De uitvoering van de werken betreffende den bouw van het Sluizencomplex te Ravenswaaij (Gld.)

Het Sluizencomplex te Ravenswaaij (Gld.)

Februari 1941

L.S.,

Van de hand van den Techn. Ambtenaar van den Rijkswaterstaat B. Hakkeling verschenen in het Waterbouwkundig tijdschrift „O.T.A.R." een aantal artikelen, waarvan wij U hierbij een overdruk toezenden.
Verleden jaar deden wij U een beschrijving toekomen van denzelfden auteur van de eveneens door ons uitgevoerde Sluis bij Wijk bij Duurstede en meenden wij, dat een verhandeling over het tweede Sluizencomplex van het Amsterdam-Rijnkanaal (Sluis bij Ravenswaay) eveneens Uw belangstelling zou hebben.
Ongerwijfeld zal de vruchtbare pen van den Heer Hakkeling zich t.z.t. ook wijden aan het Sluizencomplex, dat wij momenteel weder uitvoeren, n.l. de Sluis bij Tiel (3e en laatste Sluis van het Amsterdam-Rijnkanaal).
Gaarne zullen wij U bij verschijning ook dit boekwerkje toezenden.

Met verschuldigde hoogachting, verblijven wij,
Uw dw.
N.V. Aann. Mij. v.h. Hillen & Roosen en Betonbouw Trio
Leo J. J. Hillen.
P. C. J. Hillen.

Van de zijde van den Rijkswaterstaat fungeerden als leden der Directie:
Hoofd-Ing. Dir.tit. Ir. C. G. Krayenhoff v. d. Leur.
Ingenieur, later Hoofd Ing. Ir. J. H. Verhey.
Voor de leiding van het dagelijksch toezicht: Ir. C. L. M. Lambrechtsen van Ritthem.

De uitvoering van de werken
betreffende
den bouw van het Sluizencomplex te Ravenswaaij (Gld.)

door B. Hakkeling, Technisch Ambtenaar van den Rijkswaterstaat

Inleiding.

Zooals bekend wordt het Amsterdam-Rijnkanaal door de Betuwe naar de Waal, 1.4 km boven Tiel, doorgetrokken om een verbinding met de nagenoeg steeds bevaarbare Waal tot stand te brengen. Dit kanaalpand, Betuwepand genoemd, staat volgens verwachting gedurende gemiddeld 345 dagen per jaar in open verbinding met de Lek. Dit zal zijn bij standen op de Lek lager dan 5.55 m+ N.A.P., bij hoogere Lekstanden wordt het Betuwepand ten Oosten van Ravenswaay, in het dorpje Rijswijk door een sluizencomplex afgesloten en wordt door pompen gezorgd dat het peil van 5.55 m+ N.A.P. niet wordt overschreden. Uit het voorgaande blijkt dat slechts gedurende een 20-tal dagen per jaar te Ravenswaay geschut behoeft te worden ; de overige dagen zal de waterkeering open staan.

Voor een onbelemmerde scheepvaart is het daarom gewenscht een dubbele doorvaartopening te hebben. Een dubbele schutsluis is niet noodig aangezien aan het Waaleinde van het Betuwepand te Tiel, evenals aan de noordzijde van de Lek te Wijk bij Duurstede een enkele sluis voldoende is. Bovendien zullen bij hooge Lekstanden vele schepen geen gebruik van het Betuwepand maken doch de Lek op- en afvaren. Een keersluis als tweede opening naast de schutsluis te Ravenswaay is dus voldoende.

Aangezien de bouw van het sluizencomplex te Ravenswaay eenvoudiger van aard was dan dat te Tiel is dit het eerste in uitvoering genomen om spoediger tot het baggeren van het kanaal te kunnen geraken.

Het sluizencomplex is evenals de sluizen te Wijk bij Duurstede en Vreeswijk op een afstand van ongeveer 1200 m uit de normaallijn van de Lek geprojecteerd, zie fig. 1 (werd eveneens onder fig. 1 in het Juli-nummer 1913 vermeld, doch volledigheidshalve ook hier opgenomen.) De bandijk werd door de voorhaven doorsneden met gevolg dat het ongeveer 550 m binnen den bandijk liggende sluizencomplex door nieuwe bandijken met de bestaande verbonden moest worden.

Zoowel het verkeer over den bandijk als dat van de binnendijks loopende secundaire wegen wordt over de sluis geleid.

Tegen het binnensluishoofd sluiten de tot 6.50 m+ N.A.P. opgetrokken en tot 5.55 m+ N.A.P. keerende kanaaldijken aan.

De hoofdafmetingen van de sluis zijn :

wijdte der sluizen	18 m,
nuttige schutlengte van de schutsluis	260 m,
dorpelhoogte	2.35 m—N.A.P.

De hoogste Lekstand bedraagt 8.00 m+ N.A.P., de laagste 1.45 m+ N.A.P. Bij deze laagste stand bedraagt de drempeldiepte mitsdien 3.80 m.

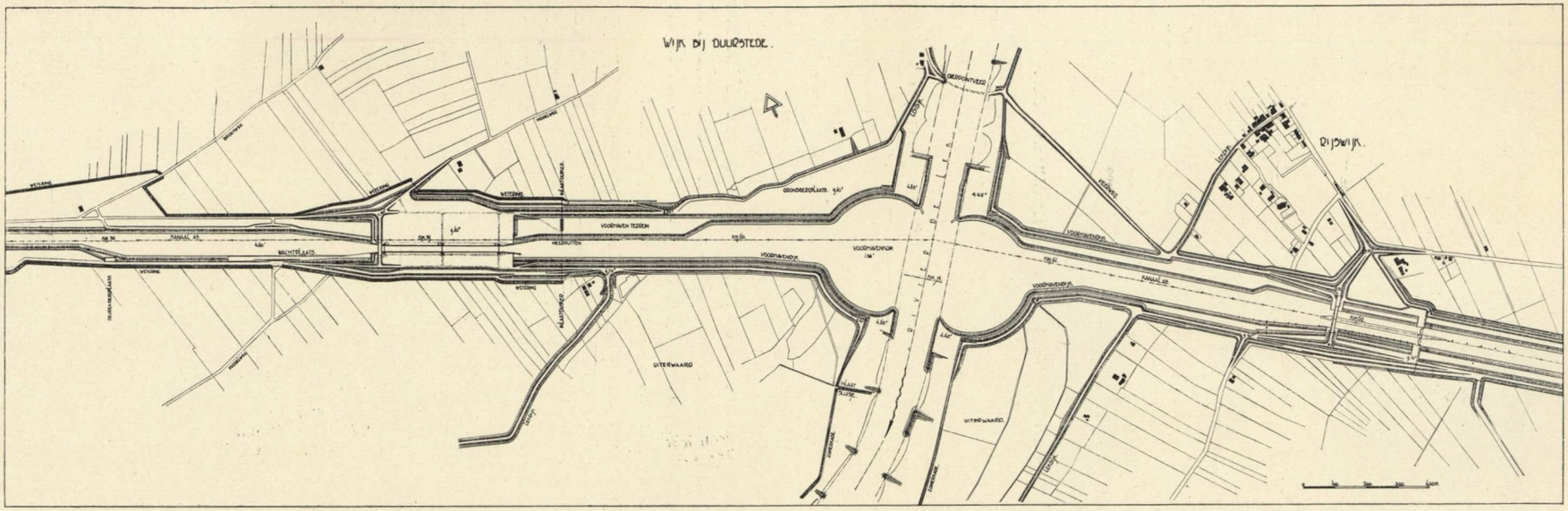


Fig 1. Kruising van het Amsterdam-Rijnkanaal met de Lek bij Wijk bij Duurstede

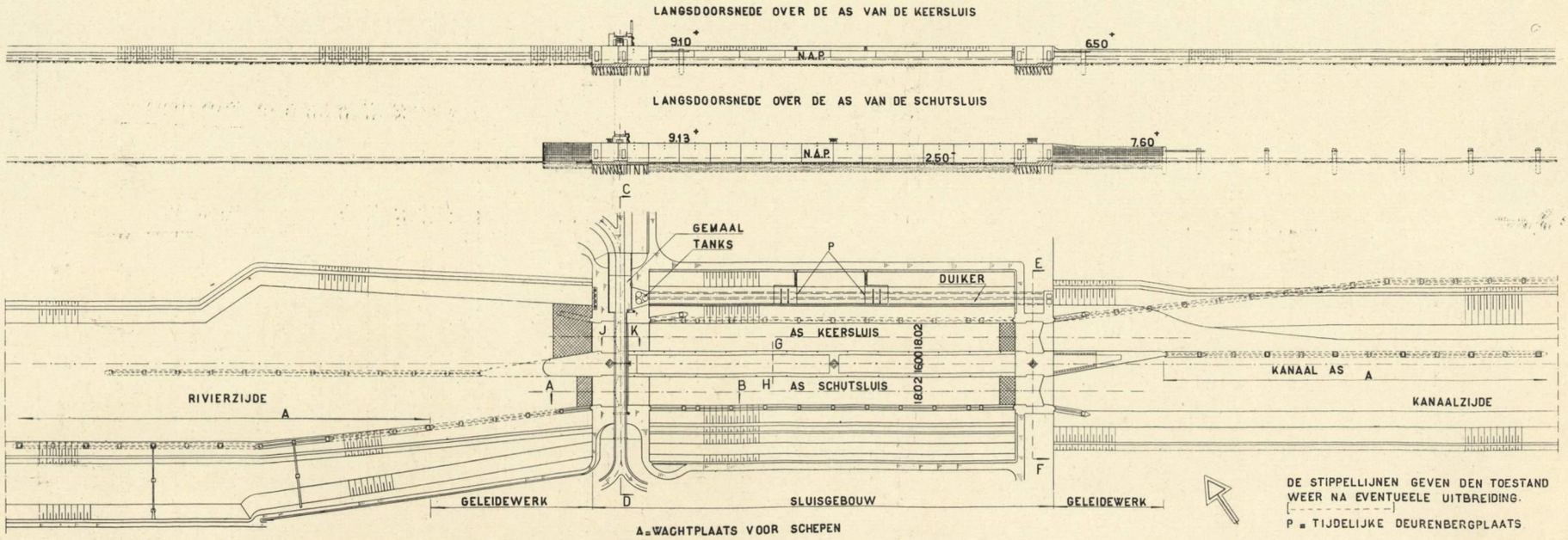


Fig. 2. Situatie Sluizencomplex te Ravenswaay

Algemeene omschrijving van het ontwerp.

Het sluisgebouw.

Waar het niet verantwoord werd geacht den bandijk ter plaatse van de keersluis te vervangen door slechts één beweegbare waterkeering, bevat de keersluis er twee. Aangezien het voorts in de bedoeling ligt om de keersluis t.z.t., indien zich de behoefte daartoe zal doen gevoelen, in te richten als tweede schutsluis, is de keersluis precies gelijk geworden aan de schutsluis, behoudens het voorloopig weglaten van later gemakkelijk aan te brengen voorzieningen ten gerieve van de doorschuttende schepen en een vlot regelmatig schutbedrijf. De gekozen oplossing bracht echter als consequentie met zich mede, dat de zuigbuizen van het gemaal langs de geheele sluislengte moesten worden doorgetrokken. Immers zijn de deuren van het binnenhoofd van de keersluis de reserve van die van het buitenhoofd en moet er kunnen worden gemalen als de reservedeuren keeren.

De sluizen, fig. 2, bestaan elk uit een buitenhoofd, een schutkolk, een binnenhoofd en geleidingswerken voor de scheepvaart. Als beweegbare waterkeeringen zijn puntdeuren gekozen, omdat niets zich tegen het gebruik daarvan verzet; ze zijn voorts goedkooper dan andere. De sluishoofden kunnen worden drooggelegd met dezelfde hulpmiddelen als de andere 18.- m wijde sluizen van het kanaal.

Beide sluizen hebben sluishoofden, welke, evenals bij het sluizencomplex te Vreeswijk niet met elkander zijn verbonden, fig. 3. De afstand tusschen de beide buitenhoofden onderling en eveneens tusschen de beide binnenhoofden is zoodanig gekozen, dat in de toekomst, wanneer ook door de keersluis zal worden geschut, wachtende schepen, rechts houdend, buiten de sluizen aan de middenpier kunnen wachten, zonder de scheepvaart uit de sluizen te hinderen. De sluizen staan dus verder uit elkander dan die te Vreeswijk (afstand van de assen der sluizen is 34 m tegen 28 m te Vreeswijk). De sluishoofden zijn van het z.g. bakprofiel en om dezelfde redenen als b.v. bij de sluis te Wijk bij Duurstede op betonpalen gefundeerd. De detailleering van de hoofden is zooveel mogelijk gelijk aan die te Vreeswijk en Wijk bij Duurstede, althans wat bolders, haalkommen, lichtbakken, dekzerkprofiel, peilschalen en ladders betreft. De waterkeerende deuraanslagen zijn samengesteld uit graniet, de aanslagen voor het opnemen van de groote spatkrachten der deuren bestaan uit gietstalen stoelen.

De slagdorpels zijn van gietstaal en sluiten op het graniet van de slagstijlen aan, fig. 4. De voegen in het graniet zijn telkens tusschen twee deurregels in geplaatst, de deurreacties worden op deze wijze het gunstigst overgebracht.

Alle sluishoofden zijn zooveel mogelijk aan elkander gelijk.

De vleugelwanden bestaan uit op elkander verankerde stalen damwanden. Weliswaar worden door deze wijze van verankeren lange ankers gevorderd, doch men bereikt er mede dat de wanden bij de aanaarding niet naar voren zullen zetten. In verband met het inklinken van den grond tusschen de damwanden worden de ankers gelijk als te Wijk bij Duurstede met een „tonrondte" gelegd en worden de uiterste 3 m lengten afgedekt met omgekeerde U's van gebruikt bekistinghout, welke met den grond mede kunnen zakken zonder op de ankers te gaan rusten.

De schutkolken van beide sluizen zijn, in tegenstelling met die van de sluis van het Julianakanaal te Limmel, door een middenmuur van elkander gescheiden.

Zulks is in hoofdzaak geschied om de volgende redenen:

a. indien bij een defecte deur van de schutsluis de keersluis als reserve schutsluis dienst zou moeten doen zou, bij afwezigheid van den middenmuur niet kunnen worden geschut;
b. het op peil brengen van de kolk duurt zonder middenmuur belangrijk langer, zoodat de schutcapaciteit des te eerder klein zal zijn, tenzij ook door de deuren van de keersluis water wordt in- resp. uitgelaten;
c. de bemalingscapaciteit zou wegens het veel grootere waterbezwaar tengevolge van de groote hoeveelheden schutwater belangrijk grooter moeten zijn;
d. in elk geval zou t.p.v. de middenmuur een geleidewerk en een meergelegenheid moeten worden gemaakt voor de schepen in de schutsluis;
e. tijdens het gelijktijdig gebruik in tegengestelde richting van de beide openstaande doorvaartopeningen zouden ongunstige dwarsstroomingen ontstaan wat een toenemende kans op beschadiging tengevolge zou hebben.

Oorspronkelijk was er een middenmuur van stalen damwand ontworpen, onmiddellijk na de devaluatie bleek het echter voordeeliger een betonmuur te maken. Deze muur is een copie in beton van den stalen damwandmuur en is feitelijk een nieuw type. Hij bestaat uit een bak zonder bodem, gefundeerd op twee damwanden van gewapend beton, fig. 5.

De stabiliteit tegen verschuiven door horizontale krachten wordt verkregen door de wrijving van den grond (zand) in den bak over den grond er onder (eveneens zand). Bij het vaststellen van het gewicht van het zand in den bak, dat voor de berekening van de wrijving over den ondergrond in aanmerking komt, is niet in rekening gebracht het zand, dat door de wrijving aan wanden en schotten blijft hangen. Vandaar dat de vakken, waarin de muur is verdeeld zoo groot mogelijk moesten zijn. „Silowerking" moet bij dit type muren worden vermeden. De damwanden zijn zooveel moge-

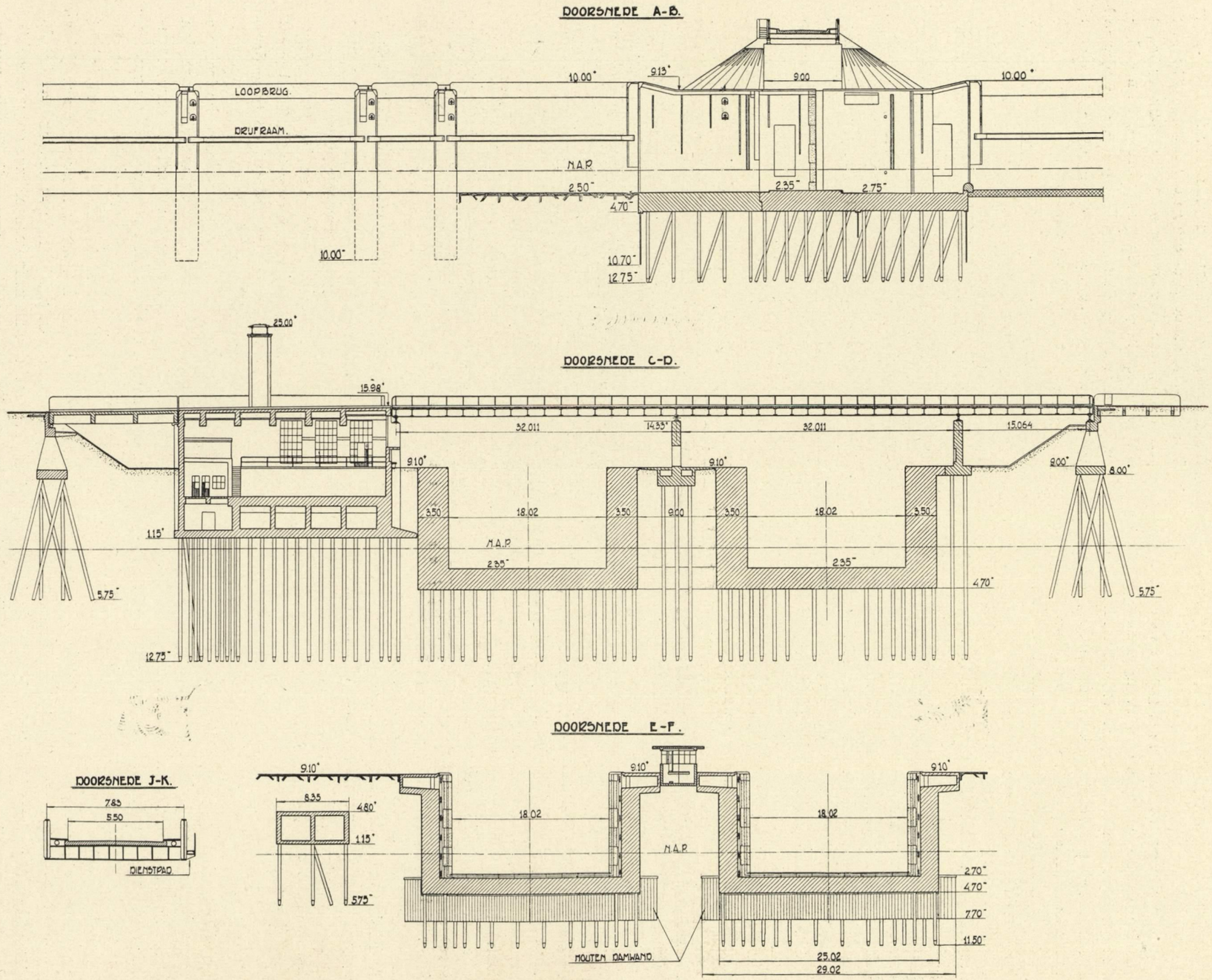


Fig. 3. Verticale doorsneden

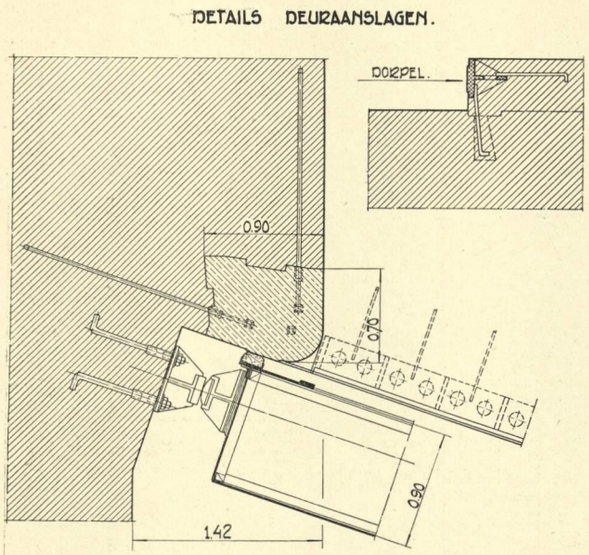


Fig. 4. Details deuraanslagen

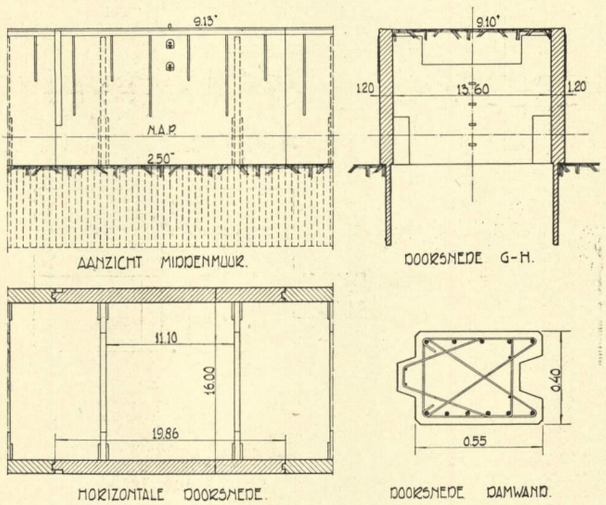


Fig. 5. Middenmuur

lijk naar achteren geplaatst om het in de dwarsschotten optredende moment gunstig te beinvloeden.

In den middenmuur zijn bolders aangebracht boven het peil, waarbij het schutten begint, en wrijfijzers om den ander boven dat peil en boven den laagst voorkomenden waterstand (de wrijfijzers onder het lage schutpeil — 5.55 m+ N.A.P. — zijn er om het beton te beschermen bij het voorbij varen van de schepen, wanneer de deuren van de sluizen openstaan).

De kolkwand van de schutsluis tegenover den middenmuur bestaat uit een reeks meerputten, als voor de geleidewerken te Vreeswijk en Wijk bij Duurstede uitgevoerd, waaroverheen betonbruggen en waartusschen drijframen van oregon-pine. De kolkwand achter deze putten wordt gevormd door een aarden beloop. Tot het doorlaten van scheepjes tenbehoeve van het schoonhouden van het water achter de meerputten met drijframen en van het onderhoud van het beloop zijn dicht bij de hoofden twee putten abnormaal dicht bij elkander geplaatst, zie fig. 2. Het drijfraam tusschen deze putten kan op eenvoudige wijze worden verwijderd. De betrokken dicht bij elkander staande putten zijn dicht bij de hoofden geplaatst om, ter wille van het afremmen der schepen, over dichter bij elkander gelegen bolders te beschikken.

Aan de hoekzijde van elk hoofd is als het ware een halve meerput uitgebouwd tot het geven van geleidingen aan de aangrenzende drijframen.

In de keersluis is geen meerputtenreeks geplaatst, zulks kan later geschieden, als de keersluis als schutsluis moet worden ingericht. Alleen is een meerput met drijfraam aangebracht aan de kanaalzijde van het buitenhoofd, zulks om aanvaring te voorkomen. Bij het inrichten van de keersluis tot schutsluis moet deze put worden verplaatst.

De buiten de sluis staande geleidingswerken zijn zoo zuinig mogelijk ontworpen, fig. 2. Als het later noodig mocht blijken de in de figuur gestippeld geteekende meerputten te plaatsen tusschen die, welke reeds zijn gemaakt, kan daartoe steeds worden overgegaan, zonder de scheepvaart te hinderen.

De geleidingswerken zijn volkomen gelijk van constructie aan die te Wijk bij Duurstede. In tegenstelling met Vreeswijk is vooralsnog in de buitenhaven geen middenpier noodig. Te Vreeswijk toch dient deze in de eerste plaats om te voorkomen, dat een sleep bij sterken dwarswind, na het wachten, bij het in de sluis varen door de geringe snelheid afwaait naar het vaarwater van de andere sluis en aldus de scheepvaart uit die andere sluis zou hinderen en in de tweede plaats om orde-handhaving in de beide sluizen en in de wachtplaatsen voor schepen door slechts één sluismeester mogelijk te maken. Waar er in het onderhavige geval

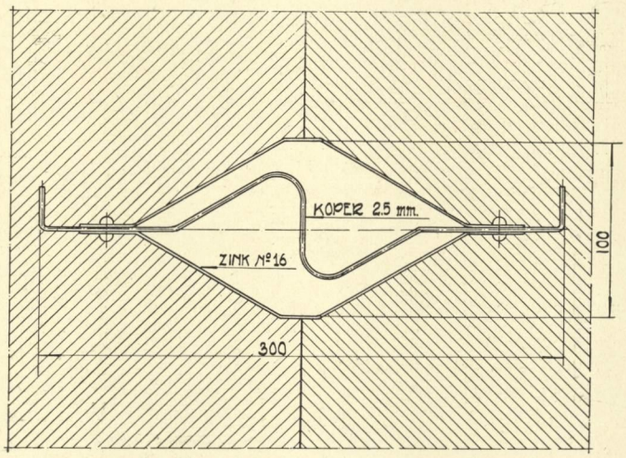


Fig. 6. Expansiestrip

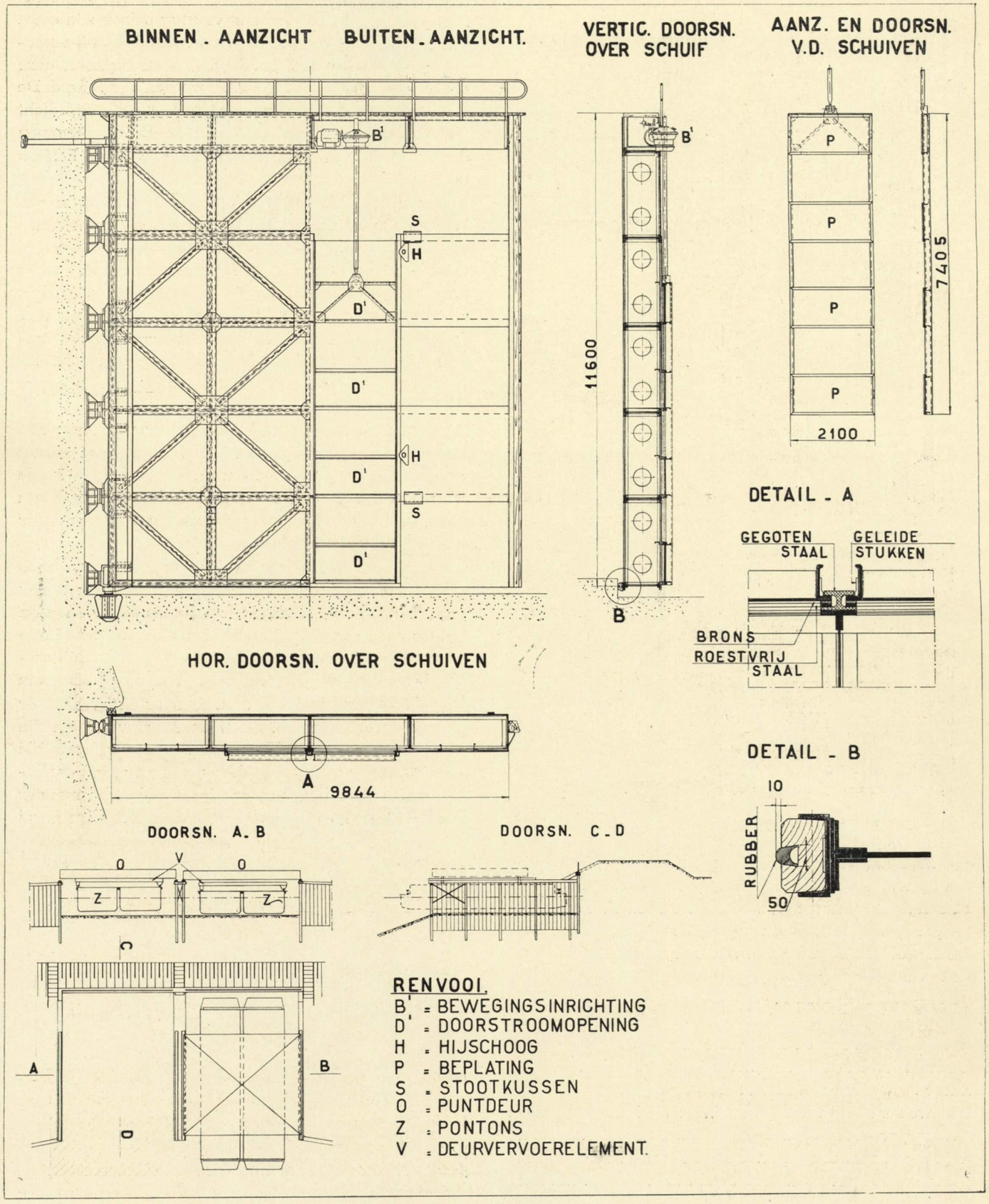

BINNEN . AANZICHT
BUITEN . AANZICHT.
VERTIC. DOORSN. OVER SCHUIF
AANZ. EN DOORSN. V.D. SCHUIVEN
B'
S
H
D'
11600
P
7405
2100
DETAIL - A
GEGOTEN STAAL
GELEIDE STUKKEN
BRONS
ROESTVRIJ STAAL
B
HOR. DOORSN. OVER SCHUIVEN
A
9844
DETAIL - B
10
RUBBER
50
DOORSN. A. B
DOORSN. C - D
O
V
Z
C
D
RENVOOI.
B' = BEWEGINGSINRICHTING
D' = DOORSTROOMOPENING
H = HIJSCHOOG
P = BEPLATING
S = STOOTKUSSEN
O = PUNTDEUR
Z = PONTONS
V = DEURVERVOERELEMENT.

Fig 7. Deuren

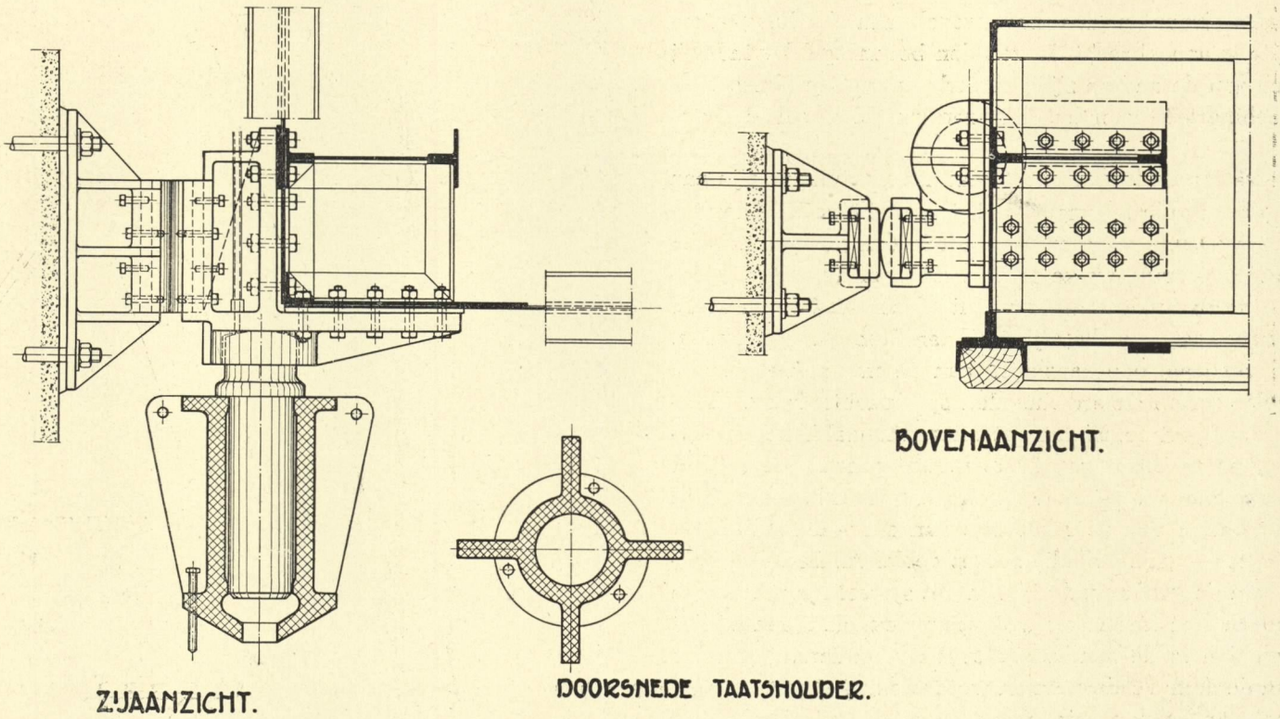


Fig. 8. Deurstoel met schoen, w.o. taats in taatshouder

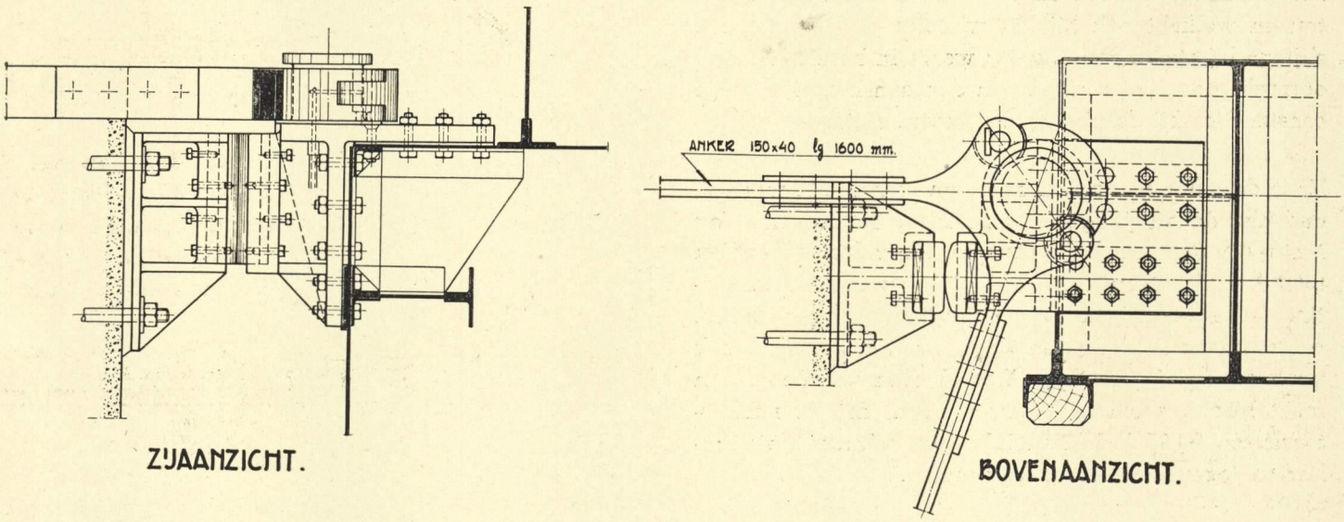


Fig. 9. Deurstoel met hals, waarom halsbeugel

slechts één schutsluis is, is de middenpier vooralsnog overbodig te achten.

De meerputten zijn om beschadiging van schip en put te voorkomen voorzien van een ring van oregon-pine. Aansluitend op de binnensluishoofden van de sluizen is ter communicatie van de deelen van de door het sluizencomplex in tweeën gesneden polder een duiker van gewapend beton geconstrueerd. De duiker rust op betonpalen. De voegen zijn voorzien van een koperen expansiestrip, fig. 6.

D e u r e n .

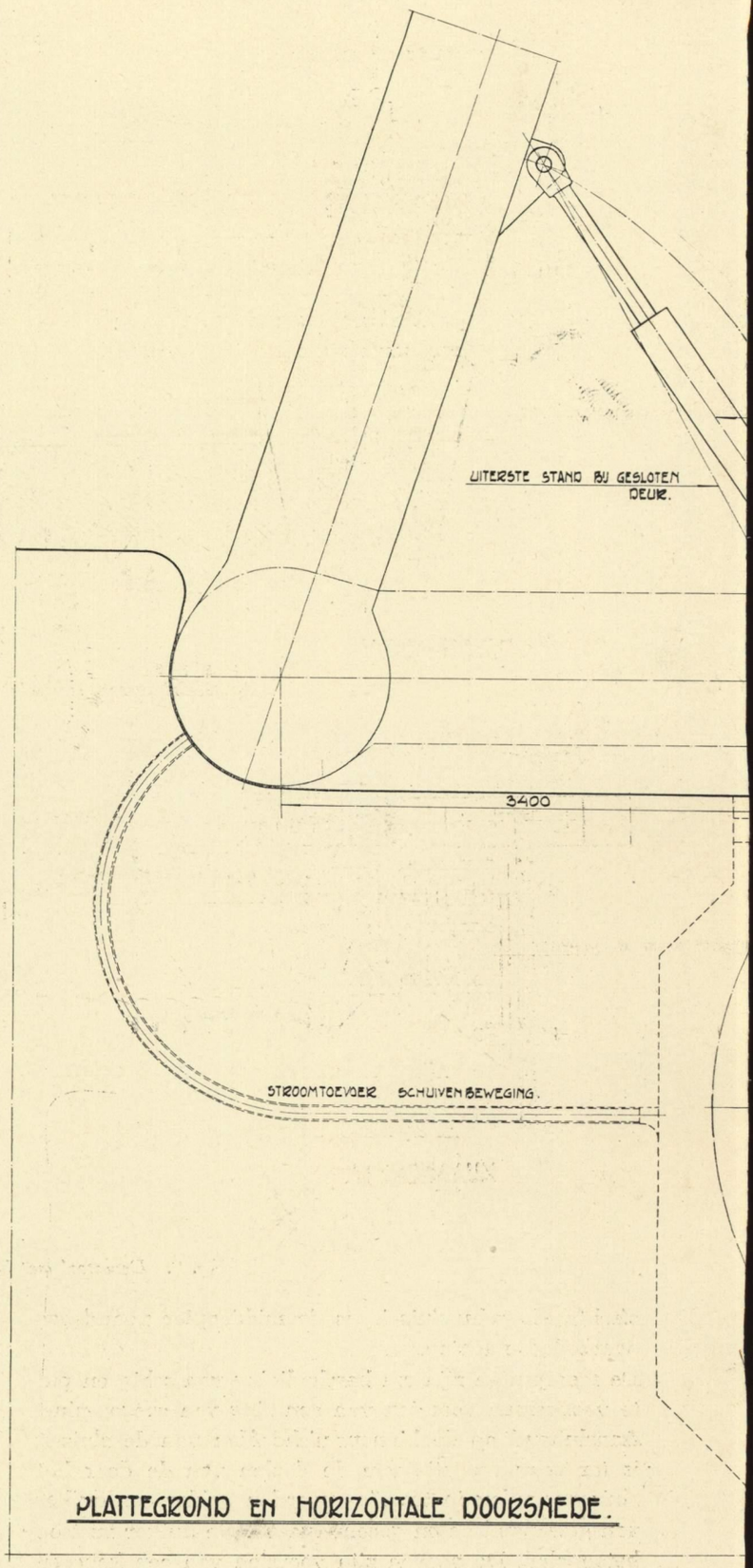
De deuren, fig. 7, zijn in hoofdzaak geklonken vloeistalen regeldeuren en niet van een luchtkist voorzien. De regels hebben in plattegrond zuiver den rechthoekvorm, en zijn dus niet aan de einden afgesnoten, hetgeen weliswaar voor de deuren een weinig extra materiaal vordert, doch door eenvoudiger bewerking des niettemin goedkooper is. De beplating is een enkele,

welke, beneden den bovenregel, aan de hoogwaterzijde is aangebracht. Boven den bovenregel bevindt zij zich aan de andere zijde in verband met de plaats voor machinerieën voor het bewegen van de schuiven.

De verbindingen van de beplatingverstijvingen zijn aan regels gelascht. Aangezien het gewicht van de deuren (circa 40 ton per deur) grooter is dan de opwaartsche wateroverdruk, welke er bij waterkeering onder tegenaan werkt, wordt die druk niet door wrijving van de deuren tegen de slagstijlen en den drempel opgenomen. De verticale deuraanslagen aan de muurzijde worden veelal gecombineerd met den spatkrachtaanslag. Volgens rapport no. 55 van het Internationaal Scheepvaartcongres te Cairo van 1926 is deze constructie bij het Panamakanaal — waar de aanslag geconstrueerd is in de richting van de resultante van deur- en spatkracht reactie — geen volledig succes gebleken. Een vereischte van de goede werking van het systeem is n.l. dat de deuren niet tegen de slagdorpels steunen. Doen zij het wel, dan is de spatkracht over het onderste gedeelte van de deur verdwenen en wordt de achterhar over dat deel van de deur niet meer door het sluisgebouw gesteund. Dit euvel zal zich voordoen, wanneer de spatkrachtaanslagen en/of de voorharaanslagen zijn gesleten en wellicht ook bij het wisselen der deuren. De slijtage bij stalen constructies wordt in hoofdzaak veroorzaakt door het roesten van den aanslag, bij houten constructies bij de uiteraard grootere slijtage.

Er is derhalve te streven naar een constructie waarbij, ondanks de afslijting der aanslagen, de onderaanslag niet tegen den dorpel gaat rusten. Waar daar bovendien over het algemeen geen zoo goede waterdichte afsluiting is te verkrijgen als de voorharaanslagen geven, is de horizontale deuraanslag van een rubberstrook voorzien, fig. 7 (detail B). Het afstellen van de deuren moet hierbij zoodanig plaats hebben, dat de rubberaanslagen 0.005 à 0.01 m inknijpen vóórdat de voorharren tegen elkander gaan steunen.

De waterdichte en de spatkrachtaanslagen zijn hier gescheiden gehouden. Om het wegslijten van de spatkrachtaanslagen tegen te gaan zijn deze voorzien van gepolijste roestvrij-stalen kussens, welke met stelschroeven bevestigd zijn in de aan de muren bevestigde gietstalen stoelen. De ruimte tusschen de kussens en het gietstaal van de steunstoelen is met een loodantimoon-alliage gevuld. De stelschroeven bestaan uit trek- en drukschroeven. Het roestvrij staal der kussens heeft een trekvastheid van 60 à 70 kg/mm². Aan de achterharren van de deuren zijn ter plaatse van de regels soortgelijke stoelen aangebracht. De achterhar



PLATTEGROND EN HORIZONTALE DOORSNEDE.

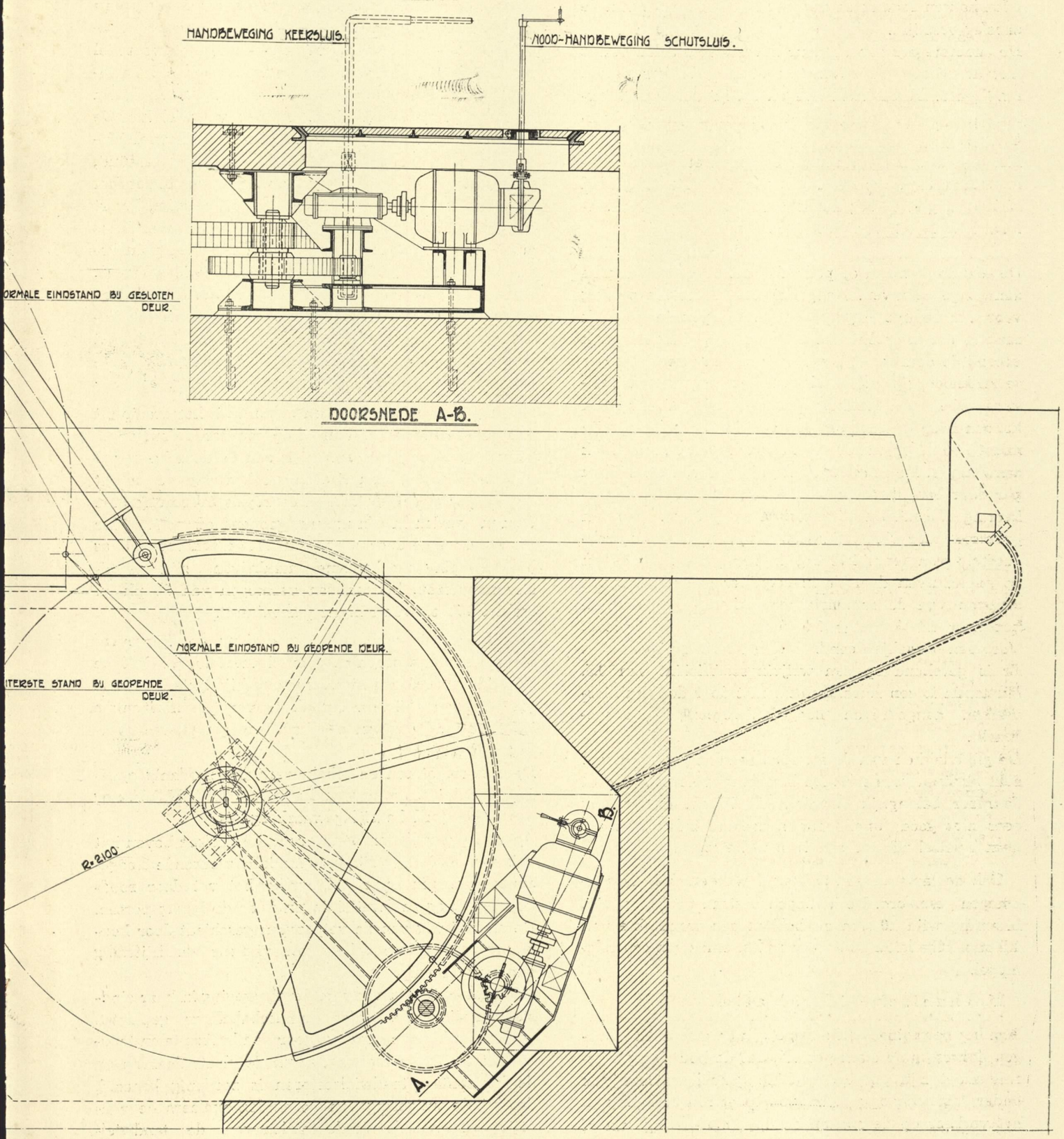


Fig. 10. Deurbewegingsmechanisme

is daar verstijfd. De verticale deuraanslagen bestaan uit eikenhouten regels; de voorhar is ten behoeve van de aanslag verstijfd.
De onderste der aan de deur bevestigde stoelen vormt met de schoen, de bovenste met de hals één geheel, fig. 8 en 9. De deuren bewegen op, in gietstalen taatshouders gevatte, smeedstalen taatsen en in dito halsbeugels.
Het gietstaal is vervaardigd volgens het basisch Siemens-Martin-proces en voldoet aan het gestelde op blad N 790 St. g.E. 52 M; het smeedstaal voldoet aan normaal blad N 702 van St.60-II-M-Om.

De schutkolk wordt op peil gebracht door in de deuren aanwezige schuiven. Aangezien het bij snelle vulling voor een rustige ligging van de schepen in de kolk zaak is het instroomende water zoo spoedig mogelijk voorbij de deuren, gelijkmatig over de natte doorsnede te verdeelen, zijn hooge jaloezie-schuiven toegepast, telkens twee naast elkander per deur. Deze schuiven konden hoog worden, omdat er bij het schutten op zijn minst 7.90 m water boven den bodem van de schutkolk aanwezig is. De schuiven zijn glijdschuiven en hebben per deur een oppervlakte van 13.75 m^2 of per waterkeering 27.5 m^2. De glijdvlakken op de deuren worden gevormd door roestvrij-stalen strippen met een trekvastheid van tenminste 100 kg/mm^2, de glijdvlakken op de schuiven door de in coquilles gegoten bronzen strippen van de samenstelling 85 % electrolytisch koper, ± 13 % tin, ± 1.5 % zink en ± 0.5 % lood. Voor een dergelijke combinatie is smering niet noodig. Er is gerekend op een wrijvingscoëfficiënt van 0.5. Niettemin is een smeersysteem met door de schuiflierwerken aangedreven hoogedrukvetpompen, aangebracht.
De glijdvlakken van de strippen worden per schuif op acht plaatsen gesmeerd. De bewegingsweerstand wordt daardoor belangrijk verminderd. Mocht de smering eens niet goed functioneeren, zoo zal zulks evenwel geen beletsel zijn, de schuiven te bewegen.

Ook de taats en de halsbeugel worden door de vetpompen gesmeerd. De leidingen bestaan uit koper, zijn inwendig wijd 10 mm en hebben een wanddikte van 1.5 mm. Elke leiding bevat nabij het einde een contrôlenippel.

Mechanische installatie.

Aan het bewegingsmechanisme van de electrisch bewogen deuren is de eisch gesteld, dat de bouwhoogte gering moet zijn om de machine geheel watervrij en onder dekzerkhoogte te kunnen bergen in verband met het verkeer op de sluizen en dat de afmeting min of meer beperkt moet zijn in verband met de breedte van den middenmuur. Het Panamawiel voldoet aan deze eischen en is hier toegepast, echter niet als een vol, doch als een half wiel, fig. 10, waardoor op de meest eenvoudige wijze — met enkele duwpers — het groote voordeel kon worden verkregen, dat de gedurende de beweging van de deur, op dat wiel werkende krachten daarin geen wringing veroorzaken. Bij een vol wiel kan de duwpers niet anders dan onder of boven het wiel aangrijpen, waardoor een koppel, dus wringing ontstaat, tenzij twee duwpersen, een boven en een onder het wiel worden aangebracht. Aan het halve wiel, levert daarentegen de bevestiging van de duwpers, met de as zuiver in de midden doorsnede van dat wiel, geen bezwaar op. De wielas is onder en boven het wiel gelagerd. De duwpers bestaat uit een buis en is van naar twee zijden werkende veeren voorzien. De inveering bedraagt naar weerszijden tenminste 0.05 m, terwijl het indrukken der veeren eerst begint bij een druk, of trekkracht, welke grooter is dan ongeveer 5500 kg.

De duwpers grijpt op 3.40 m afstand uit het draaipunt van de 10.20 m lange deur of op een derde deurlengte vanuit het draaipunt aan. Zij is aan de deur bevestigd door middel van een ijzeren stoel, welke de kracht gelijkelijk op de bovenste twee regels overbrengt. De deuren worden in één minuut geopend of gesloten. De motoren, welke door een wormwiel op een verticale as het bewegings-mechanisme aandrijven, zijn draaistroommotoren, hebben een vermogen van 13 pk en maken 750 omwentelingen per minuut.

De motor is niet van een rem voorzien; deze kan evenwel zoo noodig worden aangebracht. Tot dusver heeft de praktijk geleerd, dat hij zeer waarschijnlijk achterwege zal kunnen blijven. Op de as van het horizontale conische tandwiel kan een handbewegingssleutel worden geplaatst.
De electromotoren en schakelaars zijn zoodanig opgesteld dat bij een waterstand van 8.00 m + N.A.P. nog een ongestoord bedrijf gewaarborgd is.
Voor de smering van de lagers in de kelders boven het peil van 8.00 m+ zijn automatisch werkende hoogedrukvetpompen opgesteld, welke het vet door roodkoperen hoogedrukvetleidingen naar de lagers persen. De aandrijving van de vetpompen geschiedt door koppeling van de as van het wormwiel met de drijfstang van een vetpomp.
Voor het beëindigen van de deurbeweging in haar eindstanden zijn in de kelders eindschakelaars geplaatst, welke worden aangedreven door den horizontalen tandwielsector. Het aantal tanden en de plaats daarvan op de horizontale tandwielsectoren is zoodanig bepaald, dat bij de weigering van de eindschakelaars de aandrijvende rondsels uit de tanden van de tandwielsectoren loopen.

Voor de keersluis zijn de wormwielkast, electromotor en electrische apparaten voorloopig weggelaten.
Op de verticale wormwiel-as kan een handbewegingssleutel worden geplaatst om op deze wijze de deur te kunnen bewegen.

De schuiven worden bewogen door soortgelijke machines als te Vreeswijk en te Wijk bij Duurstede zijn toegepast. De motoren zijn draaistroommotoren met een vermogen van 5 pk; zij hebben een toerental van 750 per minuut. De motoren zijn kortsluitmotoren en bestand tegen de zeer vochtige atmosfeer in den kelder, (het neerdruipen van water komt zelfs voor).
De motoren zijn geconstrueerd op een inschakelduur van 25 % en kunnen een tweevoudig koppel uitoefenen. De hef- en daalsnelheid van de schuiven is 3 mm per sec. De trekkracht in den spindel bedraagt maximaal 12500 kg, de drukkracht 10000 kg.

De machines van de deuren en schuiven van de schutsluis zijn electrisch uitgerust ; die van de keersluis kunnen van een electro-motor worden voorzien, zoodra deze als schutsluis moet worden ingericht. Voorloopig worden de deuren van de keersluis uit de hand bewogen.
De stroomtoevoer op de puntdeuren geschiedt met een doelmatig beschermde soepele kabel.

De bediening van de schutsluis kan door één beambte geschieden. Deze bevindt zich op den muur tusschen de beide sluizen, om in de toekomst, als de keersluis als schutsluis wordt gebruikt, ook deze sluis te kunnen bedienen. De beambte kan van een willekeurig hoofd van de schutsluis af ook de schuiven in het andere hoofd heffen. De schuiven gaan automatisch omlaag zoodra de betrokken deuren geheel zijn geopend.

Gedurende het op peil komen van de schutkolk kan de bediening zich van het eene hoofd begeven naar het andere om de deuren te openen. De beambte wordt door een signaallamp aan de bedieningstafel gewaarschuwd wanneer de kolk op peil is gebracht. Het is n.l. een bekend verschijnsel, dat twee puntdeuren los van elkander gaan staan, zoodra de kolk op peil is gekomen, doordat er door de traagheid van het in- of uitstroomende water, teveel water in, resp. uit de kolk stroomt, zoodat de richting van den waterdruk tegen de deuren zal omkeeren. In de voorhar van een der deuren is nu een speciaal geconstrueerde electrische drukknop met moment schakeling aangebracht, welke is ingedrukt zoolang de voorharren van beide aanliggende deuren stijf tegen elkaar steunen en uitspringt, zoodra er een kier tusschen de deuren is ontstaan. Door dat uitspringen nu wordt de signaallamp op de bedieningstafel ontstoken.

Een soortgelijke seininrichting (verklikker) is voor het eerst toegepast bij de Noordersluis te IJmuiden. De drukknop is daar echter in de slagstijlen aangebracht. Zoodra de waterdruk ter weerszijden van de roldeur gelijk is — alsdan is in het algemeen de waterstand ter weerszijden van de deur door ongelijk soortelijk gewicht van het water niet gelijk; het verschil kan zelfs 0.10 m bedragen — rolt de deur door de bijzondere wijze van oplegging op den rolwagen zijdelings naar den evenwichtstoestand, waarbij de drukknop uitspringt en dan een waarschuwingslamp op het bedieningsbord ontsteekt. Vooral in IJmuiden is het zaak, dat de bediening gewaarschuwd wordt op het moment, dat de deur kan worden geopend, omdat de traagheid van het naar de kolk toe — of daaruit afstroomende water door de betrekkelijk lange riolen zoo groot is, dat de deur een vrij belangrijk verval naar den verkeerden kant zal gaan keeren en het dan weer enkele minuten zal duren voordat zij weer „los" is van de slagstijlen van de sluis. Ook de halingen bij ruw weer maken daar de aanwezigheid van den verklikker noodzakelijk.

D e u r e n b e r g p l a a t s .

De deuren worden normaal vervoerd op twee der pontons die dienen voor het hefdeurenvervoer, welke tot dat doel door reeds aanwezige dwarsbalken tot een stijf geheel worden vereenigd en waarop een z.g. deurvervoerelement wordt gelegd ten dienste van het op eenvoudige wijze brengen van de deuren van den horizontalen stand in den verticalen en omgekeerd.

Aangezien de pontons door water uit- en inlaat slechts betrekkelijk weinig op en neer kunnen gaan, moest de deurenbergplaats in een kanaalpand wordt ingericht, dat een vrijwel constant peil heeft, b.v. het kanaalpand ten noordwesten van de sluis te Wijk bij Duurstede.
Het deurvervoerelement, fig. 11, rust met vier pooten op de buitenkanten der pontons en is aan de eene zijde van twee assen, B, voorzien.

De met behulp van een hijschbok opgeheschen deur wordt met een tweetal daartoe aangebrachte ooren op voorgenoemde assen geplaatst. Tijdens het vieren van de deur wordt het boveneind, zoo noodig, boven de pontons getrokken en de deur tot in den horizontalen stand op de pontons gelegd. Daar het ophijschpunt van de deur het wentelen over 90° met een normale aanpikconstructie niet toelaat, is een hijschbeugel toegepast, fig. 12, waarmede de moeilijkheden worden omzeild. Fig. 7 geeft de bergplaats in beginsel weer. De in de bergplaats gevaren deur kan vervolgens door het laten van water in de pontons, op de voor haar bestemde stoppingen worden neergelaten.

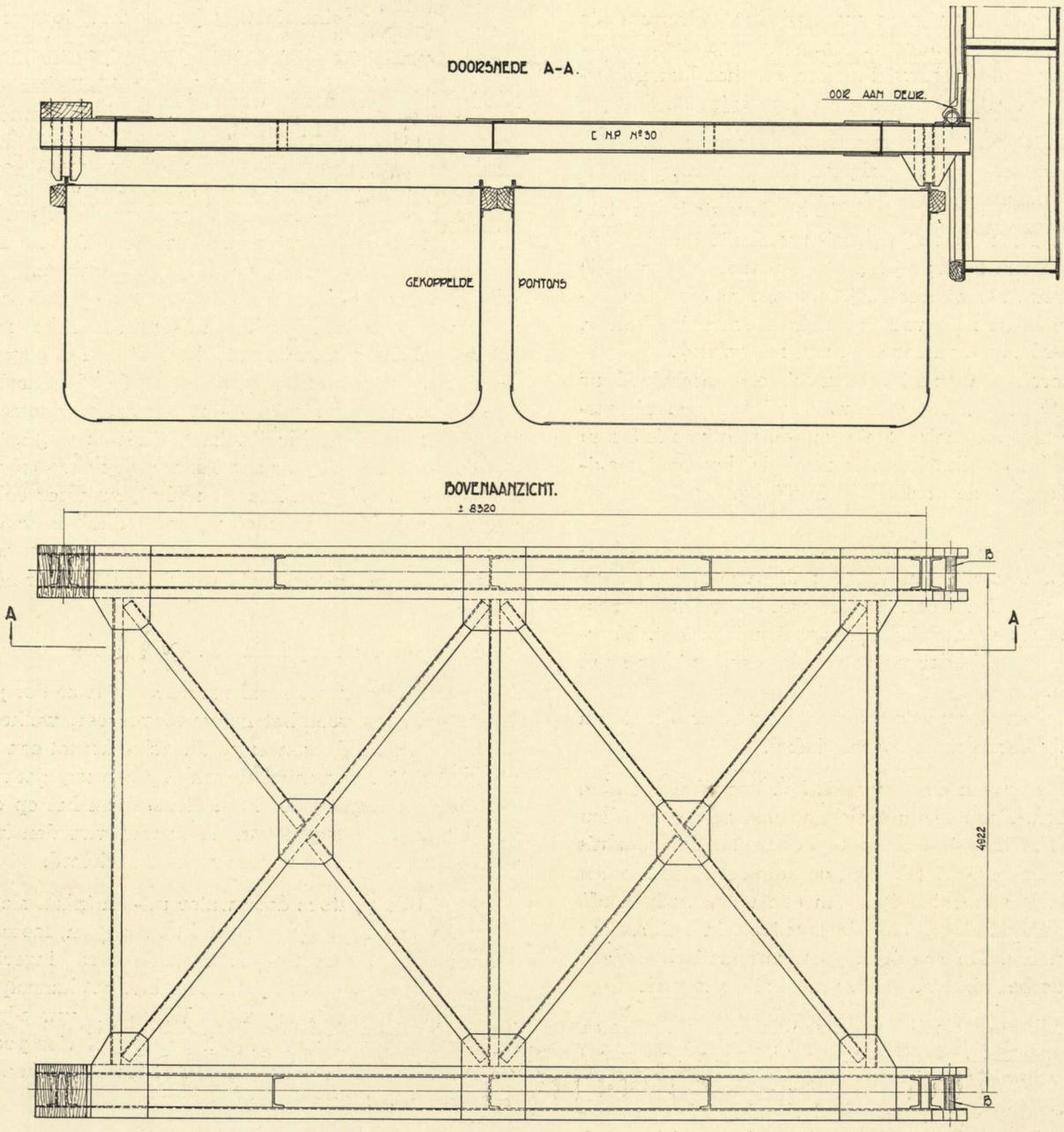


Fig. 11. Deurvervoerelement

Verkeersbrug.

De aangewezen plaats voor de brug voor gewoon verkeer was over de binnenhoofden, omdat de verkeersweg dan het minst zou stijgen. De brug is evenwel over de buitenhoofden aangebracht, omdat zulks beter past in de situatie der streek. De opritten zijn hierdoor echter 2.50 m. hooger geworden, dan anders het geval zou zijn geweest.

De brug is een plaatijzeren brug op vier steunpunten, lang ± 80 m, voorzien van een betonnen rijdek, dat tevens dienst zal doen als windverband. Zij is geheel gelascht en is, buiten het dek, geheel voltooid aangevoerd en geplaatst ; het aanbrengen van een tijdelijk windverband was hierbij noodzakelijk. De trottoirs zijn binnen de hoofdliggers geplaatst. Buiten tegen een der hoofdliggers is evenals te Vreeswijk een looppad aangebracht voor de bediening, voor den man die zoowel

het gemaal als de sluizen moet bedienen. Het dienstpad ligt zoo laag als eenigszins mogelijk is om te voorkomen, dat de gebruikers ervan noodeloos moeten klimmen.
De beide brugpijlers zijn op lange loodrechte palen gefundeerd. Deze palen zijn als kortere palen ingeheid en daarna naar boven verlengd. Om te zorgen, dat de pijlers standzeker zijn — door de afwezigheid van schoorpalen zouden zij zonder voorzorgsmaatregelen naar alle richtingen kunnen uitwijken — steunen de voetplaten der pijlers tegen de sluismuren en de aan die muren uitgebouwde kelders voor de bewegingswerktuigen van de sluisdeuren en grijpen bovendien, waar noodig, met tanden in die muren of in de kelderwanden.

Teneinde tegen te gaan, dat de uitgebouwde steunen van den tusschen beide sluishoofden geplaatsten pijler een groot deel van de kracht zou krijgen op te nemen, waarmede die sluishoofden eventueel naar elkander toe worden gedrukt — die kracht zou ongunstig hoog tegen de muren aangrijpen — zijn de vloeren van die sluishoofden door drie betonnen balken op elkander gestempeld (twee ervan zijn de onderstukken van schermmuren).

Het gemaal.

Het gemaal ligt in het verlengde van de verkeersbrug, het betonnen dak ervan dient als brug, fig. 3.
Het gemaal is geplaatst in de as van den dam, welke door de vleugelwanden van de buitenhoofden wordt gevormd. Het evenwicht van het gemaal baart mitsdien in de richting evenwijdig aan de sluisas geen zorg. In de richting loodrecht daarop steunt het gemaal tegen het sluishoofd van de keersluis. Hiertoe is de vloer van het gemaal met een teen verlengd, waardoor de krachten, welke op het gemaal werken in de richting loodrecht op de sluisas, zoo laag mogelijk op den sluismuur worden overgebracht (kleinere momenten in de sluishoofdmuur en -vloer).

Het gemaal biedt plaats aan vier schroefpompen, elk met een capaciteit van 5000 l/sec. bij een opvoerhoogte van 2.50 m. Voorloopig wordt volstaan met het plaatsen van twee dergelijke pompen.

De pompinstallatie bestaat uit twee schroefpompen met horizontale as, aangedreven door Industrie-dieselmotoren met een vermogen van 240 pk.

De mechanische onderdeelen zijn per schip aangevoerd en met behulp van een loopkraan, welke onder aan de brug was bevestigd, in het gemaal gebracht.

De persbuizen worden afgesloten door wachtdeuren, (van Bankirai). Achter deze deuren zijn in het betonwerk open roosters gemaakt, waardoor lucht kan toetreden wanneer het water in de persbuis door het afslaan van een pomp gaat terugstroomen, zulks ter voorkoming van het ontstaan van een vacuum achter de wachtdeuren, waardoor deze met geweld zouden dichtslaan. Aan het instroomende einde van de zuigbuizen zijn krooshekken geplaatst. De voegdichting van de zuigbuizen is in fig. 13 weergegeven.

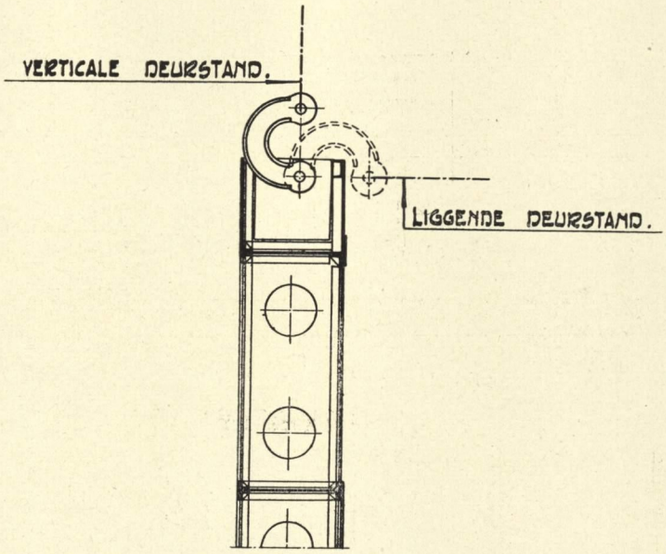


Fig. 12. Hijschbeugel aan de deuren in verticalen, resp. liggenden deurstand

Aangezien deze dichting geen andere beweging kan verdragen dan in de lengterichting van de buizen, zijn verticale- en zijdelingsche zettingen van de aansluitende buiseinden ten opzichte van elkander zooveel mogelijk voorkomen door het aanbrengen van de geteekende, op de palen rustende, betonnen onderlegplaten.

Grondwerken.

De grondwerken bestonden uit het graven van een ongeveer 8.00 m diepen bouwput, het graven van cunetten ten dienste van grondverbeteringen, het maken van bandijken, waterkeerende kanaaldijken en een hulpkanaaldijk, het graven van weteringen, het aanvullen van het sluisgebouw en eenige andere onderdeelen, Fig. 14 geeft een situatie van deze werken en de boringen nos. 8, 9, 11, 13, 14 en 16.

Zooals uit de boringen blijkt bestond de bodem, waarop de dijken met opritten over betrekkelijk groote hoogten moesten worden opgetrokken, uit klei waartusschen lagen veen. Behalve de bovenlagen was de klei van een grijze vette samenstelling.

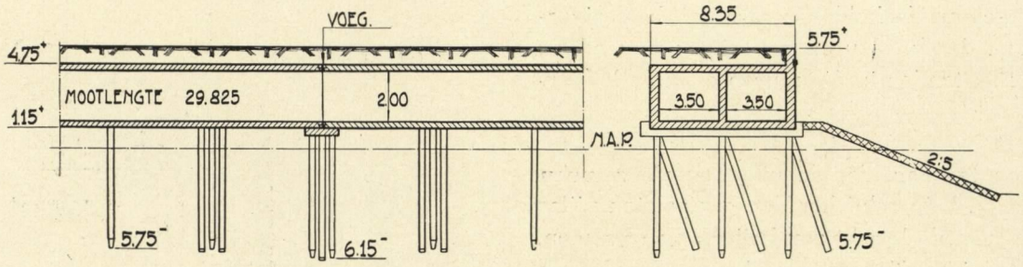
Gezien de vette waterrijke hoedanigheid van deze klei werd het niet verantwoord geacht, ter plaatse van de 6.00 m tot 12.00 m boven maaiveld op te trekken opritten, zonder verbetering van den ondergrond deze grond werken op te werpen. Ook de uitvoering van deze hooge grondwerken bleek met de uit de voorhaven komende klei, vanwege de geringe schuifweerstand dezer klei, practisch onuitvoerbaar te zijn. De bandijken met opritten moesten hierdoor uit meer zandhoudende klei of uit zand worden opgeworpen.

Waar echter zand in eene voldoende mate aanwezig was werd voor een bepaald profiel uitsluitend dit materiaal voorgeschreven. De bandijken strekken zich uit van den bestaanden Lekdijk tot de buitensluishoofden; langs de schutkolk hebben de dijken ook een waterkeerende functie.

De grondverbeteringen langs den bouwput en terplaatse van de voorhaventaluds bestaan, waar de opritten een bepaalde hoogte verkrijgen en de minder vaste kleigrond niet voldoende betrouwbaar zou zijn, uit een aanvulling met zand (dwarsprofiel 1 en 2 van fig. 15) en voorzoover zich op de bandijken opritten, eveneens van meer dan een bepaalde hoogte, bevinden uit zandcunetten (dwarsprofiel 3). Ook onder de hooge zij-oprit is een zandcunet aangebracht (dwarsprofiel 4).

Buiten de grondverbeteringen is het dwarsprofiel van den bandijk volgens profiel 5 van fig. 15.

De zandlichamen zijn door middel van met zand gevulde draineersleuven verbonden met de slooten achter de bandijken, fig. 16. De hartafstand van deze sleuven bedraagt 15.00 m. De uitmonding van de sleuven in de slooten zijn van een grindafdekking voorzien.



DUIKER.

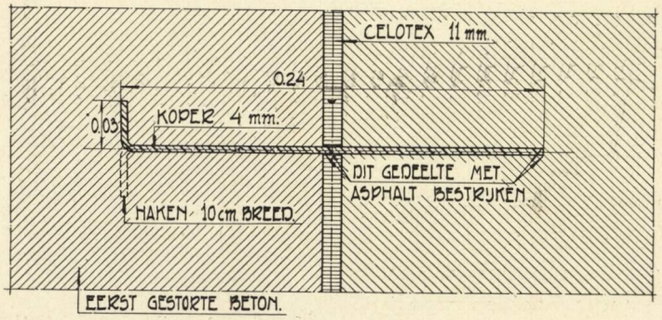


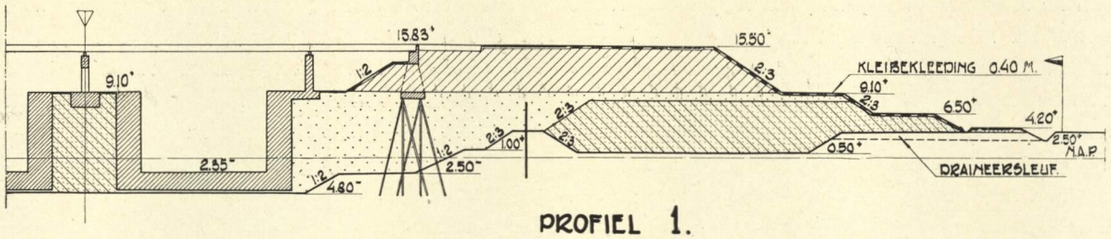
Fig. 13

DETAIL VOEGCONSTRUCTIE DUIKER.

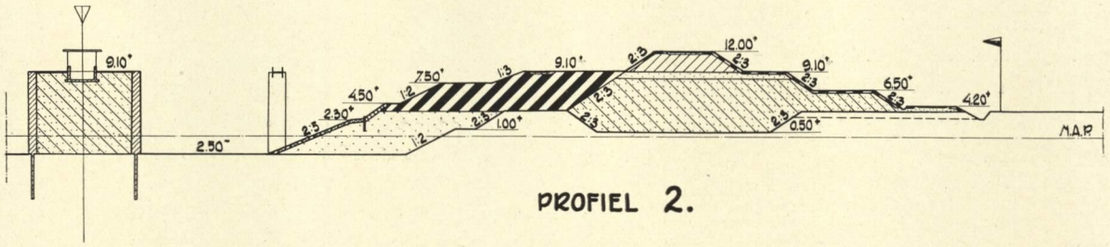
De sluishoofden zijn op de bandijken aangesloten door aanvulling van de achterwaarts van de sluishoofden door damwandschermen begrensde ruimten.

Buitendijks, in den uiterwaard, zijn voorhavendijken in het verlengde van de bandijken opgeworpen. Tenbehoeve van het boven de voorhaven liggend gedeelte uiterwaard is in de voorhavendijk een uitlaatduiker aangebracht volgens fig. 17. De duiker is op betonpalen gefundeerd. De afsluiting wordt verkregen door een geconstrueerde ijzeren schuif met bronzen glijdstrippen. De beweging van de schuif heeft plaats doormiddel van een kelderwind met een maximum trek- of duwvermogen van 5 ton.

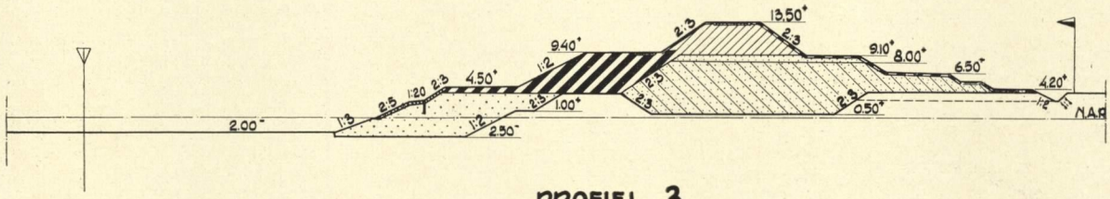
Het benedenstrooms van de voorhaven gelegen gedeelte uiterwaard verkreeg in de zomerkade een inlaatsluisje volgens fig. 18.
Het sluisje is op staal gefundeerd en bestaat uit twee



PROFIEL 1.



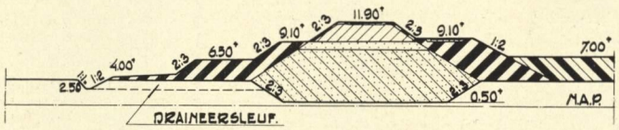
PROFIEL 2.



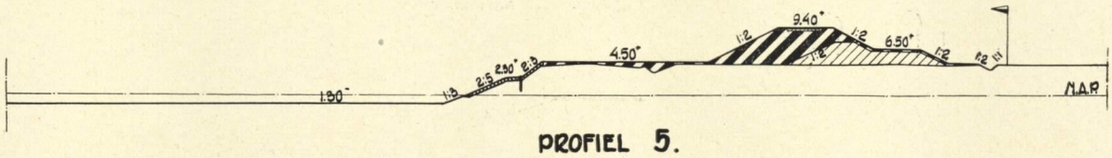
PROFIEL 3.

VERKLARING.

- KLEI.
- KLEI OF GEMENGDE GROND.
- ZAND.
- EVENT. TE SPUITEN ZAND.
- VEENHOUDENDE GROND.

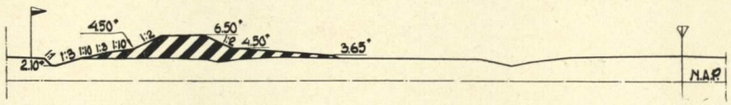


PROFIEL 4.



PROFIEL 5.

0 5 10 15 20 25 m.



PROFIEL 6.

Fig. 15. Dwarsprofielen; voor situatie zie fig. 14

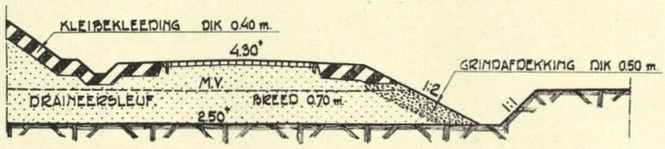


Fig. 16. Lengtedoorsnede over de draineersleuf.

wanden en bodemplaat van gewapend beton, benevens een schermwand van gewapend beton.

De kanaaldijken zijn in dwarsprofiel no. 6 van fig. 15 aangegeven. Zooals reeds bij den middenmuur werd omschreven moest de ruimte tusschen de beide muren van dezen middenmuur ter wille van de stabiliteit aangevuld worden met zand. Om echter tijdens de hierna te noemen beproeving ter hoogte van de binnenhoofden, vóórdat de middenmuur met zand zou zijn aangevuld, een waterkeering te verkrijgen werd daar ter plaatse een kleidam aangebracht. Deze dam gaf tevens steun aan de daar aanwezige schermwanden.

De voor ophoogingen ongeschikte grond is gedeeltelijk ten noordoosten van de sluis in een grondbergplaats geborgen, de rest in een aan de rivier gelegen afgesneden rivierkromming.

Het zand is in de dwarsprofielen aangegeven. Evenals dat in den middenmuur mocht het zoowel in den droge als in den natte worden aangebracht; deze hoeveelheid bedroeg 275000 m³. Het aanbrengen in den natte mocht in geen dikkere lagen dan 2.50 m plaats hebben. Het benoodigde zand kon zoowel bij het werken in den droge als in den natte aan het in de voorhaven gelegen gedeelte uiterwaard worden ontleend, zoonoodig beneden den ontworpen voorhavenbodem; in den natte moest het per baggermolen plaats hebben.

Indien in den natte zand binnendijks werd aangebracht moest al het water waarmede dit geschiedde worden opgevangen en over den Lekdijk worden teruggepompt. Het graven van den bouwput of het werken daarin kon mitsdien tijdens het aanbrengen van zand in den natte moeilijk voortgang vinden. De aannemer maakte dan ook geen gebruik van de bevoegdheid tot het verwerken in den natte.

Het aanbrengen van grond in den droge moest geschieden met behulp van spoor en door locomotieven voortbewogen karren. Daarbij moest het spoor over de volle breedte der uit te voeren ophooging heen en weer worden geschift zoodat de ophooging overal behoorlijk werd ingereden. De dikte der lagen, uitgedrukt in meters, mocht niet grooter zijn dan de inhoud van de gebruikte karren in kubieke meters, gedeeld door het

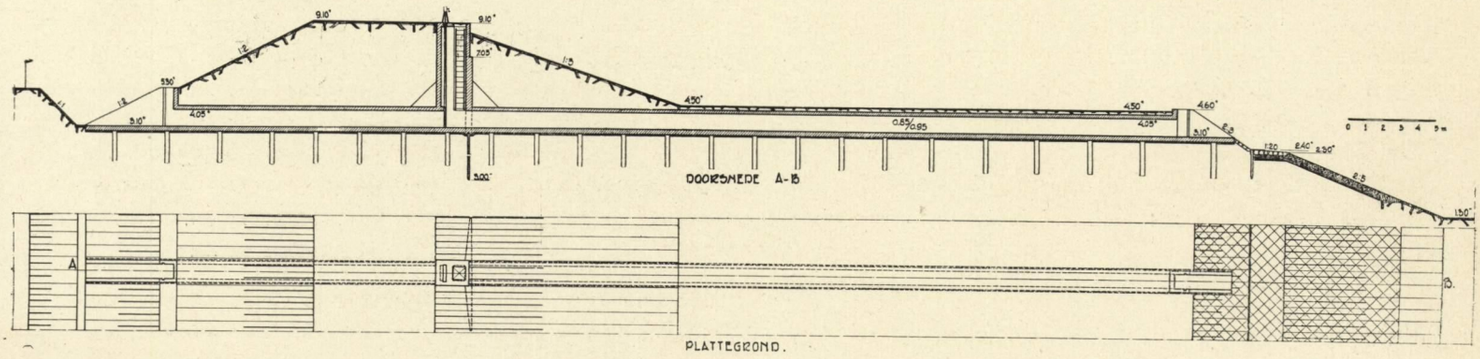


Fig. 17. Uitlaatduiker

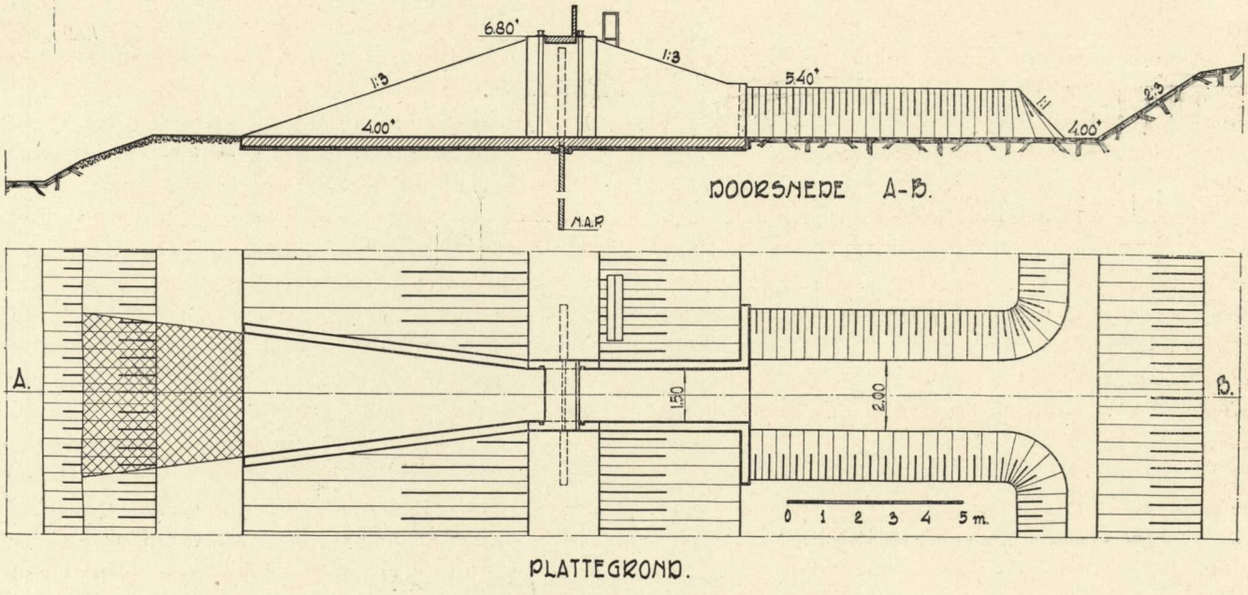


Fig. 18. Inlaatsluisje

product van den onderlingen afstand der karren, hart op hart gemeten, en de spoorwijdte, beide in meters. Voor de gebruikte kipkarren met een inhoud van 1 m^3 bedroeg de laagdikte derhalve $\frac{1.00}{2,45 \times 0.70} = 0.60$ m. Voor een kipwagen met een inhoud van 5 m^3 zou de laagdikte $\frac{5.00}{4.30 \times 0.90} = 1.30$ m, voor een 2 m^3 kipwagen $\frac{2.00}{2.80 \times 0.90} = 0.80$ m en voor een ¾ m^3 kipkar $\frac{0.75}{1.90 \times 0.70} = 0.56$ m hebben bedragen.

Voor de eerste oplevering was een overhoogte voor de ophoogingen voorgeschreven gelijk aan 5 % van deze ophoogingen ter plaatse, naar boven afgerond tot een veelvoud van 0.05 m, met een minimum van 0.10 m. en een maximum van 0.40 m.

De onderwaterbeloopen, met een talud van 1 : 3, zijn verdedigd met een uit twee lagen bestaand kraagstuk. De bovenlaag bestaat uit Geldersch rijshout, de onderlaag uit Hollandsch rijshout. In de schutkolken en bij de zuig- en persleidingen rusten de kraagstukken op een grindzandlaag ter dikte van 0.25 m. De bestorting bedroeg 0.15 ton puin plus 0.15 ton stortsteen.

De bodemverdedigingen bij de sluishoofden zijn samengesteld uit 3 lagen.

De oevers zijn van 2.40 m + tot 4.50 m + N.A.P. verdedigd met een betonzuilenbezetting. In de schutkolken is de grindzandlaag onder deze bezetting doorgevoerd.

B e m a l i n g.

Betreffende den bouwput was het drooghouden door middel van een bronbemaling voorgeschreven met dien verstande dat bij de ontgraving boven het peil van 1.00 m + N.A.P. een open bemaling mocht worden toegepast.

Het opgepompte water moest op de rivier de Lek worden afgevoerd. Volgens het bestek moest de bemalingsinstallatie bestaan uit:

a. een bemaling voor den geheelen bouwput, (bodemdiepte 2.50 m — N.A.P.) waarvan de bronnen werden geplaatst in het talud van dien bouwput (bemaling A);
b. een bemaling voor het tot 4.80 m — N.A.P. verdiepte gedeelte ten behoeve van de buitensluishoofden (bemaling B);
c. een bemaling voor het tot 4.80 m — N.A.P. verdiepte gedeelte ten behoeve van de binnensluishoofden (bemaling C).

De bemalingen B en C mochten niet in bedrijf worden gesteld of gehouden wanneer niet tegelijkertijd ook bemaling A in bedrijf was. De capaciteit van bemaling A moest, wanneer die bemaling alleen in bedrijf zou zijn, tenminste 450 1/sec. bedragen. De capaciteiten der bemalingen B en C moesten elk 260 1/sec. bedragen. Bij gelijktijdig bedrijf van bemaling A met één der bemalingen B of C mocht de capaciteit van A worden teruggebracht tot tenminste 240 1/sec., terwijl bij gelijktijdig bedrijf van bemaling A met de beide bemalingen B en C de capaciteit van A mocht worden teruggebracht tot tenminste 120 1/sec.

Voor de bemaling A waren tenminste 80 bronnen met een filterlengte van 5.00 m en een diepte tot 10.00 m — N.A.P., voor de bemaling B tenminste 35 en voor de bemaling C tenminste 30 bronnen met een filterlengte van 5.00 m en een diepte tot 12.00 m — N.A.P. voorgeschreven. De filters moesten worden geplaatst in een omstorting van fijn grind met een diameter van tenminste 0.30 m. De haalpijpen moesten een diameter van tenminste 3″ hebben.

Volgens berekening, uitgaande van het voorgeschreven minimum aantal bronnen met een filterdiameter van tenminste 0.10 m, zou teneinde de voorgeschreven werken in den droge te kunnen uitvoeren, de waterstand in de bronnen moeten worden afgepompt tot 4.10 m — N.A.P. bij bemaling A, en tot 7.00 m — N.A.P. bij de bemalingen B en C.

De op te malen waterhoeveelheid bij niet gelijktijdige uitvoering van beide sluishoofden was berekend als aangegeven in de tabel afgedruk op de volgende pagina.

B e p r o e v i n g.

Alvorens den aannemer vergunning werd verleend tot het opruimen van het gedeelte van den bestaanden Lekdijk, gelegen tusschen de nieuwe bandijken, moest de waterdichtheid van deze bandijken, van den hulpkanaaldijk en van de gedeelten der kanaaldijken tusschen de binnensluishoofden en den hulpkanaaldijk, door een beproeving worden aangetoond. De beproeving werd als volgt voorgeschreven:

De kom, omsloten door de nieuwe bandijken, de waterkeering (puntdeuren) ter plaatse van het binnensluishoofd en den bestaanden Lekdijk, werd met water volgepompt tot het peil van 8.30 m + N.A.P. en de kom tusschen de binnensluishoofden, de kanaaldijken en den hulpkanaaldijk tot 5.55 m + N.A.P. De stijging van den waterstand van 2.50 m + N.A.P. tot 8.30 m + N.A.P., resp. 5.55 m + N.A.P. moest geleidelijk plaats hebben in tenminste 12 — en ten hoogste 24 etmalen; vervolgens moesten de peilen van 8.30 m + N.A.P. en 5.55 m + N.A.P. gedurende 3 etmalen worden gehandhaafd. Na deze drie etmalen kon het water geleidelijk naar de Lek worden uitgepompt, waarbij in ten minste 15 en ten hoogste 30 dagen, de waterstand in de beide kommen tot 2.50 m + N.A.P. zou moeten worden verlaagd.

Rivierstand in m+ N.A.P.	Op te pompen waterhoeveelheden in 1 sec. bij:			
	Bemaling van den geheelen bouwput tot 2.70 m- N.A.P. (Bemaling A)	Bemaling van den geheelen bouwput tot 2.70 m- N.A.P. en van den bouwput van een der sluishoofden tot 5.00 m- N.A.P.		
		Bemaling A	Bemaling B of C	Totaal
1	2	3	4	5
2.00	255 tot 315	120 tot 155	185 tot 210	305 tot 365
4.00	300 „ 360	145 „ 180	205 „ 225	350 „ 405
6.00	350 „ 405	175 „ 210	220 „ 245	395 „ 455
8.00	395 „ 550	205 „ 240	240 „ 260	445 „ 500

Bij gelijktijdige uitvoering van beide sluishoofden was berekend:

Rivierstand in m+ N.A.P.	Op te pompen waterhoeveelheden in 1/sec. bij gelijktijdige uitvoering der sluishoofden. Bemaling van den geheelen bouwput tot 2.70 m— N.A.P. en van de bouwputten der beide hoofden tot 5.00 m— N.A.P.		
	Bemaling A	Bemaling B + C	Totaal
1	2	3	4
2.00	10 tot 30	350 tot 400	360 tot 430
4.00	25 „ 45	390 „ 440	415 „ 485
6.00	40 „ 55	430 „ 485	470 „ 540
8.00	55 „ 70	470 „ 520	525 „ 590

Het volpompen van de beide beproevingskommen had plaats vanuit de Lek. Het water voor de kanaalkom (zuidelijke) werd door de schuifopeningen der deuren uit de voorhavenkom (noordelijke) ingelaten. Bij het bereiken van het beproevingspeil van 5.55 m + N.A.P. werden de schuifopeningen gesloten om vervolgens de voorhavenkom verder vol te pompen. Door het betrekkelijk langzaam rijzen van den waterstand was het echter niet mogelijk een zoodanigen druk voor de duren te verkrijgen dat deze voldoende op hunne aanslagen werden aangedrukt om waterdicht af te sluiten. Langs de aanslagen der niet voldoende afsluitende deuren liep het water dus in de kanaalkom waardoor het peil van deze kom mee steeg. Om dit euvel te verhelpen werd een hevelleiding zóó op een binnenhoofd opgesteld dat het mogelijk was water uit de kanaalkom met een capaciteit van 400 1/sec. in een schacht van de onder de binnenhoofden doorloopende duiker te brengen en af te voeren. Verder werd door een pomp met een capaciteit van 100 1/sec. water uit de kanaal- naar de voorhavenkom teruggepompt.

Ondanks den afvoer van 500 1/sec. uit de kanaalkom en de extra aanvoer van 100 1/sec. op de voorhavenkom gelukte het nog niet een voldoend verval voor de deuren tot stand te brengen; de rubberaanslagen boden een te grooten weerstand. Door een helmduiker werd toen langs de deuraanslagen een touw gelegd.
Het touw werd onmiddellijk voor de aanwezige naden gezogen waarmede de afsluiting vrijwel was voltooid. Na het aanbrengen van een weinig kolenasch was de afsluiting spoedig volkomen geworden en had het op peil brengen der beide kommen geen verdere stagnatiën.

Het maken van het sluizencomplex met gemaal c.a. te Ravenswaay, een en ander volgens bestek no. 187, dienst 1937—1940 werd aangenomen door de N.V. Aannemingsmaatschappij v/h Hillen en Roosen en Betonbouw Trio te Amsterdam voor de somma van *f* 2.877.000.00, het werk werd gegund den 13e Juli 1937 en voor den eersten maal opgeleverd den 9e September 1939.
Het leveren en aanbrengen van tien puntdeuren (w.o. twee reservedeuren) en eenige bijkomende werken werd aangenomen door Corn's Swarttouws Constructiewerkplaatsen en Machinefabriek N.V. te Schiedam voor de somma van *f* 151.450.00, het leveren en aanbrengen van de bewegings- en electrische installatie door de N.V. Transportwerktuigen- en Machinefabriek v/h G. B. Sanders en Zn. te Enschede voor de somma van *f* 96.366.00.