

2470-67



Rijkswaterstaat
Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Notitie optimale locatie(s) doorlaatmiddelen

onderdeel verkenning "Grevelingen water en getij"

Datum	2 september 2008
Status	definitief

Notitie optimale locatie(s) doorlaatmiddelen

Onderdeel Verkenning Grevelingen

2 september 2008 (definitief)

Drs. L.G. Turlings (Witteveen+Bos)
Ir. A.J. Smale (Witteveen+Bos)
Ir. M.J.J. Boon (Witteveen+Bos)
Dr. ir. R.L.J. Nieuwkamer (Witteveen+Bos)

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Inhoudsopgave

1	Inleiding 5
1.1	Aanleiding en doel 5
1.2	Leeswijzer 5
2	Overwegingen bij verschillende aspecten 6
2.1	Hydrodynamiek en morfologie 6
2.2	Civieltechnische aspecten 7
2.3	Combinatie met een getijcentrale en/of schutsluis 10
3	Conclusie 12
	Bijlage I notitie hydrodynamische en morfologische aspecten 15
	Bijlage II notitie civieltechnische aspecten 16

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

De ecologische toestand van het Grevelingenmeer is in de laatste decennia verder achteruit gegaan, ondanks dat het beheer van de Brouwerssluis sinds de aanleg in 1978 een aantal malen is aangepast ten behoeve van de ecologie. Door deze achteruitgang is het onduidelijk of de waterkwaliteit en ecologische toestand in 2015 zal voldoen aan het streefbeeld van de Kaderrichtlijn Water, Natura 2000, de Watervisie 'Nederland veroveren op de toekomst, kabinetsvisie op het waterbeleid' en het Omgevingsplan Zeeland.

Rijkswaterstaat Zeeland is verantwoordelijk voor het waterbeheer en wil de gesignaleerde achteruitgang nader analyseren en oplossingsrichtingen formuleren en beoordelen door het uitvoeren van de zogenaamde 'Verkenning Grevelingen Water en Getij'. Het accent in deze Verkenning ligt op de kerntaken van Verkeer & Waterstaat: waterkwaliteit, peilbeheer en scheepvaart.

Het realiseren van extra doorlaatcapaciteit in de Brouwersdam (aanvullend op de reeds aanwezige Brouwerssluis) vormt een bouwsteen voor een aantal van de ten behoeve van de Verkenning geformuleerde oplossingsrichtingen. Voor verhoogde doorlaatcapaciteit is het noodzakelijk extra doorlaatmiddelen in de Brouwersdam aan te leggen.

In voorliggende notitie, die dient als bouwsteen voor het opstellen van het eindrapport van de 'Verkenning Grevelingen Water en Getij', worden mogelijke locatie(s) van nieuwe doorlaatmiddel(en) in de Brouwersdam in beeld gebracht. Concreet gaat het daarbij om het vergroten van de doorlaatcapaciteit tot:

- 8 keer de huidige doorlaatcapaciteit (1000 m³/s daggemiddeld), ten behoeve van de oplossingsrichting Gedempt getij;
- 20 keer de huidige doorlaatcapaciteit (2500 m³/s daggemiddeld), ten behoeve van de oplossingsrichting Maximaal getij.

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden overwegingen ten aanzien van de locatiekeuze bij verschillende aspecten beschreven. Deze aspecten betreffen hydrodynamiek en morfologie, civieltechnische aspecten en combinatie met een getijcentrale en/of schutsluis. Binnen deze aspecten worden ook zaken als beschikbare ruimte behandeld. Hoofdstuk 3 presenteert de resultaten in een overzichtelijke tabel en bevat de conclusie.

2 Overwegingen bij verschillende aspecten

2.1 Hydrodynamiek en morfologie

In bijlage I is een notitie opgenomen waarin de hydrodynamische en morfologische aspecten meer uitgebreid worden behandeld. In deze paragraaf wordt hiervan een samenvatting gegeven.

Vanuit het oogpunt van hydrodynamiek en morfologie heeft het de voorkeur de locatie(s) voor aanvullende spuicapaciteit aan te laten sluiten bij de voormalige getijdegeulen ten noorden en ten zuiden van ondiepten van de Kabbelaarsbank en Middelpaalt. Deze voorkeur is gebaseerd op twee overwegingen:

- aansluiting op de voormalige getijdegeulen leidt tot een optimale verversing van deze geulen én;
- aansluiting op de voormalige getijdegeulen sluit het meest aan bij de natuurlijke dynamiek en de daarbij behorende morfologische processen. Onderhoud (baggeren) van de geulen kan hierdoor tot een minimum worden beperkt.

Hieronder wordt nader op deze aspecten ingegaan.

optimale verversing van en via de diepere geulen

De Grevelingen was voor aanleg van de Brouwersdam een estuarium. In dit estuarium lag een dynamisch stelsel van getijdegeulen en droogvallende platen. De huidige diepe delen zijn de restanten van de oude getijdegeulen. Het verbeteren van de waterkwaliteit in de geulen (lees: het verversen van deze geulen) kan het best worden gerealiseerd door deze geulen weer aan te laten sluiten op de Noordzee. Daarnaast blijkt uit voorlopige resultaten van een 3D hydrodynamische modellering van Deltares (presentatie projectgroep Verkenning Grevelingen d.d. 17 april 2008) dat het water dat door een gesimuleerde opening in de Brouwersdam ter hoogte van de zuidelijke getijdegeul naar binnen komt, zich met name via deze oude getijdegeule door het Grevelingenmeer verspreidt. Ook vanuit dit oogpunt verdient aansluiting op de voormalige getijdegeulen de voorkeur.

Het Grevelingenmeer kent op dit moment twee (parallele) hoofdgeulen die vanaf de Brouwersdam in oostelijke richting lopen. Of en zo ja in welke verhouding het wenselijk is extra doorlaatcapaciteit te verdelen over beide geulen om te komen tot een optimale verversing, dient nog nader te worden vastgesteld. De modelstudie van Deltares die momenteel wordt uitgevoerd geeft hier waarschijnlijk (deels) een antwoord op. Vooralsnog is het vanuit het oogpunt van verversing (en aansluiting op natuurlijke dynamiek) een logische gedachte extra doorlaatcapaciteit te verdelen over beide geulen in de verhouding van de huidige omvang van de geulen.

aansluiting op natuurlijke dynamiek en morfologische processen

Ook vanuit het oogpunt van natuurlijk dynamiek (maar ook onderhoud) is het belangrijk om de spuicapaciteit te laten aansluiten op de oude getijdegeulen: deze geulen zijn goed in staat om de extra getijvolumes te transporteren. Mocht de huidige 'transportcapaciteit' van de geulen onvoldoende zijn, dan zullen deze vrij snel verdiepen tot de benodigde diepte. Een dergelijke morfologische ontwikkeling zal waarschijnlijk tot beperkte morfologische veranderingen elders leiden: het betreft immers het (deels) herstellen van de oorspronkelijke morfologische dynamiek. Bijkomend voordeel is het feit dat de geulen zichzelf in stand zullen houden: dit is prettig vanuit het oogpunt van onderhoud.

2.2 Civieltechnische aspecten

Ook civieltechnische aspecten kunnen van invloed zijn op de locatiekeuze voor één of meerdere doorlaatmiddelen. Het kan daarbij bijvoorbeeld gaan om constructieve of uitvoeringstechnische overwegingen. In bijlage II is een notitie opgenomen waarin de civieltechnische aspecten meer uitgebreid worden behandeld. In deze paragraaf wordt hiervan een samenvatting gegeven.

opbouw van de Brouwersdam

Er zijn op basis van de constructie en methode van aanleg van de Brouwersdam drie verschillende onderdelen van de dam te identificeren:

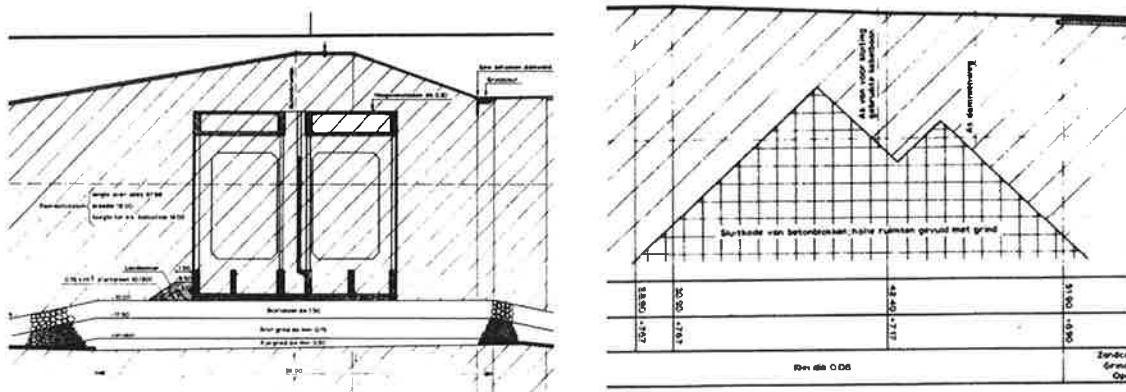
- het zuidelijke sluitgat;
- het middelste deel ter plekke van de Kabbelaarsbank en de Middelpaalt;
- het noordelijke sluitgat.

Het middelste deel van de dam is uitgevoerd in zand op de ondiepte van de Kabbelaarsbank en Middelpaalt. Dit deel van de dam is als eerste uitgevoerd. Vervolgens zijn tegelijkertijd het zuidelijke en het noordelijke sluitgat gesloten.

Het noordelijke sluitgat ligt ter plekke van een relatief ondiepe stroomgeul met vlakke bodem. Deze stroomgeul is gesloten met behulp van caissons (afbeelding 2.1) met een breedte van 18 m, hoogte van 16,2 m en lengte van 68 m. De hoogteligging onderkant caissons bedraagt NAP -10 m.

De stroomgeul bij het zuidelijke sluitgat was dieper en de bodem minder regelmatig waardoor de sluiting niet met caissons kon worden uitgevoerd. Daarom is het sluitgat hier gedicht door het afwerpen van betonblokken (van circa 2,5 ton, afbeelding 2.1) met behulp van een kabelbaan.

Afbeelding 2.1 Dwarsdoorsnede Brouwersdam met caissons en betonblokken



De overwegingen ten aanzien van civieltechnische aspecten concentreren zich op de verschillen die er op grond van opbouw van de dam zijn, en op de daar beschikbare ruimte. In de civieltechnische notitie (bijlage II) wordt een groot aantal aspecten behandeld. De meeste aspecten zijn niet onderscheidend voor de drie locaties. Wel onderscheidende aspecten zijn:

- constructieve aspecten bij aanleg van een doorlaatmiddel in relatie tot de opbouw van de dam;
- ter plaatste beschikbare diepte;
- ter plaatste beschikbare ruimte.

constructieve aspecten

In het noordelijke sluitgat vormt de aanwezigheid van caissons in de kern van de dam een serieus obstakel voor de aanleg. Naar verwachting moet er in de caissons gezaagd of gebroken worden. De betonnen blokken in de kern van de dam in het zuidelijk sluitgat zijn mogelijk te verwijderen met een kraan en maken dan een wat nauwkeuriger uitvoering mogelijk. De aanleg is het meest eenvoudig in de dam ter hoogte van de Middelpaalt, omdat de kern hier uit zand bestaat.

ter plaatse beschikbare diepte

Op de basis van de dieptekaart uit 2004 (Noordzee-zijde van de dam) is de diepte voor de drie delen van de dam:

- noordelijke sluitgat: circa NAP –6,0 tot –7,0 m;
- zuidelijke sluitgat: circa NAP –8,0 tot –9,0 m;
- Middelpaalt / Kabbelaarsbank: variërend van NAP –2,0 tot –3,0 m (plaatselijk ook aanzanding).

De onderkant van het huidige doorlaatmiddel (de Brouwerssluis) ligt op NAP – 7,5 m. In dit stadium is deze diepte als uitgangspunt genomen en is nog niet gekeken naar een doorlaatmiddel met een andere hoogte dan het huidige doorlaatmiddel. De beschikbare diepte bij het zuidelijke sluitgat sluit het best op de benodigde diepte aan, gevolgd door het

noordelijke sluitgat. De Middelpaalt / Kabbelaarsbank liggen in een ondiepte, waardoor een geul van 5 à 6 meter diepte gegraven zou moeten worden in aansluiting op de voormalige getijdegeulen.

ter plaatse beschikbare ruimte

De benodigde ruimte is primair afhankelijk van de benodigde stroomvoerende doorsnede. In Tabel 2.1 is een indicatie van de benodigde breedte weergegeven.

Tabel 2.1 indicatie benodigde breedte* bij verschillende varianten

variant	gewenste getijslag	benodigde doorsnede (m ²)	breedte (m)		breedte incl. wanden / pijlers (m)	
			bij hoogte 5 m	bij hoogte 10 m	bij hoogte 5 m	bij hoogte 10 m
gedempt getij	50 cm	1.200	240	120	320**	160
maximaal getij	100 cm	3.000	600	300	800	400

* breedtes zijn exclusief de breedte van een eventuele scheepvaartsluis en stroomgeleiders

** impressie bij deze configuratie is opgenomen in afbeelding 2.2

Afbeelding 2.2 geeft indicatief het ruimtebeslag van het doorlaatmiddel weer wanneer het volledige doorlaatmiddel (20 keer de huidige capaciteit) op één locatie zou worden uitgevoerd. Tevens is ter indicatie een scheepvaartsluis ingetekend op basis van de huidige sluis in de Houtribdijk. De in de afbeelding aangegeven locaties zijn indicatief, en onder andere ook afhankelijk van de noodzaak van het wel of niet instandhouden van het huidige doorlaatmiddel tijdens uitvoering. De beschikbare ruimte op de genoemde locaties is voldoende om ruimte te kunnen bieden aan zowel de variant "Gedempt getij" als "Maximaal getij". Hierbij moet wel opgemerkt worden dat bij realisatie van het doorlaatmiddel bij de haven aan de Middelpaalt, de functie van deze haven komt te vervallen en ook niet samengaat met bestaande plannen voor ontwikkeling van een jachthaven op deze locatie. Daarnaast kan plaatsing bij het zuidelijke sluitgat van de variant "Maximaal getij" (en in mindere mate het "Gedempt getij") conflicteren met de recreatieve functie van het hier aanwezige strand.

Afbeelding 2.2 Indicatie ruimtebeslag bij variant 20x op basis van het huidige doorlaatmiddel en een scheepvaartsluis



2.3 Combinatie met een getijcentrale en/of schutsluis

getijcentrale

Naast de uitwisseling van water tussen Grevelingen en Noordzee kan een nieuw doorlaatmiddel ook worden uitgevoerd in combinatie met een getijcentrale voor de opwekking van energie uit waterkracht. De inpassing van een getijcentrale in het doorlaatmiddel is goed mogelijk.

Een getijcentrale in de kokers van een doorlaatmiddel zorgt echter wel voor een extra weerstand waardoor de capaciteit van het doorlaatmiddel af zal nemen. Om dit te compenseren zal de totale stroomvoerende doorsnede verder vergroot moeten worden. De omvang van een dergelijke capaciteitsafname, de benodigde extra stroomvoerende doorsnede en de eventuele eisen aan een locatie moet volgen uit een studie die momenteel door Delta N.V. uitgevoerd wordt.

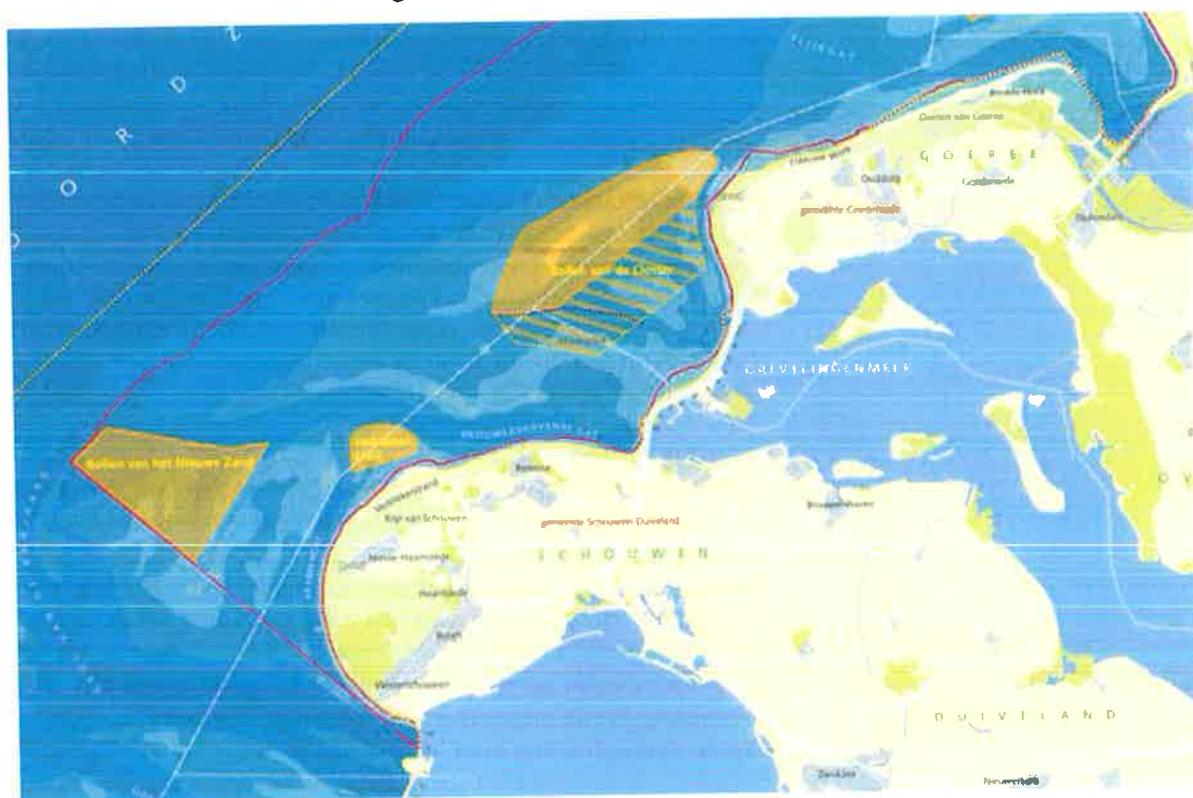
schutsluis

Vanwege de recreatieve functie van de Grevelingen met betrekking tot de pleziervaart, wordt tevens de haalbaarheid van een schutsluis in de Brouwersdam onderzocht. De relatief grote stroomsnelheden en turbulentie die optreden bij het doorlaatmiddel conflicteren echter met de behoefte van de pleziervaart aan rustiger water (juist in de nabijheid van de schutsluis) in verband met opstelplaatsen en aanvaarroutes. In dat geval zal extra aandacht moeten worden geschonken aan een voorziening die de pleziervaart, bij het passeren van de sluis, afschermt van de sterke stroming door het doorlaatmiddel.

Anderzijds is het concentreren van het doorlaatmiddel en de schutsluis op één locatie bouw- en uitvoeringstechnisch gezien juist aantrekkelijk. Er is dan slechts sprake van één bouwput / onderbreking in de Brouwersdam.

De economische en technische haalbaarheid van een scheepvaartsluis wordt in een aparte notitie uitgewerkt. Ook een geschikte locatie zal hierbij onderdeel van studie zijn. Vooralsnog lijkt een locatie bij het zuidelijk sluitgat de meest logische, gezien de beperkingen die er vanuit het Natura 2000 Beheerplan Voordelta aan recreatie worden gegeven in het kustgebied voor het noordelijke sluitgat (Bollen van de Ooster).

Afbeelding 2.3. Overzicht bodembeschermingsgebieden en rustgebieden uit het Natura 2000 Beheerplan Voordelta



15. Overzicht bodembeschermingsgebied en rustgebieden

Schaal 1:200.000

- Bodembeschermingsgebied**
- Rustgebieden:**
- Jaarrondgrens
 - wintersituatie (Bollen van de Ooster)
 - geen activiteiten toegestaan
 - visserij onder voorwaarden toegestaan (Slikken van Voorne)
 - visserij en recreatie onder voorwaarden toegestaan (Hinderplaat)
 - recreatie onder voorwaarden toegestaan
 - Corridor: langzame recreatie- en beroepsvaart

- Grens Natura 2000-gebied Voordelta
- Provinciegrens
- Gemeentegrens
- Vuurtoren



3 Conclusie

In deze notitie zijn verschillende aspecten die betrekking hebben op de locatiekeuze van doorlaatmiddel(en) besproken. Op hoofdlijnen concentreert de afweging zich op 3 locaties: het noordelijke sluitgat, de haven aan de Middelplaat en het zuidelijke sluitgat. Deze locaties zijn weergegeven in afbeelding 3.1.

Afbeelding 3.1 Mogelijke locaties doorlaatmiddel



Bezien vanuit hydrodynamische en morfologische aspecten verdienen zowel het zuidelijke als het noordelijke sluitgat de voorkeur, omdat hier de oude getijdegeulen zijn gelegen. De verversing van deze geulen is dan naar verwachting het meest effectief en de morfologische ontwikkelingen in de Voordelta als gevolg van het aanbrengen van extra doorlaatcapaciteit zijn relatief voorspelbaar, omdat ze aansluiten bij de in het verleden aanwezige situatie. Om deze redenen worden hydrodynamische en morfologische aspecten hier gezien als de twee hoofdaspecten bij de locatiekeuze. Een verdeling van de doorlaatcapaciteit over beide getijdegeulen kan vanuit het oogpunt van optimale verversing wenselijk zijn. De lopende modelstudie van Deltares dient dit aan te tonen.

Vanuit civieltechnisch oogpunt is realisatie van een doorlaatmiddel in het noordelijk sluitgat waarschijnlijk minder eenvoudig door de aanwezigheid van caissons. Bij realisatie in het zuidelijke sluitgat

conflicteert het doorlaatmiddel in het scenario Maximaal getij mogelijk met de daar aanwezige strandfunctie. Echter, ook de zuidzijde van het noordelijke sluitgat heeft een strandfunctie. Ook vanuit dit oogpunt kan verdeling van de doorlaatcapaciteit over het noordelijke en zuidelijke sluitgat gewenst zijn.

Een combinatie met een getijcentrale lijkt locatieonafhankelijk, maar is naar verwachting alleen effectief in het scenario Maximaal getij. De lopende studie van Delta N.V. dient hier nader zicht op te geven. Een combinatie met een schutsluis ligt het meest voor de hand in het zuidelijke sluitgat, gezien de beperkingen voor recreatievaart die rusten op delen van de Voordelta ter hoogte van het noordelijke sluitgat. Optredende stroming bij het doorlaatmiddel is een belangrijk aandachtspunt wanneer de aanleg van een doorlaatmiddel wordt gecombineerd met de aanleg van een schutsluis.

Op de volgende pagina is een tabel opgenomen waarin per aspect de belangrijkste conclusies zijn samengevat.

Locatie	Variant	Aspect Hydrodynamiek (effectiviteit verversing) en morfologie	Civieltechnische aspecten	Combinatie met getijcentrale	Combinatie met schutsluis	Effecten op en mogelijkheden voor recreatie (stranden en pleziervaart)
Zuidelijke sluitgat	Gedempt getij	Effectieve verversing, sluit aan bij natuurlijke morfologie	Uitvoeringstechnisch (betonblokken) minder makkelijk dan Middelpaalt, eenvoudiger dan noordelijke sluitgat, beschikbare diepte bij benadering voldoende	Waarschijnlijk onvoldoende getij	Combinatie uitvoeringstechnisch mogelijk (en mogelijk voordelig), stroming aandachtspunt	Voldoende ruimte beschikbaar (geen conflict met strand), bij combinatie met schutsluis logische locatie i.v.m. recreatiebeperkingen Voordelta
	Maximaal getij	Effectieve verversing, sluit aan bij natuurlijke morfologie	Uitvoeringstechnisch (betonblokken) minder makkelijk dan Middelpaalt, eenvoudiger dan noordelijke sluitgat, beschikbare diepte bij benadering voldoende	Combinatie mogelijk	Combinatie uitvoeringstechnisch mogelijk (en mogelijk voordelig), stroming aandachtspunt	Vereiste ruimte conflicteert mogelijk met strandfunctie, bij combinatie met schutsluis logische locatie i.v.m. recreatiebeperkingen Voordelta
Middelpaalt / Kabbelaarsbank	Gedempt getij	Sluit niet aan bij natuurlijke morfologie	Uitvoering meest eenvoudig (zand), baggeren van een geul wel noodzakelijk	Waarschijnlijk onvoldoende getij	Combinatie uitvoeringstechnisch mogelijk (en mogelijk voordelig), stroming aandachtspunt	Conflicteert met plannen voor ontwikkeling jachthaven
	Maximaal getij	Sluit niet aan bij natuurlijke morfologie	Uitvoering meest eenvoudig (zand), baggeren van een geul wel noodzakelijk	Combinatie mogelijk	Combinatie uitvoeringstechnisch mogelijk (en mogelijk voordelig), stroming aandachtspunt	Conflicteert met plannen voor ontwikkeling jachthaven
Noordelijke sluitgat	Gedempt getij	Effectieve verversing, sluit aan bij natuurlijke morfologie	Uitvoeringstechnisch lastig (caissons), beschikbare diepte bij benadering voldoende	Waarschijnlijk onvoldoende getij	Combinatie uitvoeringstechnisch mogelijk (en mogelijk voordelig), stroming aandachtspunt	Voldoende ruimte beschikbaar (geen conflict met strand), bij combinatie met schutsluis geen logische locatie i.v.m. recreatiebeperkingen Voordelta
	Maximaal getij	Effectieve verversing, sluit aan bij natuurlijke morfologie	Uitvoeringstechnisch lastig (caissons), beschikbare diepte bij benadering voldoende	Combinatie mogelijk	Combinatie uitvoeringstechnisch mogelijk (en mogelijk voordelig), stroming aandachtspunt	Voldoende ruimte beschikbaar (geen conflict met strand), bij combinatie met schutsluis geen logische locatie i.v.m. recreatiebeperkingen Voordelta

Bijlage I notitie hydrodynamische en morfologische aspecten

Witteveen+Bos
Willemsskade 19-20
postbus 2397
3000 CJ Rotterdam
telefoon 010 244 28 00
telefax 010 244 28 88
www.witteveenbos.nl

onderwerp	Notitie 3: Locatiekeuze spuisluizen Brouwersdam	
project	Verkenning Grevelingen Water en Getij	
opdrachtgever	Rijkswaterstaat Zeeland	
projectcode	Rw1664-53	
opgemaakt door	ir. A. J. Smale	
goedgekeurd door	dr.ir. R.L.J. Nieuwkamer	paraaf
status	definitief	
datum opmaak	2 september 2008	
bijlagen	-	

aan projectgroep Grevelingen Water en Getij

kopie

Inleiding

Deze notitie beschrijft de hydrodynamische/morfologische aspecten en overwegingen welke een rol spelen bij de locatiekeuze voor aanvullende spuicapaciteit in de Brouwersdam. Het gaat hierbij om een toename van de spuicapaciteit tot maximaal 20 maal de huidige capaciteit (120 m³/s uit en 140 m³/s in, door een koker met kleinste doorsnede van 6 meter breed en 4,5 meter hoog). Het doel van de toename in spuicapaciteit is het verbeteren van de waterkwaliteit in de diepere delen van de voormalige getijdegeulen in het Grevelingenmeer.

Aspecten ten behoeve van locatiekeuze

Ten behoeve van de locatiekeuze zijn de volgende aspecten van belang:

- (i) ligging van de diepere geulen in het Grevelingenmeer,
- (ii) ligging van de (verzandde) diepere geulen in de Voordelta,
- (iii) ruimtelijke verdeling van het additionele spuvolume;
- (iv) verticale ligging van de doorlaatmiddelen.

Deze aspecten worden in de volgende alinea's nader besproken.

(i) Gewenste aansluiting op diepere delen Grevelingenmeer

Het doel van het vergroten van de spuicapaciteit door de Brouwersdam is het verbeteren van de waterkwaliteit in de diepere delen en het gedeeltelijk terugbrengen van de getijdynamiek in het Grevelingenmeer. Het realiseren van aanvullende in- en uitstroomcapaciteit draagt hieraan bij, vooropgesteld dat dit vooral de diepere delen van het Grevelingenmeer ververst. De verversing dient dan ook aan te sluiten op deze diepere delen, omdat het Grevelingenmeer vrijwel even 'zout' is als de Noordzee, waardoor het verse zoute water uit de Noordzee, door afwezigheid van dichtheidsverschillen, niet vanzelf de diepere delen zal opzoeken.

De Grevelingen was voor aanleg van de Brouwersdam een estuarium. In dit estuarium lag een dynamisch stelsel van getijdegeulen en droogvallende platen. Na afsluiting van de Grevelingen is dit dynamische stelsel als het ware 'bevroren' omdat er geen sprake meer was van getijdestroming. De huidige bodemligging van het Grevelingenmeer komt dan ook sterk overeen met de bodemligging juist voor afsluiting van de Grevelingen. Na afsluiting van de Grevelingen is er echter wel sprake geweest van het afvlakken van pieken en dalen in de bodemhoogte. Vooral de diepere geulen zijn opgevuld met zand en slib. De huidige diepe delen van het Grevelingenmeer zijn dan ook de restanten van de oude

getijdegeulen in de Grevelingen. Het verbeteren van de waterkwaliteit in deze geulen kan het beste worden gerealiseerd door deze geulen weer aan te sluiten op de Noordzee, zoals deze voor aanleg van de Brouwersdam ook waren aangesloten op de Noordzee. Op deze wijze wordt een deel van de natuurlijke dynamiek/waterbeweging van de Grevelingen terug gebracht.

Vanuit bovenstaande redenering wordt dan ook voorgesteld om de extra spuicapaciteit te laten aantakken op de oude getijdegeulen, welke juist noordelijk en zuidelijk van het werkeiland en werkhaven zijn gelegen (zie afbeelding 1).

(ii) Gewenste aansluiting op Voordelta

Het realiseren van extra uitwisseling van water tussen het Grevelingenmeer en de Noordzee vraagt ook om een locatiekeuze aan de Noordzeezijde. Het doel is het kiezen van een locatie welke past bij het natuurlijke systeem en welke een beperkte mate van onderhoud vergt.

Door de aanleg van de Brouwersdam is de functie van de getijdegeulen komen te vervallen. De twee voornaamste geulen in de Voordelta zijn sterk aangezand (Brouwershavensche gat met circa 10 meter). Tussen de beide geulen (westelijk van het werkeiland en de werkhaven) bevinden zich (de restanten van) platen, welke enigszins lijken te verdiepen. Een uitgebreide beschrijving van het morfologische systeem en de recente ontwikkelingen is gegeven in [ref. 1] en [ref. 2].

Vanuit het oogpunt van natuurlijke dynamiek (maar ook onderhoud) is het belangrijk om de spuicapaciteit te laten aansluiten op de 'oude' getijdegeulen: deze geulen zijn goed in staat om de extra getijvolumes te transporteren. Mocht de huidige 'transportcapaciteit' van de geulen onvoldoende zijn, dan zullen deze vrij snel verdiepen tot de benodigde diepte. Een dergelijke morfologische ontwikkeling zal waarschijnlijk tot beperkte morfologische veranderingen elders leiden: het betreft immers het (deels) herstellen van de oorspronkelijke morfologische dynamiek. Bijkomend voordeel is het feit dat de geulen zichzelf in stand zullen houden: dit is prettig vanuit het oogpunt van onderhoud.

(iii) Verdeling extra spuicapaciteit over verschillende locaties

In bovenstaande alinea's is vastgesteld dat de extra spuicapaciteit het beste kan worden gerealiseerd ter plaatse van de oude getijdegeulen. Dit resulteert in twee mogelijke locaties voor de extra spuicapaciteit. Vanuit het oogpunt van doorspoeling dient te worden vastgesteld of er een voorkeur is voor een (combinatie van) locatie(s).

Het Grevelingenmeer kent op dit moment twee (parallele) hoofdgeulen welke vanaf de Brouwersdam in oostelijke richting lopen en gescheiden worden door onder andere de Hompelvoet. Er treedt uitwisseling van water op tussen de hoofdgeulen over platen of door ondiepe geulen. Deze uitwisseling tussen de hoofdgeulen is waarschijnlijk onvoldoende om beide hoofdgeulen te verversen indien slechts één geul wordt voorzien van extra spuicapaciteit.

Vanwege deze beperkte uitwisseling wordt dan ook voorgesteld om de extra spuicapaciteit te verdelen over de beide hoofdgeulen. De wijze van verdelen kan het beste worden gebaseerd op de omvang van de beide geulen (oftewel het oude getijdevolume). Dit leidt waarschijnlijk tot een verdeling van orde 70% voor de zuidelijke geul en 30% voor de noordelijke geul. Nadere studie tijdens de planstudie dient uit te wijzen wat de daadwerkelijke verdeling dient te zijn.

(iv) Verticale ligging van de doorlaatmiddelen.

Het doel van de extra spuicapaciteit is het verversen van de diepere delen van het Grevelingenmeer. De optimale locatie voor het spuien zou dan ook zo laag mogelijk in de verticaal moeten zijn (bijna zo diep als de geulen zelf). Een dergelijke situatie is echter ongewenst in verband met de bodemligging aan beide zijden van de Brouwersdam. Een spuilocatie nabij de bodem is gevoelig voor veranderingen van de bodem. Het verdient aanbeveling om de diepte van de spuilocatie af te stemmen met verwachte bodemontwikkelingen in de toekomst. Dit dient in de planstudiefase nader te worden onderzocht.

Aandachtspunten voor de planfase

Ten gevolge van de extra spuicapaciteit zullen er in het Grevelingenmeer hogere stroomsnelheden gaan optreden. Deze hogere stroomsnelheden kunnen een effect hebben op de bestaande bodem- en oeverbeschermingen.

Daarnaast hebben deze hogere stroomsnelheden potentieel een effect op de scheepvaart (pleziervaart). In de planstudie dient dan ook aandacht te worden besteed aan de locaties en mate van toename van stroomsnelheden ten gevolge van het aanbrengen van extra spuicapaciteit. De mogelijke ontwikkeling van een recreantenhaven in de zuidelijke werkhaven verdient hierbij bijzondere aandacht. De huidige zuidelijk georiënteerde havenopening ligt ongunstig ten opzichte van de stroming door de zuidelijke doorlaatmiddelen. Aanbevolen wordt nadere studie te doen naar de mogelijkheid om de havenmond naar het noorden of westen te verleggen.

De waterstand in het Grevelingenmeer is momenteel relatief constant. Dit gaat echter veranderen als er sprake is van grotere spuicapaciteit: de waterstandsfluctuaties zullen toenemen. Deze waterstandsfluctuaties hebben mogelijk een effect op gebruiksfuncties van de Grevelingen, maar mogelijk ook op bestaande oeverbeschermingen. Hierop wordt in notitie 2: oplossingsrichtingen nader ingegaan.

Tot slot zal het 'statische' morfologische systeem van de Grevelingen weer actief worden. Dit leidt tot bodemveranderingen in zowel de Voordelta als de Grevelingen zelf. In een vervolgfase dient nadrukkelijk aandacht te worden besteed aan deze mogelijke veranderingen.

Referenties

[1] Kwantitatieve analyse en prognose morfologische ontwikkeling Voordelta, Alkyon, A1770/A1770R1r2, oktober 2006, in opdracht van Rijkswaterstaat RIKZ

[2] Morfodynamische ontwikkeling Voordelta, Alkyon, A1698/A1698R2r1, juni 2006, in opdracht van Rijkswaterstaat RIKZ

Afbeelding 1. Zoekgebieden voor doorlaatmiddelen in de Brouwersdam



Bijlage II notitie civieltechnische aspecten

Witteveen+Bos
Willemsskade 19-20
postbus 2397
3000 CJ Rotterdam
telefoon 010 244 28 00
telefax 010 244 28 88

onderwerp	Civieltechnische aspecten doorlaatmiddel Brouwersdam
project	Verkenning Grevelingen Water en Getij
opdrachtgever	Rijkswaterstaat Zeeland
projectcode	RW1664-53
referentie	RW1664-53
opgemaakt door	ir. M.J.J. Boon
status	definitief
datum opmaak	2 september 2008
bijlagen	I Dwarsprofielen Brouwerdam II Dieptekaarten Noordzee langs Brouwersdam

aan projectgroep Grevelingen Water en Getij

1. INLEIDING

afsluiting Grevelingen

Na het afsluiten van de Grevelingen door de Grevelingendam (1964) en de Brouwersdam (1971) is een meer ontstaan met een min of meer vast (streef)peil: het Grevelingenmeer. Ondanks de aanleg van de Brouwerssluis (1978) en de uitwisseling met het zoute kustwater is de ecologische toestand van het Grevelingenmeer in de laatste decennia achteruitgegaan.

oplossingsrichtingen

De oplossingsrichting voor dit probleem is introductie van meer waterbeweging door het inlaten van getijstroming via de Brouwersdam. Meer getij en stroming in het Grevelingenmeer zal leiden tot meer menging en verversing van het water. Hierdoor zal de zuurstofhuishouding aanzienlijk verbeterd kunnen worden.

Ten behoeve hiervan is in een eerder stadium een aantal alternatieven opgesteld (zie lit. 1)). In deze notitie wordt ingegaan op twee van deze alternatieven, te weten:

- Gedempt getij;
- Maximaal getij.

Deze alternatieven gaan uit van het significant vergroten van de getijstroming door de Brouwersdam door het realiseren van aanvullende doorlaatmiddelen naast de bestaande Brouwerssluis.

onderwerp notitie

Deze notitie behandelt de civieltechnische overwegingen bij de locatiekeuze en uitvoeringsmethode van de extra doorlaatmiddelen. Hiertoe wordt op hoofdlijnen ingegaan op de volgende punten:

- constructieve overwegingen;
- beschikbare ruimte;
- uitvoeringstechnische overwegingen;
- combinatie met andere civiele kunstwerken (scheepvaartsluis en getijcentrale);
- waterkerende functie;

- verkeersfunctie.

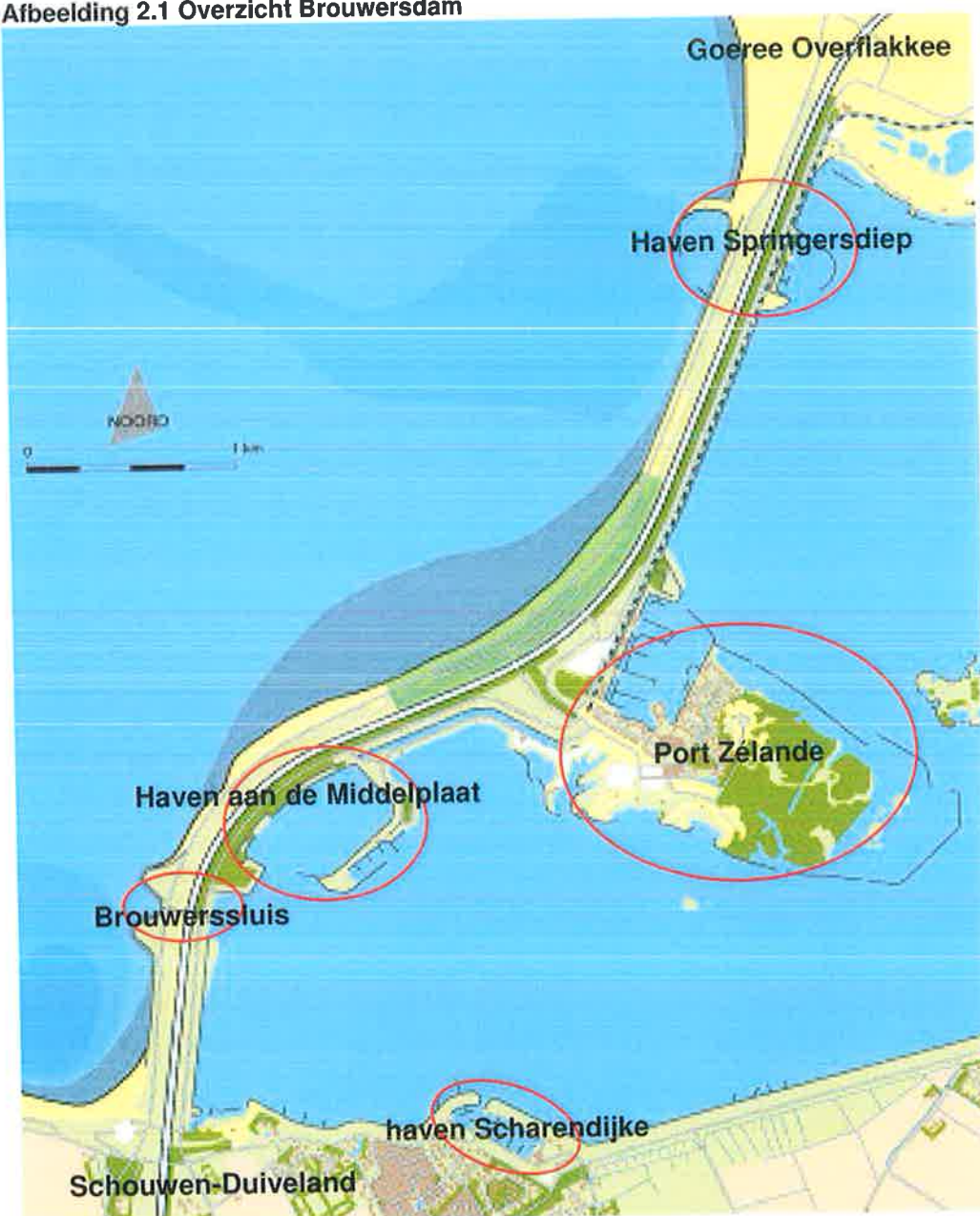
2. UITGANGSPUNTEN

2.1. Brouwersdam

2.1.1. Algemeen

De Brouwersdam is in de jaren 1970 aangelegd om de Grevelingen af te sluiten. Een overzichtskaartje van de dam is opgenomen in Afbeelding 2.1.

Afbeelding 2.1 Overzicht Brouwersdam



2.1.2. Aanleg en constructie

Er zijn op basis van de constructie en methode van aanleg van de Brouwersdam drie verschillende onderdelen te identificeren:

1. het zuidelijke sluitgat;
2. het middelste deel ter plekke van de Kabbelaarsbank en de Middelpaalt;
3. het noordelijke sluitgat.

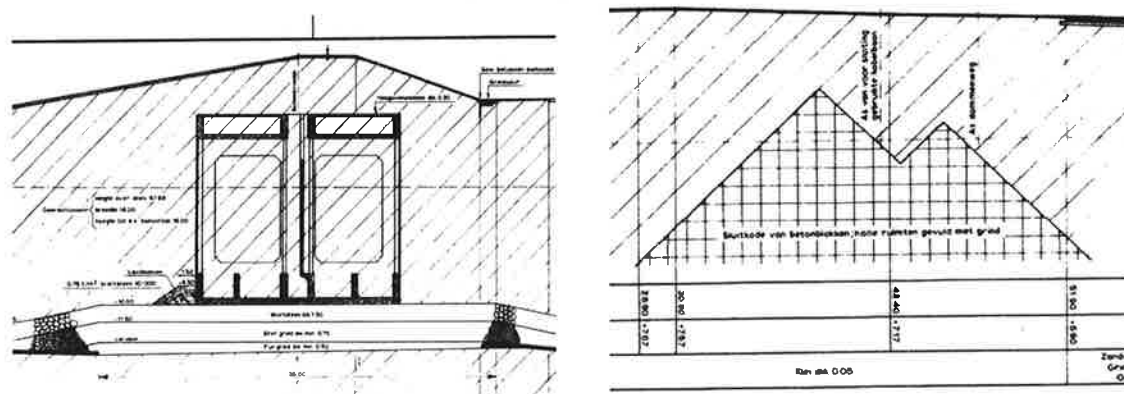
Het middelste deel van de dam is uitgevoerd in zand op de ondiepte van de Kabbelaarsbank en Middelpaalt. Dit deel van de dam is als eerste uitgevoerd. Vervolgens zijn tegelijkertijd het zuidelijke en het noordelijke sluitgat gesloten.

Het noordelijke sluitgat ligt ter plekke van een relatief ondiepe stroomgeul met vlakke bodem. Deze stroomgeul is gesloten met behulp van caissons met de volgende afmetingen:

- breedte: 18 m;
- hoogte: 16,2 m;
- lengte: 68 m;
- hoogteligging onderkant caissons NAP -10 m.

De stroomgeul bij het zuidelijke sluitgat was dieper en de bodem minder regelmatig waardoor de sluiting niet met caissons kon worden uitgevoerd. Daarom is het sluitgat hier gedicht door het afwerpen van betonblokken (van circa 2,5 ton) met behulp van een kabelbaan.

Afbeelding 2.2 Dwarsdoorsnede Brouwersdam met caissons en betonblokken



2.2. Diepte

De diepte van het Brouwershavense Gat varieert over de lengte van de Brouwersdam. Daarnaast is het zo dat sinds de aanleg van de Grevelingen de diepte van de voormalige getijdegeulen is afgenomen. Ter illustratie toont Afbeelding 2.3 twee kaarten met dieptelijnen aan de Noordzeezijde van de Brouwersdam in 1988 en in 2004. Beide kaarten zijn ook opgenomen in bijlage II.

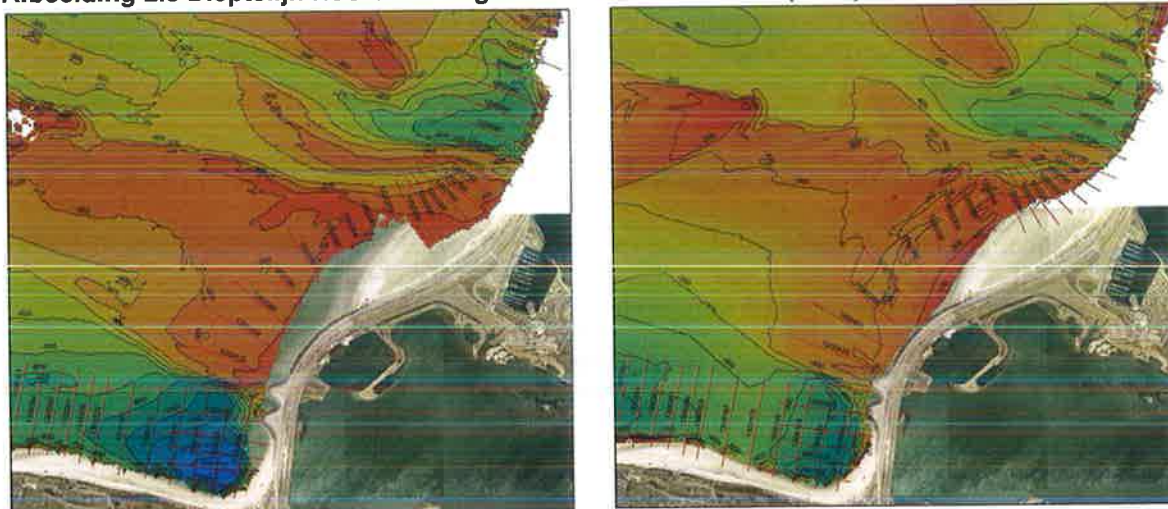
Oorspronkelijk is de diepte nog groter geweest dan in de dieptekaart van 1988 is weergegeven. De ontwerptekeningen van de dam (zie bijlage I) laten plaatselijk diepten zien rond NAP -15 m bij het noordelijk en NAP -20 m bij het zuidelijk sluitgat.

Op de kaarten zijn enerzijds de twee sluitgaten en anderzijds de ondiepte rond de Middelpaat en Kabbelaarsbank te herkennen. Er wordt voornamelijk van uitgegaan dat de diepte aan de Grevelingenzijde van de dam vergelijkbaar is met de Noordzeezijde. Voor de drie delen van de Brouwersdam is de diepte aan de Noordzee-zijde (op basis van de dieptekaart van 2004):

- noordelijk sluitgat: circa NAP -6,0 tot -7,0 m;
- zuidelijk sluitgat: circa NAP -8,0 tot -9,0 m.
- Middelpaat / Kabbelaarsbank: variërend van NAP -2,0 tot -3,0 m (plaatselijk ook aanzanding).

De aanleg en ingebruikname van een nieuw doorlaatmiddel kan mogelijk leiden tot verdieping van de geulen (zie notitie morfologische aspecten).

Afbeelding 2.3 Dieptelijn Noordzee langs Brouwersdam in 1988 (links) en 2004 (rechts)



bron: Brouwersdam dieptelijnkaart 1988 en 2004, Rijkswaterstaat, 18-06-2007

2.3. Brouwerssluis

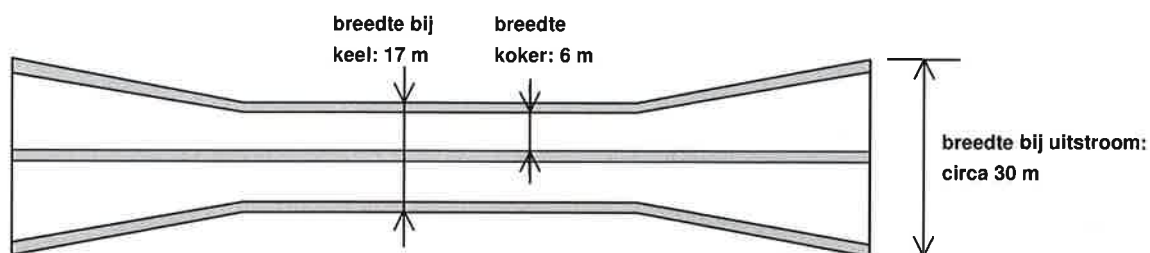
De bestaande Brouwerssluis is in 1978 in gebruik genomen ten behoeve van het uitwisselen van water met de Grevelingen. De locatie van de Brouwerssluis is aan de noordzijde van het zuidelijke sluitgat. Dit sluitgat is met betonblokken, afgeworpen met behulp van een kabelbaan, gesloten. De Brouwerssluis is van later datum dan de Brouwersdam en is dan ook door de kern van betonblokken aangelegd.

De dimensies van de Brouwerssluis zijn (bron: lit. 3 en lit. 4):

- 2 kokers (gezamenlijk doorstroomprofiel 54 m²):
 - drempelhoogte: NAP -11 m;
 - lengte: 195 m;
 - plafond in- en uitstroomopening: NAP -3,0 m;
 - breedte in- en uitstroomopening: circa 30 m;
 - afmetingen keel (midden) per koker: 6 m breed, 4,5 m hoog en 20 m lang;
 - wanddikten kokers: buitenwanden 1,5 m en tussenwand 2,0 m;
 - totale breedte bij keel (inclusief wanddikte): 17 m.
- stortbed:
 - lengte zeezijde: 121 m;
 - lengte meerzijde: tot einde stroomgeleiders.
- stroomgeleiders:
 - breedte bij aansluiting op Brouwersdam: circa 180 m;
 - lengte vanaf Brouwersdam: circa 150 m.

De vorm van de sluis (in bovenaanzicht) is schetsmatig weergegeven in Afbeelding 2.4.

Afbeelding 2.4 Schets bovenaanzicht Brouwerssluis



Afbeelding 2.5 Brouwerssluis



Bron: Google Earth Professional

2.4. Nieuw doorlaatmiddel

De twee alternatieven voor een nieuw doorlaatmiddel worden onderscheiden op basis van de capaciteit. Tabel 2.1 toont beide alternatieven in vergelijking met de bestaande Brouwerssluis.

Tabel 2.1 capaciteit doorlaatmiddel (bron: [lit. 1])

Situatie	daggemiddeld debiet (m ³ /s)	omvang t.o.v. huidige situatie	gewenste getijslag (cm)
Huidig (Brouwerssluis)	125	1 x	5
Gedempt getij	1.000	8 x	50
Maximaal Getij	2.500	20 x	100

3. OVERWEGINGEN

3.1. Algemeen

Aan de basis van de mogelijke locaties voor en uitvoeringsmethode van een nieuw doorlaatmiddel ligt een aantal overwegingen met betrekking tot:

- de benodigde ruimte en potentiële locaties;
- uitvoering in of naast huidige dam;
- aanleg door zand, caissons of blokken;
- aanleg vanaf Noordzee- of Grevelingenzijde;
- aanleg in of naast Brouwersdam;
- aanleg in den natte of in den droge;
- aanleg in combinatie met een scheepvaartsluis;
- aanleg in combinatie met een getijcentrale;
- de waterkerende functie van de dam;
- de verkeersfunctie van de dam;
- de uitvoeringsmethode.

3.2. Benodigde ruimte en potentiële locaties

locaties

Drie potentiële locaties voor het nieuwe doorlaatmiddel die op basis van omgevingskenmerken en constructie van de Brouwersdam zijn te identificeren, zijn:

1. het noordelijke sluitgat;
2. de haven aan de Middelplaat (tussen Port Zélande en de Brouwerssluis);
3. het zuidelijke sluitgat (ten zuiden van de Brouwerssluis).

Afbeelding 3.1 Mogelijke locaties doorlaatmiddel



Tevens kan worden gekozen voor realisatie op **twee** locaties langs de dam. Dit zou mogelijk tot een betere verdeling van het water in de Grevelingen kunnen leiden. Hier wordt echter in deze notitie niet verder op in gegaan.

stroomvoerende doorsnede

De benodigde ruimte is primair afhankelijk van de benodigde stroomvoerende doorsnede. Om te bepalen wat de omvang van het doorlaatmiddel dient te worden, is een berekening gemaakt op basis van een kombergingsbenadering. Met deze methode kan worden bepaald welke stroomvoerende doorsnede in de gewenste getijslag resulteert. De berekeningsresultaten zijn opgenomen in Tabel 3.1. De tabel geeft de benodigde stroomvoerende doorsnede voor de twee varianten.

Daarnaast geeft de tabel bij een stroomvoerende hoogte van 5 en 10 m de stroomvoerende breedte van het doorlaatmiddel. De hoogte van 5 m komt overeen met een doorlaatmiddel in de grootte van de bestaande Brouwerssluis. In de laatste twee kolommen wordt een indicatie van de totale breedte weergegeven inclusief wanden of peilers tussen de verschillende openingen.

Tabel 3.1 Berekeningsresultaten kombergingsbenadering

variant	gewenste getijslag	benodigde doorsnede (m ²)	breedte (m)		breedte incl. wanden / pijlers (m)	
			bij hoogte 5 m	bij hoogte 10 m	bij hoogte 5 m	bij hoogte 10 m
gedempt getij	50 cm	1.200	240	120	320**	160
maximaal getij	100 cm	3.000	600	300	800	400

* breedtes zijn exclusief de breedte van een eventuele scheepvaartsluis en stroomgeleiders; zie hiervoor Afbeelding 3.2.

** impressie bij deze configuratie is opgenomen in Afbeelding 3.2

De totale stroomvoerende doorsnede is hiermee ruim groter dan wanneer de doorsnede van de bestaande Brouwerssluis (54 m²) lineair wordt opgeschaald met een factor 8 of 20 voor respectievelijk de gedempt en maximaal getijvariant. Lineair opschalen is hier echter niet toegestaan. Hieronder volgt daarover een korte toelichting.

opschaling

Het debiet door het doorlaatmiddel wordt beïnvloed door het verval over het doorlaatmiddel. Het verval is afhankelijk van de waterstand op de Grevelingen en de waterstand op de Noordzee. Indien het getij op de Grevelingen het getij op de Noordzee nauwelijks volgt (zoals in de huidige situatie) dan zal het verval relatief groot zijn en daarmee ook de stroomsnelheid en het debiet.

Bij een klein doorlaatmiddel (zoals de Brouwerssluis) is het debiet relatief groot ten opzichte van de stroomvoerende doorsnede. Bij een groter doorlaatmiddel is het debiet kleiner ten opzichte van de stroomvoerende doorsnede, vanwege het kleinere verval. Het opschalen van de stroomvoerende doorsnede met een factor 8 of 20 (gedempt / maximaal getij) resulteert dus niet in een vergroting van het debiet met een factor 8 of 20.

Afbeelding 3.2 Projectie doorlaatmiddel (gedempt getij) inclusief scheepvaartsluis



Afbeelding 3.2 geeft het een projectie van het doorlaatmiddel op de drie locaties. Hierbij is tevens als optie de projectie een scheepvaartsluis weergegeven¹. Op de combinatie van het doorlaatmiddel met een scheepvaartsluis wordt in paragraaf 3.8 teruggekomen.

De beschikbare ruimte op de genoemde locaties is voldoende om ruimte te kunnen bieden aan zowel het "Gedempt getij" als het "Maximaal getij" alternatief. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat bij realisatie van het doorlaatmiddel bij de haven aan de Middelpaalt, de functie van deze haven komt te vervallen. Daarnaast kan plaatsing bij het zuidelijke sluitgat van het "Maximaal getij" (en in mindere mate het "Gedempt getij") alternatief conflicteren met de recreatieve functie van het hier aanwezige strand. Hier wordt in paragraaf 3.11 verder op in gegaan.

hoogte

Als uitgangspunt voor de diepteligging kan de drempelhoogte van de huidige Brouwerssluis worden aangehouden. Deze ligt op NAP -11 m. Deze diepte is niet overal beschikbaar:

1. noordelijke sluitgat: NAP -6,0 m tot NAP -7,0 m;
 2. haven aan de Middelpaalt: NAP -2,0 m tot NAP -3,0 m;
 3. zuidelijke sluitgat NAP -7,0 m tot NAP -8,0 m.
- Hieruit blijkt dat de voormalige getijdegeulen bij de twee sluitgaten geschikter zijn dan de locatie 2.

Om locatie 2 bij de haven aan de Middelpaalt geschikt te maken voor aanleg van een doorlaatmiddel, dient er een relatief diepe geul gebaggerd te worden die aanluit op de voormalige getijdegeul. Het is mogelijk dat ook in de toekomst baggerwerk ten behoeve van onderhoud van deze geulen noodzakelijk zal blijven. Dit wordt behandeld in de notitie "Morfologische aspecten locatiekeuze spuisluisen Brouwersdam" [lit. 2].

3.3. Zand, caissons of blokken

Bij de locatiekeuze dient ook rekening te worden gehouden met het aanwezige materiaal in de kern van de dam. Bij een locatie bij het zuidelijke sluitgat zal de sluis door een kern van betonblokken moeten worden aangelegd. Bij het noordelijk sluitgat vormt de aanwezigheid van caissons in de kern van de dam een obstakel. Naast de caissons vormt ook de drempelconstructie waarop de caissons zijn geplaatst een obstakel. Deze drempel van dikke lagen stortsteen maakt het moeilijk (of zelfs onmogelijk) om bijvoorbeeld damwanden voor een bouwkuip aan te brengen².

Rond de Middelpaalt en de Kabbelaarsbank bestaat de kern van de dam uit zand. Aanleg van de dam rond de Middelpaalt is constructief gezien het meest eenvoudig vanwege deze zandkern. Bij het zuidelijke sluitgat is de aanleg moeilijker door de aanwezigheid van de betonblokken waarmee het sluitgat is gedicht. Deze blokken dienen (bijvoorbeeld) met behulp van kranen een voor een verwijderd te worden.

De aanleg bij het noordelijke sluitgat zal constructief gezien het minst eenvoudig zijn. Hoewel de caissons zijn voorzien van doorlaatopeningen³ ten behoeve van de aanleg, wordt er van uitgegaan dat deze niet voor het doorlaatmiddel kunnen worden gebruikt. Verder is het de vraag of de caissons (met een lengte van 68 m) in zijn geheel kunnen worden verwijderd. Vooralsnog wordt ervan uitgegaan dat er in de caissons gezaagd of gebroken zou moeten worden indien de aanleg hier zou plaatsvinden.

3.4. Aanleg in den natte of in den droge

De aanleg van de doorlaatmiddel kan op verschillende manieren worden uitgevoerd:

- in den natte: door middel van het afzinken van betonnen elementen (caissons);

¹ De lay-out van de schutsluis is gebaseerd op die van de Houtribsluis te Lelystad.

² Bij het doorlaatmiddel in de Zandkreekdijk was een soortgelijke damopbouw aanwezig met een drempel van dikke lagen stortsteen. Hierdoor bleek het noodzakelijk om de constructie aan te leggen in een relatief omvangrijke bouwput in plaats van een bouwkuip.

³ De schuiven in de openingen van ieder caisson zijn na het afzinken van ieder caisson geopend. Nadat het laatste caisson was afgezonden zijn de schuiven permanent gesloten en de caissons gevuld met zand [lit. 6].

- in den droge: door middel van het realiseren van een bouwkuip en constructie van het doorlaatmiddel ter plekke.

Gezien de diepte van een eventuele bouwkuip, de zandbodem en de omvang van het project is aanleg in den droge niet eenvoudig. Het waterbezwaar in de bouwkuip zal aanzienlijk zijn. Anderzijds is het zo dat de bestaande Brouwerssluis ook in een bouwput was aangelegd. De noodzaak van aanleg in de natte is hier niet direct aanwezig. Het afzinken van caissons vindt doorgaans plaats om een getijsluiting te bewerkstelligen. De Brouwersdam is echter al gesloten. Het op een andere locatie bouwen van caissons met het doorlaatmiddel, deze vervolgens transporteren en af zinken in de uiteindelijke locatie in de Brouwersdam zal daarnaast de kwaliteit niet ten goede komen en zal ook financieel niet efficiënt zijn.

3.5. Aanleg in of naast huidige dam

Uitvoeringstechnisch gezien kan het de voorkeur genieten om het nieuwe doorlaatmiddel niet in de huidige dam maar in een (schier)eiland in de Noordzee of in de Grevelingen te realiseren. Het tracé van de bestaande dam kan hier dan op worden aangepast. Uit esthetisch oogpunt kan het echter het gewenst zijn dat de huidige vorm (lijn) van de Brouwersdam zoveel mogelijk behouden blijft.

3.6. Noordzee- of Grevelingenzijde

De aanleg van een nieuw doorlaatmiddel kan zowel aan de Noordzee- of aan de Grevelingenzijde van de Brouwersdam plaatsvinden. Aanleg vanaf de Noordzee heeft als nadeel dat de werkzaamheden worden beïnvloed door het getij. Tevens is het golfklimaat hier extremer dan aan de kant van de Grevelingen. De aanleg vanaf de Grevelingen is daarom te verkiezen boven aanleg vanaf de Noordzee.

3.7. Combinatie met getijcentrale

Naast de uitwisseling van water tussen Grevelingen en Noordzee kan een nieuw doorlaatmiddel ook worden uitgevoerd in combinatie met een getijcentrale voor de opwekking van energie uit waterkracht. De inpassing van een getijcentrale in het doorlaatmiddel is goed mogelijk. Op de vormgeving en afmetingen van een dergelijke toepassing wordt in deze notitie niet ingegaan.

Een getijcentrale in de kokers van een doorlaatmiddel zorgt echter wel voor een extra weerstand waardoor de capaciteit van het doorlaatmiddel af zal nemen. Om dit te compenseren zal de totale stroomvoerende doorsnede verder vergroot moeten worden. De omvang van een dergelijke capaciteitsafname en de benodigde extra stroomvoerende doorsnede zal in een volgend stadium moeten worden vastgesteld.

3.8. Combinatie met scheepvaartsluis

Vanwege de recreatieve functie van de Grevelingen met betrekking tot de pleziervaart, wordt tevens de haalbaarheid van een schutsluis in de Brouwersdam onderzocht. De relatief grote stroomsnelheden en turbulentie die optreden bij het doorlaatmiddel conflicteren echter met de behoefte van de pleziervaart aan rustiger water (juist in de nabijheid van de schutsluis) in verband met opstelplaatsen en aanvaar-routes.

Anderzijds is het concentreren van het doorlaatmiddel en de schutsluis op één locatie bouw- en uitvoeringstechnisch gezien juist aantrekkelijk. Er is dan slechts sprake van één bouwput / onderbreking in de Brouwersdam. Wel zal er in dit geval extra aandacht moeten worden geschonken aan een voorziening die de pleziervaart, bij het passeren van de sluis, afschermt van de sterke stroming door het doorlaatmiddel. Op de vormgeving van een dergelijke voorziening wordt hier echter niet ingegaan. Ter illustratie is in Afbeelding 3.3 de situatie rond de Roompotsluis in de Oosterscheldekering weergegeven.

Afbeelding 3.3 Oosterscheldekering met Roompotsluis



Bron: Google Earth Professional

3.9. Primaire waterkering

De Brouwersdam is een primaire waterkering die het achterliggende gebied rondom de Grevelingen beschermt tegen hoog water. Bij aanleg van een doorlaatmiddel dient de waterkerende functie van de Brouwersdam te allen tijde verzekerd te blijven. Dit kan betekenen dat (tijdelijk) een vervangende waterkering dient te worden gerealiseerd.

3.10. Verkeersfunctie

Over de Brouwersdam loop de N57. De functie van de dam als hoofdverkeersader zal bij aanleg van een nieuwe spuisluis in acht moeten worden genomen. Dit betekent dat het tracé van de N57 permanent dan wel tijdelijk zal moeten worden aangepast of omgelegd. Een permanente aanpassing is bijvoorbeeld denkbaar bij een aangepast tracé van de dam. Ook hier is het waarschijnlijk gewenst om het bestaande tracé te behouden, teneinde de doorstroom van het verkeer over de N57 niet nadelig te beïnvloeden.

3.11. Hinder voor recreatie

De Grevelingen wordt intensief voor recreatieve doeleinden gebruikt. Locaties die een duidelijke recreatieve functie hebben zijn:

- Haven Springersdiep (ten noorden van het noordelijk sluitgat);
- het strand aan de zuidzijde van het noordelijke sluitgat;
- Port Zélande (ter hoogte van de Middelpaat en Kabbelaarsbank);
- haven aan de Middelpaat (ten noorden van het zuidelijk sluitgat);
- de haven van Scharendijke (Schouwen-Duiveland);
- de noordoever van Schouwen-Duiveland (aan zowel Noordzee- als Grevelingenzijde).

Bij realisatie van het doorlaatmiddel ter plekke van de haven aan de Middelpaat zal de functie van deze haven komen te vervallen. De haven kent momenteel slechts beperkte recreatieve activiteit. Er bestaan echter plannen om de haven te ontwikkelen tot jachthaven. Bij realisatie ter plekke van het zuidelijke sluitgat zal het alternatief "Maximaal getij" mogelijk conflicteren met de recreatieve functie van het strand aan de Noordzezijde van de Brouwersdam.

Hiernaast geldt voor alle locaties dat de relatief grote stroomsnelheid door het doorlaatmiddel hinder zal kunnen opleveren voor de recreatie in het gebied. Ten behoeve hiervan zullen in een volgende fase be-

rekeningen moeten worden gemaakt van de stroomsnelheid om zo de hinder voor de recreatie in kaart te kunnen brengen. In dit stadium kan nog geen uitspraak worden gedaan over de mate van hinder die optreedt bij de drie voorgestelde locaties voor het doorlaatmiddel.

3.12. Uitvoeringsmethode

3.12.1. Algemeen

Op basis van de overwegingen in dit hoofdstuk, spelen de volgende aandachtspunten een rol bij het bepalen van een uitvoeringsmethode:

- verzekeren waterkerende functie;
- waarborgen doorgang verkeer tijdens de bouwfase.

Op basis hiervan wordt hieronder een tweetal uitvoeringsmethoden geschetst. Deze onderscheiden zich in de eerste plaats door het al dan niet behouden van de lijn (het tracé) van de Brouwersdam.

3.12.2. Aanleg in lijn van Brouwersdam

Om de bestaande lijn van de Brouwersdam te behouden, zal eerst een tijdelijke waterkering (dam) moeten worden aangelegd langs het deel van de huidige Brouwersdam ter hoogte van het te bouwen doorlaatmiddel. Deze tijdelijke waterkering kan tevens dienst doen als bypass voor het verkeer over de N57. Een mogelijkheid om dit te doen is hieronder beschreven.

De bestaande Brouwerssluis is voorzien van stroomgeleiders aan weerszijden van de Brouwersdam. De stroomgeleiders aan de Noordzezijde van de dam hebben een breedte van circa 240 m (gemeten langs Brouwersdam) en steken circa 150 m de zee in. Ook het nieuwe doorlaatmiddel zal moeten worden voorzien van stroomgeleiders.

Na aanleg van de nieuwe stroomgeleiders kan de ruimte tussen de stroomgeleiders tijdelijk worden opgevuld. Deze opvulling kan functioneren als vervangende waterkering maar ook ten behoeve van een bypass voor het verkeer over de N57. Vervolgens kan de Brouwersdam achter deze vervangende waterkering worden ontgraven. Het nieuwe doorlaatmiddel kan dan in de bestaande lijn van de Brouwersdam worden gerealiseerd in een bouwkuip of door het laten afzinken van een of enkele betonnen elementen die het doorlaatmiddel bevatten.

3.12.3. Aanleg langs Brouwersdam

Indien het minder van belang wordt geacht dat de bestaande lijn van de dam in ere wordt gehouden, kan het doorlaatmiddel ook langs de dam worden aangelegd. Dit is wel een vrij ingrijpende oplossing, mede omdat het tracé van de provinciale weg N57 hiervoor moet worden aangepast.

Bij aanleg in den droge dient aan de zijde van de Grevelingen een (schier)eiland gecreëerd te worden. Hierin kan in een bouwput het doorlaatmiddel worden gerealiseerd. De Brouwersdam wordt vervolgens verlegd om aan te sluiten op het gerealiseerde doorlaatmiddel. Tenslotte wordt de oude dam aan de Noordzezijde van het nieuwe doorlaatmiddel verwijderd.

Bij aanleg in den natte kan het doorlaatmiddel door middel van caissons worden afgezonken op een drempel achter de Brouwersdam. Vervolgens kan de dam worden verlegd om aan te sluiten op het doorlaatmiddel. Ook hier dient, na het realiseren van de aansluiting, het oude deel van de Brouwersdam aan de zeezijde van het doorlaatmiddel verwijderd te worden.

4. VERGELIJKING EN SLOTOPMERKING

4.1. Vergelijking locaties

algemeen

De drie genoemde locaties onderscheiden zich slechts op een aantal punten. Voor de meeste van de in het voorgaande hoofdstuk behandelde aspecten is geen onderscheid tussen de locaties. Tevens zijn de in hoofdstuk 3 genoemde methoden van uitvoering goed toepasbaar op de drie verschillende locaties.

De inpassing van een getijcentrale en een scheepvaartsluis bij het doorlaatmiddel zijn in principe mogelijk op de genoemde locaties. Bij deze toepassing geldt wel (onafhankelijk van de locatie) een aantal aandachtspunten. Hiervoor wordt verwezen naar paragraaf 3.7 en 3.8.

noordelijk sluitgat

De diepte van de bodem bij het noordelijke sluitgat sluit redelijk goed aan op de benodigde diepte voor het doorlaatmiddel. De aanwezigheid van de caissons in de kern van de dam vormen echter een serieus obstakel voor de aanleg. Waarschijnlijk is aanleg in den natte bij het noordelijk sluitgat ook minder goed mogelijk.

zuidelijk sluitgat

De diepte bij het zuidelijk sluitgat sluit het beste aan op de gewenste diepte. De kern van de dam bestaat hier uit betonnen blokken wat een eenvoudiger en nauwkeurigere uitvoering mogelijk maakt dan ter plaatse van de caissons. Het zuidelijk sluitgat verdient in dit opzicht dan ook de voorkeur boven het noordelijk sluitgat. Mogelijk zal de realisatie bij het zuidelijke sluitgat met name bij de variant "Maximaal getij" conflicteren met de recreatieve functie van het strand aan de Noordzeezijde van de Brouwersdam.

haven aan de Middelplaat

Omdat de kern van de Brouwersdam ter hoogte van de haven aan de Middelplaat uit zand bestaat, is de aanleg hier eenvoudiger dan bij het noordelijke en zuidelijke sluitgat. De diepte is hier echter beperkt. Om aan te sluiten op de voormalige getijdegeul zal een verbindende geul moeten worden gebaggerd. Dit is technisch goed mogelijk, maar de haalbaarheid hangt ook af van de morfologische wenselijkheid hiervan. Tenslotte is het zo dat realisatie van een doorlaatmiddel op deze locatie botst met een (mogelijke toekomstige) recreatieve bestemming van de haven aan de Middelplaat.

overige mogelijkheden

In deze notitie is niet ingegaan op de aanpassing c.q. uitbreiding van de huidige Brouwerssluis. Dit is echter wel een mogelijkheid. Wat betreft voor en nadelen is deze mogelijkheid vergelijkbaar met realisatie bij het zuidelijke sluitgat. De dam bestaat hier net als bij het zuidelijke sluitgat uit betonnen blokken. Een extra nadeel van uitbreiding van de Brouwerssluis is dat de bestaande sluis tijdens de uitbreiding waarschijnlijk gedurende langere tijd buiten werking zal moeten worden gesteld. Tijdens deze periode zal de verversing van water in de Grevelingen stil komen te staan. Daarnaast zal er bij het ontwerp van de uitbreiding rekening moeten worden gehouden met de bestaande sluis.

4.2. Slotopmerking

ontwerp

Bij de overwegingen in deze notitie is niet specifiek ingegaan op het ontwerp van een nieuw doorlaatmiddel. Een mogelijkheid is om hiervoor de bestaande Brouwerssluis als voorbeeld te gebruiken. In een volgend stadium kan ook worden overwogen om een ontwerp op te stellen met andere afmetingen (bijvoorbeeld breder maar minder diep of dieper maar minder breed). Dit is aan te bevelen omdat in de bestaande doorlaatsluis relatief hoge stroomsnelheden optreden vanwege de venturi-vorm. Om luchtaan-

zuiging via het schuivenhuis te voorkomen is de constructie van de huidige sluis relatief diep aangelegd. Bij aanleg van bijvoorbeeld een open spuisluis is minder diepte nodig.

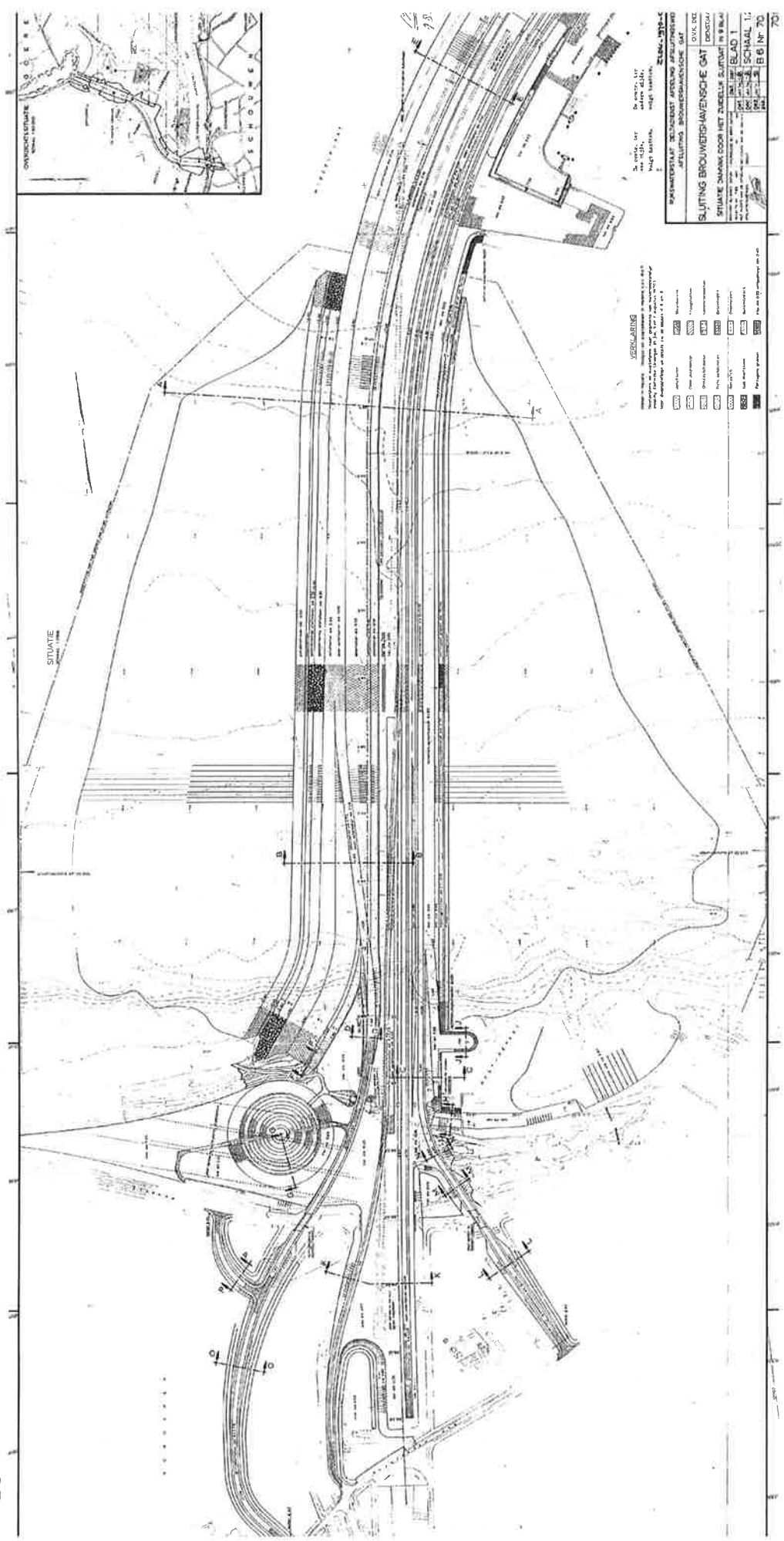
overige aspecten

Naast de in deze notitie behandelde civiele aspecten, zijn ook andere aspecten zoals morfologie en waterkwaliteit van belang. Ook de hinder voor recreatie door bijvoorbeeld de relatief hoge stroomsnelheid is een punt van aandacht. Een uiteindelijke keuze zal moeten worden gemaakt op basis van alle relevante aspecten.

5. LITERATUUR

- lit. 1. Memo - Uitwerking en onderbouwing scenario's Grevelingenmeer en korte toelichting, H. Haas, 10 april 2008
- lit. 2. Notitie 3: Morfologische aspecten locatiekeuze spuisluizen Brouwersdam, Witteveen+Bos, concept d.d. 11 april 2008
- lit. 3. F.J.IJ., 13-3-1980. (Nota Brouwerssluis)
- lit. 4. Tekening "Doorlaatsluis Brouwersdam – doorlaatkokers," RWS directie sluizen en stuwen, december 1974
- lit. 5. De dam door het Brouwershavensche Gat, RWS, ir. M. Loschacoff
- lit. 6. Afsluiting Brouwershavense Gat, artikel in Cement XXIII nr. 5, 1975

BIJLAGE I Dwarsprofielen Brouwersdam

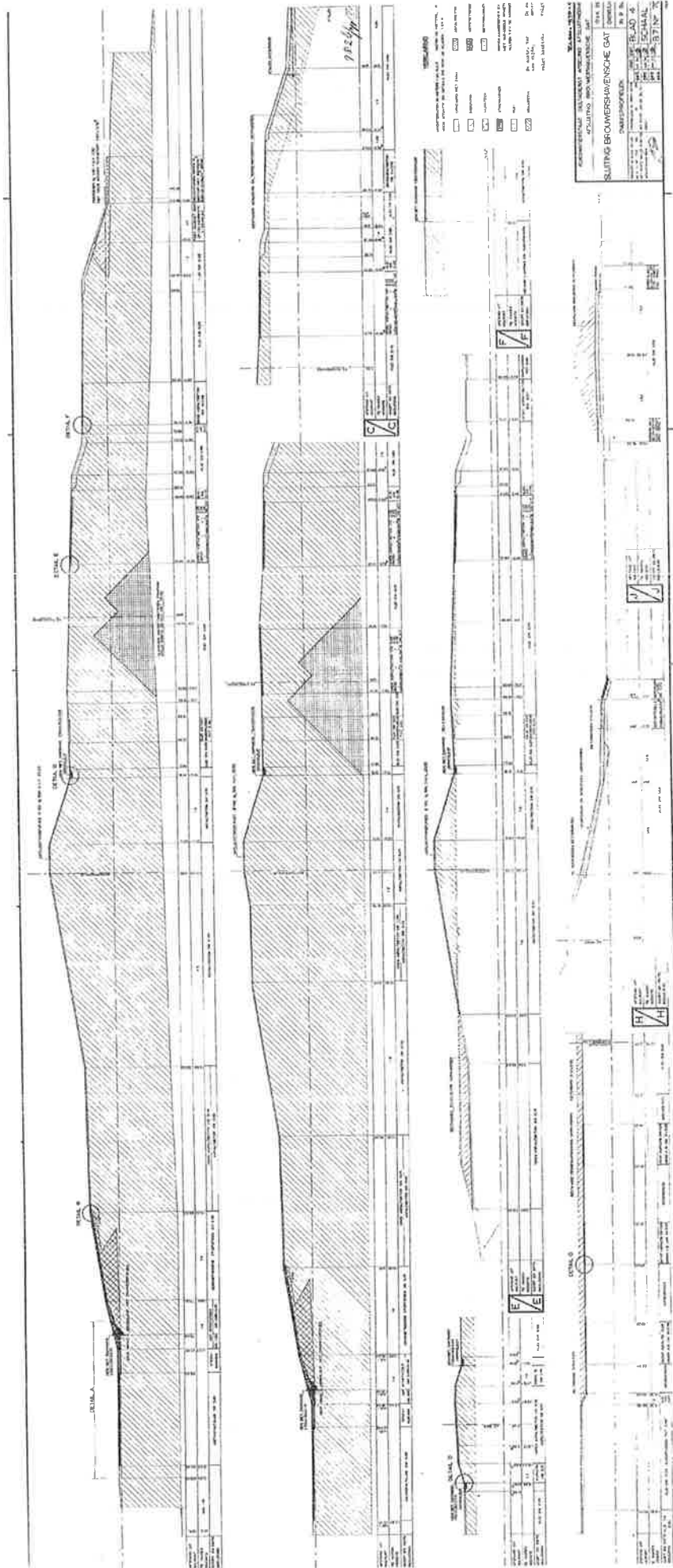


LEGENDA

De tekening is een plan van het station en de omliggende gebieden. De tekening is gemaakt op basis van de kadastrale kaarten en de gemeentelijke kaarten. De tekening is bedoeld om de ligging van het station en de omliggende gebieden te laten zien. De tekening is gemaakt op schaal 1:5000.

LEGENDA

De tekening is een plan van het station en de omliggende gebieden. De tekening is gemaakt op basis van de kadastrale kaarten en de gemeentelijke kaarten. De tekening is bedoeld om de ligging van het station en de omliggende gebieden te laten zien. De tekening is gemaakt op schaal 1:5000.



BIJLAGE II Dieptekaarten Noordzee langs Brouwersdam

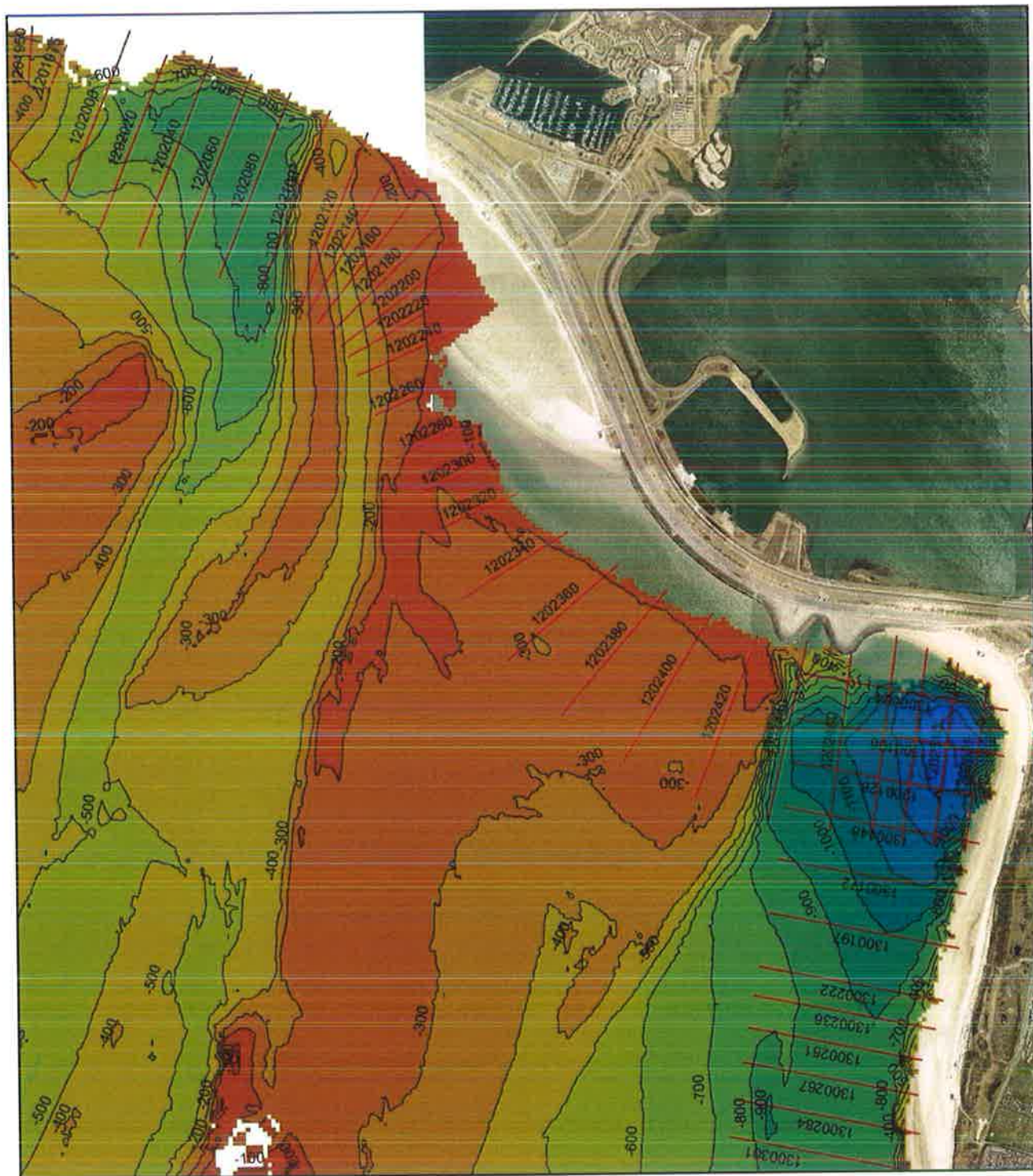
Brouwersdam Dieptelijnenkaart 1988



Auteur: M. Lazar
Datum: 18-6-2007
Kaartnummer:
Referentie:
Akkoord: kuserslazar\Brouwersdam
Gecontroleerd:
Schaal: 1:25.000
Bron:



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
AXW



jarkusz

High : 12

Low: -1509



Auteur: M. Lazar

Datum: 18-6-2007

Kaartnummer:

Referentie:
Akkoord: k:\users\lazar\Brouwersdam

Gecontroleerd:

Schaal: 1:25.000



 Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
AXW

