

**DE MODERNISERINGSWERKEN VAN HET
ZEEKANAAL VAN BRUSSEL TOT DE SCHELDE**

Prof. Ir. J. RENARD

Hoogleraar aan de Vrije Universiteit van Brussel

Directeur-Generaal van de n.v. Zeekanaal en Haveninrichtingen van Brussel.

Ir. G. VERELST

Hoofdingenieur-Directeur bij de n.v. Zeekanaal en Haveninrichtingen van Brussel.

**DE MODERNISERINGSWERKEN VAN HET
ZEEKANAAL VAN BRUSSEL TOT DE SCHELDE**

Prof. Ir. J. RENARD

Hoogleraar aan de Vrije Universiteit van Brussel
Directeur-Generaal van de n.v. Zeekanaal en Haveninrichtingen van Brussel.

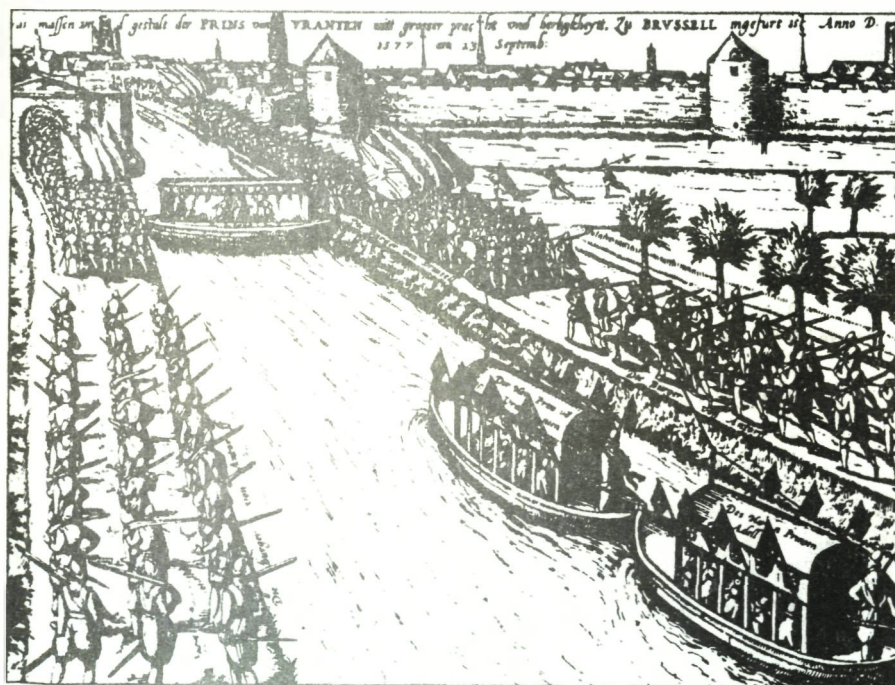
Ir. G. VERELST

Hoofdingenieur-Directeur bij de n.v. Zeekanaal en Haveninrichtingen van
Brussel.



*Armoiries de Jean de Locquenghien
Bourgestre et amman de Bruxelles
Auteur du canal de Willebroek*

*Wapenschild van Jean de Locquenghien
Burgemeester en amman van Brussel
Bewerker van het kanaal van Willebroek*



*L'entrée du Prince d'Orange à Bruxelles
par le canal - 23 septembre 1577 - Dessin
de Hogenberg (collection de M. Th. Hip-
pert)*

*De "inkomst" van de Prins van Oranje te
Brussel, langs het kanaal - 23 september
1577 - Tekening van Hogenberg (verza-
meling van de h. Th. Hippert)*

DE MODERNISERINGSWERKEN VAN HET ZEEKANAAL VAN BRUSSEL TOT DE SCHELDE.

Prof. Ir. J. RENARD

Hoogleraar aan de Vrije Universiteit van Brussel

Directeur-Generaal van de n.v. Zeekanaal en Haveninrichtingen van Brussel.

Ir. G. VERELST

Hoofdingenieur-Directeur bij de n.v. Zeekanaal en Haveninrichtingen van Brussel.

HISTORIEK VAN HET KANAAL.

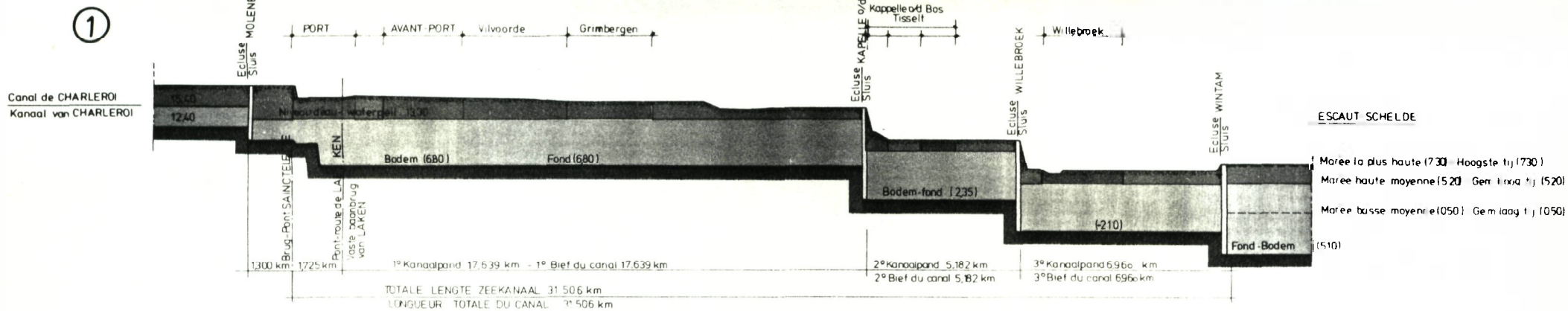
Het Zeekanaal Brussel - Rupel, in de volksmond " de Willebroekse vaart" werd door de Stad Brussel gebouwd van 1550 tot 1561. het bezorgde de hoofdstad een rechtstreekse verbinding met de Rupel.

Na de onafhankelijkheid van België gaven de opheffing van het tolrecht op de Schelde, afgekocht van Nederland, en de voltooiing van een eerste serie moderniseringswerken aan het oude kanaal een stimulans voor een nieuwe ontwikkeling van het verkeer langs de waterweg naar de hoofdstad.

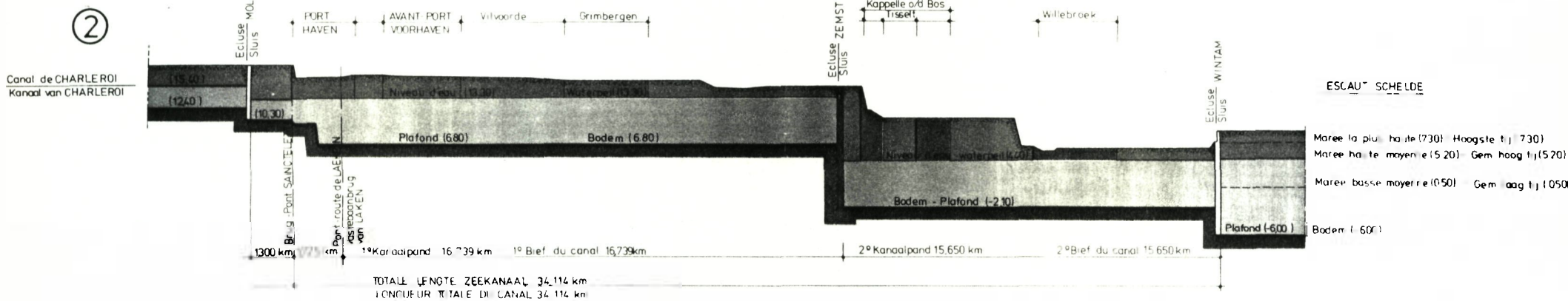
Op het einde van de 19e eeuw werd door de Stad Brussel en de Belgische Staat besloten deze waterweg voor binnenscheepvaart om te vormen tot een zeekanaal met een minimumbreedte van 35 m, diepgang van 6 m 50 en een vrije doorvaarthoogte die de toegang tot de haven van Brussel voor zeeschepen met een maximum hoogte van 35 m zou toelaten.

In het begin van deze eeuw begon men met deze werken. Ze werden onderbroken door de Eerste Wereldoorlog en slechts in 1922 kon de plechtige inhuldiging door Koning Albert plaats vinden.

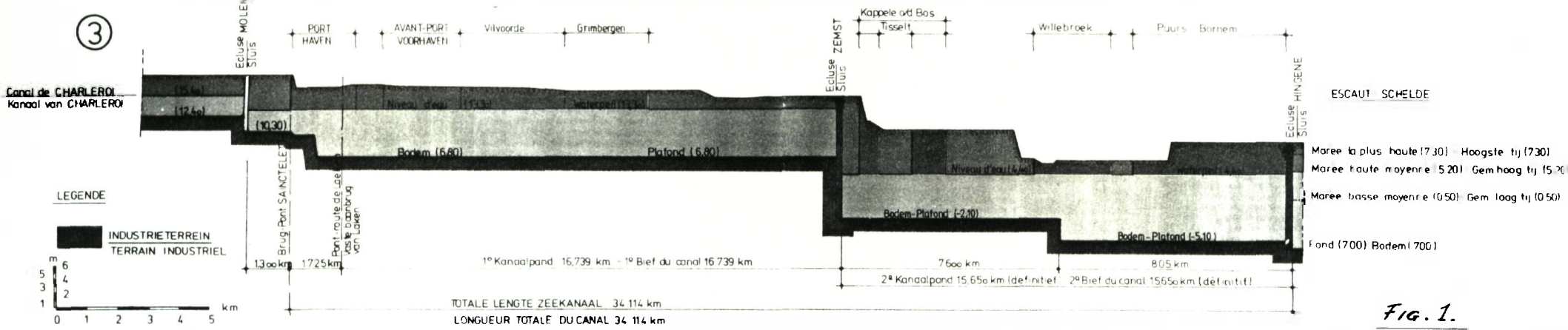
VROEGER KANAAL ANCIEN CANAL



HUIDIG KANAAL CANAL ACTUEL



TOEKOMSTIG KANAAL CANAL FUTUR



LEGENDE



FIG. 1.

Vanaf toen is het verkeer op het kanaal blijven stijgen en bereikte in 1969 en 1970 een rekordcijfer van 14 miljoen ton.

Zowel de aangroei van het verkeer als de moderne technieken van navigatie hebben nieuwe moderniseringswerken noodzakelijk gemaakt; ze werden goedgekeurd in 1965 en twee jaar later in uitvoering gebracht.

MODERNISERINGSPROGRAMMA.

Om Brussel toegankelijk te maken voor zeeschepen met een grotere tonne-
maat en om de vaartijd tot de hoofdstad te verminderen, werd besloten
het aantal kanaalpanden van drie op twee te brengen door de bouw van een
zeesluis te Zemst met een verval van 9,00 m; deze vervangt de vroegere
sluizen van Kapelle op den Bos en Willebroek, elk met een verval van
4m50 (fig. 1.)

Daarenboven wordt vanaf het Hellegat, gelegen tussen Willebroek en
Wintam, een nieuwe kanaalarm gegraven die het gemoderniseerde kanaal zal
toelaten onmiddellijk uit te monden in de Schelde. Op deze wijze
bespaart men de scheepvaart, maar vooral de duwvaart, de doorgang via de
rivier de Rupel, welke bochtig is en, vooral bij laag tij, moeilijk
bevaarbaar. Een nieuwe zeesluis die deze uitmonding van het kanaal in de
Schelde mogelijk maakt, is in opbouw te Hingene (Fig. 2).

Het opheffen van het tweede kanaalpand vergde natuurlijk de vervanging
van alle bestaande kunstwerken : zij werden voorheen ontworpen voor een
water- en bodemniveau dat later verlaagd werd met 4 m 50.

Daarenboven vergden de verbreding van het kanaal en de verlaging van de
waterspiegel de bouw van nieuwe oeverbeschermingen over de totale lengte
van het kanaal.

*

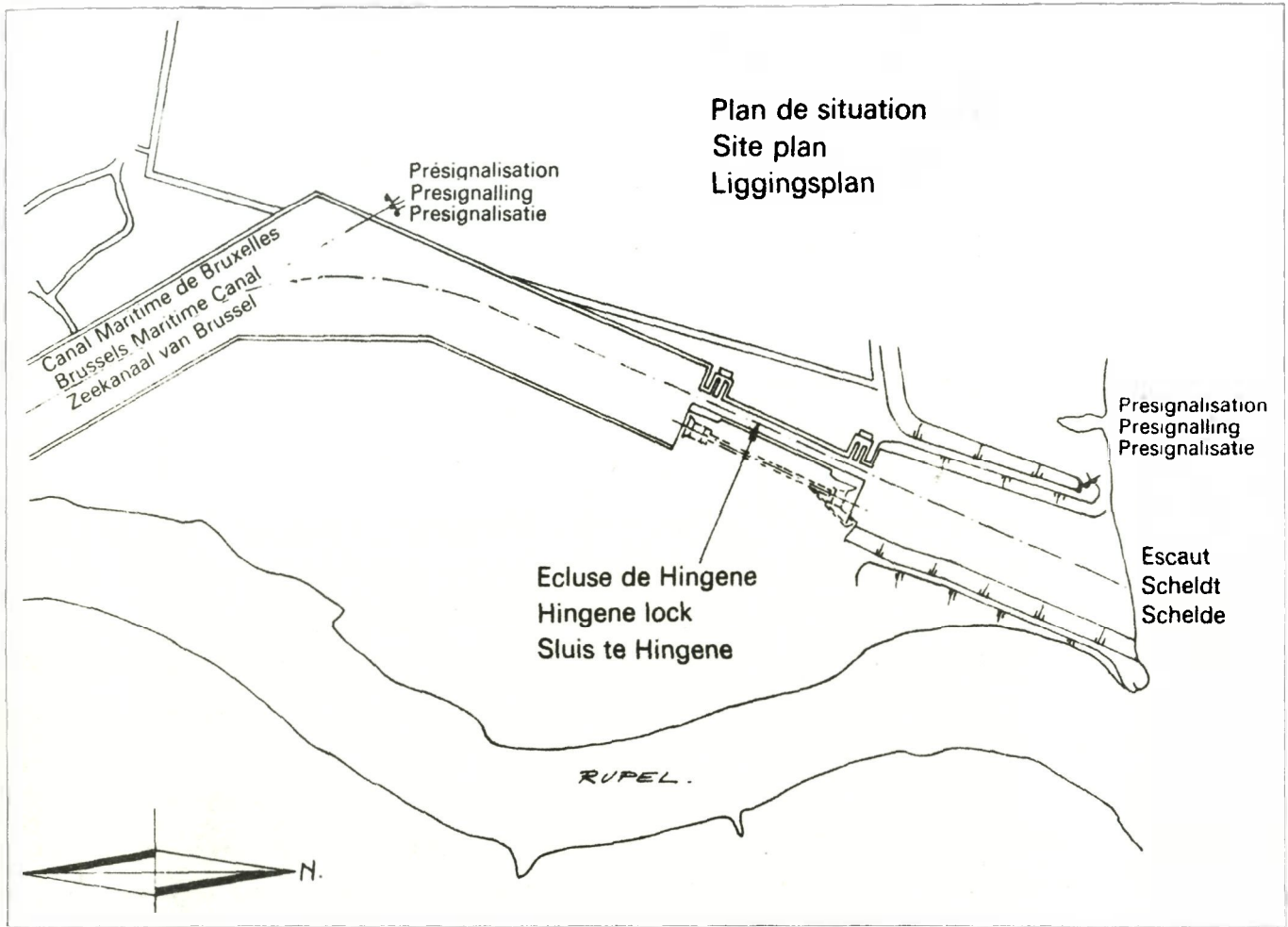


Fig. nr 2.

Voor het vervolg van dit artikel stellen wij voor een korte beschrijving te geven van de kunstwerken die reeds uitgevoerd en in gebruik zijn, namelijk de nieuwe hefbruggen van Grimbergen, Humbeek en Tisselt, de nieuwe brug te Vilvoorde, de sluis van Zemst, de nieuwe basculebruggen van Kapelle op den Bos, de pompstations gebouwd op de Polderrivieren Vliet, Zielbeek en Appeldonkbeek, om ten slotte een bondige beschrijving te geven van de sluis van Hingene en, in Tisselt, de nieuwe hefbrug op de toekomstige rijksweg over het kanaal, en de versterking van de bestaande hefbrug in de dorpskom.

Telkens geven we een korte beschrijving van het werk en de geaktualiseerde prijs ervan in miljoen B.F.

DE NIEUWE HEFBRUG VAN VILVOORDE. (fig 3.)

Deze hefbrug met een overspanning van 50 m heeft een vrije doorvaart-hoogte van 9 m in gesloten stand en van 35 m in geopende stand; deze oplossing heeft het voordeel 95% van de scheepvaart door te kunnen laten zonder het brugdek op te halen; dagelijks zijn slechts één of twee openingen van de brug nodig om zeeschepen doorgang te verlenen.

De betonstructuur bestaat uit twee massieve landhoofden in gewapend beton en uit vier heftorens met veranderlijk traagheidsmoment. Op elke oever worden de heftorens op 33 m hoogte verbonden door een kokerligger met een hoogte van 6 m, een breedte van 4 m en een wanddikte van 25 cm en voorgespannen door 4 Freyssinetkabels van 50 ton. De heftorens uit gewapend beton hebben een wanddikte van 25 cm en een doorsnede van 3,30 m op 6,25 m aan hun basis en 3,30 m op 2,30 m bovenaan, waar twee flenzen de slankheid en elegantie verhogen; de hoogte bedraagt 56 m.

Elke heftoren is opgedeeld in twee delen : de eerste helft bevat de trap of eventueel de lift, de andere bevat de tegengewichten.

De funderingen zijn massieve blokken met een lengte van 39 m, een breedte van 13 m en een hoogte van 11,40 m. Zij rusten op een laag groenachtige klei en zijn omringd met 20 m lange metalen damplanken.



fig. 3.

Het brugdek (overspanning 55,30 m, gewicht 477 t.) bestaat in hoofdzaak uit een orthotrope plaat waarop de wegbekleding wordt aangebracht en uit twee hoofdliggers met volle wand (hoogte: 2,875 m; tussenafstand : 14,04m);deze hoofdliggers zijn met elkaar verbonden door dwarsliggers van 1,10 m hoogte. Het geheel wordt verstijfd door omegaprofielen.

Aan de twee uiteinden van het brugdek bevinden zich de hefbalken, waarop de ophangkabels aangrijpen. De geleiding van het brugdek wordt op de vier hoekpunten verzorgd door rollen die bewegen langs rails die aan de heftorens zijn bevestigd. Om zeker te zijn van een goede sluiting van de brug zonder het gebruik van een grendelmechanisme, heeft men een onevenwicht van 5 ton tussen het gewicht van het brugdek en dat van de tegengewichten voorzien.

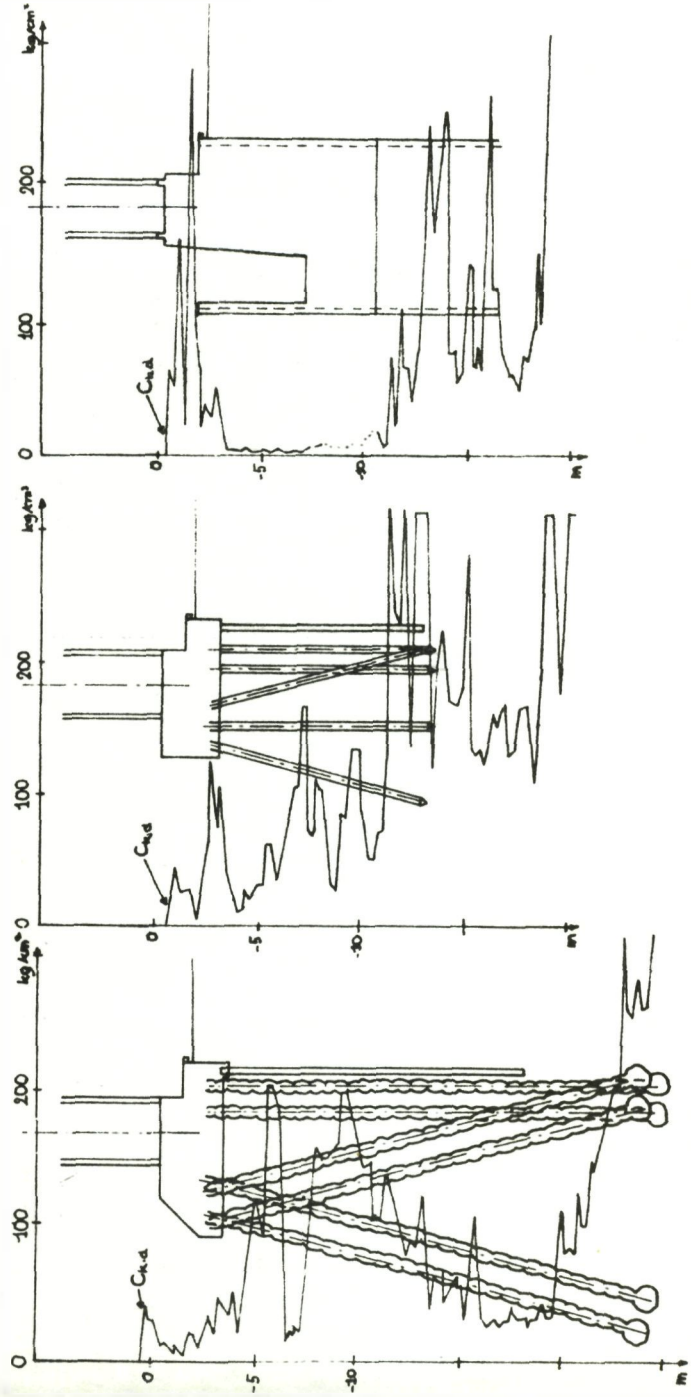
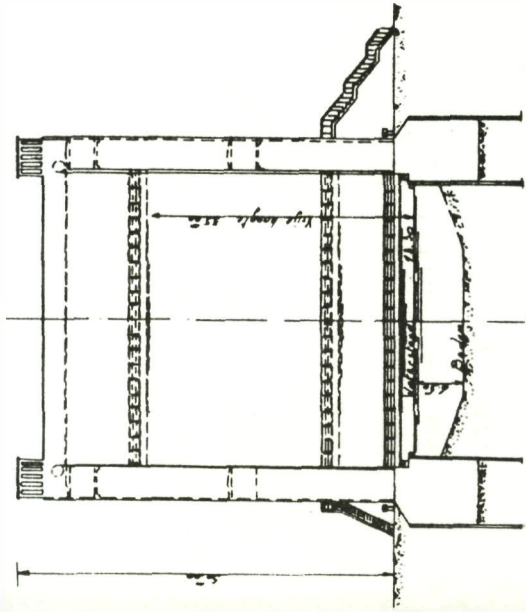
De bedieningssnelheid is bepaald vanuit de bekommernis de hinder voor het wegverkeer zo veel mogelijk te beperken : de brug kan dan ook in honderd seconden geheven of neergelaten worden, inbegrepen de versnellings- en vertragingstijd; dit is mogelijk door een aandrijving met een hydraulische snelheidsregelaar waarvan de synchronisatie wordt verzekerd door een differentieelstelsel dat de gelijkheid van het aantal toeren van de aandrijfmotoren controleert.

De toegangsviadukt heeft een totale lengte van 243 m en bestaat uit zes overspanningen van 29 m en een overspanning van 41 m. Deze laatste bevat 6 Preflex-liggers met een hoogte van 1,22 m, de anderen zijn elk uitgevoerd met tien ERGON-liggers uit spanbeton. Aan weerszijden van de vier rijstroken zijn een rijwielpad en een voetpad aangelegd, zodat de totale breedte van het brugdek 28 m bereikt.

Bouwjaar : 1971 - 1972

Kostprijs op het ogenblik van uitvoering : 308 M. BEF..

Geactualiseerde prijs in BEF. : 593 M.



TIGGELT

HUMBELZ

GRIMBERGEN

fig.4

DE HEFBRUGGEN VAN GRIMBERGEN, HUMBEEK EN TISSELT.

Het gaat hier in de drie gevallen om identieke bruggen waarvan enkel de funderingen verschillen in functie van de aard van de ondergrond.

De bovenbouw in spanbeton bestaat uit aan de voet ingeklemde portieken. De heftorens van 50 m hoogte zijn onderling verbonden door twee kokerliggers, evenwijdig met de as van het kanaal en door liggers die het kanaal overschrijden. (fig. 4.)

Het spanbeton met een drukweerstand van 120 kg/cm^2 kan onder bepaalde uitzonderlijke belastingen een trekspanning opnemen van 10 kg/cm^2 .

Er werden acht kabels per pijler voorzien, veertien per uitkraging en vijf per kokerligger. Elke kabel werd voorgespannen met een kracht van 50 ton voor een breuklast van 80 ton. Men heeft gerekend op een blijvende voorspanning van 40 ton.

De heftorens zijn uitgevoerd met glijbekisting. De liggers evenwijdig met het kanaal zijn gerealiseerd met gewone bekisting op stellingen. De dwarsliggers werden op de grond gebetonneerd en werden met behulp van drijvende bokken op de uitkragingen bovenaan de pijlers geplaatst.

Het brugdek met een totale breedte van 11,60 m en een overspanning van 37,50 m bestaat uit een orthotrope plaat, uitgevoerd in staal A 52, dikte 12 mm, bekleed met een asfaltlaag van 5 cm en rustend op twee hoofdliggers met volle wand.

De hoge hyperstaticiteitsgraad van de konstruktie vroeg een funderingsconcept dat differentiële zettingen voorkomt.

In Humbeek en in Tisselt heeft men Franki-palen van 22 m lengte en een weerstand van 100 ton gebruikt om op elke oever een massief in gewapend beton te maken dat de inklemming van de pijlers toelaat.

11.-

In Grimbergen ontbrak een voldoende weerstandbiedende laag om dezelfde fundering te realiseren. Men gebruikte een funderingsvoet in gewapend beton, omsloten door metalen damplanken die tot op een tamelijk weerstandbiedende laag werden ingeheid; de ondergrond werd vooraf door cementinjekties gestabiliseerd

Bouwjaar : 1965 - 1967

Kostprijs op het ogenblik van uitvoering per brug : 81 M. BEF.

Geaktualiseerde prijs in BEF. : 179 M per brug.

VERSTEVIGING VAN DE HEFBRUG TE TISSELT.

Gezien deze hefbrug, welke gesitueerd is in het centrum van de gemeente Tisselt, ontworpen en gebouwd werd in de zestiger jaren, kon er op dat ogenblik nog geen rekening worden gehouden met het latere moderniseringsprogramma.

Zoals hierboven vermeld steunt het funderingsmassief in gewapend beton op 138 Franki-palen van 22 m lengte. Een scherm van metalen damplanken werd aangebracht om verzakking van de kanaaloevers te vermijden.

Gezien door de verlaging van het waterpeil en de bodem van het kanaal de stabiliteit van de hefbrug in gevaar kon komen, was het noodzakelijk de nodige maatregelen te treffen om elke verplaatsing (vertikaal, horizontaal, rotatie) in de richting van het kanaal te vermijden.

Volgende werken werden daarom uitgevoerd :

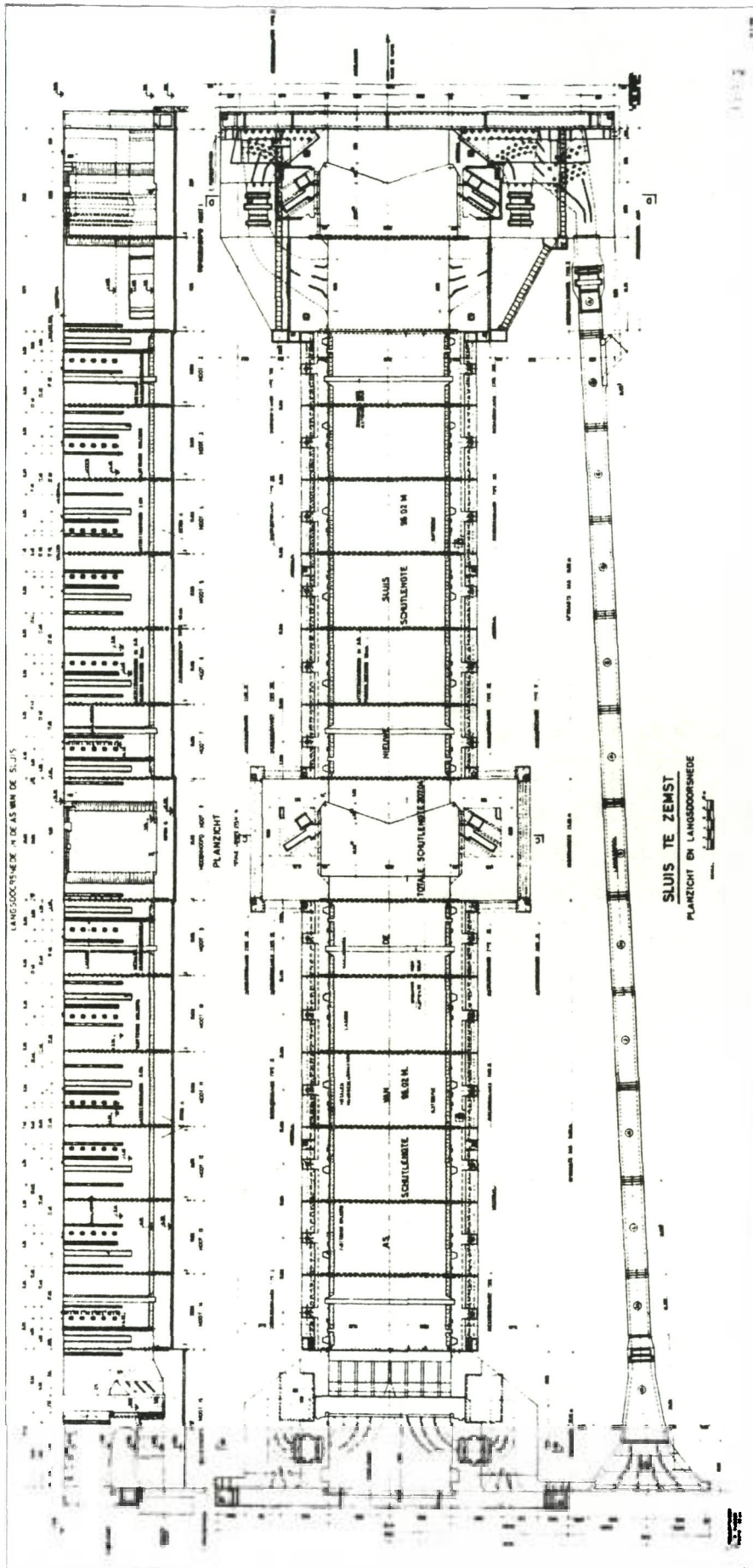
- aan weerskanten, evenals aan de achterzijde van het massief werd een scherm van damplanken aangebracht (lengte 14,20 m ; I/V= 1.370cm³ /m); aldus werd het landhoofd volledig door damplanken omringd.

- vervolgens werden ondergrondse injecties onder het landhoofd tot het peil (-6,00) uitgevoerd. Naargelang de samenstelling van de bodem werden volgende materialen gebruikt :
 - silicaten
 - cement
 - cement/bentoniet;

- 600 wortelpalen werden aangebracht, waarvan de kern bestaat uit een stalen buis welke geïnjecteerd en omringd werd met cement; de wortelpalen steunen in een harde laag op het peil (- 12,00) en zijn bovenaan verankerd in het geïnjecteerd grondmassief;

- bovendien werd het massief in de grond verankerd door middel van 64 trekkers;

- tot slot werd een betonplaat onder de bodem van het kanaal gegoten tussen de pijlers van de brug.



Ecluse de Zerst.
vue en plan et coupe longitudinale

fig. 5.

DE SLUIS TE ZEMST.

De vervanging van de sluizen van Kapelle op den Bos en Willebroek door slechts één sluis in Zemst met een niveauverschil van 9 m vermindert de vaartijd en de exploitatiekosten van het kanaal aanzienlijk.

Afmetingen en capaciteit :

De sluis van Zemst heeft een nuttige lengte van 205 m en een nuttige breedte van 24 m waardoor één versassing voldoende is om een duwkonvooi van 10.000 ton door te laten (Fig. 5).

Daarenboven is zij uitgerust met tussendeuren waardoor kleinere versassingen mogelijk zijn.

De waterdiepte boven de sluisdrempel bedraagt 7 m 50; dit is één meter dieper dan de theoretische diepte van het kanaal waardoor het vullen van de sluis vergemakkelijkt wordt. Het verval van 9 m vergde een sluiskolk met een diepte van 18 m, gefundeerd op een vier meter dikke vloerplaat.

De tussendeuren en de afwaartse deuren zijn puntdeuren terwijl het bovenhoofd voorzien is van een zinkdeur (29,50 m lang, 9 m hoog, gewicht 110 ton).

Twee torens van 18 m hoog werden gebouwd voor het hijsen van de deur.

Stroomafwaarts van de sluisdeuren zijn buffers aangebracht. Het gaat om "fenders", gemaakt in Groot-Brittanië, ontworpen om een vervormingsenergie op te nemen van 10.200 kgm : dit komt overeen met de stoot van een schip van 10.000 ton dat met een snelheid van 0,5 km/u afgeremd wordt over 30 m.

Het pompstation dat een capaciteit heeft van $25 \text{ m}^3 / \text{s}$ laat een dagelijkse watertoevoer toe van ongeveer $1.100.000 \text{ m}^3$.

Bij felle stijging van het water in het eerste kanaalpart kan de langsriool een debiet van $100 \text{ m}^3 / \text{s}$ afvoeren wat noodzakelijk is bij uitzonderlijke onweders in het Brusselse.

De studie van het vullen en ledigen van de sluis werd toevertrouwd aan het Waterbouwkundig Laboratorium van het Ministerie van Openbare Werken. De bekomen resultaten schonken bijzondere voldoening. De tijd voor het vullen en ledigen werd beperkt tot 420 seconden. Ondanks deze hoge bedieningssnelheid, waarbij 45.000 m^3 water moet ingebracht of afgevoerd worden, ondervinden de gemeerde schepen geen bewegingen die de meertrossen te zwaar zouden belasten.

Enkele cijfers:

De volgende cijfers geven een zicht op de belangrijkheid van de werken:

- grondwerken : uitgravingen: 434.000 m^3 , grondaanvullingen: 297.000 m^3 .
- verwerkt beton : 125.712 m^3
- betonstaal : 4.500 ton
- oppervlakte van de in de grond gevormde muren : 11.400 m^2

Voor de wachtbekkens en de aansluitingen op het bestaande kanaal :

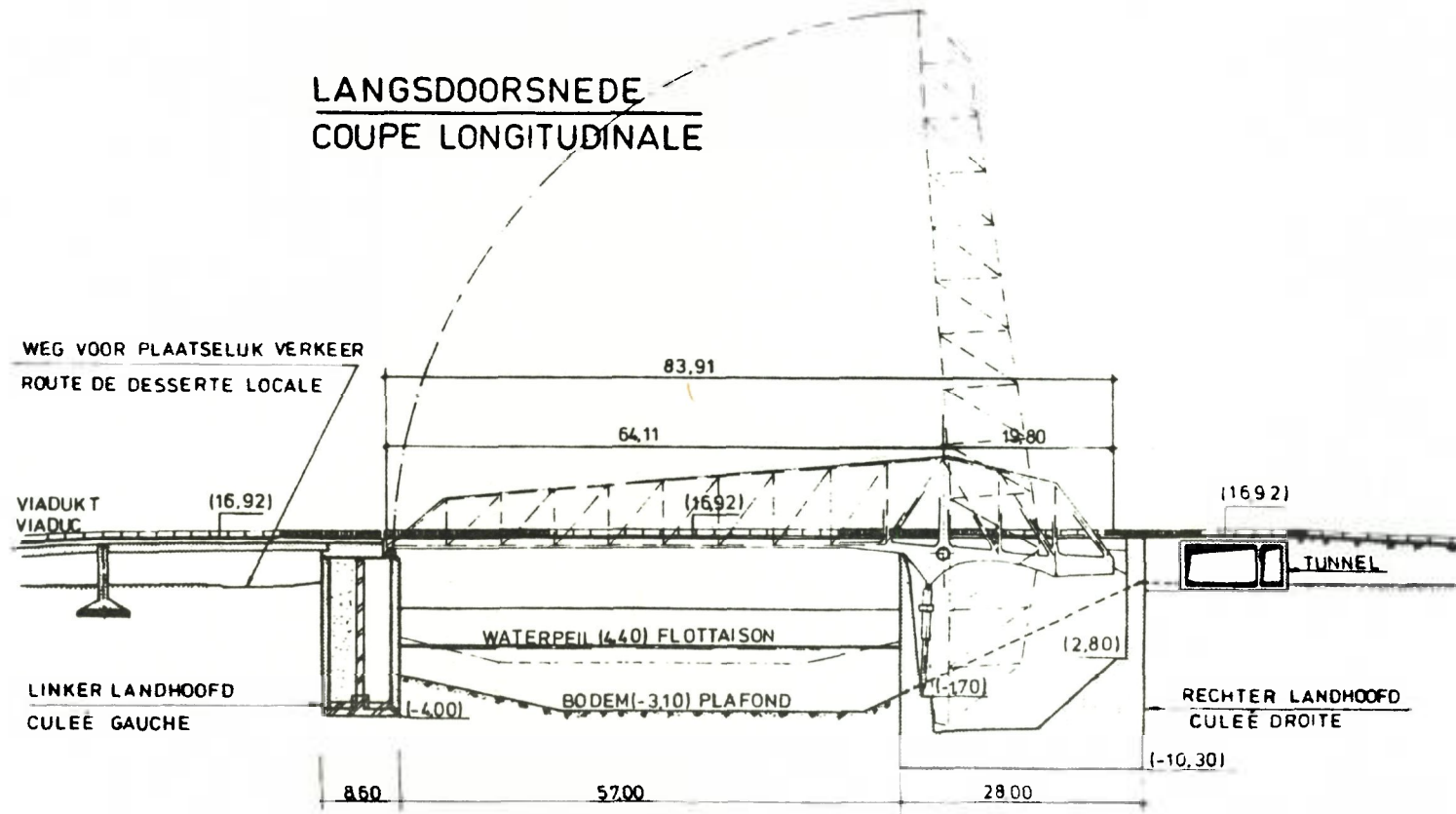
- uitgravingen : $1.500.000 \text{ m}^3$
- oeververdedigingen : 1.500 m
- aanlegplaatsen : totale lengte : 500 m
- kaaimuren : 140 m
- verwerkt beton (omloopriolen, steunmuren, kaaimuren) : 25.000 m^3

Bouwjaar : 1968 - 1972

Kostprijs op het ogenblik van de uitvoering : 1.300 M. BEF.

Geaktualiseerde prijs in BEF. : 2.600 M.

fig.6.



DE KLAPBRUGGEN TE KAPELLE OP DEN BOS.

De bouw van deze twee metalen klapbruggen werd voorzien in het moderniseringsplan ter vervanging van een wegbrug en een spoorbrug.

De metalen overspanning is 83,80 m waarvan 64 m tussen de uiterste oplegging en de draai-as en 19,80 m voor de uitkraging, en heeft een gewicht van 1.532 ton.

De rotatie wordt verkregen door twee vijzels met een drukkracht van 1.000 ton die het onevenwicht van 2 ton tussen het gewicht van de overspanning en dat van het tegengewicht moeten overwinnen (Fig. 6).

Deze brug rust op een fundering in gewapend beton die de vorm heeft van een rechthoekige kuip (28,385 m hoog, 28 m lang, 17,80 m breed) waarin het tegengewicht wentelt. De vloerplaat heeft een minimum dikte van 4,10 m en heeft een overdikte van 10 m aan de landzijde, waardoor de excentrische plaatsing van de draai-as in evenwicht gebracht wordt. Elke fundering heeft daarom 7.300 m³ beton, 676 ton staal BE 40 en 5 ton staal BE 20 geveerd.

Het eerste landhoofd werd volgens een klassieke uitgravingsmethode uitgevoerd : bovengronds werden de vier wanden geleidelijk gebetonneerd, terwijl de grond onder de messen, welke zich aan de onderkant van de wanden bevonden, werd weggegraven. Wanneer het geheel tot de uiteindelijke diepte was gezakt, werd de funderingszool ter plaatse gestort. De aard van de ondergrond bracht bepaalde uitvoeringsproblemen met zich mee, waaronder een laag grind die zich op niveau 0,00 m bevond en die het water naar de bouwwerf draineerde. Om de tweede kuip te bouwen werd een andere uitvoeringsmethode verkozen, die sneller en efficiënter bleek : na de bovengrondse bouw van de funderingszool werd een uitgravingsmethode onder druk toegepast.

De landhoofden op de linkeroever ondersteunen zowel de toegangs- als de mobiele overspanning. Het gaat hier om kleine caissons van 17,30 m hoog, 17 m lang en 8,60 m breed.

Het brugdek, zowel voor de baan als voor de spoorweg, heeft een klassieke doorsnede. De proefbelasting van de bruggen (met zes

vrachtwagens van 25 ton) heeft de berekende waarden voor zowel de vervormingen van de overspanningen als voor de spanningen in de hoofdliggers bevestigd.

Bouwjaar van de eerste brug : 1973 - 1976

Bouwjaar van de tweede brug : 1977 - 1980

Totale kostprijs bij uitvoering in BEF : 603 M.

Geactualiseerde prijs in BEF : 860 M.

DE NIEUWE HEFBRUG TE TISSELT

Deze hefbrug is van hetzelfde type als de nieuwe brug van Vilvoorde. Zij brengt het verkeer van de rijksweg nr 103 over het kanaal. Na het uitvoeren van de funderingen waarvan de afmetingen en de conceptie afwijken van deze van de brug te Vilvoorde, werden de 4 heftorens gebouwd.

Het procédé dat hiervoor toegepast werd is in de wereld van het bouwbedrijf gekend onder de naam "glijbekisting".

Het betreft hier een continue uitvoering van elk der heftorens. Een metalen bekisting wordt ieder uur 20 à 25 cm per stappen van 2 cm bij middel van vijzels omhoog geduwd.

Hangstellingen waarop het personeel zich bevindt zijn aan de bekisting bevestigd en glijden mee de hoogte in. Alles steunt op 16 ingebetonnerde vijzelstangen met een diameter van 42 mm. Lateraal uitknikken wordt verhinderd door het reeds gestorte beton.

De vooraf gemaakte binnentrappen worden onmiddellijk aangebracht. Het personeel kan langs deze weg het werkplatform vervoegen. De tewerkgestelde materialen worden met een torenkraan aangevoerd.

De hoogte van de bekisting bedraagt 1,25 m zodat het tewerkgestelde beton ongeveer vier uren in de bekisting blijft.

Aan deze snelheid (5 à 5,5 m per etmaal) wordt een heftoren (hoogte 53m) op 8 à 10 dagen beëindigd.

Een dergelijke methode vereist tengevolge haar continuïteit een perfecte organisatie en voorbereiding.

De wapeningsplannen moeten aangepast zijn aan deze methode.

De samenstelling en de tewerkstelling van het beton is zeer belangrijk om een probleemloos glijden te bekomen. De verhoudingen tussen de inerte materialen, het cement en het toegevoegde water moeten gedurende de ganse uitvoeringstermijn konstant gehouden worden.

De toegangsviadukt op de linkeroever (totale lengte 187 m) bestaat uit 4 overspanningen van 29,9 m en 2 van 34,10 m. De pijlers bestaan uit

drie verticale kolommen bovenaan verbonden met een horizontale oplegbalk en onderaan gesteund op een algemene funderingszool.

Aanvang der werken : eind 1980

Beëindiging der werken : eind 1988

Kostprijs funderingen in BEF : 100 M.

Kostprijs bovenbouw in BEF. : 35 M.

Kostprijs brugdek in BEF. : 38 M.

Kostprijs electromechanische uitrusting in BEF. : 160 M.

Kostprijs toegangsviadukt in BEF : 82 M.

Totale kostprijs in BEF. : 415 M.

DE NIEUWE KAAIMUUR ETERNIT.

Om na de verlaging van het kanaalpeil het aanleggen van schepen bij het bedrijf ETERNIT te Kapelle op den Bos toe te laten, werd op deze plaats langs het kanaal een nieuwe kaaimuur gebouwd.

De vroegere "Deense" kaaimuur zou immers niet meer stabiel zijn na verdieping van het kanaal. Om de nieuwe kaaimuur te realiseren werd begonnen met het inheien van een damplankenscherm 11 m voor de oude kaaimuur over een lengte van 262 m.

Dit scherm liet de uitgraving toe van de nieuwe kaaimuur, die 6,50 m lager gefundeerd is dan de oude. Hij bestaat uit caissons van 21 m lang, 14,80 m hoog en 8,50 m breed.

Deze zijn in acht verdeeld door betonnen wanden van 0,80 m dik en gevuld met zand. Elke caisson liet men 21 m zakken en vroeg de verwerking van 1.071 m^3 beton en 1.250 m^3 zand.

Bouwjaar : 1979

Kostprijs op het ogenblik van uitvoering in BEF : 380 M.

Geaktualiseerde prijs in BEF. : 480 M.

DE NIEUWE SPOORBRUGGEN VAN RUISBROEK EN WILLEBROEK.

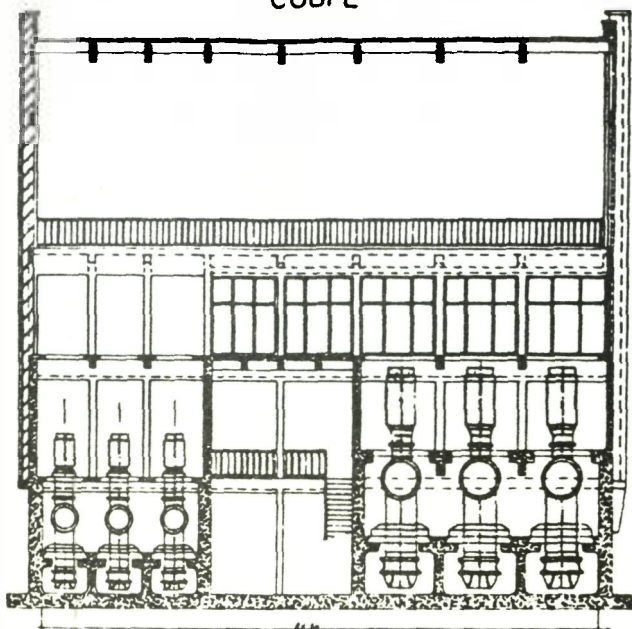
Deze bruggen zijn gelijkaardig aan deze van Kapelle op den Bos. Voor de fundering van de in aanbouw zijnde brug van Ruisbroek heeft de aannemer nog aan andere methode gebruikt dan voor de twee vorige bruggen.

Ze bestaat uit het verwezenlijken van een kuip door middel van slibwanden welke wordt leeggehaald; de eigenlijke funderingskuip wordt tegen de betonwanden gebouwd.

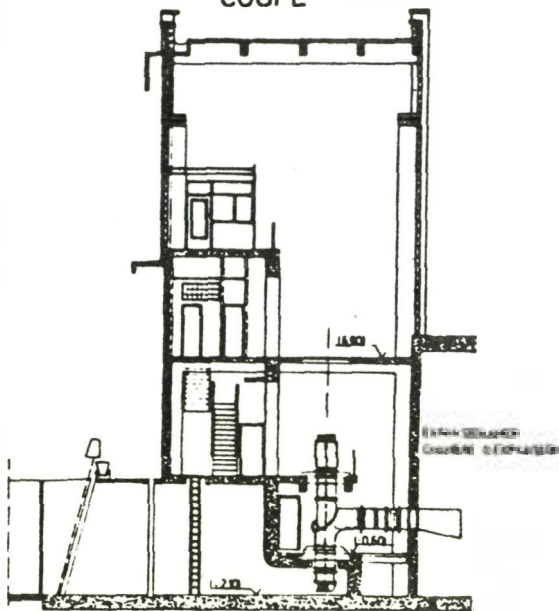
Aanvang der werken : 1980

Kostprijs in BEF. per brug : 500 M.

COUPE A-A

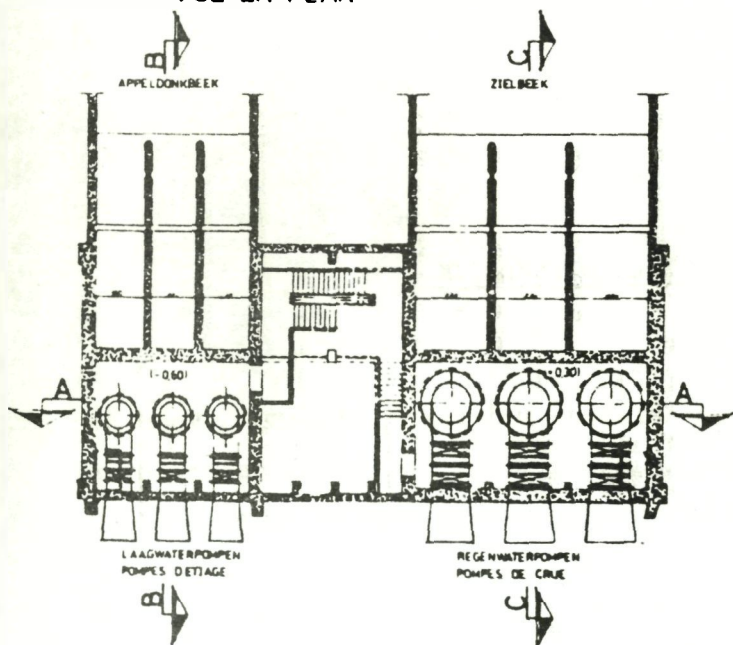


COUPE B-B



(-0,60) EN (+0,30)

VUE EN PLAN



COUPE C-C

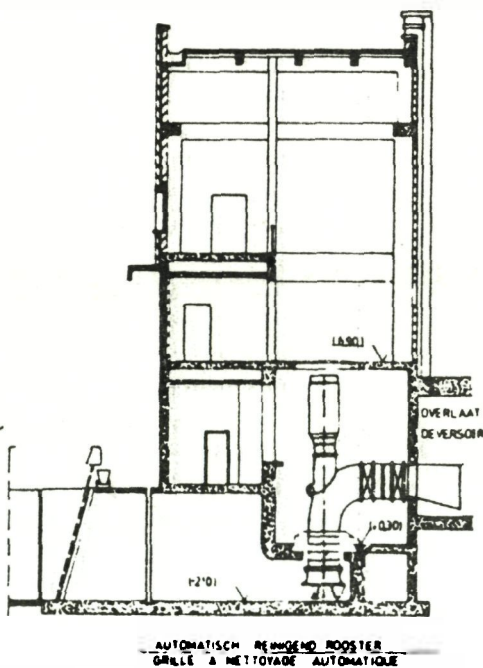


Fig. nr 7.

DE POMPSTATIONS VAN DE ZIEL- EN APPELDONKBEEK EN VAN DE VLIET.

Het graven van de nieuwe kanaalarm naar de Schelde stelde het delikate probleem van de kruising met drie Polderrivieren : Vliet, Appeldonkbeek en Zielbeek.

Omdat het water van deze rivieren moest opgepompt worden en omdat de vervuilingsgraad bij laag debiet hoog was, heeft men gemalen gebouwd die het water naar de Rupel brengen. Zo worden 4.000 ha poldergrond gesaneerd, die voorheen verschillende maanden per jaar onder water stonden.

Het eerste gemaal (27,50 m lang, 10,60 m breed en 20 m hoog) gebouwd op de Appeldonkbeek en de Zielbeek, is voorzien van drie laagwaterpompen die het vervuilde water naar de Rupel stuwten. De grote debieten (hevige onweders, aanhoudende regen) worden in het kanaal gestort met drie pompen met grote capaciteit.

Figuur 7 geeft een langsdoorsnede door de pompinstallatie en een dwarsdoorsnede die een zicht geeft op de plaatsing van de pompen, op de werkvloer en op de roosters.

Het grondplan, genomen op de peilen (-0,60) en (+ 0,30), toont de scheiding tussen de kleine pompen (capaciteit van $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$) en de drie grote (capaciteit van $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$).

Deze helicoïdale pompen zijn voorzien van automatische terugslagkleppen langs de afvoerzijde. Ze worden aangedreven door elektrische motoren met een respektievelijk vermogen van 85 en 280 PK.

Het pompstation van de Vliet bereikt door vier regenwaterpompen van $4 \text{ m}^3/\text{s}$ en drie laagwaterpompen van $1,3 \text{ m}^3/\text{s}$ een capaciteit van $20 \text{ m}^3/\text{s}$.

De uitmondingen van de twee pompstations werden op schaalmodel bestudeerd door het Waterbouwkundig Laboratorium van Borgerhout om het effect van de kinetische energie van het geloosde water op de scheepvaart tot een minimum te beperken.

Ziel- en Appeldonkbeek

Bouwjaar : 1969 - 1972

Kostprijs op het ogenblik van de uitvoering in BEF. : 195 M.

Geaktualiseerde prijs in BEF. : 386 M.

Vliet

Bouwjaar : 1976

Kostprijs per uitvoering in BEF : 145 M.

Geaktualiseerde prijs in BEF : 287 M.

L'ECLUSE MARITIME DE HINGENE

DE ZEESLUIS TE HINGENE

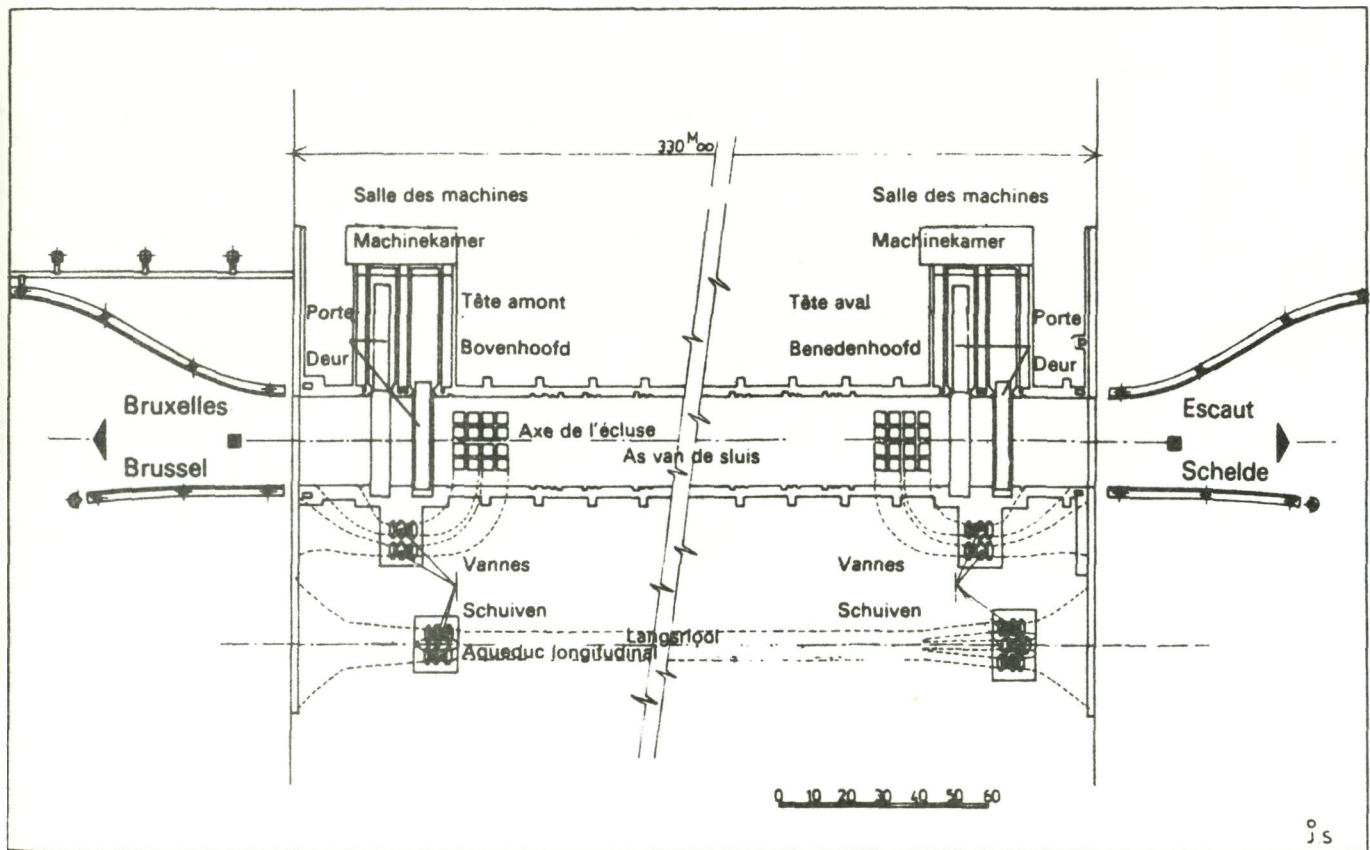


fig. 8.

DE ZEESLUIS TE HINGENE.

In zijn huidige vorm mondt het zeekanaal van Brussel uit in de Rupel via de uit het begin van deze eeuw daterende sluis te Wintam. Onnodig te vermelden dat deze sluis nu verouderd is en zeker niet meer voldoet aan de huidige scheepvaartseisen.

Als onderdeel van het grootscheeps moderniseringsprogramma dat loopt sinds 1967 werd ook de bouw van een nieuwe zeesluis te Hingene voorzien. Via een nieuwe kanaalarm tussen Hingene en het Hellegat (gelegen tussen Willebroek en Wintam) zal men de scheepvaart, en dan vooral de duwvaart; de bochtenrijke doorgang via de Rupel besparen en Brussel rechtstreeks verbinden met de Schelde. Deze nieuwe sluis zal de versassing van de grote duwkonvoeien en zeeschepen tot 10.000 ton mogelijk maken.

De ruwbouwwerken.

Met de bouw van de sluis werd een aanvang genomen in 1979. De werken omvatten : de konstruktie van de sluis zelf, bestaande uit twee hoofden, verbonden door een sas met een lengte van 210 m, een voor- en achterstortebed, een langsriool en een pompstation met bijhorende keermuren.

De plaats waar de nieuwe sluis is ingeplant is oordeelkundig gekozen zodanig dat de werkzaamheden op geen enkele plaats bemoeilijkt worden door enige hindernis. Bij het ontwerp van de sluis speelde deze faktor een belangrijke rol en liet deze toe de meest economische uitvoering te verzekeren.

Sluis

De sluis heeft een totale lengte van 337 m, bestaande uit twee hoofden met elk een lengte van 63,50 m en een sas ter lengte van 210 m. (fig. 8)

Hoofden

Elk hoofd bestaat uit drie delen.

Het eerste deel omvat de twee deurnissen die de roldeuren zullen herbergen. Het voorzien van twee deuren zal toelaten steeds de werking van de sluis te verzekeren wanneer onderhouds- of eventuele herstellingswerken aan één der sluisdeuren zich opdringen.

Het tweede deel, met een breedte van 25 m, verzekert de doorvaart van de schepen. In de vloer ervan zijn openingen voor het vullen en het ledigen van het sas voorzien. Ook is de mogelijkheid voorzien de frontmuren volledig af te dichten met behulp van een vlottende deur.

Het derde deel omvat de omloopriolen. De uitmondingen ervan bevinden zich enerzijds in de frontmuur en de zijwand en anderzijds in de openingen van het centrale gedeelte van de sluis. Zowel de uitmondingen, de verbindingskokers als de opening in de vloer werden nauwkeurig bestudeerd in het Waterbouwkundig Laboratorium in Borgerhout.

De beiden hoofden zijn qua vorm identiek. In het benedenhoofd echter bevindt zich het bovenpeil van de vloer op het niveau -7,00, daar waar in het bovenhoofd dit niveau, via een drempel achter de voedingsopeningen op - 5,10 wordt gebracht. Beide hoofden worden omkofferd door een damplankenscherm tegen infiltratie onder de hoofden.

Sasmoten

Het sas met een doorvaartbreedte van 25 m en een diepte van 16 m, heeft een U-vorm en is opgebouwd uit 14 sekties van 15 m lengte. De vloer heeft een dikte van 4 m, de muren zijn 5 m dik aan de basis welke vermindert naar de top toe. Deze moten zijn identiek op uitzondering van de moten 1 en 14 waar vlottende deuren kunnen geplaatst worden. Alle moten zijn voorzien van ladders, haalkommen, wrijflijsten, vlottende bolders en vaste bolders.

Het sas kan volledig drooggezet worden, zelfs bij een exceptioneel hoge grondwaterstand op + 7,50, overeenkomend met het hoogste hoogwaterpeil in de Schelde. Ook de sluishoofden werden in deze onderstelling berekend. Eén en ander brengt met zich mee dat geen speciaal drainagesysteem voorzien hoeft te worden.

De stortebedden.

Op- en afwaarts de sluis wordt de bodem beschermd door stortebedden die echter totaal verschillend zijn van elkaar.

Het stortebed aan het bovenhoofd heeft een breedte van 120 m en een lengte van 70 m. Het wordt gevormd door lichtgewapende betonplaten van 10 m x 10 m, waarvan de dikte van de eerste 4 rijen tegen de sluis 40 cm bedraagt en die van de volgende 3 rijen 20 cm. Dit stortebed is identiek aan deze voorzien aan de sluis te Zemst.

Het stortebed aan het benedenhoofd meet 130 m bij 40 m. De dikte ervan bedraagt 1 m en per plaat van 10 m bij 10 m zijn 5 ontlastingsopeningen diam. 25 cm gevuld met grint (2) voorzien. Eronder bevindt zich een laag draineerzand van 60 cm dikte. Zodoende is dit stortebed beveiligd tegen eventuele onderdrukken. De meest afwaarts gelegen blokken worden beschermd door een klein damplankenscherm.

De langsriool.

De langsriool heeft zoals de sluis een totale lengte van 330m. Ze bestaat uit een hellende koker, met als binnenafmetingen 8 m bij 4,50 m, uitmondend in 2 hoofden met een breedte van 40 m.

Aan het bovenhoofd is er een groot massief voorzien waarin zich de schuiven met aan weerszijden de noodschuiven bevinden.

De uitstromingen aan beide hoofden werden bestudeerd in het Waterbouwkundig Laboratorium te Bergerhout. In het benedenhoofd werden ronde kolommen aangebracht om de stroming te breken.

Naast haar functie in de waterhuishouding van het tweede pand laat deze langsriool toe het hydrologisch evenwicht in de streek van Klein-Brabant te verzekeren. Inderdaad kan het kanaal als spaarbekken dienen in geval van wateroverlast. Aldus kan het overstromingsgevaar worden verminderd.

Omloopriolen.

De omloopriolen hebben een sektie van $2 \times 4 \times 4 \text{ m}^2$ en worden gesloten door dubbelkerende wielschuiwen.

Deze grote sektie en de aangepaste vorm van de roosters maken een korte schuttingstijd mogelijk.

De schuiwen worden bewogen door hydraulische zuigers. De openingstijd bedraagt 600 S, de sluitingstijd 100 S.

Pompstation

De langsriool van Hingene (lengte 330 m) is zo gedimensioneerd, dat men de gemiddelde behoeften aan water kan dekken in een neerslagarme periode door de riool te openen bij hoogtij. In geval van uitzonderlijke droogte kan het pompstation bijgezet worden.

Dit laatste is voorzien voor twee pompen; voorlopig wordt er slechts één geïnstalleerd.

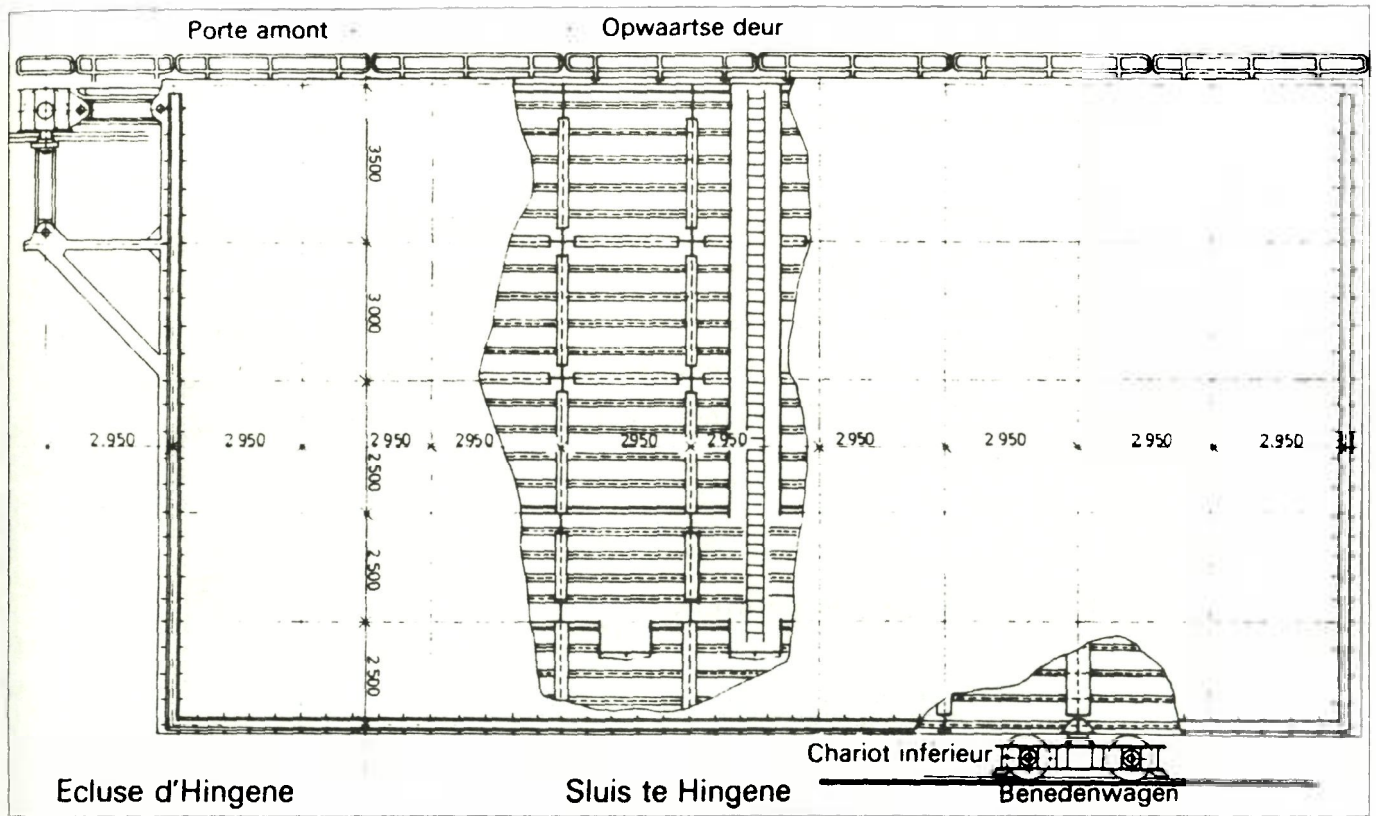
De persleiding mondt uit in een evenwichtskamer met horizontale doorsnede van 30 m^2 en maximaal toelaatbare stijghoogte tot peil + 8 m (het kanaalpeil is + 4,40 m). Vanuit deze evenwichtskamer vloeit het opgepompte water onder invloed van de zwaartekracht via de langsriool naar het kanaal.

Deze evenwichtskamer is speciaal voorzien om de overgangsverschijnselen bij het starten van de pomp op te vangen. Deze laatste is een schroef-centrifugaalpomp met een debiet van $4 \text{ m}^3 / \text{s}$ bij een opvoerhoogte van 4,5 m.

Aangezien de persleiding droog komt te staan indien de pomp stilgelegd wordt, wordt er automatisch een scheiding tussen het kanaalpannd en de Schelde tot stand gebracht zonder dat men terugslagkleppen moet voorzien. Wel is elke persleiding uitgerust met een elektrisch bediende vlinderafsluiter, welke in noodgevallen kan ingeschakeld worden.

Algemene uitrusting van de sluis.

Ter vervollediging van de sluis zijn nog twee machinekamers voorzien ter hoogte van de beide hoofden, een bedieningstoren en een aantal administratieve en technische gebouwen alsmede een niet onbelangrijke wegeninfrastructuur.



Ecluse d'Hingene

Sluis te Hingene

Chariot inferieur
Benedenwagen

fig. 9.

SLUIS HINGENE

DEUREN EN SCHUIVEN

De deuren (fig. 9)

De 4 deuren die in beide richtingen waterkerend zijn, zijn van het kruiwagentype. Elke deur rust langs een kant onder water, op een onderrolwagen en hangt aan de andere kant aan een bovenrolwagen. De as van de deurkamers (dus van de deuren) staat loodrecht op de sluisas.

De deuren kunnen in de deurkamers worden gebracht en zo de sluizen totaal vrij maken voor de scheepvaart. Gesloten, kunnen ze in de 2 nissen terecht aan de andere zijde van de kamers. De deuren bewegen in de 2 sponningen op de bodem van de schutskolk.

Om het onderhoud der deuren mogelijk te maken kunnen de kamers worden drooggelegd bij middel van een metalen afsluitcaisson die vertikaal voor de droog te leggen kameropening wordt geplaatst.

De deuren zijn in gewalst en gelast staal.

Zie hier de bijzonderste elementen :

- 2 waterkerende beplatingen versterkt door verstijvers.
- 6 horizontale regels die de 2 beplatingen verbinden
- 10 vertikale kaders op een onderlinge afstand van 2,95 m van elkaar
- 1 luchtkist

De afmetingen der deuren zijn voor wat betreft :

- de benedenhoofddeuren : lengte 27,20 m ; breedte 5,40 m en hoogte 16,00m;
- de bovenhoofddeuren : lengte 27,20 m ; breedte 5,40 m en hoogte 14,00m

Rijweg op de deur.

Beide deuren zijn aan hun bovengedeelte met een rijweg uitgerust die in gesloten toestand als een "brug" die de twee kanten van de sluis met elkaar verbindt, dienst doet.

Deze rijweg is voorzien voor voertuigen van minder dan 10 ton.

Uitkragende armen.

Vooraan, in de verlenging van de beplating behelzen de deuren een uitkragende arm. beide armen zijn met elkaar verbonden bij middel van een dwarsligger.

De rol van deze uitkragende armen en van hun koppeling bestaat erin de onderste stut te vormen van de verticale pendels die de tegendruk, veroorzaakt door het (dienst)gewicht der deuren, naar de bovenrolwagen overbrengen.

De uitkragende armen brengen alzo de belastingen van de deurstructuur op de pendels over.

De rolwagen omvat eveneens de bovenbevestigingsplaten van de verticale pendels (waaraan de deur hangt), de bevestigingen voor de horizontale pendels (om de deur te trekken) en de bevestigingsplaten voor de bedieningskabels.

De uiteinden van deze pendels zijn voorzien van kardanop-hangingen welke alle ondergeschikte bewegingen van de deuren en hun bovenrolwagen mogelijk maken.

De wielschuiven. (fig. 10)

De afsluiting der riolen voor het vullen en het ledigen van de schutskolk wordt verwezenlijkt door platte wielschuiven met rechthoekig oppervlak (3,70 x 4,30 m) op wielen, en waarvan de waterdichtheid op de 4 zijden bij middel van rubberprofielen aan het gebinte vastgehecht en onder de waterdruk tegen het in het beton verankerd kader aangezogen, gebeurt.

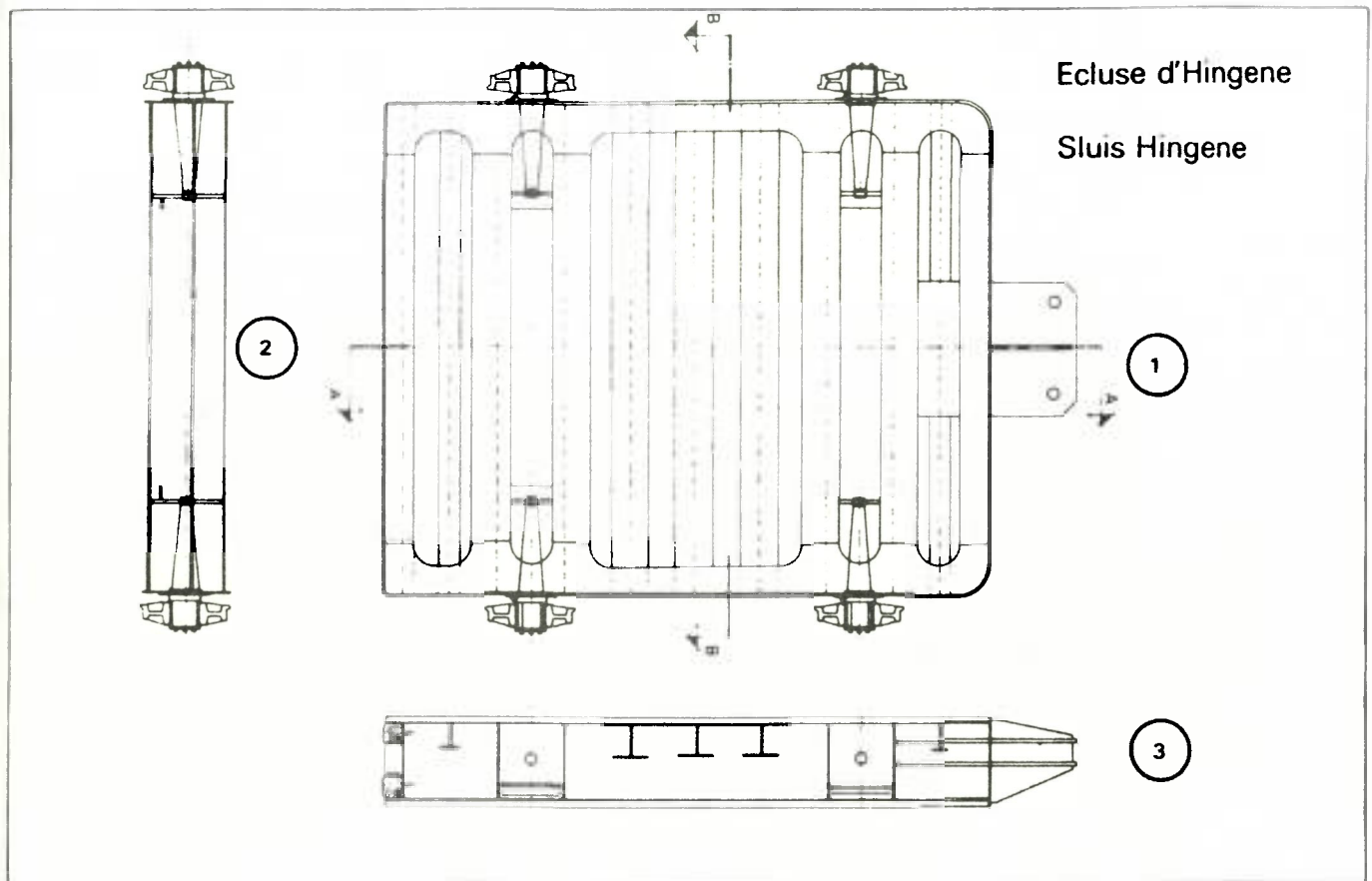
De wielen moeten de volledige waterdruk gedurende de sluitings- en openingsbewegingen van de schuif op zich nemen, terwijl de afdichtingsprofielen op dat ogenblik tegen het kader wrijven.

De gebinten, wielen en schuifsteunen zijn van een zeer stevige makelij om de zware belastingen waaraan ze regelmatig zijn onderworpen, aan te kunnen.

De nieuwe kanaalarm

Na de bouw van de sluis wordt de verbinding met de Schelde uitgevoerd door de bouw van een toegangseul en een wachtbekken en door het graven van de nieuwe kanaalarm die de sluis van Hingene verbindt met het Hellegat, gelegen op het oude kanaal.

Door drastische budgettaire besparingen zijn de werken in opeenvolgende fasen aanbesteed.



Vanne wagon
1 Vue de face
2 Coupe A-A
3 Coupe B-B

Wielschuf
1 Vooraanzicht
2 Snede A-A
3 Snede B-B

fig. 10.

<u>Begin der werken : 1980</u>	<u>BEDRAG</u>	36.- (*)
- Sluis 1e fase	320 M BEF.	30.11.78
- Sluis 2e fase	905 M.	30.12.79
- Sluisgebouwen	110 M.	18.04.85
- Metalen gedeelte van de sluis	420 M.	08.12.83
- E.M. uitrusting	230 M.	31.01.85
- Metalen gedeelte wachtkommen (1ste fase)	280 M.	14.11.85
- Omlegging naar de Schelde (1e fase)	490 M.	22.01.87
- Omlegging (2de fase) (R)	620 M.	
- Omlegging (3e fase) (R)	150 M.	
- Metalen gedeelte wachtkommen (2e fase) (R)	50 M.	
- Bedieningswegen (R)	125 M.	
- Afwerking sluis (R)	180 M.	

	TOTAAL :	3.880 M.

(R) = raming.

(*) = aanbestedingsdatum.

DE KEUZE VAN NIEUWE OEVERVERDEDIGINGEN.

De oeververdedigingen die in het begin van deze eeuw met de toen geldende technieken werden gebouwd, bestonden uit houten damplanken met bovenaan een plaat in gewapend beton. Ze hebben bijzonder goed weerstand geboden aan de belasting van de groeiende scheepvaart en ondanks de zware beproeving door de brutale en langdurige lediging van het kanaal tijdens de Tweede Wereldoorlog.

Vanaf het einde van de jaren 50 werden zij echter geleidelijk uitgespoeld door de verwoestende werking van de scheepsschroeven. De vervanging was dus noodzakelijk. Daarenboven was het wegens de verlaging van het tweede pand nodig oeververdedigingen te maken om de oevers van het verdiepte en verbrede kanaal te beschermen.

Vooraleer meer dan 30 km oeverbescherming te bouwen, werd er besloten experimenteel twaalf types oeververdediging uit te testen; deze types werden gekozen uit diegenen die ofwel door de leveranciers werden voorgesteld of die in België, Nederland of Duitsland gebruikt werden.

Tijdens de uitvoering van de werken aan de nieuwe toegangsgeul bij de sluis te Zemst werden de twaalf verschillende types oeverbescherming aangebracht in 5 stukken van 25 m. Ze werden overgelaten aan de permanente aktie van de scheepvaart. Daar zij gebouwd werden op een plaats waar de doorsnede smal en bochtig was, namelijk waar het oude kanaal aansloot op de toegangsgeul tot de sluis, hadden zij het bijzonder zwaar te verduren.

Na vijf jaar heeft men deze oeververdedigingen drooggelegd en de resultaten waren op zijn minst verrassend. Drie onder hen hadden goed weerstand geboden, vier waren er totaal verdwenen en de anderen waren in zo'n twijfelachtige toestand dat dringende herstellingswerken zich opdrongen. Van de drie oplossingen die voldoening gaven werden er twee in detail bestudeerd en uiteindelijk heeft men de klassieke oeververdediging met damplanken weerhouden. De investeringsprijs van dit type is hoog, maar toch interessant indien men, zelfs summier, de prijs/kwaliteit verhouding bestudeert.

Hoewel het niet veel voorkomt dat men zo een proef op ware grootte kan uitvoeren, is zijn belangrijkheid niet te ontkennen. Indien men de grootte van de gerealiseerde investering (ongeveer 900 miljoen frank) vergelijkt met de kosten van de proef (7 miljoen frank) zal men het eens zijn dat, gegeven de mogelijke risico's (indien men bepaalde beschouwingen had gekozen zouden ze ofwel een korte levensduur hebben, ofwel een quasi permanent onderhoud vragen), de rendabiliteit van deze onderneming ontegensprekelijk is.

VERLAGING VAN HET TWEDE KANAALPAND. (Fig.1)

Zoals hierboven gezegd vereiste het opheffen van het tweede kanaalpand het vervangen van de bestaande kunstwerken gezien het peil zowel van het watervlak als de bodem in de nieuwe toestand 4,5 m lager ligt.

De eigenlijke baggerwerken werden uitgevoerd in verschillende fazen , namelijk drie baggerfazen en twee waterspiegelverlagingen.

- 1e baggerfaze : de kanaalbodem werd op het peil (1,50) gebracht, origineel bodempeil : (2,30)
- 1e waterspiegelverlaging : het wateroppervlak werd op (8,10) gebracht, origineel peil (8,80)
- 2e baggerfaze : de kanaalbodem werd gedeeltelijk (minimum breedte 22m) op haar definitief peil (-2,10) gebracht; de verbreding langs de linkeroever werd eveneens verwezenlijkt.
- 2e waterspiegelverlaging : het kanaalwaterpeil werd vanaf (8,20) op het definitief peil (4,40) gebracht.
- 3e baggerfaze : langs de linkerkanaloever werd het onderwatertalud en de nieuwe bodem gerealiseerd.

Samen met deze laatste baggerfaze werd de oeververdediging langs de linkeroever volledig afgewerkt.

Zowel de drie genoemde baggerfazen als de 1e waterspiegelverlaging werden doorgevoerd zonder onderbreking van de scheepvaart.

Voor het uitvoeren van de 2e waterspiegelverlaging moest de scheepvaart gestremd worden. Om economische redenen werd deze faze dan ook gedurende de maanden juli en augustus gepland.

Voorafgaandelijk aan de waterspiegelverlaging werden volgende maatregelen getroffen :

- 1) een studie, zowel theoretisch als in situ (pompproeven) over de invloed van de kanaalwaterspiegelverlaging op de grondwaterlaag
- 2) expertises van de langs het kanaal gelegen gebouwen.
- 3) het plaatsen van een bemaling achter de bijzonderste kunstwerken (bruggen en kaaimuren) teneinde het grondwaterpeil gelijkmatig met het kanaalwaterpeil te laten zakken.

Het verlagen van de kanaalwaterspiegel werd aangevangen op 15 juli 1983 om 0.00 uur. De waterverlaging werd uitgevoerd volgens een voorafgaandelijk bepaald schema en beëindigd op 19 juli om 3 u 15.

De volledige werken o.a. de doorbraak aan de sluis te Willebroek, aanpassingswerken aan de hefbrug te Tisselt en de sluis te Zemst, enz... werden beëindigd op 8 augustus 1983, zodat het kanaal vanaf dat ogenblik opnieuw voor de scheepvaart kon opengesteld worden.

Gelijktijdig met de waterspiegelverlaging werd aangevangen met het versterken van de kaaimuur langs de linkeroever in de doortocht te Kapelle op den Bos. Wegens afschuivingsgevaar moest deze kaaimuur in een zo kort mogelijke tijd versterkt worden. Door de aannemer en onderaannemer werd in ploegen gewerkt en dit zowel gedurende de dag, de nacht als het weekend.

De 1e fase van de werken die aangevangen werden op 22 juli 1983 werden beëindigd op 10 augustus 1983. Op dat ogenblik was deze 400 m lange kaaimuur stabiel.

Op 30 september was de eigenlijke muur volledig afgewerkt.