

9910

21

DE MODERNISERINGSWERKEN VAN HET ZEEKANAAL VAN BRUSSEL NAAR DE SCHELDE

J. RENARD

Hoogleraar aan de Vrije Universiteit van Brussel

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

R

O 135



83207

DE MODERNISERINGSWERKEN VAN HET ZEEKANAAL VAN BRUSSEL NAAR DE SCHELDE

J. RENARD

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

DE MODERNISERINGSWERKEN AAN HET ZEEKANAAL VAN BRUSSEL TOT DE SCHELDE

Prof. Ir. J. RENARD

Hoogleraar aan de Vrije Universiteit van Brussel

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 vanaf 1555. 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 doorvaart-hoogte 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.

Vanaf toen is het verkeer op het kanaal blijven stijgen en bereikte in 1969 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.

MODERNISERINGPROGRAMMA

Om Brussel toegankelijk te maken voor zeeschepen met een grotere tonnemaat en om de vaartijd tot de hoofdstad te verminderen, werd besloten het aantal kanaal-panden van drie op twee te brengen; dit is mogelijk door de bouw van een

zeesluis te Zemst met een verval van 9,00 m : ze vervangt de sluizen van Kapelle op den Bos en Willebroek, elk met een verval van 4 m 50 (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 Rupel ; deze rivier is bochtig en moeilijk bevaarbaar, vooral bij laagtij. 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 vraagt natuurlijk de vervanging van alle bestaande kunstwerken: zij werden voorheen ontworpen voor een water- en bodemniveau dat nu zal verlaagd worden met 4 m 50.

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

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 van 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 geactualiseerde prijs ervan.

DE NIEUWE HEFBRUG VAN VILVOORDE

Deze hefbrug met een overspanning van 50 m heeft een vrije 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 laten zonder het brugdek op te halen; dagelijks zijn slechts een 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

lenzen de slankheid en elegantie verhogen ; de hoogte bedraagt 56 m.

Elke heftoren is opgedeeld in twee ; de eerste helft bevat de trap en eventueel een 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.

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

Aan de twee uiteinden van het brugdek bevinden zich de twee hefbalken, waarop de ophangkabels aangrijpen. De geleiding van het brugdek wordt verzorgd op de vier hoekpunten door rollen die bewegen op 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 ogen-	} 383 miljoen
blik van uitvoering	

DE HEFBRUGGEN VAN GRIMBERGEN, HUMBEEK en TISSELT

Het gaat hier in de drie gevallen om identieke bruggen waarvan enkel de funderingen verschillen door een andere ondergrond.

De bovenbouw in spanbeton bestaat uit portieken aan de voet ingeklemd. De heftorens zijn 50 m hoog. De torens op eenzelfde oever zijn met elkaar verbonden door twee kokerliggers ; twee dwarsliggers verbinden deze torens met deze van de andere oever (fig. 3)

Het spanbeton met een drukweerstand van 120 kg / cm² kan onder bepaalde uitzonderlijke belastingen een trekspanning opnemen van 10 kg/cm².

Er werden acht kabels per pijler voorzien , veertien per uitkraging en vijf per dwarsligger. 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 zijn op de grond gebetonneerd en op hun plaats gebracht met de hulp van uitkragingen bovenop de pijlers.

Het brugdek met een totale breedte van 11,60 m en een overspanning van 37,50 m is een orthotrope plaat, uitgevoerd in staal A 52 met dikte van 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.

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 cementinjecties gestabiliseerd (fig 4)

Bouwjaar 1965 - 1967

Kostprijs op het ogenblik van uitvoering per brug : 240 miljoen

DE SLUIS VAN 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 gaat de vaartijd en de exploitatiekosten van het kanaal aanzienlijk verminderen.

Afmetingen en capaciteit

De sluis van Zemst heeft een nuttige lengte van 205 m en een nuttige breedte van 24 m : één versassing is voldoende 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 : dit vergemakkelijkt het vullen van de sluis. Het verval van 9 m vraagt een sluis met een diepte van 18 m, gefundeerd op een vier meter dikke vloerplaat.

De tussendeuren en de deuren stroomafwaarts zijn puntdeuren terwijl de afsluiting stroomopwaarts een hefdeur is : zij is 29,50 m lang, 9 m hoog en weegt 110 ton.

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

Stroomopwaarts van de sluisdeuren zijn stootbalken aangebracht. Het gaat om " fenders ", gemaakt in Groot-Brittannië, ontworpen om een vervormingsenergie op te nemen van 10.200 kgm : dit is de stoot van een schip van 1.000 ton met een snelheid van 0,5 km / u dat tot stilstand afgeremd wordt over 30 m

Het pompstation heeft een capaciteit van 25 m³/s, dit laat een dagelijkse watertoevoer tot van ongeveer 1.100.000 m³.

Bij felle stijging van het water in het eerste kanaalpand kan het langsriool een debiet van 100 m³/s afvoeren; deze stijging komt voor bij uitzonderlijke buien in het Brusselse.

De studie van het vullen en ledigen van de sluis werd toevertrouwd aan het Waterbouwkundige Laboratorium van het Ministerie van Openbare Werken. De bekomen re-

sultaten schenken bijzondere voldoening. De tijd voor het vullen en ledigen wordt beperkt tot 420 seconden. Ondanks deze hoge bedieningssnelheid, 45.000 m³ water moet ingebracht of afgevoerd worden, ondervinden de gemeerde schepen geen bewegingen die de meertrassen te zwaar zouden belasten.

Enkele cijfers

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

- grondwerken : uitgravingen : 434.000 m³ , grondaanvullingen : 297.000 m³.
- verwerkt beton : 125.712 m³
- betonstaal : 4.500 ton
- oppervlakte van de in de grond gevormde muren : 11.400 m².

Voor de wachtbekkens en de aansluitingen op het bestaande kanaal :

- uitgravingen : 1.500.000 m³
- oeeververdedigingen : 1.500 m
- aanlegplaatsen : totale lengte : 500 m
- kaaimuren : 140 m
- verwerkt beton (dwarsgoten, steunmuren, kaaimuren) : 25.000 m³

Bouwjaar : 1968 - 1972

Geactualiseerde prijs (wachtbekkens inbegrepen) : 1.300.000.000 fr.

DE KLAPBRUGGEN IN 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 brug is 83,80 m lang, 64 m tussen de uiterste opleg en de draaiax en 19,80 m voor de uitkraging, en weegt 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 opverspanning en dat van het tegengewicht moeten overwinnen (figuur 7)

Deze brug rust op een fundering in gewapend beton; zij heeft de vorm van een rechthoekige kuip (28,385 m hoog , 28 m lang, 17,80 m breed) waarin de tegengewichten hangen. De vloerplaat is minimaal 4,10 m dik en heeft een overdikte van 10 m aan de kant van de bodem: op deze wijze wordt de excentrische plaatsing van de draaiax in evenwicht gebracht . Elke fundering heeft daarom 7.300 m³ beton, 676 ton staal BE 40 en 6 ton staal BE 20 gevraagd.

Het eerste landhoofd is volgens een klassieke uitgravingsmethode uitgevoerd; bovengronds werden in verschillende stappen de vier wanden gebetonneerd ; de onderkant van de wanden bestaat uit een snijrand, versterkt met een metalen schoen ; de grond werd onder de snijwanden weggegraven. Wanneer het geheel tot de uiteindelijke diepte was gezakt, werd de funderingszool terplaatse gestort. De aard van de ondergrond heeft bepaalde uitvoeringsproblemen doen ontstaan, namelijk op niveau 0,00 m bevond zich een laag grint, die het water naar de bouwwerf draineerde. Om de tweede kuip te bouwen heeft men een andere uitvoeringsmethode verkozen, die zich onmiddellijk sneller en efficiënter heeft getoond : na de bouw, bovengronds , van de funderingszool gebruikt men een uitgravingsmethoden onder druk.

De landhoofden op de linkeroever ondersteunen zowel de toegangsweg 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 weg, als voor de spoorweg, heeft een klassieke doorsnede. De proefbelasting , zowel voor de weg- als voor de spoorbrug, 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 : 577.000.000 fr.

DE NIEUWE HEFBRUG VAN 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 enigszins 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 bijmiddel 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 te werkgestelde materialen worden met een torenkraan aangevoerd.

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

Aan deze snelheid (5 à 5,5 m per etmaal) wordt een heftoren (hoogte 53 m) 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 te werkstelling 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.

Op dit ogenblik worden de machienekamer , de dwarsbalken, het brugdek en de electromechanische uitrusting uitgevoerd.

De laterale toegangen (viadukten) werden aanbesteed doch nog niet toegewezen.

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 : 1980

Kostprijs funderingen : 100 miljoen

Kostprijs bovenbouw : 35 miljoen

Kostprijs brugdek : 35 miljoen

Kostprijs electromechanische uitrusting : 125 miljoen

Kostprijs toegangsviadukt : 66 miljoen

TOTALE KOSTPRIJS : 375 miljoen.

DE NIEUWE KAAIMUUR VAN ETERNIT

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

De oude "Deense " kaaimuur zou niet meer stabiel zijn na verdieping van het kanaal. Om de nieuwe kaaimuur te realiseren is men 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. Ze bestaat uit caissons van 21 m lang, 14,80 m hoog en 8,50 m breed.

Ze 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 m³ beton en 1.250 m³ zand.

Bouwjaar : 1979

Kostprijs op het ogenblik van uitvoering : 380.000.000 fr.

DE NIEUWE SPOORBRUGGEN VAN RUISBROEK EN WILLEBROEK

Deze bruggen zijn gelijkaardig aan deze van Kapelle op den Bos. Voor de fundering van de brug van Ruisbroek, op dit ogenblik in uitvoering, heeft de aannemer nog een andere methode gebruikt dan voor de twee vorige bruggen : slibwanden vormen een kuip die wordt leeggehaald ; de eigenlijke funderingskuip wordt tegen de betonwanden gebouwd.

Bouwjaar : 1980

Kostprijs bij uitvoering per brug.

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 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 9 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 m³/s) en de drie grote (capaciteit van 2,5 m³/s).

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

Het pompstation van Vliet bereikt door vier regenwaterpompen van 4 m³/s en drie laagwaterpompen van 1,3 m³/s een capaciteit van 20 m³/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 gestorte water op de scheepvaart tot een minimum te beperken.

Ziel- en Appeldonkbeek

Bouwjaar : 1969 - 1972

Kostprijs op het ogenblik van uitvoering : 195.000.000 miljoen

Vliet

Bouwjaar : 1976

Kostprijs per uitvoering : 145.000.000 miljoen

DE ZEESLUIS VAN HINGENE

De sluis van Wintam, verouderd en onherstelbaar, zal vervangen worden door een grote moderne sluis in Hingene die de versassing van grote duwkonvoien en zeeschepen van 10.000 ton aankan. Ze zal een nuttige lengte hebben van 210 m en een totale lengte van 337 m.

Het sas, 25 m breed en 16 m diep, heeft een U-vorm. De bodemplaat van dikte, gestort in drie lagen van 1,30 m en afgewerkt met een eindlaag van 10 cm, is opgebouwd uit veertien sekties van elk 15 m lengte. De twee hoofden zijn 53,50 m lang en bevatten, in een eerste stuk, de openingen voor het vullen en het ledigen, in het middenstuk, uitsparingen van 6,60 m voor de roldeuren, en in het derde deel, de lozingskamers waarvan zowel de mondingen als de leidingen voor voeding en ontlasting door het Laboratorium van Borgerhout werden bestudeerd. Om zich te verzekeren tegen infiltratie van water onder de hoofden, werden deze ongeveer met een scherm van damplanken, geheid tot 12 m onder de funderingsvloer. Het is niet nodig bevonden de sluis te voorzien van een tussenhoofd, omdat de hoogteverschillen bij versassing geen groot verlies aan water betekenen (normale werking : 2,20 m hoogteverschil ; bij uitzonderlijk tij : maximum 5 m). Het niveau van de Schelde is hoger dan dat van het kanaal bij hoogwater en lager bij laagwater ; men heeft schuifdeuren voorzien omdat zeeschepen een grote diepte vereisen en hefdeuren dus uitgesloten zijn.

Elk sluishoofd is dus uitgerust met twee schuifdeuren waarvan een als reserve dient. De eventuele herstelling van een van beide deuren kan gebeuren door het droogleggen van het sas met de hulp van de andere deur en een vlotdeur die kan steunen op speciaal voorziene gleuven in elk sluishoofd.

Na de bouw van de sluis zal de verbinding met de Schelde uitgevoerd worden door de bouw van een toegangsgeul en een groot wachtbekken en door het graven van een nieuwe kanaaltak die de sluis van Hingene zal verbinden met Hellegat, gelegen op het oude kanaal.

Door drastische budgetaire besparingen zijn de werken in opeenvolgende fazen toegewezen.

De burgerlijke bouwkunde van de sluis startte in 1980 en zijn voltooiing is voorzien voor 1983.

Begin der werken : 1980

Kostprijs per uitvoering der burgerlijke bouwkunde : 800.000.000 fr

DE KEUZE VAN NIEUWE OEERVERVEDIGINGEN

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 aan de zware beproeving van het brutaal en langdurig leegzijn van het kanaal tijdens de Tweede Wereldoorlog.

Bovendien werden zij vanaf het einde van de jaren 50 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 bermen van het verdiepte en verbrede kanaal te beschermen.

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

Tijdens de uitvoering van de werken aan de nieuwe toegangsgeul bij de sluis van Zemst heeft men de twaalf verschillende types oeverbescherming aangebracht in 5 stukken van 25 m. Ze werden overgelaten aan de permanente aktie van de schepen. Daar zij gebouwd werden op een plaats waar de doorsnede smal en bochtig is, namelijk waar het oude kanaal aansluit 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 volvoering 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 verhouding kwaliteit / prijs 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 levens-

duur hebben, ofwel een quasi permanent onderhoud vragen), de rendabiliteit van deze onderneming ontegensprekelijk is.

OPHEFFEN VAN HET TWEDE KANAALPAND

Zoals hierboven gezegd vereist 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.

Vooraleer de baggerwerken aan te vangen werden dan ook volgende nieuwe kunstwerken gerealiseerd :

- Sluis te Zemst
- Spoor- en wegbrug te Kapelle op den Bos
- Kaaimuren voor de instellingen ETERNIT (Kapelle op den Bos en Tisselt)
- Kaaimuur te Willebroek - rechteroever
- Volledig afgewerkte oeververdediging tussen Sluis Zemst en Sluis Willebroek op rechteroever
- Eerste fase oeververdedigingen linkeroever (onder water)
- Verstevigen van de bestaande brug te Tisselt.

De eigenlijke baggerwerken werden uitgevoerd in verschillende fazen (figuur 10) namelijk drie baggerfazen en twee waterspiegelverlagingen.

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

Samen met deze laatste baggerfaze wordt 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 fase 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 om 0.00 uur. De waterverlaging werd uitgevoerd volgens een voorafgaandelijk bepaald schema en beëindigd op 19 juli 1983 om 3 u 15.

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

Gelijktijdig met de waterspiegelverlaging werd aangevangen met het versterken van de kaaimuren 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 22/7/1983 werden beëindigd op 10/8/1983 . Op dat ogenblik was deze 400 m lange kaaimuur stabiel.

Op 30 september was de eigenlijke muur volledig afgewerkt , blijft uitsluitend nog de afwerking van het kaaiveld (wegeniswerken, riolering, drain) . Deze laatste werken zijn in uitvoering.

VERSTERKEN VAN DE HEFBRUG TE TISSELT

De hefbrug in het centrum van de gemeente Tisselt (figuur 11) werd ontworpen en gebouwd in de jaren zestig, zodat nog geen rekening kon gehouden worden met het moderniseringsprogramma.

Zoals hiervoor gezegd steunt het funderingsmassief in gewapend beton op 138 Franki-palen met een lengte van 22 m.

Voor de gronddeichtheid tussen kanaal en oever zorgt een metalen damwand.

De lengte der damplanken bedraagt 14,20 m en de $\frac{I}{V} = 1.370 \text{ cm}^3/\text{m}$

Door het verlagen van de kanaalwaterspiegel en de kanaalbodem werd de stabiliteit van de hefbrug in de war gestuurd. Een beweging (vertikaal, horizontaal, rotatie) in de richting van het kanaal moest voorkomen worden.

Volgende werken werden uitgevoerd :

- zijlings en achter het massief werd een damwand geheid (lengte der damplanken : 14,20 m ; $\frac{I}{V} = 1.370 \text{ cm}^3/\text{m}$)

Op die wijze was het landhoofd volledig met damplanken omringd.

- Injekteren van de grondmassa onder het landhoofd tot het peil (- 6,00)
Naargelang de samenstelling van de grondlagen werden hiervoor volgende materialen gebruikt.
 - silicaten
 - cement
 - cement/bentoniet
- plaatsen van 600 wortelpalen bestaande uit een kern in stalenbuis geïnjecteerd en omringd met cement ; de wortelpalen steunen in een harde laag op het peil (- 12,00) en zijn bovenaan verankerd in het geïnjecteerd grondmassief.
- het verankeren van de funderingsmassieven in het omliggend terrein bij-
middel van 64 trekkers.
- het storten van een betonnen stutplaat onder de kanaalbodem tussen de brug
pijlers.

BESLUIT

Alle belangrijke waterwerken vragen zowel uit technische als uit financieel oogpunt een spreiding in de tijd.

Aanvankelijk werden de moderniseringswerken geprogrammeerd over vijftien jaar. Terwijl gedurende de vijf eerste jaren het uitvoerings- en investeringsritme de toegestane termijnen respektteerde, was het nadien moeilijk de werken te financieren zoals voorzien ; dit door de vermeerdering van de bouwkosten, resultaat van de eerste petroleumcrisis.

De crisis hield aan en heeft de budgettaire beperkingen nog versterkt. Nu wordt het einde der werken maar voorzien voor 1990.

Al de werken beschreven in dit artikel werden bestudeerd door de studiedienst van de n.v. Zeekanaal en Haveninrichtingen van Brussel, voor de electromechanica in samenwerking met de Dienst voor Electromechanica van het Ministerie van Openbare Werken, door het Waterbouwkundig Laboratorium van Borgerhout en het Bruggenbureau van Luik.

De werken werden uitgeschreven door de Vennootschap van het Zeekanaal en het toezicht erop verzorgd door haar personeel.

J. RENARD.-
Hoogleraar aan de Vrije Universiteit van
Brussel
Hoofdingenieur-Directeur bij de n.v. Zeekanaal en Haveninrichtingen van Brussel

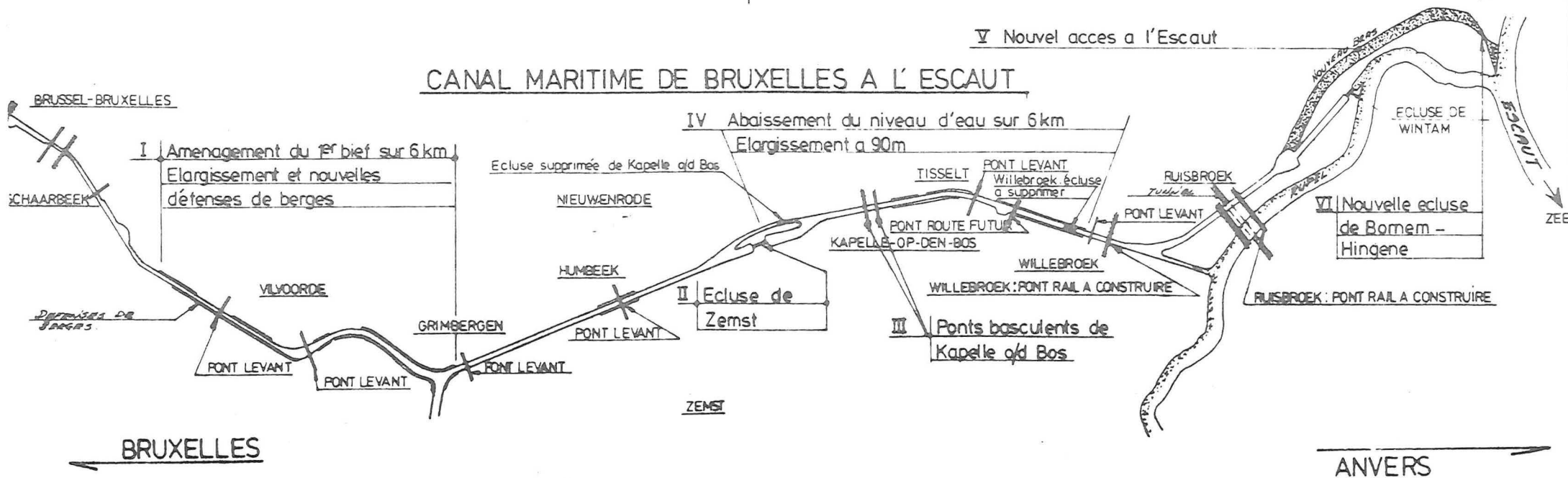
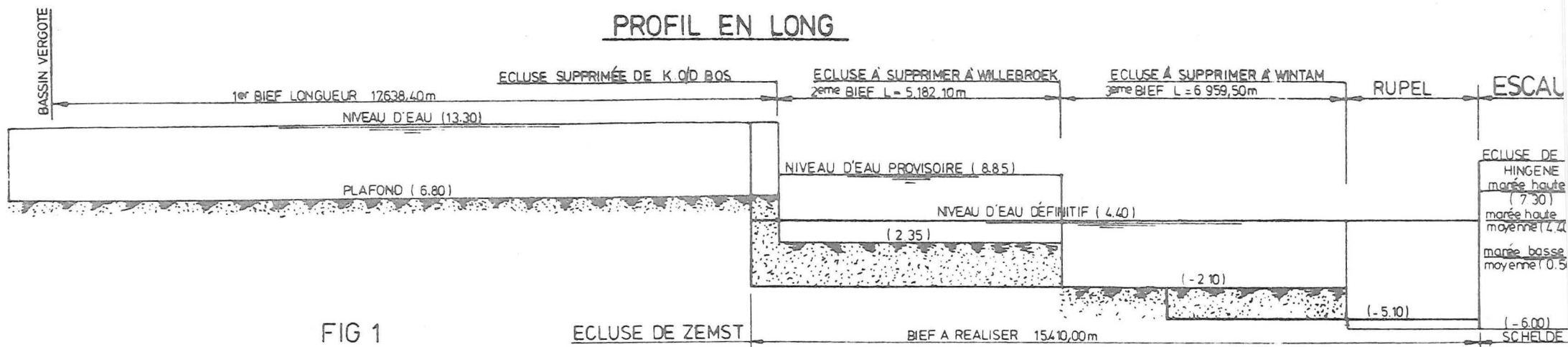


FIG 2

HEFBRUG TE GRIMBERGEN
PONT LEVANT DE GRIMBERGEN

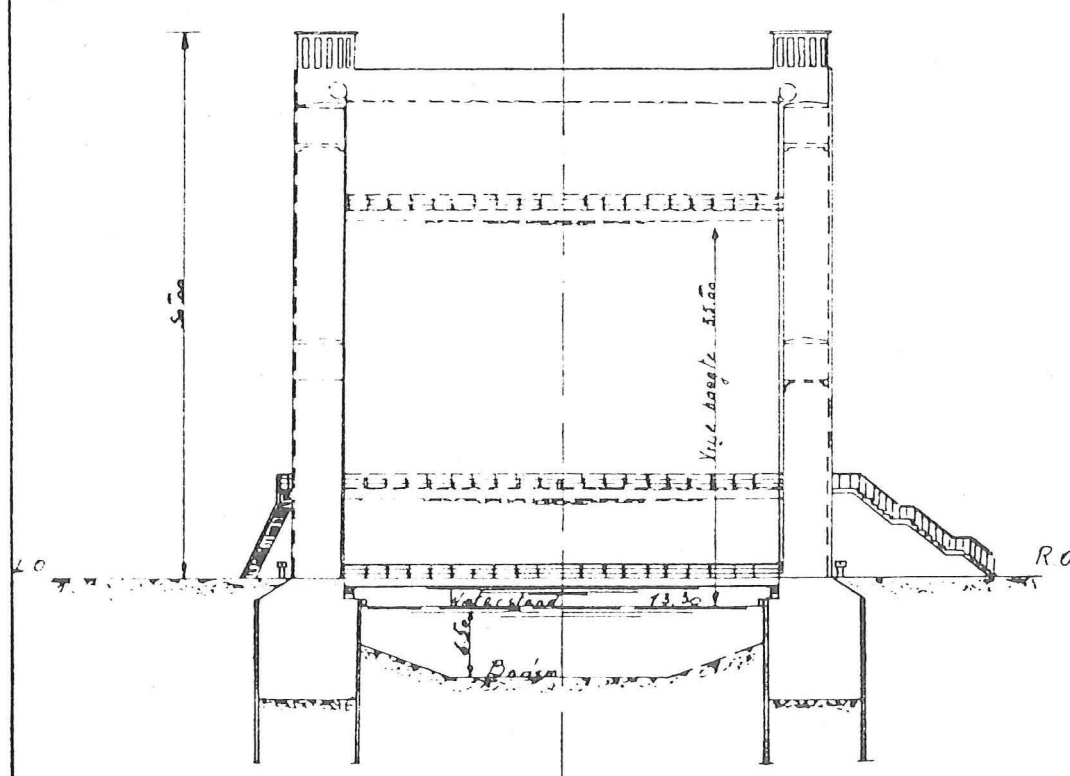
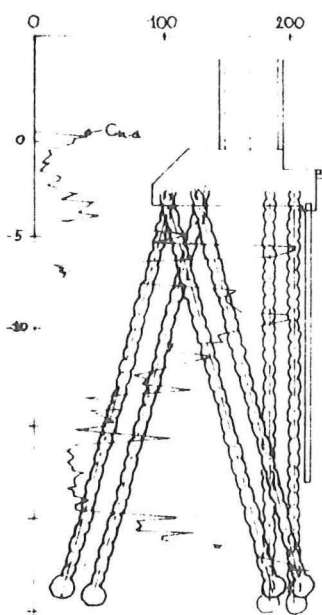
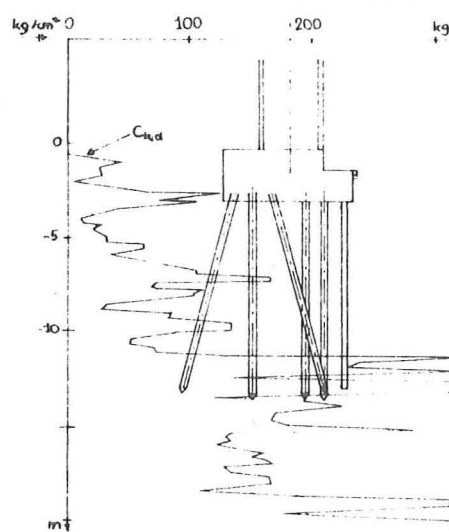


FIG 3

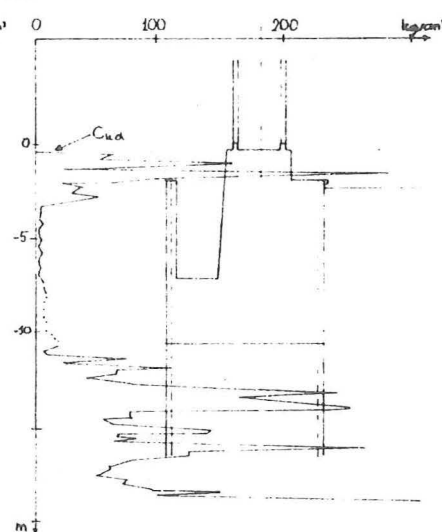
STUDIE VAN DE FUNDERINGEN ETUDE COMPARATIVE DES FONDATIONS



TISELT

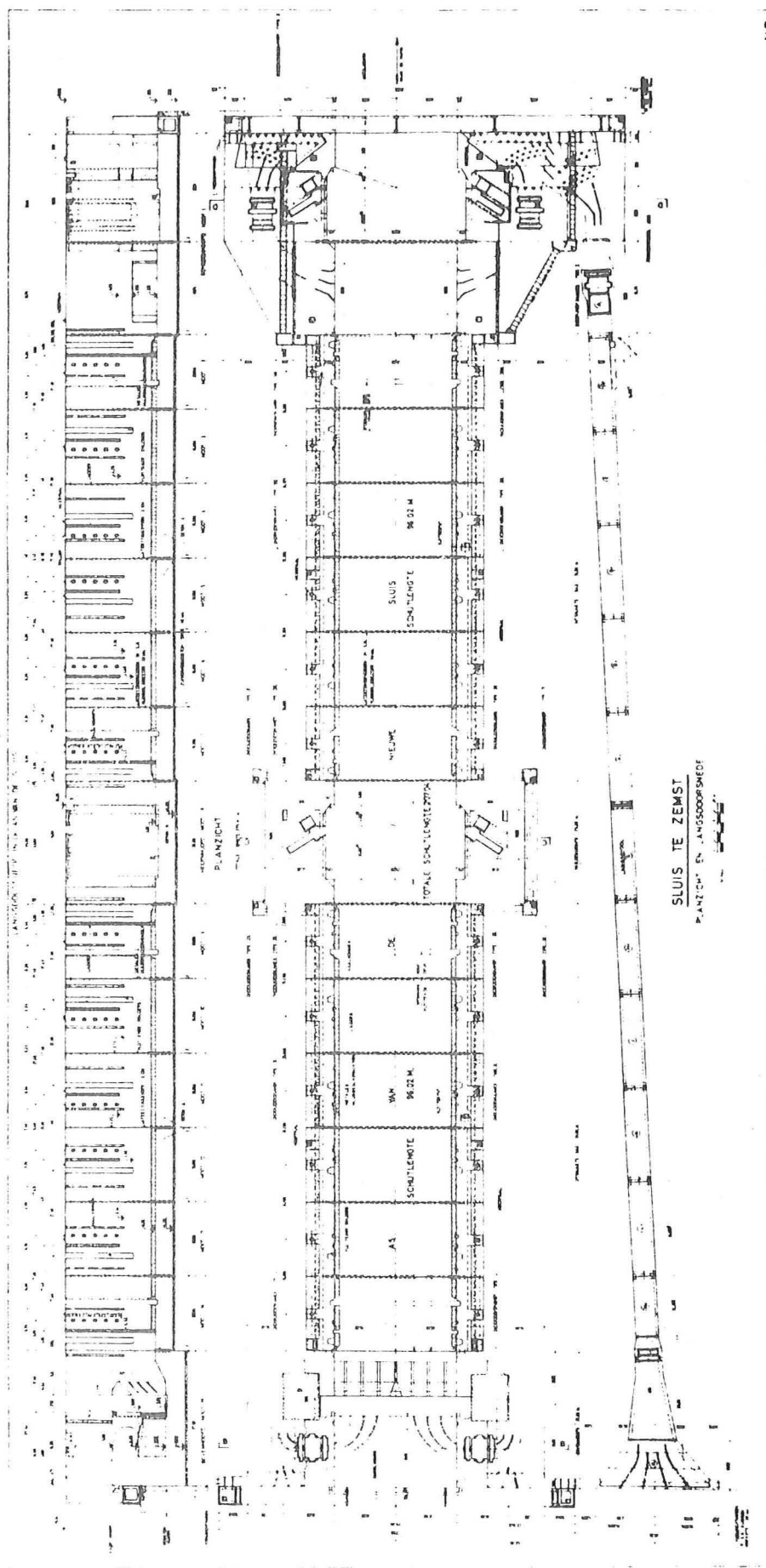


HUMBEEK



GRIMBERGEN

FIG 4



Ecuse de Zemst
 vak en plan en coupe longitudinale

FIG 5

LANGSDOORSNEDE COUPE LONGITUDINALE

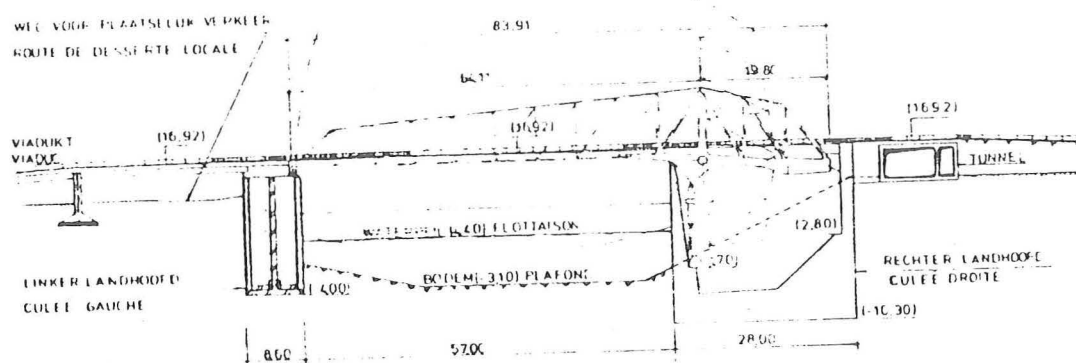


FIG:6

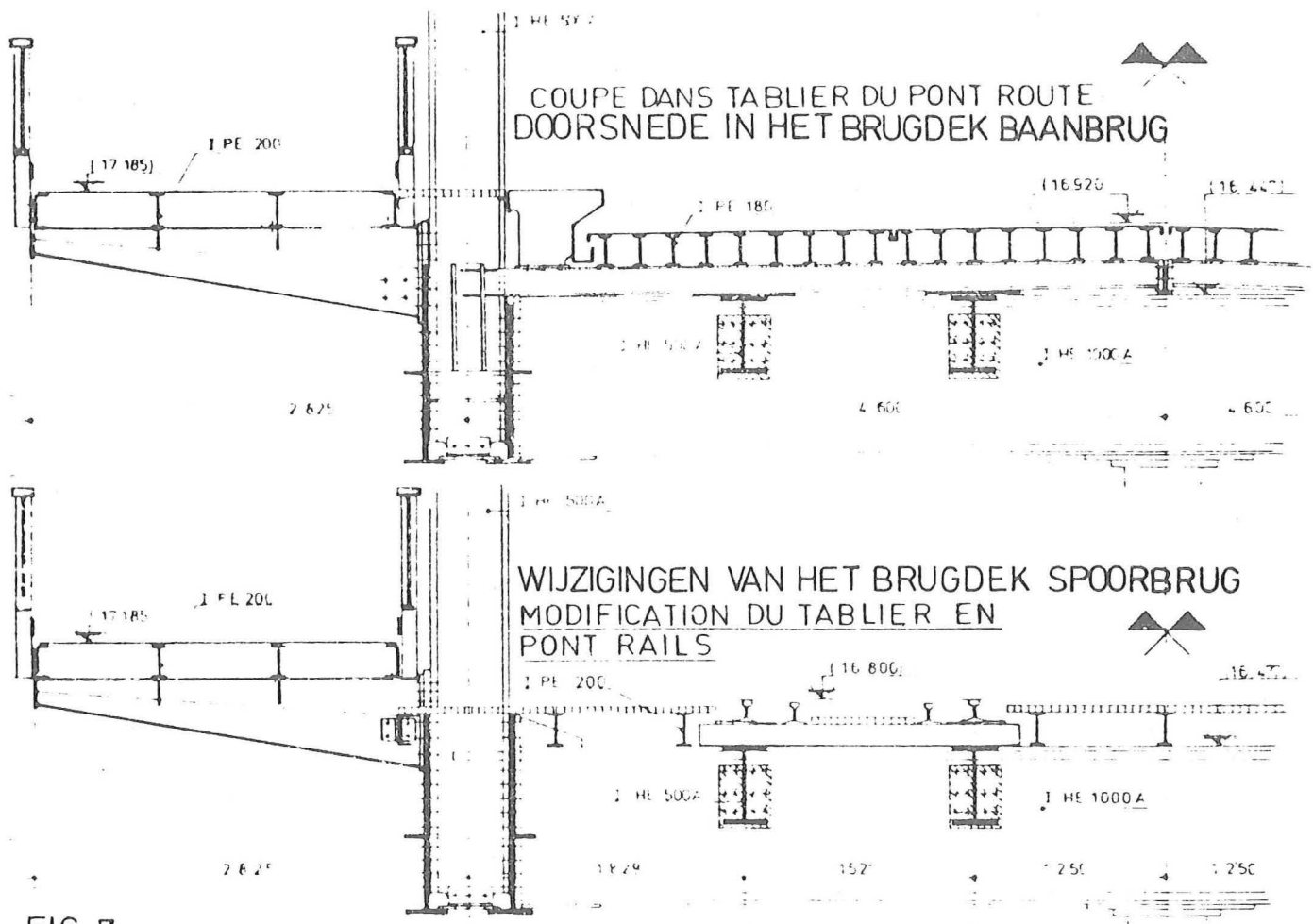
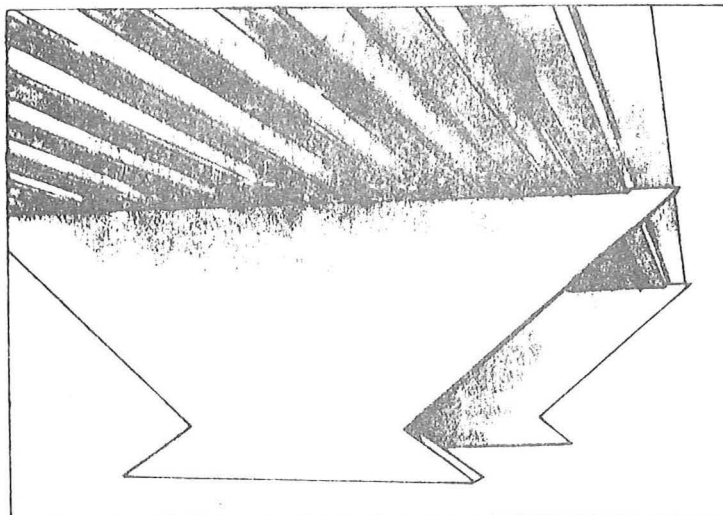
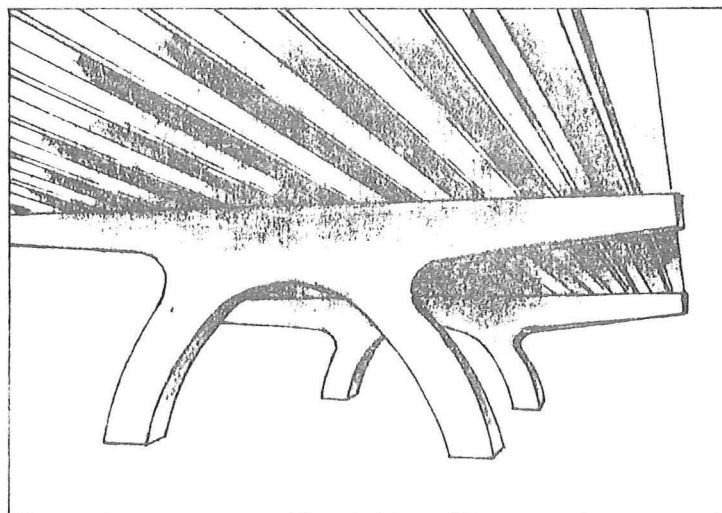


FIG 7.

Zicht van de pijlers.
Vue sur les piliers.

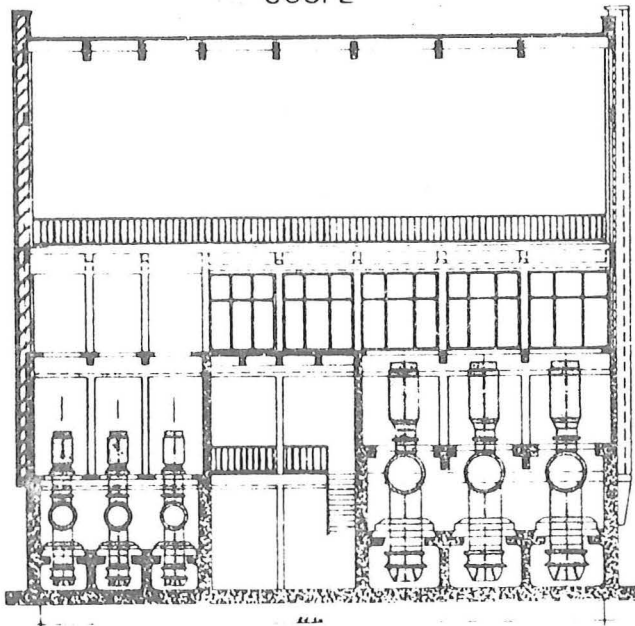


viaduc de Vilvorde
viadukt te Vilvoorde

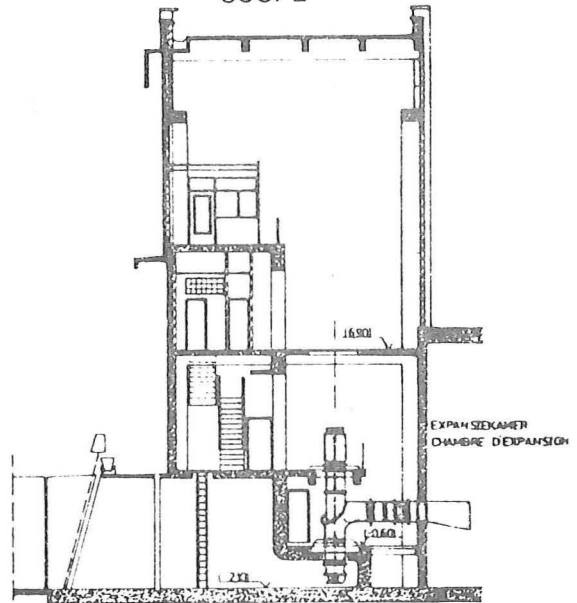


viaduc de Tisseelt
viadukt te Tisseelt

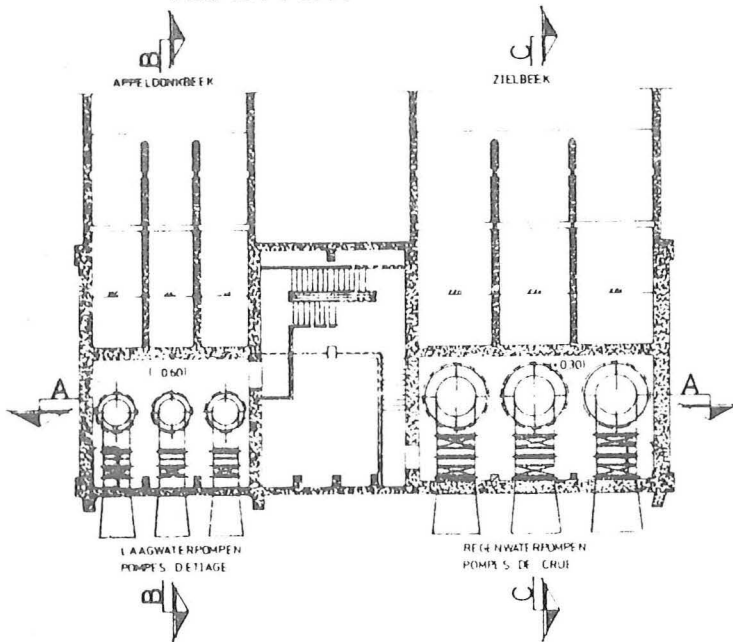
DOORSNEDE
COUPE A-A



DOORSNEDE
COUPE B-B



PLANZICHT
VUE EN PLAN (-0,60) EN (+0,30)



DOORSNEDE
COUPE C-C

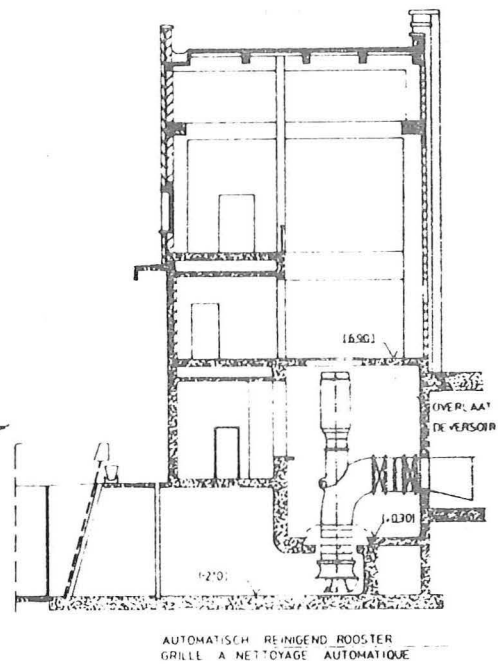


FIG 9

PROFIL TYPE
TYPE PROFIEL

FLOTTATION DE (8.80) VERS (8.10)
WATERPEIL VAN (8.80) NAAR (8.10)

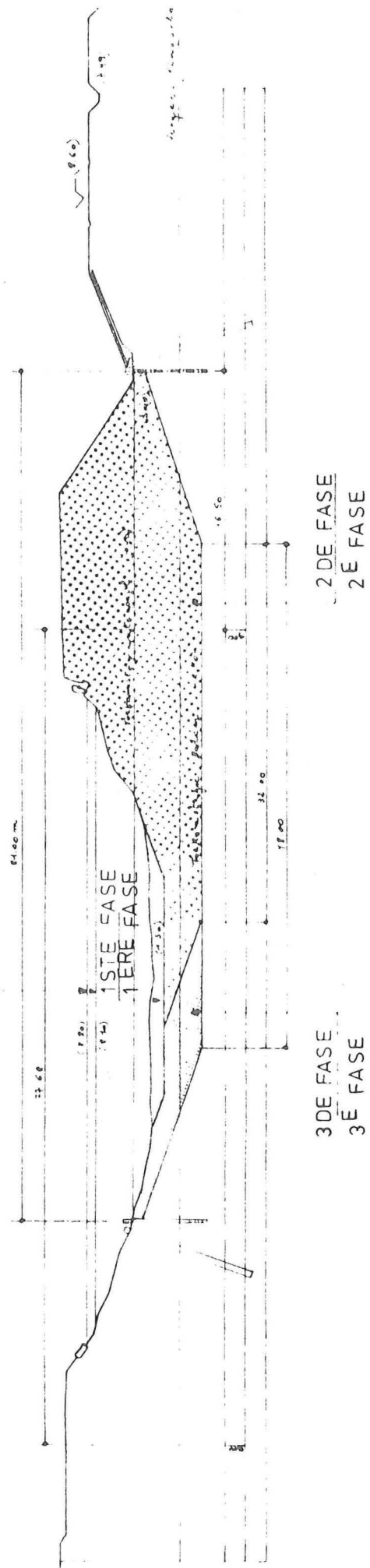


FIG. 10

PONT LEVANT DE TISSELT
HEFBRUG VAN TISELT

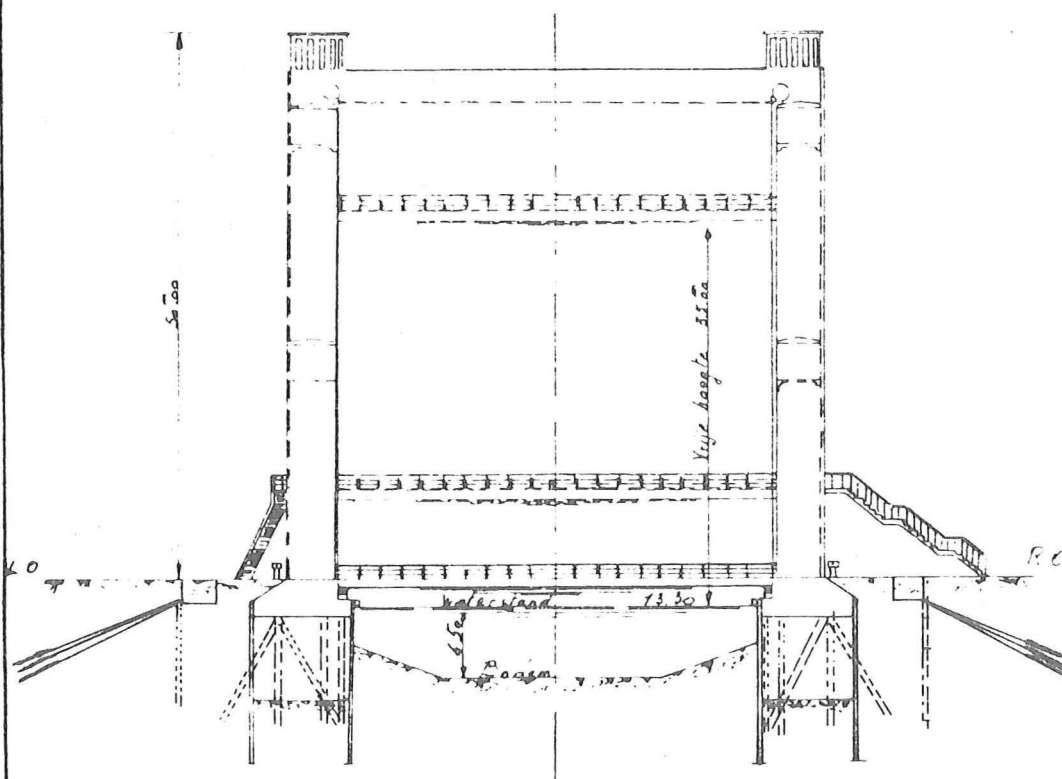


FIG 11

