

Betonnen schuif



Oosterscheldekering



Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Bouwdienst Rijkswaterstaat

ir. F. Bockhoudt

Projectleider
Betonnen schuif SVKO



Oosterscheldekering

Overzicht

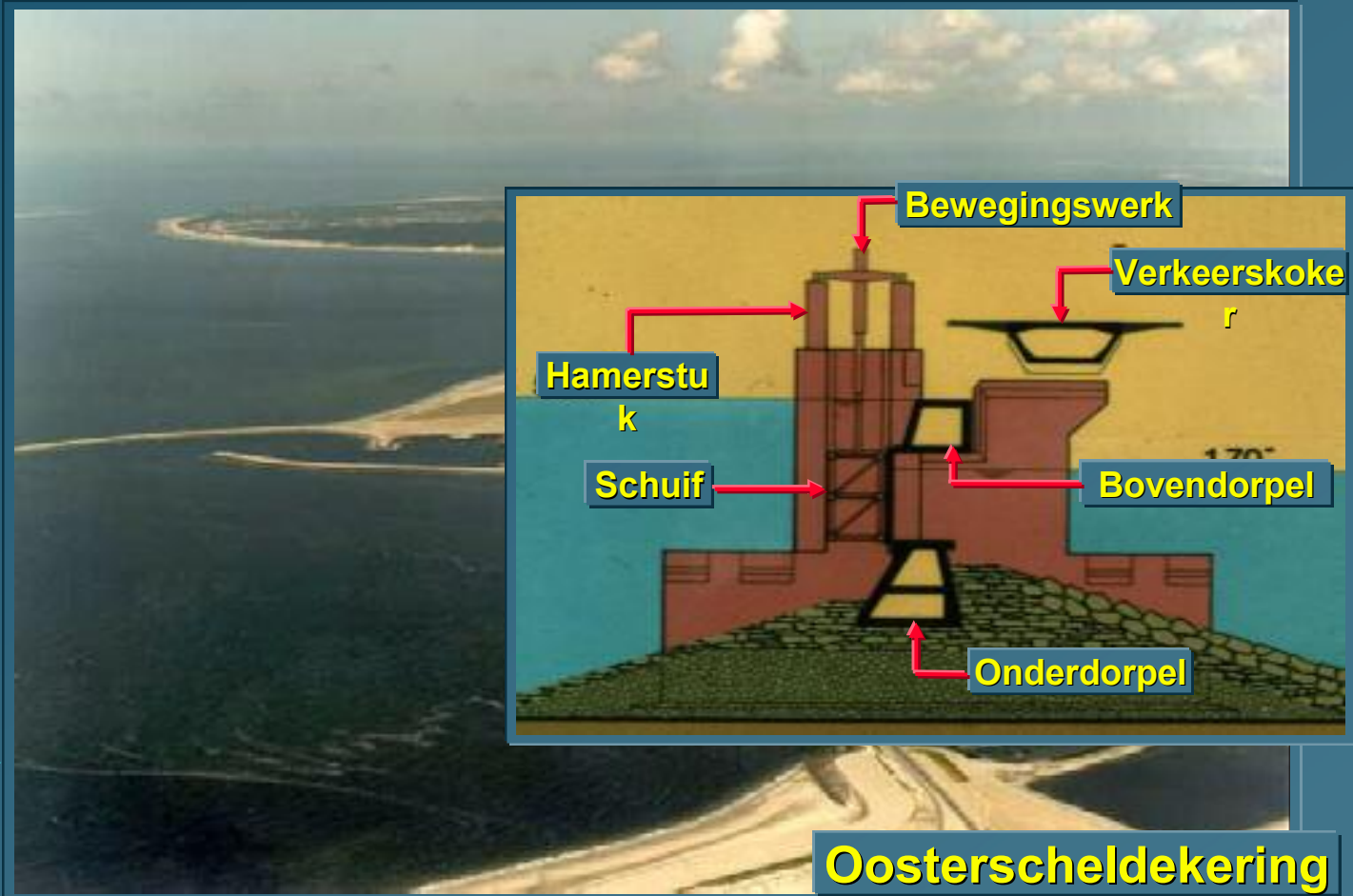
Betonnen schuif



Oosterscheldekering

Overzicht

Betonnen schuif



Probleemstelling

Aanleiding

Betonnen schuif



Oosterscheldekering

- **Conservering**
 - 3 laags-koolteerepoxy-coating (Hammen, Schaar)
 - 2 laags-epoxy-coatingsysteem (Roompot)
- **Inspectie jaren '90**
 - oppervlakte- en putcorrosie bij 2 laags epoxy-coatingsysteem (Roompot)
 - vervroegd groot onderhoud



Opdracht Bouwdienst

Haalbaarheidsstudie

Betonnen schuif



Oosterscheldekering

- **Alternatief schuifontwerp in Hoge sterkte beton**
 - Technische haalbaarheid
 - Economische haalbaarheid
- **Afbakening**
 - Geen hydraulisch onderzoek



Hoge sterkte beton (1)

Principe

Betonnen schuif



Oosterscheldekering

- **Definitie**
 - HSB: B85-B200
- **Principe**
 - Toevoegen van steeds fijnere vulstoffen
 - Betere vullingsgraad
 - Betere aanhechting



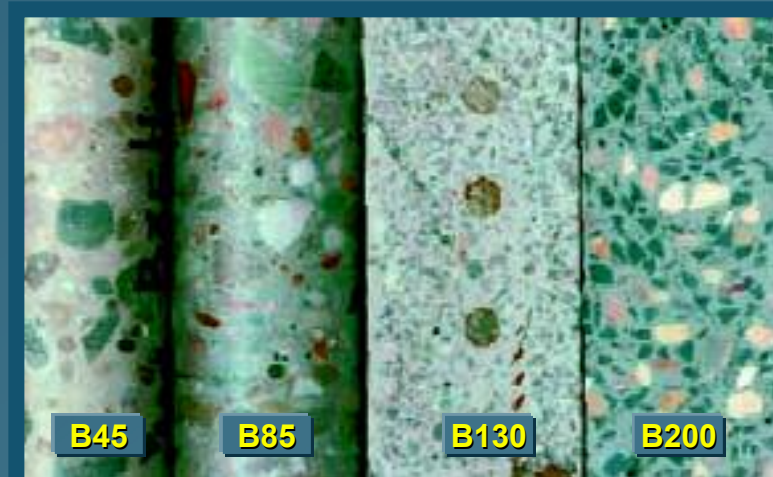
Traditioneel



Plastificeerder



Micro-silica



B45

B85

B130

B200



Hoge sterkte beton (2)

Eigenschappen



- **Samenstelling**

o.a.:

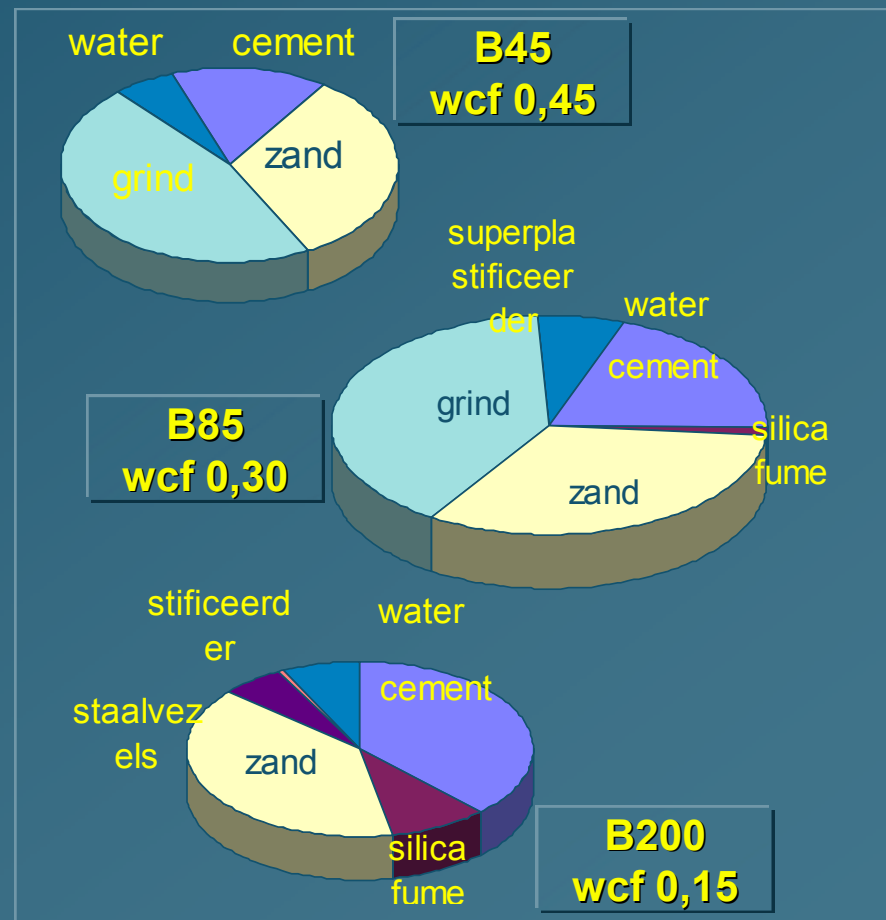
- Silica-fume
- Staalvezels

- **Voordelen**

- Grote dichtheid
- Goede sterkte-eigenschappen

- **Nadelen**

- Bros gedrag



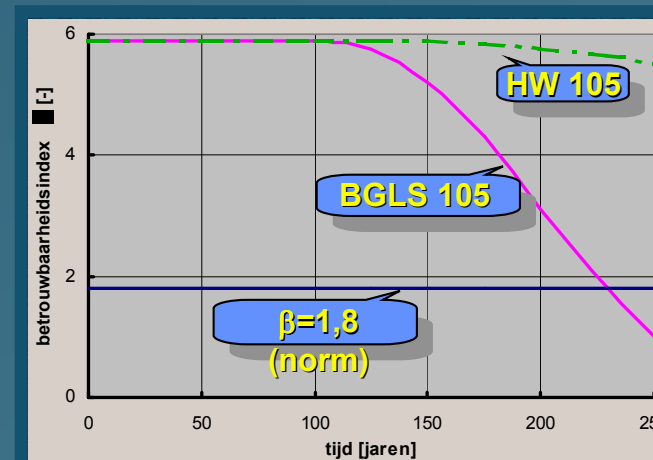
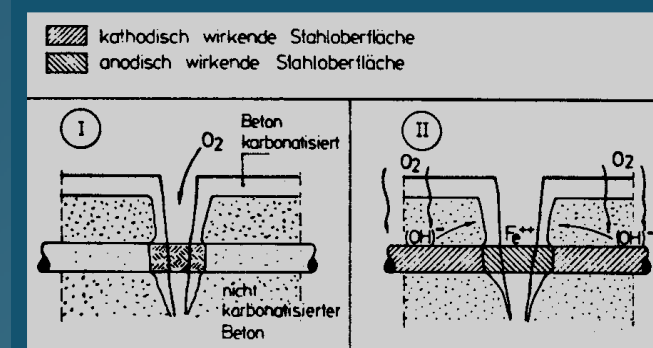
Hoge sterkte beton (3)

Duurzaamheid

Betonnen schuif

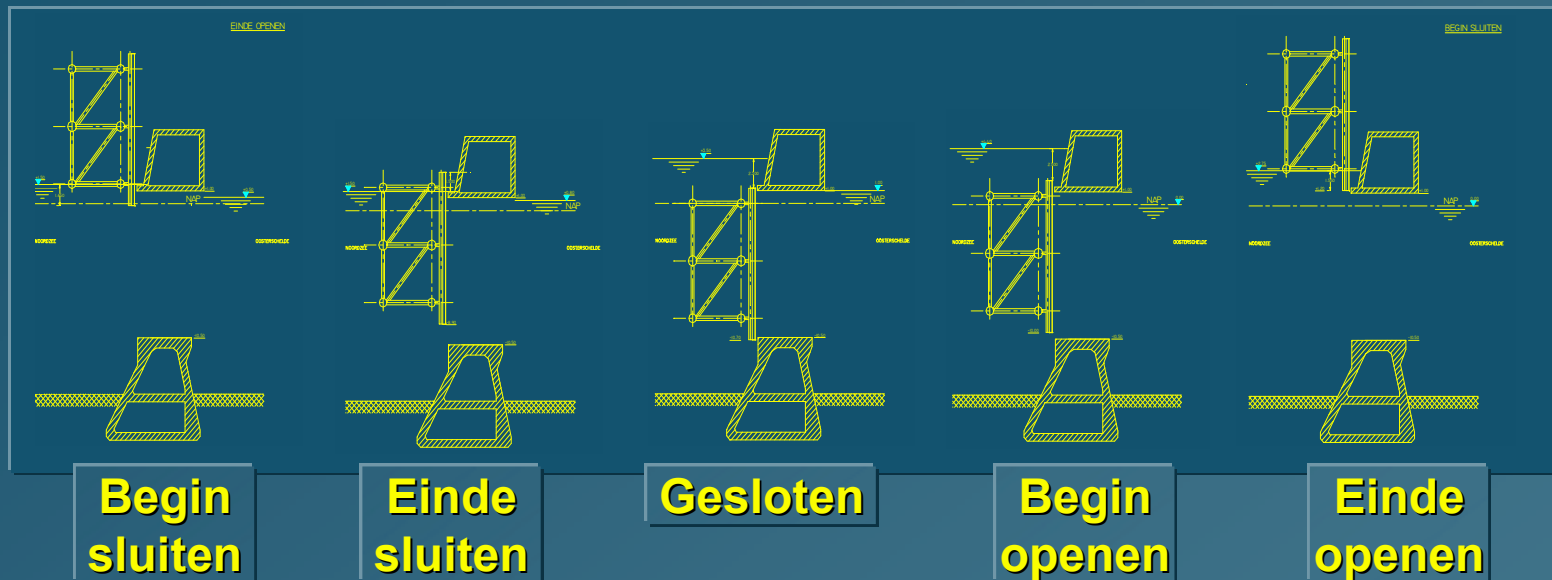


- **Carbonatatie**
 - Zuurstof kan niet naar binnen
- **Corrosie**
 - Chloride-indringing duurt heel lang, mits scheurwijdte beperkt
- **Alkali-Silica-Reactie (ASR)**
 - Silica-fume werkt gunstig



Randvoorwaarden

Hydraulische randvoorwaarden



- **Waterstanden**
 - 5 situaties
 - Iets gunstiger door huidig beheer kering



Programma van Eisen

Functionele eisen

Betonnen schuif



Oosterscheldekering

- **Keren**

- Kerende hoogte kering
N.A.P. +5,80 m
- Lekoppervlak max 1250 m²

- **Doorlaten**

- Doorstroomprofiel: 17.500 m²

- **Transformeren**

- Op stroom / onder verval bewegen
(vrijheid van beheer)



Programma van Eisen

Overige eisen



- **Gebruikseisen**
 - Huidig gebruik handhaven (beheren, beslissen, bedienen, besturen)
- **Bedrijfszekerheidseisen**
 - Betrouwbaarheid:
 - Kering bestand tegen storm gem. eens per 4000 jaar
 - Schuiven mogen niet bezwijken; niet vastlopen
 - Levensduur schuiven: 100 jaar



Uitgangspunten



- **Ontwerp**
 - Alleen de grootste (11,90 m) en kleinste (5,90 m) schuif
 - Materiaal: Hoge Sterkte Beton
- **Handhaven**
 - Huidige hamerstukken
 - Huidig bewegingswerk
 - Pijlers kunnen extra schuifgewicht aan



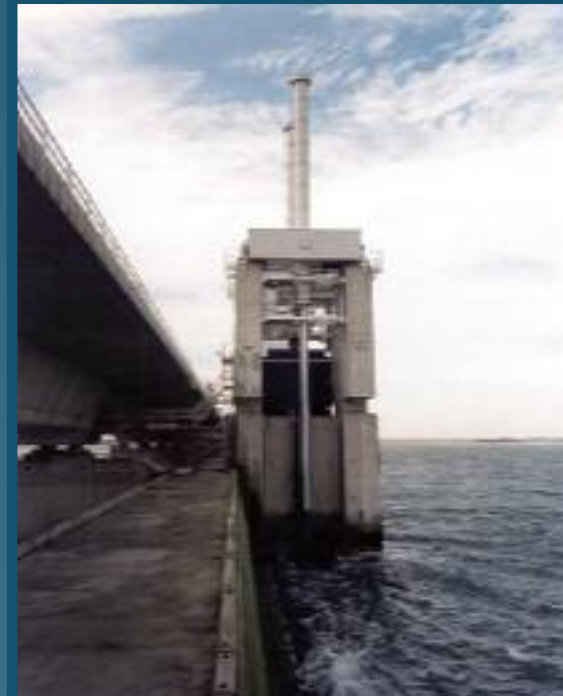
Consequenties

Bewegingswerk

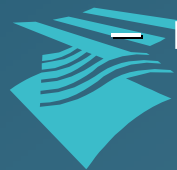
Betonnen schuif



- **Stalen schuiven**
 - Einde sluiten maatgevend
 - $\mu = 0,4$
 - max. 500 ton
- **Betonnen schuiven**
 - Einde openen maatgevend
 - Instellingen aanpassen, (kleine) onderdelen verangen; μ verlagen
 - max. 700 ton



**Huidig
bewegingswerk**



Ontwerp (1)

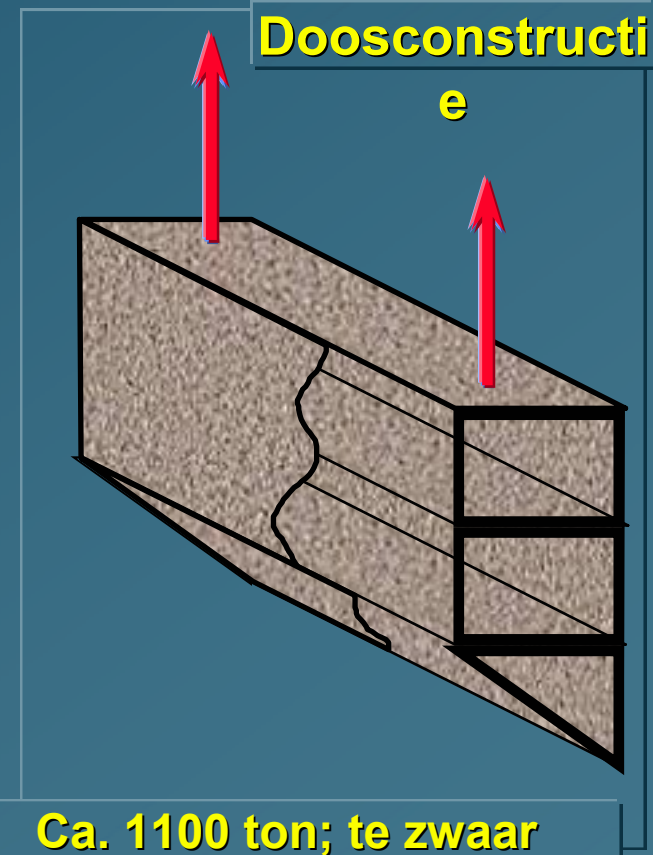
Ontwikkeling vorm (1)

Betonnen schuif



Oosterscheldekering

- **Uitgangspunten**
 - Hydraulisch gunstig
 - Beperking gewicht
- **Ontwikkelproces**
 - **Doosconstructie**



Ontwerp (1)

Ontwikkeling vorm (2)

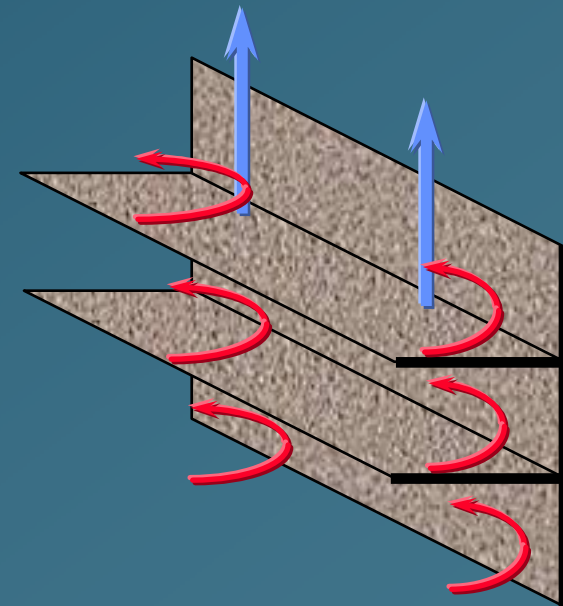
Betonnen schuif



Oosterscheldekering

- **Uitgangspunten**
 - Hydraulisch gunstig
 - Beperking gewicht
- **Ontwikkelproces**
 - Enkele wand + plaatligger

plaatligger



Te gevoelig voor golfklappen



Ontwerp (1)

Ontwikkeling vorm (3)

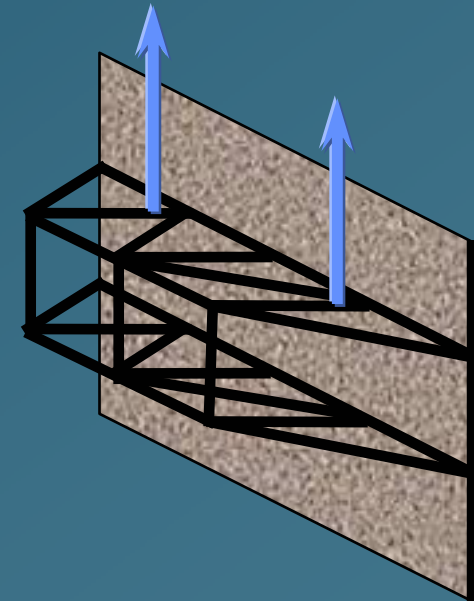
Betonnen schuif



Oosterscheldekering

- **Uitgangspunten**
 - Hydraulisch gunstig
 - Beperking gewicht
- **Ontwikkelpoces**
 - Enkele wand + vakwerkligger / boogconstructie

vakwerkligger



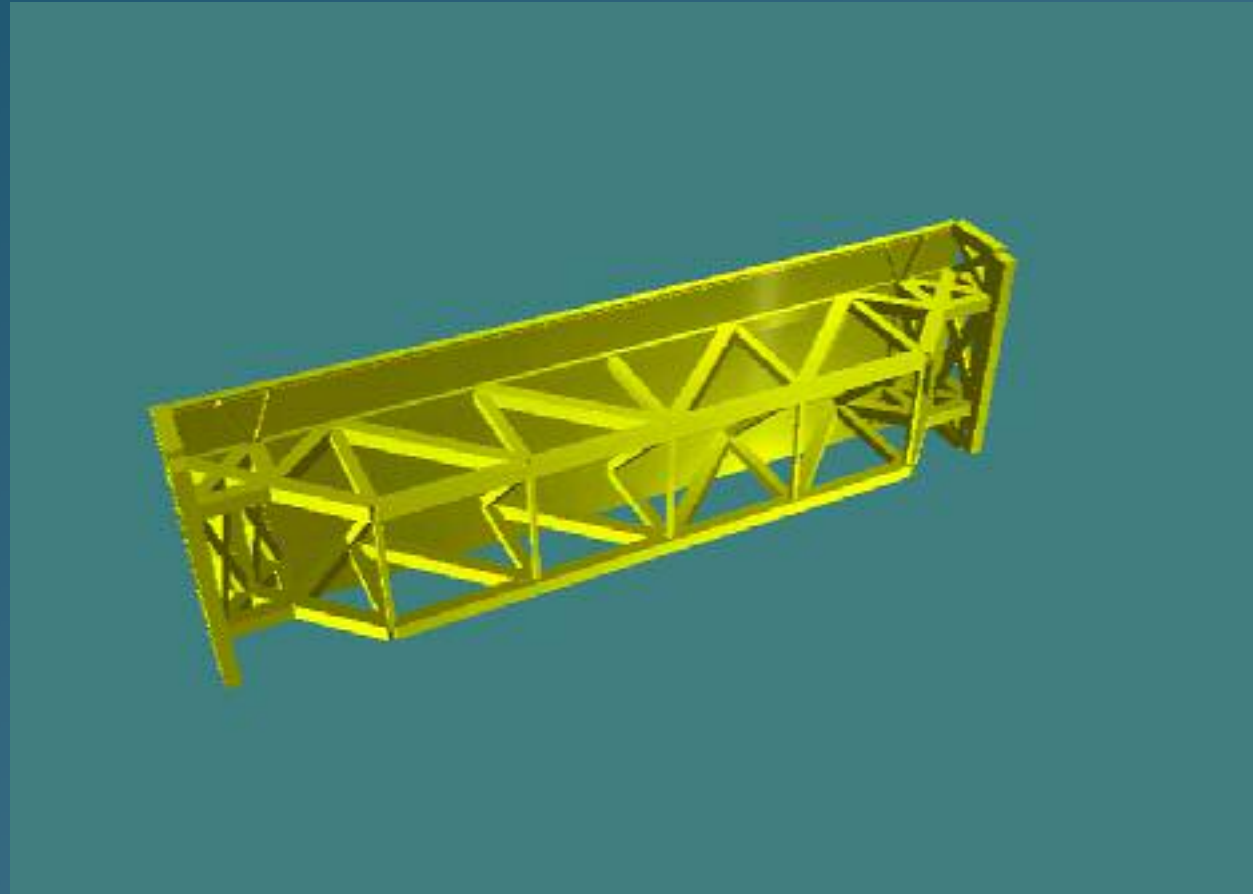
Ontwerp (2)

Vakwerkvariant

Betonnen schuif



Oosterscheldekering



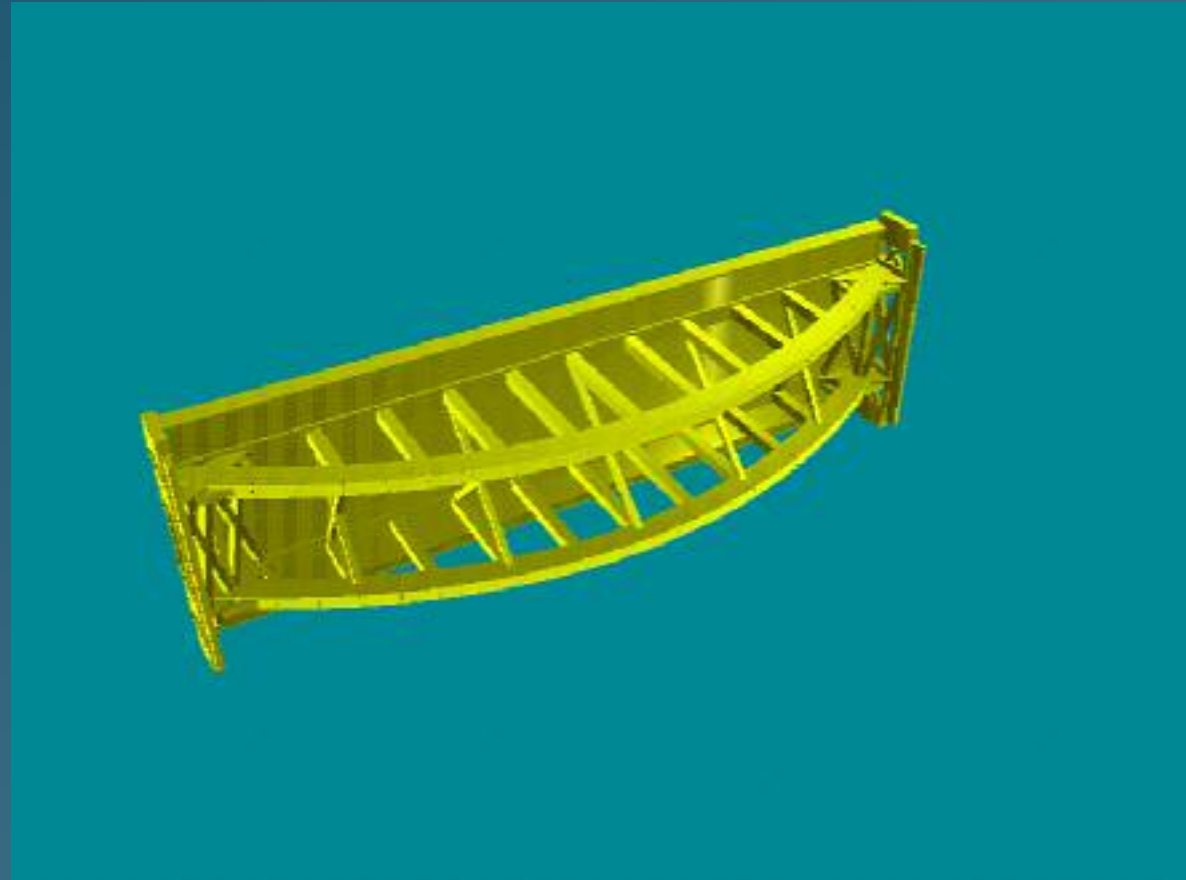
Ontwerp (3)

Boogvariant

Betonnen schuif



Oosterscheldekering



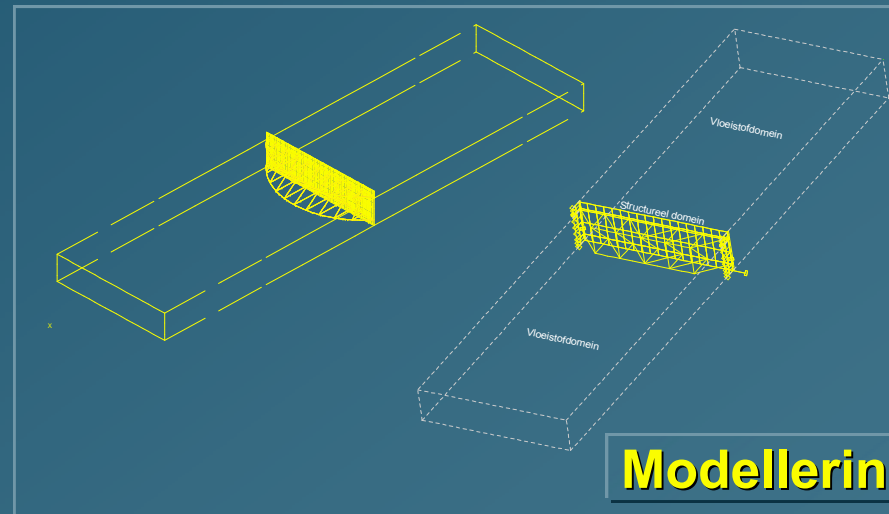
Dynamisch gedrag (1)

Resonantie

Betonnen schuif



- Eigentrillingen
 - Meewerkende watermassa
 - “Droge” en “natte” frequenties



	zonder water	met water
Vakwerkschuif	4,1 Hz	2,5 Hz
Boogschuif	3,5 Hz	3,1 Hz
Stalen schuif	4,1 Hz	2,3 Hz
Golven nabij OS	-	0,1 Hz



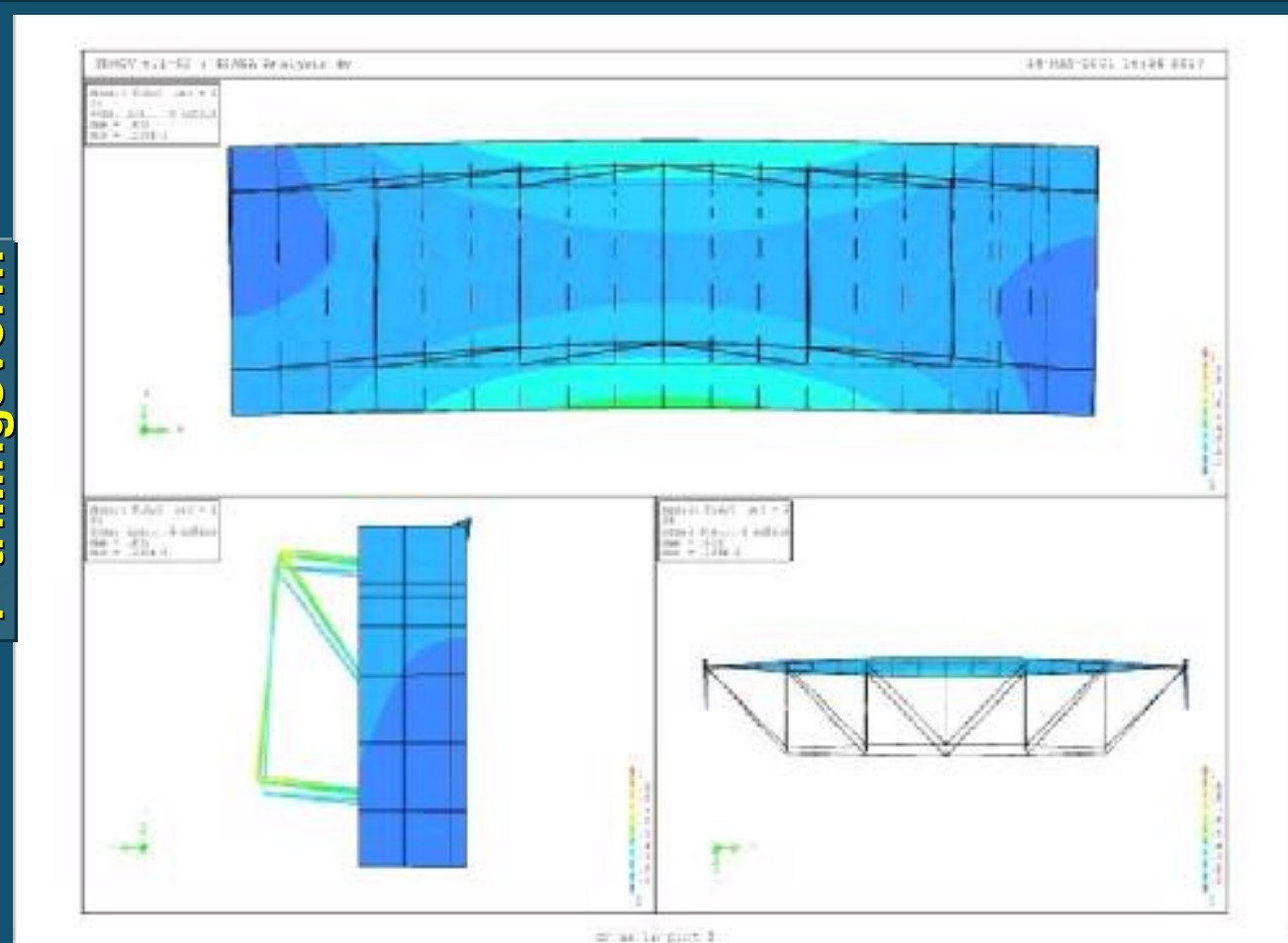
Dynamisch gedrag (1)

Resonantie

Betonnen schuif



1^e trillingsvorm



27-11-02

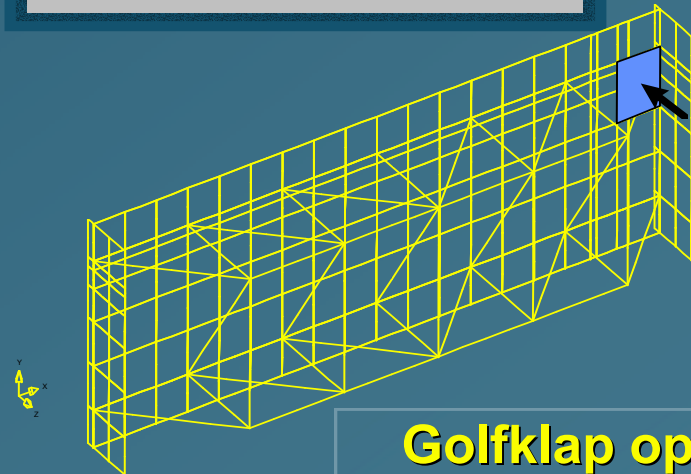
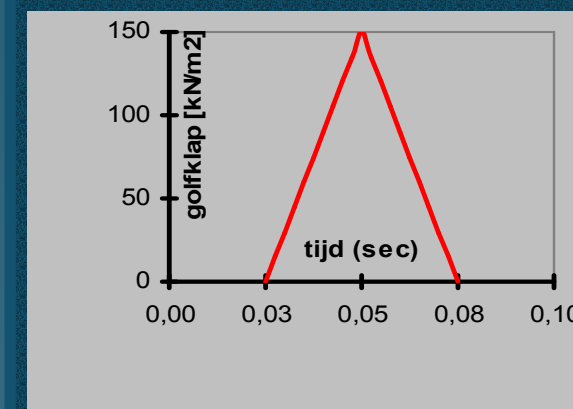
Dynamisch gedrag (2)

Golfbelastingen

Betonnen schuif



- **Golfklappen**
 - Locale belasting op plaat / eindhar / liggers
 - $F_{\max} = 150 \text{ kN/m}^2$
 - Tijdsduur 0,05 s
- **Opslingerfactor: 1,2**



**Golfklap op
plaat
(opp. $10 \cdot 10 \text{ m}^2$)**



27-11-02

project betonnen schuif Oosterschelde

24

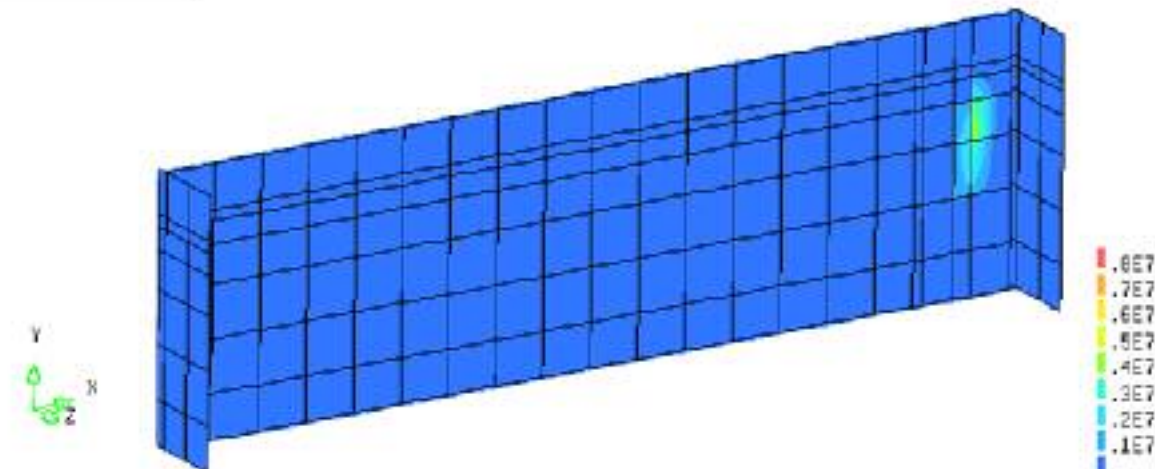
Dynamisch gedrag (2)

Golfbelastingen

Betonnen schuif



```
MODEL: DAMPS  
LC1: LOAD CASE 1  
STEP: 7 TIME: .00E+1  
GAUSS EL. SHK.L SKN  
BOTTOM SURFACE  
MAX/MIN ON MODEL SET:  
MAX = .812E7  
MIN = -.839E7  
RESULTS SHOWN:  
MAPPED TO NODES
```



**Golfklap op
plaat
(opp. 10*10 m²)**



Detaillering (1)

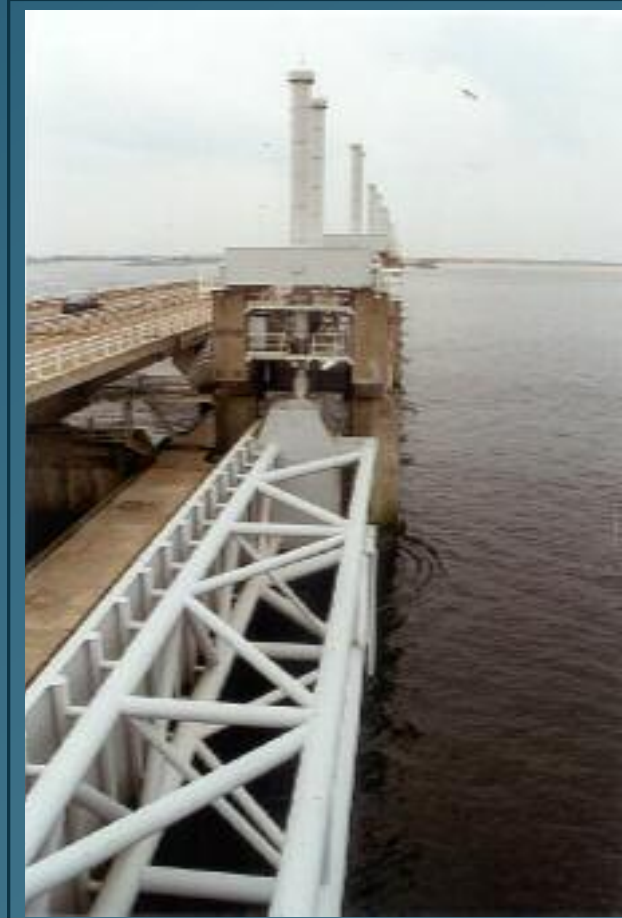
Eindharc

- **Van grof naar fijn**
 - Schetsontwerp
 - Gewicht ca. 650 ton
 - Nadere detaillering
 - Gewicht ca. 750 ton
- **Eindharcen**
 - Versmallen door sponning te versmallen

Betonnen schuif



Oosterscheldekering



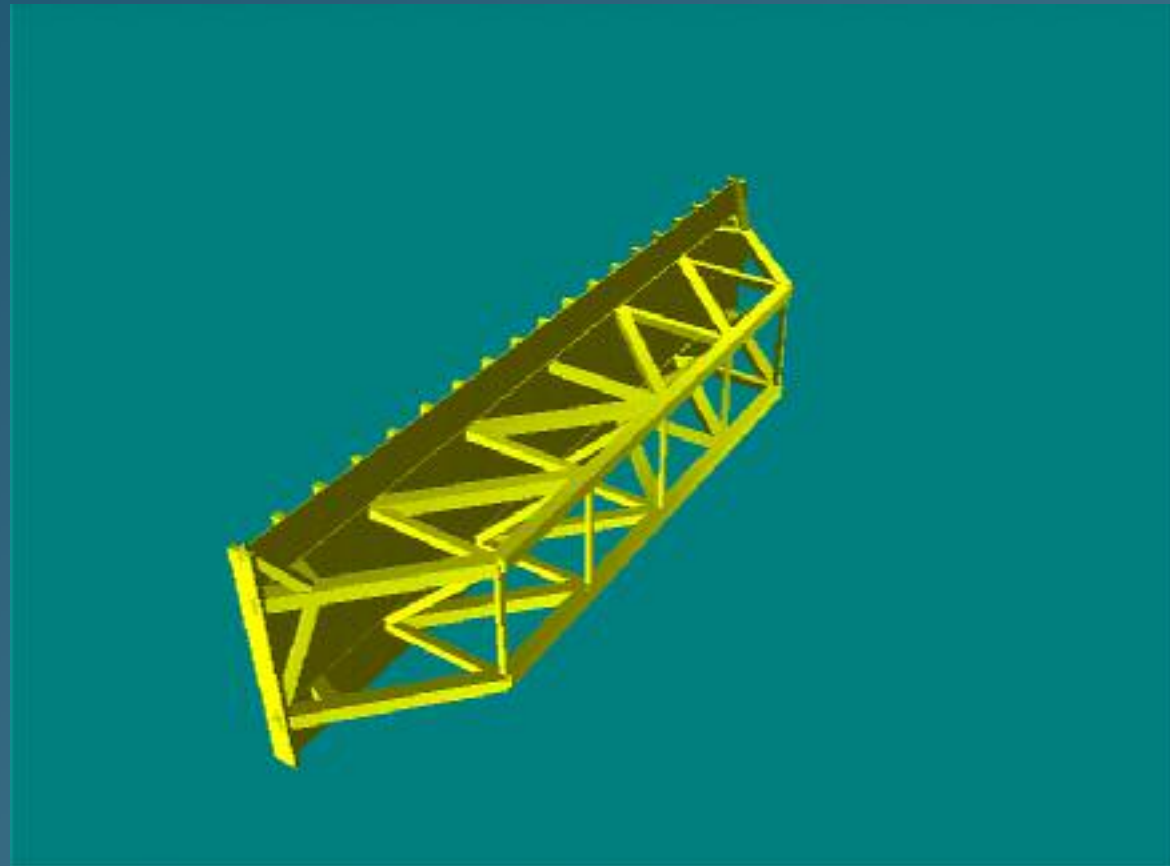
Detaillering (2)

Optimalisatie ontwerp

Betonnen schuif



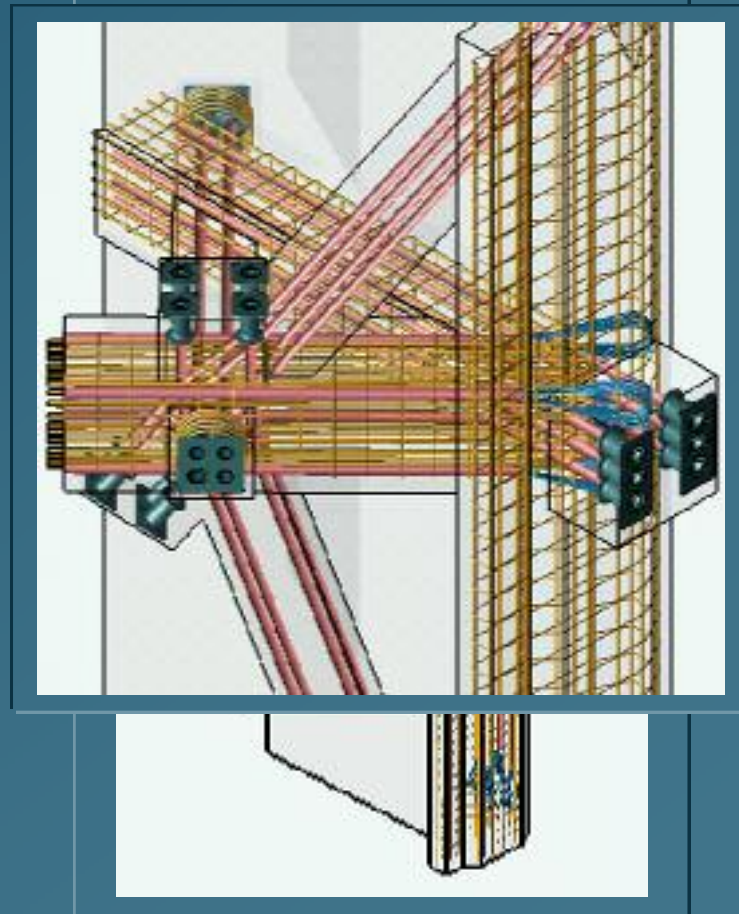
Oosterscheldekering



Detailering (3)

Dimensionering

- **Plaat (B130)**
 - Plaat: dik 7,5 cm
 - Rib: ca. 0,5*0,3 m
- **Vakwerk (B130/B105)**
 - Trekband:
 - ca. 0,75*0,65 m
 - Drukband:
 - ca. 0,75*0,75 m



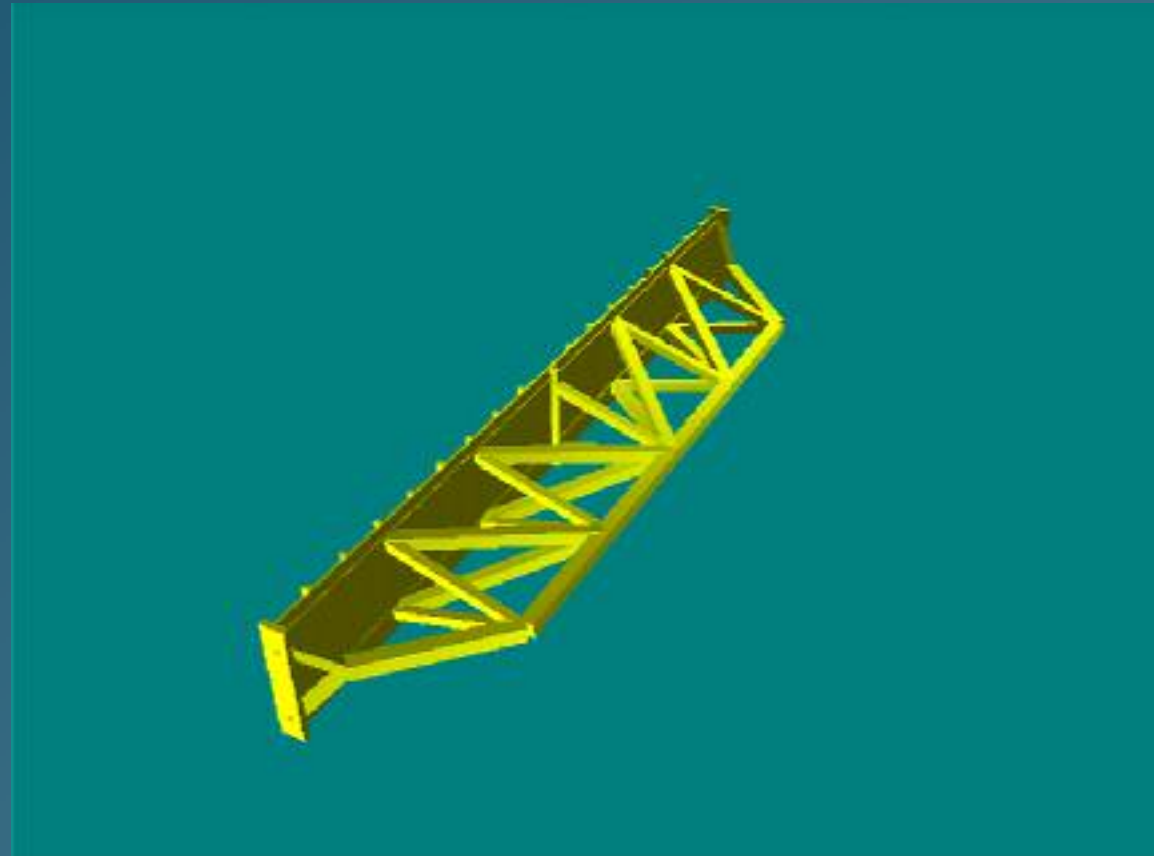
Ontwerp Kleine schuif

Vakwerkvariant

Betonnen schuif



Oosterscheldekering



Bouwmethode (1)

Varianten

Betonnen schuif



Oosterscheldekering

- **Transportligger**
 - Off-site bouwen
 - Inhangen vanaf brug
- **Drijvende bok**
 - Off-site bouwen
 - Inhangen vanaf water
- **In situ**
 - In sluitgaten bouwen



Bouwmethode (2)

Transportligger

Betonnen schuif



Oosterscheldekering



Bouwterrein Kats

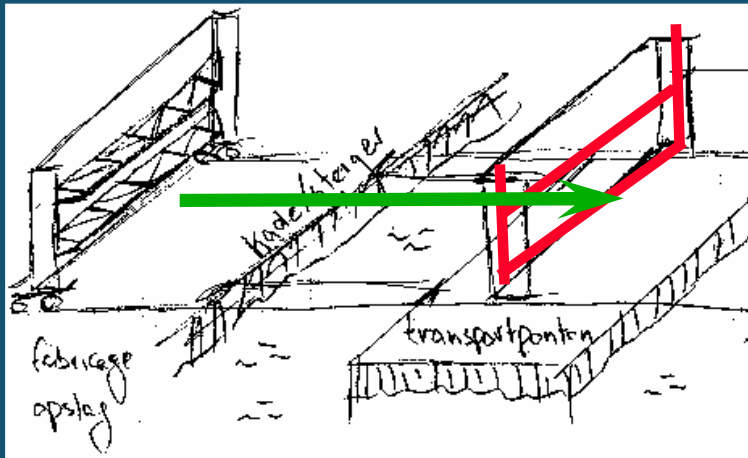
- **Bouwterrein Kats** : Prefabricagefabriek
- **Transport** : Kats -> SVKO -> brug
pontons transportligger
- **Kering**: Inhangen met transportligger



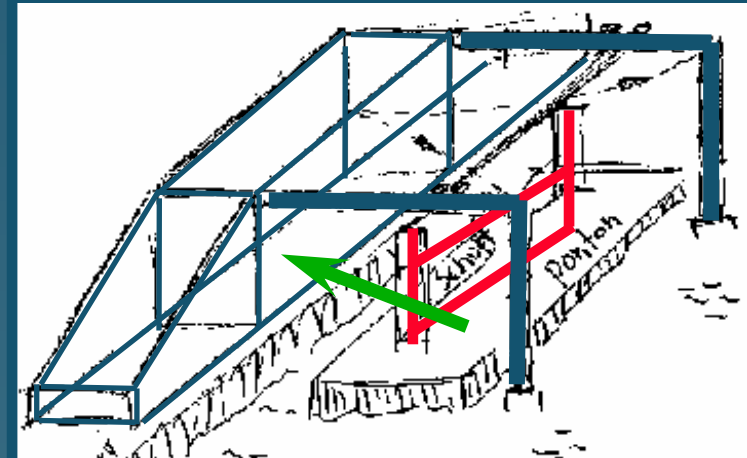
Bouwmethode (2)

Transportligger

Betonnen schuif



Fabriek -> ponton



Ponton ->

- **Bouwterrein Kats** : Prefabricagefabriek
- **Transport** : Kats -> SVKO -> brug
pontons transportligger
- **Kering**: Inhangen met transportligger



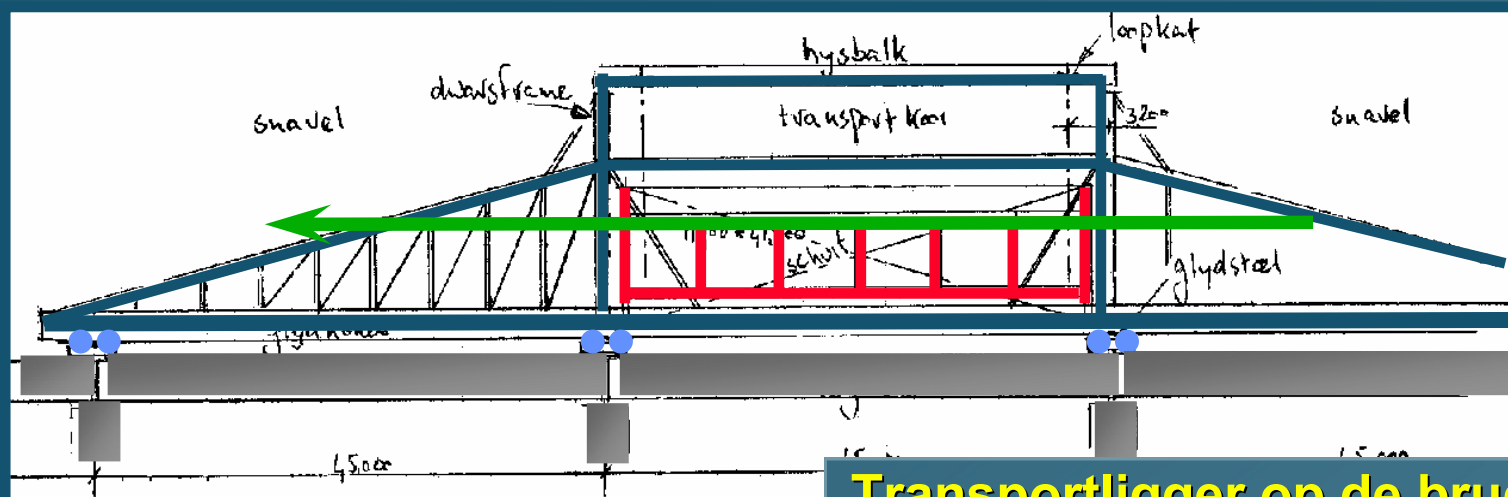
Bouwmethode (2)

Transportligger

Betonnen schuif



Oosterscheldekering



Transportligger op de brug

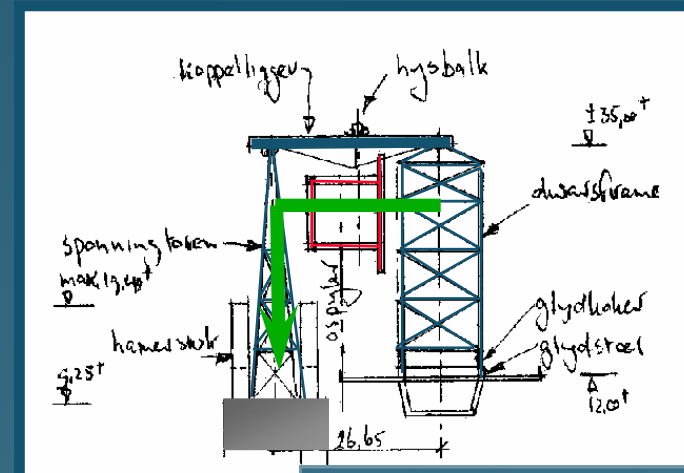
- **Bouwterrein Kats** : Prefabricagefabriek
- **Transport** : Kats -> SVKO -> brug
pontons transportligger
- **Kering**: Inhangen met transportligger



Bouwmethode (2)

Transportligger

Betonnen schuif



Inhangen schuif

- **Bouwterrein Kats** : Prefabricagefabriek
- **Transport** : Kats -> SVKO -> brug
pontons transportligger
- **Kering**: Inhangen met transportligger



Bouwmethode (3)

Drijvende bok

- **Bouwterrein Kats**
 - Prefabricagefabriek
- **Transport :**
 - Kats -> SVKO: pontons
- **Kering:**
 - Inhangen vanaf water met drijvende bok



Inhangen schuif met Taklift

4



Bouwmethode (4)

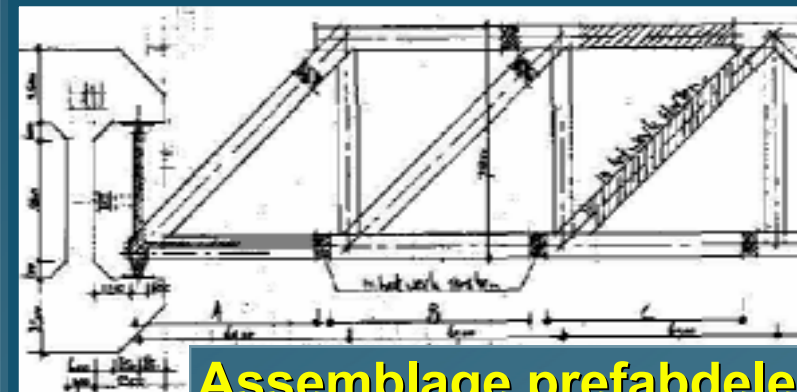
In Situ

- **Bouwen op de kering**
 - Delen prefabriceren
 - Ter plaatse assembleren
- **Hulpconstructies**
 - Portaalframe
 - Werkvloer

Betonnen schuif



Oosterscheldekering



Assemblage prefabdelen



Portaalframe



Bouwmethode (4)

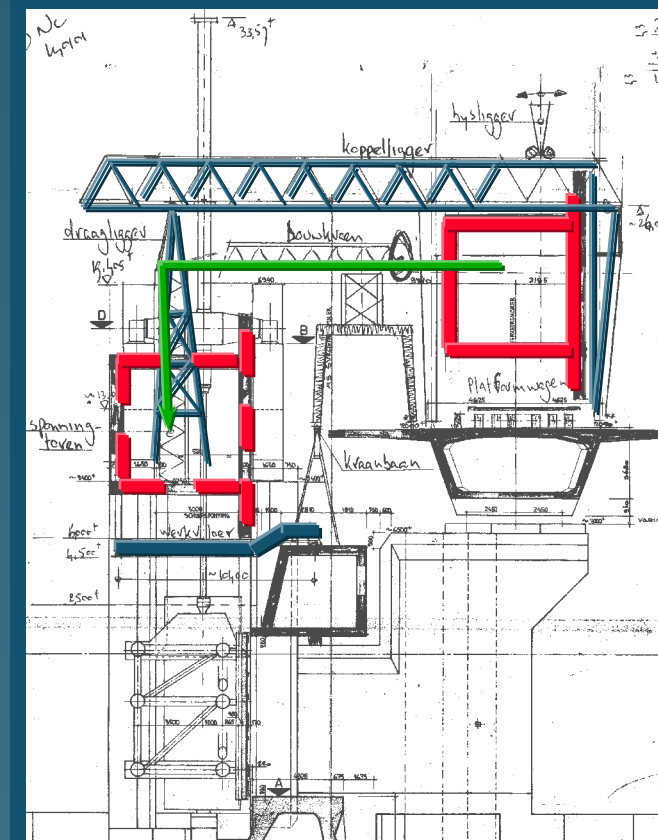
In Situ

Betonnen schuif



Oosterscheldekering

- **Bouwen op de kering**
 - Delen prefabriceren
 - Ter plaatse assembleren
- **Hulpconstructies**
 - Portaalframe
 - Werkvloer



**Bouwen op de
kering**

Kosten

Betonnen schuif



Oosterscheldekering

- **Uitgangspunten**

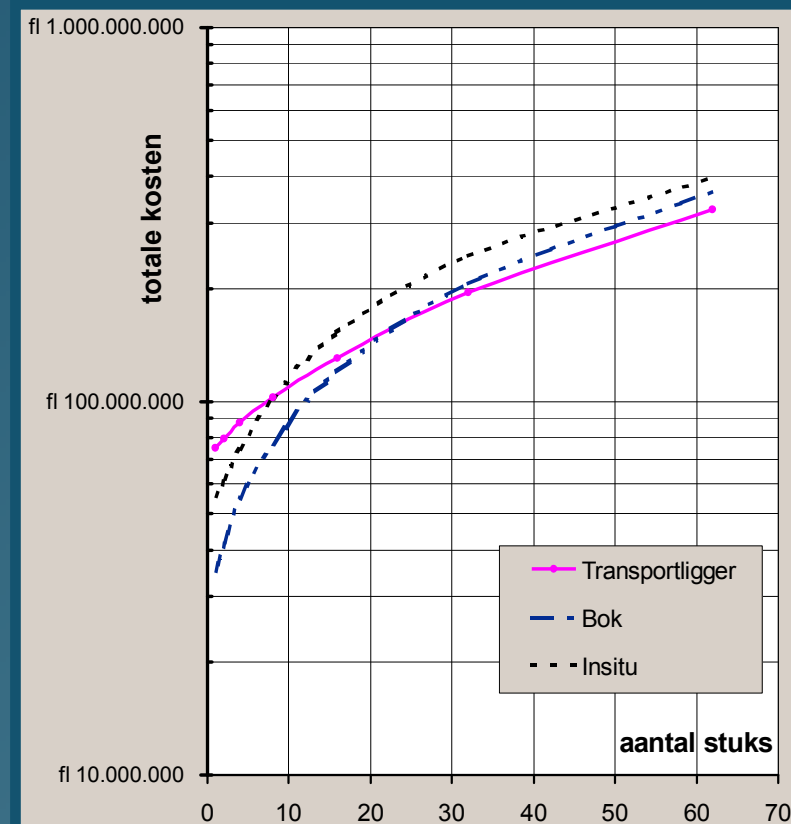
- PRI-raming
- 62 schuiven; 6 per jaar

- **Kostenopbouw**

- Bouw schuiven: 30 %
- Plaatsen schuiven: 30%

- **Kosten (62 stuks)**

- Beton: ca. Mfl 326 à 397
- Staal: ca. 380 Mfl



**Kosten 62
schuiven**

Schuiven in beton?

Betonnen schuif



Oosterscheldekering

**Technisch
haalbaar en
betaalbaar**

