ONTWERPNOTA SLUIS HELMOND

CIVIELE WERK SCHUTSLUIS

Bouwdienst Rijkswaterstaat
Hoofdafd. Natte Infrastructuur
Nota nr. : PTHEL-N-92013
Versie : september 1992
(concept)

VOORWOORD

Voorliggende nota betreft het ontwerp van sluis Helmond in de Omlegging van de Zuid-Willemsvaart om de stad Helmond.
De nota bestaat uit twee delen: deel A en deel B.

Deel A heeft betrekking op de totstandkoming van het ontwerp van de schutsluis gedurende de "ontwerpfase" (periode vanaf november 1988 tot het gereed zijn van het bestek in maart 1989) en is gebaseerd op de in die periode bekende en gehanteerde gegevens.

Deel B betreft de in de uitvoeringsperiode op het ontwerp aangebrachte wijzigingen, aanvullingen e.d. in verband met pas later bekend geworden wensen, gegevens e.d.

september 1992

ONTWERPNOTA DEEL A

BESCHRIJVING ONTWERP VANUIT "ONTWERPFASE"

1. INLEIDING

De plannen voor de omlegging van de Zuid-Willemsvaart om de stad Helmond dateren uit de jaren zestig. In 1971 is het tracé van de omlegging door de Minister vastgesteld en in 1975 is het uitgewerkte plan goedgekeurd. Het totale projekt wordt gekenmerkt door het voortdurend uitstellen en verschuiven van de uitvoering van de te maken werken, waarbij tevens sprake is geweest van het wijzigen van de plannen. Vanaf ca 1975 zijn de eerste ontwerpen gemaakt voor de nieuw te bouwen sluis. Hiervoor heeft o.a. grondonderzoek en een pompproef plaatsgevonden. Als gevolg van een tekort aan financiële middelen is de planning gewijzigd en is het ontwerp tijdelijk opgeschort.
De ontwerpwerkzaamheden zijn weer opgevat in 1985. Als gevolg van gewijzigde omstandigheden (stad Helmond) en inzichten wordt de bouwlokatie van de sluis gewijzigd door een verschuiving in noordelijke richting. In deze fase van het ontwerp is de lokatie en de vormgeving van de sluis met voorhaven vastgelegd en zijn enkele voorontwerpen gemaakt voor de te bouwen sluis. Eind 1986 is het ontwerp opnieuw opgeschort als gevolg van nieuwe vertragingen bij het projekt.
In oktober 1988 zijn in het kader van gemaakte politieke keuzes extra financiële middelen beschikbaar gekomen voor o.a. de afbouw van de Omlegging Helmond, waaronder de realisering van de sluis Helmond. Voorwaarde hierbij was dat de opdracht op korte termijn moest worden verstrekt, zodat de eerste uitgaven reeds in 1989 konden worden gerealiseerd.

Deze nota geeft inzicht in de totstandkoming van het ontwerp, vanaf de periode november 1988. Gezien de destijds zeer krap beschikbare periode voor de ontwerp- en besteksfase (bestek moest gereed zijn in maart 1989) zijn in deze fasen de gemaakte keuzes betreffende het ontwerp van de sluis vastgelegd in een aantal afzonderlijke notities en in besprekingsverslagen. Tevens zijn een aantal uitgangspunten vastgelegd in de gemaakte constructieberekeningen. Deze nota kan worden gezien als een bundeling van bedoelde notities, verslagen en uitgangspunten betreffende het ontwerp van de sluis.

2. RANDVOORWAARDEN EN UITGANGSPUNTEN

Als uitgangspunt voor de uitwerking van het ontwerp van de schutsluis geldt de notitie nr. PTHEL-N-89019, "Randvoorwaarden en uitgangspunten t.b.v. de schutsluis in de omlegging Helmond van de Zuid-Willemsvaart", versie september 1989.

In verband met de lokatie van de sluis en het beleid van de Provincie Noord-Brabant ten aanzien van het gebruik van grondwater geldt als aanvullende eis voor de uitvoering dat bemaling slechts is toegestaan als het opgepompte water volledig wordt teruggebracht in de bodem.

Ten behoeve van het ontwerp is door Grondmechnica Delft advies uitgebracht betreffende de grondmechanische en geohydrologische aspekten (rapport nr. CO-284421/13, definitieve versie november 1989), gebaseerd op reeds in 1986 uitgevoerd grondonderzoek (rapport nr. CO-284420/18, d.d. augustus 1986).

Advies betreffende hydraulische aspekten is door het Waterloopkundig Laboratorium reeds uitgebracht in 1985/1986 voor zowel sluis Helmond als sluis Schijndel. Het advies is vastgelegd in rapportnr. Q 389, definitieve versie november 1990, getiteld "sluizen in de Zuid-Willemsvaart".
Door het Waterloopkundig Laboratorium is in 1889 aanvullend advies uitgebracht betreffende de bodembekleding in de voorhavens. Bedoeld advies is vastgelegd in rapport nr. Q 462, d.d. februari 1989, getiteld "ontgronding door schroefstralen in de noordelijke voorhaven".

3. SLUISCONSTRUCTIES

3.1 Mogelijke bouwmethoden sluis

Voor de bouw van de sluis zijn diverse bouwmethoden mogelijk, waarbij de bouw van de sluishoofden op een andere wijze kan plaatsvinden dan de bouw van de sluiskolk. Voor het totaaloverzicht en het maken van een definitieve keuze moeten de bouwmethoden van de hoofden en de kolk in relatie tot elkaar worden bezien. Beschouwd zijn de volgende bouwmethoden:

a. een bemalen bouwput, waarin een gewapend betonnen bakconstructie wordt gemaakt, zowel voor de hoofden als voor de kolk;
b. twee bouwkuipen bestaande uit stalen damwanden en met vloeren van onderwaterbeton. In deze kuipen worden de beide hoofden gebouwd als gewapend betonnen bakconstructies. De kolk wordt gerealiseerd door twee grondkerende wanden (gewapend betonnen L-wand, gefundeerd op palen en een tevens grondkerende- stalen damwand);
c. het bouwen van de beide hoofden (gewapend betonnen bakconstructie) op het nivo van het bestaande maaiveld en het daarna pneumatisch op diepte brengen van deze constructies. Het kolkdeel kan hierbij worden gerealiseerd als omschreven onder b.

Voor de onder a. genoemde methode is een bouwput nodig met een bodemdiepte van NAP+8,00m. Uit reeds eerder verricht onderzoek (pompproef en voorlopig advies t.b.v. sluisbouw op een overigens meer zuidelijk gelegen lokatie) kan worden afgeleid dat voor een bouwput een spanningsbemaling moet worden geïnstalleerd met een capaciteit van ca 3000 à 3500 m3/uur. De onttrekking vindt plaats uit het diepgelegen zandpakket (waterwingebied), onder de diepe waterremmende laag op ca NAP+7,00m. Daar een dergelijke bemaling leidt tot ongewenste onttrekking van grondwater wordt door de vergunningverlener, op basis van het te voeren grondwaterbeleid, vereist dat het opgepompte water wordt teruggebracht in de bodem (retourbemaling).
Ter vergelijking zijn enkele in de omgeving uitgevoerde bouwputten met bemaling beschouwd.
Een door de direktie Noord-Brabant in de direkte omgeving uitgevoerde proefontgraving t.b.v. de kanaalwerken is uitgevoerd met een "open" bemaling. Deze ontgraving was echter minder diep (tot ca NAP+11,00m), zodat kon worden volstaan met een onttrekking van grondwater boven de waterremmende laag op ca NAP+7,00m. Een vergelijking met de voor de sluisbouw benodigde bouwput is dus niet relevant.
Een ander werk betreft de bemaling van de bouwput voor de bouw van een spoorwegkruising (op enkele kilometers afstand van de te bouwen sluis). Bij deze bemaling is sprake van een vrij laag debiet van ca 360 m3/uur, overigens voor een bouwputbodem die ook aanzienlijk hoger ligt dan die voor de te bouwen sluis. Voor het werk was een bemalingsontwerp gemaakt met een onttrekking van 1000 m3/uur. Echter als gevolg van aanwezige storingslagen bleek de werkelijke onttrekking aanzienlijk geringer.
Uitgaande van het hiervoor genoemde voorlopige advies en de

opgedane ervaring bij de bouw van de duiker te Helmond wordt, voor de vergelijking van de bouwmethoden, uitgegaan van een geschat debiet van 3000 m3/uur.
De bemaling moet ca 1,25 jaar in stand worden gehouden om de volledige betonconstructie te kunnen realiseren.
De totale kosten voor deze oplossing zijn ca 2,5 miljoen gulden hoger dan voor de oplossing met de bouwkuipen.

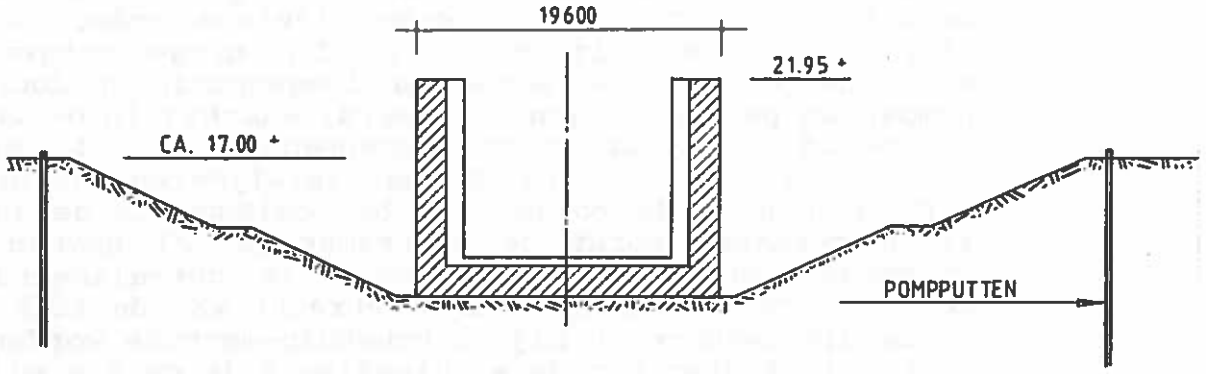


fig.1, doorsnede bouwput t.b.v. sluishoofd en kolkmoot

Voor de onder b. genoemde oplossing kan in den droge een ontgraving worden uitgevoerd tot ca NAP+16,50m (afwatering via horizontale drains). Vanaf dit nivo kunnen de damwanden voor de bouwkuipen worden geheid. Daar de kuipen na ontgraving in direkt kontakt staan met het diepgelegen zandpakket moet rekening worden gehouden met een waterstand in de kuip van ca NAP+18,00m, zodat de bovenkant van de damwand op minimaal dit nivo moet worden aangebracht.
De kuip wordt aan de onderzijde afgesloten door middel van een vloer van onder water te storten beton, verankerd met trekpalen. Na droogpompen van de kuip kan de betonconstructie worden gerealiseerd.
Ten behoeve van de kolk wordt eveneens een ontgraving in den droge uitgevoerd tot NAP+16,50m, waarna het heiwerk en de gewapend betonnen constructies kunnen worden gerealiseerd. Nadat de wanden gereed zijn, kan het kolkdeel worden ontgraven en de vloer van onderwaterbeton worden gestort.

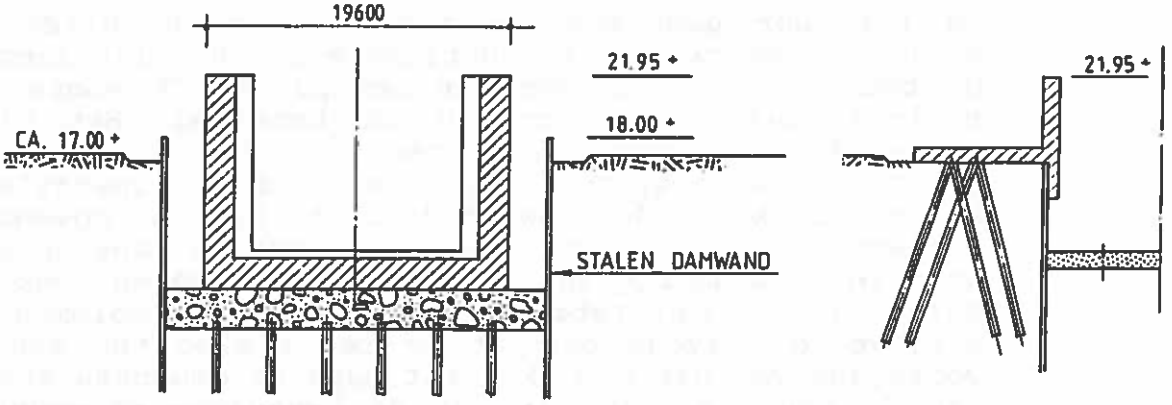


fig.2, doorsnede bouwkuip t.b.v. sluishoofd en kolkmoot

Bij de onder c. genoemde oplossing wordt, evenals bij de bouwkuipen, begonnen met een ontgraving in den droge tot NAP+16,50m. Via aan te leggen horizontale drains wordt de ontgraving droog gehouden. Vanaf het ontgravingsnivo wordt een zandterp gemaakt tot NAP+18,50m. De snijranden worden gemaakt tegen de randen van de terp. Vervolgens worden boven dit nivo de vloer en de wanden van het sluishoofd gerealiseerd. Nadat een groot deel van de constructie gereed is worden de "caissons" op diepte gebracht. Hiertoe worden de beide doorvaaropeningen afgesloten met tijdelijke grond- en waterkerende schotten en wordt de werkkamer (ruimte onder de vloer, begrensd door de snijranden) in den droge ontgraven. Hierna wordt de grond in de werkkamer losgespoten en door middel van pompen en persleidingen afgevoerd, waarbij in de werkkamer een verhoogde luchtdruk wordt aangebracht zodat de ruimte watervrij blijft. Als gevolg van het verwijderen van de grond zakt het caisson in de bodem. Als het caisson op de juiste diepte is aangekomen, wordt de werkkamer geheel gevuld met beton waardoor een fundering op staal is gerealiseerd. Nadat de beide hoofden op diepte zijn gebracht kan de kolk op dezelfde wijze als omschreven bij de bouwkuip-methode worden gemaakt.
De totale kosten van deze oplossing zijn ca 0,6 miljoen gulden lager dan de oplossing met de bouwkuipen.

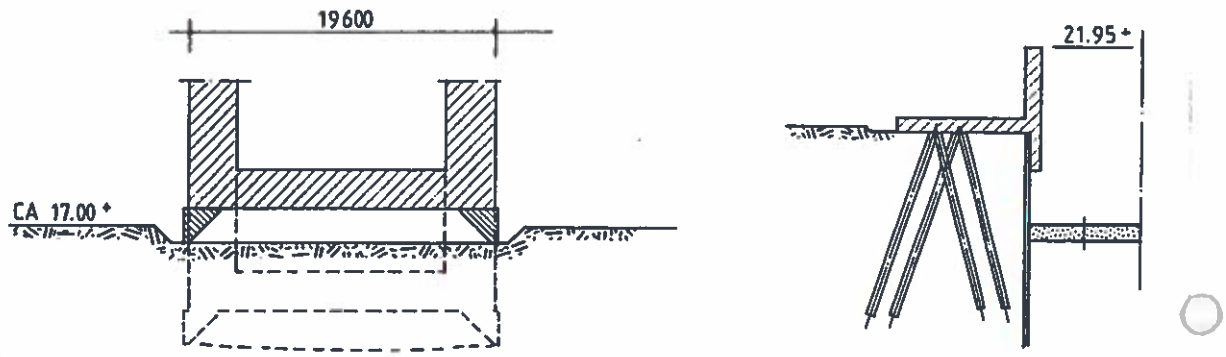


fig.3, doorsnede caisson (sluishoofd) en kolkmoot

De hiervoor genoemde bouwmethoden kennen allen een aantal risico's, waarvan de belangrijkste hierna zijn aangegeven.
De oplossing met de bemalen bouwput heeft vooral een aantal risico's met betrekking tot de bemaling. Het uiteindelijke debiet kan aanmerkelijk groter zijn dan volgens berekeningen wordt vastgesteld, zodat een veel duurdere installatie noodzakelijk blijkt om de bouwput droog te houden. Bovendien kan een toename van het debiet tevens een grotere kans op schade in de omgeving als gevolg van de bemaling betekenen. Ook is nog niet duidelijk of een retourbemaling zonder problemen kan worden uitgevoerd. Tevens bestaat er een risico ten aanzien van de voortgang van het projekt (met name de gewenste snelle aanvang van de bouw) als gevolg van de benodigde procedures voor de aanvraag van de vergunning t.b.v. de wateronttrekking. Reke-

ning moet worden gehouden met een minimale proceduretijd van 6 à 8 maanden na aanvraag van de vergunning. Voorafgaand aan deze aanvraag moet echter nog onderzoek en advisering plaatsvinden, zodat rekening moet worden gehouden met een totale periode van ca 1 jaar.

Bij de bouwkuipmethode betreffen de risico's vooral de uitvoering van de bouwkuip (lekkages in de vloer en/of de damwanden). Deze risico's zijn echter vrij beperkt, daar in het algemeen voldoende technische oplossingen beschikbaar zijn, zodat slechts sprake is van financiële gevolgen (risico aannemer).

De pneumatische afzinkmethode is voor de bouw van sluizen slechts eenmaal eerder toegepast (jachtensluis Almere, waar echter de sluis in zijn geheel is afgezonken). Op het gebied van de sluizenbouw is er dus sprake van een innoverende bouwmethode. Met de techniek op zich is echter al zoveel ervaring opgedaan, dat er nauwelijks sprake is van enig risico. Het "nieuwe element" bij sluizen is vooral gelegen in de vorm van de constructie. Bij uitgevoerde projekten is in het algemeen sprake van een "gesloten doos" als caisson, terwijl bij een sluis een U-vormige constructie moet worden afgezonken. Zorggedragen moet worden voor voldoende stijfheid in de constructie. Extra risico's worden hierdoor echter niet verwacht.

Gezien de benodigde lange voorbereidingstijd, de hogere kosten en het relatief grote risico op extra kosten van de bouwputmethode wordt deze oplossing niet aantrekkelijk bevonden voor de bouw van de sluis in Helmond.
De beide andere bouwmethoden worden gelijk beoordeeld voor wat betreft de risico's tijdens de uitvoering. Daar de pneumatische afzinkmethode een financieel voordeel biedt van ca 0,6 miljoen gulden, waarbij tevens ervaring kan worden opgedaan met een nieuwe bouwmethode, wordt besloten de bouw van de sluisconstructie uit te voeren als aangegeven onder c. (hoofden met behulp van de pneumatische afzinkmethode en de kolk als hooggefundeerde L-wand op palen en damwanden).

3.2 Sluishoofden

Ontwerp
Bij de bouw van het caisson op het aanwezige maaiveld (het oorspronkelijke maaiveld is in het gehele gebied door direktie Noord-Brabant reeds verlaagd tot ca NAP+17,00m) staat het caisson op de slappe leemlaag, waardoor de zakking in de bouwfase erg groot kan worden (verwachting ca 0,50m). Alhoewel zettingen op zich geen problemen geven, wordt toch gevreesd voor mogelijke schade als gevolg van ongelijkmatige zettingen, scheefzakken van het caisson e.d. Gestreefd wordt daarom naar een dieper aanlegnivo, hetgeen tevens als voordeel heeft dat minder diep behoeft te worden afgezonken. Uit een door direktie Noord-Brabant gemaakte proefontgraving (genoemd in par. 3.1) op ca 1 kilometer afstand ten noorden van de sluislokatie, blijkt het mogelijk met een geringe bemaling (horizontale

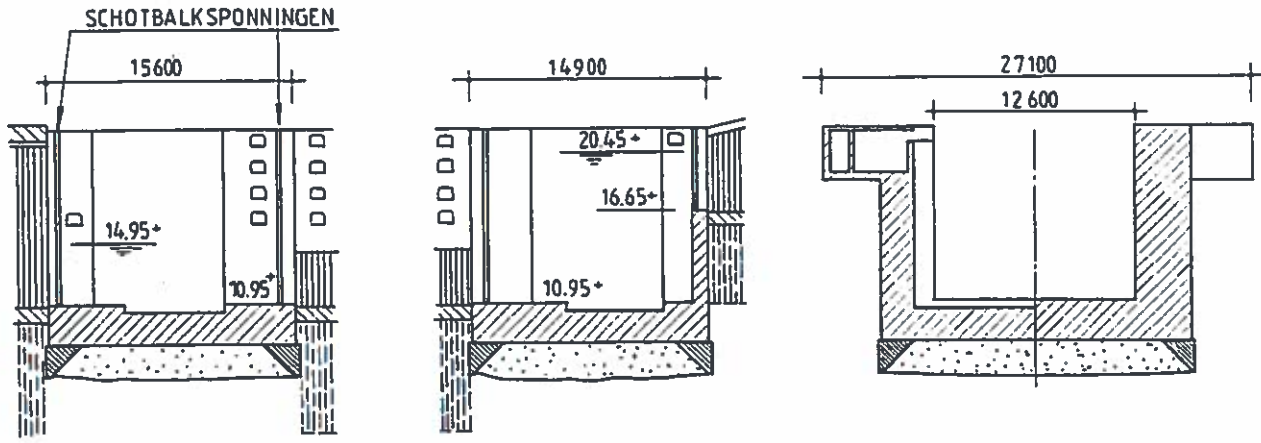


fig.4, aanzicht en doorsnede sluishoofden

extra constructieve voorzieningen droogzetbaar zijn (was niet vereist volgens het programma van eisen). Daar in het bovenhoofd toch reeds een afsluitschot noodzakelijk was (zie par. 5.1) is besloten de mogelijkheid van droogzetten te benutten, daar hierdoor de inspektie- en onderhoudsmogelijkheden worden verbeterd. In de wanden van de hoofden worden hiertoe sponningen opgenomen (aan de boven- en benedenstroomse zijde van de deuren) en er wordt een extra afsluitschot bijgeleverd (hierdoor behoeven geen "taatskuipen" te worden gemaakt).

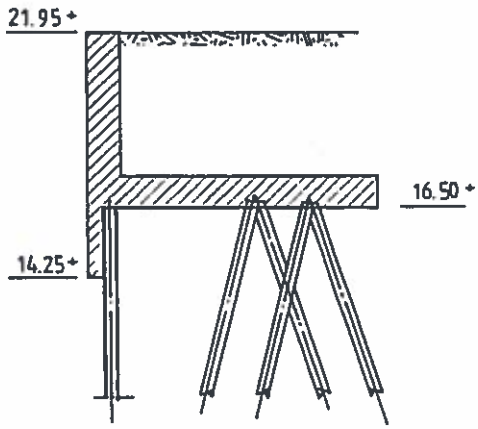
3.3 Kolkconstructie

3.3.1 L-wand sluiskolk

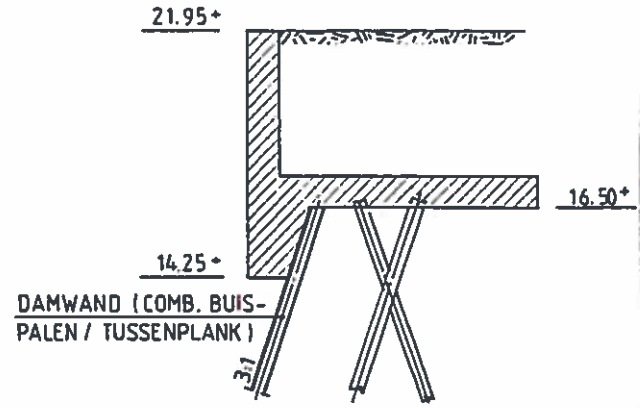
Ontwerp
Zoals aangegeven in par. 3.1 wordt voor de constructie van de kolk uitgegaan van een hooggefundeerde L-muur op palen en damwanden, waarbij de damwanden tevens een grondkerende funktie hebben.
Voor deze constructie zijn twee mogelijkheden in beschouwing genomen, nl. een oplossing met een vertikale damwand direkt aan de voorzijde van de L-wand en betonpalen onder de vloer (zie fig. 5) en een oplossing, waarbij de dragende damwand aan de voorzijde onder 3:1 t.o.v. de vertikaal is geplaatst, waardoor kan worden volstaan met minder palen en een kortere vloer (zie fig. 6).
In beide varianten worden de horizontale en vertikale belastingen op de L-wand, alsmede de horizontale ankerkracht uit de damwandconstructie, via de palen en de damwand overgedragen naar de ondergrond.
Ingeval van de schuine wand is aan de voorzijde een zware damwand nodig (stalen buispalen met tussenplanken). Bovendien is technisch gezien de aansluiting tussen de schuine wand en de hoofden en tussen de schuine wand en de (eventuele) compartimenteringsschermen (tijdelijke dwarsschermen in de kolk t.b.v. het storten van de kolkvloer onder water) vrij moeilijk uitvoerbaar.
De kosten van de oplossing met de schuine wand blijken

drains onder bodemnivo) een bouwput te realiseren tot ca NAP+11,00m. De omstandigheden ter plaatse van de proefontgraving komen redelijk overeen met de situatie ter plaatse van de sluishoofden. Indien voor de bouwput van het sluishoofd wordt uitgegaan van een diepte van NAP+13,50m, waarbij de uitvulling van de werkkamer wordt gerealiseerd met zand, ontstaat een voldoende stabiele en draagkrachtige ondergrond.
Uitgegaan wordt dan ook van het maken van een bouwput met bemaling (in de vorm van horizontale drainage) met een bodemnivo van NAP+13,50m. Hierop wordt de uitvulling van de werkkamer (hoogte ca 2,00m) aangebracht, waarna de snijranden kunnen worden gemaakt. Op de uitvulling en snijranden worden vervolgens de vloer en wanden (tot onderzijde kelder) gestort.
Na de tijdelijke afdichting van de kopse zijden kan het caisson worden afgezonken tot het nivo van ca NAP+6,50m (onderkant snijrand) en kan de werkkamer geheel worden gevuld met beton. Daarna kan de verdere afbouw van het hoofd plaatsvinden.

Definitieve constructie
De beide hoofden bestaan uit een gewapend betonnen, U-vormige bakconstructie (vloer met twee opgaande wanden). Het vloernivo van de beide hoofden is gelijk en wordt aangelegd op het bodemnivo van het benedenstroomse kanaalpand (uitgangspunt: uitwisselbare deuren), waarbij aan de bovenstroomse zijde van het bovenhoofd een dwarswand is aangebracht om het hoogteverschil tussen de bovenstroomse kanaalbodem en de sluisvloer te overbruggen (hierdoor kan de kanaalbodem op hoog nivo worden gehandhaafd, hetgeen een besparing geeft op de damwandconstructies t.o.v. een situatie waarbij het bodemnivo verloopt naar het diepe vloernivo). Als nadeel van deze constructie kan worden aangemerkt dat vuil en slib zich kunnen verzamelen in de "bak" voor de sluisdeuren. Daar in het kanaal echter nauwelijks sedimenttransport wordt verwacht en eventueel aanwezig vuil op eenvoudige wijze kan worden verwijderd is toch voor deze oplossing gekozen.
De drempeldiepte bedraagt 3,80m t.o.v. het toekomstig benedenstroomse kanaalpeil. In de vloer is een verdieping gespaard, zodat een drempel ontstaat voor de deuraanslag. Onder de vloer worden langs de omtrek zogenaamde "snijranden" aangebracht, welke nodig zijn om tijdens het pneumatisch afzinken van de hoofden een "werkkamer" te creëeren. Na het op diepte brengen van de hoofden wordt de werkkamer gevuld met beton.
De wanden moeten reiken tot 1,50m boven het bovenstroomse kanaalpeil. In de wanden worden deurkassen gespaard en in de vloer en wanden worden de draaipunten en aanslagen voor de sluisdeuren opgenomen.
Ten behoeve van de opstelling van de deurbewegingswerken wordt aan elke wand een kelder uitgebouwd. De toegang naar de kelder wordt gerealiseerd via een trap en toegangsdeur. Het inbrengen in de kelder van grote onderdelen moet plaatsvinden via luiken, die in het dak van de kelder worden opgenomen.
In de wanden van de hoofden moeten tevens voorzieningen worden opgenomen ten behoeve van waterstandsmetingen, kabeldoorvoeren e.d.
Uit stabiliteitsberekeningen blijkt dat de sluishoofden zonder



figuur 5



figuur 6

hoger te zijn dan de oplossing met de vertikale wand. Gekozen is dan ook voor een oplossing met een vertikale damwand.

Definitieve constructie
Voor de aanleghoogte van de vloer van de L-wand wordt uitgegaan van een hoogte van NAP+16,50m. Tot dit nivo kan zonder enige vorm van bemaling worden gewerkt. Tevens ontstaat hierbij een redelijke verhouding tussen de hoogte van de L-wand en de onder de wand aanwezige damwand. Voor de palen kan

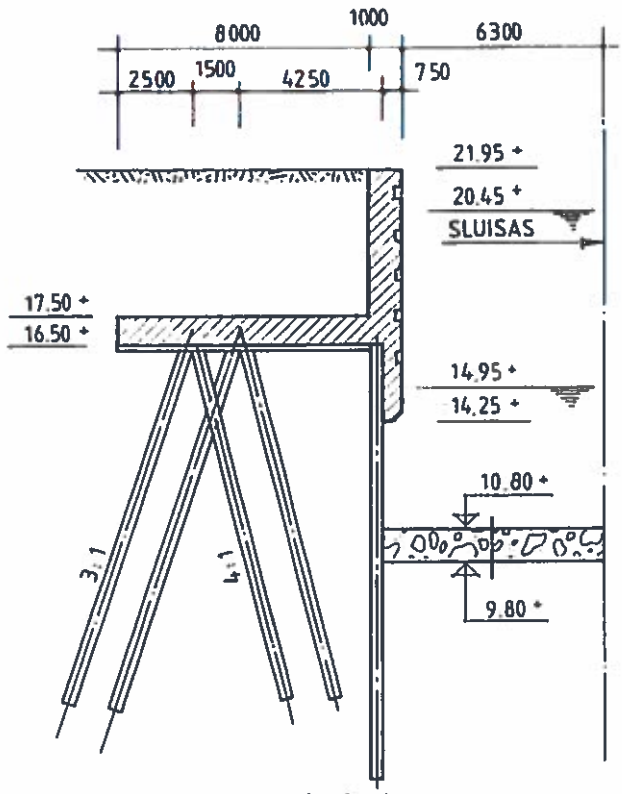


fig. 7, doorsnede definitieve kolkconstructie

worden uitgegaan van voorgespannen betonpalen, tot een inheinivo als aangegeven in het grondmechanisch rapport.
De gewapend betonnen L-wand bestaat uit een 1,00m dikke vloer en een wand met de onderkant op NAP+14,25m en de bovenkant op NAP +21,45m. De hoogte van de wand is zodanig gekozen dat de geleiding van schepen altijd plaatsvindt tegen de betonwand. Tevens blijft bij laag kolkpeil altijd een betonwand in het zicht en blijft het onderhoud beperkt tot alleen de betonconstructie.
De verbinding tussen de L-wand en de damwand wordt scharnierend uitgevoerd met behulp van een op de damwandkop te lassen railprofiel en een in de betonconstructie op te nemen hoekstaal.

3.3.2 Bodemverdediging sluiskolk

Ontwerp
Tot de kolkconstructie behoort het maken van een bodemverdediging, al of niet in combinatie met een waterremmende of waterafsluitende laag. Als oplossing worden drie mogelijkheden in beschouwing genomen: een zinkstuk met bestorting, een vloer van onderwaterbeton, voorzien van perforaties en een volledig afsluitende vloer van onderwaterbeton.
Ten behoeve van de "open" oplossingen is door Grondmechanica Delft de mate van waterremming van de laag tussen NAP+7,00m en 8,00m nagegaan. De conclusie was dat de optredende hoeveelheid kwel, bij benedenstrooms peil in de kolk, ca 0,25 à 0,70m3/dag per m2 zal bedragen. Deze hoeveelheid is zodanig gering, dat geen problemen worden verwacht tijdens de gebruikssituatie van de sluis. Geconcludeerd kan worden dat bij de "open" oplossingen geen aparte waterremmende laag behoeft te worden aangebracht.

Bij de oplossing met een bodembekleding kan worden volstaan met een zinkstuk met bestorting overeenkomstig de constructie in de voorhavens. Met betrekking tot het evenwicht van de bodem is in de

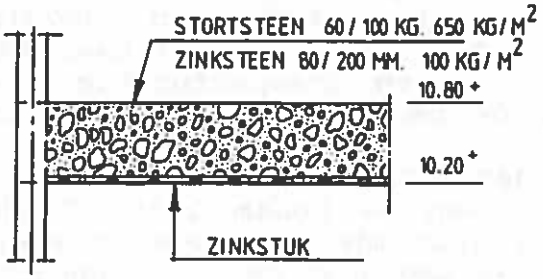


fig. 8, kolkbodem met bekleding

definitieve situatie een veiligheid tegen opbarsten aanwezig van 1,02 (stijghoogte NAP+18,00m, onderkant laag NAP +7,00m). In de bouwfase moet rekening worden gehouden met een lagere waterstand in de kolk van minmaal NAP+14,00m, waarbij juist geen evenwicht bestaat ("veiligheid" 0,95). In de praktijk zullen hiermee waarschijnlijk geen problemen ontstaan. Boven-

dien is het te allen tijde mogelijk de waterstand in de kolk te laten opkomen als uit metingen blijkt dat de aanwezige waterstand onder de waterremmende laag de maximale waarde bereikt.
Een ernstiger kwelprobleem kan zich voordoen ter plaatse van de aansluiting van de hoofden, waar de betonconstructies zijn afgezonken tot onder de waterremmende laag, waardoor deze laag plaatselijk verstoord kan zijn. Deze kwelweg kan worden afgedicht door het aanbrengen van een damwandscherm op enkele meters afstand van de betonconstructie en het storten van onderwaterbeton in de ruimte tussen het scherm en het sluishoofd.
De vergelijkingskosten van deze oplossing bedragen ca f 150.000,-.

De tweede oplossing betreft een vloer van onderwaterbeton met perforaties. De perforaties worden aangebracht om overdruk

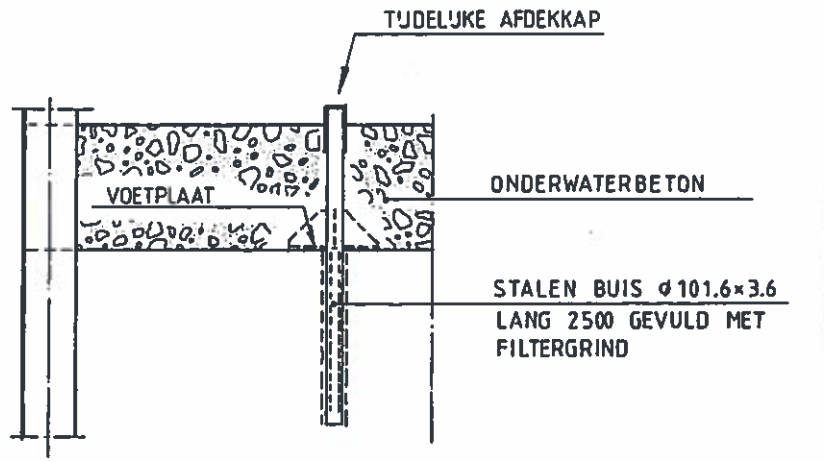


fig. 9, kolkvloer met onderwaterbeton en perforaties

(stijghoogte NAP+18,00m) onder de vloer te voorkomen. Uitgangspunt is een vloer met een dikte van 1,00m, waarin d perforaties zijn aangebracht door middel van vooraf aangebrachte stalen filterbuizen, gevuld met grind. Het voordeel van een dergelijke vloer is tweeledig: een stabiele bodemverdediging en een stempelfunktie tussen de beide kolkwanden, waardoor de damwanden lichter en korter kunnen worden uitgevoerd.
In de definitieve situatie bedraagt de veiligheid tegen opbarsten van de bodem 1,05. Tijdens de ook bij de vorige oplossing genoemde bouwfase is eveneens juist geen evenwicht aanwezig en bedraagt de "veiligheid" 0,98.
Tijdens het storten van het onderwaterbeton kan zich het probleem voordoen, dat als gevolg van de optredende kwel een naar boven gerichte waterstroom ontstaat, waardoor plaatselijk ontmenging van de beton kan optreden.
De bij de vorige oplossing genoemde kwelproblemen bij de aansluiting van de hoofden, kunnen zich ook bij deze oplossing voordoen, zodat ook in deze situatie een overeenkomstig scherm moet worden aangebracht.
Bij deze oplossing worden geen compartimenteringswanden,

ankers e.d. toegepast, zodat rekening moet worden gehouden met scheurvorming en "open" aansluitingen in de vloer van onderwaterbeton. Daar de vloer slechts behoeft te funktioneren als bodembescherming worden deze eventuele scheuren (lekkages) geaccepteerd.
De vergelijkingskosten van deze oplossing bedragen ca f 210.000,-.

Bij de oplossing met een waterafsluitende vloer geldt als uitgangspunt dat de stijghoogte van het water onder de vloer kan oplopen tot NAP+18,00m, waarbij de vloerconstructie in evenwicht moet zijn met de bijbehorende druk. Uitgaande van een gewichtsvloer is een vloerdikte benodigd van ca 3,60m. Hierbij ontstaat tijdens de ontgravingsfase van de kolk het probleem dat het water in de kolk direkt in kontakt staat met het diepe grondwater (NAP+18,00m), terwijl de dan aanwezige constructie van de kolkwand slechts reikt tot NAP+17,50 (bovenkant vloer L-wand). Een aantrekkelijker oplossing ontstaat als wordt uitgegaan van een vloerdikte van 1,50m, waarbij de vloer wordt verankerd door middel van trekpalen en de damwanden van de kolk. Tijdens de bouwfasen kan het evenwicht van de bodem worden gehandhaafd door het op peil

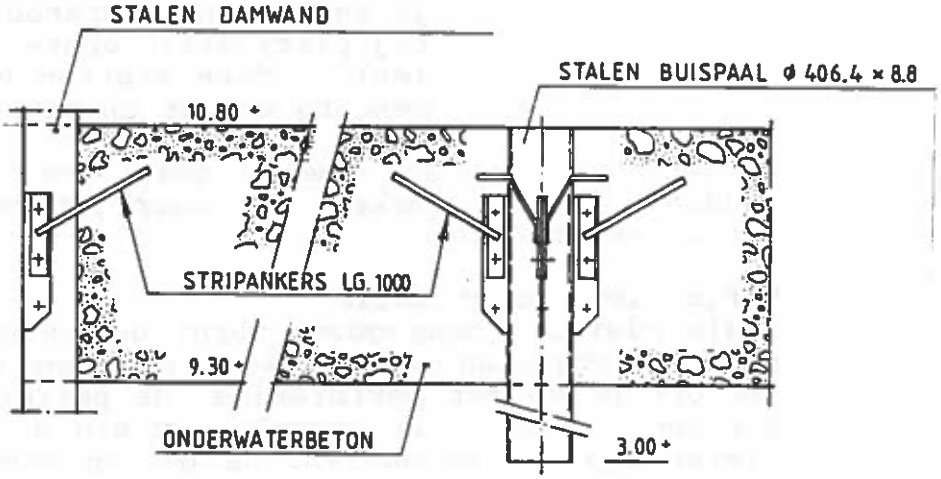


fig. 10, waterafsluitende kolkvloer van onderwaterbeton

houden van de kolkwaterstand (minimaal NAP+16,50m).
Ook bij deze oplossing kan zich tijdens het storten van de vloer van onderwaterbeton het probleem voordoen, dat een opwaartse waterstroom ontstaat, waardoor plaatselijk ontmenging kan optreden. In dit geval is dit bezwaarlijker dan bij de vorige oplossing, daar hier uitgangspunt is het maken van een waterdichte vloer.
Ter voorkoming van scheuren in de vloer wordt uitgegaan van het aanbrengen van twee compartimenteringsschermen, zodat drie vakken van elk ca 35,00m ontstaan. Om de belasting als gevolg van de resulterende opwaartse druk over te dragen, wordt de vloer verankerd aan de palen en damwanden door middel van stalen ankers.
De vergelijkingskosten van deze oplossing bedragen ca f 570.000,-.

Gezien het verschil in kosten van de laatstgenoemde oplossing t.o.v. de beide andere constructies en het gegeven dat bij deze constructies de bodem in de definitieve situatie voldoende in evenwicht is (in tijdelijke fase is een veiligheid van ca 1 aanwezig, doch in de praktijk worden hierbij geen problemen verwacht) en slechts een geringe kwel zal ontstaan, wordt gekozen voor één van deze oplossingen. Als voor- en nadelen van deze oplossingen gelden:

- bodembestorting:
  * voordelen: lage kostprijs;
  * nadelen : zinkstukken zijn moeilijk aan te sluiten op de damwandconstructies, waardoor "zwakke" plekken kunnen ontstaan;
    kans op beschadiging a.g.v. zware schroefstroom-belasting;
    regelmatig inspektie en onderhoud noodzakelijk;
- vloer van onderwaterbeton:
  * voordelen: stabiele bodembekleding;
    geen onderhoud;
    goede aansluiting tegen de damwanden;
  * nadelen : filterbuizen zijn moeilijk aan te brengen;
    werking filterbuizen kan niet voor vele jaren worden gegarandeerd;
    bij plaatselijk grote opwaartse stroom (wellen) tijdens storten van beton kans op ontmenging en dus op plaatselijk slechte kwaliteit.

Gezien de voor- en nadelen gaat, vooral vanwege het onderhoudsaspekt, de voorkeur uit naar het toepassen van een vloer van onderwaterbeton.

Definitieve constructie
Zoals hiervoor aangegeven wordt de bodembekleding aangebracht na het ontgraven van de kolk als een vloer van onder water gestort beton met perforaties. De perforaties worden voor het storten van de vloer aangebracht als stalen buizen met "voetplaten" op het bodemnivo. De buizen worden via spuiten in de bodem gebracht, daarna gevuld met grind en tijdelijk afgedicht tot na het storten van de beton.

3.3.4 Inrichting sluiskolk

De inrichting van de sluiskolk betreft het aanbrengen van afmeer- en veiligheidsvoorzieningen in de kolk, zoals haalkommen en bolders voor de beroeps- en pleziervaart, ladders, stopstrepen e.d.
De inrichting van de kolk is afgeleid van de inrichting van sluis Schijndel, welke in overleg met direktie Noord-Brabant en de Dienst Verkeerskunde is vastgesteld.
De toe te passen bolders en haalkommen voor de beroepsvaart zijn geschikt voor het opnemen van een belasting van 200 kN.
De bolders en haalpennen voor de pleziervaart zijn geschikt voor een belasting van 40 kN (uitvoering met breekpen).
Overige voorzieningen, zoals scheepvaartseinen, lichtmasten, geluidsinstallaties e.d. worden uitgevoerd via het installa-

tie-bestek voor de sluis en zijn derhalve niet opgenomen in dit civiele deel.

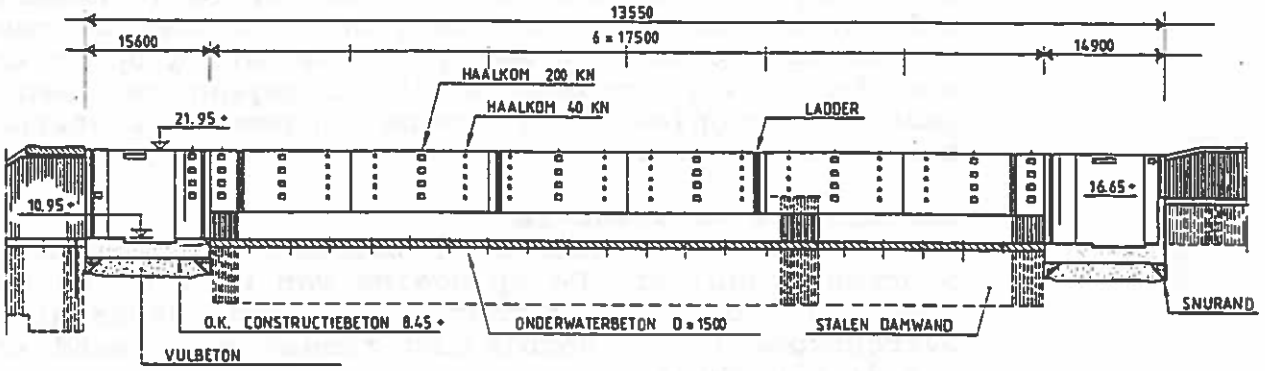


fig. 11, inrichting sluiskolk

3.4 Brug voor lokaal verkeer

Ontwerp
De brug moet een dwarsprofiel verkrijgen met een wegbreedte van 3,50m met ter weerszijden een voetpad van 1,75m. De brug heeft tevens een funktie als leidingkoker, zowel ten behoeve van nutsleidingen, als ten behoeve van kabels en leidingen voor de installatie van de sluis. De vrije doorvaarthoogte moet minimaal 5,95m bedragen.

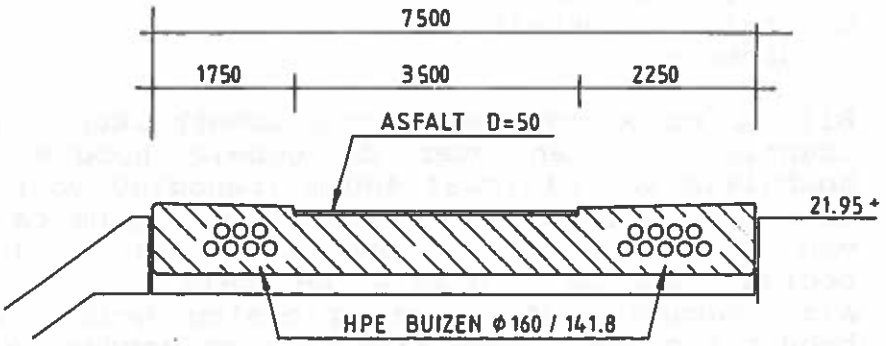


fig. 12, doorsnede brug

Uitgangspunt voor de brugconstructie is een in het werk gestorte gewapend betonnen brugplaat, opgelegd op de stalen damwandplanken van de fuikwanden.
Constructief gezien zijn een aantal mogelijkheden in beschouwing genomen in relatie tot het ontwerp van de damwandconstructies. De beschouwde varianten betreffen een brugplaat die al of niet als stempel tussen de beide fuikwanden fungeert. Deze varianten zijn bovendien bekeken met of zonder toepassing van een vloer van onderwaterbeton (stempelfunktie tussen de wanden) als bodemverdediging.
Voor de oplossingen zonder vloer van onderwaterbeton blijken de ankerkrachten zodanig hoog dat moet worden uitgegaan van dubbele verankering. In deze situatie worden tevens de momenten in de wanden erg groot, zodat zware damwandprofielen nodig

zijn. Uitgegaan wordt dan ook van het toepassen van een vloer van onderwaterbeton als bodemverdediging. Indien de brug niet als stempel wordt gebruikt blijven zware verankeringen noodzakelijk. Het benutten van de plaat als stempel tussen de beide wanden levert dan ook een grote besparing op in kosten.
Als definitief ontwerp wordt uitgegaan van een in het werk gestorte brugplaat, die tevens fungeert als stempelconstructie tussen de wanden.

Definitieve constructie
De definitieve constructie bestaat uit een in het werk te storten brugplaat. De oplegging van de brug op de damwandconstructie wordt uitgevoerd als een "scharnierverbinding", overeenkomstig de verbinding tussen de L-wand en de damwand van de sluiskolk.
In het verlengde van de rijbaan worden ter weerszijde van de plaat stootplaten aangebracht.
In de brugplaat worden totaal 16 sparingbuizen met een diameter van 160mm opgenomen t.b.v. de doorvoer van kabels en leidingen.

3.5 Schotbalken

Ontwerp
Als mogelijke oplossing voor de schotbalken zijn drie oplossingen in beschouwing genomen:
a. azobé schotbalken;
b. stalen schotbalken;
c. droogzetschot.

Bij de oplossing met azobé schotbalken wordt uitgegaan van identieke balken over de gehele hoogte. Benodigd is een houtdikte van minimaal 400mm (benodigd voor sterkte, doorbuiging ca L/80) tot ca 600mm (doorbuiging ca L/250). De hoogte van de balken wordt aangehouden op ca 300mm. Het gewicht bedraagt dan ca 15 à 25 kN per balk.
Als voordeel voor deze oplossing geldt dat de balken met behulp van een lichte kraan kunnen worden ingehangen.
Als nadeel geldt dat sprake is van zware houtafmetingen (moeilijk verkrijgbaar) en dat, als gevolg van het grote aantal balken, erg veel voegen ontstaan, welke moeilijk zijn af te dichten. Bij het aanbrengen van de balken moet dan ook rekening worden gehouden met een vrij hoge kostenpost t.b.v. het afdichten (uit te voeren door duikers).
De vergelijkingskosten voor deze oplossing bedragen ca f 55.000,- à f 60.000,-.

Bij de onder b. genoemde oplossing wordt uitgegaan van stalen schotbalken met een hoogte elk van maximaal ca 1,00m. De liggers worden samengesteld uit een beplating met achterliggende verstijvingen (halve HE-profielen o.d.). De boven- en onderzijde wordt voorzien van een azobé regel t.b.v. de afdichting bij de stapeling van de liggers onderling. Alle liggers worden identiek uitgevoerd. Het gewicht per ligger bedraagt ca 40 kN.

Als voordeel geldt ook hier dat de balken nog met een redelijk lichte kraan kunnen worden gemonteerd. Als nadeel geldt voor deze oplossing ook het grote aantal voegen, waardoor lekkage mogelijk is.
De vergelijkingskosten voor deze oplossing bedragen ca f 100.000,-.

Ingeval van een droogzetschot wordt het schot als één geheel uitgevoerd en samengesteld uit beplatingen met achterliggende verstijvingen. Voordeel is dat de constructie kan worden afgestemd op de optredende belastingen (aan bovenzijde minder belasting). Het totale gewicht bedraagt ca 120 kN.
Voordeel is dat geen onderlinge afdichtingen behoeven te worden gemaakt. Als nadeel geldt een groter gewicht, waardoor een zwaardere kraan nodig is bij de montage.
De vergelijkingskosten worden geschat op ca f 75.000,-.

Gezien het nadeel van de vele voegen en de zware houtafmetingen gaat de voorkeur uit naar een staalconstructie. Om het nadeel van het grote gewicht te beperken wordt als oplossing uitgegaan van een combinatie van de beide genoemde staaloplossingen. Aangehouden wordt de oplossing van het droogzetschot, uitgevoerd in twee delen, waarbij het nadeel van één voeg wordt geaccepteerd ten gunste van een kleiner gewicht van de schotten.

Definitieve constructie
De droogzetschotten bestaan elk uit een boven- en onderdeel, met een hoogte van respektievelijk 2250mm en 1750mm (waterdiepte t.p.v. de sluishoofden bedraagt 3,80m). Het gewicht van de beide delen bedraagt elk ca 60 kN.
Beide delen worden opgebouwd uit een gesloten beplating, waarop horizontaal en vertikaal verstijvingsprofielen worden gelast. Ten behoeve van de afdichting worden de onder- en bovenzijde van het onderste deel en de onderzijde van het bovenste deel voorzien van een U-profiel, waarin een azobé regel wordt aangebracht. De zijaanslagen bestaan eveneens uit een azobé regel, aangebracht op de beplatingszijde.

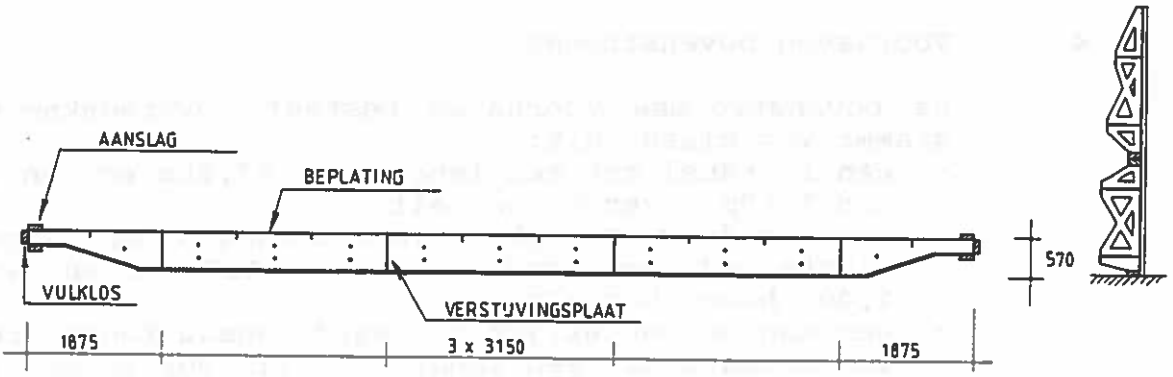


fig. 13, doorsnede droogzetschot

4. VOORHAVENS

4.1 Algemeen

De vormgeving en inrichting van de voorhavens is vastgelegd in het programma van eisen. De eisen zijn afgeleid van de door de Dienst Verkeerskunde voor sluis Helmond en sluis Schijndel opgestelde notities betreffende deze onderdelen.

De constructies in de voorhavens bestaan in hoofdzaak uit stalen damwandconstructies, waarop gewapend betonnen deksloven worden aangebracht en waartegen, afhankelijk van de hoogte van de wand, bekledingsschorten worden aangebracht. Bovendien worden voorzieningen aangebracht t.b.v. het afmeren van schepen. In verband met het aflaten van water van het bovenpand wordt een gedeelte van de westelijke fuik uitgevoerd als open geleidewerk (staalconstructie met bekledingsschotten). Een dergelijke constructie wordt eveneens geplaatst in het fuikdeel onder de brug "de Vossenbeemd".

De zuidelijke kanaaltak is reeds in een eerdere fase uitgevoerd door direktie Noord-Brabant. Destijds is besloten de bodemverdediging en de damwanden t.b.v. de opstel- en wachtplaatsen van de bovenstroomse voorhaven, tot aan de fuikconstructie voor de sluis, gelijktijdig met de kanaalwerkzaamheden uit te voeren. Bedoelde verdedigingen en wanden behoren, met uitzondering van de later op de wanden aan te brengen deksloven en houtbekledingen, dan ook niet tot de werkzaamheden van de schutsluis.
Dit is eveneens van toepassing voor de bodemverdediging en de damwanden van de opstel- en wachtplaatsen (tot en met de dwarswanden van het fuik-deel ten noorden van de pijlers van de brug de "Vossenbeemd") in de benedenstroomse voorhaven, die door direktie Noord-Brabant, gelijktijdig met de aanleg van deze voorhaven (tijdens de sluisbouw), zijn uitgevoerd.
Van alle, door de direktie Noord-Brabant in de voorhavens uitgevoerde damwanden, is door de Bouwdienst Rijkswaterstaat geadviseerd betreffende het ontwerp van de wanden (zowel sterkteberekeningen als "inrichting").

4.2 Voorhaven bovenstrooms

De bovenstroomse voorhaven bestaat, overeenkomstig het programma van eisen, uit:
- een fuikdeel met een lengte van 87,50m en een geleidehoogte van 2,50m boven kanaalpeil;
- een aan de westelijke fuikwand aansluitende opstel-/wacht plaats met een lengte van 2 x 110,00m en een hoogte van 2,00m boven kanaalpeil;
- een aan de oostelijke fuikwand aansluitende (reserve-) wachtplaats met een lengte van 110,00m en een hoogte van 1,00m boven kanaalpeil.

Ten behoeve van het doorlaten van water van het boven- naar het benedenpand is in de westelijke fuikwand een opening gecreëerd (toevoer naar het doorlaatwerk), die t.b.v. de scheepvaart wordt afgeschermd door een open geleidewerk.

Betreffende de vormgeving en lokatie van deze opening is advies gegeven door het Waterloop

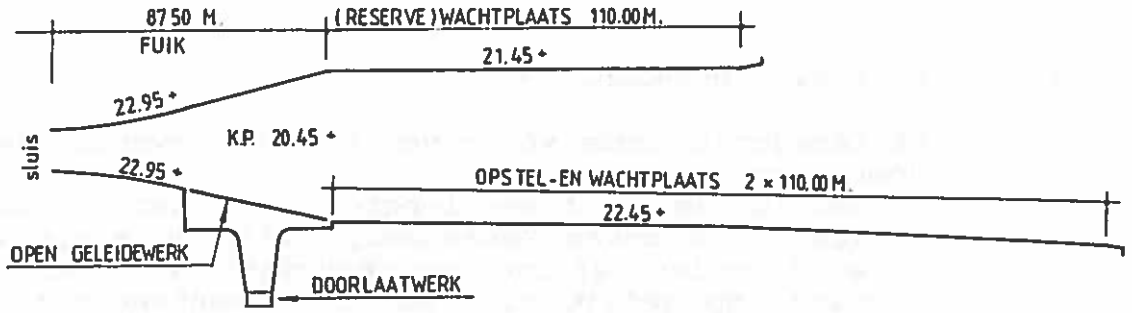


fig. 14, overzicht voorhaven bovenstrooms

kundig Laboratorium (rapport Q462, "ontwerpstudies betreffende de Omlegging Helmond", definitieve versie d.d. juni 1992).

De inrichting van de fuik en de opstel-/wachtplaatsen bestaat uit:
- een gewapend betonnen deksloof;
- schorten voor de damwand, samengesteld uit staalprofielen, waarop een "open" bekleding wordt aangebracht van horizontale azobé-balken met onderlinge tussenruimten van 0,40m. De schorten worden m.b.v. kettingen opgehangen aan de deksloven;
- afmeervoorzieningen ter plaatse van de opstel- en wachtplaats, zoals bolders (200kN met hartafstanden van ca 16,00m) op de deksloven, haalpennen (200kN met hartafstanden van ca 16,00m) tegen de damwanden en ladders (onderlinge afstand ca 33,00m).

Gezien de geleidehoogte van de reserve-wachtplaats wordt hier volstaan met alleen een gewapend betonnen deksloof. Als afmeervoorzieningen worden hierop aangebracht bolders (200kN, hartafstanden ca 17,50m) en haalpennen (40kN, hartafstanden ca 5,80m) t.b.v. de recreatievaart.

Het geleidewerk voor het toevoerkanaal van het doorlaatwerk wordt samengesteld uit stalen buispalen, waarop een buisligger wordt aangebracht. Op de ligger worden stalen stijlen aangebracht, waaraan de bekledingsschotten kunnen worden opgehangen. Evenals bij de overige bekledingen wordt ook hier uitgegaan van een "open" bekleding, strokend met de aansluitende constructies. Om te voorkomen dat drijvend vuil met de stroom wordt afgevoerd naar het doorlaatwerk, wordt het onderste deel van de bekleding gesloten uitgevoerd (extra balk in tussenruimte).

Bovenstrooms is het in te stellen kanaalpeil zodanig hoog, dat sprake is van een kanaal in "ophoging". Dit houdt in dat alle constructies vanaf het bestaande maaiveld kunnen worden

gerealiseerd en aangevuld.
Voor de verankeringsconstructies wordt uitgegaan van het toepassen van ankerwanden en/of -platen met ankerstangen.
Ontgraving van de voorhaven behoeft slechts over een zeer beperkte diepte plaats te vinden.

4.3 Voorhaven benedenstrooms

De benedenstroomse voorhaven bestaat, evenals de bovenstroomse voorhaven, uit:
- een fuikdeel met een lengte van 87,50m en een geleidehoogte van 2,50m boven kanaalpeil. Vóór de sluis wordt de fuikwand, onder helling overeenkomstig het talud bij de frontwand, op gelijk nivo met de bovenkant van het sluishoofd gebracht;
- een aan de westelijke fuikwand aansluitende opstel-/wachtplaats met een lengte van 2 x 110,00m en een hoogte van 2,00m boven kanaalpeil;
- een aan de oostelijke fuikwand aansluitende (reserve-) wachtplaats met een lengte van 110,00m en een hoogte van 1,00m boven kanaalpeil.

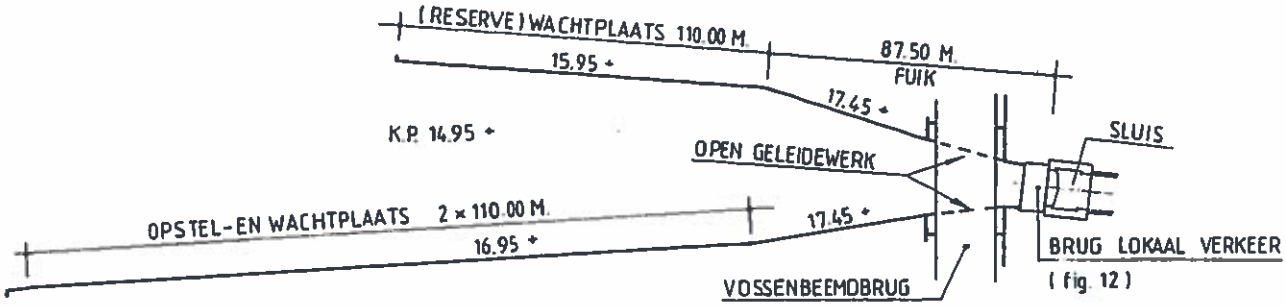


fig. 15, overzicht voorhaven benedenstrooms

De fuikwanden lopen onder de brug "de Vossenbeemd" door. Daar onder de brug slechts een beperkte werkhoogte (ca 4,00 à 5,00m) beschikbaar is, wordt uitgegaan van het aanbrengen van een open geleidewerk onder de brugconstructie. Ter plaatse van het geleidewerk ontstaat een inham achter de beide fuikwanden tot aan de bestaande brugpijlers. Indien wordt uitgegaan van een zoveel mogelijke symmetrische oplossing zal deze vormgeving geen nautische problemen veroorzaken. Bij het begin en einde van het open geleidewerk wordt de damwandconstructie van de fuikwand haaks omgezet en aangesloten op de reeds aanwezige damwand voor de pijlerconstructie.
De inrichting van de fuik en de opstel-/wachtplaatsen bestaat uit:
- een gewapend betonnen deksloof;
- schorten voor de damwand, samengesteld uit staalprofielen, waarop een "open" bekleding wordt aangebracht van horizon-

tale azobé-balken met onderlinge tussenruimten van 0,40m. De schorten worden m.b.v. kettingen opgehangen aan de deksloven;
- afmeervoorzieningen ter plaatse van de opstel- en wachtplaats, zoals bolders (200kN, met hartafstanden van ca 16,00m) op de deksloven, haalpennen (200kN met hartafstanden van ca 16,00m) tegen de damwanden en ladders (onderlinge afstand ca 33,00m).

Gezien de geleidehoogte van de reserve-wachtplaats wordt hier volstaan met alleen een gewapend betonnen deksloof. Als afmeervoorzieningen worden hierop aangebracht bolders (200kN, hartafstanden ca 17,50m) en haalpennen (40kN, hartafstanden ca 5,80m) t.b.v. de recreatievaart.

De geleidewerken onder de brug "de Vossenbeemd" worden uitgevoerd overeenkomstig het geleidewerk in de bovenstroomse voorhaven.

De damwandconstructies aan de zuidzijde van de brug "de Vossenbeemd" reiken zodanig hoog dat deze vanaf het bestaande maaiveld kunnen worden aangebracht en aangevuld.
Voor de verankeringsconstructies van deze wanden wordt uitgegaan van het toepassen van ankerwanden en/of -platen en ankerstangen.
De ontgraving van de voorhaven kan plaatsvinden na het realiseren van de wanden.
Als uitgangspunt voor de geleidewerken onder de brug geldt dat de stalen buispalen kunnen worden geheid naast de brugconstructie, waarna de complete liggerdelen, onder de brug, op de palen kunnen worden aangebracht. Ook deze constructies kunnen in den droge worden gerealiseerd.

4.4 Bodembekledingen voorhavens

Met betrekking tot de bodembekleding is door het Waterloopkundig Laboratorium geadviseerd betreffende de toe te passen bodembekleding. Tijdens eerdere ontwerpfasen is een gezamenlijk advies uitgebracht voor de sluizen Schijndel en Helmond (rapport nr. R2401/Q389, d.d. september 1986), gebaseerd op klasse IV-scheepvaart. In de fase van het definitieve ontwerp van sluis Helmond is, als gevolg van het vooralsnog niet kunnen passeren van schepen groter dan klasse II, het Waterloopkundig Laboratorium aanvullend advies gevraagd met betrekking tot eventuele ontgrondingen in de voorhavens bij het achterwege laten van een bodemverdediging. In dit kader is door het Waterloopkundig Laboratorium een studie uitgevoerd naar de maatgevende schepen en vermogens en de manoeuvreermogelijkheden van deze schepen. De resultaten zijn vastgelegd in rapport Q462, "ontgronding door schroefstralen in de noordelijke voorhaven van sluis Helmond", definitieve versie februari 1989. De conclusie van het advies is dat een bodemverdediging noodzakelijk is, daar zonder bodemverdediging ter plaatse van de opstel-/wachtplaatsen grote ontgrondingskuilen kunnen optreden in de situatie van het maatgevende schip.
Tevens wordt geconcludeerd dat, in afwijking van het eerstgenoemde advies, voor de bodemverdediging kan worden volstaan

met een gemiddelde steendiameter van 0,17m, hetgeen overeenkomt met een sortering 80/200mm.

In de zuidelijke voorhaven van sluis Helmond is ter plaatse van de opstel-/wachtplaatsen reeds een bodemverdediging aangebracht door direktie Noord-Brabant bij de aanleg van de zuidelijke kanaaltak. In het fuikgedeelte wordt de bodemverdediging aangebracht gelijktijdig met de werkzaamheden t.b.v. de sluis. Daar de stortsteen reeds in depot aanwezig is (zie par. 9.2), wordt een bodemverdediging toegepast bestaande uit een kunststof filterdoek met een zinklaag 80/200mm van 100 kg/m² en een toplaag 60/100 kg van 650 kg/m².
De bodemverdediging in de bovenstroomse fuik kan geheel in den droge worden aangebracht.

In de noordelijke voorhaven wordt eveneens een groot deel van de bodemverdediging aangebracht door direktie Noord-Brabant tijdens de aanleg van de noordelijke voorhaven. Gelijktijdig met de werkzaamheden van de sluis moet de bodemverdediging nog worden aangebracht in het fuikdeel onder de Vossenbeemdbrug. In dit deel wordt een verdediging aangebracht bestaande uit een zinkstuk (kunststof filterdoek met roosterwerk) met een zinklaag 80/200mm van 100 kg/m² en een toplaag 80/200mm van 500 kg/m².
In het fuikdeel onder de brug voor lokaal verkeer wordt, zoals aangegeven in par. 3.4, tussen de damwandconstructies een bodembekleding aangebracht, bestaande uit een onder water te storten betonvloer.

5. BEHEER EN ONDERHOUD

5.1 Wisselen sluisdeuren

Voor het wisselen van de sluisdeuren wordt uitgegaan van een situatie, waarbij montage en demontage van de deuren kan plaatsvinden met een mobiele kraan of met een drijvende bok. Gezien de beschikbare breedte op de huidige Zuid-Willemsvaart en de benodigde capaciteit van een drijvende bok, lijkt de laatste mogelijkheid minder aannemelijk. De mobiele kraan kan worden opgesteld op de rand van de sluis, waarbij de stempels op de massieve delen van de wand moeten worden geplaatst.

De reserve-deuren worden opgeslagen op een deurenbergplaats nabij het inlaatkanaal ter plaatse van de Vossenbeemdstuw, aan de benedenstroomse zijde van de sluis. Uitgangspunt is dat de deuren over water worden getransporteerd naar de sluis.
Indien wordt uitgegaan van een situatie met een beschadigde deur in het bovenhoofd, waarbij de deur in het benedenhoofd moet zorgdragen voor de waterkering, is het bovenhoofd vanaf het benedenpand niet meer over water bereikbaar. In een dergelijke situatie is het dus noodzakelijk dat in het bovenhoofd een vervangende waterkering wordt aangebracht. Deze kan worden gerealiseerd door het maken van schotbalksponningen aan de bovenstroomse zijde van de deur en het beschikbaar hebben van schotbalken als tijdelijke kering. Na het plaatsen van de schotbalken kunnen de deuren in het benedenhoofd worden geopend en is het bovenhoofd weer bereikbaar. De schotbalken zijn in het ontwerp opgenomen als twee stuks stalen schotten, die op elkaar in de sponningen kunnen worden geplaatst (zie par. 3.5).

5.2 Onderhoudsvoorzieningen sluis

Droogzetschotten
In het programma van eisen is uitgegaan van het maken van een droogzetkuip ten behoeve van het inspekteren en onderhouden van de draaipunten en vertikale aanslagen van de sluisdeuren. De overige onder water te verrichten werkzaamheden zouden moeten plaatsvinden door duikers, eventueel met behulp van een duikerklok o.d.
Doordat reeds één set schotbalken nodig is (zie par. 5.1) en geen verdere constructieve aanpassingen nodig zijn als wordt uitgegaan van het droogzetten van de sluishoofden (zie par. 3.2), is besloten tot het bijleveren van één set extra schotbalken en het maken van schotbalksponningen in beide hoofden in plaats van de oorspronkelijk gedachte droogzetkuip.
De schotbalken worden geschikt gemaakt voor het opnemen van een verval van 3,80m, zijnde de maximale waterdiepte ter plaatse van de sluishoofden. Uitgangspunt is dat de schotbalken worden opgeslagen op de deurenbergplaats en per as kunnen worden vervoerd naar de sluis.

Damwandconstructies
Voor damwandconstructies wordt uitgegaan van het toepassen van onbehandelde damplanken. De profielen worden zodanig gekozen

dat na 100 jaar afroesting (uitgangspunt 0,05mm/jaar aan één zijde van de plank) nog voldoende sterkte en stijfheid beschikbaar is voor het opnemen van de belastingen.

Bekledingsschotten
Van de bekledingsschotten in de voorhavens worden van alle "standaard-types" twee stuks reserve-schotten bijgeleverd, zodat in geval van schadevaringen direkt een nieuw schot kan worden ingehangen.

Vervalsituatie sluisdeuren
Voor de sluisdeuren is rekening gehouden met een verval over de deuren van maximaal 5,70m. Indien in het kanaal bijzondere situaties optreden, waarbij een groter verval aanwezig is, moet worden zorggedragen voor een getrapt kerend systeem over de deuren, zodat de veiligheid wordt gehandhaafd op minimaal 1,5. Nadere gegevens t.a.v. het operationeel beheer zullen worden opgenomen in een "beheer- en onderhoudsdocument".

5.3 Inrichting en afwerking sluisterrein

Volgens de plannen van direktie Noord-Brabant wordt het gehele sluisterrein voorzien van een verharding en wordt rond het gehele complex een afrastering aangebracht.
Rekening wordt gehouden met de aanleg van rekreatieve voorzieningen aan de oostzijde van het complex, o.a. zal een fietsroute worden aangelegd met mogelijkheid van passage onder de Vossenbeemdbrug en over de brug voor lokaal verkeer.
Aan de westzijde zal een onderhoudsweg worden aangelegd.
Alle voorzieningen zullen in latere fase worden voorbereid en uitgevoerd door direktie Noord-Brabant.
Betreffende de tot de sluis behorende werkzaamheden is afgesproken dat deze zich beperken tot een aanaarding van de gemaakte constructies tot 0,50m onder de definitieve terreinhoogte.

6. ONTWERPUITGANGSPUNTEN

6.1 Sluishoofden

Ten behoeve van het ontwerp van de sluishoofden wordt uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- waterstanden:
  * kanaalpeil
    - maximaal: NAP+20,45m
    - minimaal: NAP+14,75m
    - laagste peil tijdens bouwfase: NAP+14,00m
  * grondwaterstand
    - maximaal: NAP+18,00m
    - minimaal: NAP+16,00m
    - stijghoogte onder diepe leemlaag: NAP+18,00m
- grondmechanische gegevens: volgens rapport CO-284420/18 en CO-284421/13 van Grondmechanica Delft.
- bovenbelasting op sluisterrein: 15 kN/m²
- bijkomende belastingen tijdens afzinken:
  * ballastwater in het caisson, maximaal: 42 kN/m²
  * wandwrijving (rekening houdend met bentonietspoeling tussen wand en grond)
  * overdruk in werkkamer, in eindfase max.: 115 kN/m²
  * horizontale belasting op de wanden als gevolg van grond- en waterdrukken (rekening houdend met passieve gronddruk in geval van scheef zakken tijdens afzinken).

Voor de sluishoofden wordt uitgegaan van de volgende fasering:

* ontgraven bouwput tot NAP+13,50m
* aanbrengen "uitvulling werkkamer" met zand
* storten snijranden
* storten vloer sluishoofd
* storten wanden (eventueel gefaseerd)
* afzinken caisson en aanbrengen vulbeton
* afbouwen wanden en kelders
* aanaarden constructie
* inunderen sluishoofd en inhangen sluisdeuren

Tijdens het afzinken van de sluishoofden wordt rekening gehouden met het ongelijkmatig dragen van de snijrand op de ondergrond als gevolg van onregelmatigheden in de grondslag en verschillen in ontgraving t.b.v. het "sturen" van het caisson. Gerekend wordt met de volgende extreme situaties:

* caisson draagt op twee hoekpunten, met maximale onder steuning t.p.v. twee tegenover elkaar liggende hoekpunten en verlopend naar nul in de overige twee hoekpunten
* caisson draagt op twee randen (op beide randen maximaal, op de overige twee randen maximaal in het hoekpunt en verlopend naar nul in het midden)
* caisson draagt op twee randen (maximaal in het midden, verlopend naar nul in het hoekpunt).

De constructie wordt berekend met behulp van het 3D-elementenprogramma "DIANA".

6.2 Kolkconstructie

Ten behoeve van het ontwerp van de kolkconstructie wordt uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- waterstanden:
  - * kanaalpeil
    - maximaal: NAP+20,45m
    - minimaal: NAP+14,75m
    - laagste peil tijdens bouwfase: NAP+14,00m
  - * grondwaterstand
    - maximaal: NAP+18,00m
    - minimaal: NAP+16,00m
    - stijghoogte onder diepe leemlaag: NAP+18,00m
- grondmechanische gegevens en toelaatbare paalbelastingen: volgens rapport CO-284420/18 van Grondmechanica Delft.
- bovenbelasting op sluisterrein: 15 kN/m²
- bolder- en/of haalkombelasting: 200 kN
- veiligheidscoëfficiënt damwanden:
  - definitieve situatie 1,5
  - na 100 jaar afroesting 1,1
  - (geen conservering, gerekend wordt met een afroesting van 0,05 mm/jaar aan één zijde)

Voor de sluiskolk wordt uitgegaan van de volgende fasering:

- * heien damwanden en palen
- * maken vloeren van de L-wanden
- * ontgraven kolk in den droge tot NAP+12,00m
- * ontgraven resterend deel van de kolk in den natte
- * storten vloer van onderwaterbeton
- * verlagen kolkpeil en maken wanddelen onder vloernivo
- * maken vertikale wanden boven vloernivo
- * aanaarden kolkconstructie.

De constructie wordt berekend met behulp van de volgende computerprogramma's:

- * "DAMWAND/3" voor de damwanden
- * "PAALFU" voor de paalfundering
- * "RAAMWERK/2" voor de betonconstructies.

6.3 Constructies in de voorhavens

Damwanden bovenstrooms

De damwandconstructies in de bovenstroomse voorhaven kunnen worden onderverdeeld in twee delen: damwanden t.b.v. de opstel- en wachtplaatsen en damwanden t.b.v. de fuik. Van eerstgenoemde wanden is het ontwerp, vooruitlopend op het ontwerp van de sluis, gemaakt door de Bouwdienst. De wanden zijn uitgevoerd door direktie Noord-Brabant. De fuikwanden zijn ontworpen en uitgevoerd door de Bouwdienst.

Voor de damwandconstructies t.b.v. de opstel-/wachtplaatsen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- waterstanden:
  - kanaalpeil: NAP+20,45m
  - grondwaterstand: NAP+17,00m
- grondmechanische gegevens: volgens rapport CO-284420/18 van

*Grondmechanica Delft.

- bovenbelastingen:
  tijdens uitvoering 10 kN/m²
  in gebruiksfase 10 kN/m²
- bolder- en/of haalpenbelasting: 200 kN
  (belasting spreiden over 5,00m)
- veiligheidscoëfficiënt:
  definitieve situatie 1,5
  na 100 jaar afroesting 1,1
  (geen conservering, gerekend wordt met een afroesting van 0,05 mm/jaar aan één zijde)

Uitgegaan wordt van de volgende fasering:
* heien damwanden
* aanvullen achter wanden tot verankeringsnivo
* aanbrengen verankering
* verdere aanvulling achter damwanden
* ontgraving kanaal
* inunderen kanaal.

Voor de fuikwanden gelden de volgende uitgangspunten:
- waterstanden:
  kanaalpeil: NAP+20,45m
  grondwaterstand: NAP+17,00m
- grondmechanische gegevens: volgens rapport CO-284420/18 van Grondmechanica Delft.
- bovenbelastingen:
  tijdens uitvoering 10 kN/m²
  in gebruiksfase 10 kN/m²
- veiligheidscoëfficiënt:
  definitieve situatie 1,5
  na 100 jaar afroesting 1,1
  (geen conservering, gerekend wordt met een afroesting van 0,05 mm/jaar aan één zijde)

Uitgegaan wordt van de volgende fasering:
* heien damwanden
* aanvullen achter wanden tot verankeringsnivo
* aanbrengen verankering
* verdere aanvulling achter damwanden
* ontgraving voorhaven
* inunderen voorhaven.

Remmingwerk bovenstrooms
Uitgangspunt is een vaarweg geschikt voor klasse IV-schepen (tot 1350 ton laadvermogen).
- op te nemen energie: 80 kNm
- hoogte geleidewerk boven kanaalpeil: 2,50m
- bodemhoogte onder kanaalpeil: 4,00m

Damwanden benedenstrooms
De damwandconstructies in de benedenstroomse voorhaven worden onderverdeeld in twee delen: damwandconstructies aan de zuidzijde van de brug "de Vossenbeemd" en constructies aan de noordzijde van deze brug. Beide delen sluiten aan op de reeds aanwezige damwanden ter plaatse van de pijlers van de brug "de

Vossenbeemd".
Voor wat betreft de damwanden aan de zuidzijde geldt dat zowel het ontwerp als de uitvoering zijn gerealiseerd door de Bouwdienst. De aan de noordzijde gelegen constructies zijn uitgevoerd door direktie Noord-Brabant, waarbij de constructieve berekeningen zijn gemaakt door de Bouwdienst.

Voor de damwandconstructies aan de zuidzijde van de Vossenbeemdbrug gelden de volgende uitgangspunten:
- waterstanden:
  kanaalpeil: NAP+14,95m
  (toekomstig peil: NAP+14,75m)
  grondwaterstand: NAP+17,00m
- grondmechanische gegevens: volgens rapport CO-284420/18 van Grondmechanica Delft.
- bovenbelastingen:
  tijdens uitvoering 20 kN/m²
  in gebruiksfase 10 kN/m²
  op taluds 0
- veiligheidscoëfficiënt:
  definitieve situatie 1,5
  na 100 jaar afroesting 1,1
  (geen conservering, gerekend wordt met een afroesting van 0,05 mm/jaar aan één zijde)

Uitgegaan wordt van de volgende fasering:
- fuikwanden onder brug voor lokaal verkeer:
  * heien damwanden
  * maken overbrugging (dient als stempeling tussen de wanden)
  * ontgraven voorhaven tot NAP+9,75m
  * storten vloer van onderwaterbeton met een dikte van 1,00m (heeft funktie als stempeling tussen de wanden)
  * aanvullen achter de damwanden
- resterende fuikwanden:
  * heien damwanden
  * aanbrengen van de verankeringen
  * aanvullen achter de damwanden
  * ontgraven van de voorhaven tot NAP+9,75m
  * storten vloer van onderwaterbeton met een dikte vam 1,00m (heeft funktie als stempeling tussen de wanden)
- frontwanden:
  * heien damwanden
  * aanbrengen van de verankeringen
  * aanvullen achter de damwanden
  * ontgraven van de voorhaven tot NAP+10,75m

Voor de damwandconstructies aan de noordzijde van de brug "de Vossenbeemd" gelden de volgende uitgangspunten:
- waterstanden:
  kanaalpeil: NAP+14,95m
  (toekomstig peil: NAP+14,75m)
  Als extreme situatie wordt rekening gehouden met een min. peil tijdens aanleg voorhaven: NAP+13,75m
  grondwaterstand:
  * spanningswater beneden NAP+7,50m NAP+18,00m

  * spanningswater in tussenlaag
    tussen NAP+8,50m en NAP+12,00m — NAP+17,00m
  * in bovenlaag — NAP+15,00m
    (wordt in stand gehouden door drain)

  Tussen de lagen onderling wordt een lineair verloop aangehouden.
- grondmechanische gegevens: volgens rapport CO-284420/18 van Grondmechanica Delft.
- bovenbelastingen:
  tijdens uitvoering — 20 kN/m²
  in gebruiksfase — 10 kN/m²
  op taluds — 0
- bolder- en/of haalpenbelasting: — 200 kN
  (belasting spreiden over 5,00m)
- veiligheidscoëfficiënt:
  definitieve situatie — 1,5
  na 100 jaar afroesting — 1,1
  (geen conservering, gerekend wordt met een afroesting van 0,05 mm/jaar aan één zijde)

Mede op basis van de door direktie Noord-Brabant aangegeven uitvoeringswijze wordt voor de damwanden aan de noordzijde van de brug "de Vossenbeemd" rekening gehouden met de volgende fasering:

  * ontgraven tot ca NAP+14,00m
  * aanbrengen damplanken
  * aanbrengen drainage en aanvullen achter damwand tot NAP +15,75m
  * aanbrengen groutankers
  * in den droge ontgraven van het kanaal tot ca NAP+12,00m (met open bemaling)
  * waterstand in voorhaven laten opkomen en ontgraven tot NAP+10,15m (hierop wordt bodemverdediging aangebracht)
  * bij hoge damwanden restant aanvullen achter de damwand.

Remmingwerk benedenstrooms

Uitgangspunt is een vaarweg geschikt voor klasse IV-schepen (tot 1350 ton).

- op te nemen energie: — 80 kNm
- hoogte geleidewerk boven kanaalpeil: — 2,50m
- bodemhoogte onder kanaalpeil: — 4,00m

Constructieberekeningen

De constructies worden berekend met behulp van de volgende computerprogramma's:

  * "DAMWAND/3" voor damwanden
  * "Methode Blum" voor de palen van de remmingwerken

De liggerconstructie van de remmingwerken is "handmatig" berekend m.b.v. de theorie van de verend ondersteunde ligger.

6.4 Brug voor lokaal verkeer

De brug wordt berekend op klasse 45. Tevens wordt rekening gehoudden met de optredende stempelbelasting als gevolg van de grond- en waterdrukken op de damwand onder de brug.

6.5 Schotbalken

De droogzetschotten zijn zowel inzetbaar in het boven- als het benedenhoofd. Ten behoeve van het ontwerp gelden de volgende uitgangspunten:

- kanaalpeil bovenstrooms NAP+20,45m
- kanaalpeil benedenstrooms NAP+14,95m
  idem (toekomstig) NAP+14,75m

De maximaal te keren waterhoogte bedraagt 4,00m.

7. UITVOERING

7.1 Aanvangssituatie

Bij aanvang van de uitvoering geldt als uitgangspunt dat het gehele werkterrein door direktie Noord-Brabant reeds is ontgraven tot een nivo van ca NAP+17,00m.
De beëindiging van het reeds gerealiseerde zuidelijke kanaalvak bestaat uit een damwandscherm, dat aansluit op de kanaalwanden ter plaatse van de beëindiging van het fuikdeel in de bovenstroomse voorhaven. Tegen het scherm is een gronddam aangebracht.
De afwatering van het terrein is gerealiseerd via gegraven greppels, met een afvoer op de rivier de Aa.
Aan de westzijde van het bouwterrein is een transportbaan aanwezig t.b.v. het grondtransport voor de kanaalwerken. De transportbaan moet te allen tijde voor derden beschikbaar blijven voor bedoeld transport.

7.2 Gronddepots

Gezien de hoogteligging van de sluis t.o.v. het aanwezige maaiveld is sprake van beperkte ontgravingen, terwijl in de eindsituatie grote aanvullingen nodig zijn.
De bij ontgraving vrijkomende grond, zowel zand als leem, moet worden afgevoerd naar het depot bij de Vossenbeemd (westelijk van de benedenstroomse voorhaven) en gescheiden worden opgeslagen. Voor zoveel als mogelijk moet deze grond weer worden verwerkt in de aanaardingen.
Daar de grondbalans niet in evenwicht is, is door direktie Noord-Brabant aan de oostzijde van de sluis, voorafgaand aan de bouw van de sluis, een zanddepot aangelegd. Hieruit kan zand worden ontgraven t.b.v. de aanvullingen aan de oostzijde.
De grond t.b.v. de aanvullingen aan de westzijde moet worden ontleend aan het depot Vossenbeemd, waarbij door direktie Noord-Brabant nog een extra hoeveelheid zand in depot zal worden gebracht tijdens de uitvoeringsperiode van de sluis.

7.3 Stortsteendepot

Gelijktijdig met de uitvoeringswerkzaamheden t.b.v. de aanleg van de zuidelijke kanaaltak is door direktie Noord-Brabant stortsteen in depot gebracht t.b.v. de zuidelijke voorhaven nabij de sluis. Het depot is aangelegd onder water, op de bodem van het kanaal, aansluitend tegen het tijdelijke dwarsscherm t.p.v. de beëindiging van het kanaal (zie par. 7.1).
Het betreft stortsteen van een sortering 60/100 kg.
De benodigde stortsteen t.b.v. de noordelijke voorhaven zal eveneens beschikbaar worden gesteld door direktie Noord-Brabant. De aanvoer hiervan zal plaatsvinden tijdens de aanleg van de noordelijke voorhaven. Het depot zal worden aangelegd op het werkterrein, op de kanaaldijk aan de westzijde van de reeds gegraven zuidelijke kanaaltak. Voor de noordelijke voorhaven zal stortsteen worden aangevoerd met een sortering 80/200mm.

7.4 Werkterreinen

Tijdens de bouw van de sluis kan de aannemer beschikken over het gehele bouwterrein (tussen de rivier de Aa en het granddepot enerzijds en de brug "de Vossenbeemd" en de zuidelijke kanaaltak anderzijds), alsmede over het terrein, ten westen van de rivier de Aa en ten oosten van de Brouwhuissedijk, dat in eigendom is van het Rijk en bestemd is voor de aanleg van een zandvang in de rivier de Aa.
Het bouwterrein is direkt vanaf de "Vossenbeemd" toegankelijk. Aansluitingen voor electriciteit, telefoon en water zijn in de direkte omgeving aanwezig.

7.5 Vergunningen

Ten behoeve van de bouw van de sluis zal door direktie Noord-Brabant een bouwvergunning worden aangevraagd bij de gemeente Helmond.

Een eventuele lozingsvergunning voor het lozen van bemalingswater moet door de aannemer worden aangevraagd bij de beherende instantie (Waterschap de Aa).