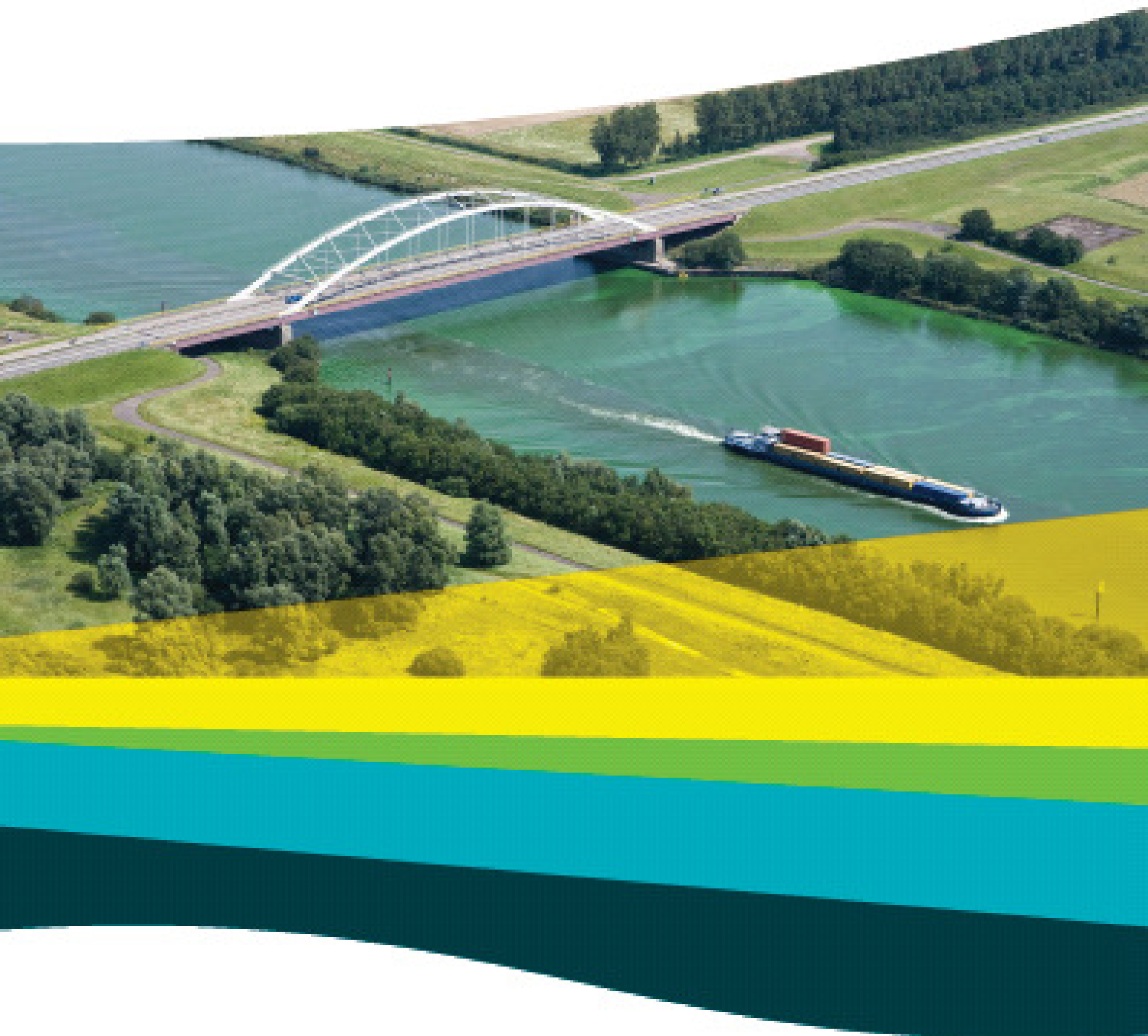




Rijkswaterstaat

# Verkenning doorvaartprofiel Schelde Rijn corridor in relatie tot variabele waterstanden

Dienst Zeeland



# **Verkenning doorvaartprofiel Schelde Rijn corridor in relatie tot variabele waterstanden**

## **Colofon:**

**Opdrachtgever: Kees Storm, afdeling Scheepvaart**

**Auteur: Dirk van Maldegem, afdeling Waterbeheer**

Redactionele bijdrage: Kees Storm

Kees Roelse, Dienst Verkeer & Scheepvaart

René Boeters, Dienst Zeeland

Kees Schefferlie, Dienst Zeeland

Otto Koedijk, Dienst Zuid Holland

**Voorpagina: Jan van de Broeke, Corporate Dienst**

**Foto's: fotoarchief RWS Dienst Zeeland**

**Rijkswaterstaat Zeeland**

**13 februari 2008**

## Inhoudsopgave:

		blz
1	Inleiding en vraagstelling	4
2	Uitgangspunten verkenning	4
3	De vaarweg Schelde Rijn	6
4	Waterstanden	13
5	Benodigd profiel van vrije ruimte	15
6	Scenario's	19
7	Resultaten	20
8	Conclusies, aanbevelingen en aandachtspunten	35
	Geraadpleegde literatuur	36

## 1. Inleiding en vraagstelling:

In het kader van de pré verkenning Schelde Rijn corridor is door AXS gevraagd waar mogelijk voor de maatgevende scheepvaartklasse bij de doorvaart van de Schelde Rijn corridor fysieke knelpunten kunnen ontstaan door verandering van de waterstanden. De Schelde Rijn corridor, die deel uitmaakt van de hoofdtransportassen, is in de nota Mobiliteit beschreven als een vaarweg geschikt voor schepen van de klasse VIb (4 baks duwvaart), Rijndoorvaarthoogte en als streefbeeld in 2020 4 laags containervaart.

Dit memo rapporteert deze verkenning.



Schelde Rijnkanaal door de Eendracht ter hoogte van de Vossemeerse brug

## 2. Uitgangspunten verkenning

De verkenning betreft het vaartraject vanaf de Kreekraksluizen t/m de Volkeraksluizen via het Zoommeer, de Eendracht en het Volkerak. De doorvaart via de Krammersluizen wordt hierbij betrokken. De zijwegen via de Bergse diepsluis en de West Brabantse kanalen blijven buiten beschouwing. Hetzelfde geldt voor de toegang naar langs gelegen havens en de aanlegmogelijkheden langs het tracé.

De verkenning wordt uitgevoerd voor de maatgevende scheepvaart die moet kunnen doorvaren. Uitgegaan wordt van het klasse VIb schepen en het streven naar vierlaagscontainer vaart. Het benodigde profiel van vrije ruimte (diepte, breedte en minimale doortvaarthoogte) zal in rekening worden gebracht. Dit zal zoveel mogelijk worden gezocht binnen de actuele vaarwegmarkering.

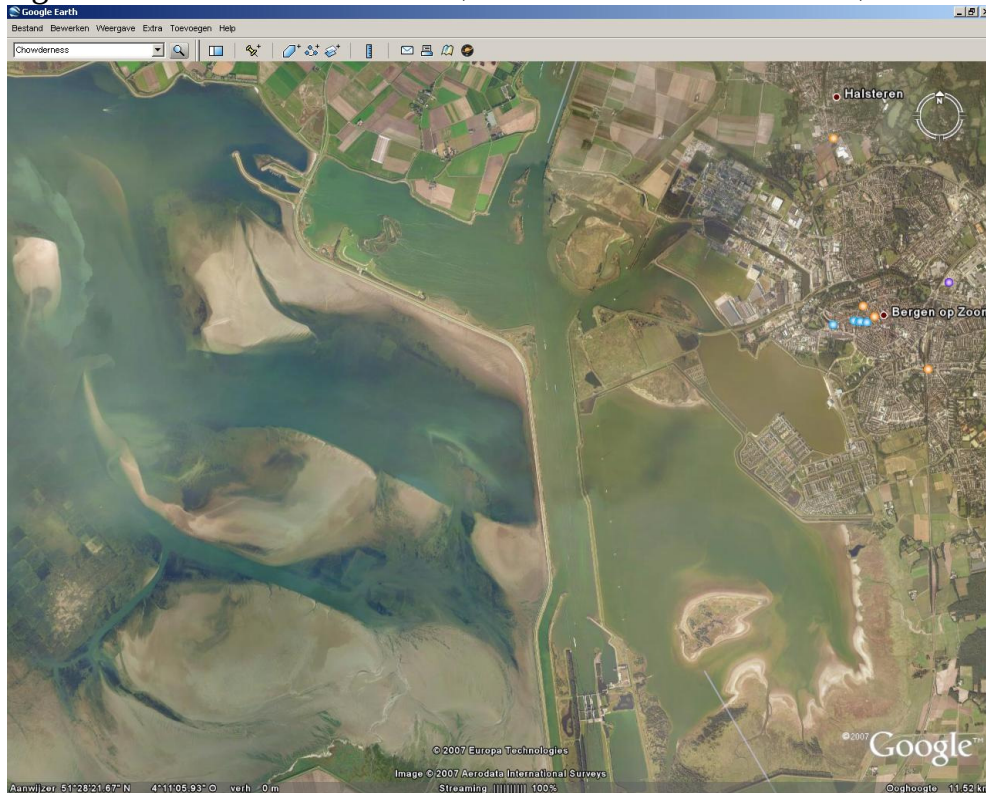
Rekening wordt gehouden met de variatie van de waterstanden in verband met mogelijk toekomstige veranderingen in het peilbeheer. De informatie die hierover

beschikbaar is in het kader van de planstudie Waterkwaliteit Volkerak-Zoommeer is door de projectleider René Boeters aangeleverd. De peiltoename, die mogelijk heel incidenteel kan voorkomen als gevolg van bergingscapaciteit in het kader van de Ruimte voor de Rivieren blijft buiten beschouwing.

### 3. De vaarweg Schelde Rijn

De vaarweg Schelde Rijn is het traject van het havengebied van Antwerpen (rechteroever Schelde) tot de Volkeraksluizen. Bij de verkenning van de knelpunten gaat het om het gebied vanaf de Kreekraksluizen tot de Volkeraksluizen. Dit gebied is grofweg in te delen in Zoommeer, Eendracht en Krammer-Volkerak<sup>1</sup>(figuren 1 t/m 3).

Figuur 1. Gedeelte Zoommeer (Kreekraksluizen – Eendracht)



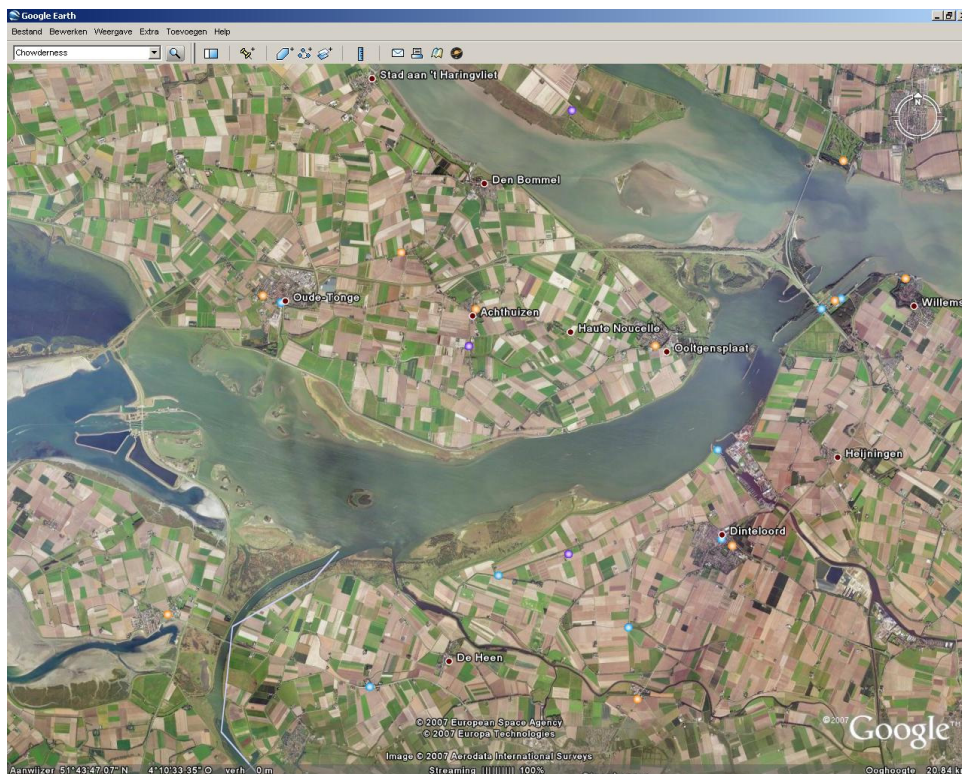
<sup>1</sup> Een digitaal beeld van het gebied is te verkrijgen met het ECS informatiesysteem. Dit systeem bevat informatie van de meest recente lodingen, de kunstwerken in het tracé, de aanwezige vaarwegvoorzieningen en de vaarwegmarkering.



Figuur 2. Gedeelte Eendracht



Figuur 3. Gedeelte Kramer – Volkerak (gedeelte Kramer – Volkeraksluizen)



### 3.1 Het vaarwegprofiel

Het vaarwegprofiel bestaat uit een voormalig estuarien gebied, dat na 1987 is afgescheiden van de invloed van het getij en een min of meer stagnant heeft gekregen. Hierin is deels een vaargeul is gebaggerd (1976 gereed), die zonnig op diepte wordt gehouden. De ontwerpbreedte van het kanaal bedraagt op de bodem van het kanaal (NAP-6m) 120 m voor rechte stukken en 127m in de bochten [Ref. Ontwerpnota compartimenteringswerken]<sup>2</sup>. De benodigde vaardiepte is gehouden op 5,5m, afgestemd op de vaardiepte van het Antwerps kanaalpand. Rekening houdende met een minimum waterstand van NAP -0,25m en een afwaaiing van 0,25m op het Zoommeer en Krammer/Volkerak is de bodemdiepte gesteld op minimaal NAP - 6,00m. Ten noorden en ten zuiden van de brug Vossemeer in het gedeelte Eendracht wordt de "120m ontwerpbreedte" op een aantal plaatsen niet gehaald. De minimale breedte bedraagt hier tussen de 100 en 120m. De vaarweg is recent gelood in de periode 2006 – 2007 (tabel 1).

Tabel 1 Lodingen van het vaarwegprofiel met single beam voor de gebiedsdelen:

Gebiedsdeel	Vak	Opnamedatum	Raaiafstand
Zoommeer en Eendracht	39	25 jan – 21 juni 2006	50 m Schelderijn kanaal 50 m Aanloop B op Zoom
Krammer tot halverwege Volkerak	36	25 feb – 2 maart 2007	100 m Tholense Gat
Volkerak tot Volkeraksluizen	37		200 m 200 m

Bij de lodingen zijn behalve de nevenvaarwaters ook vluchthavens meegenomen.

### 3.2 Oeverbescherming en stabiliteit waterkeringen langs de vaarweg

De waterkeringen langs de vaarweg zijn deels beschermd middels zinkstukken en oeververdedigingsmaterialen, en deels onbeschermd<sup>3</sup>. Indien aanpassingen van de vaarwegbreedte en – diepte nodig zijn, zal mogelijk ook de oeverbescherming moeten worden aangepast.

<sup>2</sup> Uit de ontwerpnota wordt niet duidelijk hoe aan deze dimensie is gekomen. Het ontwerp dateert uit de tijd van vóór de aanleg van de Schelde Rijn verbinding (aanlegperiode 1967 – 1976).

<sup>3</sup> Informatie hierover is te vinden zijn bij het waterdistrict Zeeuwse Delta, het waterschap Zeeuwse Eilanden en het Waterschap Brabantse Delta



Bij de stabiliteit(sberekeningen) van de waterkeringen langs de Eendracht is in 1987 uitgegaan van een minimum kanaalpeil van NAP  $-0,5\text{m}$  in de Eendracht en een maximaal peil in het dijklichaam van NAP  $+0,5\text{m}$ . Deze condities waren gunstiger dan de situatie met een getij tot vóór 1987. De waterkeringen bleken in 1987 te voldoen aan deze nieuwe randvoorwaarden. De conclusie was dat bij mogelijk zwakke plekken zoals bij ontgrondingskuilen geen aanpassing nodig was. Indien het waterpeil structureel af gaat wijken van deze randvoorwaarden dient advies te worden ingewonnen omtrent de stabiliteit van de waterkeringen en zal dit in beeld moeten worden gebracht.

Voor het ontwerp van het spuikanaal Bath dat in open verbinding staat met het Schelde Rijn kanaal is uitgegaan van een maximum peil van NAP  $+0,75\text{m}$  en een minimum peil van NAP  $-1,25\text{m}$ . Voor het spuikanaal Bath is de marge t.a.v. het de mogelijke peilwisseling veel groter dan voor de Eendracht. Indien er nieuwe randvoorwaarden voor het peil komen moeten deze worden getoetst aan de gehanteerde uitgangspunten voor de waterkering.

### **3.3 Schutsluizen, verkeersbruggen en voorzieningen**

In het vaartraject Schelde Rijn corridor bevinden zich schutsluiscomplexen en verkeersbruggen. Het ontwerp van de kunstwerken is afgestemd op de beroepsscheepvaart.

Voor het ontwerp van de schutsluizen is uitgegaan van een maximum peil van NAP  $+0,75\text{ m}$  en een minimum peil van NAP  $-1,25\text{ m}$ . Indien er nieuwe randvoorwaarden voor het peil komen moeten deze worden getoetst aan de gehanteerde uitgangspunten voor de schutsluizen.

De schutsluiscomplexen leggen aan de scheepvaart harde randvoorwaarden op door de hoogteligging van de aanwezige sluisdrempel. De bovenkant van de drempels bevindt zich op de volgende niveaus:

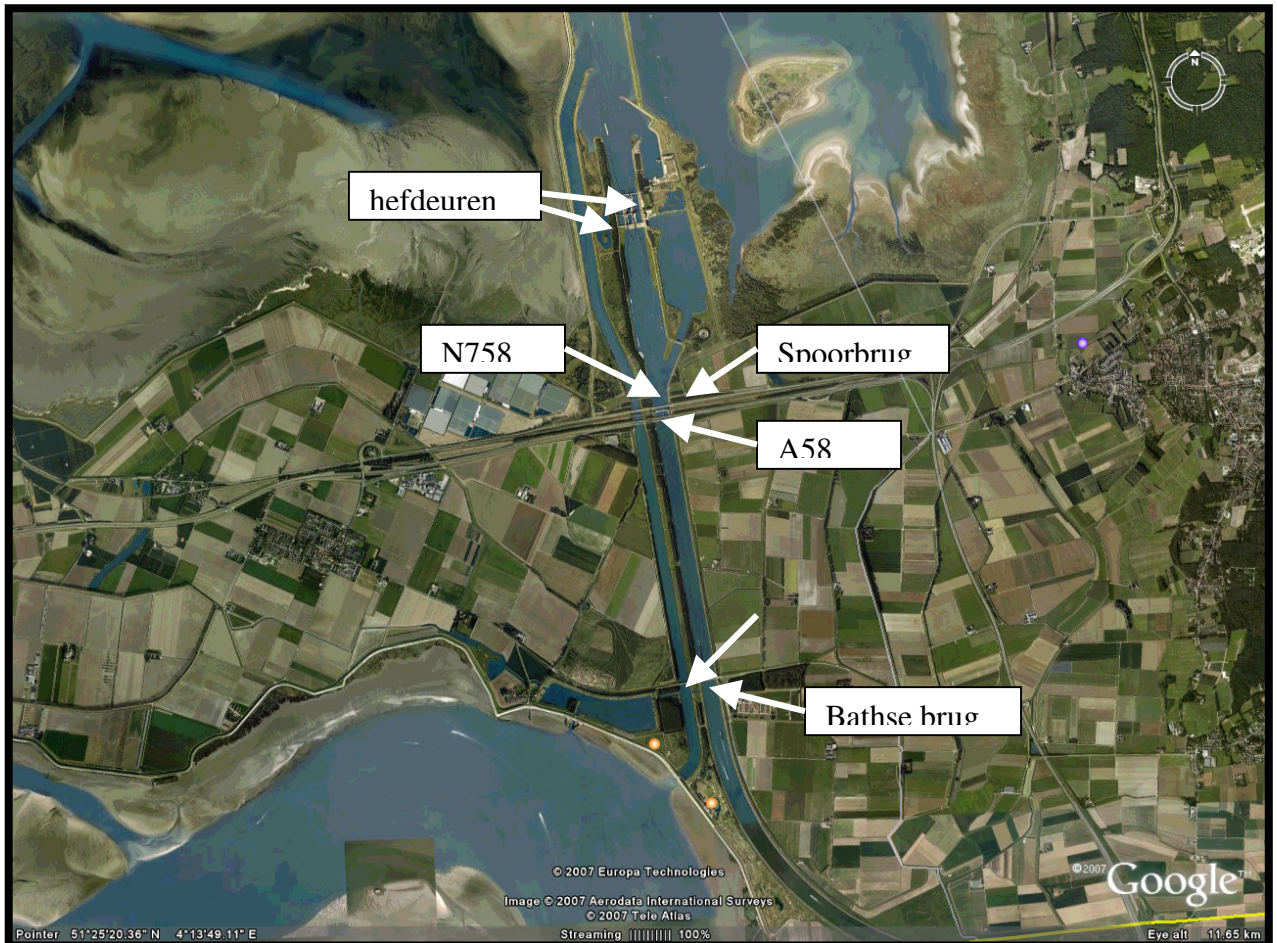
- a. Kreekraksluizen NAP  $-6,25\text{ m}$
- b. Krammersluizen NAP  $-6,25\text{ m}$
- c. Volkeraksluizen NAP  $-6,25\text{ m}$

In het traject van de Kreekraksluizen naar de Volkeraksluizen en Krammersluizen bevinden zich bruggen en hefdeuren, waarvan de meeste niet beweegbaar zijn. Bij de Volkerak- en Krammersluizen is één van de bruggen beweegbaar. De doorvaarthoogten zijn als volgt:

- a. Bathsebrug NAP  $+ 10,90\text{ m}$
- b. Verkeersbrug A58 NAP  $+10,90\text{ m}$
- c. Verkeersbrug N758 NAP  $+ 10,90\text{ m}$
- d. Spoorbrug NAP  $+ 10,90\text{ m}$
- e. Kreekraksluizen, onderkant hefdeur Antwerpsskanaalpand zijde NAP  $+ 12,90\text{ m}$

- f. Kreekraksluizen, onderkant hefdeur Zoommeerzijde NAP + 13,90 m<sup>4</sup>
- g. Tholensebrug NAP + 9,85 m
- h. Vossemeerse brug NAP + 9,85 m
- i. Slaakbrug NAP + 9,85 m
- j. Volkeraksluis (duwvaartsluizen) NAP + 14 m / onbepert<sup>5</sup>
- k. Krammersluis (duwvaartsluizen) NAP + 14,5 m /onbepert<sup>6</sup>

De doorvaarthoogten ten noorden van de Kreekraksluizen zijn overal hoger aangelegd dan is afgesproken in het Tractaat 1963.



Ter informatie: Bruggen en hefdeuren in het Antwerps kanaalpand

Het doorvaartprofiel bij de bruggen Tholense brug, Vossemeerse brug en Slaakbrug bedraagt 140m [Ref. Bouwdienst Rijkswaterstaat]. De Bathsebrug, verkeersbruggen A58 en N758, spoorbrug bevinden zich ten zuiden van de Kreekraksluizen langs het Antwerpskanaalpand, en vallen buiten het traject waar de mogelijke knelpunten worden bekeken.

<sup>4</sup> Reden van hoge onderdoorgang aan zoommeerzijde heeft te maken met situatie vóór 1985 (kering en compartimenteringsdammen waren nog niet aanwezig), zodat onder alle HW omstandigheden bij sluisencomplex doorvaart mogelijk was richting Eendracht.

<sup>5</sup> De doorvaarthoogte van de jachtensluis is NAP+18,4m

<sup>6</sup> De doorvaarthoogte van de jachtensluis is NAP+ 19m





Kreekraksluizencomplex

### 3.4 Vaarwegvoorzieningen

Vaarwegvoorzieningen zijn vluchthavens (bij Tholen), aanlegplaatsen, remmingswerken enz. De vaarwegvoorzieningen staan op de ECS kaart aangegeven. De gevolgen van de mogelijk gewijzigde waterstanden hiervoor blijft voorlopig buiten beschouwing

### 3.5 Vaarwegmarkering (betonning)

De vaarwegmarkering bestaat onder andere uit de betonning en vaste bakens waarbinnen de beroepsvaart geadviseerd is te varen. De markering is zodanig uitgezet dat de scheepvaart zoveel mogelijk ruimte krijgt in het vaartraject. Het bestaande vaartraject kan veel ruimer zijn dan het theoretische profiel. De betonningsafstand is afhankelijk van de vaarwegbreedte.

### 3.6 Kabels en leidingen

Andere objecten in het traject, die de corridor kruisen zijn kabels en leidingstraten. De kabels en leidingen kunnen heel divers zijn gelet op eigenaar en functie. Kabels en leidingen behoeven een minimale gronddekking. Voor sommige leidingen gelden wellicht speciale veiligheidsvoorschriften. De ligging in het horizontale vlak is exact bekend. De diepteligging is op dit moment te globaal bekend om hierop eventuele

baggerwerkzaamheden te mogen baseren (Mondelinge informatie van Christ Spijkers van het waterdistrict Zeeuwse Delta). Voor de verkenning van de Schelde Rijn corridor is het mogelijk een zogenaamde voorlopige KLIC<sup>7</sup> melding te doen bij 0800-0080. KLIC is een landelijke organisatie waar alle organisaties bij aangesloten zijn die kabels en leidingen hebben liggen. Bij deze verkenning wordt er voorlopig vanuit gegaan dat de kabels en leidingstraten geen knelpunten vormen.

### **3.7 Waterhuishoudkundige voorzieningen**

De waterhuishoudkundige voorzieningen langs het kanaal zijn afgestemd op de bestaande streefpeilen. Indien deze structureel kunnen gaan afwijken dient rekening te worden gehouden met de waterhuishoudkundige voorzieningen. Mogelijk zal aanpassing hiervan nodig zijn. Het gaat hierbij om de volgende voorzieningen:

- Gemalen Tholen, Sint Philipsland en West Brabant
- Kunstwerken voor de afwatering van de West Brabantse riviertjes Mark en Dintel, Steenbergse Vliet en Zoom
- Oevervoorzieningen voor recreatie en natuurgebieden
- Schutsluizen; deze hebben een capaciteit, die o.a. wordt bepaald door de streefpeilen

---

<sup>7</sup> Kabels en Leidingen Informatie Centrum

#### 4. Waterstanden

De waterstanden op het Zoommeer en Krammer/Volkerak fluctueren op dit moment binnen de gestelde streefpeilen. Hiernaast zijn harde randvoorwaarden t.a.v. de peilen gesteld. In de toekomst zouden de peilen mogelijk anders kunnen fluctueren. Er dient daarom met een aantal zaken rekening te worden gehouden. Deze informatie is deels ontleend uit mondelinge informatie van René Boeters (AXW):

- Tractaat Schelde Rijn uit 1963: maximaal peil NAP +0,50 m en minimaal peil NAP – 1,00 m. Dit geldt voor het traject vanaf de Kreekraksluizen tot de aansluiting op de Krammer. Minimale diepte Eendracht NAP –6 m bij een bodembreedte van 90 m en taluds van 1:4.
- Variatie huidig stagnant streefpeil NAP-0,10 m / NAP +0,15 m [Peilbesluit Volkerak Zoommeer februari 1996]. Bij extreme droogte en wateroverlast kunnen deze peilen worden onder- of overschreden. Om de afspraak die gemaakt zijn in het Tractaat met België te handhaven wordt zonodig naast via de Bathse Spuisluis extra water geloosd via de Krammersluizen. Onder extreme omstandigheden (bijzondere situatie) mag de maximale waterstand NAP+0,50m bedragen [Waterakkoord Volkerak Zoommeer 2001].
- Raad van de Waterstaat heeft gesteld dat ondergrens voor huidige scheepvaart NAP –0,25 m bedraagt [niet bindende uitspraak Waterakkoord Volkerak Zoommeer 2001].
- Plannen voor getijdendynamiek op het Volkerak – Zoommeer. Medio 2008 wordt hieromtrent een besluit genomen. Op dit moment wordt uitgegaan van een maximale peilvariatie tussen NAP –0,25 m en NAP +0,25 m.
- Ook wordt de haalbaarheid verkend van een semi open verbinding met het Hollandsch Diep. De peilvariatie op het Hollandsch Diep varieert tussen NAP +0,40 m en NAP + 0,70 m.

De peilvariatie, die werkelijk optreedt, staat onder invloed van op- en afwaaiing, aan- en afvoer, neerslag, verdamping enz. De laagste en hoogste peilen die zijn voorgekomen in de periode 2001 t/m 2007 zijn berekend (tabel 2). Deze zijn gebaseerd op de uurgemiddelde waterstanden van de meetstations Spui (Inloop Spuikanaal Bath) en RAK zuid (Volkeraksluizen).

Tabel 2. Laagste en hoogste peilen op het Volkerak Zoommeer bij de meetlocaties RAK zuid en Spui in de periode 2001 t/m 2007 [cm t.o.v. NAP]

Jaar	RAK zuid		Spui (inloop spuikanaal Bath)	
	Laagste peil	Hoogste peil	Laagste peil	Hoogste peil
2001	-20	29	-22	32
2002	-15	39	-28	29
2003	-15	35	-19	42
2004	-14	30	-23	25
2005	-11	38	-13	33
2006	-15	22	-15	21
2007 (tot sept)		37	-13	23

De informatie is ontleend van [www.hmcz.nl](http://www.hmcz.nl); de gegevens van RAK Zuid zijn verkregen van de MSW basis infodesk.



Uit de informatie volgt dat de waterstand bij RAK zuid jaarlijks minimaal een ondergrens bereikt van NAP – 11 cm. Voor Spui bedraagt deze waarde NAP – 13 cm. De bovengrenzen die jaarlijks minimaal worden bereikt zijn NAP + 22 cm voor RAK zuid en NAP +21 cm voor Spui. De onder- en bovengrenzen waar jaarlijks altijd rekening mee moet worden gehouden zijn voor RAK zuid en Spui ongeveer hetzelfde. Deze grenzen liggen iets onder en boven de streefpeilen.

De peilen die slechts eenmaal gedurende alle jaren (vanaf 2001) zijn opgetreden bedragen NAP –20cm (ondergrens) en NAP +39cm (bovengrens) bij RAK zuid. Voor Spui bedragen deze waarden NAP – 28cm (ondergrens) en NAP+ 42cm (bovengrens). Het laagste peil is bij Spui duidelijk lager dan bij RAK zuid. De hoogste waterpeilen zijn meer vergelijkbaar. Deze maximale peilen zijn 10 tot 20 cm hoger dan de waarden die jaarlijks terugkeren. Dit zijn bijzondere (externe) omstandigheden waarmee bij het peilbeheer geen rekening hoeft te worden gehouden. Deze omstandigheden komen niet meer dan 1% van de tijd voor en worden voor de scheepvaart acceptabel geacht.

De waterstanden worden ook gemeten bij Vosmeer (halverwege de Eendracht) en Volkerak Galathea (halverwege de Volkerak). Uit deze eerste globale verkenning blijkt dat deze stations niet maatgevend zijn voor het bepalen van de onder- en bovengrenzen. Voor het vervolg van deze verkenning wordt voor betere onderbouwing aanbevolen in de vorm van frequentiegrafieken van de optredende waterstanden voor de 4 stations. Ook dient te worden nagegaan bij welke windomstandigheden de uiteenlopende en extreme peilvariaties voorkomen.

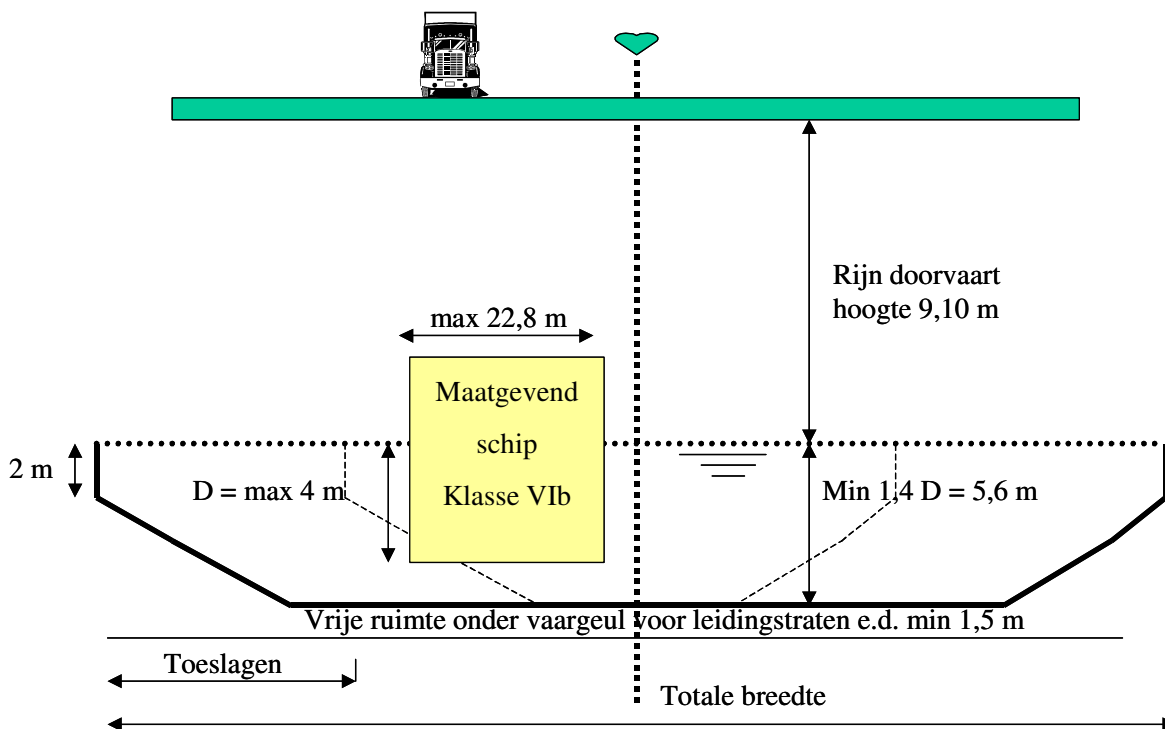
## 5. Benodigd profiel van vrije ruimte

Het benodigde profiel van vrije ruimte voor de CEMT klasse VIb en 4 laags containervaart ligt niet vast in duidelijke richtlijnen zoals dat wel het geval is voor klasse V in Richtlijnen Vaarwegen RVW 2005. Binnen Nederland wordt uitgegaan van een maximale diepgang van 4 m en maximale doorvaarthoogte van 9,1 m<sup>8</sup>. Het bijbehorend vaarweg profiel voor klasse VIb dient voor iedere situatie opnieuw te worden vastgesteld (mondelijke informatie Kees Roelse van DVS).

Ter illustratie is aangegeven hoe volgens de richtlijnen gekomen wordt tot de benodigde breedte. Het gaat hierbij om het minimum vaarwegprofiel van een normaal profiel en rechte vaarweg [Figuur 4]. Dit profiel geldt voor 2 strooksverkeer, d.w.z. dat in beide richtingen één schip vaart. Hierbij is uitgegaan van een aantal uitgangspunten voor de breedte, diepte en hoogte, die hieronder nader zijn toegelicht:

---

<sup>8</sup> De CEMT 1992 tabel in Richtlijnen Vaarwegen RVW 2005 is verouderd. Voor maatgevende schepen dient paragraaf 2.2 en de tabel “AVV-2002 Classificatie voor studies, statistiek en prognoses” worden aangehouden. Klasse VIb is volgens deze tabel een schip van maximaal 140 m lang, 15 m breed en 3,9 m diepgang. Vierlaagscontainervaart is een combinatie van maximaal 185 - 195 m lang, 22,8 m breed en heeft 3,5 – 4,0 m diepgang. De benodigde hoogte onder de bruggen bedraagt 9,1 m (inclusief 30cm schrikhoogte); 4-laags containervaart is bij 9,1 m theoretisch wel mogelijk, maar in de praktijk is het moeilijk uitvoerbaar.



De vereiste breedte dient vanaf de waterspiegel tot 2m beneden de waterspiegel aanwezig te zijn. Uitgegaan wordt van een benodigde bodembreedte. Deze wordt vermeerderd met breedte toeslagen voor zijwind, windgolven, visuele oriëntatie en betonningssonauwkeurigheid. Bij de toeslagen wordt onderscheid gemaakt tussen kuststrook en land. Hieruit volgt de vereiste minimale profielbreedte. De toeslag voor zijwind is in het taludprofiel ingepast.

Figuur 4 Illustratie van bepaling profiel van vrije ruimte

Vaarwater voor de beroepsvaart breder dan 250 m is af te raden om te voorkomen dat kruisend recreatievaart onnodig lang in de vaargeul verkeert.

#### *Andere studies voor vaarwegbreedte*

Adviesdienst Verkeer en Vervoer (nu Dienst Verkeer & Scheepvaart) heeft studies verricht naar de mogelijkheden tot verruiming van de toelating van de Schelde-Rijn verbinding [Ref. Noa Rain]. Hoewel deze studie zich heeft toegespitst op de benodigde breedte voor traditionele zesbaks-duwvaart levert het ook informatie op wat minimaal benodigd is voor 4 baks duwvaart. Er is uitgegaan van de strokenmethode, zoals ook toegepast voor het Amsterdam Rijn kanaal. Daarnaast is een vergelijking gedaan met de resultaten van Duits onderzoek. Dit levert het volgende op voor 2 strokenverkeer van 4 baks-duwvaart:

- **Strokenmethode** Is gebaseerd op aantal padbreedtes; heeft als nadeel dat weinig rekening is gehouden met interacties tussen schepen, wat bij hoge verkeersintensiteit juist wel van belang is. In de rechtstand een breedte af te leiden van ca 104m. Voor een bochtstraal van 2000 m geldt ca 113 m.
- **Amsterdam Rijn kanaal** De normbreedte van het Amsterdam Rijnkanaal bedraagt 100 m (bakprofiel). In de bochten is de benodigde breedte niet bekend. Op dit profiel is een windtoeslag toegepast die geldt voor de landstreek
- **Duits onderzoek** De benodigde breedte in een bochtstraal van 2000 m bedraagt 108m

Hierbij is opgemerkt dat de 3 bochten in het Schelde Rijn kanaal een bochtstraal hebben van 2000 m, die ruim en overzichtelijk zijn uitgevoerd. Tevens is gesteld dat indien tijdens de ontmoeting in een bocht nog één vaarstrook voor overig verkeer beschikbaar moet blijven daar 20m extra breedte benodigd is.

De studie leverde verder op dat voor 6 baks 2strokenverkeer in het Schelde-Rijnkanaal ca 130m breedte in de rechtstand en 135m breedte in de bochten benodigd zijn. Hierbij is uitgegaan van de windtoeslag die geldt voor de kuststrook.

De studies voor de benodigde vaarwegbreedtes geeft het volgende overzicht (Tabel 3).

Tabel 3 Verkenning Bochtbreedte in Schelde-Rijn kanaal [m]

	Rechtstand	Bochtstraal 2000m
Richtlijn voor Klasse Vb	94	-
Ontwerp klasse VIb Aanwezig	120 ≥104 - 110 (lokaal)	127
Strokenmethode (4 baks)	104	113
AR kanaal (4 baks)	100	-
Duits onderzoek (4 baks)	-	108
Studie 6 baks	130	135

Uitgaande van tabel 3 en de kanttekeningen die hierbij zijn gezet, zijn voor deze verkenning een aantal scenario gekozen voor de breedte van de vaarweg. Deze breedten zijn "voor de veilige kant" over de hele waterdiepte toegepast, omdat door DVS duidelijk is gesteld dat de RVW2005 geen uitsluitel geeft voor het benodigd profiel van ruimte in het Schelde-Rijnkanaal. Bovendien is de ontwerpbreedte van het huidige kanaal (zie tabel 3) gebaseerd op de benodigde bodembreedte. De scenario voor de breedten zijn als volgt gekozen:

- breedte in rechtstand 110, 120 en 130m met een respectievelijke
- breedte in bocht 120, 127 en 135m

#### *Vereiste diepte onder waterspiegel*

De waterdiepte moet 1,4 maal de diepgang van het maatgevende schip zijn, wat neerkomt op 5,6 m. Aan het Waterdistrict Zeeuwse Delta is gevraagd of het profiel beneden deze waterdiepten nog extra diepte behoeft voor baggerspeling in verband met te garanderen diepgang<sup>9</sup>. In de praktijk blijkt dat er geen structureel onderhoudsaggerwerk plaatsvindt; alleen incidenteel onderhoud is mogelijk. Conclusie is dat geen extra overdiepte in verband met baggerspeling nodig is.

<sup>9</sup> In het Zoommeer is omstreeks 1990 gebaggerd. Het werk is uitgevoerd door Hakkers. De uitkomende specie is gebruikt voor het op hoogte brengen van de Broekeplaat en tevens de aanleg van scheiding tussen Nieuwe Haven en de Schelde Rijn Verbinding. Het baggerwerk heeft voornamelijk plaatsgevonden tussen de noordelijke voorhaven Kreekrak tot en met de kruising Bergsche diepsluis – Bergen op Zoom en stukje richting Tholen.

Aandachtspunt is dat onder het minimum profiel minstens 1,5 m gronddekking nodig is voor kabels en leidingstraten.

*Vereiste hoogte boven waterspiegel*

Vanaf de waterspiegel is minimaal 9,10 m hoogte onder vaste kunstwerken benodigd voor de doorvaart. Deze hoogte is inclusief de zogenaamde schrikhoogte van 30cm. De doorvaarthoogte geldt voor de volledige doorvaartbreedte op het waterspiegelniveau. De scheepvaart dient zelf rekening te houden met de doorvaarthoogte. De benodigde minimale hoogte is duidelijk afgestemd op de beroepsvaart. Voor de recreatievaart betekent dit dat bij onvoldoende hoogte op de Schelde Rijn corridor gebruik moet worden gemaakt van de "staande mastroute" via de Krammersluizen.



ScheldeRijnkanaal in de Eendracht bij de Vossemeerse brug



## 6. Scenario's

De scenario's zijn afgestemd op mogelijke variatie van de waterstanden en de vaarwegbreedte

### *Variatie waterstanden*

Voor de waterstanden is uitgegaan van scenario's, die aansluiten bij afspraken en plannen (tabel 4).

Tabel 4 Scenario's voor de waterstanden

Situatie	Streefpeil TO [m NAP]	Waterstand bij scenario [m t.o.v. NAP]		
		Traktaat 1963	Planstudie Volkerak Zoommeer	Plan Open Hollandsch Diep
Ondergrens	- 0,10	-1,00	- 0,25	+ 0,40
Bovengrens	+ 0,15	+ 0,50	+ 0,25	+ 0,70

In de richtlijnen vaarwegen RVW 2005 wordt ervan uitgegaan dat de maatgevende hoge waterstanden in relatie tot de doorvaart 1% van de tijd (gerekend over een periode van meer dan 10 jaar) mogen worden overschreden. Voor getijde wateren geldt een overschrijding van 2 keer per jaar. Voor sluzen en remmingwerken wordt 10% onder- en overschrijding van de normale situatie acceptabel geacht. Voor de lage waterstanden wordt uitgegaan van een onderschrijding van 1% van de tijd. Voor de Rijntakken bedraagt dit 5%. Voor getijde wateren is LLWS maatgevend. Bij de verkenning worden met deze mogelijke onder- en overschrijdingen van de waterstanden in eerste instantie geen rekening gehouden. Niet bekend is of deze kanttekeningen ook gelden voor klasse VIb.

De knelpunten voor optredende waterstanden zijn bepaald voor de range NAP -0,25 m, NAP -0,50 m, NAP -0,75m en NAP -1,00 m.

### *Variatie vaarweg breedte*

De variatie van de vaarwegbreedte is bepaald voor breedtes, die gelden over de volledige hoogte van de benodigde vaarwegdiepte. De variatie in breedte is als volgt:

- breedte in rechtstand 110, 120 en 130m met een respectievelijke
- breedte in bocht 120, 127 en 135m

### *Maatvoering voor vaarwegdiepte en doorvaarhoogte:*

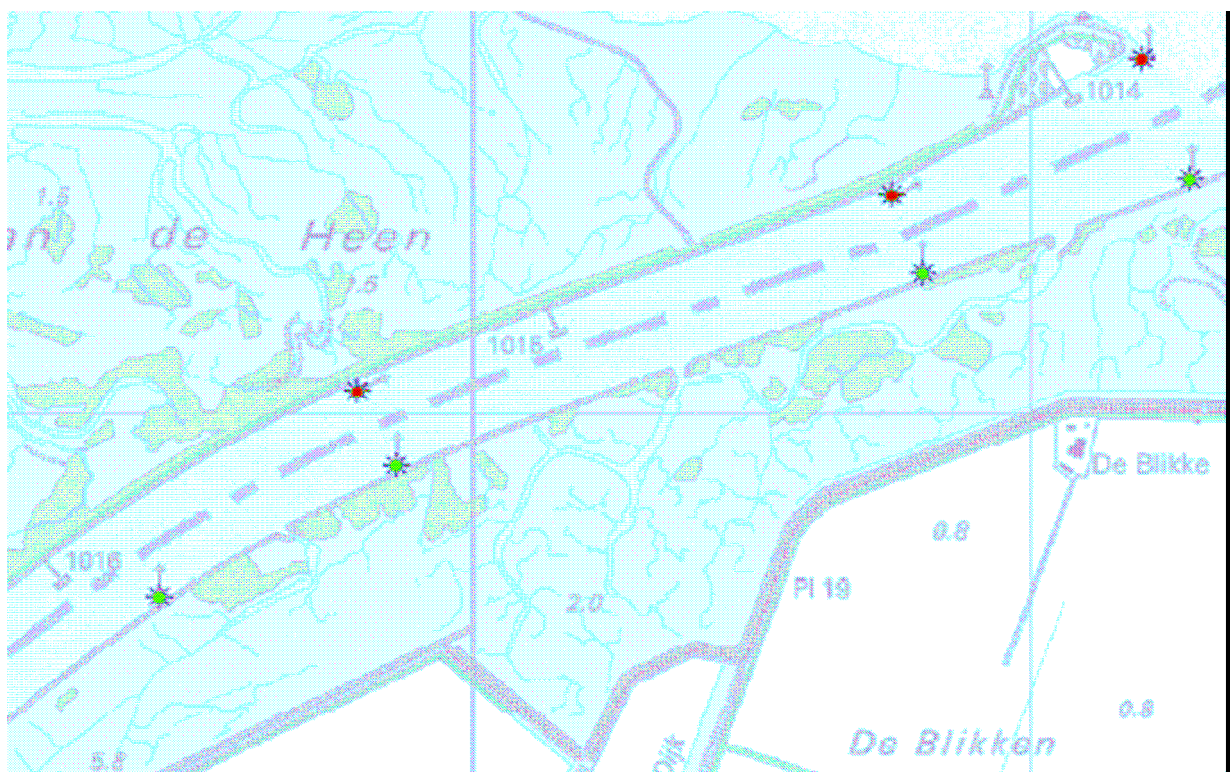
- 5,60 m waterdiepte
- 9,10 m hoogte boven waterspiegel op hiervoor genoemd profielbreedte

Het vaarwegprofiel is hierbij symmetrisch gekozen t.o.v. het midden van de huidige betonning.

## 7. Resultaten

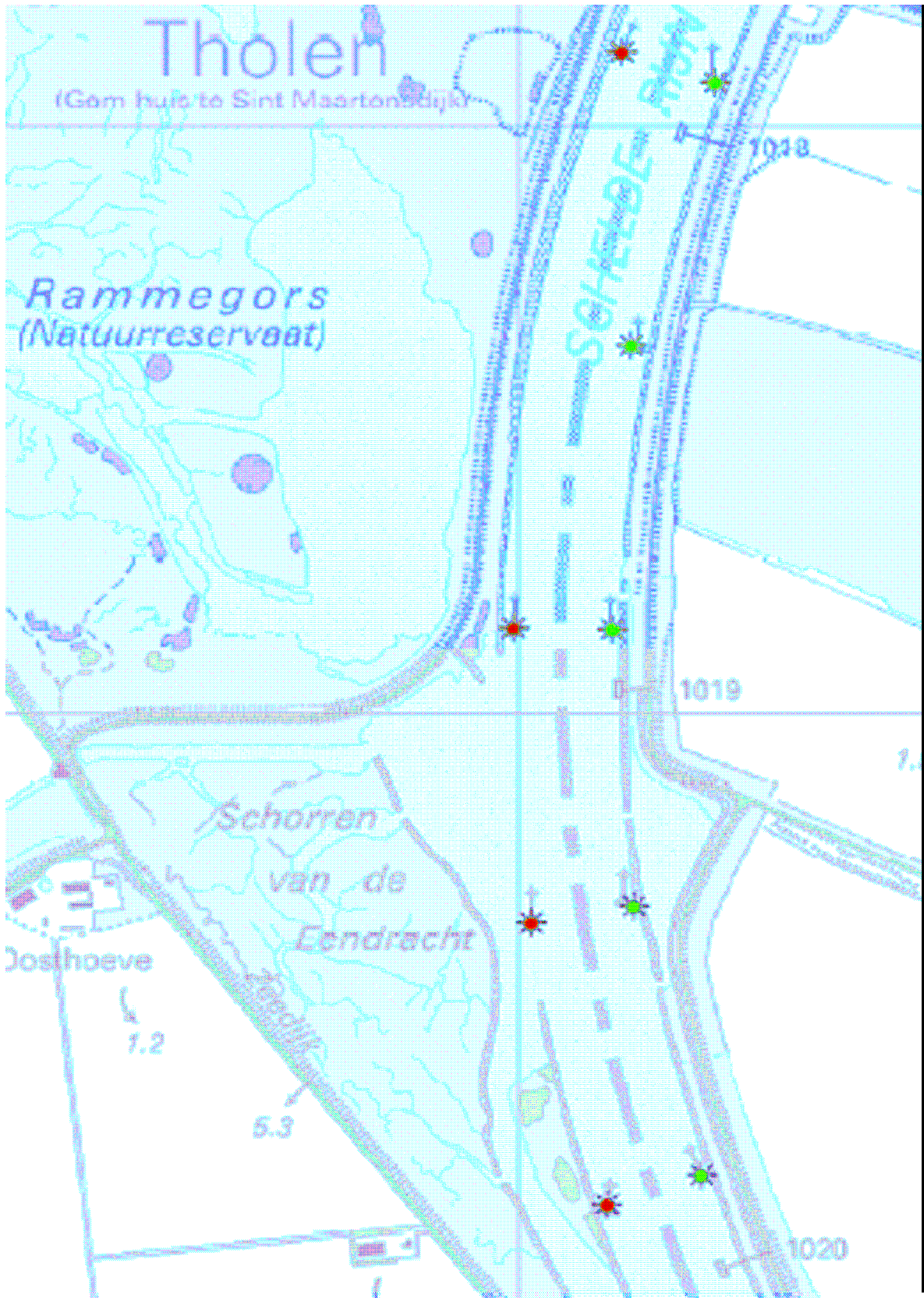
### 7.1 Knelpunten in het bodemprofiel

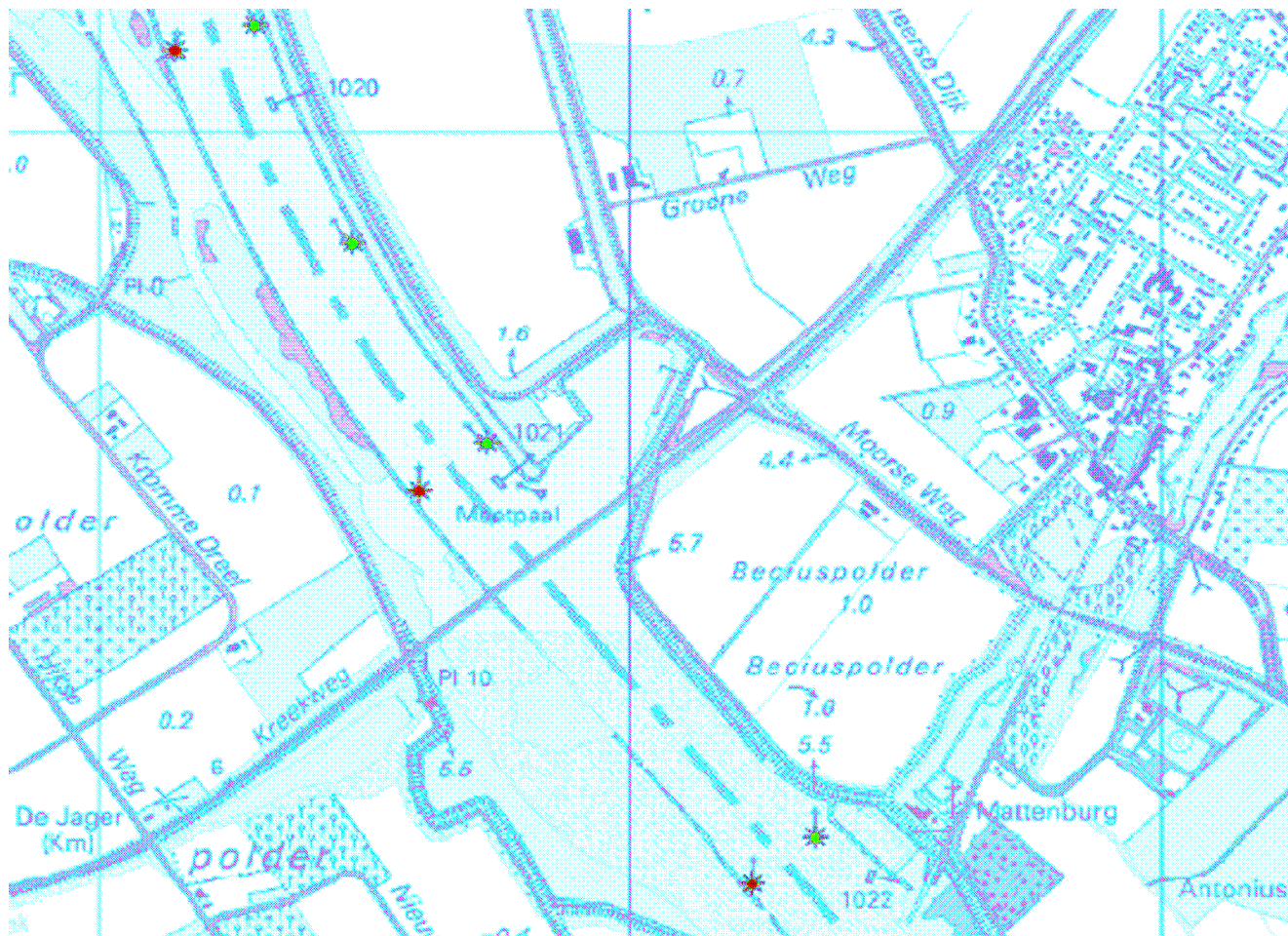
De knelpunten, die door verlaging van het waterpeil en/of verbreding van de bodembreedte ontstaan in het bodemprofiel zijn bepaald door Grontmij Nederland BV. Op digitale kaarten is te zien waar en in welke mate knelpunten optreden voor de verschillende scenario's. Duidelijk is waar tekort is aan bodembreedte en bodemdiepte. Geen probleem is met groen gemarkeerd. Knelpunten in het spectrum geel tot donkerrood voor 5 klassen: 0-0,5 m, 0,5-1m, 1-1,5m, 1,5-2m en >2 m [zie voor deze informatie de CDrom]. De knelpunten bevinden zich alleen in het gedeelte Eendracht. De knelpunten zijn schematisch uitgezet tegen de kilometrering van de vaarweg. Zie voor de kilometrering figuur 5, die uit 8 delen bestaat.



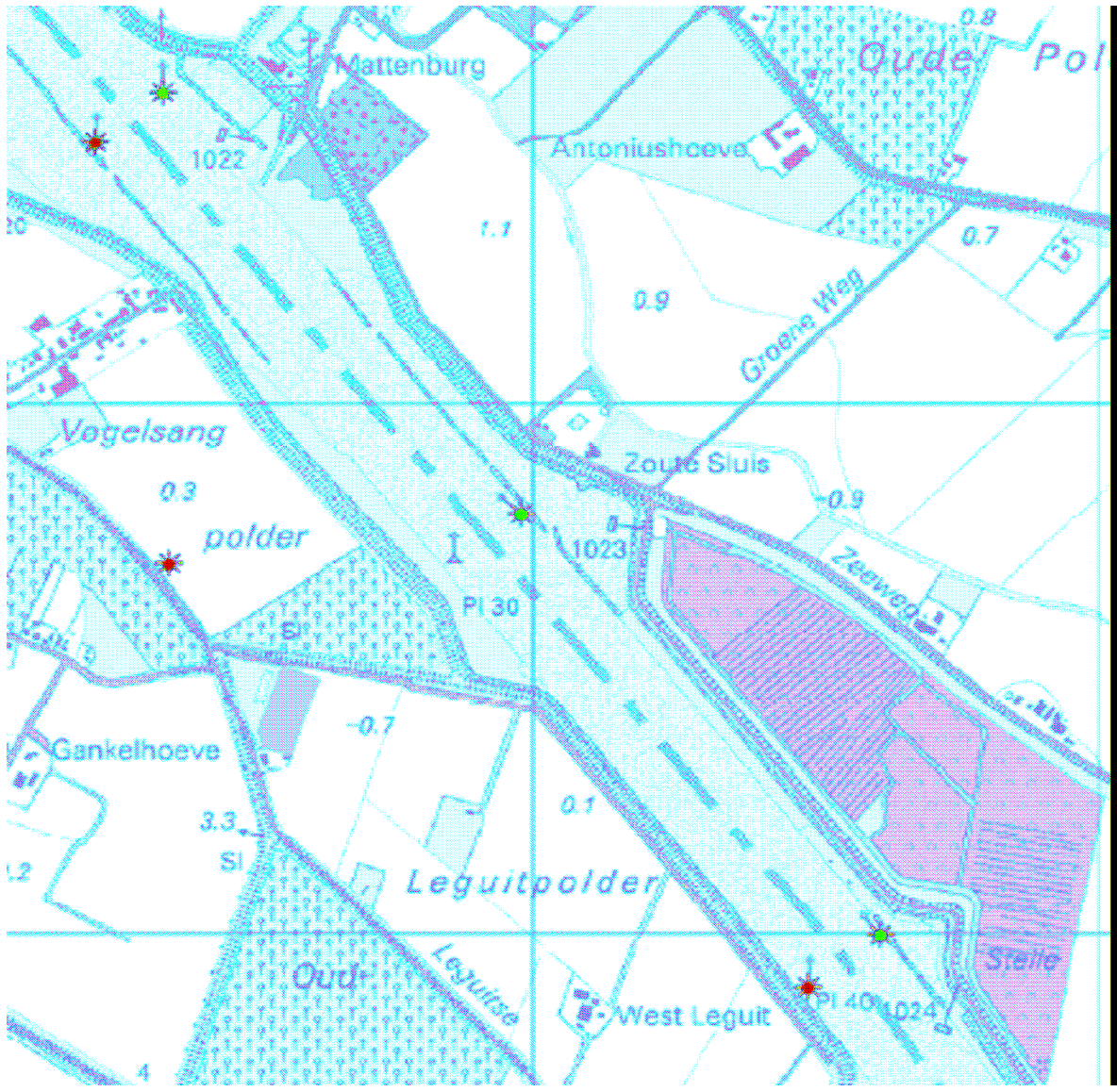


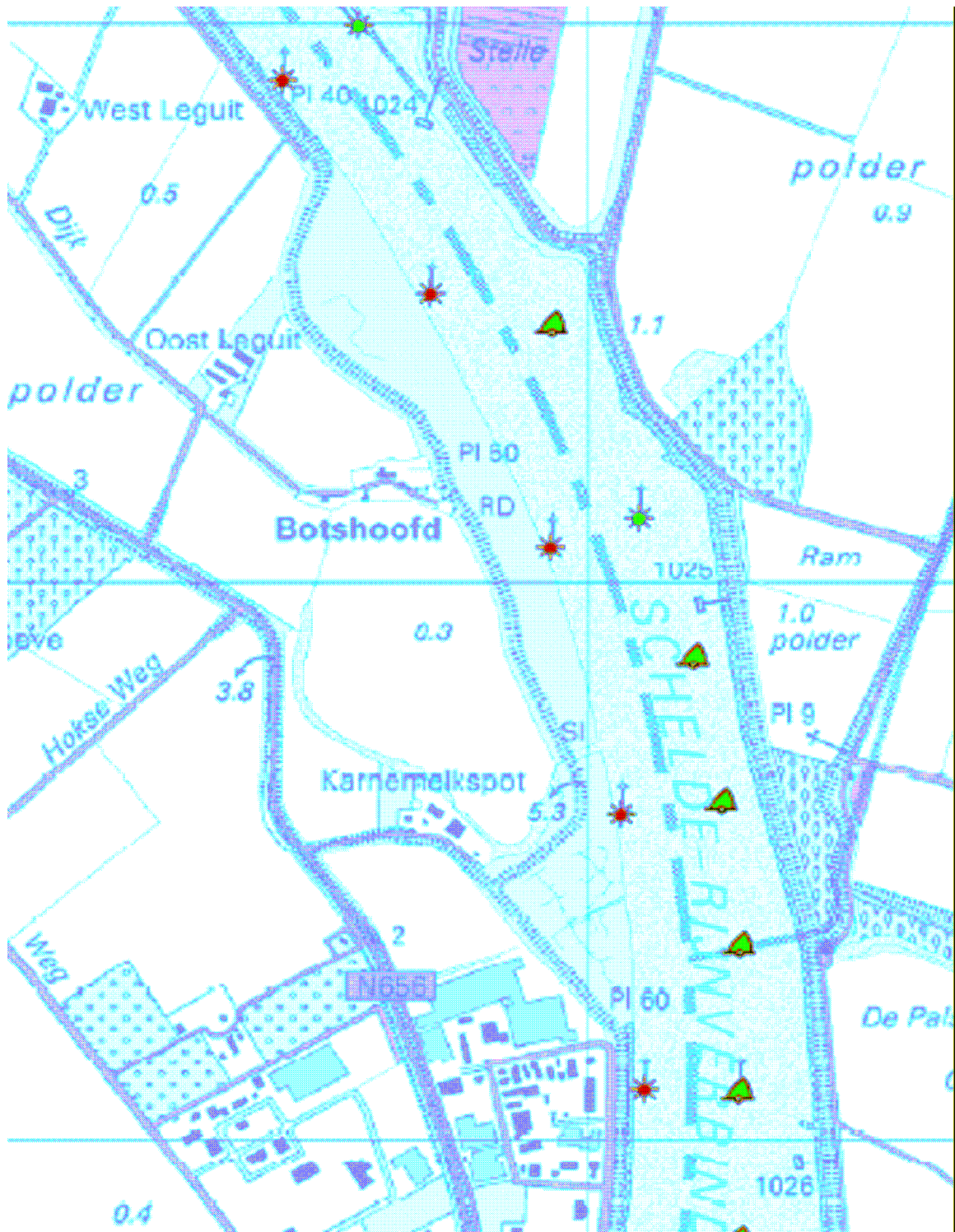




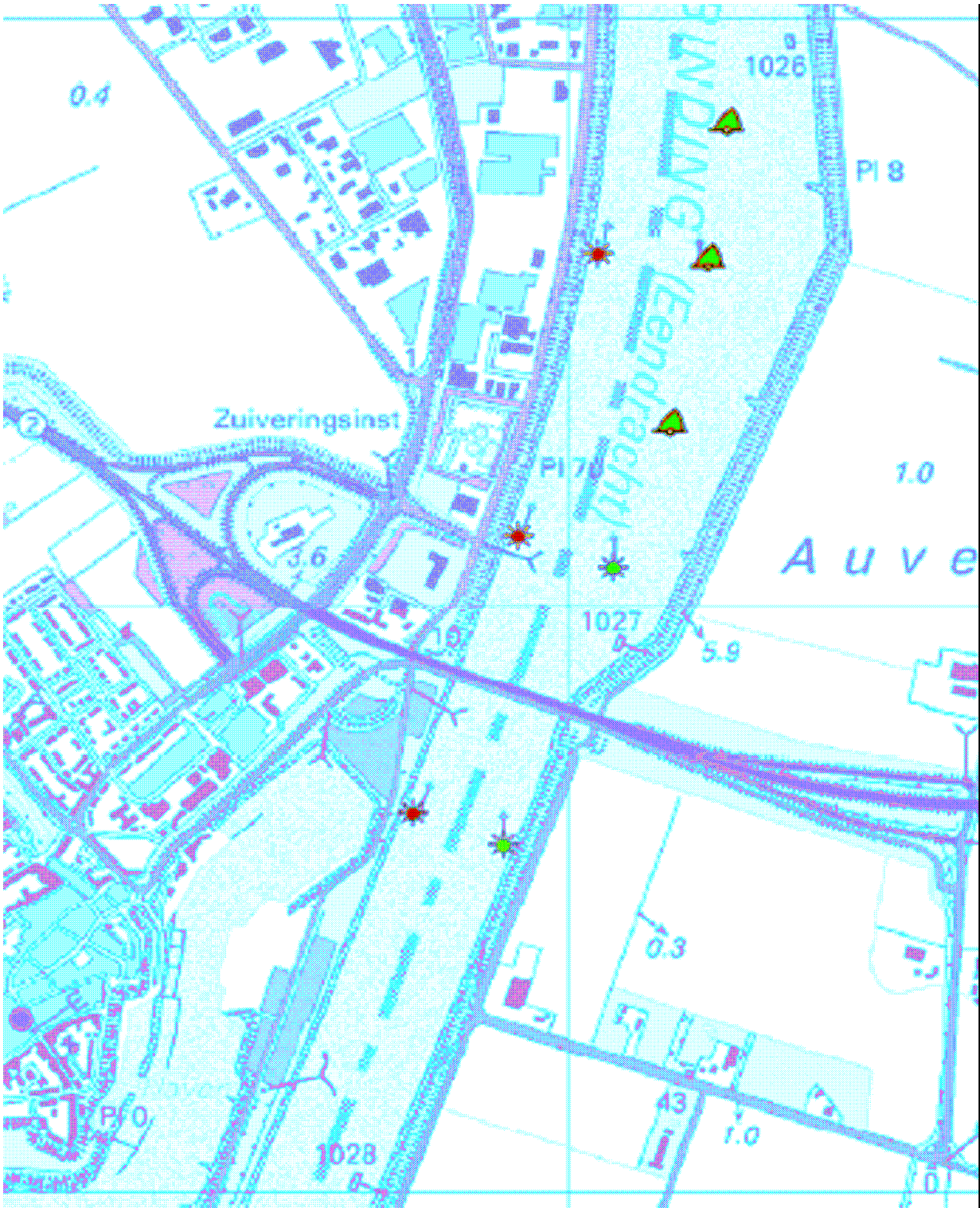










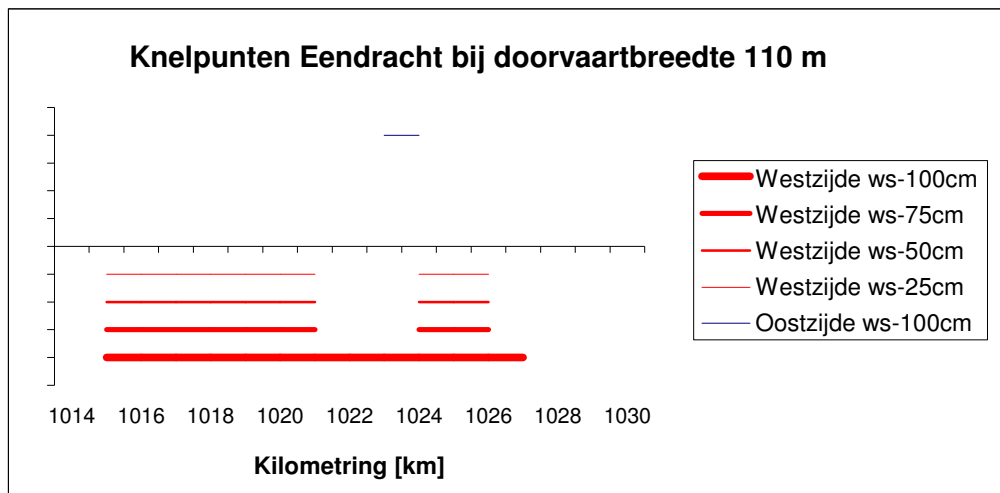






De knelpunten langs de Eendracht zijn in figuur 6, 7 en 8 voor een vaarwegbreedte van 110, 120 en 130m samengevat. Hierbij is onderscheid gemaakt naar de West- en Oostzijde van de vaarweg. Aangegeven is waar en bij welk waterstandsniveau langs de Eendracht (kilometrering) zich knelpunten bevinden. Zoals te verwachten treden de minste knelpunten op bij een doorvaartbreedte van 110 m en de meeste knelpunten bij een doorvaartbreedte van 130 m (Bijlage 1 geeft in meer detail de achtergrond van de figuren).

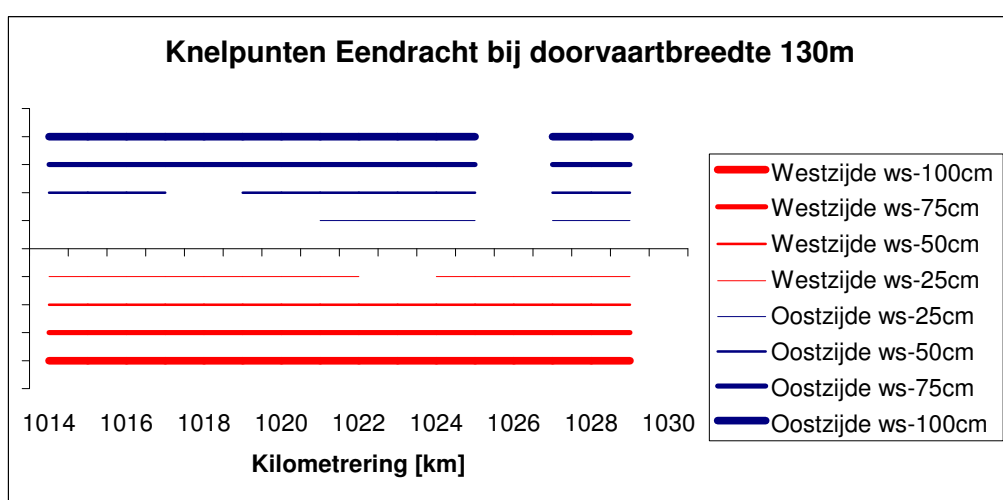
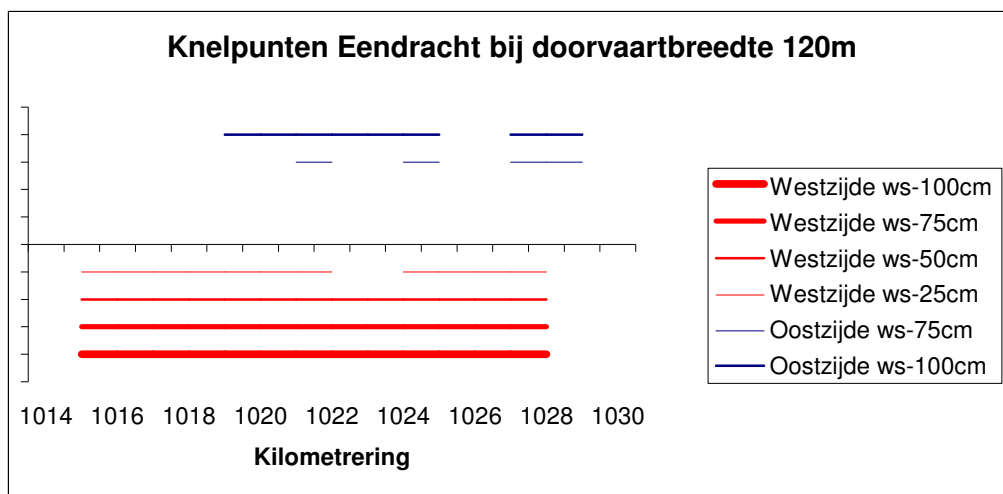
De knelpunten langs de oostzijde van de Eendracht zijn duidelijk kleiner dan langs de westzijde. Bij een doorvaartbreedte van 110m treedt langs de oostzijde het eerste knelpunt op bij een waterstand van NAP-100cm. Daarentegen treden langs de westzijde al knelpunten op bij een waterstand vanaf NAP-25cm. Bij een doorvaartbreedte van 120m treden langs de oostzijde de eerste knelpunten op bij een waterstand van NAP-75cm. Langs de westzijde zijn er dan steeds knelpunten. Bij een doorvaartbreedte van 130m treden langs beide zijden onder alle peilcondities



knelpunten op.

Figuur 6 Resultaat knelpunten bij een vaarwegbreedte van 110m





Figuur 7 Resultaat knelpunten bij een vaarwegbreedte van 120m

Figuur 8 Resultaat knelpunten bij een vaarwegbreedte van 130m

Uit de figuren volgt dat de knelpunten in het doorvaatprofiel tot op zekere hoogte voorkomen kunnen worden door het vaarwegprofiel in geringe mate in oostelijk richting te verschuiven.

Hierdoor zijn de knelpunten voor bepaalde waterstandsniveaus enigszins te reduceren. Verschuiving over een afstand van 10m geeft de beste reductie (Tabel 5)

Tabel 5 Resterende knelpunten in de waterstanden na verschuiving van het vaarwegprofiel

Vaarwegbreedte	Verschuiving doorvaatprofiel in oostelijke richting		
	10m	20m	30m
110m	NAP-75, -100cm	NAP-50, -75, -100cm	Alle peilscenario
120m	NAP-50, -75, -100cm	Alle peilscenario	Alle peilscenario
130m	Alle peilscenario	Alle peilscenario	Alle peilscenario

Deze resterende knelpunten behoren bij de aanname dat de vaarwegbreedte over de volledige hoogte van de vaarwegdiepte aanwezig dient te zijn. Dit betekent dat gaande van de breedte waarbij geen knelpunt wordt gesignaleerd tot de breedte waarbij de knelpunten worden gesignaleerd het profiel van de onderwateroever als knelpunt wordt gezien.

Voor de bepaling van de impact van deze aanname is globaal nagegaan wat de resterende knelpunten zijn als zou mogen worden uitgegaan van het trapeziumvormige profiel wat geldt voor de lagere CEMT klassen. Uit de gegevens volgt van de GIS exercitie volgt dat de helling van de onderwater oever ca. 1:7 bedraagt. In dit theoretisch doorvaartprofiel is zoals figuur 4 aangeeft de volle doorvaartbreedte aanwezig tot 2m beneden de waterspiegel. Dit betekent dat over een hoogte van 3,6m (5,6m-2m) wat minder ruimte vereist is. Uitgaande van dit theoretisch talud in het profiel van 1:3, valt hierdoor maximaal  $3 * 3,60 = 10$  m breedtewinst te behalen. Omdat het theoretisch profiel 2 keer steiler is dan de werkelijke helling snijdt deze midden door dit profiel. De winst zal hierdoor in beide breedte richtingen ca. 5m bedragen.

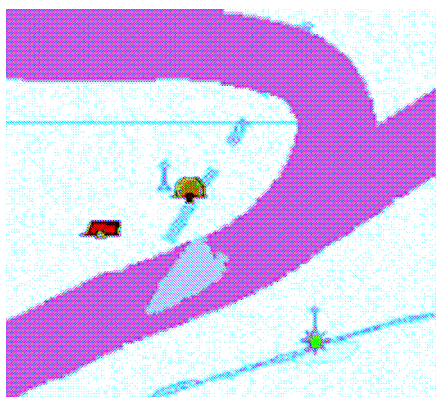
De consequentie hiervan is dat de vaarwegbreedte van 130m de knelpunten heeft van de vaarwegbreedte van 120m. De vaarwegbreedte van 120m de knelpunten heeft van de vaarwegbreedte van 110m. Door het vaarwegprofiel tegelijkertijd 10m te verschuiven in oostelijke richting (zie tabel 5) wordt de meest optimale situatie bereikt. De belangrijkste knelpunten die hierdoor overblijven optreden staan in tabel 6.

Tabel 6 Resterende knelpunten in breedte/diepte na 10m  
verschuiving profiel in oostelijke richting en toepassen  
van de theoretische profielvorm volgens RVW2005

Vaarwegbreedte	Knelpunten bij een waterstand beneden:
110m	NAP-100cm
120m	NAP-75cm
130m	NAP-50cm

De conclusie die hieruit volgt is dat de benodigde vorm van het doorvaart profiel van grote invloed is op de uitkomst van de knelpunten in de breedte van de vaarweg.

In de noordelijk deel van de Eendracht (omgeving km 1014) bevindt zich in de vaarweg een lokale ondiepte. Deze ondiepte geeft alleen problemen bij een waterpeil van NAP-100cm. De ondiepte is kleiner dan 25 cm (Figuur 9).



Figuur 9 Locale ondiepte in het noordelijk deel van de Eendracht bij een waterpeil van NAP-100cm

Resumerend kan worden gesteld dat bij de vaarwegbreedtes minimaal knelpunten zullen ontstaan als de waterstand lager wordt dan NAP-50cm. Rekening houdende met een ondergrens peilvariatie van maximaal 15cm onder het streefpeil treden er bij het verlagen van de waterstand dan knelpunten op als het streefpeil lager is dan NAP-35cm. De uiteindelijke uitkomst is nog sterk afhankelijk van de eisen die zullen worden opgelegd aan het doorvaartprofiel.

Om de knelpunten geheel zuiver in beeld te krijgen verdient het aanbeveling de GIS exercitie te herhalen voor een enigszins verschoven vaarwegprofiel (10 m in oostelijke richting) en een profiel, wat meer aansluit bij de benodigde profielvorm. Belangrijk is dat dan ook meer bekend is wat de eisen hiervoor zijn. .

## 7.2 Knelpunten bij de bruggen en hefdeuren

In het vaartraject bevindt zich een 7 tal objecten in de vorm van bruggen en enkele hefdeuren. De onderzijde van de Tholense brug, Vossemeerse brug en Slaakbrug zijn hierin maatgevend.

De onderkant van deze bruggen is aangelegd op minimaal NAP+9,85m. Voor Rijndoorvaarthoogte betekent dit een maximaal peil NAP+0,75m. Als rekening wordt gehouden met de jaarlijks altijd voorkomende maximale bovengrens van de peilfluctuatie (NAP + 22 cm voor RAK zuid en NAP +21 cm voor Spui) moet voor de doorvaart onder de bruggen worden uitgegaan van een maximum waterstand op het traject van NAP +50 cm. Deze waterstand komt overeen met de maximale waterstand zoals vastgelegd in het Traktaat 1963.

Voor het scenario Plan Open Hollandsch Diep voldoet de onderdoorvaart van de bruggen op het eerste gezicht dus niet. Duidelijk is dat de optredende peilvariatie hierbij een kritische factor is.

De breedte van de ondergang van de verschillende bruggen bedraagt 140 m, wat voldoet voor alle scenario, inclusief in bochten, wanneer het vaartraject binnen deze breedte wordt geprojecteerd. Aanbevolen wordt na te gaan of verschuiven van het doorvaartprofiel kan plaatsvinden binnen de beschikbare doorgangsbreedte van de bruggen.



Schelde Rijn kanaal bij de Slaakbrug bij Sint Philipsland

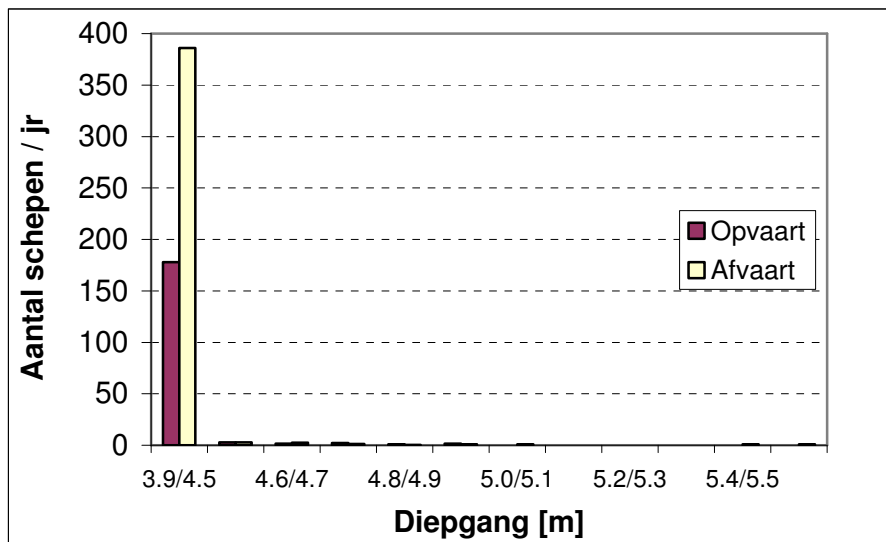
### 7.3 Knelpunten bij de sluisdempels

De sluisdempeldiepten op NAP -6.25m zouden uitgaande van een benodigde waterdiepte van 5,60m resulteren in een ondergrens voor het waterpeil van NAP – 0,65m. In dat geval bedraagt de afstand tussen de onderkant van de maatgevende duwbak en de bovenkant van de sluisvloer 1,60m.

In de situatie van het minimale waterpeil NAP -1m zou de onderkant van de maatgevende duwbak zich bevinden op NAP – 5,00m. In dat geval bedraagt de afstand tussen de onderkant van de maatgevende duwbak en de bovenkant van de sluisvloer 1,25m en is de theoretisch benodigde vaardiepte dus niet aanwezig. Deze marge voldoet ruimschoots aan de minimale kielspeling van 0,70m, die de RVW 2005 aanhoudt. Praktisch gezien is een grote marge ter plaatse van de schutsluis niet benodigd, omdat het schip dan nauwelijks snelheid heeft.



Uit gegevens van directie Zuid Holland [Otto Koedijk] blijkt dat regelmatig schepen de sluisdrempels van de Volkeraksluizen zijn gepasseerd, die meer diepgang behoeven dan geldt voor de CEMT klasse VIb en 4 laagscontainervaart (figuur 10). De schepen met de meeste diepgang betreffen kusters met bestemming Dintelmond. Deze schepen hebben voor passage van de schutsluis vergunning nodig van de



vaarwegbeheerder.

Figuur 10 Aantal schepen met een diepgang vanaf 3,9m die jaarlijks de Volkeraksluizen passeren. De aantallen zijn gemiddeld over de periode 1995-2005.

Een groot aantal schepen bevindt zich in de diepgang klasse 3.9/4.5 m, welke orde grootte overeenkomt met de maximale diepgang van de CEMT klasse. De benodigde diepgang liep in een enkel geval op tot maximaal 5.6m

De schepen die de Kreekraksluizen passeren overschrijden nauwelijks de diepgang die behoort bij de CEMT klasse. Van de 77000 schepen die jaarlijks passeren hadden 3 schepen respectievelijk 1, 2 en 3 dm meer diepgang [informatie verkregen van Kees Schefferlie van Afdeling scheepvaart].

## 7.4 Samenvatting resultaten

De knelpunten voor de doorvaart zijn samengevat in tabel 7. Hierbij is ervan uitgegaan dat er in ruimtelijke zin veel knelpunten zijn te reduceren door verschuiving van het doorvaartprofiel in oostelijke richting en het toepassen van een profielvorm, die meer trapeziumachtig van vorm is dan rechthoekig.

Tabel 7. Samenvatting knelpunten voor doorvaart in ruimte, diepte en hoogte; hierbij is rekening gehouden dat er extra ruimte nodig is voor peilvariatie

	Beschrijving object	Breedte doorvaart	Waterstand lager of gelijk aan	Knelpunt voor afspraken/plan
In breedte	Oevers Eendracht	110m 120m 130m	NAP-100cm NAP-75cm NAP-50cm	Mogelijk geen knelpunt; is afh van eisen voor doorvaartprofiel
In diepte	Locale ondiepte 25cm bij km 1014	n.v.t.	NAP-100cm	Geen knelpunt voor de streefpeilen en plannen
In hoogte	Bruggen Tholen, Vosmeer, Slaak	n.v.t.	NAP+75cm	Knelpunt voor plan Open Hollandsch Diep

## 8. Conclusies, aanbevelingen en aandachtspunten

### *Conclusies*

- Uit de verkenning volgt dat knelpunten voor de scheepvaart ontstaan bij een streefpeil van de waterstanden hoger dan NAP+53cm (maximum optredend peil NAP+75cm) en lager dan NAP-35cm (minimum optredend peil NAP-50cm)
- In hoogte en diepte zijn er geen knelpunten voor het plan met een getijdendynamiek op het Volkerak-Zoommeer (MER Volkerak-Zoommeer)
- De knelpunten voor de oevers langs de Eendracht zijn naar verwachting gering voor de plannen Volkerak- Zoommeer en Open verbinding met het Hollandsch Diep. Voor nadere verificatie zijn aanbevelingen gedaan.
- De bruggen bij Tholen, Vosmeer en Slaak zijn een knelpunt voor het plan Open Hollandsch Diep.

### *Aanbevelingen:*

- DVS advies vragen wat het benodigde doorvaartprofiel voor de maatgevende scheepvaart (4 baks duwvaart) is.
- Analyse van de peilvariatie in relatie tot o.a. wind en afvoeren
- Nagaan wat in de praktijk de stremming voor de scheepvaart kan zijn in relatie tot de peilvariatie
- Nagaan of de doorgangsbreedte van de bruggen voldoet bij verschuiven van het doorvaartprofiel. Dan tevens nagaan of er voldoende veiligheid is voor de bruggen zelf
- Nagaan wat effecten zijn voor de recreatievaart bij peilverandering voor doorvaart en gebruik van sluiscomplexen
- Update van GIS exercitie Grontmij BV voor bepaling knelpunten, die is toegespitst op optimaal verschoven doorvaartprofiel en theoretische vorm van het doorvaartprofiel
- Nagaan wat de consequentie voor andere streefpeilen zijn voor de verschillende zijwegen die op het vaartraject uitkomen
- Nagaan of er voldoende gronddekking aanwezig is voor de kabels en leidingstraten
- Het aantal schuttingen is afhankelijk van de capaciteit van de schutsluizen. In de huidige situatie is de gebruikscapaciteit van de schutsluizen vrijwel maximaal. Aanbevolen wordt na te gaan wat het effect hierop is bij andere beheerspeilen.

### *Aandachtspunten*

- Is er aanpassing nodig aan voorzieningen (o.a. remmingwerken)?
- De waterkeringen langs o.a. de Eendracht zijn kritisch bij veranderingen van de waterstanden, omdat deze leiden tot meer over- of onderdruk. Dit vergt nadere studie.
- De vrije afwatering van de West Brabantse riviertjes is nu afgestemd op huidige beheerspeilen. Mogelijk zijn hiervoor extra voorzieningen nodig.
- De capaciteit van de gemalen langs het gebied behoeven mogelijk aanpassing bij peilveranderingen.

### **Geraadpleegde Literatuur:**

- Rijkswaterstaat, richtlijnen vaarwegen 2005, uitgave december 2005
- Hydrografische kaarten gebied ECS systeem.
- Gegevens input verkenning Schelde-Rijn corridor, opgesteld door Laura van Doorn.
- Rijkswaterstaat, brochure recreatievaart in de Zeeuwse en Zuid-Hollandse wateren editie 2007 (kritische vraag: wie heeft de maten gecontroleerd?).
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, nota mobiliteit van 30 september 2004.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, peilbesluit Volkerak Zoommeer 29 februari 1996.
- Rijkswaterstaat dienst Zeeland, waterakkoord Volkerak Zoommeer mei 2001.
- Rijkswaterstaat directie Zeeland bouwbureau compartimenteringswerken, Ontwerp nota compartimenteringswerken, deelnota 4: Eendracht; inventarisatie diepte, breedte en oeverstabiliteit van de Eendracht na de sluiting van de Krammer; nota Z.BC.88-20.005.
- Ton P. en P.J.Eversdijk, Rijkswaterstaat, directie Zeeland, Ontwerpnota compartimenteringswerken Oosterschelde, Z.B.C. 87-20.008.
- RWS, adviesdienst Verkeer en Vervoer; Nota RAIN 98.031: Mogelijkheden tot verruiming van de toelating tot de Schelde-Rijn verbinding; deelstudies I t/m III.
- RWS Bouwdienst, Bruggen Schelde-Rijnkanaal, beheers- en onderhoudsconcept, deel A beheersaspecten; doc code: BSR97093.DLA, 30 december 1997.



## Bijlage 1

Inventarisatie knelpunten in het vaarwegprofiel langs de Eendracht bij variatie van de benodigde doorvaartbreedte en mogelijke waterstanden

Peil [cm NAP]	Breedte doorvaart profiel [m]		
	110	120	130
-25	Wzijde: km 1015-1021 Km 1024- 1026	Wzijde: km 1015-1022 Km 1023- 1028  Ozijde : zeer lokaal	Wzijde: km 1014-1029  Ozijde: Km 1021-1025 Km 1027-1029 zeer lokaal
-50	Wzijde: km1015-1021 km 1024-1026  Ozijde: sporadisch	Wzijde: km 1015-1028  Ozijde: zeer lokaal	Wzijde: km 1014-1029  Ozijde: km 1014-1017 Km 1019-1020 Km 1021-1025 Km 1027-1028
-75	Wzijde: km 1015-1021 Km 1024- 1026  Ozijde: zeer lokaal	Wzijde: km 1015-1028  Ozijde: km 1021-1022 km 1023-1025 km 1027-1029	Wzijde: km 1014-1029  Ozijde: km 1014-1025  Km 1027-1029
-100	Wzijde: km 1015-1027  Ozijde: km 1024 zeer lokaal  Ondiepte <25 cm km1014	Wzijde: km 1015-1028  Ozijde: km 1019-1025 km 1027-1029  Ondiepte <25 cm km1014	Wzijde: km 1014-1029  Ozijde: km 1014-1025 Km 1027-1029 zeer lokaal  Ondiepte <25 cm km1014