

# Bouw van de Berendrechtsluis te Antwerpen

*ir. H. THOMAS, Eerstaanwezend ingenieur van Bruggen en Wegen  
ir. G. GOETINCK, ingenieur van Bruggen en Wegen  
Dienst Ontwikkeling Linker Scheldeoever  
Ministerie van Openbare Werken*

Ingevolge de toename en de wijziging in samenstelling van het scheepsaanbod voor de haven van Antwerpen is het noodzakelijk gebleken het sluisenbestand dat de toegang verzekert tot de haven op de rechteroever van de Schelde, uit te breiden. Daarom werd door de Ministerraad in 1981 tot de bouw van de Berendrechtsluis beslist.

Het Ministerie van Openbare Werken is de bouwheer van deze werken.

De nieuwe sluis is een ontdubbeling van de Zandvlietsluis op circa 20 kilometer afwaarts Antwerpen. De inplanting van de Berendrechtsluis tussen de Schelde en het kanaaldok B2 - B3 wordt geïllustreerd door de overzichtstekening van figuur 1 en door de luchtfoto van figuur 2.

## Noodzaak van de bouw van de Berendrechtsluis.

De noodzakelijkheid van de ontdubbeling van de Zandvlietsluis is gebaseerd op een prognosestudie betreffende de haven op de rechter Schelde-oever, die uitgewerkt is door de stad Antwerpen. Hierin wordt de evolutie van de globale tonnemaat van het maritiem verkeer bestudeerd. Verschillende werkwijzen werden daarbij gebruikt. Eensdeels werd een tonnemaat bepaald door extrapolatie van een vastgesteld gemiddeld groeirite op jaarbasis (3%), anderdeels werd een prognose gemaakt van het zeegoederenverkeer in 1985 en 1990. Hieruit werd de vereiste totale scheepstonnemaat afgeleid.

Bij deze prognoses werd ook de binnenvaart betrokken.

Uiteindelijk is gebleken dat in 1985, naargelang van de hypothesen, een totale scheepstonnemaat van 169 tot 183 miljoen BNT (Belgische Netto Ton) via de sluisen moet versast worden en in 1990 een totale scheepstonnemaat van 191 tot 200 miljoen BNT.

Dit stemt overeen met een maritiem zeegoederenverkeer van 81 tot 95 miljoen ton in 1985, en van 92 tot 103 miljoen ton in 1990.

Dit scheepsaanbod moet verwerkt worden door de bestaande zeesluizen. De reële vastgestelde schutcapaciteit van de sluisen kan afgeleid worden uit bijgaande tabel.

SLUIS	Oppervlakte sluisenkolk (in m <sup>2</sup> )	Gemiddelde capaciteit (BNT/m <sup>2</sup> )	Schutcapaciteit (in BNT/jaar)
Royerssluis	3.960	2.238	8.862.480
Van Cauwelaertsluis	9.450	2.967	28.038.150
Boudewijnsluis	16.200	2.553	41.358.600
Zandvlietsluis	28.500	2.579	73.501.500
<b>TOTAAL</b>	<b>58.110</b>		<b>151.760.730</b>

De huidige sluisen worden momenteel op hun maximale capaciteit benut. De bereikte rendementen liggen hoger dan bij vergelijkbare sluisen in het buitenland.

Het is duidelijk dat de verwachte toename van het maritiem verkeer niet zal kunnen opgevangen worden door de bestaande zeesluizen. Hierbij mag niet uit het oog verloren worden dat niet enkel de hoeveelheid scheepvaart van groot belang is, maar ook de uurintensiteit. Het is niet zo dat de schepen zich aan de sluisen aanbieden gelijk verspreid over de gehele dag; integendeel zelfs, er doen zich pieken voor: tijgebonden schepen bieden zich aan in een beperkte periode

tussen 2 uur voor en 2 uur na hoogwater, de niet-tijgebonden schepen varen 's morgens opwaarts naar de haven en 's avonds afwaarts. Deze pieken vallen regelmatig samen, wat wachttijden aan de bestaande sluisen kan meebrengen.

Schepen met een diepgang van 40 voet of meer zijn op dit ogenblik aangewezen op de Zandvlietsluis, omdat ze wegens hun afmetingen enkel door deze sluis kunnen geschut worden. Dank zij de aanzienlijke verbetering van de bevaarbaarheid van de Schelde en haar monding, worden steeds meer schepen met grote diepgang en breedte ingezet voor het transport naar Antwerpen. Dit im-

pliceert dat de Zandvlietsluis in stijgende mate overbelast wordt.

De economische noodzaak om de Berendrechtsluis te bouwen werd eveneens uitvoerig onderzocht door de Nationale Commissie voor Havenbeleid, meer in het bijzonder door de werkgroep « Planning ».

De eindconclusie was, dat de noodzaak om zo spoedig mogelijk de Berendrechtsluis in dienst te nemen, economisch inderdaad vaststaat.

## Planning van de bouw

In de loop van 1981 en 1982 werden reeds een aantal voorbereidende werken uitgevoerd.

Met de eigenlijke sluiswerken werd gestart op 15 oktober 1982.

Rekening houdend met een uitvoeringstermijn van minimaal 52 maanden zou de sluis in de loop van 1987 kunnen in gebruik genomen worden.

## Voornaamste uit te voeren werken.

De werken omvatten hoofdzakelijk :

1. de eigenlijke sluis ;
2. de toegangsecul naar de Schelde met afbraak van de bestaande zuidelijke oever van de toegangsecul tot de Zandvlietsluis ;
3. de wachtkade aan dokzijde ;
4. de metalen wipbruggen waarvan twee over de Berendrechtsluis en één over het benedenhoofd van de Zandvlietsluis ;
5. de sluisdeuren ;
6. de elektromechanische uitrusting ;
7. de baggerwerken.

Op figuur 3 zijn de werken 1 tot 5 aangeduid.

a) Voor het gedeelte burgerlijke bouwkunde werd een kontrakt afgesloten met de Tijdelijke Vereniging Berendrechtsluis, die bestaat uit de volgende aannemingsmaatschappijen : CFE-François, De Nul, MBG, SBBM en Van Laere.

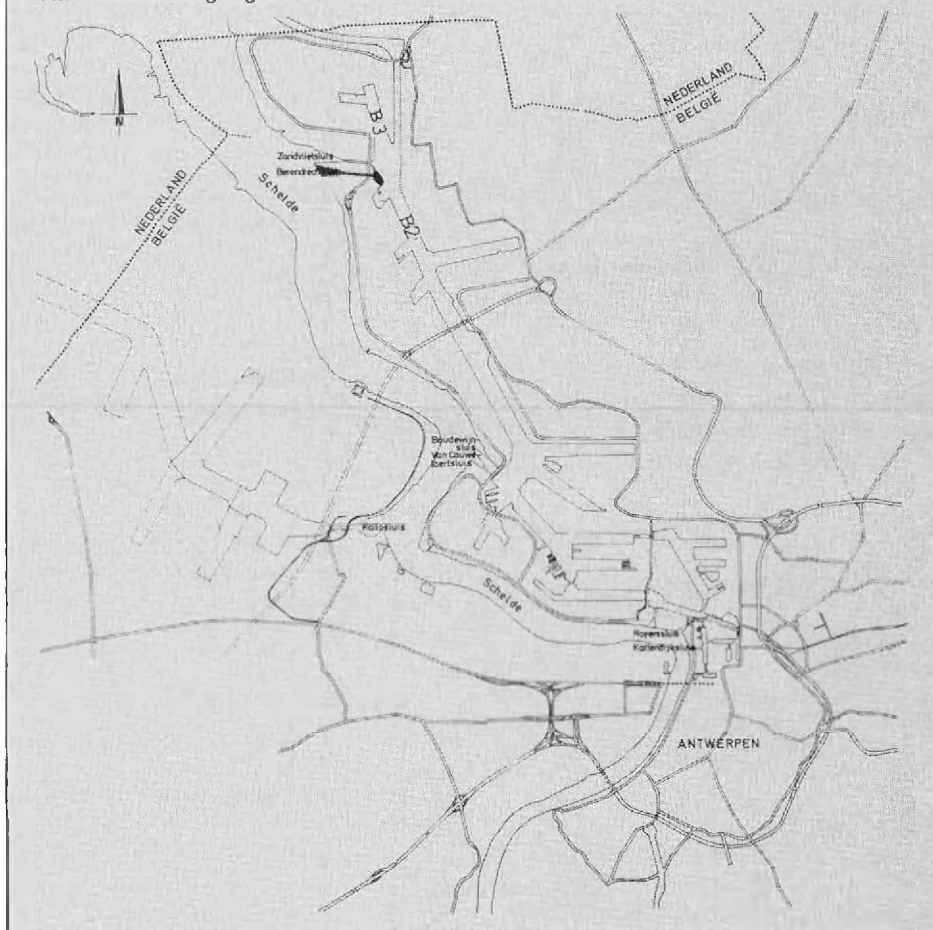
Deze Tijdelijke Vereniging staat in voor de uitvoering van de eigenlijke sluis met toegangsecul en wachtkaden, de baggerwerken, de schuiven en de bruggen, voor een totaal bedrag van 6,4 miljard frank (prijsspeil oktober 1981).

b) De elektromechanische uitrusting is opgesplitst in verschillende deelaannemingen. De totale kosten voor de elektromechanica worden geraamd op 850 miljoen frank.

c) De sluisdeuren zullen worden opgenomen in een afzonderlijke aanneming. De raming voor deze werken bedraagt 950 miljoen frank.

Vooraleer met de genoemde werken kon gestart worden, moesten een aantal

**FIG. 1** Situering van de Berendrechtsluis als onderdeel van het volledig sluisenbestand dat de toegang tot de haven verzekert.



**FIG. 2** Panoramazicht van het uiterst noordelijke havengebied. Men bemerkt o.a. de installaties van BASF, het Schelde-Rijnkanaal, de Zandviertsluis met daarnaast aangegeven de ligging van de Berendrechtsluis, en links onder de loskaden van de Belgian Refining Corporation.



voorbereidende werkzaamheden worden uitgevoerd.

Eenzijds dienden een aantal nutsleidingen en industriële leidingen omgelegd te worden omdat ze het traject van de toekomstige sluis kruisen. Anderzijds bevinden zich in de onmiddellijke nabijheid van de bouwput de installaties van het bedrijf Belgian Refining Corporation (voorheen Albatros); ter bescherming van deze installaties diende in de grond een waterdichte wand met retourbemaling geconstrueerd te worden.

#### **Omlegging van nutsleidingen en industriële leidingen**

Ter plaatse van de te bouwen sluis bevinden zich een vijftiental leidingen die de realisatie van het kunstwerk in de weg staan.

Een aantal leidingen zullen tijdens de bouw van de sluis doorheen de erbij horende leidingenkokers omgelegd worden.

Er werd evenwel beslist een aantal buisleidingen definitief onder de sluis door te voeren alvorens met de bouw te starten, opdat ze de werven niet meer zouden hinderen. Het betreft een leiding ter hoogte van het benedenhoofd en acht leidingen ter hoogte van het bovenhoofd. Tijdens het omleggen van deze leidingen werden tegelijkertijd een aantal reserveleidingen aangelegd.

Figuur 4 geeft een beeld van deze omleggingswerken.

FIG. 3 Bouwonderdelen van het project.

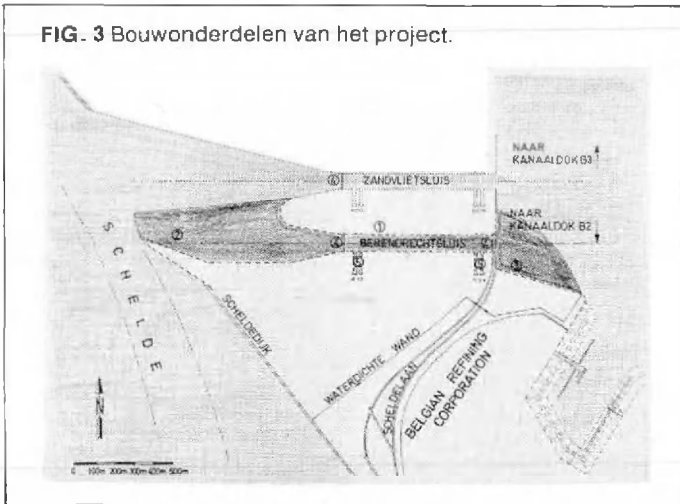
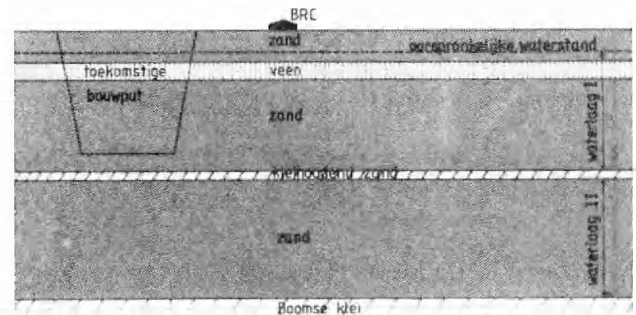


FIG. 5 Bodemgesteldheid en grondwaterstanden.



### Constructie van een waterdichte wand met retourbemaling

Teneinde de sluis in een droge bouwput te kunnen verwezenlijken, wordt het grondwaterpeil gevoelig verlaagd door middel van een bronbemalingsinstallatie. Ter plaatse van de eigenlijke bouwput moet een grondwaterstandsverlaging over circa 25 meter gerealiseerd worden.

Een dergelijke verlaging beïnvloedt uiteraard het grondwaterpeil binnen een straal van verscheidene honderden meters.

Vlakbij de bouwplaats bevinden zich echter de installaties van de firma Belgian Refining Corporation.

Het betreft onder andere een aantal grote tanks voor vloeistofopslag.

Vooraleer zo'n belangrijke ingreep uit te voeren op de hydrologische toestand van de ondergrond werden de bodemgesteldheid en de grondwaterstand op de bouw-

plaats en in het omliggende gebied bijgevolg grondig onderzocht.

De resultaten van dit onderzoek kunnen als volgt samengevat worden (zie figuur 5) :

- van (+ 9,00) tot (+ 2,00) NKD : ophoging van fijn zand ;
- van (+ 2,00) tot (- 2,00) NKD : kwartaire veen- en leemlagen ;
- van (- 2,00) tot (- 22,00) NKD : matig fijn zand ;
- van (- 22,00) tot (- 24,00) NKD : fijn tot zeer fijn kleihoudend zand, met geringe doorlatendheid ;
- van (- 24,00) tot (- 50,00) NKD : matig fijn tot fijn schelphoudend zand ;
- onder (- 50,00) NKD : Boomse klei.

In de bovenste watervoerende laag, boven (- 22,00) NKD, bevindt zich artesisch grondwater tot niveau (+ 4,00) NKD dat bij doorbreken van de veenlaag (uitgraven van de bouwput) freatisch wordt.

In de onderste watervoerende laag, beneden (- 24,00) NKD, bevindt zich artesisch grondwater, eveneens tot niveau (+ 4,00) NKD.

De aanwezigheid van de veenlaag tussen (+ 2,00) en (-2,00) NKD heeft belangrijke gevolgen voor de bemaling van de sluis).

Een bemaling zonder beschermingsmaatregelen voor de omgeving resulteert in een afmalingscurve van de vorm A (figuur 6).

De veenlaag zou ingevolge deze grondwaterstandsverlaging samengedrukt worden zodat zich verzakkingen zouden voordoen.

Dit moet absoluut vermeden worden gezien de ligging van het bedrijf Belgian Refining Corporation.

Om de grondverzakkingen ter hoogte van dit bedrijf te voorkomen, werd besloten het van de bouwput af te scherpen door middel van een waterdichte wand, d.w.z. een cement-bentonietwand met zeer geringe waterdoorlatendheid.

De ligging van deze wand is weergegeven in figuur 3.

Hij reikt vanaf het maaiveld tot juist onder de semi-ondoorlatende laag tussen (- 22,00) en (- 24,00) NKD.

Figuur 7 geeft het effect weer van deze wand op de grondwatertafel (afmalingscurve A1).

De grondwatertafel is nu wel verhoogd ten opzichte van figuur 6, maar de afmalingscurve A1 bevindt zich nog steeds lager dan de oorspronkelijke waterstand. Het risico voor grondverzakking blijft dus nog steeds bestaan.

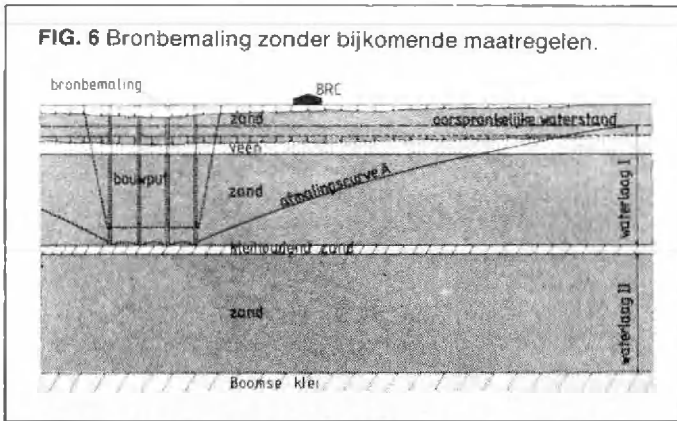
Het freatisch oppervlak moet nog verhoogd worden, hetgeen bekomen wordt door middel van een retourbemaling (figuur 8).

Via onttrekkingsputten wordt water onttrokken uit de onderste watervoerende

FIG. 4 Omlegging van nutsleidingen en industriële leidingen.



FIG. 6 Bronbemaling zonder bijkomende maatregelen.



laag. Dit water wordt via retourputten geïnjecteerd in de bovenste watervoerende laag, aan de andere kant van de waterdichte wand (kant BRC).

Op die manier wordt ter hoogte van het bedrijf een waterstand bekomen die de oorspronkelijke waterstand zeer dicht benadert (afmalingscurve A2) zodat het risico voor grondverzakkingen tengevolge van waterstandwijziging geweken is.

In principe zou de bouwput nu kunnen gegraven worden. Er blijft echter nog een probleem (figuur 9).

In de onderste watervoerende laag bevindt zich spanningswater tot niveau (+ 4,00). Op de bodem van de bouwput zou de opwaartse druk van de waterlaag II niet meer gecompenseerd zijn, zodat het risico zou bestaan dat de semi-ondoorlatende laag doorbroken wordt.

De opwaartse druk moet dus geneutraliseerd worden onder de bouwput. Dit wordt bekomen door een bemaling in de watervoerende laag II (figuur 10). Op die manier kan de bouwput zonder enig risico voor verzakkingen ter plaatse van Belgian Refining Corporation, noch voor doorslag van de tussenlaag, gegraven worden.

De waterdichte wand heeft een dikte van 80 cm en een oppervlakte van 45.000 m<sup>2</sup>. De samenstelling werd zodanig bepaald dat een doorlatendheid van 10<sup>-7</sup> m/s

werd bekomen, zodat de wand een hydraulische weerstand heeft van 0,8.10<sup>7</sup>s, hetzij 100 dagen.

Voor het graven van deze waterdichte wand werd gebruik gemaakt van speciaal voor dit doel geconstrueerde grijpers. Gezien de grote diepte van de te graven sleuf moeten speciale voorzieningen getroffen worden om te beletten dat de sleuf dichtkapt. Dit wordt bekomen door voortdurende toevoeging van het cement-betonietmengsel in vloeibare vorm tijdens het graven, zodat steeds de nodige steundruk geleverd wordt. Na uitgraving van een volledig wandpaneel treedt het bindingsproces van de aanwezige cement in werking, zodat de gebruikte steunvloeistof verhardt en dus als definitief wandmateriaal dienst doet.

Figuur 11 geeft een beeld van de graafwijze.

De retourbemaling bestaat uit 140 retourputten, onderverdeeld in afzonderlijke secties van 7 stuks. Elke sectie wordt gevoed door een onttrekkingsput die een debiet levert van 35 m<sup>3</sup>/h, hetzij 5 m<sup>3</sup>/h per retourput of een totaal debiet van 700 m<sup>3</sup>/h.

De bouw van de waterdichte wand werd beëindigd in juli 1981. Het retourbemalingssysteem is in werking.

Er werd bovendien een groot aantal peilputten geboord om de waterstanden in

het gebied nauwkeurig te kunnen controleren. Van deze peilputten zijn er 26 ingericht voor continu registratie van het waterpeil via een centrale mini-computer.

Er werd eveneens een wiskundig model opgemaakt van het gebied teneinde de invloed op de waterstanden van wijzigingen van de bemalingsmodaliteiten zo nauwkeurig mogelijk te kunnen voorspellen.

#### Algemene opvatting en afmetingen van de sluis.

De Berendrechtsluis heeft volgende afmetingen:

lengte tussen de buitendeuren : 500 m  
breedte tussen de muren : 68 m  
drempelpeil (– 13,50) NKD

Dit zijn dezelfde afmetingen als deze van de Zandvlietsluis behalve de breedte, die bij deze laatste slechts 57 m is.

De kruin van de kolkmuur ligt in het sas grotendeels op het peil (+ 8,00) NKD. Om met voldoende zekerheid de hoogste stormvloed te kunnen keren reiken de kruinen van het sluishoofd kant Schelde tot op (+ 11,25) NKD. De deuren zijn evenwel overstroombaar op (+ 9,00) NKD.

Figuur 12 geeft het grondplan van de sluis weer, figuur 13 een doorsnede over de saskolk.

FIG. 8 Invloed van de retourbemaling.

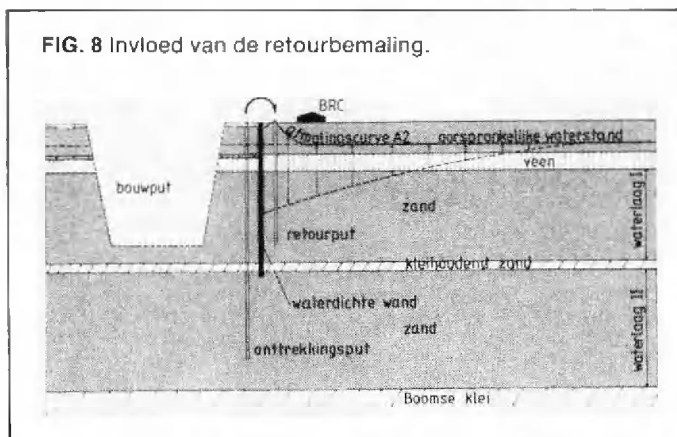


FIG. 9 Geen bemaling in watervoerende laag II. Risico voor gronddoorslag ter plaatse van de bouwput.

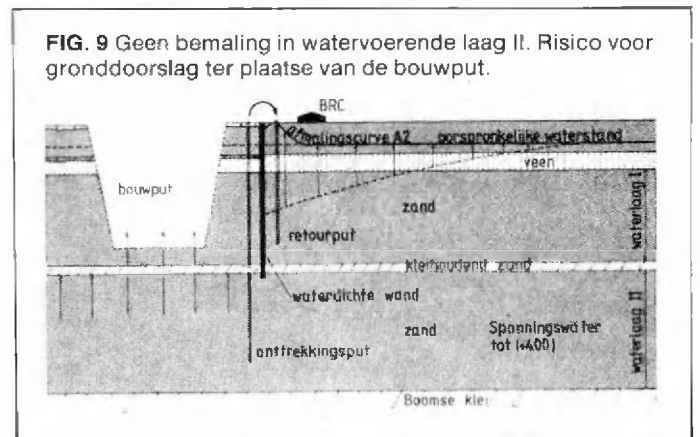
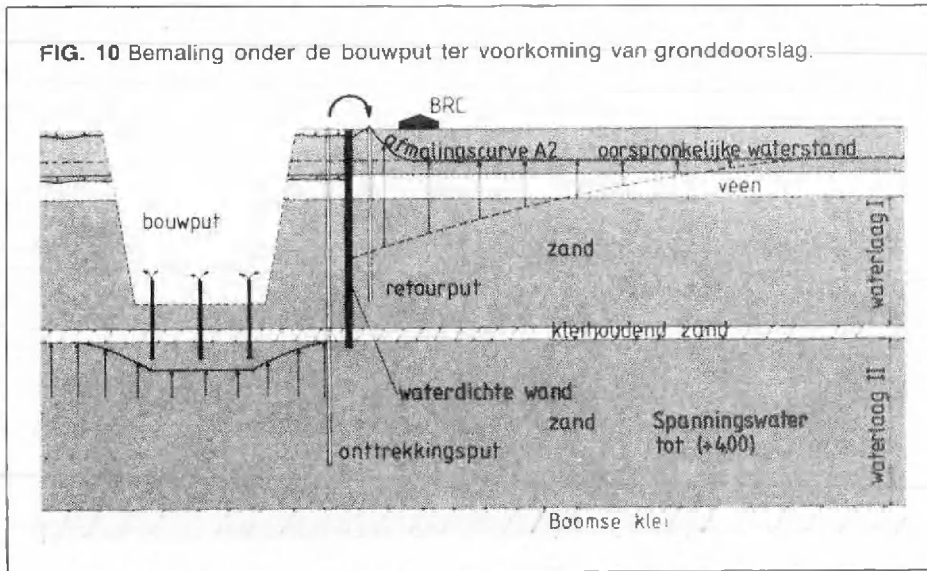


FIG. 10 Bemaling onder de bouwput ter voorkoming van gronddoorslag.



De sluis heeft twee hoofden waartussen de schutkolk ligt. Deze hoofden zijn onafhankelijke waterkerende constructies waarin de deurkamers en het vullings- en ledigingssysteem van de sluis zijn ondergebracht.

De deurkamers bevatten elk twee roldeuren waarvan één als reserve dient.

Voor het onderhoud van de deuren en het vervangen van de onderste rolwagens van de deuren kunnen de deurkamers worden drooggepompt na afsluiting met een metalen afsluitcaisson die in verticale stand voor de opening van de droog te leggen kamer wordt geplaatst.

Het stelsel voor vullen en ledigen van de schutkolk voorziet korte omloopriolen die worden afgesloten met wielschuiten in een ontdubbelde sectie. De riolen monden uit in het sas langs lage rechtehoekige openingen. Vorm en richting van de uitlaten dragen bij tot de energievernietiging.

De vloer van de saskolk is onafhankelijk van de kolkmuur en bestaat uit betonplaten met een dikte van 1,00 m, die rusten op een drainerende laag van 0,60 m dik.

Onderdruk wordt vermeden door verti-

kale openingen van 0,25 m doormeter gevuld met grind.

De kolkmuur is verdeeld in moten, gescheiden door uitzettingsvoegen. Elke moot bestaat uit een brede vloerplaat en een frontmuur. Het geleidingssysteem voor de schepen in de kolk wordt gerealiseerd door een houten befending, voorzien van glijstrippen in polyethyleen. Op de hoeken zijn wielenderters voorzien.

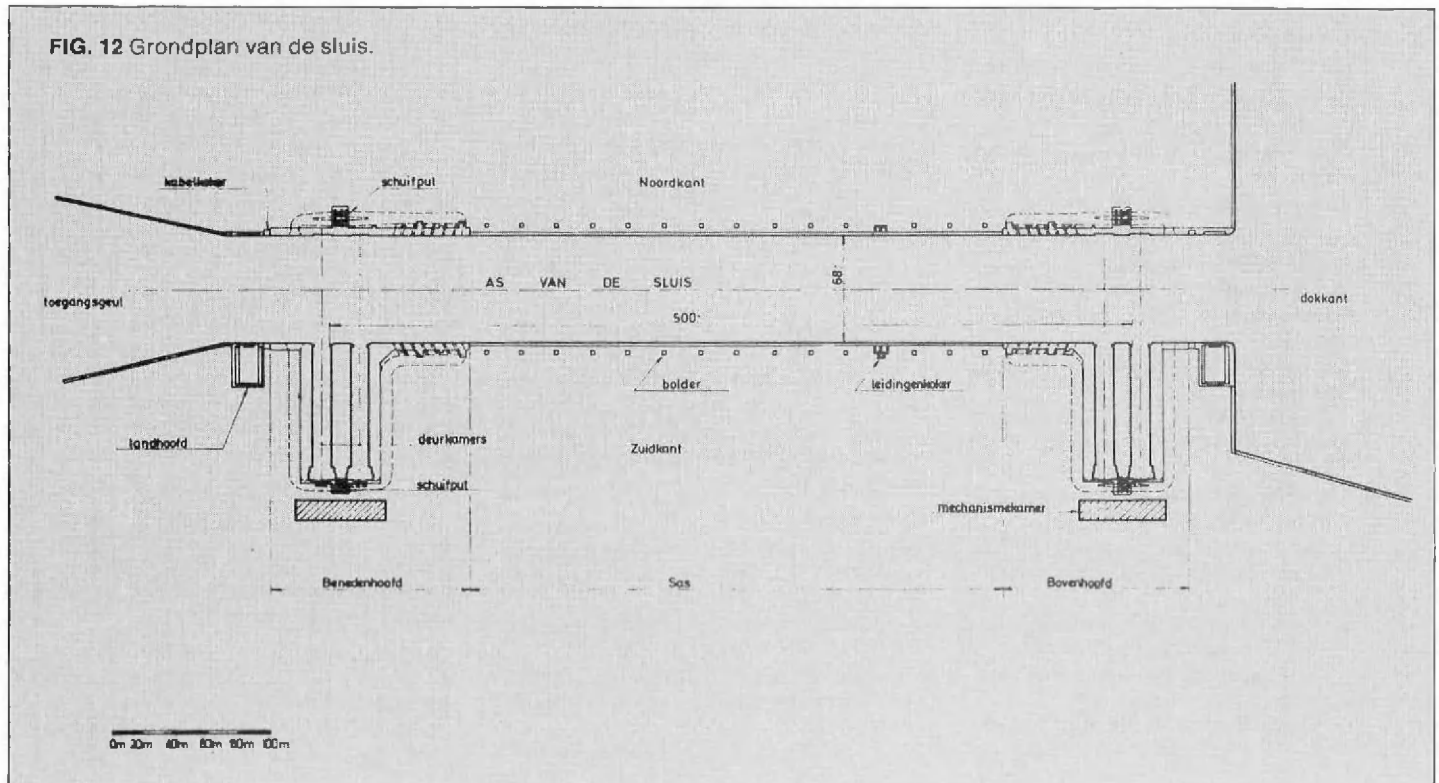
De vier roldeuren van de zeesluis zijn gelijk. Ze zijn in gelast staal en hebben een lengte van 69,69 m. Hun hoogte is 22,67 m.

Iedere deur rust aan het vooreinde op een rolwagen en hangt aan de achterzijde aan een wagen die beweegt op looprails die boven water op consoles van de deurkamerwanden zijn bevestigd. De bovenwagen wordt met kabels bewogen en deze beweging wordt op de sluisdeur overgebracht. De deuren wegen elk circa 1.500 ton.

Evenwijdig aan de zeesluis wordt een afvoerduiker gebouwd die de beheersing van de waterhuishouding van het dokkencomplex tot doel heeft.

Om de verbinding voor leidingen tussen de noordelijke en de zuidelijke industrieterreinen te verzekeren wordt onder de zeesluis een leidingentunnel gebouwd die bestaat uit twee evenwijdige kokers van 3,50 m op 3,50 m.

FIG. 12 Grondplan van de sluis.



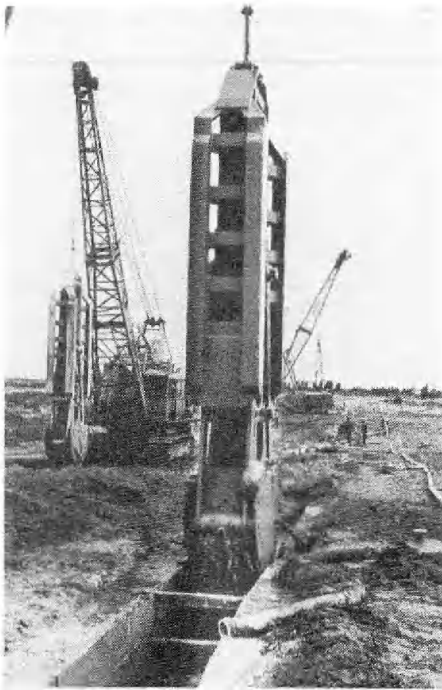


FIG. 11 Uitgraven van de waterdichte wand met behulp van speciale grijpers, onder voortdurende toevoeging van cement-bentonietmengsel.

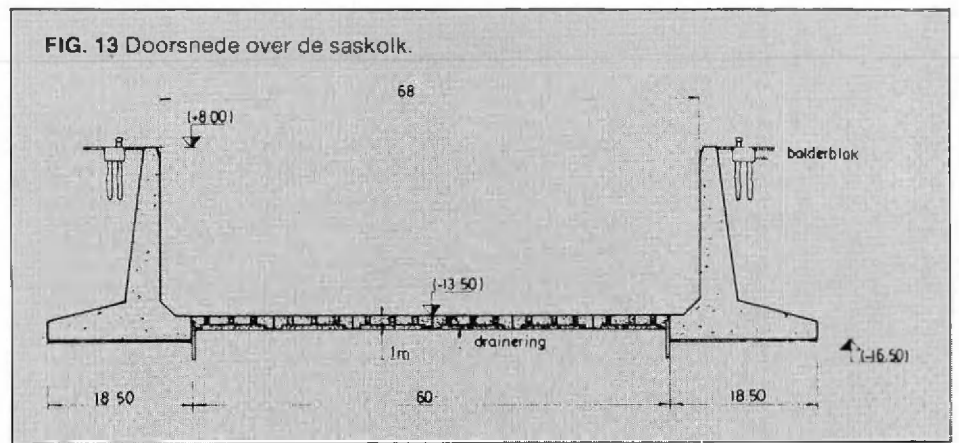


FIG. 13 Doorsnede over de saskolk.

In elk hoofd van de sluis worden ook landhoofden gebouwd voor beweegbare metalen bruggen van het type wipbrug met onbereden staart. Deze bruggen werden berekend voor een zwaar konvoi van 450 ton.

Het brugdek is ingedeeld in een rijweg met twee rijstroken waarin een enkel treinspoor is ondergebracht, en in voetpaden voor het onderhoudspersoneel en gewone voetpaden.

Bij de electromechanische uitrusting van de sluis behoren bewegingsmechanismen voor deuren, schuiven en bruggen, evenals pompen en andere elektrische apparatuur.

De volgende cijfers illustreren de orde van grootte van het project :

baggerwerken	: 4,5 miljoen m <sup>3</sup>
droge grondwerken	: 4,2 miljoen m <sup>3</sup>
gewapend beton	: 650.000 m <sup>3</sup>
wapeningsstaal	: 20.000 ton.

(vervolg van p. 14)

- controle a priori op nieuwe chemische stoffen ;
- het milieubeleid moet vooral ten uitvoer worden gelegd om :
  - nieuwe arbeidsplaatsen te creëren ;
  - elke vorm van verontreiniging te beperken ;
  - de besparing van bepaalde grondstoffen ;
  - minder verontreinigende energiebronnen te gebruiken ;
- doel van het milieubeleid : bescherming van de gezondheid van de mens ;
- invoeren van een milieu-effectevaluatieprocedure ;
- toepassen van het beginsel « de vervuiler betaalt » ;
- de voorkoming en vermindering van de verontreiniging van het zoet- en zeewater door :
  - bestrijding van de verontreiniging door gevaarlijke stoffen ;
  - de controle van de verontreiniging door lozingen van koolwaterstoffen ;
  - toezicht en controle ter verbetering van de kwaliteit van het water en vermindering van de verontreiniging ;
- de instandhouding van flora en fauna ;
- rationeel beheer van waterreserves ;

- invoering van schone technologieën ;
- internationale samenwerking.

\* 7. Ontwerp van wet betreffende de algemene en sectoriële **immissienormen** inzake de bescherming van de oppervlaktewateren (in de zitting van de Senaat goedgekeurd op 24 november 1982).

#### INHOUD :

Het ontwerp van wet voorziet de mogelijkheid tot het opmaken van immissienormen voor oppervlaktewateren, terwijl de wet van 26 maart 1971 op de bescherming van de oppervlaktewateren tegen verontreiniging vooral de vaststelling van **emissienormen** heooft.

\* 8. Omzendbrief van 26 januari 1983 van de Heer Gemeenschapsminister J. Lenssens aan de Heren Provincie-gouverneurs en de heren Voorzitters van de Waterzuiveringsmaatschappijen betreffende de **operationalisering van de Waterzuiveringsmaatschappijen**.

#### INHOUD :

Vanaf 1 februari 1983 nemen de W.Z.K. en de V.W.Z., elk voor hun ambtsgebied de volgende taken op :

- afleveren van lozingsvergunningen, evenals de controle ter zake ;
- opmaken optimalisatiestudies, voorontwerpen en planning van zuiveringsinstallaties, ...

Voor het opmaken van **ontwerpen** doen

de waterzuiveringsmaatschappijen bij voorkeur beroep op erkende studieburelen ;

- optreden als **bouwheer** van waterzuiveringswerken van de na 1 januari 1983 aanbestede werken.

De werken aanbesteed vóór 1 januari 1983 blijft de bouwheer ongewijzigd. De overdracht van deze dossiers en installaties zal wettelijk geregeld worden.

\* 9. Bij besluit van de Gemeenschapsminister van Leefmilieu, Waterbeleid en Onderwijs dd. 8 oktober 1982 (B.S. 22-12-1982) is de overeenkomst, gesloten tussen de Nationale Maatschappij der Waterleidingen en de Provinciale en Intercommunale Drinkwatermaatschappij der Provincie Antwerpen, waarbij de overdracht wordt geregeld aan deze laatste van de aandelen die door de stad Mechelen werden ingetekend in het kapitaal van de Nationale Maatschappij der Waterleidingen, goedgekeurd.

\* 10. Advies van het Economisch en Sociaal Comité van de E.G. inzake een voorstel voor een richtlijn van de Raad tot wijziging van Richtlijn 78/176/EEG van 20 februari 1978 betreffende de afvalstoffen afkomstig van de titaandioxide-industrie.

\* 11. Koninklijk Besluit van 19-5-1982 (B.S. 14-1-1983) tot bevestiging van sommige sectoriële voorwaarden voor de lozing van afvalwater in de gewone oppervlaktewateren en in de openbare riolen. — **Errata**.