan worden , dit komt de betrouwbaarheid ten goede .

Een nadeel bij deze deuren is dat als er sprake is van sterk wisselende waterstanden aan één zijde ebdeuren nodig zijn waardoor de sluishoofden langer worden .

Een ander nadeel is dat de deuren gesloten moeten kunnen worden in stromend water , puntdeuren zijn dan kwetsbaar en in het bijzonder als er sprake is van drijvend vuil .

B : Rotatie om horizontale as op bodem - Klepdeur

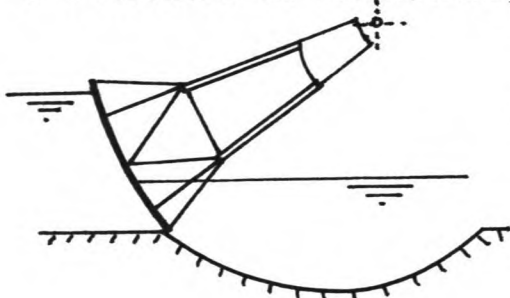


Bij dit alternatief wordt het stadsgezicht niet aangetast , de deur zakt in de vloer weg . Hierdoor worden inspectie en onderhoud , vooral van de draaiende elementen (scharnier) ernstig bemoeilijkt . De aandrijving kan erg simpel geschieden en kan desnoods met de hand . Betrouwbaar is deze oplossing echter niet , een scharnier onder water ook al kan de klep-constructie gemakkelijk uit het water getild worden , is erg gevoelig . Als dan ook het onderhoud moeilijk wordt is deze oplossing niet aan te raden . Een ander nadeel is dat de klep slechts éénzijdig kan werken . Een voordeel is dat dit afsluitmiddel niet duur is , de aansluiting (afdichting) aan de sluisuren blijft een problematisch punt .

Dit type deur kan in één stuk slechts bij beperkte breedte toegepast worden .

Schade door aanvaring is vrijwel uitgesloten , een slepend anker is echter fataal voor de constructie .

C : Rotatie om horizontale as boven HW - Segmentdeur



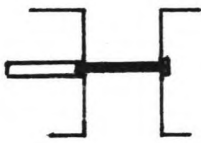
Bij dit alternatief zijn geen hoge constructies nodig , hoogstens een gebouw om het aandrijvingsmechanisme in onder te brengen . Dit tast het stadsgezicht niet veel aan maar het blokkeert wel op sommige plaatsen het

uitzicht op de Westerschelde .

De deur zakt weg in een inkassing in de vloer wat de inspectie en onderhoud in de zomerperiode bemoeilijkt , een voordeel is dat het draaipunt permanent boven water is , dit komt de betrouwbaarheid ten goede .

De kans op beschadiging door een aanvaring is minimaal , hier moet men echter bedacht zijn op een slepend anker dat aanzienlijke schade aan kan richten .

D : Horizontale translatie - Roldeur

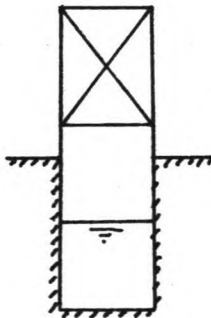


Ook dit alternatief tast het stadsgezicht niet aan , boven het nivo van de kering hoeft niets uit te steken , er is wel een klein nadeel en dat is dat een van de beide sluismu- ren breder moet zijn , altans plaatselijk , om de deur te herbergen .

Inspectie en onderhoud worden bemoeilijkt doordat een gedeelte van de constructie permanent in het water staat , vooral de constructie die voor de geleiding moet zorgen is erg gevoelig .

De kans op beschadiging door een aanvaring is minimaal , zelfs de geleidingsconstructie kan zo uitgevoerd worden dat een slepend anker weinig schade kan aanrichten

E : Vertikale translatie - Hefdeur



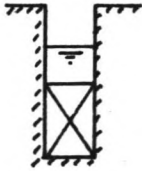
Afhankelijk van het benodigde profiel van vrije ruimte zijn heftorens nodig van meer dan 10 m , waar in het zomerseizoen nog een flinke deur inhangt . Dit wordt een te dominant element in zijn omgeving en tast het karakter van de binnenstad ernstig aan . Ook de kosten van het afsluitmiddel zullen niet gering zijn , oa. door de aandrijving en geleiding .

Wat wel zeer gunstig is bij een hefdeur is dat de gehele deur uit het water wordt getrokken , wat inspectie en onderhoud erg vergemakkelijkt , dit komt de betrouwbaarheid ten goede .

De kans op beschadiging door aanvaring is minimaal als de deur uit het profiel van vrije ruimte is .

Een klein nadeel bij deze constructie is dat temperatuurs - invloeden niet verwaarloosd mogen worden , vooral in de zomer als de deur uit het water is .

F : Vertikale translatie - Zakdeur



Bij dit alternatief zakt de deur in een inkas - sing . Hierdoor steekt niets uit boven het ni - vo van de kering , het stadsgezicht wordt niet aangetast .

Er zijn echter een aantal problemen : in de zo - merperiode bevindt de deur zich volledig onder water , in - spectie en onderhoud zijn dan niet mogelijk . Mocht er iets fout gaan met de aandrijving dan bevindt de deur zich diep onder de drempel en om de deur dan op zijn plaats te breng - en is moeilijk , dit komt de betrouwbaarheid van het systeem niet ten goede .

Een ander probleem , van inkassingen in het algemeen is dat van de bezinking en ophoping van vuil .

Het gevaar op een aanvaring is bij dit alternatief minimaal .

Toetsingscriteria

Na een ^msummiere beschrijving van de in aanmerking komende alternatieven wordt nu overgegaan naar het opstellen van de toetsingscriteria, terwijl gelijktijdig de afweging van de alternatieven beschreven zal worden.

* Veiligheid

Dit criterium wordt opgesplitst in drie onderdelen: betrouwbaarheid waarin wordt gekeken naar de ligging van gevoelige onderdelen en de aard van de aandrijving, inspectie en onderhoud; waarin wordt gekeken hoe goed een constructie onderhouden kan worden of onderdelen die onder water zitten geïnspecteerd kunnen worden en indien nodig vervangen, en als laatste de kans op beschadiging door aanvaring, ankers, etc.

- Betrouwbaarheid

Hier is de zakdeur het minst betrouwbaar, de gehele constructie verdwijnt onder water. Hetzelfde geldt voor de klepdeur maar de klep kan zonder veel moeite verwijderd worden wel blijft een belangrijk onderdeel onder water zitten. Voor de punt- en roldeur geldt dat een belangrijk onderdeel altijd onder water is (de taats resp. het geleidingswerk). De segmentdeur, die ook onder water verdwijnt is in dit opzicht iets beter omdat gevoelige onderdelen als draaipunt en aandrijvingsmechanisme altijd boven water zijn. De hefdeur is van de opgestelde alternatieven de meest betrouwbare, de gehele constructie wordt uit het water gehaald.

- Inspectie en onderhoud

Hiervoor geldt ongeveer, qua volgorde, hetzelfde als voor betrouwbaarheid met als enig verschil dat de klepdeur iets beter wordt aangezien de klep verwijderd kan worden, maar een deel van het scharnier blijft altijd onder water.

- Beschadiging

De klepdeur en segmentdeur zijn in geopende stand onder water, over hun volle lengte kan nu een slepend anker ergens achter

blijven hangen en zo een aanzienlijke schade aanrichten . Een puntdeur zit in een inkassing in het sluishoofd , maar kan aangevaren worden als een schip uit koers raakt . De resterende deuren bevinden zich amper (roldeur en zakdeur) of helemaal niet in het profiel van vrije ruimte (hefdeur) . De kans op een aanvaring of schade door een slepend anker is uiterst klein .

* Aantasting stadsgezicht

Op de hefdeur na en in veel mindere mate de segmentdeur steekt geen enkele constructie boven het nivo van de kering uit . Bij de hefdeur komt dit door de vrij hoge geleidingswerken en vooral de deur als deze erin hangt . Bij de segmentdeur kan het aandrijvingsmechanisme in een gebouwtje zijn ongebracht .

* Sluiten in stromend water

Een van de eisen is dat de deuren in stromend water gesloten moeten worden . Dit kan bij alle deurtypen met uitzondering van de puntdeuren die hier erg gevoelig voor zijn .

* Tweezijdig keren

Doordat in de winterperiode het havenbekken van de Vissers haven wordt afgesloten en er aan de andere zijde sprake is van wisselende waterstanden moet de deur tweezijdig kunnen keren . Puntdeuren , no^{ch} klepdeuren kunnen dit . Een oplossing is om dan twee stel deuren te plaatsen , wat de consequenties hiervan zijn blijkt uit het volgende criterium .

* Afmetingen sluishoofd

Hier wordt aangenomen dat de kering aan de gestelde eisen voldoet (dit blijkt van belang te zijn bij de punt - en klepdeur) , de globale afmetingen van het sluishoofd zullen onderling vergeleken worden .

Het ongunstigste landhoofd ontstaat bij toepassing van een zakdeur , er moet een inkassing gemaakt worden ± 10 m diep onder het nivo van de drempel . Daarna komt het sluishoofd bij toepassing van klepdeuren , het landhoofd wordt ± 10 m

langer (bij een kerende hoogte tot \pm 6.00 m) door het toe -
passen van een tweede klep ivm tweezijdige kering .

Het sluishoofd bij toepassing van puntdeuren (extra lengte
in de orde van een halve kolkbreedte) en een segmentdeur
zullen ongeveer even groot zijn . Bij toepassing van een rol -
deur is de lengte kleiner maar in één van de zij - muren moet
de deur ondergebracht worden .

De afmetingen van het sluishoofd kunnen het kleinst zijn bij
toepassing van hefdeuren .

* Kostenafweging afsluitmiddel

Een zakdeur kent na de kosten van het afsluitmiddel zelf ook
nog de kosten van de geleidingswerken en aandrijfmechanisme
en dit alles toegepast op een grote diepte , zelfs tov de
drempel . De hefdeur kent eveneens het bovenstaande nadeel
met als enig voordeel dat nu alles bovengronds geplaatst
wordt .

Een roldeur en een segmentdeur ontlopen elkaar niet veel
(een wat moeilijker geleidingswerk tegenover een gekromde
deur) . Als gunstigst qua afsluitmiddel en aandrijvingsmecha -
nisme zijn de klep - en puntdeur .

	Betrouwbaarheid	Inspectie & Onderhoud	Beshadiging	Dichten in stromend water	Tweezijdig keren	Afmetingen sluishoofd	Kostenafweging af - sluitmiddel	Aantasting stadsge - zicht
Puntdeur	0	0	0	-	-	0	+	+
Klepdeur	-	0	-	+	-	-	+	+
Segmentdeur	+	+	-	+	+	0	0	0
Roldeur	0	0	+	+	+	0	0	+
Hefdeur	++	++	+	+	+	+	-	-
Zakdeur	--	--	+	+	+	--	--	+

Schematische weergave
toetsingsproces

Conclusies

Na de toetsing van de alternatieven aan een achttal criteria moet nu een keuze gemaakt worden . Ook hier geldt dat de schaalverdeling per kolom anders is , de resultaten kunnen niet horizontaal opgeteld worden om ze dan een absolute waarde te geven bij een onderlinge afweging . Een alternatief , wil dit in aanmerking komen , mag niet slecht zijn voor welk criterium dan ook en zeker niet voor veiligheid (betrouwbaarheid , inspectie en onderhoud , beschadiging) .

Een ander nog niet genoemd aspect , is het bij beschadiging vervangen van de beschadigde constructie .

Bij geen van de genoemde constructies kan dit makkelijk gebeuren . Ook niet bij de klepdeur die uit het water gehaald kan worden . Een belangrijk en gevoelig onderdeel dat gezamenlijk met de klep het scharnier vormt blijft onder water . Aangezien het erg waarschijnlijk is dat ook dit onderdeel beschadigd is , kan dus gesteld worden dat de vervanging van een klepdeur niet echt makkelijk gaat .

Een puntdeur , waarbij de reservedeur vaak in de buurt is opgeslagen kent een soortgelijk probleem . Het onderdraaipunt dat permanent onder water is , is erg gevoelig . Bij beschadiging van de deur is het waarschijnlijk dat ook dit onderdraaipunt beschadigd is .

De andere deuren zijn nog moeilijker te vervangen .

Bedenk echter wel dat dit afsluitmiddel in gesloten toestand deel uitmaakt van de waterkering . Bij kalm weer , in de zomerperiode staat de sluis open en is bij sommige alternatieven dan het gevoeligst voor beschadiging . Mocht om welke reden dan ook de deur niet gesloten kunnen worden dan vormen de kademu-
ren rond de Vissershaven de primaire kering en dit ^{is} hoegenaamd niet de bedoeling . Het is in ieders belang dat er ook nog een reserve afsluitmiddel wordt aangebracht , dit is trouwens een eis als de waterkering aan de Delta - normen moet voldoen (zie oa [3]) .

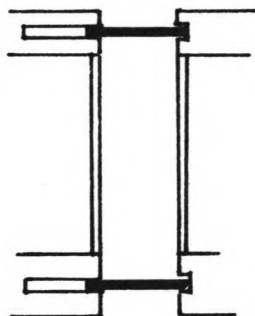
In het geval de gemeente Vlissingen alsnog besluit om de jachthaven het gehele jaar door toegankelijk te maken dan kan dit eenvoudig gedaan worden , tussen beide afsluitmiddelen wordt

de kolk gemaakt . En aangezien de lengte van pleziervaartuigen gering is tov de beroepsvaart , hoeft de lengte van de kolk niet groot te zijn .

KEUZE

Gekozen wordt het alternatief dat de afsluiting verzorgt dmv een horizontale translatie , de roldeur .

Dit alternatief is nergens slecht , het is iets matiger tov een hefdeur bij de betrouwbaarheid , inspectie en onderhoud en tov punt - en klepdeuren mbt de kosten van het afsluitmiddel en de aandrijving , voor de resterende criteria vormt dit een goed alternatief .



Schutsluis



Keersluis

Het enige probleem dat nog is overgebleven is de status van de jachthaven . De gemeente Vlissingen heeft in haar bestemmingsplannen nog geen uitspraak hierover gedaan .

Er is nog geen definitief accord bereikt omtrent de schepen die toegelaten kunnen worden , noch over de vraag of de jachthaven het gehele jaar door bereikbaar moet zijn .

Afhankelijk van de keuze die de gemeente zal doen en in overstemming met hetgeen ^{re} gesteld is bij het trace - alternatief en het generen van alternatieven , kan het volgende gesteld worden :

Gehele jaar bereikbaar - schutsluis

Alleen i.d. zomer " - keersluis

Beide alternatieven worden van roldeuren voorzien .

De nieuwe waterkering

In de voorafgaande hoofdstukken is getracht om uit de veelheid van eisen en wensen een kering te ontwerpen die functioneel hieraan voldoet . Daar waar het nodig was om een keuze te kunnen maken tussen de alternatieven onderling is er gebruik gemaakt van technische randvoorwaarden . De technische kant , echter heeft tot nog toe geen belangrijke rol in het geheel gespeeld , er is meerdere malen gesteld dat het alternatief voldoet aan de gestelde eisen m.b.t. sterkte en stijfheid .

De tot nog toe verkregen alternatieven moeten gezien worden als functie vervullende alternatieven .

De waterkering moet echter wel afmetingen hebben , zoals kerende hoogte en andere constructie afmetingen . De constructie afmetingen zullen bepaald worden bij de globale uitwerking van de alternatieven .

Wat de kerende hoogte betreft kan gezegd worden dat naast het ruimtelijk - functioneel onderzoek er nog golfoverslag berekeningen gemaakt zijn . Hieruit werd een kerende hoogte verkregen (zie [golfoverslagberekeningen]) en met deze hoogte werd een benaderende berekening uitgevoerd naar de veiligheid van het gebied . In deze laatste berekening werd getoetst wat de overstromingskans voor het achterliggende gebied was bij de kering , zoals die er nu bij ligt echter met een kerende hoogte als uit de golfoverslag berekeningen volgt . Onder een grote hoeveelheid aannamen kon gesteld worden dat de kering , qua hoogte voldeed (zie [benadering faalkans mbv de foutenboom]) . Het vooronderzoek bestaat dus tot nog toe uit :

- * Ruimtelijk - Functioneel onderzoek
- * Golfoverslag bepalingen
- * Veiligheidsonderzoek

Deze drie onderzoeken die hoewel ze dezelfde basis hebben (de nieuw te ontwerpen kering) volledig onafhankelijk van elkaar zijn uitgevoerd zullen nu aan elkaar gekoppeld worden .

Dit houdt in dat de kering nu naast het trace en de gekozen alternatieven een kerende hoogte krijgt . Eigenlijk hoort hier nog de bediening bij (dit volgt dan uit de bepaling van de

faalkans waarbij een zekere bediening van de waterkering wordt aangenomen) maar deze is conform aan het gestelde in het Programma van Eisen .

De kerende hoogte van de kademuren rond de Koopmanshaven bedraagt :

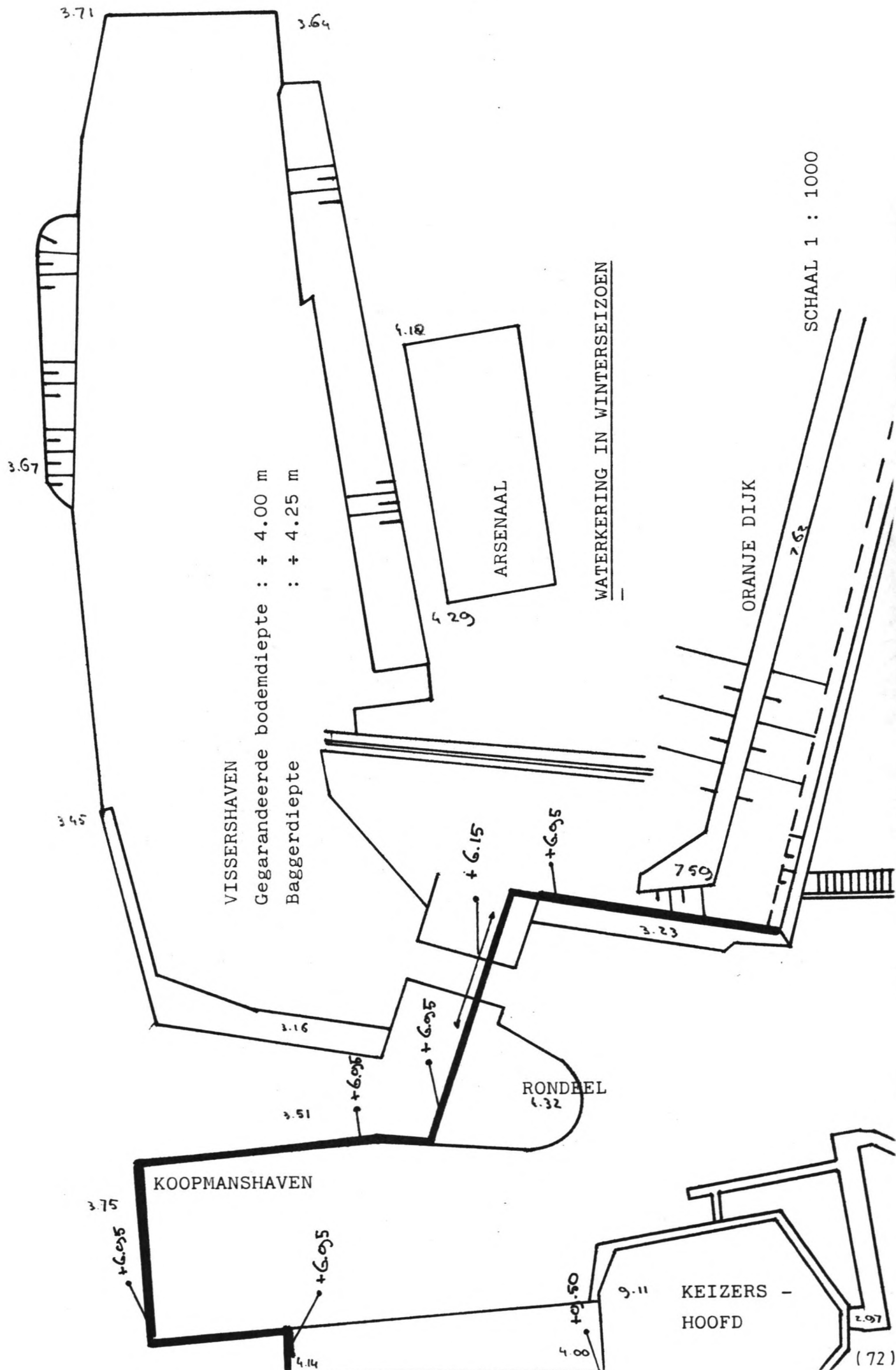
- In de winter : N.A.P. + 6.95 m

- In de zomer : N.A.P. + 5.00 m

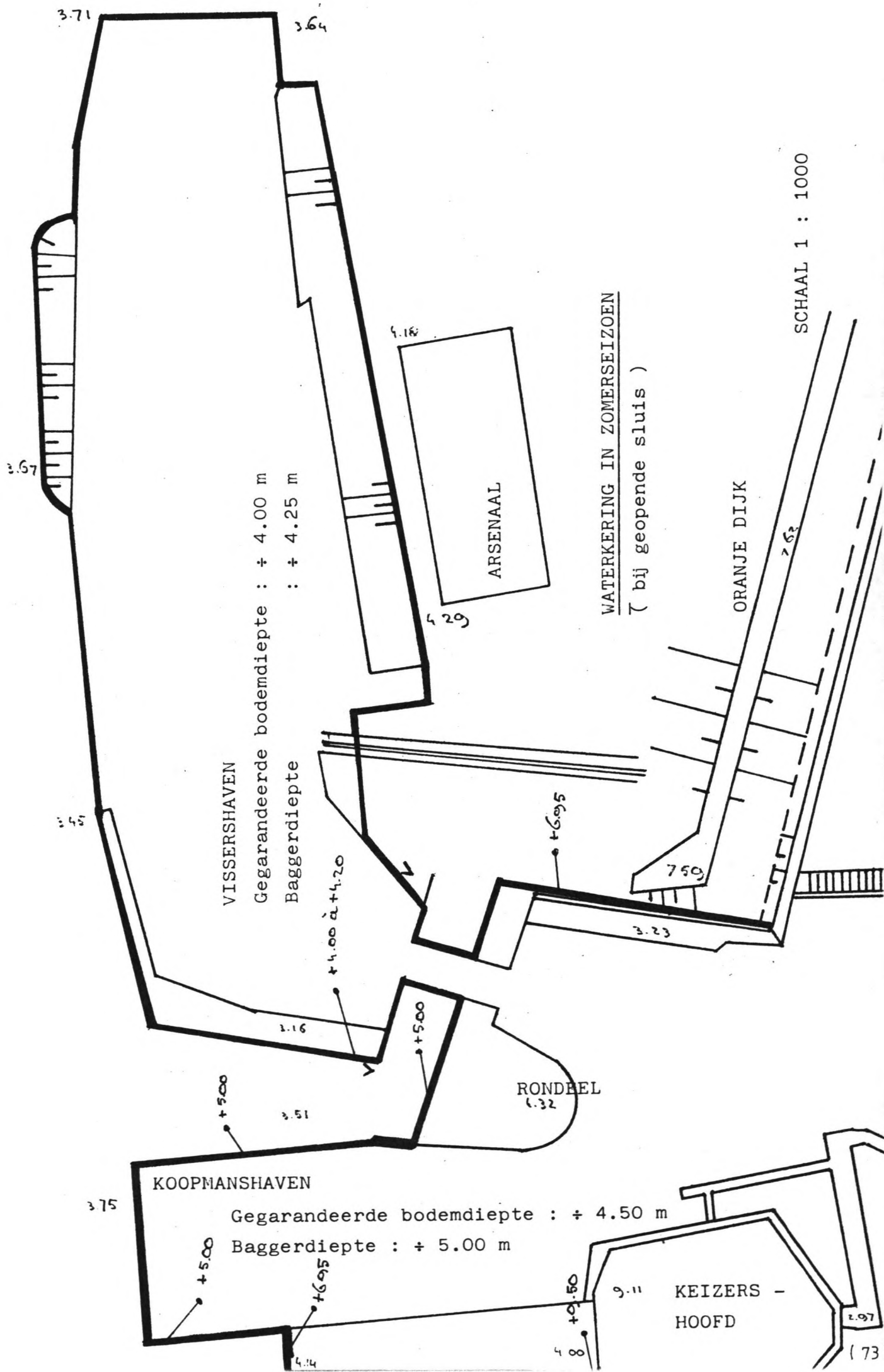
De kerende hoogte van de sluis , de sluisdeuren bedraagt :

- Permanent : N.A.P. + 6.15 m

De sluis wordt in de zomer opengezet waardoor de kademuren rond de vissershaven tijdelijk de waterkering vormen , de kerende hoogte van deze kademuren is , afhankelijk van de plaats , tussen N.A.P. +4.00 m en + 4.20 m .



SCHAAL 1 : 1000



SCHAAL 1 : 1000

Literatuur

- [1] : Adviesdienst Vlissingen , Deltaveiligheid Koopmans -
en Vissershaven . (nota WWKZ - 81.V011)

- [2] : Adviesdienst Vlissingen , Deltaveiligheid Koopmans -
en Vissershaven . (nota WWKZ - 81.206a)

- [3] : Projectgroep Hoogwaterkering Vissers - en Koopmanshaven
Nota inzake de bijstelling van het principe plan
voor de versterking van de hoogwaterkering t.p.v.
de Vissers - en Koopmanshaven te Vlissingen in het
kader van de Deltawet (4^e concept nota)

- [4] : Centrum voor Onderzoek Waterkeringen , COW - 20 (R) ,
Veiligheidsbeschouwing sluis te Vlaardingen

- [5] : H. Kikkawa , Fundamental Study of Wave Over-Topping
on Levees . (Coastal Engineering in Japan , Vol 11 ,
1968)

- [6] : Y. Goda , Expected Rate of Irregular Wave Overtop-
ping of Seawalls . (Coastal Engineering in Japan ,
Vol 14 , 1971)

