

9842

MINISTERIE VAN OPENBARE WERKEN/1988/Nr. 30

**MONOGRAFIEEN  
VAN  
OPENBARE  
WERKEN**

**RESTAURATIE VAN DE GRASBRUG  
EN DE ZUIVELBRUG  
OVER DE LEIE  
TE GENT**

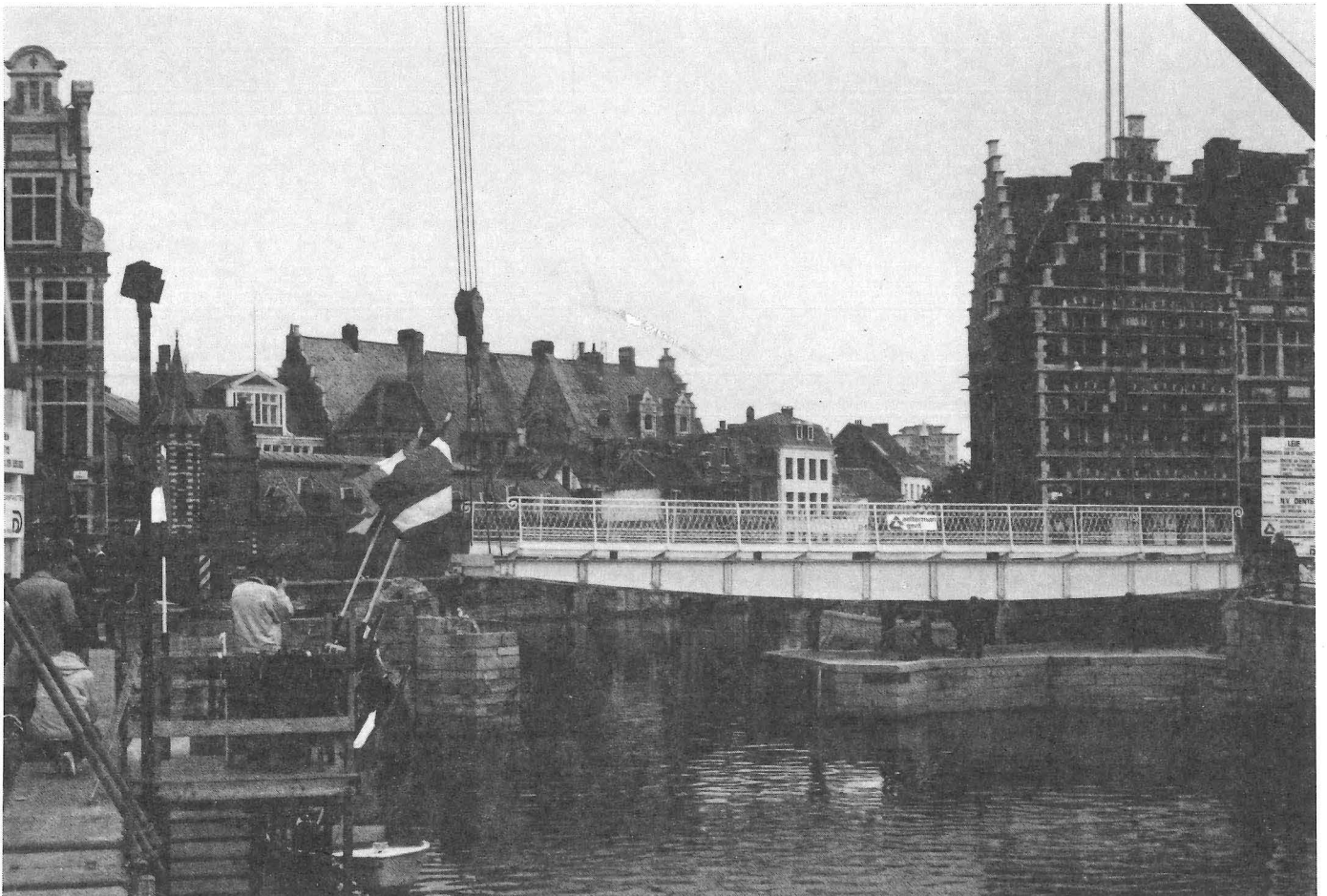
BESTUUR DER WATERWEGEN

4033

0307 015 2569



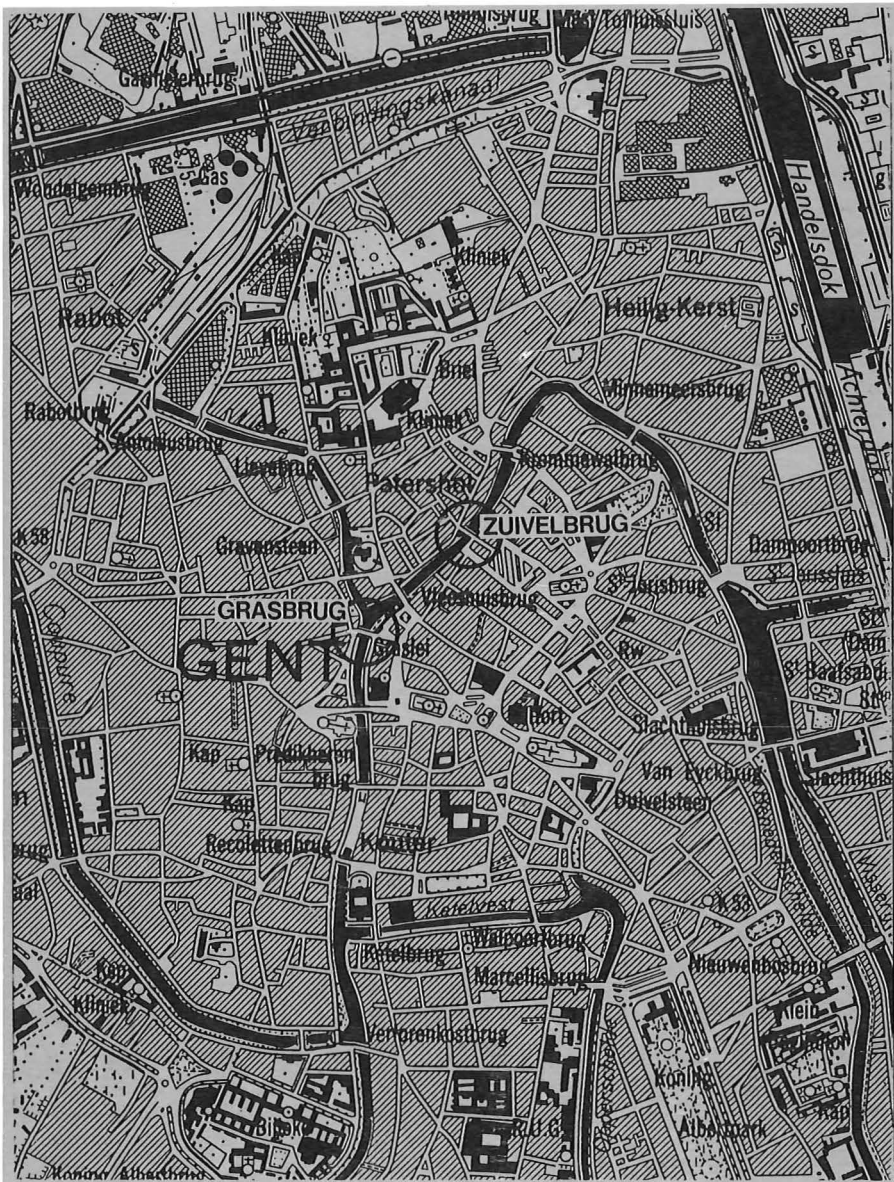
# RESTAURATIE VAN DE GRASBRUG EN DE ZUIVELBRUG OVER DE LEIE TE GENT



# RESTAURATIE VAN DE GRASBRUG

## EN DE ZUIVELBRUG OVER DE LEIE TE GENT

Situatie van Gras- en Zuivelbrug



### HISTORIEK

#### GRASBRUG

Deze Leiebrug heeft van in de oudste tijden de naam "Veebrug" gekregen. Deze naam zou in het begin van de 17de eeuw vervangen zijn door "Grasbrug". Ze is in 1424-1426 gebouwd in metselwerk en werd in 1489 van vier huisjes voorzien. In 1754 wordt het opnieuw een houten brug maar nu voor het eerst draaiend, zodat, mede door het graven van Coupure, van dat ogenblik af grote schepen de historische haven van Gent konden bereiken. Aan de Veebrug betaalde men de tol van Gent (ook de tol van Aishove genoemd) voor allerlei produkten die te voet, per paard of per wagen voorbijgebracht werden. Aan de voet van de Veebrug is eertijds een kleine kapel opgericht door de biervoerders, toegewijd aan Onze-Lieve-Vrouw.

Op het topografisch plan van 1550 is merkbaar dat op de brug aan de borstwering kant Gravensteen, een aantal torenvormige konstrukties weergegeven zijn. Een topografisch plan uit 1619 toont een aantal gebouwtjes op de Grasbrug kant Sint-Michielsbrug. Deze konstrukties zijn in hout en hebben een nogal gotisch uitzicht. Zowel de torentjes als de gebouwtjes zijn na het midden van de 18de eeuw uit het stadsbeeld verdwenen.

## ZUIVELBRUG

De oorspronkelijke benaming van deze brug is "Ser Baudinsbrugge" of "Le Pont Baudin", wellicht zo genoemd naar Balduinus F. Abrahe (Boidins ser Braems), een gekend koopman-drapier in de 12e eeuw. De Ser Baudinsbrug verbond de Oudbrug met de eigenlijke binnenstad.

Over deze brug is bekend dat ze oorspronkelijk een houten ophaalbrug was en nadien heropgebouwd werd in metselwerk. Dit verbouwingswerk zou in het schepenjaar 1343-1344 uitgevoerd zijn. Volgens de Potter evenwel, zou ze pas in het jaar 1426 in metselwerk gebouwd zijn. In 1754 werd de vaste brug vervangen door een houten draaibrug. Langzamerhand doet de naam "Zuivelbrug" zijn intrede. Samen met de naam Zuivelsteeg refereert dit naar de Zuivelmarkt (markt voor boter en kaas) welke in de omgeving werd gehouden.

Vooraf merkwaardig zijn de ontwerpplannen en zelfs een tekening in de Atlas Goetgebuer van een brug die in de 19e eeuw in het verlengde van het kanon moest gelegd worden. Daarom is zelfs een echte hetze ontstaan, wat blijkt uit een artikel in het Fondsenblad van 17 oktober 1873. Daarin wordt onder andere gezegd: "Dat het nutteloos is die zaak i.v.m. een brug bij de Grootkanonplaats te bespreken, aangezien niemand eene brug op de Grootkanonplaats hadde gevraagd." Er wordt tevens melding gemaakt van een petitie gestuurd naar de gemeenteraad, met 110 handtekeningen. Uiteindelijk blijkt meer en meer interesse te zijn voor een brug aan de Kromme Wal, maar dit stuit dan op een tegenpetitie van grondeigenaars en koophandelaars.

Neringdoeners van Sint-Jakobs en Sint-Baafs aan de Grootkanonplaats ijveren: "Men vraagt een groote brug aan te leggen bij de Kromme Wal, maar langs welken breedten, begangbaren weg zal men zich nu naar de kuip begeven? Er kunnen ongelukken van komen. Wat zou er niet allemaal kunnen gebeuren in dat nauwe Speldenstraatje?,"

In de Franse tijd werd de brug 'ermakt' (1808) en in het jaar 1874 is de houten bovenbouw vervangen door een draaibare metalen bovenbouw.

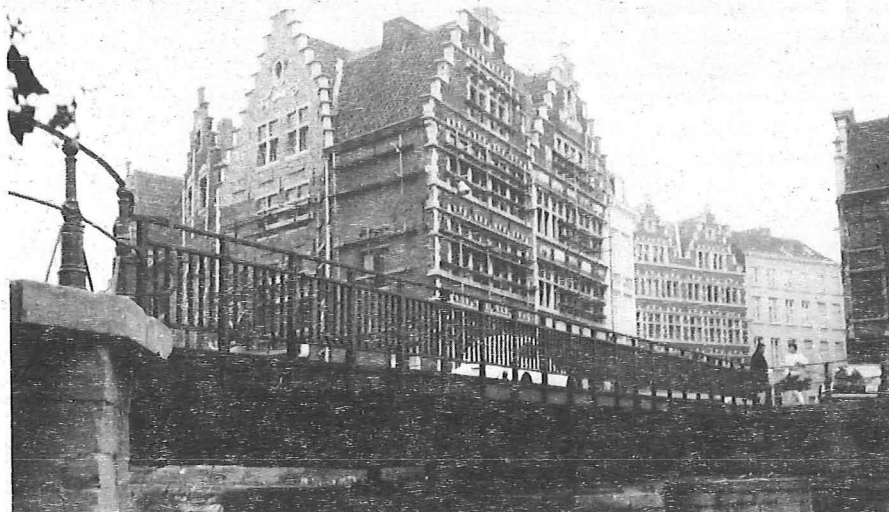
In 1875 wordt de houten beweegbare bovenbouw vervangen door een metalen structuur, welke eveneens draaibaar is.

## TOESTAND VAN DE KUNSTWERKEN VÓÓR DE WERKEN

Bepaalde onderdelen van de metalen bovenbouw waren doorroest. De bedieningsmechanismen waren onderhevig aan slijtage en de loopwielen vervormd omwille van de in de loop der tijden gestegen mobiele overlasten; deze laatste zijn sedert de bouw van de metalen bovenbouw nagenoeg verdubbeld.



Gezien de toestand van de metalen bovenbouw en omwille van het feit dat de scheepvaart gedurende de laatste decennia geen doorvaart meer moest vinden, was de Grasbrug aan het uiteinde kant tegenengewicht ingebetonneerd teneinde een grotere stevigheid te bezorgen aan het geheel.



Sedert enkele jaren was om veiligheidsredenen voor de Grasbrug een gewichtsbepanking tot 5 ton ingesteld, terwijl over de Zuivelbrug nog enkel voetgangers en fietsers mochten doorgang vinden.

Bij de Grasbrug was het metselwerk in blauwe hardsteen aan het buitenvlak van de landhoofden en pijlers in relatief goede staat, met uitzondering van het metselwerk van de booggewelven, welke de landhoofden met de pijlers verbinden, dat op bepaalde plaatsen verweerd en losgekomen was. Wat de Zuivelbrug betreft, waren zowel de booggewelven als het metselwerk in blauwe hardsteen van landhoofden en pijlers op verschillende plaatsen sterk verweerd.

## OPTIES GENOMEN BIJ DE STUDIE

Gezien de relatief kleine meerkosten (ongeveer 15 % van de totale kostprijs), heeft men voor het opnieuw draaibaar maken van de metalen bovenbouw geopteerd. Dit betekent een eerste en belangrijke stap in functie van de herwaardering van de Leie in de historische binnenstad en het laat in de toekomst alle mogelijkheden open voor het toerisme te water.

Vermits de metalen bovenbouw niet meer te herstellen was, is er een nieuw ontwerp opgemaakt op basis van de nog bestaande tekeningen daterend van het einde van de 19de eeuw. Om verkeerstechnische redenen zijn de rijstroken iets breder genomen.

De karakteristieken welke de bestaande bruggen tot bijzondere exemplaren van industrieel-archeologische waarde maakten, werden gerespekteerd. Dit betekent o.a. het opnieuw voorzien van klinknagelverbindingen, leuning in smeedstaal en een houten rijwegvloer.

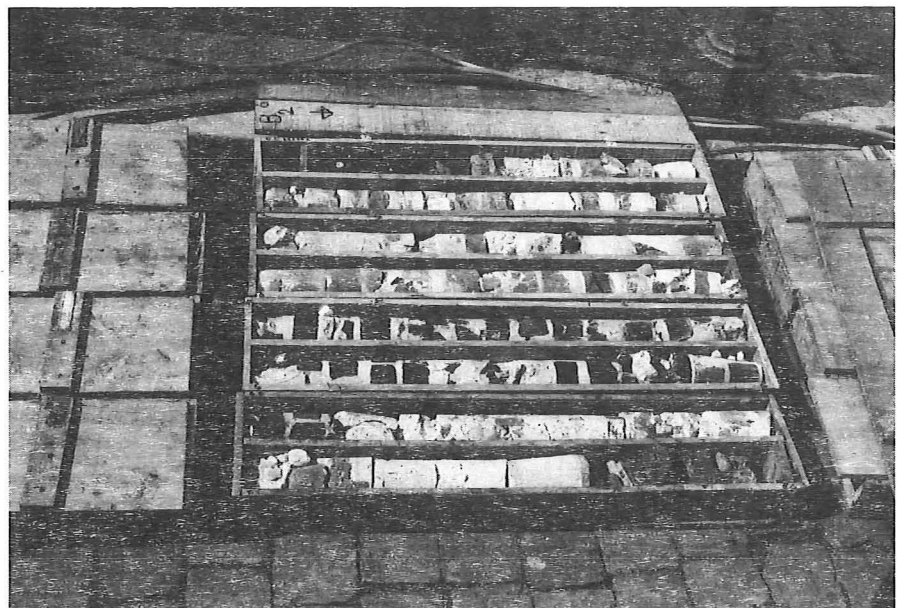
Wat het open- en dichtdraaien van de beweegbare bovenbouw betreft is geopteerd voor een eenvoudige handbediening, zodat de bruggen door één enkel persoon zullen kunnen bediend worden.

## TOEGEPASTE TECHNIKEN BIJ DE RESTAURATIE VAN DE ONDERBOUW

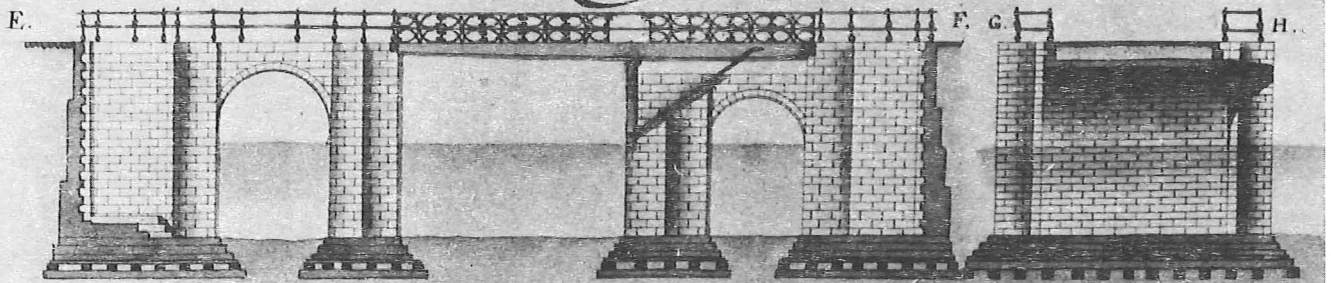
Bij de restauratie van de onderbouw zijn "zachte" restauratietechnieken toegepast, dit betekent dat het geheel gerestaureerd wordt zonder dat men tot de totale afbraak van de bestaande toestand moet overgaan.

Vertikale proefboringen met monsternamen, dwars doorheen het metselwerk van landhoofden en pijlers, hebben enerzijds aangetoond dat dit metselwerk nog in goede staat was en hebben anderzijds toegelaten het juiste aanzetpeil van de onderbouw vast te stellen. Van de onderbouw, gebouwd in 1754, waren immers weinig gegevens bekend. In het Rijksarchief zijn weliswaar de tekeningen van deze werken teruggevonden, maar op deze tekeningen zijn geen maten vermeld, enkel een schaal in voeten. Uit deze tekeningen bleek wel duidelijk dat de onderbouw op staal gefundeerd was.

Via de booropeningen van hogervermelde proefboringen zijn diepsonderingen uitgevoerd. Hieruit is gebleken dat zich bij de Grasbrug over een laagdikte van maximum 2,2 meter onder de aanzet van de onderbouw een middelmatig tot losgepakte, leem- of kleihoudende zandlaag bevindt, met daaronder een dichtgepakte leem- en kleihoudende zandlaag.

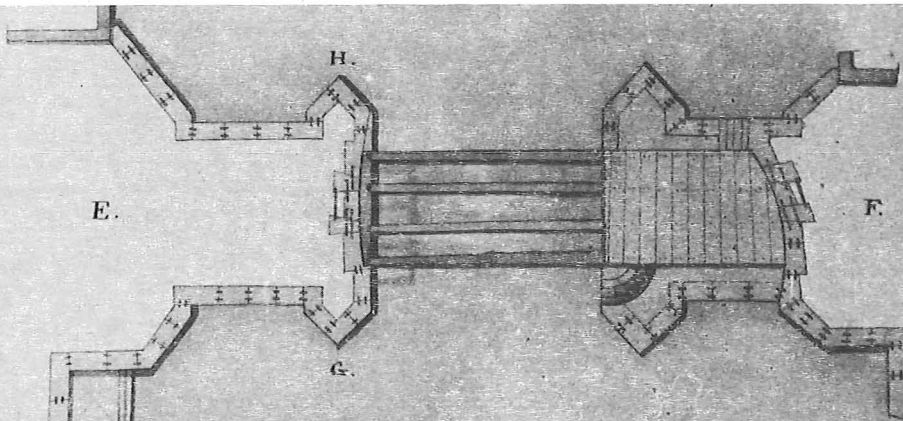


# Gras-brügge.



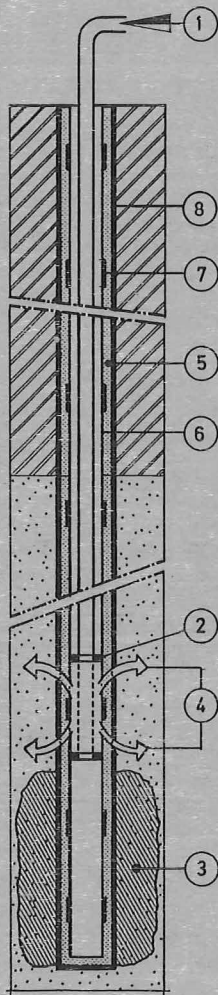
Profil van de Gras-brügge in het dwars gesneden. op de geensvoijerde Letteren

Grasbrug; toestand 1754



Plan der bovenstaende Draaijende Brügge.

Schematische voorstelling van het injectieprocédé



- 1 Toevoerleiding injectiespecie
- 2 Dubbele afsluiter
- 3 Geïnjecteerde zone
- 4 Injectie
- 5 Steunspecie
- 6 Manchettepijp
- 7 Elastische manchetten
- 8 Geboorde schacht

Bij de Zuivelbrug heeft de middelmatig gepakte zandlaag een dikte van 3 tot 4 m (zie bijlage plan 14). Op basis van deze gegevens is besloten een grondverbetering toe te is passen van de middelmatig gepakte zandlaag. Deze grondverbetering is gerealiseerd door middel van injecties.

Het injectieprocédé wordt als volgt toegepast : in grondplan wordt een raster van injectiepunten opgebouwd op basis van gelijkzijdige driehoeken. In elk hoekpunt van deze driehoeken wordt door het metselwerk en in de te verbeteren grondlaag geboord. Het boren gebeurt d.m.v. een boortoren, voorzien van een boorbeitel en een voerbuis. De boorbeitel, diameter 80 mm, heeft onderaan snijkoppen in widia en is bevestigd op holle boorstangen. Het geheel is omgeven door een voerbuis, buitendiameter 110 mm.

Zowel de boorstangen als de voerbuis zijn uitgevoerd in elementen van 2 m lengte, welke op elkaar geschroefd worden. Ze worden bij het boren op- en neerwaarts bewogen en heen- en weer gedraaid.

Via het inwendige van de boorstangen wordt lucht, water of een boorvloeistof gevoerd naar de boorbeitel. Dit fluidium stroomt door openingen in de boorbeitel via het inwendige van de voerbuis terug naar de oppervlakte en sleurt aldus het boorsel mee.

Voor het boren in het metselwerk is lucht en water onder druk aangewend, terwijl voor het boren in de grond een bentonietmengsel toegepast is als boorspecie teneinde te beletten dat de schacht in de grond invalt bij het opwaarts bewegen van de voerbuis.



Bij het bereiken van de gewenste diepte wordt de boorspecie vervangen door een steunspecie op basis van cement en bentoniet. Over de totale hoogte van de boring wordt een manchettepijp aangebracht. De steunspecie beschermt de manchettepijp tegen uitknikken bij het injecteren van de aangrenzende zones. Het injecteren wordt slechts begonnen nadat de steunspecie gedurende minstens 24 uur verhard is.

De manchettepijp heeft een diameter van 50 mm; ze is in kunststof en heeft om de 33 cm twee diametraal tegenover elkaar gelegen injectieopeningen. De onderkant van de manchettepijp is afgedicht. In de manchettepijp wordt een dubbele afsluiter aangebracht, welke de manchettepijp afsluit aan weerszijden van twee diametraal tegenover elkaar gelegen injectieopeningen. Via de afsluiter wordt de injectiespecie onder verhoogde druk aangevoerd

en door de openingen in de manchet-  
tepijp in de omliggende grond gedre-  
ven. Deze injectiespecie verdringt het  
water uit het korrelskelet van de  
grond en verwezenlijkt aldus een  
betere binding of samenhang van de  
grond. Het injecteren wordt in passen  
van 33 cm uitgevoerd. Rubberen  
manchetten t.h.v. de injectieopenin-  
gen beletten dat, bij het ophouden  
van de injectieoperatie, de injectie-  
specie terugvloeit in de manchette-  
pijp.

Het injecteren gebeurt van onder  
naar boven. Voorafgaandelijk wordt  
t.h.v. de aanzet van de onderbouw  
met de nodige omzichtigheid een  
prop geïnjecteerd om te beletten dat,  
naarmate men bij het injecteren dich-  
ter bij de aanzet van de onderbouw  
komt, de injectiespecie een preferen-  
tiële weg kan zoeken naar de water-  
weg via de wanden van de onder-  
bouw.

Bij het begin van de werkzaamheden  
is de aan te houden afstand tussen de  
hoekpunten van de gelijkzijdige drie-  
hoek d.m.v. proefinjecties proefon-  
dervindelijk bepaald. Op de linkeroe-  
ver van de Grasbrug is een proefin-  
jectie met cementspecie uitgevoerd,  
terwijl op de rechteroever het injecte-  
ren met cementspecie, gevolgd door  
een injectie met een aquareaktief  
prepolymeer, uitgetest is.

Bij de proefinjectie met uitsluitend  
cementspecie is de injectieoperatie  
herhaald tot een druk van minstens 5  
bar opgebouwd is. De injectiedruk-  
ken worden automatisch grafisch  
weergegeven op registreerschijven.  
In vele gevallen wordt de ondergrens  
van 5 bar reeds na de tweede injectie  
bereikt of overschreden, in sommige  
gevallen pas na de vierde injectie. Bij  
de eerste injectie is een volume van  
140 l specie per pas geïnjecteerd;  
voor de volgende injecties is 100 l  
per pas verwerkt.

De cementspecie wordt als volgt  
aangemaakt (voor een hoeveelheid  
van 140 l specie) :

100 kg cement
96 l water
3,5 kg bentoniet
6 l activator
1,6 l plastificeermiddel

Voor de proefinjectie met het aqua-  
reaktief prepolymeer is max. 85 l per  
pas aangewend.

Voor de eerste proefinjectie is de  
afstand tussen de hoekpunten bere-  
kend i.f.v. de proefondervindelijk  
bepaalde doorlatendheid van de  
grond, de kinematische viscositeit  
van de injectiespecie en de injectie-  
druk. In de praktijk kon men vaststel-  
len dat, bij het injecteren van het  
derde hoekpunt van de gelijkzijdige  
driehoek, de indringingsweerstand  
reeds zo groot geworden was, dat  
men bijna geen specie meer kon  
geïnjecteerd krijgen, waaruit men  
kon besluiten dat de theoretisch  
berekende afstand tussen de injectie-  
punten te klein was. Bij de tweede  
proefinjectie is een tussenafstand  
van 1,50 m genomen, hetgeen tot  
aanvaardbare resultaten geleid heeft.





De controle van het effect van de proefinjecties is gebeurd door het uitvoeren van een diepsondering in het zwaartepunt van het proefraster na het doorboren van het metselwerk van de onderbouw. Uit het vergelijken van de resultaten van de diepsondering bij het begin van de werken met de resultaten van de diepsondering na de proefinjecties kon vastgesteld worden dat er zowel op de linker- als op de rechteroever, een voldoendegevende grondverbetering gerealiseerd was (zie bijlage plan 13).

Niettegenstaande de resultaten van de injecties met het aquareactief prepolymer beter waren dan deze met cementspecie is toch besloten om verder te injecteren met cementspecie omwille van het feit dat deze laatste economischer uitviel en dat de grond ook in dit geval voldoende verbeterd werd zodat voldoende veiligheid i.v.m. het grensdragvermogen bereikt werd.

Bij de Zuivelbrug is uit de eerste proefinjectie met cementspecie en een tussenafstand van 1,50 m tussen de injectiepunten, gebleken dat het resultaat, zowel op de linker- als op de rechteroever onvoldoende was. Daarom is een tweede proefinjectie met cementspecie en met een tussenafstand van 1 m tussen de injectiepunten uitgevoerd (zie bijlage plan 5). Deze gaf voldoendegevende resultaten, uitgezonderd voor het landhoofd op de linkeroever. Voor dit laatste is dan, met hetzelfde raster (zijde 1 m), een proefinjectie met het aquareactief prepolymer uitgetest met een voldoendegevend resultaat. Derhalve is het landhoofd op de linkeroever van de Zuivelbrug geïnjecteerd met een aquareactief prepolymer en de pijlers en het landhoofd op de rechteroever met cementspecie.



Na het injecteren is het metselwerk van de onderbouw gewapend door het aanbrengen en verankeren van een wapeningsstaaf in elke manchettepijp.

Boven de gewelven in metselwerk is een plaat in gewapend beton aangebracht, welke de landhoofden met de pijlers verbindt. In deze plaat zijn de wapeningsstaven, aangebracht in de manchettepijpen, verankerd.

Het verweerd en losgekomen baksteenmetselwerk van de booggewelven is hersteld door het bijplaatsen van bakstenen d.m.v. mortel op basis van snelverhardend cement, gevolgd door een injectie met epoxyharsen. Het massieve steunblok in blauwe hardsteen t.h.v. de draaispil en de gewelven in metselwerk zijn bewaard gebleven en verankerd in de hogerbeschreven plaat in gewapend beton d.m.v. ingeboorde en verankerde wapeningen.

Het metselwerk in blauwe hardsteen is zoveel mogelijk bewaard gebleven.

Waar vervanging noodzakelijk was, zijn de nieuwe materialen zoveel mogelijk gehaald uit de oorspronkelijke steengroeven en is bijzondere zorg besteed aan het respecteren van de bestaande afwerking van de buitenoppervlakken.

De horizontale drukken aan de achterzijde van de landhoofden zijn gereduceerd door het vervangen van de grond achter de landhoofden, over een hoogte van 2,80 m, door korrels in geëxpandeerde klei.



### DE BEWEEGBARE BOVENBOUW EN DE BEDIENINGSMECHANISMEN

Alle verbindingen, zowel voor het samenstellen van de profielen als voor het verbinden van de profielen onderling, zijn verwezenlijkt d.m.v. klinknagels, met uitzondering van enkele profielen t.h.v. de steunwielen en oplegtoestellen, waarvoor het, omwille van de zeer beperkte constructiehoogte, aangewezen was de profielen samen te stellen d.m.v. laswerk. Ook bij de leuningen, uitgevoerd in smeedstaal, zijn de verbindingen verwezenlijkt d.m.v. klinknagels. De geklonken elementen zijn uitgevoerd in de staalsoort AE 235 B, de samengelaste profielen in AE 235 D. Totaal gewicht van de staalstructuur :

- Grasbrug : 45 ton;
- Zuivelbrug : 30 ton.

Zoals passend voor dit type draai-  
bruggen, zijn zowel de rijwegvloer als  
de voetpaden in hout (azobé) uit-  
gevoerd (zie bijlage plannen 7, 6 en  
10).

Bijzondere zorg is besteed aan de  
bescherming tegen korrosie van de  
metalen onderdelen en leuningen.  
Volgend beschermingssysteem is  
toegepast : zandstralen tot de zuiver-  
heidsgraad Sa 2,5 van de norm SIS -  
055900 van 1967, gevolgd door een  
metallisatie, klasse ZA 120 volgens  
NBN 755 met een Zn-Al legering  
(85/15) en het aanbrengen van het

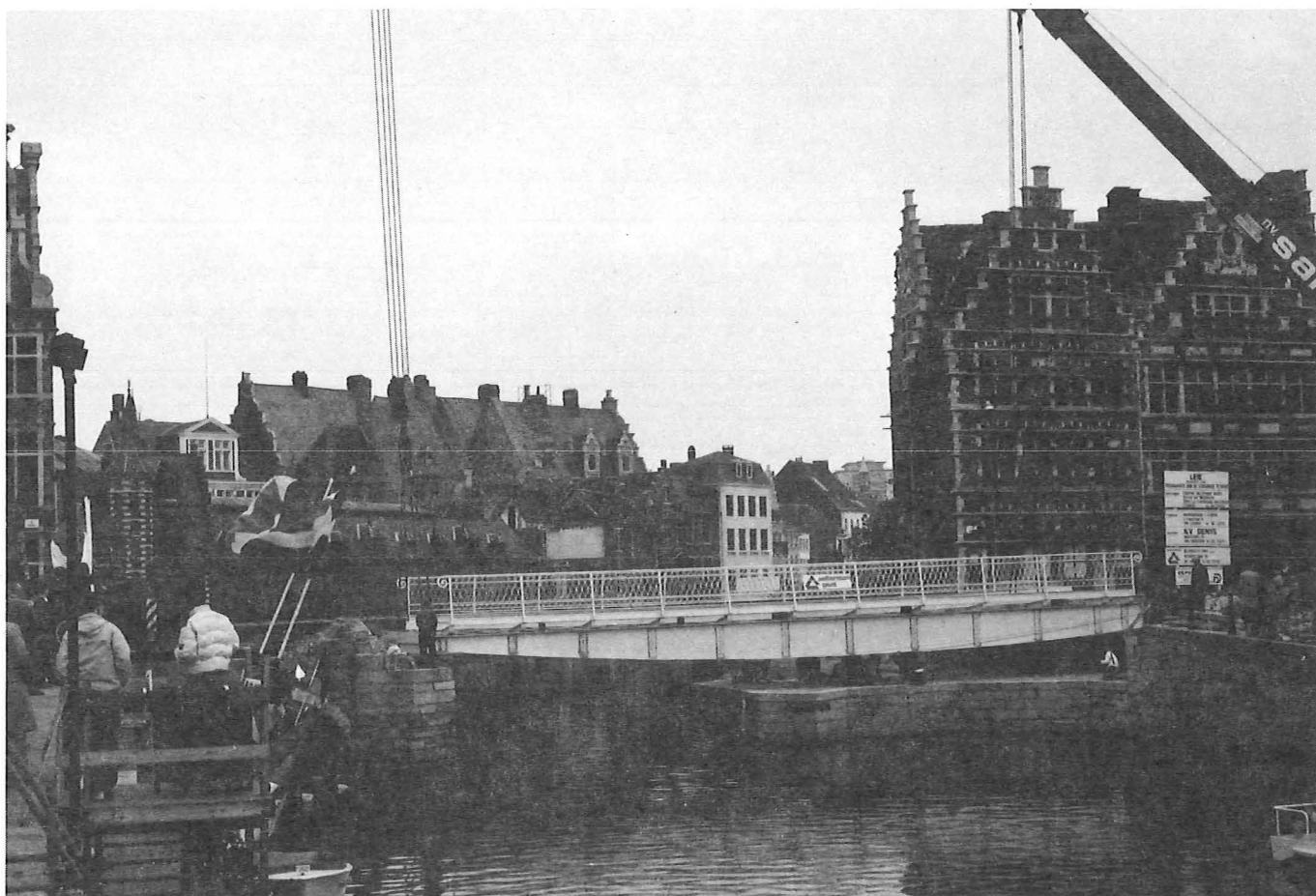
verfsysteem S-09-76 van Aflevering  
X. Bovendien hebben ook de opper-  
vlakken welke na samenstelling van  
de profielen met elkaar in contact  
blijven, een bijzondere behandeling  
ondergaan, nl. het blankstralen  
gevolgd door het aanbrengen van  
een zinkrijke verf.

De bedieningsmechanismen zijn  
aldus opgevat dat de brug door één  
persoon met de hand kan gedraaid  
worden vanop een bedieningsloop-  
brug.

Vooraleer de brug kan gedraaid wor-  
den, moet zij losgezet worden d.m.v.  
een hendel en door het mechanisch  
vrijmaken van de spievormige opleg-

toestellen aan de kant van het tegen-  
gewicht. Door het vrijmaken van  
deze oplegtoestellen kantelt de  
metalen bovenbouw tot een loopwiel  
in contact komt met de looprail,  
waarna de brug kan gedraaid worden  
(zie bijlage plan 11).

Zowél bij het openen als bij het dicht-  
draaien van de brug is op het einde  
van de koers een stootbuffer voor-  
zien welke de kinetische energie van  
de metalen bovenbouw opvangt.



## **TOEKOMST- PERSPEKTIEVEN**

Het restaureren van de Grasbrug en de Zuivelbrug betekent een eerste stap i.f.v. de herwaardering van de Gentse binnenwateren.

Naast de hierboven beschreven werken zijn aan twee andere bruggen over de Leie eveneens restauratiewerken aan de gang.

Het uiteindelijke doel is het opnieuw toegankelijk maken via de waterweg van de historische haven van Gent, samen met een totale vernieuwing en verbetering van de bruggen zelf, en ze bestand maken tegen het steeds zwaarder worden van het wegverkeer. De berekeningshypotesen zijn dus aangepast aan de moderne normen.

## **ONTWERP EN LEIDING VAN DE WERKEN**

*MINISTERIE VAN  
OPENBARE WERKEN*

Bestuur der Waterwegen  
Stroomgebied der Schelde  
1e Directie

**AANNEMER :**

**N.V. DENYS**

**ONDERAANNEMERS :**

- metalen bovenbouw :  
B.V.B.A. AELTERMAN & Zonen
- mechanische uitrusting :  
N.V. DE PECKER

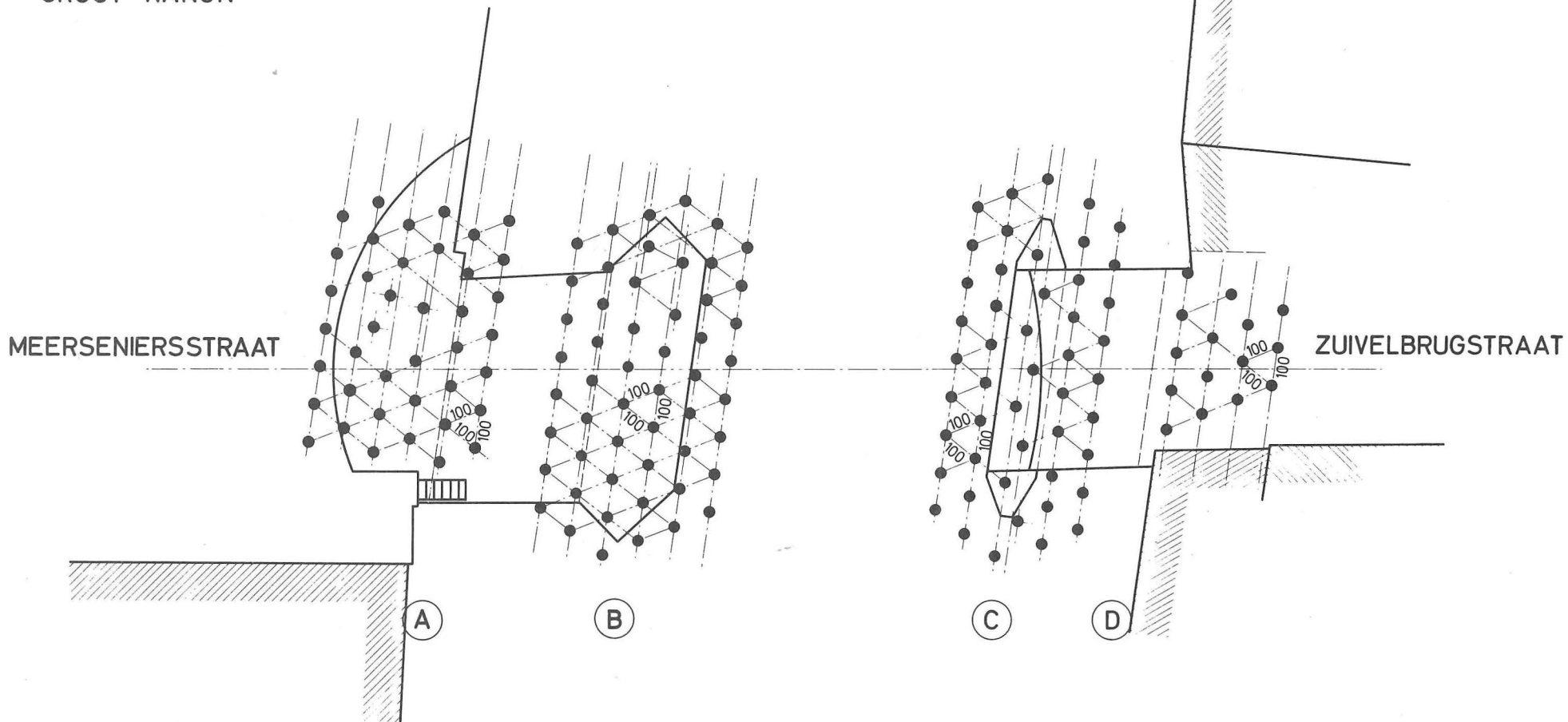
**STUDIEBUREAU :**

**R. MEYNS**

De tekst werd opgesteld door ir. Mevr. Y. KREPS-HEYNDRIKX, Hoofdingenieur-directeur van Bruggen en Wegen en ir. L. HESTERS e.a. ingenieur van Bruggen en Wegen, Bestuur der Waterwegen, Dienst van het Stroomgebied der Schelde - 1e directie.

# PLAN 5 : ZUIVELBRUG : Inplanting injectiepunten.

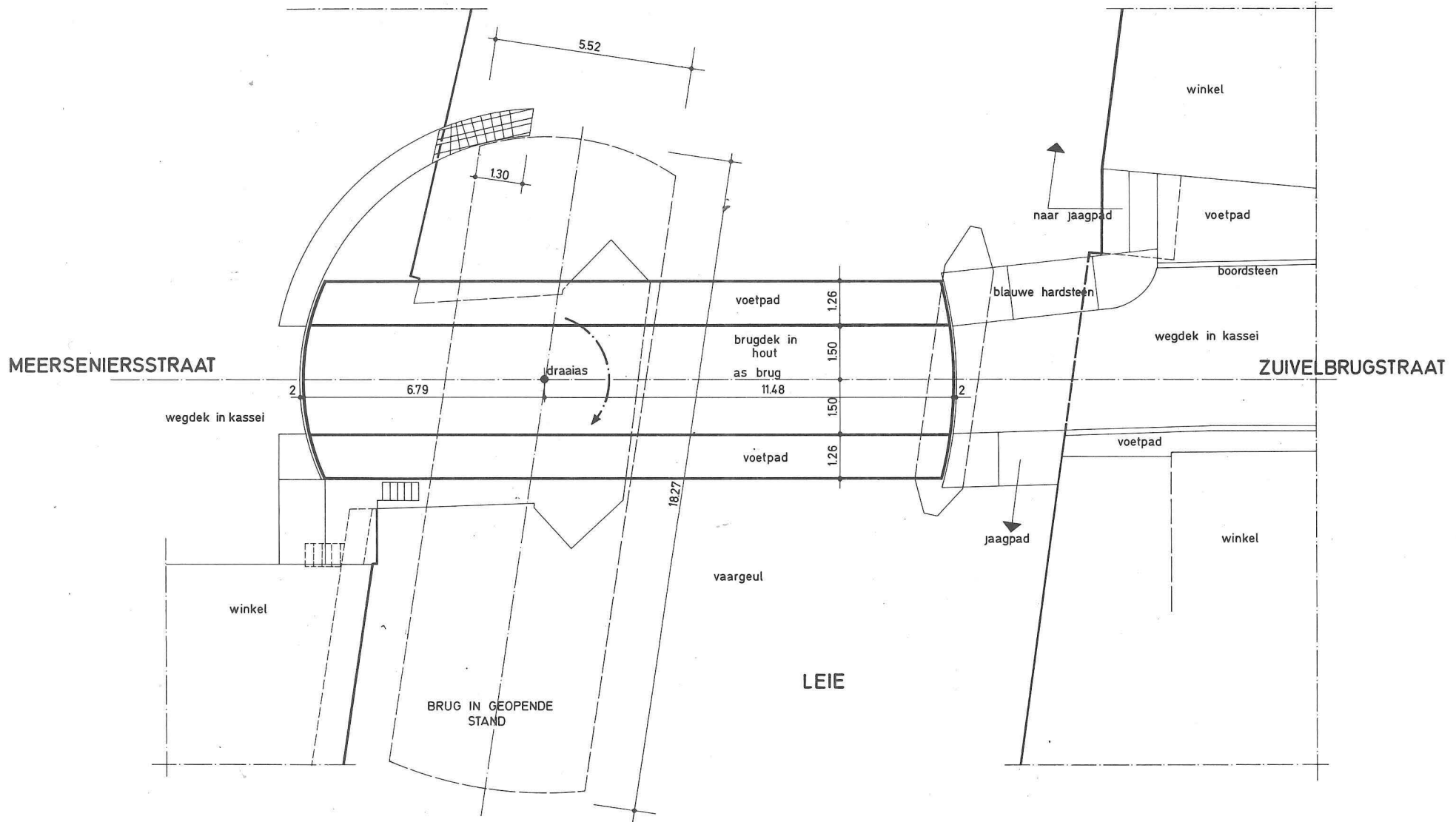
GROOT KANON



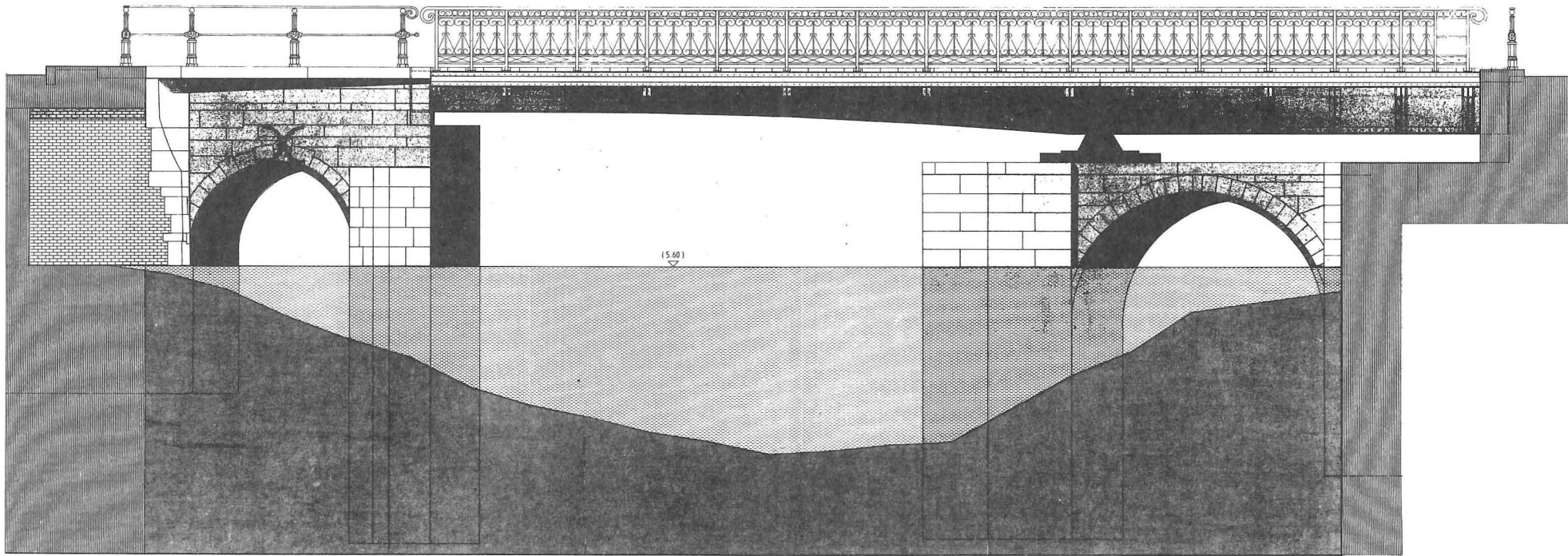
INJECTIE MET CEMENTSPECIE : LANDHOOFD (A)  
PIJLERS (B) EN (C)

INJECTIE MET AQUAREACTIEF PREPOLYMEER : LANDHOOFD (D)

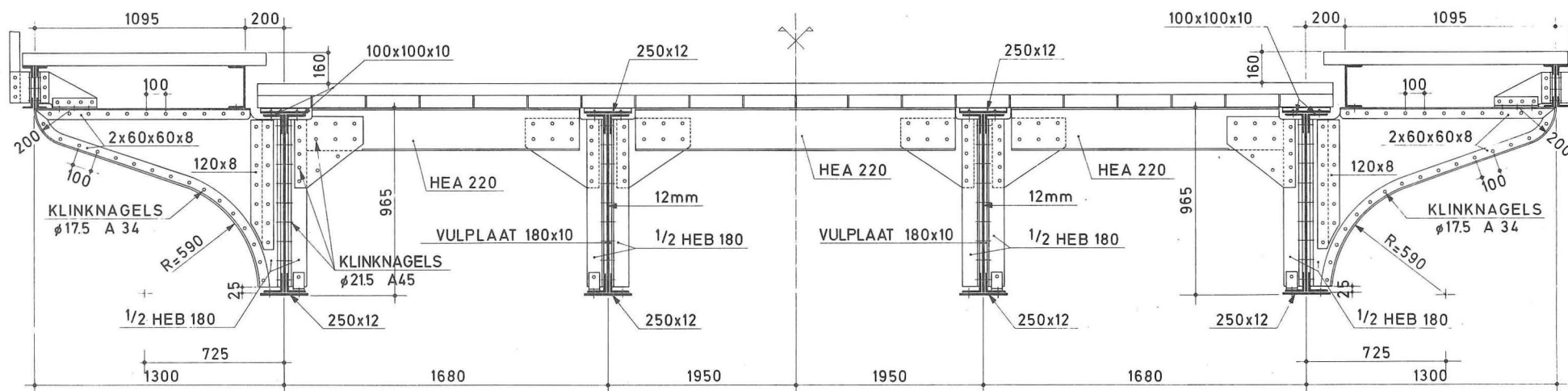
# PLAN 6 : ZUIVELBRUG : Planzicht.



PLAN 7 : ZUIVELBRUG : Aanzicht van de brug.

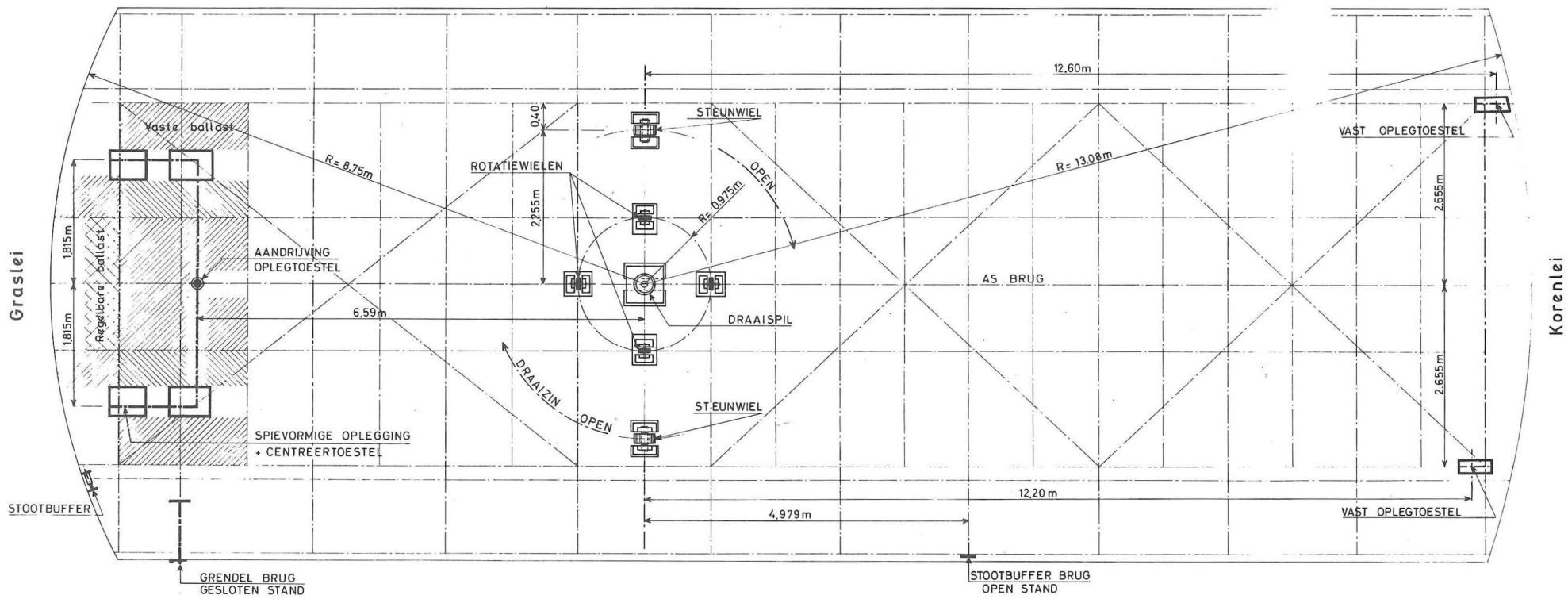


**PLAN 10 : GRASBRUG : Dwarsdoorsnede van de metalen bovenbouw.**





**PLAN 11 : GRASBRUG : Schematisch planzicht van de metalen bovenbouw.**



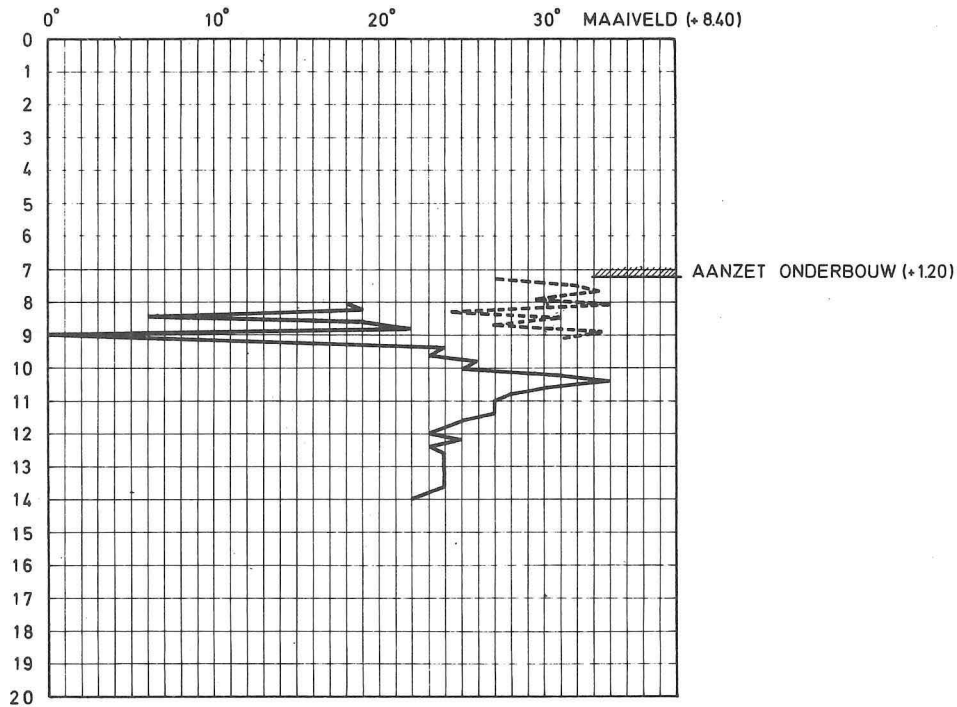
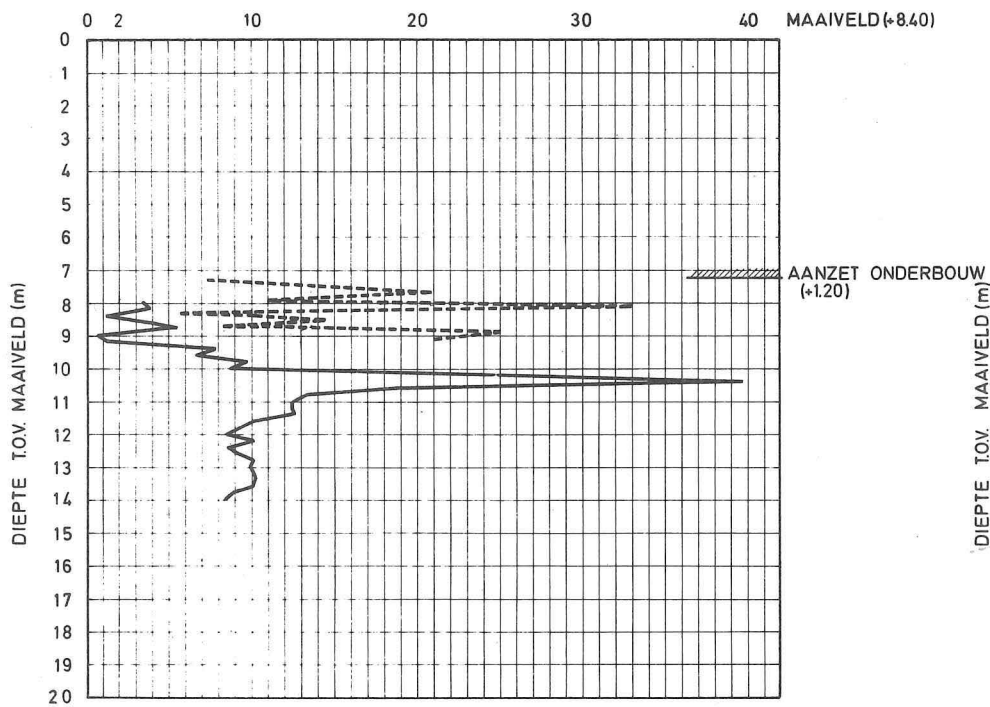
PLAN 13 : GRASBRUG : Diepsonderingen vóór en na de injecties.

GRASBRUG (kant Graslei)

DIEPSONDERINGEN

$C_{kd}$  = CONUSWEERSTAND (N/mm<sup>2</sup>)

WRIJVINGSHOEKEN  $\varphi$  of  $\varphi'$



————— Gemeten waarden vóór injectie  
 - - - - - Gemeten waarden ná injectie

————— Gemeten waarden vóór injectie  
 - - - - - Gemeten waarden ná injectie