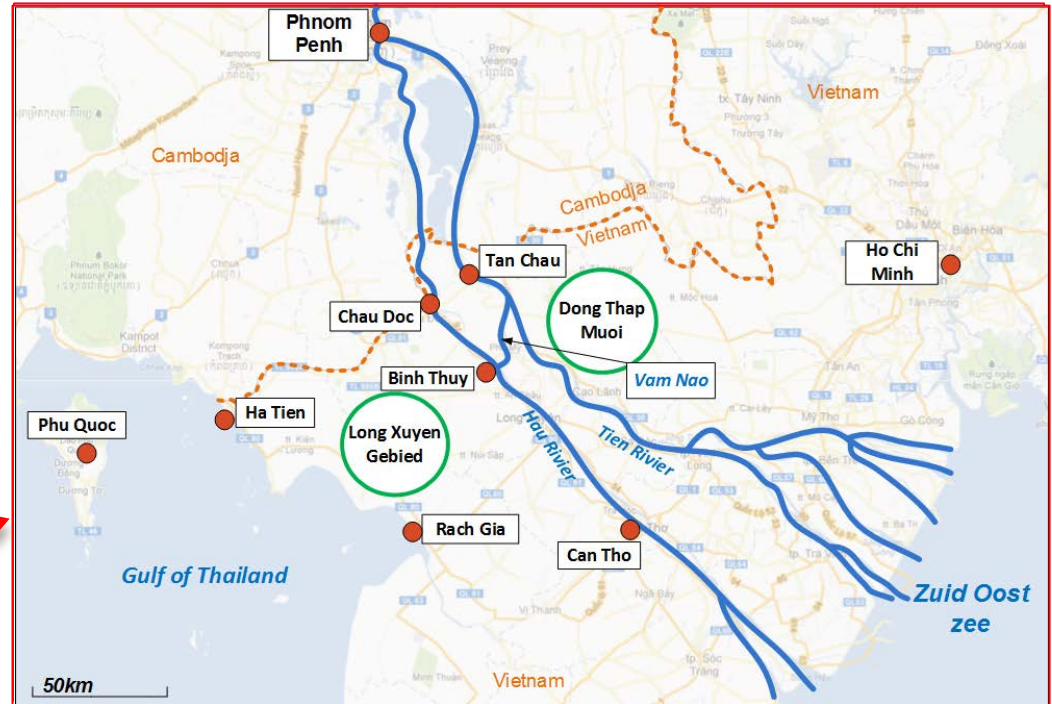


Een haalbaarheidsstudie naar het aanleggen van een afleidingskanaal

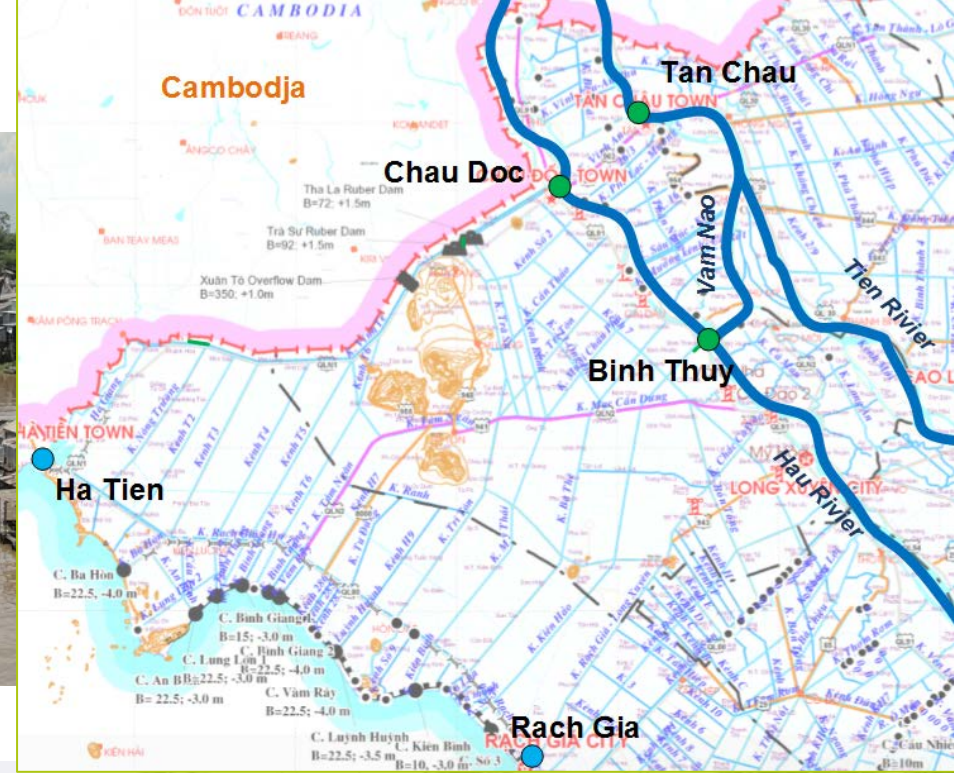
Onderzoeken of een afleidingskanaal tussen de Mekong Rivier en de Golf van Thailand geschikt is als maatregel om overstromingsrisico's te verminderen

Mekong Delta



- Overstroming door de Mekong Rivier
- Voordelen:
 - **Schoonsoelen** van landbouwgrond
 - Brengt **vruchtbaar slib**

Mekong Delta



Probleem

Acceptatie van overstroming
is verlaagd

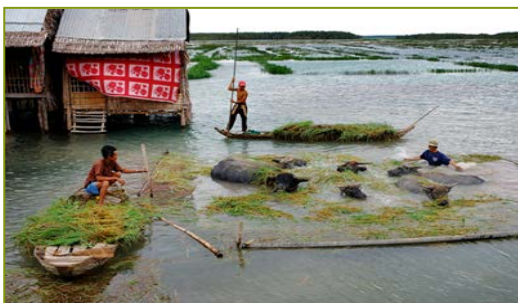


Stijgende vraag
naar landbouw-
producten

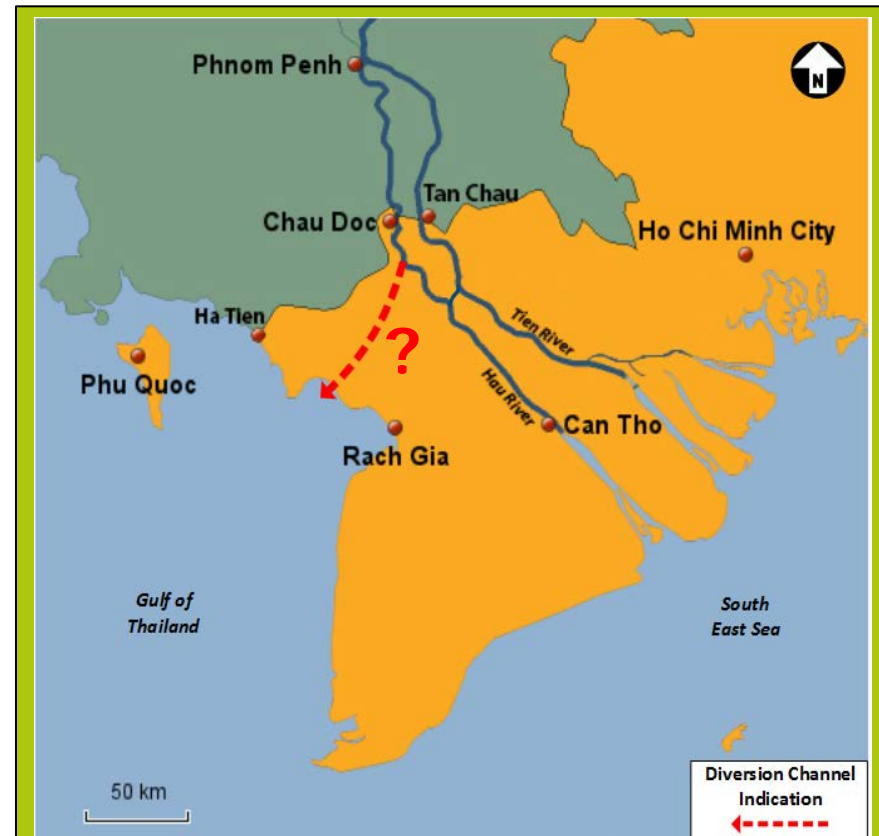
Urbanisatie



Klimaats-
veranderingen



Oplossing



Een afleidingskanaal tussen de
Mekong Rivier en de
Golf van Thailand

**Afleidingskanaal
Realistisch?**

Het onderzoek

Hoe realistisch is het om een afleidingskanaal aan te leggen tussen de Mekong Rivier en de Golf van Thailand om overstromingsrisico's te reduceren?

Haalbaarheidsstudie: (tweeledig)

1) Technische voorwaarden

1) Sedimentatieproblemen aan de kust

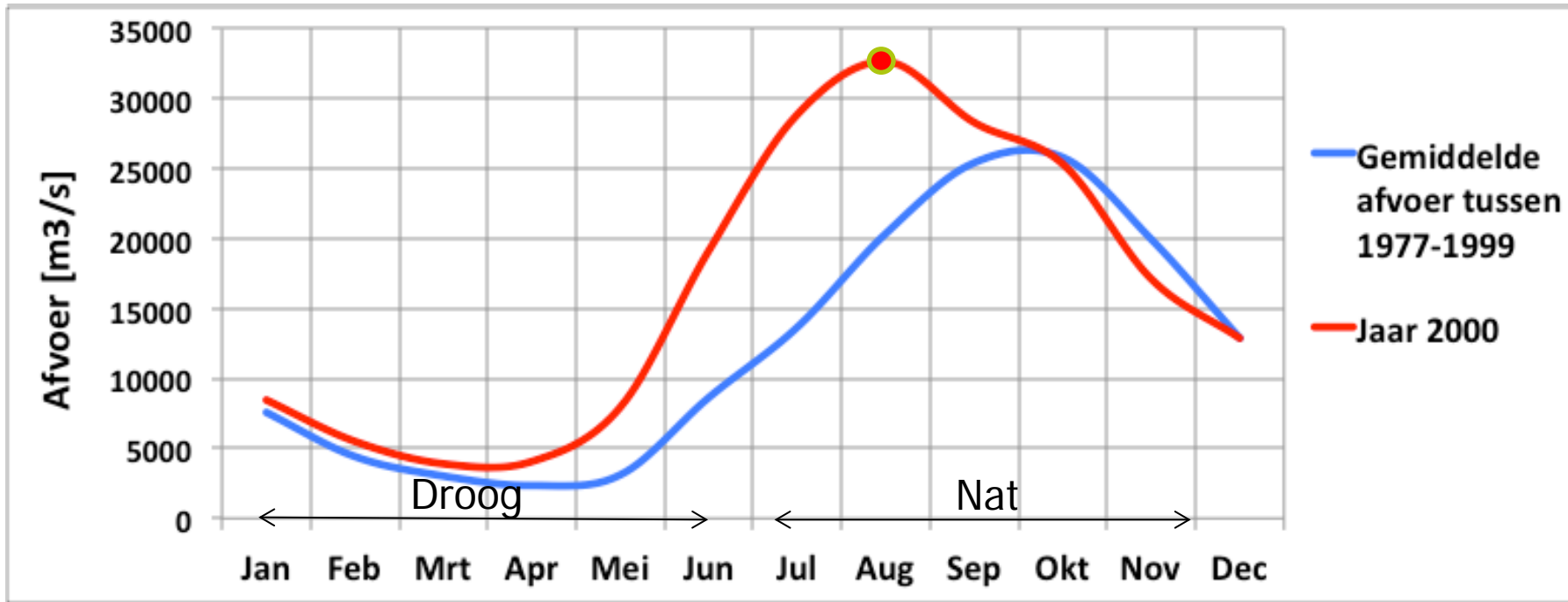
- Conclusie
- Aanbevelingen

Haalbaarheidsstudie:

Technische voorwaarden

- Uitgangspunten
- Onttrekkingen
- Dimensies & Aansluitingen
- Projectkosten
- Keuze van het type afleidingskanaal

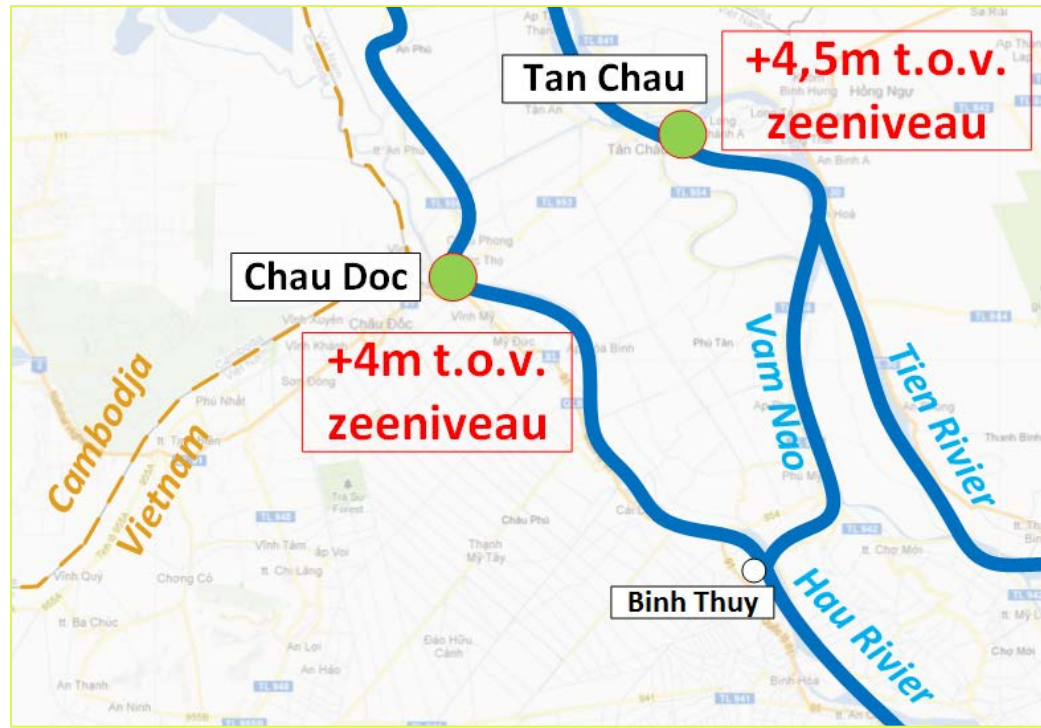
Uitgangspunten: Afvoer bij Phnom Penh



Klimaatveranderingen De afvoer in de Mekong Rivier

- Gemiddelde piekafvoer 25000 m³/s 15% = 37000 m³/s
- Gemiddelde piekafvoer 25000 m³/s (25% = 37000 m³/s)
- Extreem scenario jaar 2000 32500 m³/s (25% = 40000 m³/s)
- Extreem scenario jaar 2000 32500 m³/s (25% = 40000 m³/s)

Uitgangspunten: Waterstandsgrenzen

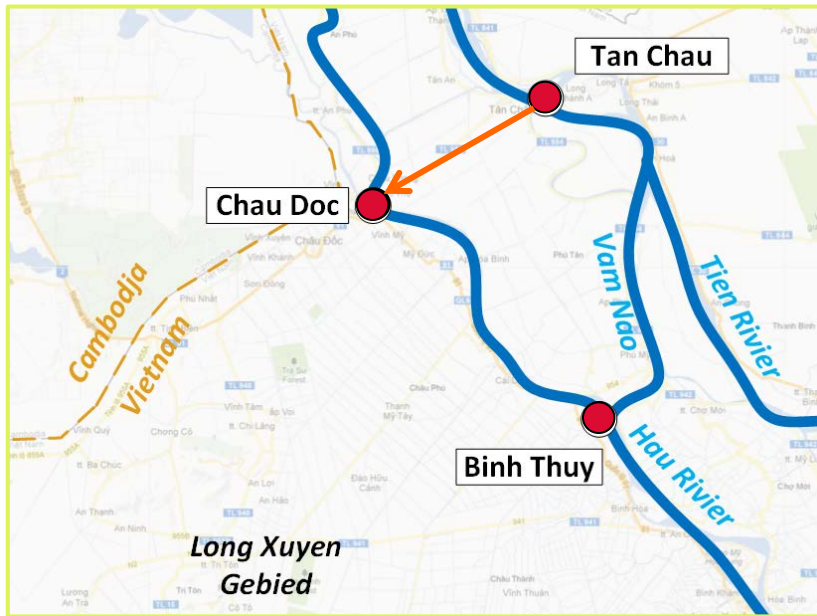


- Waterstandsgrenzen in de Mekong Rivier:

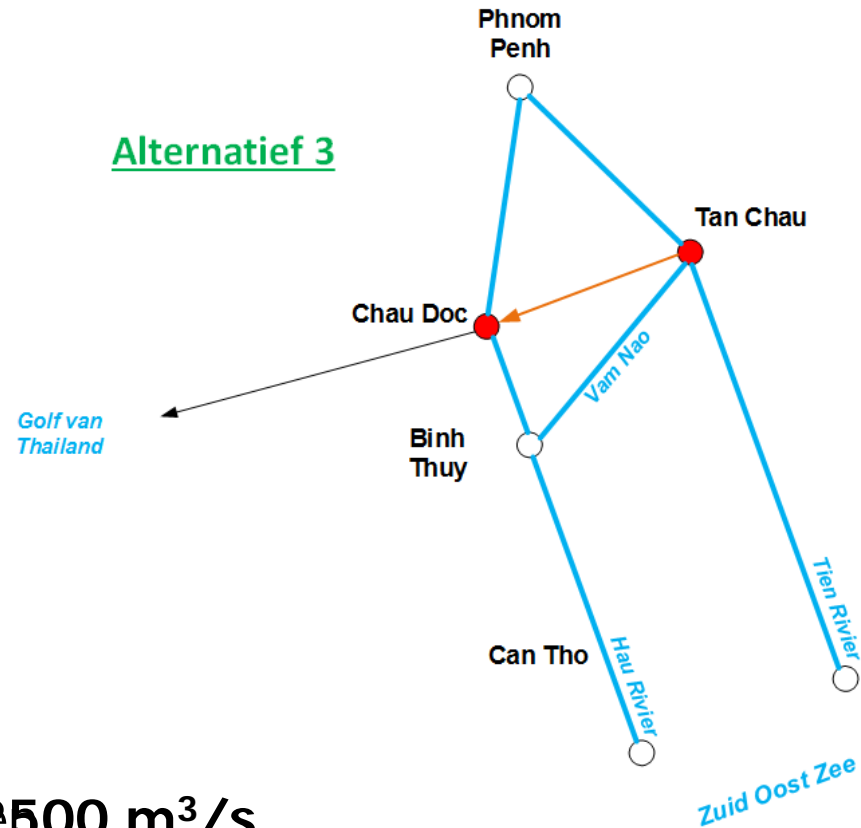
Chau Doc: **+4m**

Tan Chau: **+4,5m**

Locatie & minimale onttrekking



Alternatief 3



Betrijvingspunten:

In een semi-dagelijkse Phnom Penh $32500 \text{ m}^3/\text{s}$
 onttrekkingsalternatieven

Waterstandsgrenzen in:

- De minimale onttrekking is $44000 \text{ m}^3/\text{s}$ Chau onder $+4,5\text{m}$

Benodigde onttrekking

Gemiddeld scenario met klimaatsverandering:

	Water niveau [m t.o.v. zeeniveau]	
• Gemiddeld scenario: $37000 \text{ m}^3/\text{s}$	Tan Chau	
6000	3,9	5,1
• Extreem scenario: $40000 \text{ m}^3/\text{s}$		4,5

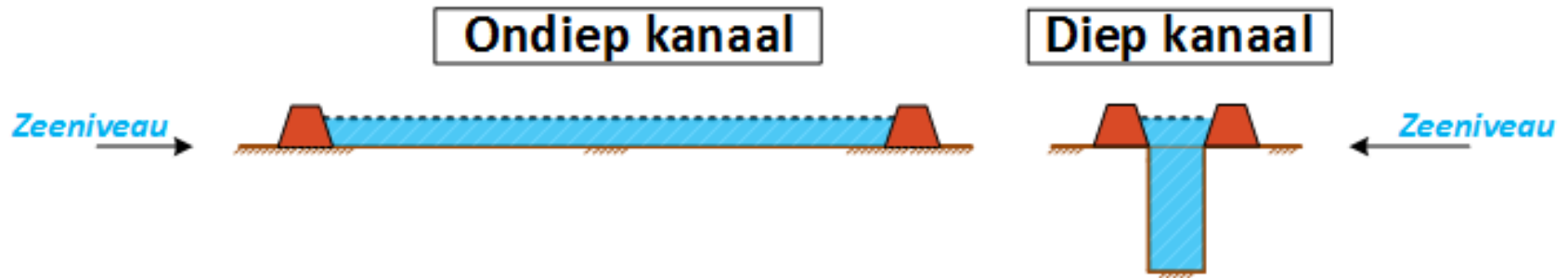
- Aanvullende maatregelen nodig voor Tan Chau!

Extreem scenario:

- Welke onttrekkingen voor Chau Doc en Tan Chau: $46000 \text{ m}^3/\text{s}$

	Water niveau [m t.o.v. zeeniveau]	
Onttrekking [m^3/s]	Chau Doc	Tan Chau
8000	4,0	5,5
16000	1,5	4,5

Dimensies afleidingskanaal (extremen)



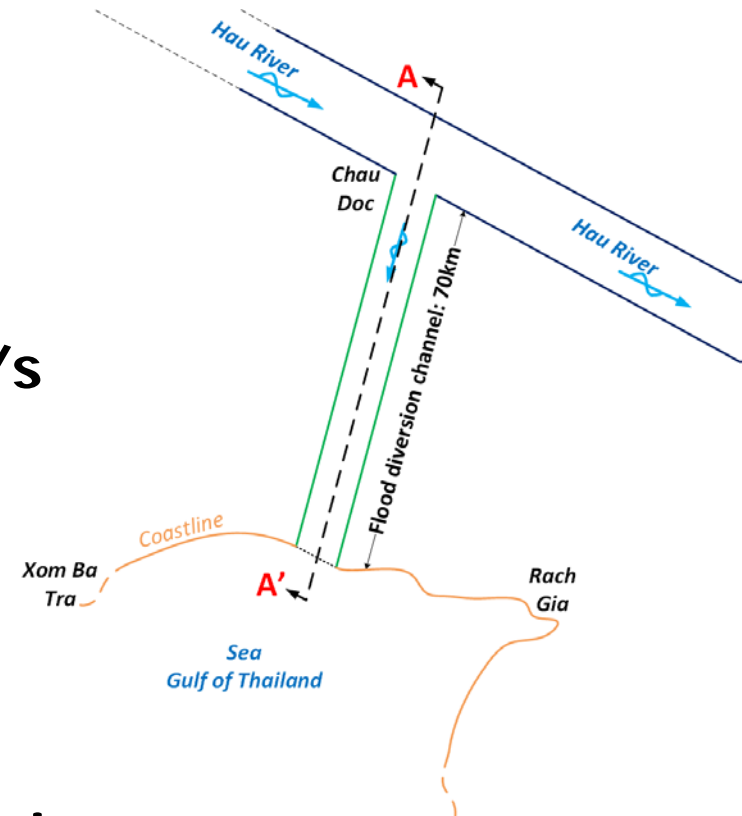
Een uniek voordeel:

- Ondiep kanaal
 - Agrarische land **blijft behouden**
- Diep kanaal
 - **Kortere handelsroute** Golf van Thailand en Cambodja (i.p.v. Hau rivier)
 - Diepgang van schepen = 8m

Dimensies afleidingskanaal

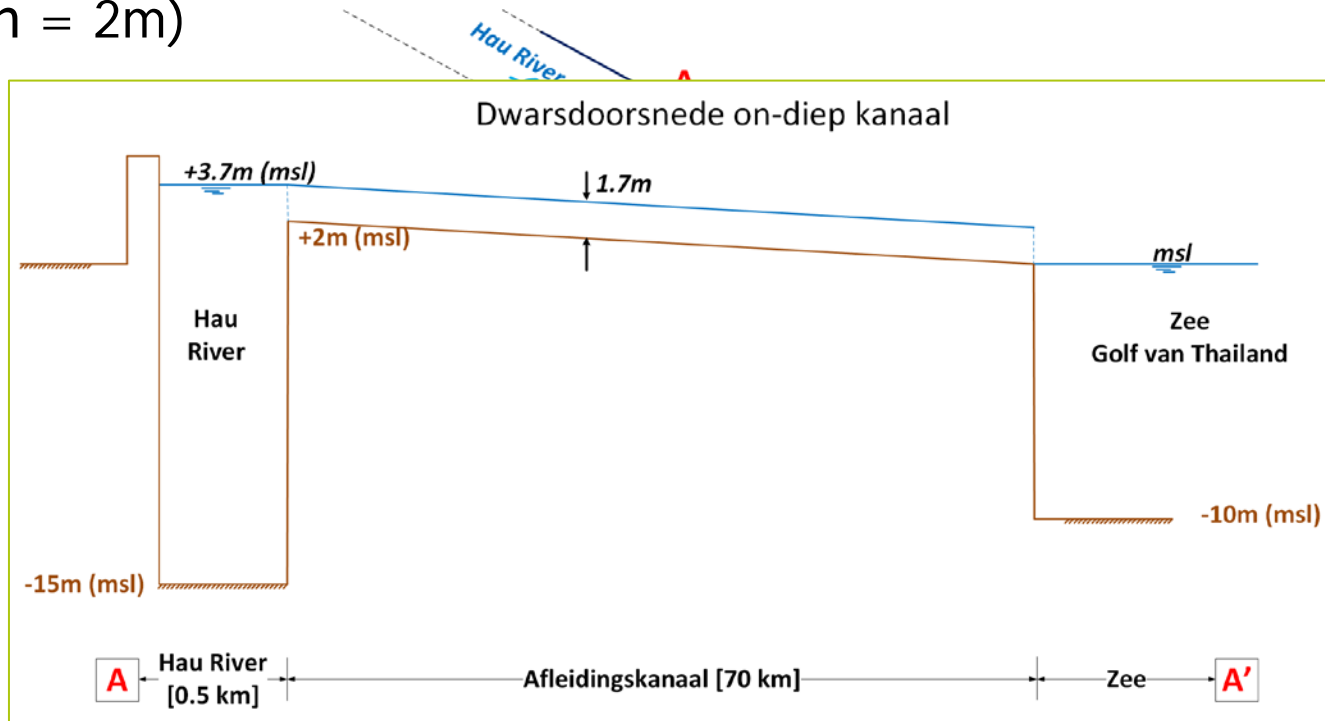
Algemene aannamen:

- Minimale onttrekking:
 - **4000m³/s**
- Benodigde onttrekking:
 - **6000 tot 8000m³/s**
- **Rechthoekige** kanaal als profiel
- Lengte afleidingskanaal: **70km**
- Waterniveau Chau Doc:
 - **+3,7m boven zeeniveau**
- Waterniveau Golf van Thailand:
 - **0m = zeeniveau (geen getij)**



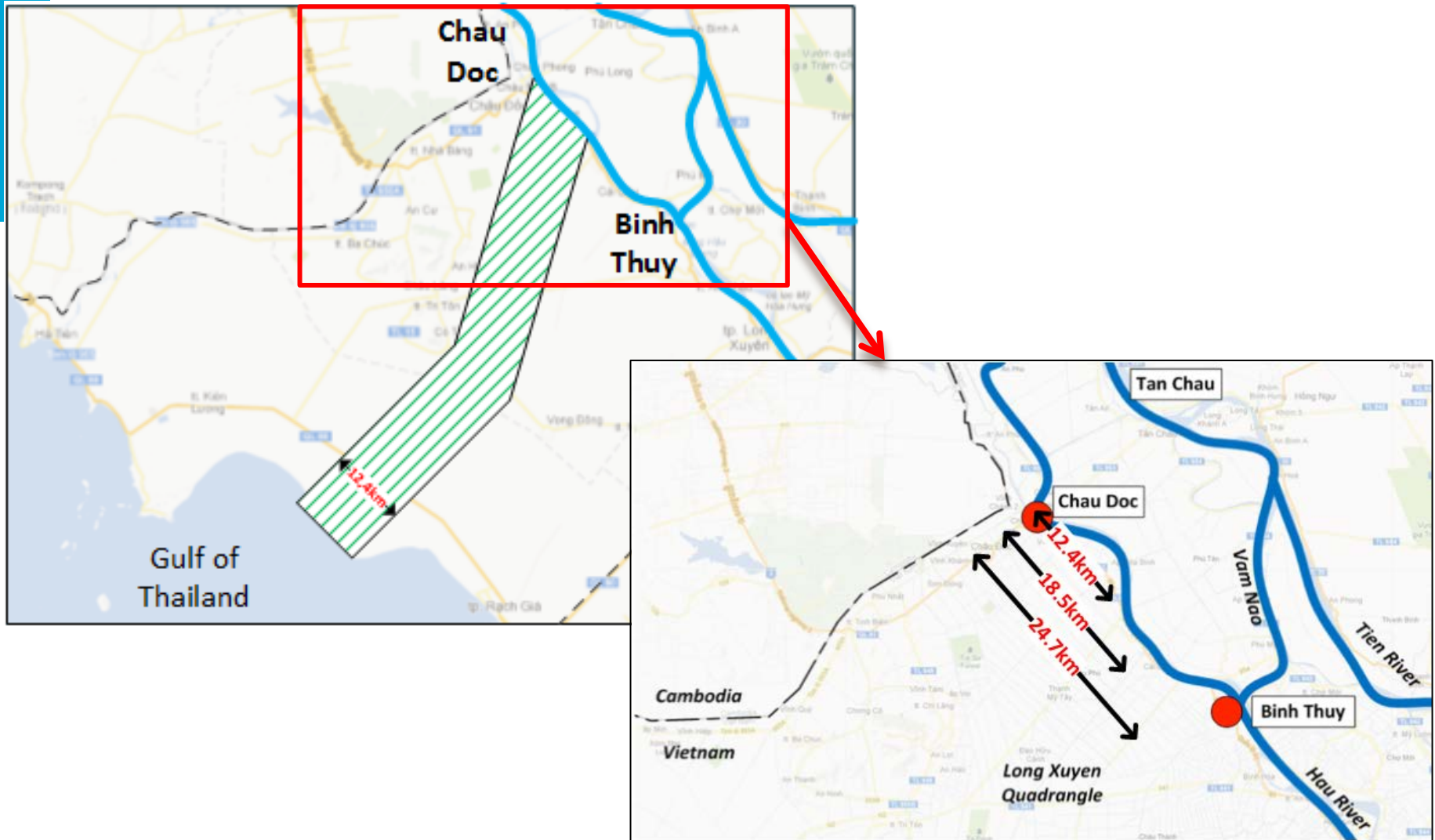
Dimensies afleidingskanaal (ondiep)

- Waterstandsverhang afhankelijk van het topografische verhang ($\Delta h = 2\text{m}$)



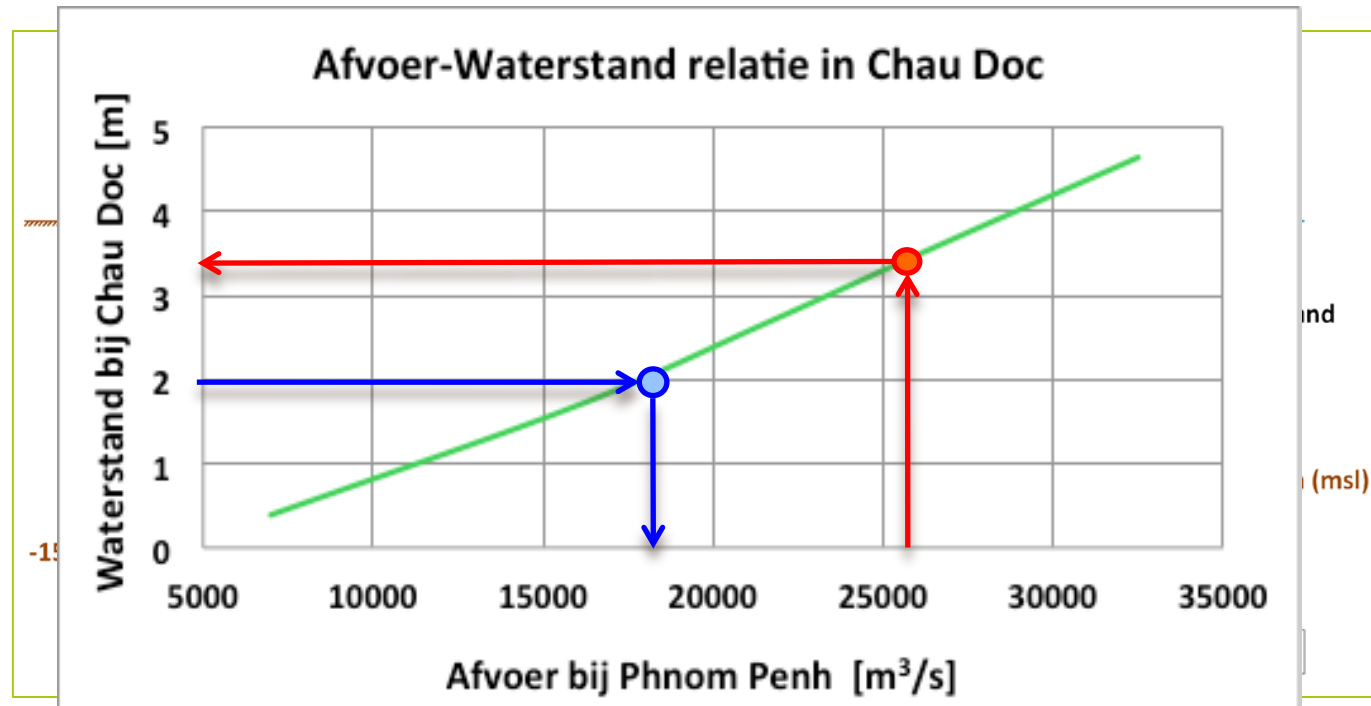
Onttrekking [m ³ /s]	Breedte afleidingskanaal [m]
4000	12400
6000	18500
8000	24700

Dimensies afleidingskanaal



Aansluitingen ondiep afleidingskanaal

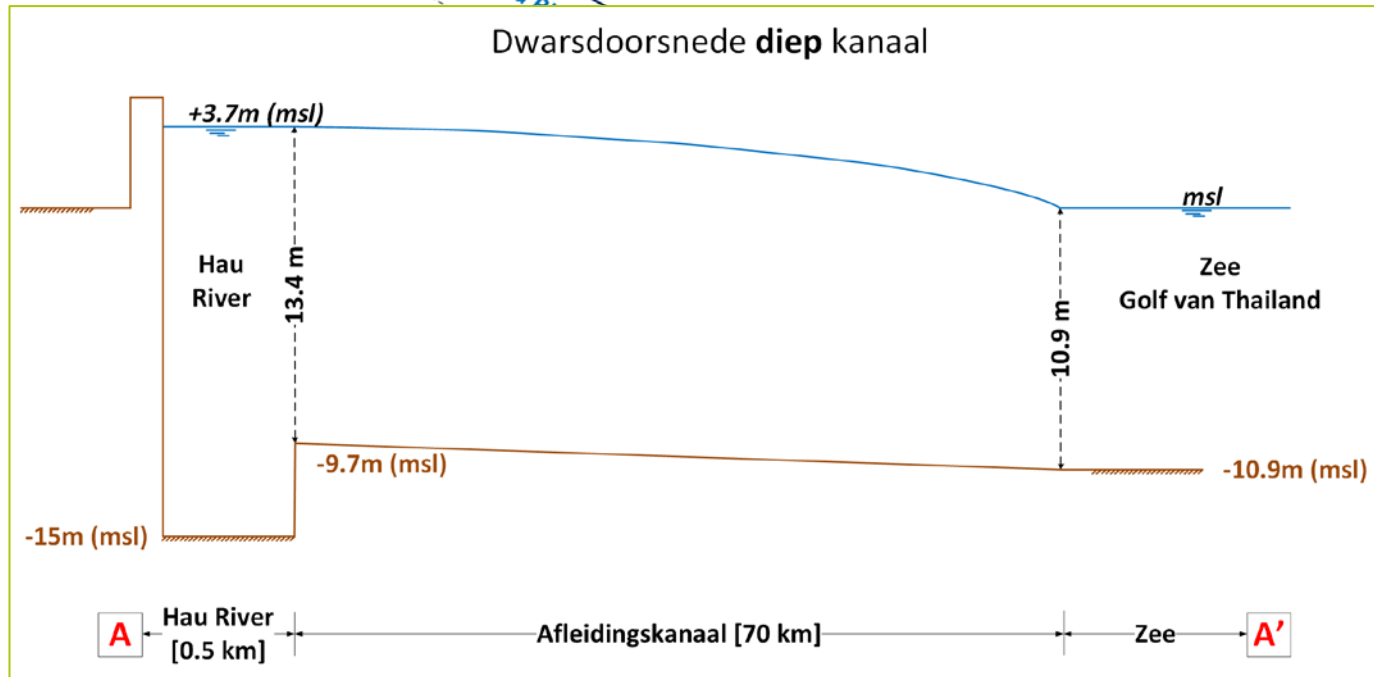
- Bodemniveau bij onttrekkingspunt: **+2m boven zeeniveau**
- Gemiddelde piekafvoer van de Mekong Rivier: **25500 m³/s**



- **Vaste stuwdammen** zijn niet mogelijk
- Gebruik maken van **flexibele rubber dammen**

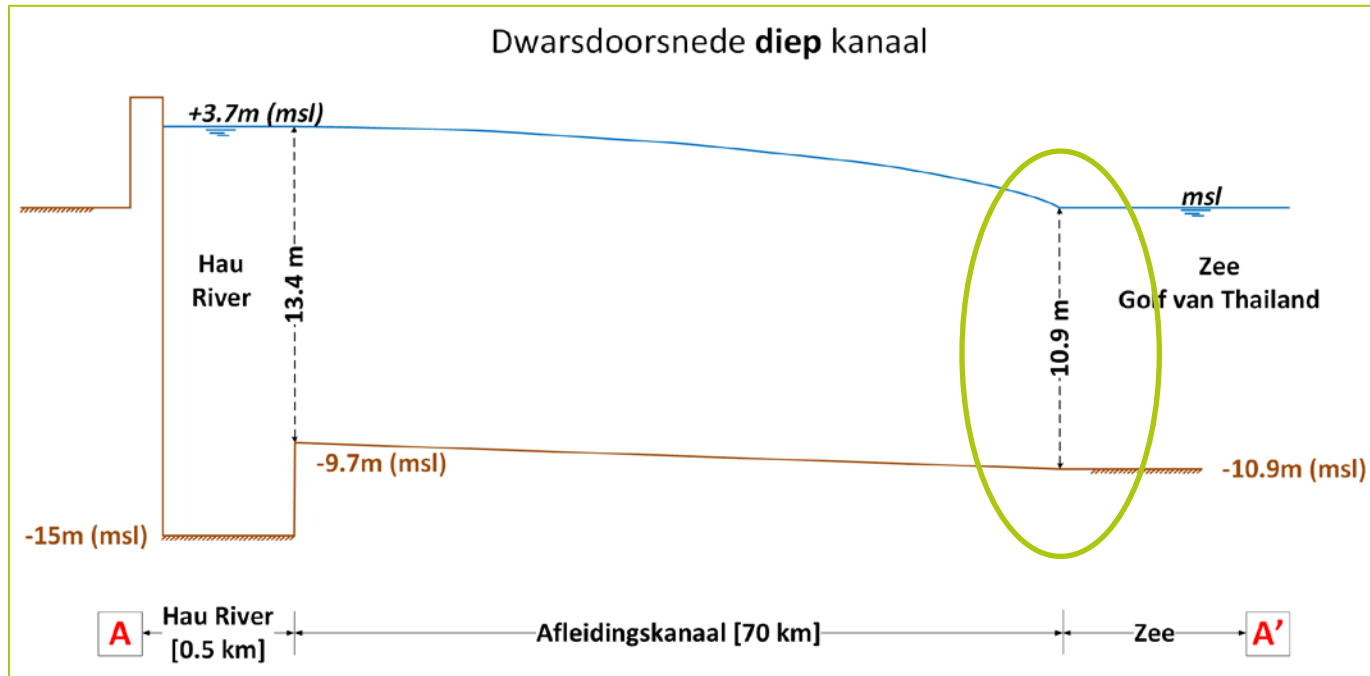
Dimensies afleidingskanaal (diep)

- Diepgang voor schepen:
(8m + veiligheidsfactor + ruimte onder de kiel = 9,7m)



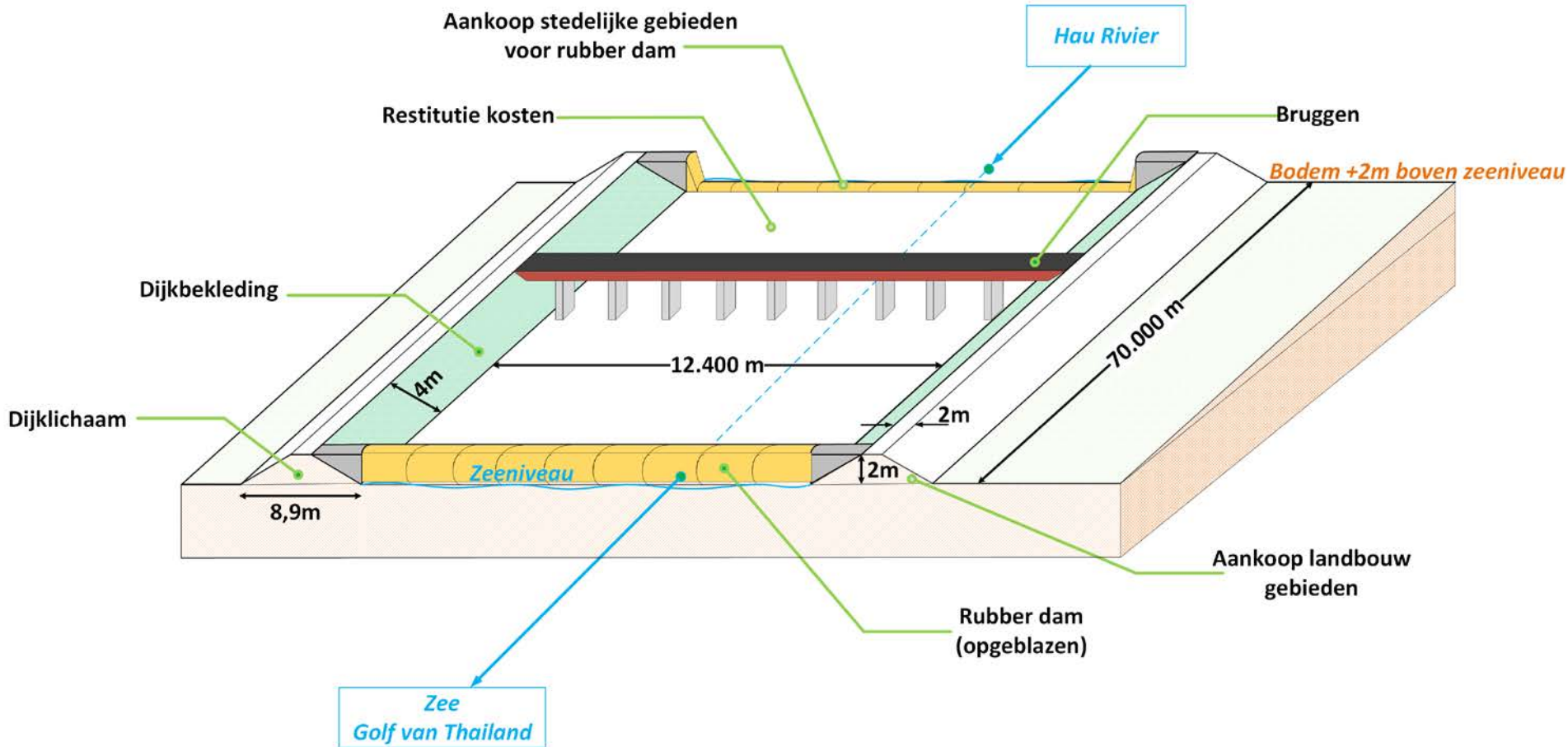
Onttrekking [m ³ /s]	Breedte afleidingskanaal [m]
4000	340
6000	510
8000	680

Aansluitingen diep afleidingskanaal



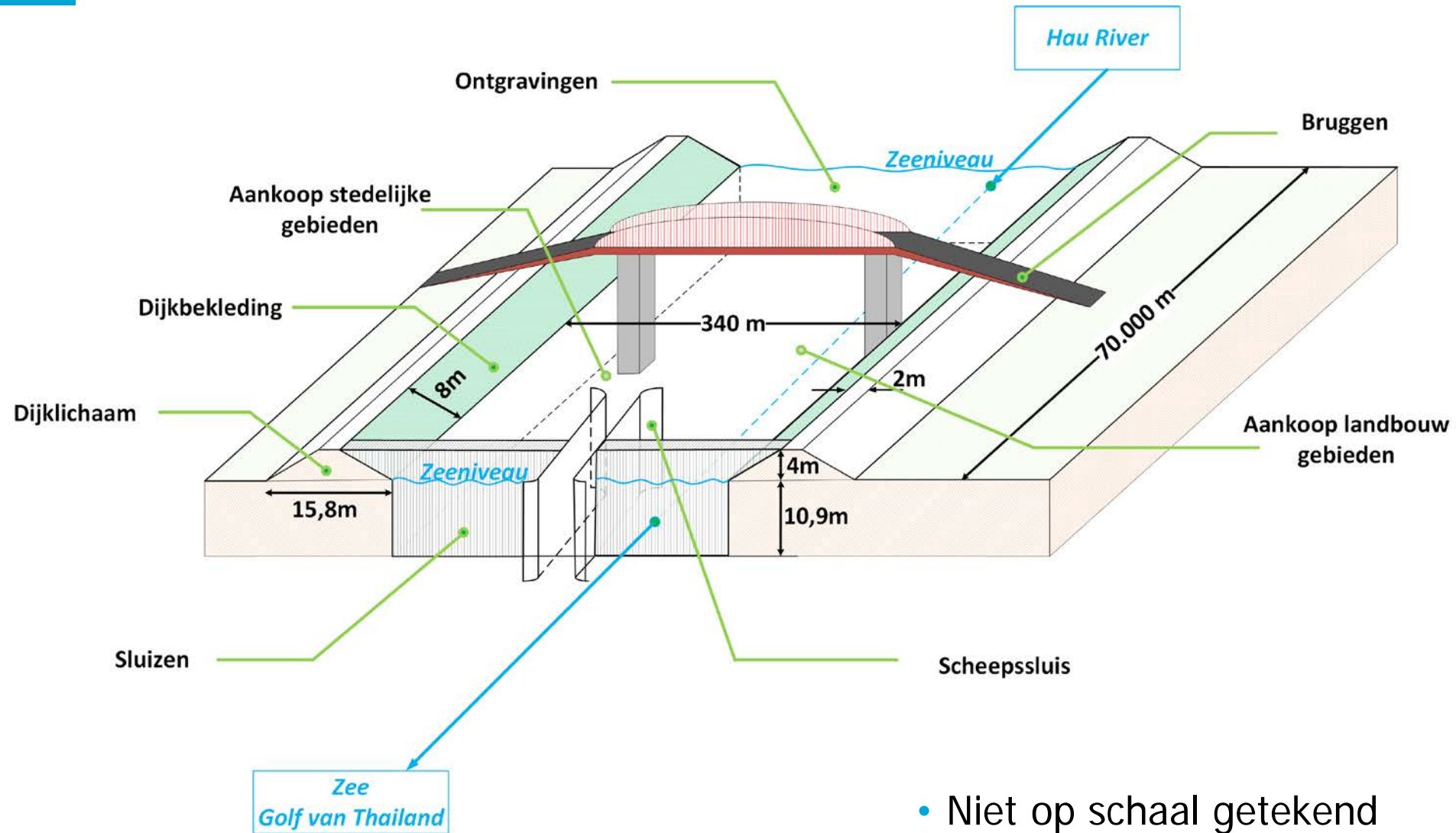
- Een **scheepssluis** voor scheepvaart en **sluizen**

Projectkosten: Bereik (ondiep)



- Niet op schaal getekend

Projectkosten: Bereik (diep)



- Niet op schaal getekend

Projectkosten: Methode

1. Directie constructiekosten

- Ontgravingen
- Kanaal dijken & dijkbekledingen
- Een sloopsluis & sluisen
- Flexibele rubber dam
- Bruggen

x 2

2. (In-) Directe eigendomskosten

- Aankoop van landbouwgebieden
- Aankoop van stedelijke gebieden

x 1,5

- Restitutiekosten (voor als er schade ontstaat)

x 1,2

• Vermenigvuldigingsfactoren:

- BTW, onvoorzien, onderzoekkosten, arbeid, vergunningen enz.

Projectkosten

- Totale kosten na **eenmalig** gebruik van het afleidingskanaal

	Diep kanaal	Ondiep kanaal
	Kosten in Euro [10^6]	Kosten in Euro [10^6]
<i>Directe constructiekosten</i>	€ 3.920	€ 552
<i>Directe eigendomskosten</i>	€ 221	€ 62
<i>Indirecte eigendomskosten</i>	-	€ 1.302
Totale kosten	€ 4.141	€ 1.916

- **Bevindingen**: ontgraven volume is groot
- Kosten voor het ondiep kanaal zijn toenemend
 - Volume ontgraving = 215 miljoen m^3
- Ondiep kanaal is goedkoper in **eerste instantie**
- Na de derde keer, zijn de gemaakte kosten voor een ondiep kanaal hoger dan een diep kanaal
 - De oppervlakte is voor restitutie is groot
 - Maar een diep kanaal is dus goedkoper op de **lange termijn**

Keuze kanaal type

- Ondiep kanaal
 - Initiële kosten zijn **laag**
 - **Duurder op lange** termijn
 - Een groot gebied komt alsnog **onderwater** (*onveilige situaties*)
 - Rubber dammen moeten **vervangen** en er is gevaar voor **beschadiging**
- Diep kanaal
 - Initiële kosten zijn **hoog**
 - **Goedkoper op lange** termijn
 - **Hergebruik** van ontgraven grond
 - **Inkomsten gegenereerd** van scheepvaart & havens
- **De voorkeurskeuze:**
 - Type afleidingskanaal: **Diep**

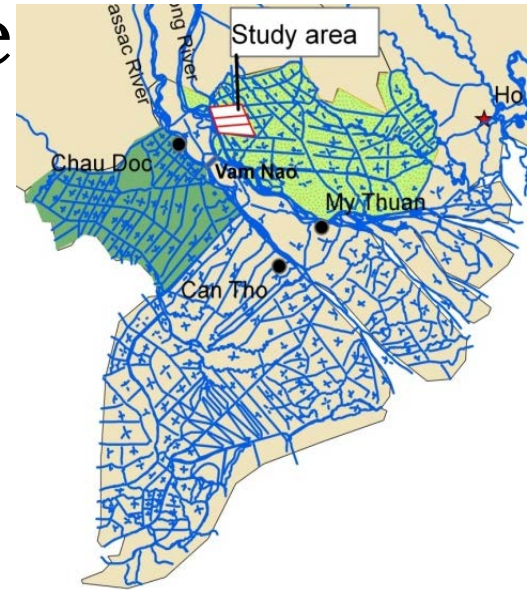
Haalbaarheidsstudie: Sedimentatieproblemen aan de kust

- Uitgangspunten
- Lozingslocaties
- Sedimentatie-effecten
- Keuze afleidingskanaal: Lozingslocatie & route

Uitgangspunten: Sedimenttype & Sedimentconcentratie

Nguyen Nghai Hung (2011):

- Sedimenttype:
 - **$10\mu\text{m}$** en **$15\mu\text{m}$** (fijn slib)
- Conservatieve benadering van sedimentconcentratie:
 - **500mg/l** (*aanname bovengrens*)

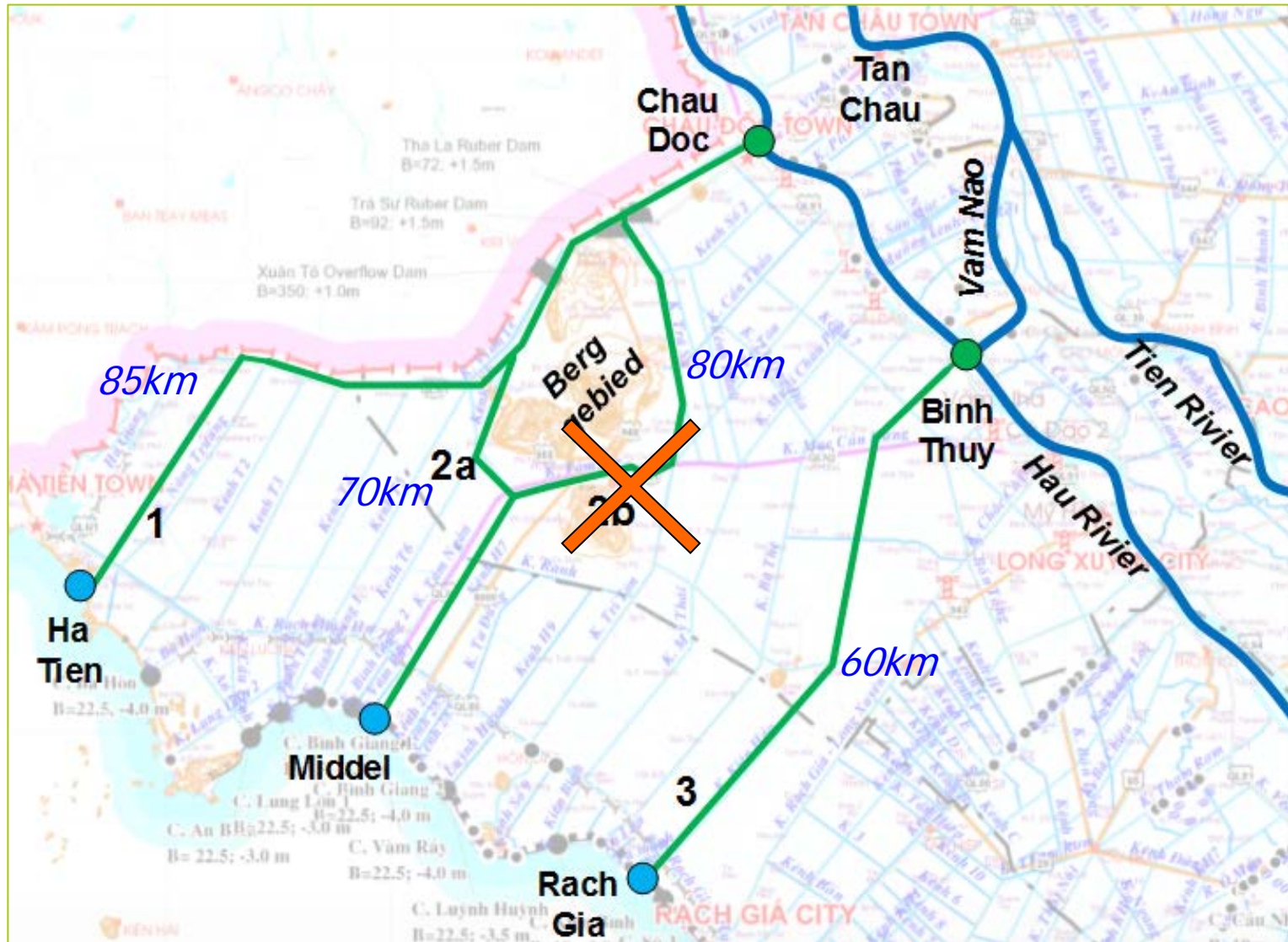


Lozingslocaties: Kustlijn



- Kustlijn heeft **5 steden**
- **Geen koraalriffen** aanwezig
- **Modderige kustlijn die erodeert**
(erosie voornamelijk tussen Xom Ba Tra en Rach Gia)

Lozingslocaties: Lengte route



Lozingslocaties: Route & Re-locatie



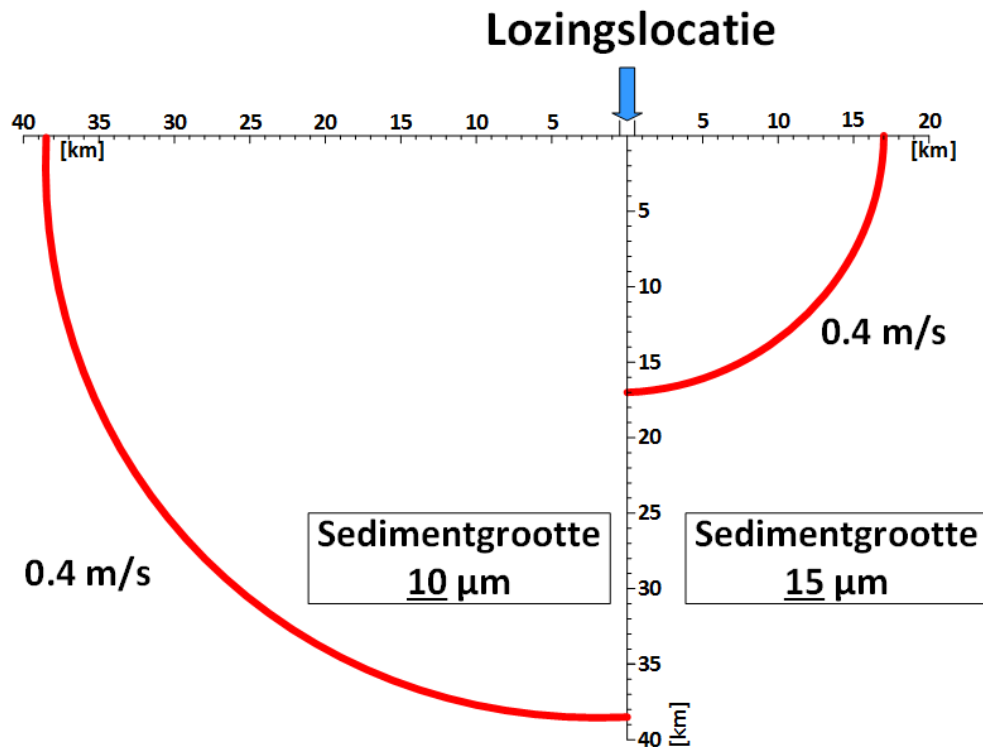
Sedimentproblemen locatie



- Sedimentatieprobleem **bij Phu Quoc, 50km** van Ha Tien
(*Bezorgdheid voor aantasting van de witte stranden*)
- Sedimentatieproblemen **langs de kustlijn**

Effecten Phu Quoc: Maximale afstand

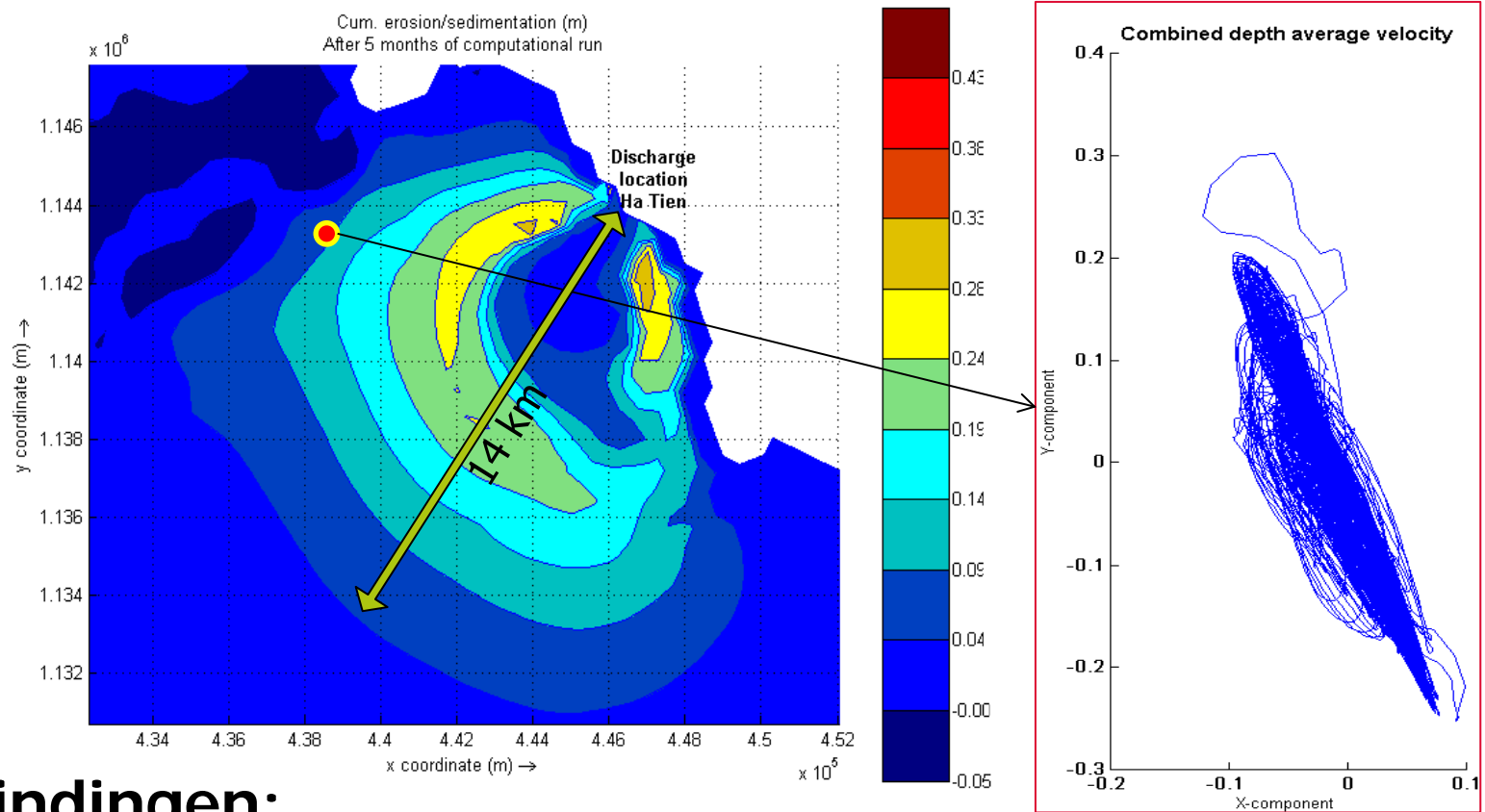
- Afgelegde afstand bepaald met de formule van "Galappatti"
- Aannamen:
 - maximale getijstroming = 0,4 m/s
 - Bodemniveau & waterdiepte zijn constant



Bevindingen:

- Maximale afstand: **40km**
- Sediment zal Phu Quoc **niet bereiken**
 - *(50km van HaTien)*

Effecten Phu Quoc: Kustmodel

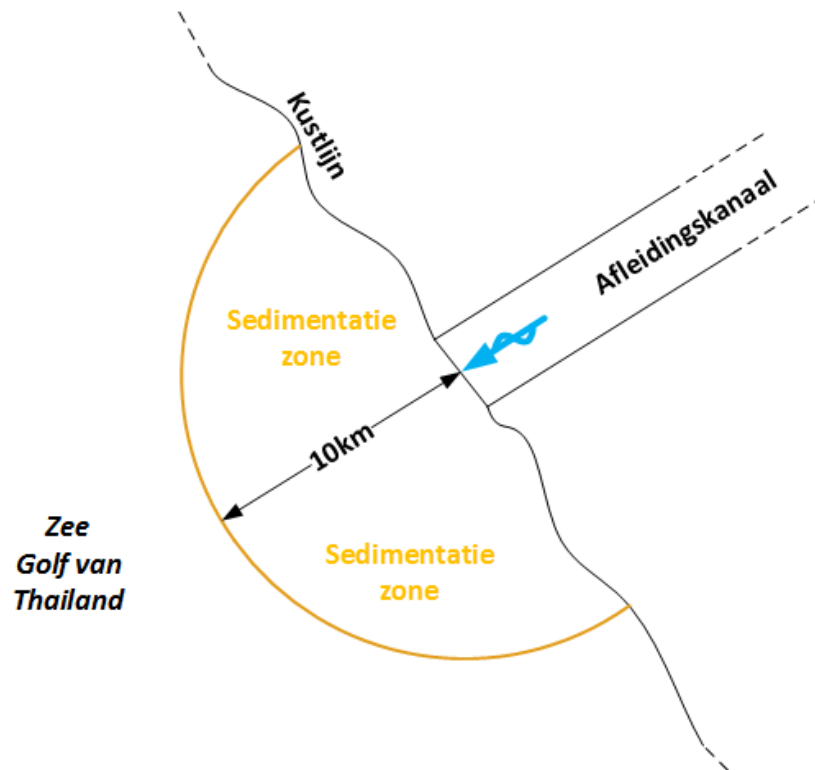


Bevindingen:

- Maximale verspreiding is ongeveer **14km** (*langs kustlijn*)
- Stroming **niet constant 0,4 m/s** en **niet constant gericht** naar Phu Quoc

Effecten kustlijn: Verhoging bodem

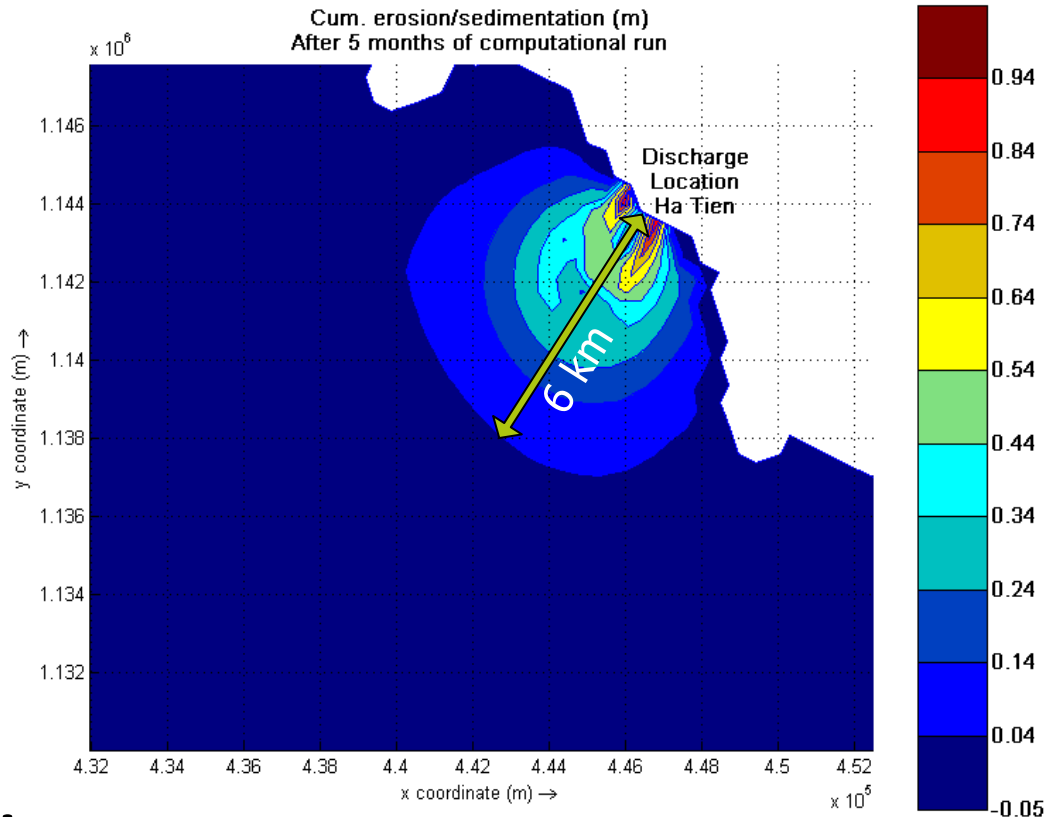
- Aannamen balansvergelijking:
 - Homogene verspreiding/sedimentatie
 - Sedimentconcentratie is 500mg/l
 - Lozingsperiode van 30 dagen
 - Constant debiet van 4000m³/s



Bevindingen:

- Verhoging bodem ongeveer **2cm**
- Sedimentatie is **te verwachten**

Effecten kustlijn: Kustmodel



Bevindingen:

- Verspreiding is ongeveer **6km**
- Sedimentatie aan de kust is **aanwezig**

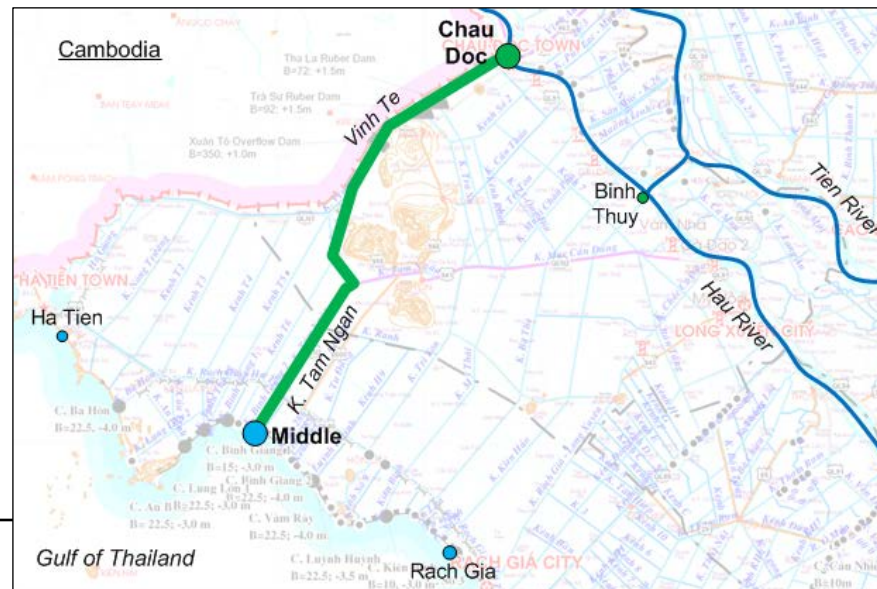
Keuze lozingslocatie & route



- Waarschijnlijk wel **kustlijn sedimentatie**
(Maar gunstig voor eroderende kust bij lozingslocatie “Middel”)
- De voorkeurskeuze:
 - Lozingslocatie: **Middel**
 - Route: **2a**

Conclusies

- **Alternatieve maatregelen nodig** voor situaties met klimaatsveranderingen
- **Initiële kosten** zijn hoog voor een diep kanaal maar goedkoper op de **lange termijn**
- Sedimentatieproblemen bij **Phu Quoc zullen niet** voorkomen
- Sedimentatie verwacht aan de **kustlijn** maar dit kan **gunstig** zijn



Aanbevelingen

- Het **probabilistisch** benaderen van ontwerpafvoeren
- Water over **land** van Cambodja en **regenval** meenemen
- Werkelijke **dwarsdoorsnedes gebruiken**
- **Aanzanding** in het afleidingskanaal (diep)
 - Tijdens normale omstandigheden: ("*maintenance dredging*")
- **Alternatieve oplossingen** om kosten te reduceren

Aanbevelingen: alternatieve oplossingen

- **Verbreden** van de Hau en Tien Rivier
- Meerdere **kleinere** afleidingskanalen of **gelijktijdig** afleiden van de Hau en Tien rivier
- Een **combinatie** maken van een diepe vaargeul (zomerbed) en ondiepe uiterwaarden (winterbed)

