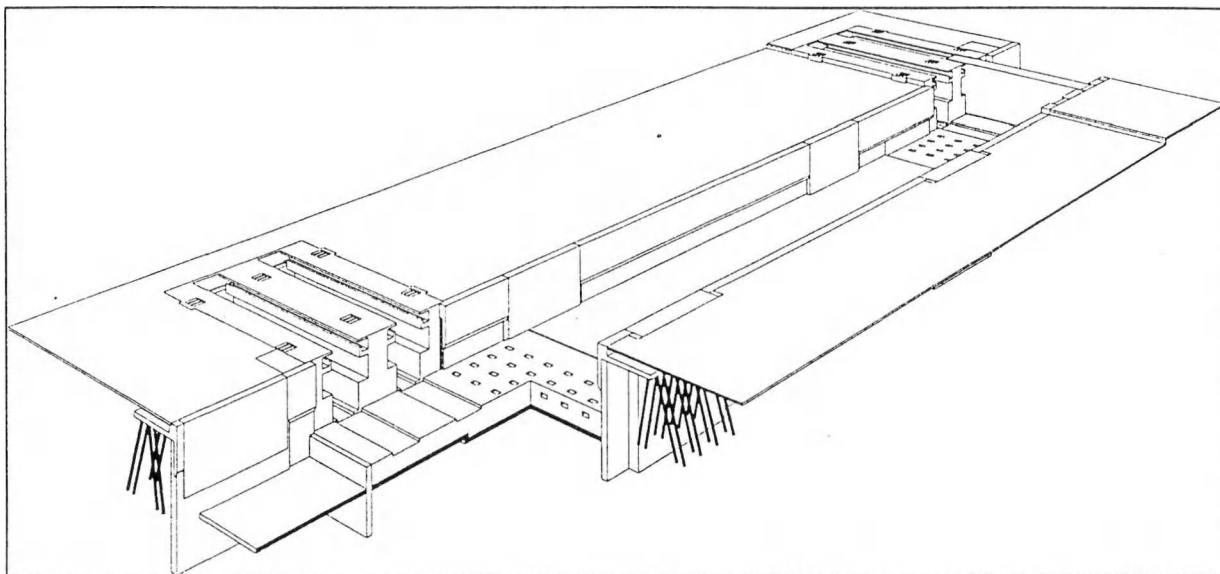


146051

**EEN HERBOREN ROYERSSLUIS VOOR DE  
BINNENSCHIEPVAART VAN DE TOEKOMST**

*ir. Erik Van Celst*  
*ir. Gerd Thues*



## EEN HERBOREN ROYERSSLUIS VOOR DE BINNENSCHIEPVAART VAN DE TOEKOMST

ir. G. Thues, hoofdingenieur-directeur Gemeentelijk Autonoom Havenbedrijf, Antwerpen  
ir. F. Aerts, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap,  
Administratie Waterwegen en Zeewezen, Afdeling Zeeschelde  
ir. E. Van Celst, Tijdelijke Vereniging Studie Royerssluis  
ir. V. Gijsel, Tijdelijke Vereniging Studie Royerssluis  
ir. L. Raes, Tijdelijke Vereniging Studie Royerssluis

OPDRACHTGEVER  
Technische dienst  
Havenbedrijf Antwerpen  
Haven 63 - Siberiastraat 20  
2030 Antwerpen

T.V. STUDIE ROYERSSLUIS  
International Marine & Dredging Consultants N.V.  
Ingenieursbureau Constructor N.V.  
Ingenieursbureau G.Gyselynck N.V.  
p.a. I.M.D.C. N.V.  
Wilrijkstraat 37-45 B4, 2140 Antwerpen, België  
tel: +32.3.270.92.95 - fax: +32.3.235.67.11

## 1. INLEIDING

Het gebruik van de sluizen op de Rechteroever door zeeschepen en binnenvaart heeft de voorbije jaren belangrijke ontwikkelingen gekend.

### 1.1. Binnenvaart

Het aantal te versassen binnenschepen op de rechteroever is vrij stabiel gebleven en beliep :

|                   |   |                 |
|-------------------|---|-----------------|
| in 1988           | : | 57 835 schepen. |
| tegenover in 1995 | : | 57 377 schepen. |

Vanuit de eigenlijke havenexploitatie bekeken, is het echter belangrijk een onderscheid te maken tussen de binnenvaart die de Antwerpse haven enkel maar gebruikt als doorvaargebied en de binnenvaart die een werkelijke bijdrage levert tot trafiekbehandeling en dus creatie van toegevoegde waarde in het havengebied.

Voor het jaar 1995 ging het hierbij om :

|        |                                                                   |
|--------|-------------------------------------------------------------------|
| 50 152 | binnenschepen die betrokken waren bij trafiekbehandeling          |
| 37 101 | binnenschepen die de haven enkel doorvoeren (42,5 %)              |
| 87 253 | totaal aantal binnenschepen in de Antwerpse haven (Rechteroever). |

Eveneens in 1995 dienden 57 377 binnenschepen te worden versast. Hierbij ging het om :

|        |                                                                           |
|--------|---------------------------------------------------------------------------|
| 32 897 | binnenschepen betrokken bij trafiekbehandeling in de haven                |
| 24 480 | binnenschepen die de haven enkel doorvoeren (42,6 %)                      |
| 57 377 | totaal aantal binnenschepen versast in de Antwerpse haven (Rechteroever). |

### 1.2. De zeevaart

De evolutie in de scheepsbouw enerzijds en de evolutie in de havenuitbouw anderzijds, hebben tot zeer betekenisvolle wijzigingen geleid bij het sluisgebruik door zeeschepen in de Antwerpse Rechteroeverhaven.

- De schaalvergroting van de schepen leidde tot het aanlopen van minder maar grotere schepen in de haven.

De opening van de Berendrechtlsuis in 1989 leidde tot een spectaculaire vermindering van het gebruik van de andere sluizen op de Rechteroever door de zeevaart: versaste zeeschepen aan Van Cauwelaert-, Boudewijn- en Zandvlietlsuis :

|                   |   |        |
|-------------------|---|--------|
| in 1988           | : | 30 096 |
| tegenover in 1995 | : | 17 256 |

- Vanzelfsprekend leidde de aanleg van de Scheldecontainerterminals opnieuw tot een lagere benutting van de zeesluizen.

Uit wat vooraf gaat blijkt dat, rekening houdend met het aantal te versassen schepen enerzijds en met de beschikbare sluiscapaciteit anderzijds, men zou kunnen concluderen tot het bestaan van een fysieke overcapaciteit en lijkt een verdere exploitatie van alle sluizen op de Rechteroever weinig verantwoord.

Vanzelfsprekend gaat de eerste aandacht hier uit naar het verdere onderhoud en exploitatie van de Royers- en Kattendijksluis :

- De jaarlijkse kosten belopen hier gemiddeld 110 miljoen F per jaar, aan te vullen met uitzonderlijke kosten voor buitengewoon onderhoud.
- De sluizen worden vooral gebruikt door binnenscheepvaart-in-doorvaart, namelijk 15 700 binnenschepen (d.i. 65 % van het louter doorvarend binnenvaartverkeer).
- Deze toestand zal ook in de toekomst vrij stabiel blijven. Uit een prognose van het studiebureau Policy Research Corporation, gemaakt in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, blijkt dat het aantal schepen dat via de Royerssluis zal worden versast hooguit nog licht zal toenemen.

Vanuit een louter bedrijfseconomische benadering zou het Havenbedrijf derhalve moeten overgaan tot de stopzetting van de exploitatie en het verder onderhoud van de Royers- en Kattendijksluis en de omleiding van het verkeer via de andere sluizen organiseren.

Vanuit een algemeen beleid t.o.v. de binnenvaart is dit echter minder vanzelfsprekend.

Het feit dat vandaag 65 % van het doorvaartverkeer verloopt langs deze sluizen, zegt veel over de gunstige lokatie ervan. Anderzijds zijn beide sluizen niet geschikt voor grote duwvaart. De Kattendijksluis is er gewoonweg niet bereikbaar voor, terwijl de afmetingen van het sas van de Royerssluis (180 m x 22 m) niet volstaan voor een standaard vierbaksduwkonvooi (190 m x 22,80 m).

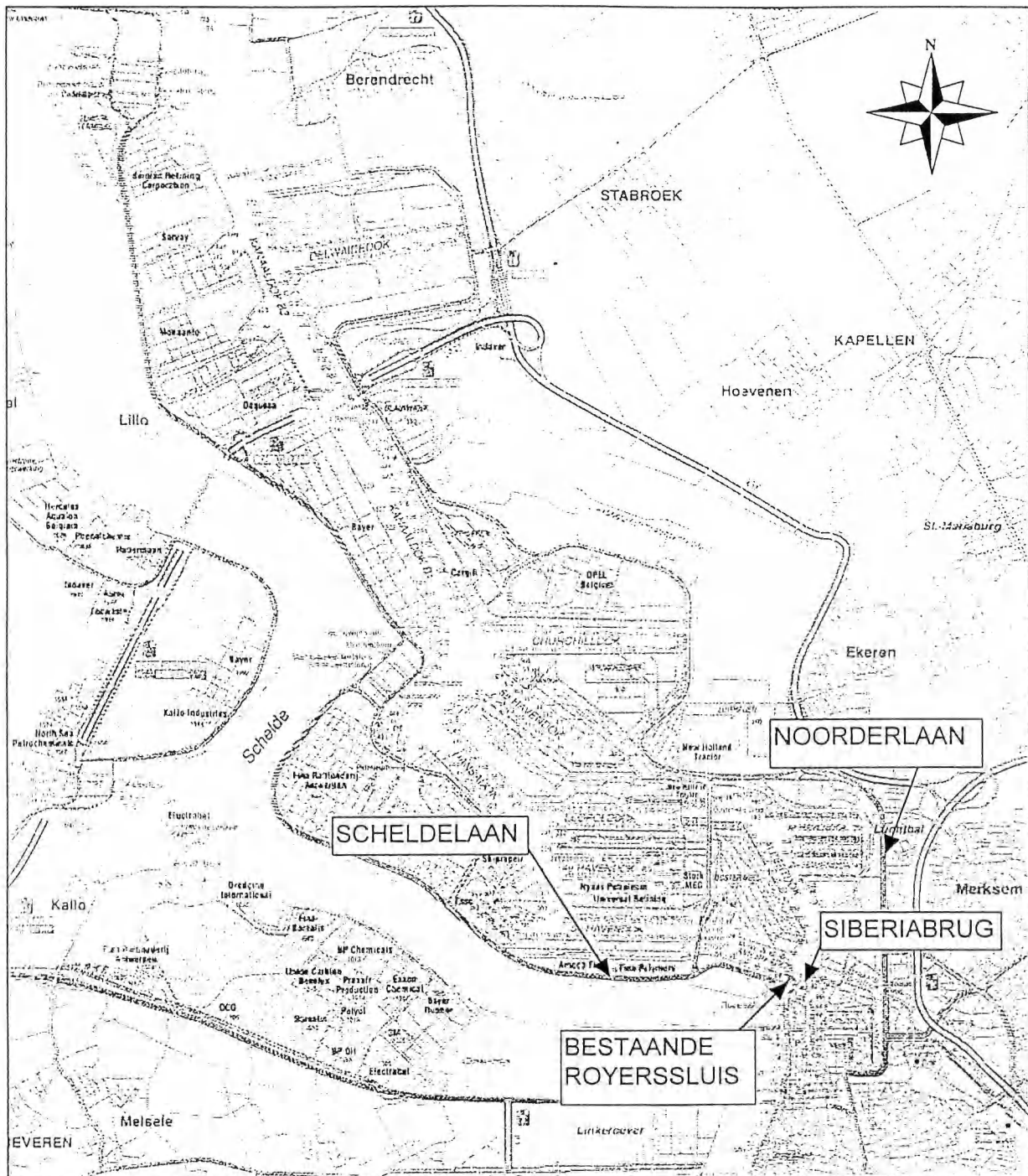
Recent gebouwde duwvaartsluizen hebben lengten schommelend tussen 200 m en 280 m en een breedte van 24 m of meer. Een voorstudie, in 1994 gefinaliseerd, concludeerde dat als sasafmetingen nodig zijn  $l = 200$  m (binnendeuren) en 240 m (buitendeuren) en  $b = 36$  m.

Om al deze redenen beveelt het Havenbedrijf aan over te gaan tot de bouw van een nieuwe, grotere Royerssluis ter vervanging van de bestaande sluis en de Kattendijksluis. De versassingscapaciteit van deze nieuwe Royerssluis volstaat als vervanging voor de som van de capaciteiten van de huidige Royers- en Kattendijksluis. Deze nieuwe sluis vormt, gelet op al wat vooraf gaat, een onderdeel van het totale Vlaamse binnenvaartnet.

## 2. HISTORIEK EN LIGGING VAN DE ROYERSSLUIS

De beslissing voor de bouw van de Royerssluis kwam een kleine eeuw geleden tot stand in het algemeen kader van de verdere uitbouw van het dokkencomplex achter sluizen naar het noorden toe (bouw van Albertdok en Eerste Havendok). Door de groei van de schepen en de de goederenoverslag in de haven, werd immers een nieuwe, grotere zeesluis noodzakelijk. De werken werden aangevat in 1893. Na de nodige perikelen tijdens de bouw voer op 1 december 1908 het zeilschip "Alster" als eerste door de sluis. De ligging van de Royerssluis in het Antwerps havengebied is weergegeven op Figuur 2.1.

De drempel van de sluis (Figuur 2.2) ligt op niveau -6.41 m TAW, hetzij 3.86 m dieper dan de Kattendijksluis. De invaargeul Scheldekant wordt afgelijnd met houten staketsels van meer dan 400 m lengte in trechtervorm opengaand naar de stroom: de breedte verloopt van meer dan 200 m aan de Scheldekant naar 44 m voor het benedenhoofd. De breedte van de kolk bedraagt 22 m. De kademuuren bevinden zich op niveau +6.97 m TAW.



Figuur 2.1: Liggingplan Royerssluis

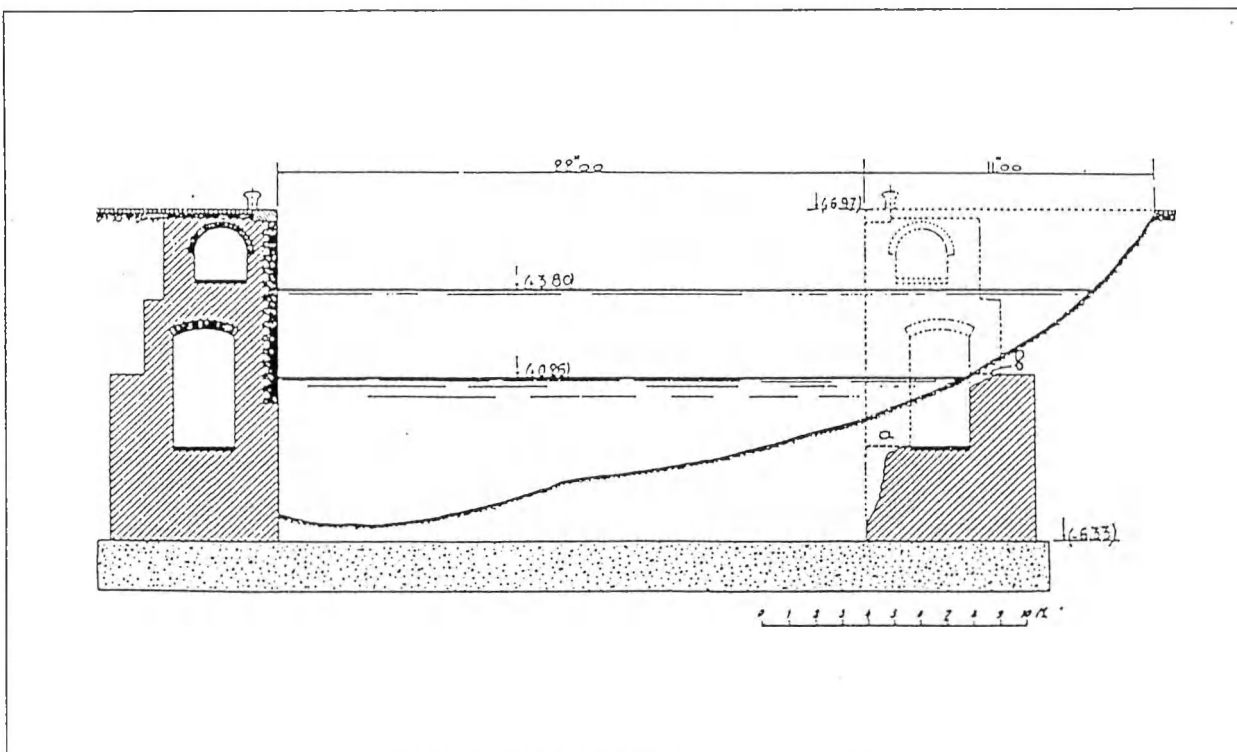
De deuren zijn volgens een nieuw concept gebouwd als stalen, geklonken caissons met ballastkamers. De deuren rollen op sporen, die dwars op de lengteas van de sluis op de bodem van het sas liggen. De sluis heeft één deur aan ieder hoofd en bovendien een derde deur tussenin. Waar de afstand tussen de buitenste deuren 182.50 m is, ligt de tussendeur op een afstand van ca. 100 m van de benedendeur. Deze middendeur wordt niet meer gebruikt. Haar bedoeling was een korter sas te maken om zo sneller te kunnen versassen. De tijds winst is echter zeer miniem. Alhoewel er schuifafsluiters in de deur zelf zijn aangebracht, geschiedt het schutten systematisch langs de verlaten en omloopriolen.



Voor het eerst worden de deuren aangedreven met elektrische motoren en wel asynchrone motoren met als regelbare aanloopweerstand in de motor een kuip gevuld met zout water en daarin stalen platen met regelbare onderdompeling. Het aandrijfkoppel van de motoren wordt via een tandwielkast, kettingschijven en kettingen naar de deur geleid.

Het landverkeer rijdt over een wegdek op de deur zelf aangebracht. Over de deurkamer van de deur Scheldekant is een hefbrug aangebracht, die het landverkeer op de deur toelaat bij gesloten stand. De optilbeweging gebeurde met perswater en sinds 1965 met oliedruk. Over de deur dokkant, waar geen spoorweg liep, werd de oorspronkelijke brug vervangen door een rollende brug die zijdelings toegankelijk is.

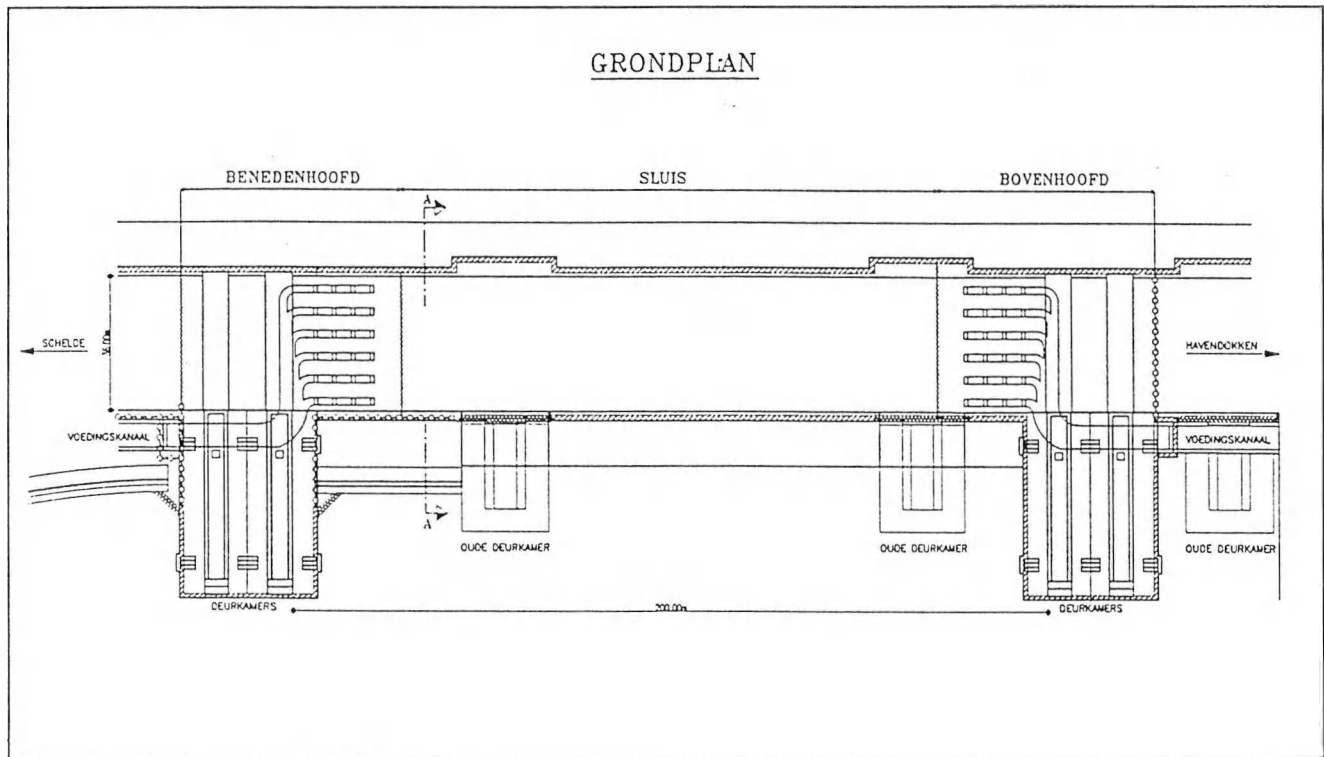
In de nacht van 10 op 11 november 1946 begaf over een totale lengte van 86 m het metselwerk van de kademuur van de sluis. Deze gebeurtenis staat gekend als "l' Accident Grave" (Figuur 2.3). Dit bezwijken van de kaaimuur werd toegeschreven aan de veelvuldige ontploffingen en de daaraan verbonden trillingen, waaraan de constructie heeft blootgestaan tijdens de Tweede Wereldoorlog. Naderhand werd de sluis hersteld o.a. met behulp van schoren uit gewapend beton die naderhand ingebetonneerd werden. Voorts werden de overige delen van de sluis muren voorzien van ankers.



Figuur 2.3: Glijdingsvlak zoals opgetreden tijdens "l' Accident Grave" op 10-11 november 1946

### 3. BASISGEGEVENS EN ONTWERP-CRITERIA

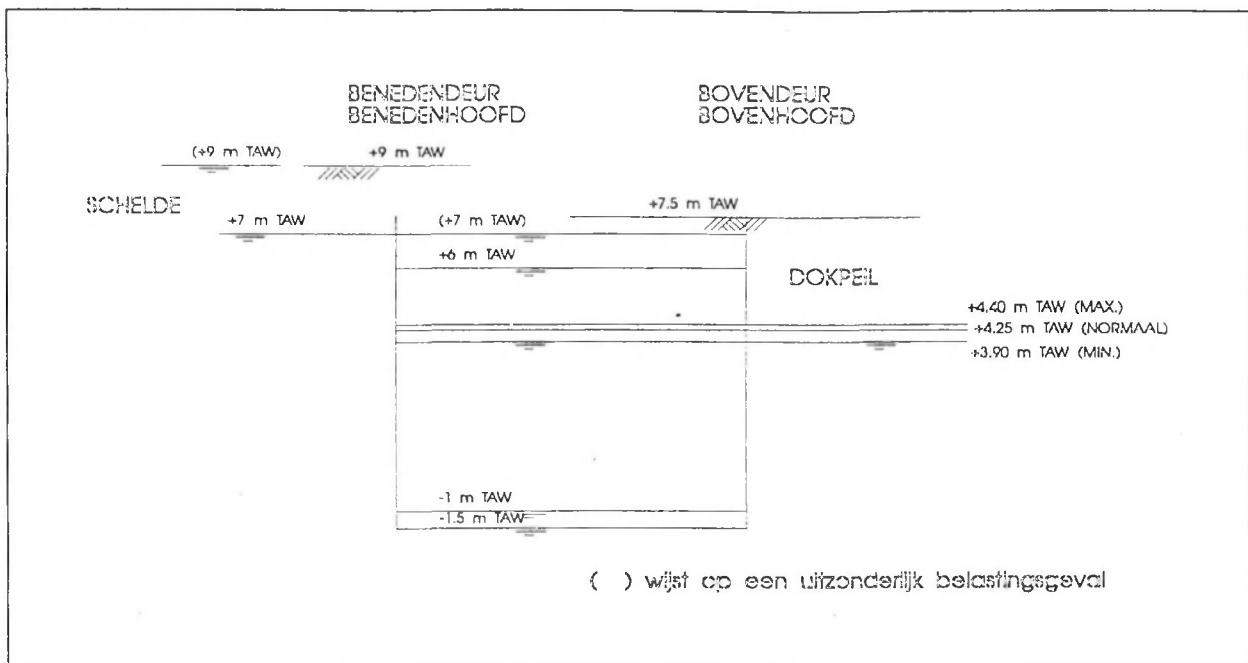
Door een kritische vraagstelling tijdens het ontwerpproces werden de oorspronkelijke ontwerp-criteria verfijnd en bijgesteld. Dit proces leidde tot de volgende waarden voor wat betreft de geometrische karakteristieken van de sluis en van de toegangseuil (Figuur 3.1):



Figuur 3.1: Planzicht ontwerp Royerssluis

1. De nieuwe sluis is ontworpen als binnenvaartsluis met mogelijkheid van short seashipping. Als dusdanig vormt ze de directe verbinding tussen de Schelde en het Albertkanaal. Als ontwerpschip werd het standaardvierbaksduwkonvooi (22.8 m breed en 190 m lang) genomen. Als minimale sluiskolklengthe wordt 200 m tussen de binnendeuren en 230 - 240 m tussen de buitendeuren aangenomen. De lengte is overigens ook beperkt door de eis dat de toegangseuil voldoende lang moet zijn; dit om het in- en uitvaren voor de schepen gemakkelijker te maken. Een optimale lengte van de toegangseuil varieert tussen 1.5 en 2 maal de lengte van het ontwerpschip. Wegens de beperkte beschikbare ruimte wordt de lengte van de toegangseuil op 290 m gesteld, zijnde de minimale waarde.
2. Als breedte van de sluis werd 36 m aangenomen. Dit laat het gelijktijdig versassen toe van het vierbakskonvooi met een lichter van 1350 ton, een tweebaksduwkonvooi of een lichter van 2000 ton.
3. De diepte werd op het huidige bodempeil T.A.W. -6.41 m gehouden, aangezien verwacht wordt dat het toekomstige scheepsaanbod geen verdieping van het bodempeil vereist.
4. De brug moet een vrije doorvaarthoogte hebben van 9.1 m boven Gemiddeld Hoogwater (zijnde ongeveer +15. m TAW).

De waterniveaus waarmee rekening gehouden werd bij de studie worden weergegeven in Figuur 3.2.



Figuur 3.2: Schema van de ontwerp-waterpeilen

## 4. STUDIE VAN HET LANDVERKEER

### 4.1. De huidige verkeerssituatie

De toegang tot de Antwerpse haven wordt, zoals te zien is op Figuur 2.1, gevormd door aan de rechterkant van de dokken de Noorderlaan, aan de linkerkant, de Scheldelaan.

Alle verkeer van de stad Antwerpen en van de Antwerpse ring, naar de Scheldelaan moet over de Rooyerssluis passeren. Vooral in de spitsuren zijn hier verkeersopstoppen.

In de huidige situatie kruist het landverkeer de sluis via de sluisdeuren. Aan het bovenhoofd vormen de graansilo's van Samga een obstakel, waardoor de verkeerscapaciteit sterk wordt beperkt. De twee richtingen, naar de haven en van de haven, passeren om beurten over de deur. Natuurlijk is men in de huidige situatie erg kwetsbaar; men heeft aan beide hoofden maar één deur. In geval van defect aan een deur kan zelfs heel de sluis voor de scheepvaart verschillende dagen buiten gebruik zijn.

Het toekomstig bovenhoofd moet, gezien de vereiste lengte van de toegangseul, vlakbij het bestaande bovenhoofd worden voorzien. Aangezien de nieuwe sluis 14 meter breder wordt dan de bestaande, moet gewoerd worden met de ruimte tussen de "onaantastbare" bebouwing van de silo's aan de noordkant en droogdokken aan de zuidkant van de bestaande sluis.

### 4.2. Verschillende alternatieven

Gezien het profiel van de aansluitende wegen, Scheldelaan en de vernieuwde Straatsburgbrug, en de te verwachten verkeersintensiteiten, is een verkeersverbinding met 2 rijstroken in beide richtingen een minimum. Initieel was voor de scheepvaart een onbeperkte vrije doorvaarthoogte opgelegd.

Voor de kruising van het landverkeer met de nieuwe sluis werden de volgende alternatieven overwogen:

- kruising met een tunnel. Gezien het ruimtebeslag (lange inritten) en de hoge kosten werd deze oplossing al direct ter zijde geschoven.
- landverkeer over de deuren. Gezien de nadelen van de huidige situatie is deze oplossing niet aanvaardbaar.
- de klassieke oplossing in Antwerpen, bestaande uit beweegbare bruggen aan boven- en benedenhoofd.
- een hooggelegen viaduct.

Bekijken we nu de oplossing met beweegbare bruggen wat nader, voor we de uiteindelijk gekozen oplossing, een hooggelegen viaduct, beschouwen.

Door de eis dat de bestaande sluis zo lang mogelijk in dienst moet blijven, kan men, ten noorden van de bestaande sluismuur, ter plaatse van de silo's, die de verkeerscapaciteit beperken, nooit méér ruimte creëren dan men op dit ogenblik heeft.

Men moet immers de nieuwe noordelijke muur ten noorden van de bestaande muur inplanten, of de huidige muur renoveren. Een nieuwe muur inplanten ten zuiden van de bestaande noordelijke sluismuur houdt immers in dat deze muur pas kan worden gebouwd wanneer de bestaande sluis buiten dienst is (en gedeeltelijk is afgebroken).

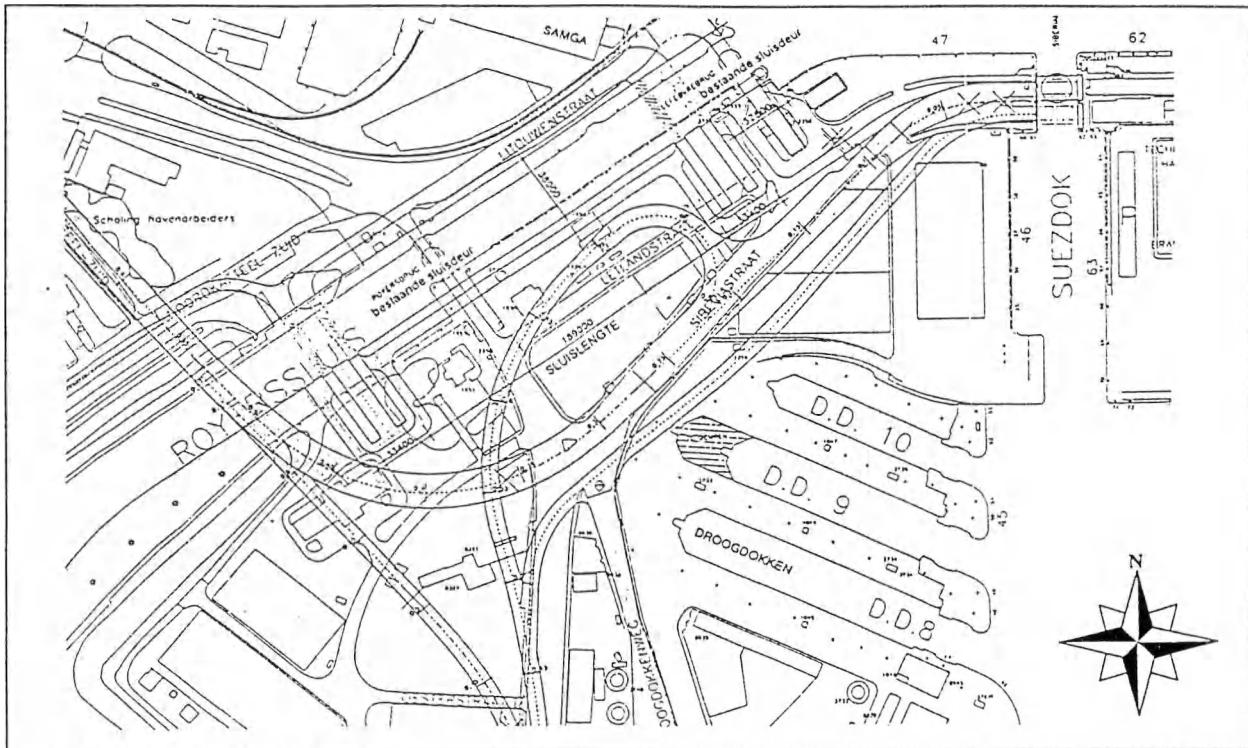
Om toch een aanvaardbare doorstroming van het verkeer te verkrijgen, kan een brug schuin over de sluis gelegd worden. De lengte van die brug wordt daardoor wel groot (ongeveer 60 meter). Bij dergelijke overspanning is een beweegbare brug voor 2 maal 2 rijstroken, op één brugdek, waarschijnlijk niet realistisch. Het zal nodig zijn om 2 parallelle bruggen te voorzien, die toch weer enkele meters uit elkaar moeten worden gelegd. De totale lengte van sluis en bruggen wordt zo groot dat de noodzakelijke lengte van de toegangseuvel eigenlijk niet meer voorhanden zal zijn.

De verkeersafwikkeling over beweegbare bruggen blijft beperkingen in capaciteit houden. Verkeersregeling zal nodig zijn voor het beurtelings leiden van het verkeer over boven- en benedenhoofd en vooral ook in verband met de gelijkgrondse kruising ten zuidoosten van de sluis, de aansluiting aan het bestaande wegennet; een kruising die noodzakelijkerwijs dicht bij de sluis komt te liggen.

Wanneer het landverkeer over dergelijke bruggen moet passeren is de interferentie van landverkeer met de bouw van de nieuwe sluis natuurlijk belangrijk. Nieuwe kaaimuren moeten gebouwd worden tegelijk met de brugkelder, daarna moet een nieuwe brug worden gemonteerd voor men de bestaande sluisovergang, dus de deuren en deurenkamers van de huidige sluis, kan afbreken om daar de nieuwe sluis te realiseren.

### 4.3. Een hooggelegen viaduct

Al deze problemen kunnen worden vermeden door het landverkeer de sluis te laten kruisen op een hooggelegen viaduct. Dit viaduct moet de verkeersstroom van oost naar west toelaten en is ingeplant tussen de Scheldelaan en de Siberiabrug, zoals getoond wordt op Figuur 4.1.



Figuur 4.1: Alternatief hooggelegen viaduct

Ruimte voor de kruising tussen dit viaduct en de sluis wordt gevonden ten zuid-westen van de bestaande sluis. In eerste instantie werd nog gedacht aan een beweegbare brug of een uitneembare middenoverspanning. Dit om een onbelemmerde doorvaarthoogte te realiseren. Toen de beslissing viel om de sluis niet meer te gebruiken voor zeevaart, en enkel een vrije doorvaarthoogte van 9,10 meter moest worden gegarandeerd, kon het beweegbare middendeel vervallen.

De voordelen van het hooggelegen viaduct zijn :

1. Het viaduct kan worden gebouwd vóór de werken aan de eigenlijke sluis starten, op een plaats die buiten de eigenlijke werkzone van de nieuwe sluis ligt. Zo ontstaat ook de mogelijkheid om de as van de nieuwe sluis samen te laten vallen met de as van de bestaande, en de nieuwe sluismuren aan beide kanten naast en buiten de bestaande sluis te bouwen. De uitvoering van de sluis wordt eenvoudiger en de bestaande sluis kan langer in bedrijf blijven.
2. Eén sluisovergang volstaat, omdat het een vaste brug is.
3. De sluisovergang is ingeplant stroomafwaarts van het benedenhoofd, waar ruimte is. Relatief ruime bochten worden zo voorzien. Het hooggelegen viaduct laat ook toe dat aan de zuidoost kant ongelijkvloers wordt aangesloten op de bestaande wegen.
4. Het hooggelegen viaduct kost slechts de helft van de oplossing met beweegbare bruggen. Wanneer ook variabele kosten, bediening en onderhoud, in rekening worden gebracht, wordt de vaste brug nog stukken voordeliger.
5. Beweegbare bruggen, vooral ter plaatse van een sluis, worden nogal eens aangevaren. Telkens brengt dit veel verkeershinder mee gedurende een (veelal) lange tijd. Het hooggelegen viaduct is ook hier in het voordeel.

## 5. DE NIEUWE SLUIS

### 5.1. De sluismuren :

Teneinde rekening te houden met de opdracht om de bestaande sluis zo lang mogelijk in dienst te houden, en anderzijds op dezelfde plaats een nieuwe sluis met grotere afmetingen te bouwen, zijn er verschillende mogelijke constructie-wijzen bestudeerd.

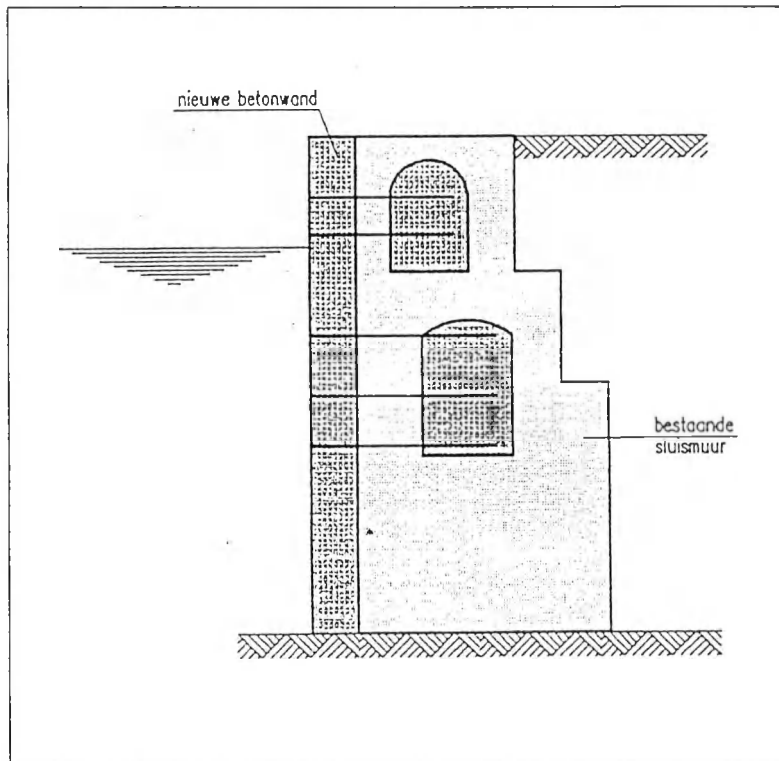
Een eerste reeks oplossingen bestaat uit het behoud van één van beide, bestaande sluismuren. De noordermuur zou men kunnen behouden omdat uitbreiding naar het zuiden

eventueel mogelijk is en omdat de bestaande deurkamers aan de zuidzijde zijn gelegen.

Men kan hierbij denken aan een nieuwe wand, al dan niet geprefabriceerd, welke voor de bestaande sluismuur wordt geplaatst. In Figuur 5.1. wordt hiervan een voorbeeld getoond.

Men kan ook geprefabriceerde caissons drijvend aanvoeren en afzinken voor de bestaande sluismuur, waarna beide aan mekaar worden verankerd. De verschillende mogelijke alternatieven met behoud van de bestaande noordermuur werden echter niet weerhouden, omwille van enkele belangrijke bezwaren :

- Het is niet aanvaardbaar dat de oude sluismuur in de nieuwe sluis nog een stabiliteitsfunctie zou vervullen. Hij is na een ernstig

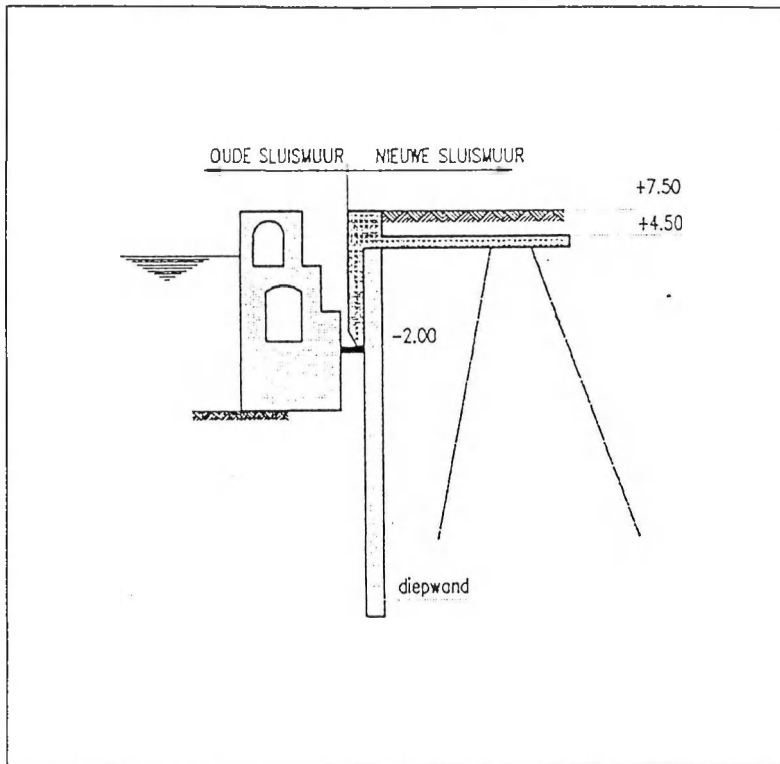


Figuur 5.1: Bestaande sluismuur met betonnen voorzetwand

schadegeval ("Accident Grave") weliswaar hersteld, doch er bestaan ernstige twijfels over de kwaliteit van de bestaande muren.

- Vanaf de aanvang van de renovatiewerken van de bestaande sluismuur zou de sluis niet meer kunnen gebruikt worden, wat de periode van buitendienststelling aanzienlijk zou verlengen.
- Het volledige sluiscomplex zou al te veel naar het zuiden verschuiven, zodat er onvoldoende plaats zou overblijven voor de toegangsweg tot het viaduct, rekening houdende met de ruimte nodig voor de nieuwe deurkamers.

Om die redenen werd er gekozen voor een oplossing, waarbij de as van de nieuwe sluis samenvalt met deze van de oude sluis.



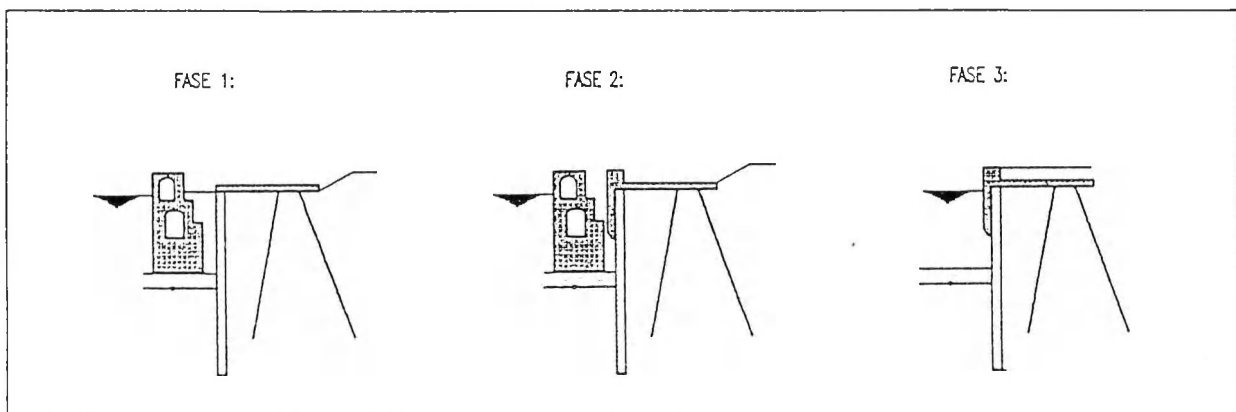
Figuur 5.2: Nieuwe sluismuur

Net buiten de oude sluis-muren wordt een nieuwe wand gemaakt met de diep-wandtechniek. Deze wand wordt uitgevoerd tot een diepte van 28 m onder het maaiveld, tot in de Boomse klei. Op die manier wordt, in combinatie met de dwarse dam-wandschermen ter plaatse van het bovenhoofd en het benedenhoofd, een gesloten bouwkuip gemaakt. Deze is onderaan waterdicht afgesloten door de Boomse klei. In deze bouwkuip kan een grondwaterverlaging worden doorgevoerd, zonder de grondwatertafel ter plaatse van de omliggende bebouwing belangrijk te verstoren.

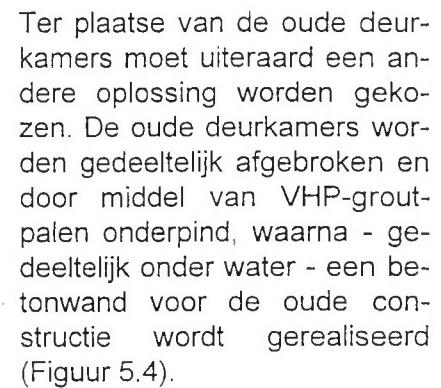
Voor de verankering van de diepwand is gekozen uit verschillende mogelijke varianten. De oplossing met een

op palen gefundeerde betonplaat, welke op peil + 5.00 een quasi onvervormbaar steunpunt voor de diepwand vormt, is als meest geschikte oplossing weerhouden (Figuur 5.2). Voornamelijk de geringe vervormbaarheid is het grote pluspunt van deze oplossing, evenals de beperkte omvang van de benodigde bouwput. Bovendien is een belangrijke bronbemaling buiten de hoger beschreven waterdichte bouwkuip overbodig.

De verschillende fazen voor de uitvoering van deze sluis-muren is weergegeven in Figuur 5.3. De oplossing kan volledig worden uitgevoerd terwijl de oude sluis in dienst blijft.



Figuur 5.3: Fasering voor de sluis-muren



## 5.2. De sluishoofden :

De bouwkuip voor de deurenkamers, bestaande uit een dubbel verankerde slibwand en een bodemplaat welke onder water wordt gestort, kan grotendeels worden uitgevoerd terwijl de oude sluis nog in dienst blijft.

Om de hoge waterstand in de Schelde uit de bouwzone te weren, wordt vooraf een dijk aangelegd in de toegangsgeul. Twee damwanden aan elk sluishoofd, aansluitend op de sliwbanden van de deurkamers aan de zuidzijde en op de sliwb-



wand van de sluis aan de noordzijde, moeten de aannemer toelaten om beide sluishoofden droog te zetten. Alle damwanden en slibwanden reiken tot in de Boomse klei zodat niet alleen tijdens de bouw, doch ook tijdens het gebruik van de sluis onderloopsheid wordt tegengehouden. Figuur 5.5 illustreert deze uitvoering.

De stalen sluisdeuren zijn van het kruiwagen type. De onderloopwagen vooraan rijdt over rails, die op de bodem van de deurkamer en van de sluis worden geplaatst. De bovenloopwagen achteraan rijdt over rails die op een uitkraging aan de wanden van de deurkamers bevestigd worden.

De voeding van de sluis gebeurt via openingen welke over de volle breedte in de sluisvloer zijn voorzien. De ingewikkelde bekistingsvorm voor de toevoerkanalen kan, dankzij de hoger beschreven werkwijze, volledig in den droge worden uitgevoerd.

### 5.3. De sluisvloer

De oude sluisvloer zal worden uitgebroken. De mogelijkheid is onderzocht om enkel een erosiebescherming op de sluisbodem aan te brengen.

Echter, de aanwezigheid van een betonnen sluisvloer geeft een bijkomende steun aan de slibwand. Deze zal daardoor minder gesolliciteerd worden en eveneens minder vervormen, wat belangrijk is, vooral bij de aansluiting van de deurkamers.

Om eventuele wateroverdrukken onder de plaat te vermijden, worden er drainerende openingen voorzien. Deze werkwijze wordt ook toegepast bij de andere sluizen in de Antwerpse haven.

### 5.4. Vulsysteem

Bij het ontwerp van het vulsysteem voor de sluis, moet aan een aantal (vaak tegenstrijdige) voorwaarden voldaan worden:

1. Vooreerst moet gezorgd worden dat de tijd die nodig is om de sluis te vullen tot een minimum beperkt wordt, dit om het tijdverlies voor de scheepvaart te verminderen. Er werd een maximum vultijd van 600 s bij een verval van 4 m aangenomen. Dit is vergelijkbaar met de vultijden van de andere sluizen op het Albertkanaal.
2. De troskrachten van de schepen die versast worden, moeten onder bepaalde waarden blijven. Als bovengrens werd 0.1 % van de waterverplaatsing van het schip aangenomen.
3. De watersnelheden in de omloopriolen moeten onder een limietwaarde blijven. Er werd een maximum watersnelheid in het omloopriool van 6-7 m/s genomen.
4. Tenslotte moet de constructie zo goedkoop mogelijk gehouden worden.

Een kortere vultijd impliceert een grotere doorstroomsectie van de omloopriolen. Dit echter verhoogt de optredende troskrachten en de kosten van de constructie, zodat hier naar een optimum gezocht moet worden. Om de vultijden, troskrachten e.d. in functie van de andere parameters te begroten, werd een rekenmodel opgesteld.

Uit de modelberekeningen bleek dat de volgende configuratie voldoet aan de gestelde eisen:

- Sectie omloopriool                      25 m<sup>2</sup>
- Lengte omloopriool                      80 m
- Openingstijd van de afsluiter        300 s

Concreet wordt vulling voorzien via openingen in de vloer van de sluis en met omloopriolen die onder de deurkamers worden gebouwd. Om de uitstroming min of meer gelijkmatig te laten verlopen over de volledige breedte van de sluis, wordt het omloopriool opgedeeld in 4 afzonderlijke riolen die elk langs 6 openingen uitmonden in de sluisvloer, zoals te zien is op Figuur 3.1. De totale uitstroomoppervlakte bedraagt 50 m<sup>2</sup>.

De definitieve vormgeving zal dienen te gebeuren aan de hand van fysische modellering. Hierbij zal men nagaan of de turbulentie binnenin de sluiskolk niet te groot wordt en of er geen cavitatie binnen de omloopriolen ontstaat. Tenslotte moet ook nagegaan worden of de in- en uitstromende debieten in de toegangsgeul naar de sluis geen problemen veroorzaken (bv. draaikolken e.d.).

## 6. BESLUIT

Hogerbeschreven studie had in de eerste plaats tot doel een technisch en financieel verantwoorde oplossing te zoeken voor de bouw van een nieuwe sluis, ter plaatse van de bestaande Royerssluis. Deze oplossing moet voldoen aan volgende randvoorwaarden:

- de bestaande sluis moet zo lang mogelijk in dienst blijven tijdens de bouw van de nieuwe sluis
- de toegang tot de haven voor het landverkeer, dat vandaag over de sluis verloopt, mag niet onderbroken worden.
- de beschikbare oppervlakte is beperkt, terwijl de nieuwe sluis veel groter moet worden dan de bestaande
- een grondwaterverlaging is problematisch voor de omliggende bebouwing.

Door een gefaseerde uitvoering van het in deze bijdrage beschreven ontwerp, wordt voldaan aan alle opgelegde randvoorwaarden:

- Eerst wordt het viaduct gebouwd over de bestaande toegangsgeul, zodat het landverkeer wordt afgeleid van de sluisdeuren.
- Vervolgens worden de werken uitgevoerd, welke buiten de bestaande sluismuren zijn gelegen, namelijk een groot gedeelte van de nieuwe sluismuren en van de bouwput voor de nieuwe deurkamers.

Pas daarna wordt de oude sluis buiten dienst gesteld en afgebroken.

- Alle wanden worden doorgetrokken tot in de dieper gelegen kleilaag, zodat de noodzakelijke grondwaterverlaging kan gebeuren binnen de omtrek van de nieuwe sluis, zonder belangrijke beïnvloeding van de grondwatertafel in de omgeving van de sluis.
- Door het behouden van de bestaande aslijn van de sluis en het afleiden van het verkeer naar de zijde waar voldoende ruimte voorhanden is, kan de grotere sluis gebouwd worden, niettegenstaande de beperkte beschikbare oppervlakte.

Nu een principiële technische oplossing voor de nieuwe Royerssluis is uitgewerkt, kan er werk gemaakt worden van een snelle uitvoering van het project, zodat de directe toegang voor de moderne binnenscheepvaart van de Schelde naar het Albertkanaal terug voor decennia verzekerd zou worden.