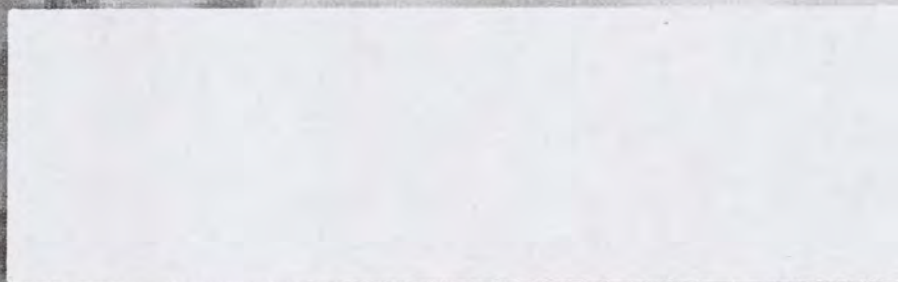


DI: 39700

Rijkswaterstaat directie Noord-Brabant



Ministerie van Verkeer en Waterstaat





Rijkswaterstaat  
Directie Noord-Brabant



## **Verder over Water**

Planstudie naar sluis 4, 5 en 6

Afstudeerproject in het kader van de opleiding Civiele Techniek aan de Hogeschool 's-Hertogenbosch.

Juni 2002

H. van Ooijen  
S.J.E.M. de Meijer







## Voorwoord

Voor u ligt het hoofdonderzoek van de studie *Verder over water*. Deze studie maakt onderdeel uit van een afstudeeropdracht in het kader van de opleiding Civiele Techniek aan de Hogeschool 's-Hertogenbosch. De afstudeeropdracht is uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat, directie Noord-Brabant onder begeleiding van mw. M. van Leerdam en dhr. P. Rosen Jacobson (Rijkswaterstaat, directie Noord-Brabant, afdeling Water) en dhr. A. Ketelaars (Hogeschool 's-Hertogenbosch). Daarnaast hebben wij nog ondersteuning ontvangen binnen Rijkswaterstaat door de afdeling Water, de afdeling Planvorming en de dienstkring Waterwegen.

Als vooronderzoek van deze studie verscheen eerder al het rapport *Verder over water, een verkenning naar het Noord-Brabants kanalenstelsel*. Hierin is aan de hand van verschillende oplossingsrichtingen een aanbeveling gedaan voor de aanpak van de gestelde problemen met betrekking tot het kanalenstelsel. De aanbevolen oplossingsrichting is in dit hoofdonderzoek verder uitgewerkt.

De studie *Verder over Water* zal als referentiestudie voor het directieteam van Rijkswaterstaat, directie Noord-Brabant gebruikt worden, naast de studie die door Rijkswaterstaat vanaf zomer 2002 wordt verricht. In de studie van Rijkswaterstaat zelf zullen de mogelijkheden tot vervanging van sluis 4, 5 en 6 door drie nieuwe sluizen onderzocht worden.

We hebben de afgelopen maanden met veel plezier en inzet gewerkt aan onze opdracht. De opdracht betrof een groot en complex project. Voornamelijk door de gekozen integrale aanpak viel het niet altijd mee de rode draad, zoals uitgezet in het projectplan, te volgen. Een integrale aanpak vereist kennis van allerlei disciplines die bij de verruiming van een kanaal betrokken zijn. Het is dan ook moeilijk om een volledige integrale aanpak met twee mensen uit hetzelfde vakgebied te bedenken. Toch hebben we een zo compleet mogelijk beeld weten te schetsen van de gevolgen van de verruiming.

Via deze weg willen wij alle mensen die betrokken zijn geweest bij het totstandkomen van deze studie bedanken. In het bijzonder onze begeleiders bij Rijkswaterstaat, mw. M. van Leerdam en dhr. P. Rosen Jacobson en vanuit Hogeschool 's-Hertogenbosch dhr. T. Ketelaars. Ook een extra blijk van waardering voor dhr. H. van de Wetering van de Hogeschool 's-Hertogenbosch, die ons in de laatste fase enthousiast begeleid heeft met het gedeelte rond Microfem.

Susan de Meijer  
Erik van Ooijen







# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding.....</b>	<b>8</b>
1.1	Wat vooraf ging .....	8
1.2	Het projectgebied .....	8
1.3	De planstudiefase .....	8
1.4	Doelstelling.....	9
1.5	Leeswijzer.....	9
<b>2</b>	<b>Programma van eisen .....</b>	<b>10</b>
2.1	Eisen.....	10
2.1.1	<i>Eisen vanuit het beleid.....</i>	<i>10</i>
2.1.2	<i>Eisen vanuit de omgeving.....</i>	<i>10</i>
2.1.3	<i>Technische eisen.....</i>	<i>10</i>
2.2	Uitgangspunten.....	11
<b>3</b>	<b>Situering van de sluizen .....</b>	<b>12</b>
3.1	Aandachtspunten.....	12
3.1.1	<i>Kanaalpeilverhoging.....</i>	<i>12</i>
3.1.2	<i>Kanaalpeilverlaging.....</i>	<i>13</i>
3.1.3	<i>Kanaalbodem .....</i>	<i>13</i>
3.2	De varianten .....	13
3.2.1	<i>Hoofdvariant 1 .....</i>	<i>13</i>
3.2.2	<i>Hoofdvariant 2 .....</i>	<i>15</i>
3.3	Keuzetabel.....	16
3.3.1	<i>Stijging kanaalpeil.....</i>	<i>16</i>
3.3.2	<i>Daling kanaalpeil.....</i>	<i>16</i>
3.3.3	<i>Hoeveelheid baggeren .....</i>	<i>16</i>
3.3.4	<i>Dijken verhogen .....</i>	<i>16</i>
3.3.5	<i>Effecten voor de Scheepvaart.....</i>	<i>16</i>
3.3.6	<i>Inpassing in de omgeving.....</i>	<i>16</i>
3.3.7	<i>Natuur.....</i>	<i>16</i>
3.4	Definitieve ligging sluizen.....	17
<b>4</b>	<b>Afmetingen nieuwe sluizen .....</b>	<b>18</b>
4.1	Algemeen .....	18
4.2	Hoofdafmetingen .....	18
4.3	Afweging sluiskolkbreedte .....	19
4.4	Voorhavens .....	19
4.5	Spuivoorzieningen .....	20
<b>5</b>	<b>Kanaalpeilen .....</b>	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>Profielkeuze .....</b>	<b>21</b>
6.1	Afmetingen kanaalprofiel .....	21
<b>7</b>	<b>Tracé.....</b>	<b>22</b>
7.1	Algemeen .....	22
7.2	Verruiming naar klasse IV.....	22
7.3	Kilometer 104.9 tot 103.6 (sluis 4) .....	22
7.3.1	<i>Knelpunt: spoorwegbrug, km 104.88 .....</i>	<i>23</i>
7.3.2	<i>Opslagplaats, km 103.85 - 103.73.....</i>	<i>23</i>
7.3.3	<i>Knelpunt: huis, km 103.7 .....</i>	<i>23</i>
7.3.4	<i>Sluis 4, km 103.6.....</i>	<i>23</i>
7.4	Kilometer 103.6 tot 103.4.....	24
7.4.1	<i>Knelpunt: brug N265, km 103.5.....</i>	<i>24</i>
7.5	Kilometer 103.4 tot 102.4.....	25
7.6	Kilometer 102.4 tot 102.0.....	25
7.7	Kilometer 102.0 tot 94.0.....	26
7.7.1	<i>Knelpunt: Erpse brug, km 99.6.....</i>	<i>26</i>
7.7.2	<i>Knelpunt: huizen, km 99.6.....</i>	<i>27</i>
7.7.3	<i>Sluis 5, km 98,3.....</i>	<i>27</i>
7.7.4	<i>Knelpunt: begroeiing, km 97.9-95.4 .....</i>	<i>27</i>
7.7.5	<i>Knelpunt: ecologische verbinding, km 96,0.....</i>	<i>27</i>
7.7.6	<i>Knelpunt: duiker Goorloop, km 95,0.....</i>	<i>28</i>



7.8	Kilometer 94,0 tot 93.2 (sluis 6) .....	28
7.8.1	<i>Knelpunt: brug over sluis 6, km 93.2</i> .....	28
7.8.2	<i>Sluis 6, km 93.2</i> .....	28
<b>8</b>	<b>Kanaaloevers</b> .....	<b>29</b>
8.1	Bestaande oevers .....	29
8.2	Nieuwe oevers .....	29
8.2.1	<i>Verticale oever</i> .....	29
8.2.2	<i>Groene oever</i> .....	30
8.2.3	<i>Materiaalkeuze</i> .....	30
8.3	Hydraulische belasting op de oever .....	32
<b>9</b>	<b>Effecten door de aanpassingen</b> .....	<b>33</b>
9.1	Effecten voor de scheepvaart .....	33
9.2	Effecten op de grondwaterstanden .....	34
9.2.1	<i>Mogelijke oorzaken voor grondwaterstandveranderingen</i> .....	34
9.2.2	<i>Aandachtsgebieden</i> .....	34
9.2.3	<i>Te verwachten resultaten</i> .....	34
9.3	Effecten voor natuur en landschap .....	35
9.3.1	<i>Natuur</i> .....	35
9.3.2	<i>Agrarisch gebied</i> .....	35
9.3.3	<i>Landschap, visueel</i> .....	36
9.4	Effecten voor woon- en leefmilieu .....	36
<b>10</b>	<b>PRI-raming</b> .....	<b>37</b>
10.1	Kanaalverruiming .....	37
10.1.1	<i>Grondwerk</i> .....	37
10.1.2	<i>Beschoeiing</i> .....	38
10.1.3	<i>Verhardingen</i> .....	38
10.2	Aanpassen kunstwerken .....	38
10.3	Sluizen .....	38
10.4	Bijkomende kosten .....	38
<b>11</b>	<b>Conclusie</b> .....	<b>40</b>
11.1	Het kanaal en de sluizen .....	40
11.2	De scheepvaart .....	40
11.3	Verdroging .....	40
11.4	De omgeving .....	40
11.5	Kosten .....	40
<b>12</b>	<b>Aanbevelingen</b> .....	<b>41</b>

## Bijlagen

I	Dimensionering vaarwegen
II	CVB
III	Oevers
IV	Uitwerking model breedscheenjuffer
V	Aanpak Microfem
VI	Invoergegevens Microfem
VI	Gegevens rivier de Aa
IX	Figuren Microfem
X	Prijsniveau directe kosten
XI	Hoeveelheden berekening
XII	PRI-raming
XIII	Afvoer van water Zuid-Willemsvaart







# 1 Inleiding

## 1.1 Wat vooraf ging

Dit rapport is een voortzetting van de studie *Verder over Water, een verkenning naar het Noord-Brabantse kanalenstelsel*. In de verkenning wordt gekeken naar de geschiedenis en de ontwikkelingen van het Noord-Brabantse kanalenstelsel. Verder is een inventarisatie gemaakt van het huidige beleid omtrent het kanalenstelsel en aspecten die voortkomen uit de functies van de kanalen. Daarnaast wordt aandacht besteed aan de ontwikkelingen in het goederenvervoer, met name in de regio Eindhoven/Helmond en worden de verschillende gebruikers van de kanalen belicht. Uit het rapport blijkt dat in de huidige infrastructuur geïnvesteerd moet worden om de verwachte positieve ontwikkelingen te behouden en te stimuleren. De sluizen 4, 5 en 6 in de Zuid-Willemsvaart zijn in zeer slechte staat. Gezien de verwachte groei van het goederenvervoer over water op dit traject zijn er oplossingen gezocht voor dit knelpunt. Hieruit kwam de oplossing naar voren om de huidige drie sluizen in het kanaal tussen Veghel en Helmond te vervangen door twee nieuwe sluizen, klasse IV en daarbij het kanaalprofiel aan te passen naar klasse IV. [18]

## 1.2 Het projectgebied

De oplossing die naar voren is gekomen vanuit de verkenning zal verder worden uitgewerkt door middel van een planstudie. Het exacte gebied betreft de Zuid-Willemsvaart vanaf km 105.1 (1,5 km ten noorden van sluis 4) tot en met sluis 6 (zie fig 1.1). Vanuit km 105.1 is het kanaal richting het noorden reeds verruimd tot klasse IV profiel. Vanaf km 105.1 naar het zuiden is het kanaal een klasse II vaarweg.



Fig. 1.1 Ligging projectgebied

## 1.3 De planstudiefase

In de planstudiefase wordt bij Rijkswaterstaat een zestal deelaspecten van het project behandeld. Deze aspecten zijn:

- Natuur en landschap
- Verkeer, vervoer en economie
- Ruimtegebruik
- Woon- en leefmilieu
- Communicatie
- Tracering en ontwerp



In dit rapport is vooral aandacht besteed aan het deelaspect *Tracering en ontwerp*, dat wil zeggen aan het functioneel ontwerp van het kanaal en de sluizen. Bovendien zal gekeken worden naar de effecten die het samenvoegen en het eventueel verplaatsen van de sluizen hebben op de omgeving. Het betreft dan gevolgen voor de verdroging van het gebied, het woon- en leefmilieu en de scheepvaart en andere gebruikers van het kanaal. Tot slot zal een kostenraming worden gemaakt.

#### **1.4 Doelstelling**

De doelstelling die opgezet is met betrekking tot de planstudie luidt als volgt: 'Het maken van een functioneel ontwerp voor de sluizen 4, 5 en 6 (Zuid-Willemsvaart) waarbij de huidige drie sluizen worden vervangen door twee nieuwe sluizen (klasse IV). Daarnaast wordt onderzocht wat voor invloed dit heeft op de scheepvaart, op de verdroging en het woon- en leefmilieu.'

#### **1.5 Leeswijzer**

Dit verslag begint daar waar het vooronderzoek geëindigd is. De directe aanleidingen voor de studie zijn hierin terug te vinden en wordt in hoofdstuk 1 nog even kort genoemd. In hoofdstuk twee wordt het programma van eisen voor het functioneel ontwerp behandeld. Dit is een direct resultaat van het vooronderzoek. Aan de hand van het programma van eisen wordt in hoofdstuk 3 bekeken wat de mogelijkheden zijn voor de situering van twee nieuwe sluizen. Hierbij wordt kort ingegaan op de mogelijke gevolgen voordat tot een keuze kan worden overgegaan. Voor de gekozen variant wordt later dieper op de effecten ingegaan. Hoofdstuk 4 gaat in op de afmetingen van de sluizen. Deze worden gerelateerd aan de sluisafmetingen van de reeds aanwezige sluizen in de aansluitende kanaaltrajecten en de richtlijnen voor sluizen [3]. De verandering van de kanaalpeilen zijn afhankelijk van de plaats en afmetingen van de nieuwe sluizen en worden dan ook in het daaropvolgende hoofdstuk (hfst. 5) omschreven. Vervolgens wordt een profielkeuze gemaakt voor het kanaal (hfst. 6). Nu de afmetingen en exacte ligging van de sluizen bekend zijn en het kanaalprofiel is gekozen kan de verruiming van het kanaal exact vormgegeven worden. De verruiming wordt omschreven aan de hand van de kilometrering van het traject. Hierbij wordt begonnen bij het meest noordelijke kanaalgedeelte van het projectgebied. Hoofdstuk 8 gaat dieper in op de oevers langs het kanaal. Aansluitend op het ontwerp zoals dat is voortgekomen uit de hoofdstukken 3 tot en met 8 worden in hoofdstuk 9 de effecten bepaald die het ontwerp met zich mee zal brengen. Effecten voor de scheepvaart, voor grondwaterstand, natuur en landschap en woon – en leefmilieu worden achtereenvolgens bekeken. Om de kosten van de sluizen en de verruiming van het kanaal te bepalen is een pri-raming opgesteld (hfst. 10). Tot slot is in hoofdstuk 11 een samenvattende conclusie opgenomen met aanbevelingen ten aanzien van de plannen.

De literatuurlijst is achterin het rapport opgenomen. Aan het rapport zijn 13 bijlagen toegevoegd evenals een zestal tekeningen met de oude en nieuwe situatie, dwarsprofielen, lengteprofiel en details. De bijlagen zijn genummerd met Romeinse cijfers. De bronvermelding is weergegeven tussen [...] haken.



## 2 Programma van eisen

### 2.1 Eisen

De eisen die gesteld worden aan het functioneel ontwerp komen voornamelijk voort uit het vooronderzoek [18]. De hierin opgestelde aandachtspunten zijn deels vertaald naar concrete eisen aan het ontwerp, met name de aandachtspunten met betrekking tot het beleid. Daarnaast zijn eisen opgenomen die voortgekomen zijn uit de huidige situatie en eisen met betrekking tot de dimensionering van verschillende onderdelen van het kanaal. Voor dit laatste is gebruik gemaakt van de *Richtlijnen vaarwegen* van de Commissie Vaarwegbeheerders. Rijkswaterstaat wil in de toekomst steeds meer toe naar een situatie waarbij de gedetailleerde uitwerking van de plannen bij de uitvoerende partij ligt. De eisen die gesteld worden aan het ontwerp bestaan dan ook voornamelijk uit functionele eisen aan het ontwerp en niet uit constructieve eisen.

#### 2.1.1 Eisen vanuit het beleid

Het betreft zowel landelijk als regionaal beleid, hierin is bij de beleidseisen geen onderscheid gemaakt.

1. Het kanaal mag ontwikkelingen in de binnenvaart niet in de weg staan en moet stimulerend werken voor vervoer over water.
2. Er moet een optimale benutting van de vaarweg mogelijk zijn.
3. Het kanaal moet in de nieuwe situatie aan al de verschillende functies die aan het kanaal gesteld zijn blijven voldoen. Het betreft de functies scheepvaart, wateraan- en afvoer, recreatie, ecologie en waterkwaliteit.

#### 2.1.2 Eisen vanuit de omgeving

Onder eisen vanuit de omgeving worden de eisen verstaan die voortkomen uit de huidige situatie. Hiermee wordt bedoeld het bestaande klasse II kanaal en de daarbij behorende directe omgeving.

1. Negatieve effecten voor de omgeving door de aanpassingen aan het kanaal moeten zoveel mogelijk voorkomen worden.
2. De maximale afmetingen voor de nieuwe sluizen worden bepaald door de bestaande sluis Schijndel, de nieuwe sluizen mogen niet groter worden dan de afmetingen van deze sluis.
3. De ligging van de overige kunstwerken moeten worden gehandhaafd; de overspanning en landhoofden van de oeververbindingen zullen wel aangepast moeten worden aan de nieuwe situatie.
4. Het totale verval van de nieuwe sluizen moet gelijk blijven aan het totale verval in de huidige situatie. Dit bedraagt 6,23m.

#### 2.1.3 Technische eisen

De technische eisen hebben voornamelijk betrekking op de dimensionering van de vaarweg en sluizen. De dimensionering van de verschillende vaarwegonderdelen zal gebaseerd worden op de *Richtlijnen vaarwegen* van de Commissie Vaarwegbeheerders [3]. De eisen die voortkomen vanuit de gebruiker van het kanaal zijn ook verwerkt in de technische eisen. In het algemeen geldt hiervoor dat het kanaal geschikt moet zijn voor efficiënt gebruik door scheepvaart, en daarnaast mogelijkheden moet bieden voor recreanten en natuurontwikkeling.

1. De sluizen 4, 5 en 6 moeten worden vervangen door nieuwe sluizen waarbij twee van de drie sluizen samengevoegd worden tot één sluis.
2. De nieuwe sluizen moeten geschikt zijn voor bevaren door CEMT-klasse IV schepen, type Rijn-Hernekanaalschip. Dit betekent dat het maatgevende schip de afmetingen heeft zoals in tabel 2.1 zijn weergegeven.
3. De nieuwe sluizen zullen in geen geval grotere afmetingen krijgen dan sluis Helmond en sluis Schijndel. Deze sluizen zijn beide klasse IV sluizen met een lengte van 110m, een breedte van 12,5m en een drempeldiepte van 3,8m.
4. Bij het aanpassen van het kanaal moeten er nabij de sluizen direct aanpassingen gedaan worden aan het kanaalprofiel. Ook op het kanaalgedeelte waar het kanaalpeil zal stijgen, zijn aanpassingen aan het kanaalprofiel direct noodzakelijk.
5. Voor het bepalen van het kanaalprofiel zal gebruik gemaakt worden van het profiel van vrije ruimte [3].
6. Bij de nieuwe sluiscomplexen moeten nieuwe spuivoorzieningen worden aangelegd.
7. De sluizen moet aangesloten kunnen worden op centrale bediening.



Tabel 2.1: Maatgevend schip

Type	Lengte L	Breedte B	Diepgang geladen	Diepgang ongeladen
Rijn-Hernekanaalschip	85 m	9,5 m	1,6 m	2,8 m

## 2.2 Uitgangspunten

Naast de gestelde eisen zijn bij het ontwerp een aantal uitgangspunten vastgesteld.

1. Het onderzoek zal een functioneel ontwerp zijn, er zullen geen technisch-constructieve aspecten worden onderzocht.
2. Van de kabels en leidingen langs het kanaal en het kanaal kruisende kabels en leidingen zijn geen gegevens bekend. Deze zullen in zijn geheel buiten beschouwing worden gelaten.
3. De weg aan de noordoostzijde van het kanaal moet gehandhaafd blijven.
4. Voor de oevers aan de zuidwestzijde van het kanaal is in de ecologische visie slechts een basiskwaliteit vereist. Hierbij zal uitgegaan worden van model breedscheenjuffer [4, bijlage IV].
5. Het huidige kanaalprofiel zo min mogelijk verleggen, d.w.z. de noordoostoever aanhouden waar mogelijk.
6. De oeververbindingen voor landverkeer op dezelfde plaats handhaven
7. Een zo min mogelijke verstoring van de waterhuishouding in het gebied. Dit leidt ertoe dat bij het samenvoegen van de sluizen het verval van de sluizen niet verdeeld wordt over de twee nieuwe sluizen. Hierdoor vindt slechts op een beperkt deel van het kanaaltraject een wijziging plaats van de kanaalpeilen.
8. Het aantal scheepvaartbewegingen is gebaseerd op de prognoses zoals die opgesteld zijn in de studie 'Over water van en naar Zuidoost Brabant' [1].



### 3 Situering van de sluizen

In dit hoofdstuk worden de varianten met betrekking tot de situering beschreven die mogelijk zijn bij het samenvoegen van twee sluizen en het vervangen van de derde sluis. Dit hoofdstuk gaat alleen in op de plaatsing van de sluizen. Ten eerste worden zaken besproken waarmee rekening gehouden dient te worden bij de plaatsing van een sluis in verband met het voorkomen van positieve en negatieve effecten. Dit geldt voor iedere variant. Daarna zullen de varianten omschreven worden en specifieke eigenschappen worden bekeken.

#### 3.1 Aandachtspunten

Allereerst een korte toelichting op aandachtspunten waar bij de situering rekening mee gehouden dient te worden. De kanaalpeilverandering die veroorzaakt kan worden, afhankelijk van de situering van de sluizen, heeft effect op de verdroging dan wel vernatting van het gebied. Daarnaast heeft deze direct dan wel indirect effect op de natuur en het landschap. Ook de waterbodem heeft hier invloed op. De situering van de sluizen heeft voor de scheepvaart weinig effect. De effecten voor de scheepvaart worden vooral beïnvloed door de afmetingen en het aantal sluizen.

##### 3.1.1 Kanaalpeilverhoging

Bij plaatsing van de sluizen in het bestaand tracé dient met een aantal zaken rekening gehouden te worden. Een cruciaal punt voor het ecosysteem in een gebied is de waterhuishouding. Door over een gedeelte van het tracé het kanaalpeil te verlagen of te verhogen wordt de waterhuishouding verstoord. In deze studie wordt onderzoek verricht naar de mogelijkheid om twee sluizen samen te voegen tot één sluis met een groter verval, hierdoor is het onmogelijk dezelfde kanaalpeilen aan te houden. Een verstoring in de waterhuishouding hoeft niet altijd een negatieve uitwerking te hebben op het ecosysteem. Uit onderzoek is gebleken dat de laatste decennia de grondwaterstand in provincie Noord-Brabant gedaald is. Dat wil zeggen dat de waterbalans in het gebied niet sluitend is. Met andere woorden: er wordt meer water onttrokken dan dat erbij komt.

Om dit probleem tegen te gaan is het Actieprogramma Verdrogingsbestrijding opgesteld door de Kerngroep Verdrogingsbestrijding. In deze groep zitten vertegenwoordigers van de waterschappen, provincie Noord-Brabant en Rijkswaterstaat Directie Noord-Brabant. In de provincie Noord-Brabant zijn op dit moment 205 verdrogingsprojecten bekend, waarvan er 4 binnen 2 kilometer van de Zuid-Willemsvaart tussen sluis 4 en 6 liggen [23].

Een kanaalpeilverhoging heeft zowel voor- als nadelen. Om bij de afweging voor de situering te kunnen maken zal eerst, vereenvoudigd, kort de voor en de nadelen van kanaalpeilverhoging opgesomd worden. De effecten worden verder onderzocht in hoofdstuk 9.

##### *Voordelen:*

- Voor de verdrogingsprojecten zal het verhogen van het kanaalpeil een gunstige invloed hebben;
- Kosten besparend; er hoeft minder gebaggerd te worden.

##### *Nadelen:*

- Afhankelijk van de maaiveldhoogten, dienen dijken aangelegd dienen te worden. De bouw van dijken betekent een ingrijpende verandering voor het landschap en extra ruimte beslag.
- Kwaliteit van het kanaalwater dat extra inzijgt \*; onderzocht moet worden of het grondwater van voldoende kwaliteit is.
- Er dient rekening gehouden te worden met vernattingsschade. Met name in het agrarisch gebied;
- Het extra waterverlies van de Zuid-Willemsvaart; er zal extra water vanuit de Maas de Zuid-Willemsvaart in gepompt moeten worden om het waterverlies door inzijging te compenseren.

\* Met inzijgen wordt het infiltreren van kanaalwater door de kanaalbodem heen, naar het eerste watervoerend pakket bedoeld.



### 3.1.2 Kanaalpeilverlaging

Naast een eventuele kanaalpeilverlaging zal het kanaal tussen sluis 4 en 6 verbreed worden tot een klasse IV kanaal. Dit betekent dat de natte omtrek gaat toenemen alsmede de hoeveelheid water die inzeigt. Uit eerder onderzoek, *Principeplan verbetering Zuid-Willemsvaart* [10], is gebleken dat de toename van de natte omtrek weinig invloed heeft op de grondwaterstand. Kanaalpeilverlaging heeft daarentegen veel meer invloed op de grondwaterstand. De mate van invloed wordt bepaald door het verschil in *stijghoogte* van het kanaalpeil het water in het eerste watervoerend pakket. De stijghoogten van het kanaal en het grondwater zijn dan ook gelijk aan resp. het kanaalpeil en de grondwaterstand. Verwacht mag worden dat de verlaging van het kanaalpeil resulteert in minder infiltratie van water. De hoeveelheid water die extra infiltreert door de verruiming van het kanaal zal niet voldoende zijn om dit te compenseren.

Een kanaalpeilverlaging heeft zowel voor- als nadelen. Om bij de afweging voor de situering te kunnen maken zal eerst, vereenvoudigd, kort de voor en de nadelen van kanaalpeilverhoging opgesomd worden. De effecten worden verder onderzocht in hoofdstuk 9.

#### Voordelen:

- Het kanaal dient te worden uitgediept. Het verontreinigd baggerslib zal verwijderd worden, wat een positieve invloed heeft op de natuur in en rondom het kanaal.
- Bruggen en andere kunstwerken over het kanaal heen hoeven niet aangepast te worden, omdat door de peilverlaging de doorvaarthoogte toeneemt.
- Er hoeven geen dijken aangelegd te worden.
- De kwaliteit van het kanaalwater dat inziigt zal door de gesaneerde bodem van betere kwaliteit zijn dan voorheen.

#### Nadelen:

- Voor de verdrogingsprojecten (§3.1.1) zal het verlagen van het kanaalpeil en in veel mindere mate de verbreding van het kanaal een negatieve invloed hebben;
- Het kanaal dient aanzienlijk dieper gemaakt te worden. Daarbij is een gedeelte van het te ontgraven slib en grond verontreinigd. Het ontgraven en verwerken van verontreinigde slib is duur en kost veel tijd. Dit zal kosten verhogend werken.

### 3.1.3 Kanaalbodem

Zoals uit het *Waterbodemonderzoek Monitoring Brabantse RWS-wateren* [15] blijkt, is de bodem van de Zuid-Willemsvaart verontreinigd. Om een goed beeld van de mate van verontreiniging te krijgen zal er onderzoek verricht moeten worden. Een probleem van de verontreinigde baggerslib is dat het niet plaatsgebonden is. De stroomsnelheden van het water ten gevolge van de scheepsschroeven zijn dermate groot dat het slib bij iedere vaarbeweging opgewoeld wordt. De zwevende slibdeeltjes worden door de stroming van het water meegevoerd en bezinken verder stroomafwaarts. Dit bezinken gebeurt op plaatsen waar weinig tot geen schepen komen en een lagere stroomsnelheid is, zoals in zwaikommen en andere gedeelten waar de Zuid-Willemsvaart breder wordt.

Een voordeel van het verhogen van een kanaalpeil is dat er minder gebaggerd hoeft te worden. Dit zal voor de kosten gunstig zijn. Een nadeel is dat de verontreinigingen aanwezig blijven. Voor kanaalpeilverlaging geldt dit precies andersom.

## 3.2 De varianten

De varianten zijn verdeeld in twee hoofdvarianten, vervolgens worden deze nog onderverdeeld in verschillende subvarianten.

- |                 |  |
|-----------------|--|
| Hoofdvariant 1: | Sluizen 4 & 5 samenvoegen, sluis 6 op dezelfde plaats nieuw bouwen |
| Hoofdvariant 2: | Sluizen 5 & 6 samenvoegen, sluis 4 op dezelfde plaats nieuw bouwen |

### 3.2.1 Hoofdvariant 1

Bij het samenvoegen van de sluizen 4 & 5 zijn er vijf verschillende opties. Hoofdvariant 1 gaat niet in op de plaatsing van de nieuwe sluis 6. De nieuwe sluis 6 zal op vrijwel dezelfde plaats als de huidige sluis 6 aangelegd worden in Beek en Donk.



- Variant 1.1: Nieuwe sluis op de plaats van de huidige sluis 4
- Variant 1.2: Nieuwe sluis op de plaats van de huidige sluis 5
- Variant 1.3: Nieuwe sluis tussen huidige sluis 4 en 5
- Variant 1.4: Nieuwe sluis tussen huidige sluis 5 en 6
- Variant 1.5: Nieuwe sluis tussen huidige sluis Schijndel en sluis 4

#### 3.2.1.1 Variant 1.1 Nieuwe sluis op de plaats van de huidige sluis 4

De nieuwe sluis (samenvoeging van huidige sluis 4 en 5) wordt bij deze variant op de plaats van de huidige sluis 4 gesitueerd. Dit houdt in dat het kanaalpeil van heel het huidige pand tussen sluis 4 en 5 ongeveer 2 meter zal stijgen naar 12.75m. Verwacht wordt dat de grondwaterstand in dit gebied zal stijgen. Deze variant zal een positieve invloed hebben op de verdrogingsproblematiek rondom dit pand. Wel zal onderzoek moeten worden verricht naar de mate van stijging van het grondwaterpeil. Een te grote stijging zal aanzienlijke vernattingsschade opleveren voor met name de landbouw.

Nog een voordeel van de stijging van het kanaalpeil is dat het pand niet uitgediept hoeft te worden. Een nadeel is dat door de stijging van het kanaalpeil de dijken langs het pand 0405 (tussen sluis 4 en 5) niet meer hoog genoeg zijn. Dit kan betekenen dat langs heel het pand een dijk aangelegd dient te worden, ongeveer 5.3 km dijk op iedere oever, circa 10.6 km dijk in totaal. Omdat het kanaal tevens verbreed wordt naar een klasse IV vaarweg, kunnen deze dijken aangelegd worden van grond die vrijgekomen is bij de verbreding.

Ten noordoosten van het kanaal ligt een weg, de N266. Hierdoor is er niet voldoende ruimte een dijk aan te leggen. Daarom zal de wegas of de as van het kanaal verlegd moeten worden. Een belangrijke factor voor dit probleem is de eigendomsgrens en de bestaande bebouwing. Deze variant zal met name in Veghel problemen opleveren, omdat daar geen plaats is voor het maken van een waterkering door de N266 en de bebouwing die daar aan grenst.

#### 3.2.1.2 Variant 1.2 Nieuwe sluis top de plaats van de huidige sluis 5

Deze variant omvat een nieuwe sluis (samenvoeging van huidige sluis 4 en 5) op de plaats van de huidige sluis 5. Dit houdt in dat het kanaalpeil van heel het pand tussen sluis 5 en 6 ongewijzigd blijft. Voordeel hiervan is dat in Beek en Donk de waterhuishouding hetzelfde blijft. Nog een voordeel is dat er geen dijken nodig zijn. Dit resulteert in een voor het landschap minder ingrijpende verandering. Het pand tussen sluis 4 en 5 zal circa twee meter dalen. Dit betekent dat de grondwaterstand in de omgeving zeer waarschijnlijk ook zal dalen. Dit kan schade aan funderingen van gebouwen aan de Zuid-Willemsvaart in Veghel tot gevolg hebben. Daarnaast zal de grondwaterstand daling een negatieve invloed hebben op de verdrogingsproblematiek in de omgeving. Met name in natuurgebieden ten noordoosten en zuidwesten van sluis 5 zal dit problemen op gaan leveren. Doordat het kanaalpand 2 meter daalt en een klasse IV-kanaal volgens de CVB een diepgang moet hebben van 3.90m, zal er ongeveer 3,7 meter ontgraven moeten worden. Omdat een gedeelte van het baggerslib verontreinigd is, zal dit alleen via speciale processen, afhankelijk van de aard en mate van verontreiniging mogelijk zijn. Dit kost veel geld en tijd. Daarentegen is het een groot voordeel dat de verontreinigde kanaalbodem bij deze variant gesaneerd wordt.

#### 3.2.1.3 Variant 1.3 Nieuwe sluis tussen huidige sluis 4 en 5

De nieuwe sluis (samenvoeging van huidige sluis 4 en 5) wordt bij deze variant tussen de huidige sluis 4 en 5 gesitueerd. Voordeel van deze variant is dat tijdens de bouwfase het aantal stremmingen voor de scheepvaart minimaal zijn. De oude sluis 4 blijft intact totdat de nieuwe sluis gereed is. Doordat de nieuwe sluis buiten de bebouwde kom komt te liggen, hoeven er geen dijken in de bebouwde kom aangelegd te worden. Daarnaast zijn buiten de bebouwde kom minder obstakels, zoals wegen en bebouwing aanwezig, die eerst gesloopt dienen te worden. Dit zal voor met name de bouwfase een gunstig effect hebben. Voor deze variant dient er wel een aanzienlijke dijk aangelegd te worden, afhankelijk van de exacte plaatsing ongeveer 5 km dijk langs beide zijden van het kanaal. Een voordeel is dat het kanaalpeil op pand 0405 circa 2 meter stijgt. Hierdoor moet alleen het gedeelte tussen de nieuwe sluis en de oude sluis 4 uitgediept worden, omdat over dit gedeelte het peil twee meter lager komt te liggen dan het huidige kanaalpeil. Indien de nieuwe sluis net buiten de bebouwde kom van Veghel gesitueerd wordt, zal de pandverlaging maar over een beperkte lengte plaatsvinden, ongeveer over een lengte van 1,2 km.

Onderzocht moet worden wat de te verwachten grondwaterstandverlaging is en of dit problemen gaat opleveren in de omgeving.



#### 3.2.1.4 Variant 1.4 Nieuwe sluis tussen huidige sluis 5 en 6

Deze variant omvat een nieuwe sluis (samenvoeging van huidige sluis 4 en 5) tussen de huidige sluizen 5 en 6. Dit houdt in dat het kanaalpeil tussen de nieuwe sluis en de huidige sluis 6 ongewijzigd blijft. Voor het gedeelte door Beek en Donk is dit gunstig. De waterhuishouding in Beek en Donk zal nagenoeg hetzelfde blijven, waardoor er geen schade aan funderingen, leidingen en kades te verwachten zal zijn. Tussen de nieuwe sluis en de huidige sluis 4 zal het kanaalpeil circa 2 meter dalen. Dit houdt in dat over dit gedeelte het kanaal uitgediept zal moeten worden, met de reeds beschreven baggerproblematiek van dien. Omdat de lengte waarover het kanaal uitgediept dient te worden, afhankelijk van de exacte plaats van de nieuwe sluis, ongeveer 7 km zal zijn, zal deze variant qua kosten veel hoger liggen dan de andere varianten. Voordeel is wel dat de kanaalbodem over dit gedeelte na realisatie geheel gesaneerd is. Het kanaal moet, om deze variant te realiseren, tussen sluis Beek en Donk en de oude sluis 5, 5.7 [m] dieper gemaakt worden, en tussen sluis 5 en sluis 4, 3.7 [m]. Omdat het baggerslib ernstig verontreinigd is, gaat dit veel geld en tijd kosten. Naast de baggerproblematiek zal de verlaging van het kanaalpeil ook een negatieve uitwerking hebben op de verdrogingsproblematiek in de omgeving van sluis 5. Met name de natuurgebieden ten noordoosten en zuidwesten van die sluis zullen beïnvloed worden door de verlaging.

#### 3.2.1.5 Variant 1.5 Nieuwe sluis tussen huidige sluis Schijndel en sluis 4

De nieuwe sluis (samenvoeging van huidige sluis 4 en 5) wordt bij deze variant tussen de sluis Schijndel en sluis 4 aangelegd. Voor de volledigheid van de varianten wordt deze variant ook genoemd. De vraag is in hoeverre deze variant een realistische variant is. Door de nieuwe sluis op deze plaats te leggen wordt het kanaalpeil tussen de nieuwe sluis en de huidige sluis 4 circa vier meter hoger. Omdat dit gedeelte in Veghel ligt en er verschillende havens, kades en wegen aan dit gedeelte van de Zuid-Willemsvaart liggen, is het onmogelijk een waterkering van vier meter aan te leggen. Daarnaast zal de enorme kanaalpeilverandering verstoringen in de waterhuishouding veroorzaken.

#### 3.2.2 Hoofdvariant 2

Bij het samenvoegen van de sluizen 5 & 6 zijn er drie verschillende opties. Variant 2 gaat niet in op de plaatsing van de nieuwe sluis 4. De nieuwe sluis 4 zal op vrijwel dezelfde plaats als de huidige sluis 4 aangelegd worden in Veghel.

- Variant 2.1: Nieuwe sluis in Beek en Donk
- Variant 2.2: Nieuwe sluis ten zuiden van Beek en Donk
- Variant 2.3: Nieuwe sluis ten noorden van Beek en Donk

##### 3.2.2.1 Variant 2.1 Sluis Beek en Donk in Beek en Donk

Bij aanleg van een nieuwe sluis in Beek en Donk, ongeveer op de plaats van de huidige sluis 6, zal het kanaalpeil tussen de nieuwe sluis en de sluis 5 twee meter dalen. De lengte waarover een kanaalpeilverlaging van twee plaats vindt is weliswaar kleiner dan bij de variant waarbij de sluis ten zuiden van Beek en Donk, toch zal de grondwaterstand in het dorp Beek en Donk zakken. Ook in de natuurgebieden ten noorden van Beek en Donk zal de grondwaterstand zakken, met verdroging van het gebied als gevolg. Daarnaast zal ook voor deze variant het kanaalpand 0405 voor een groot gedeelte uitgebaggerd moeten worden, met de reeds beschreven baggerproblematiek van dien.

##### 3.2.2.2 Variant 2.2 Sluis Beek en Donk ten zuiden van Beek en Donk

Bij aanleg van een nieuwe sluis ten zuiden van Beek en Donk zou het kanaalpeil in heel Beek en Donk ongeveer 2 meter dalen. Met het kanaalpeil zal ook de grondwaterstand dalen. De kans bestaat dat er verzakkingen zullen plaatsvinden met schade aan funderingen van huizen in de buurt van het kanaal tot gevolg. Daarnaast zal de omgeving verder verdrogen door de daling van de grondwaterstand. Met name voor gebieden als *het Hurkse*, *de Boerdonksche Kampen*, *t Geregt* en de *Lieshoutse Heide*, zal dit ongewenste effecten hebben. Omdat het kanaalpeil 2 meter daalt en een klasse IV-kanaal volgens de CVB een diepgang moet hebben van 3,90 [m], moet er veel grond ontgraven worden.

##### 3.2.2.3 Variant 2.3 Sluis Beek en Donk ten noorden van Beek en Donk

Bij aanleg van een nieuw sluis ten noorden van Beek en Donk zal het kanaalpand in Beek en Donk twee meter stijgen. Omdat er vrij dicht langs het kanaal bebouwing en een provinciale weg is er geen ruimte voor een waterkering. Daarnaast zal de grondwaterstand in Beek en Donk stijgen, met als mogelijk gevolg dat kruipruimten onderlopen en problemen ontstaan met leidingen.



### 3.3 Keuzetabel

Tabel 3.1: Keuzetabel situering

	variant 1.1	variant 1.2	variant 1.3	variant 1.4	variant 1.5	variant 2.1	variant 2.2
Stijging kanaalpeil	+	0	++	0	-	0	0
Daling kanaalpeil	0	-	0/-	--	0	-	--
Baggeren	0	--	-	---	0	--	---
Dijken verhogen	--	0	-	0	---	0	0
Invloed op de scheepvaart	0	0	0	0	0	0	0
Inpassing in de omgeving	-	+	+	+	-	-	+
Natuur	0	++	+	+++	0	++	+++
Totaal	-2	0	1.5	-1	-5	-2	-1

#### 3.3.1 Stijging kanaalpeil

Omdat kanaalpeilverhoging een positieve invloed heeft op de verdrogingsproblematiek, worden naar gelang de verandering plusjes gegeven. Daar waar het kanaalpeil vier meter stijgt, ontstaan problemen zoals aanleg van hogere dijken en grote invloed op grondwaterstand. Om deze reden is er voor een kanaalpeilstijging van vier meter een min gegeven en voor een stijging van 2 meter een plus. Daar waar de invloed beperkt blijft tot minder dan 5 kilometer zijn twee plusjes gegeven.

#### 3.3.2 Daling kanaalpeil

Omdat kanaalpeil daling een negatieve invloed heeft op de verdrogingsproblematiek, wordt deze verandering negatief beoordeeld. Als het kanaalpeil niet daalt wordt een 0 ingevuld. Bij daling wordt een min gegeven, daalt het kanaal meer dan twee meter worden twee minnen gegeven. Blijft het traject waar daling plaatsvindt beperkt tot minder dan 5 km wordt dit als o/- beoordeeld.

#### 3.3.3 Hoeveelheid baggeren

Iedere kilometer kanaal die gebaggerd wordt is een winst voor de natuur in en rondom het kanaal. Toch is het baggeren niet wenselijk als wordt gekeken naar de kosten van het ontgraven van slib. Het baggeren kost veel tijd en geld. Daarnaast moet de kwaliteit van het slib onderzocht worden. Bij sterke verontreiniging mag het niet zomaar afgevoerd worden. Verder veroorzaken de extra werkzaamheden hinder voor de scheepvaart. Daarom wordt er per 2/3 kilometer baggerwerkzaamheden een min gegeven. Hoe diep er ontgraven (2 of 4 meter) moet worden, maakt voor het aantal minnetjes niet uit. Alleen de bovenste laag is verontreinigd slib. Niet baggeren krijgt een 0, 2/3km baggeren een min, 5 km baggeren twee minnen en meer baggeren 3 minnen.

#### 3.3.4 Dijken verhogen

Om dijken aan te leggen zal er extra ruimte nodig zijn. Dit betekent dat er meer grond gekocht en waarschijnlijk onteigend moet worden. Dit werkt kostenverhogend en levert vertraging op voor het project. Daarom wordt er voor iedere 2 à 3 kilometer kanaal waarlangs dijken aangelegd moeten worden één minnetje ingevuld.

#### 3.3.5 Effecten voor de Scheepvaart

De effecten voor de scheepvaart zijn bij alle varianten neutraal. De situering van de sluizen heeft geen directe invloed op de scheepvaart en voor vaarweggebonden bedrijfstakken.

#### 3.3.6 Inpassing in de omgeving

Omdat het aanleggen van nieuwe dijken of verhogen van bestaande een ingrijpende verandering is voor het landschap, worden er al naar gelang het aantal kilometers aan te leggen dijk minnetjes gegeven. Voor iedere kilometer kanaal waarlangs dijken aangelegd moeten worden één minnetje.

#### 3.3.7 Natuur

Indien grote delen van het kanaal uitgebaggerd moeten worden vanwege kanaalpeilverlaging (zie § 3.3.3) is dit voor het milieu een gunstige ontwikkeling. Het slib is verontreinigd en als het verwijderd



wordt van de kanaalbodem kan het geen schade meer aanrichten met betrekking tot het milieu en de natuur. Een ander aspect ten aanzien van natuur en de situering van de sluizen is het waterverlies. Als het kanaalpeil verhoogd wordt, kan er meer water uit het kanaal wegzijgen. Hierdoor komt kanaalwater in het gebied terecht dat naar alle waarschijnlijkheid een mindere kwaliteit heeft dan het water dat reeds in het gebied aanwezig is. Verlaging van het kanaalpeil daarentegen is ook een ongunstige ontwikkeling voor natuur en omgeving omdat hierdoor verdroging van het gebied kan optreden.

### 3.4 Definitieve ligging sluizen

De sluizen zullen gesitueerd worden als in variant 1.3; het samenvoegen van sluis 4 en 5 tussen km 103.6 en 98.3. Sluis 6 zal direct voor de huidige sluis 6 gesitueerd worden. Hiervoor is gekozen met het oog op verdroging, veroorzaakt door te grote negatieve grondwaterstandveranderingen. Doordat in dit gebied de dichtheid van de bebouwing beperkt is, is er ruimte voor aanleg van dijken. Het traject waarop dit noodzakelijk is, is in deze variant bovendien beperkt.

De exacte ligging van de samengevoegde sluis is bepaald aan de hand van een aantal punten. Door de sluis richting sluis 4 te situeren wordt het gedeelte waar kanaalpeilverlaging ontstaat beperkt. Hierdoor wordt verdere verdroging van het gebied beperkt. Op km 103.2 is een oude zwaai kom gesitueerd (zie fig. 3.1). Door de sluis hier te bouwen, kan tijdens de bouw de scheepvaart doorgang vinden om de nieuw te bouwen sluis heen. De opstelplaatsen voor de sluis kunnen aan de noordoostzijde gesitueerd worden. Door na de bouw van de sluis de rest van de zwaai kom af te sluiten voor scheepvaartverkeer, ontstaat hier een gebied waar natuurontwikkeling kan plaatsvinden.

Nu de ligging van de sluizen bekend is zullen deze aangeduid worden met de namen gekozen aan de hand van de ligging. De sluis ter vervanging van sluis 4 en 5 zal sluis Doornhoek genoemd worden. De sluis in Beek en Donk zal voortaan aangeduid worden als sluis Beek en Donk. Dit is in overeenstemming met de andere reeds vernieuwde sluizen in de Zuid-Willemsvaart, waar de naamgeving eveneens gerelateerd is aan de topografische ligging.



Fig. 3.1: Zwaai kom nabij Doornhoek



## 4 Afmetingen nieuwe sluizen

### 4.1 Algemeen

De huidige sluizen 4, 5 en 6 hebben ieder dezelfde afmetingen en zijn geschikt voor klasse II beroepsvaart met een diepgangbeperking. Het verval van de sluizen is ook vrijwel gelijk en bedraagt voor de sluizen 4, 5 en 6 resp. 2.05, 2.18 en 2.0m. Doordat in de gekozen variant de sluizen 4 en 5 worden samengevoegd, zal er in de nieuwe situatie sprake zijn van twee nieuw te bouwen sluizen.

De nieuwe sluizen zullen beide geschikt zijn voor scheepvaartklasse IV. Dat betekent dat er schepen kunnen worden toegelaten met afmetingen tot 85\*9,5m (Rijn-Hernekanaalschip) De twee sluizen zullen gelijke afmetingen ( $l*b*d$ ) krijgen, echter een verschillend verval overbruggen. Sluis Doornhoek zal hierbij een verval krijgen van 4.23m en sluis Beek en Donk een verval van 2.0m. Effecten die de nieuwe sluizen hebben op de omgeving worden omschreven in een hoofdstuk 9.

### 4.2 Hoofdafmetingen

Voor de dimensionering van de sluizen wordt gebruik gemaakt van de *Richtlijnen vaarwegen* van de Commissie Vaarwegbeheerders [3]. De minimale afmetingen voor een klasse IV sluis die hierin zijn voorgeschreven zijn weergegeven in tabel 4.1. De klasse IV-sluizen sluis Schijndel en sluis Helmond die aansluiten op het kanaalgedeelte Veghel-Helmond hebben echter grotere afmetingen (zie tabel 4.1). Naast klasse IV schepen, kunnen hier ook grotere schepen worden toegelaten met maximale afmetingen tot 110\*11,4m. Bij de nieuwe sluizen moet rekening worden gehouden met de afmetingen van deze sluizen. De maximaal toelaatbare scheepsafmetingen voor de nieuwe sluizen zullen in geen geval groter worden dan voor de sluizen Schijndel en Helmond. Deze sluizen moeten immers eerst gepasseerd worden.

Tabel 4.1: Sluisafmetingen klasse IV en sluis Schijndel

	klasse IV sluis volgens richtlijnen CVB	sluis Schijndel
nuttige kolklenkte	95m	110m
kolkbreedte	10,5m	12,5m
drempeldiepte	3,5m	3,8m

Met betrekking tot de lengte, drempeldiepte en doorvaartbreedte van de sluizen zijn beide opties mogelijk. In het geval waarbij de minimale klasse IV afmetingen worden aangehouden, voldoet de sluis aan de klasse IV eis. Echter doordat de sluis bij Schijndel grotere schepen door kan laten, blijft er sprake van een discontinuïteit in de vaarweg. Daarnaast vragen de minimale afmetingen om extra remmings- en geleidewerken ten opzichte van ruimere sluisafmetingen. Het voordeel van een kleinere sluis (standaard CVB-afmetingen) is echter een besparing in de kosten. Het sluishoofd kan kleiner uitgevoerd worden en de sluis kolk behoeft minder damwanden. Bovendien is een betere inpassing mogelijk in de bestaande infrastructuur, met name nabij het stedelijk gebied.

Indien er voor de nieuwe sluizen dezelfde afmetingen worden aangehouden als voor sluis Schijndel, heeft dit als voordeel dat het kanaal vanaf 's-Hertogenbosch tot en met de omlegging Helmond geschikt is voor schepen met een lengte van 110 m en een breedte van 11,4 m. Voor de maatgevende klasse IV-schepen, die uiteindelijk de vaarwegafmetingen bepalen, zijn de sluizen echter overgedimensioneerd. Bij het schutten zorgt het grotere spiegeloppervlak bovendien voor een groter waterverlies. Daarnaast zullen er aan grotere sluizen ook hogere kosten verbonden zijn.

De afmetingen van sluis Schijndel zijn voor de overige sluizen niet noodzakelijk. Deze sluis is immers overgedimensioneerd voor klasse IV. Bovendien moet voor het toelaten van grotere en met name bredere schepen, zoals mogelijk in sluis Schijndel, ook het kanaalprofiel nog verder worden aangepast dan al nodig is voor klasse IV. Dit brengt extra ruimtebeslag en extra kosten met zich mee. Wel kan er gekozen worden om de lengte van de nieuwe sluizen aan te passen ten opzichte van de minimum klasse IV sluis tot 110m. Dit heeft als voordeel dat er 2 klasse II schepen, type Kempenaar gelijk geschut kunnen worden. Dit is bij sluis Schijndel ook mogelijk. Bij het schutten van 2 kempenaars in sluis Schijndel zou vertraging kunnen ontstaan als beide schepen bij de volgende sluis aan komen en na



elkaar geschut moeten worden. Voor de lengte van de sluiskolk is gekozen de gelijke lengte aan te houden als bij sluis Schijndel.

De twee nieuwe sluizen zullen de volgende afmetingen krijgen:

Lengte sluizen	110m
Doorvaartbreedte	10,5m
Drempeldiepte	3,5m

### 4.3 Afweging sluiskolkbreedte

In de huidige situatie is het gezien de kolkbreedte van sluis 4, 5 en 6 mogelijk meerdere maatgevende schepen, type Kempenaar (klasse II), gelijk te schutten. Gezien de verwachten ontwikkeling is het echter niet noodzakelijk om meerdere schepen gelijk te kunnen schutten. Voordeel van een bredere kolk is dat ook in de toekomst wachttijden voor de scheepvaart beperkt zullen blijven. Er kunnen dan immers meerdere schepen gelijk geschut worden. Nadeel is echter het ruimtebeslag en de mogelijke inpassing in de omgeving die moeilijker wordt naarmate de sluiskolk groter wordt. Bovendien moet er meer water verzet worden per schutting. Als de kolk gedeeltelijk leeg is, gaat hierdoor veel water verloren. Doordat bij sluis Schijndel en sluis Helmond schepen om beurten geschut worden, worden de schepen als het ware gedoseerd. Dit voorkomt dat veel schepen gelijk bij de volgende sluis aankomen en wachttijden ontstaan. Een brede kolk levert weinig tot geen voordelen op. De wachttijden worden ook voorkomen doordat de nieuwe sluizen sneller zullen kunnen schutten en er twee sluizen samengevoegd worden, wat eveneens tijdswinst oplevert. Door het aanleggen van een smallere kolk dan in de huidige situatie wordt er ruimte bespaard, hetgeen mogelijkheden kan bieden voor andere gebruiksfuncties zoals natuur en landschap.

Wel kan er gekeken worden naar een verbreding van de kolk voor recreatievaart. Hiertoe moet er een extra breedte worden aangebracht van minimaal 5 meter. Zo kan er tot klasse IV beroeps- en recreatievaart gemengd geschut worden en kunnen er ook de grotere schepen net als in sluis Schijndel geschut worden, zij het zonder recreatievaartuigen. Gezien het feit dat deze voorziening bij andere Brabantse sluizen ook niet aanwezig is, is ervoor gekozen deze sluiskolkverbreding niet toe te passen. Daarnaast vind recreatievaart vooral plaats in de weekenden en het zomerseizoen, periodes waarop de beroepsvaart meestal minder intensief plaats vindt.

Tabel 4.2: Overzicht afweging sluiskolkbreedte

	Eén maatgevend schip	Meerdere maatgevende schepen	Eén maatgevend schip + recreatievaart
WATERVERLIES DOOR SCHUTTEN	0	--	-
Wachttijden	0	++	+
Kosten	0	--	-
Schuttijd	+	0	0
Mogelijkheden gemengd schutten	-	+	+
Ruimtelijke inpassing	+	-	-

In tabel 4.2 is de afweging ten behoeve van de sluiskolkbreedte verkort weergegeven. De uiteindelijke sluisbreedte zal 10,5m bedragen. Dit is gelijk aan de doorvaartbreedte van de sluis.

### 4.4 Voorhavens

Als onderdeel van het sluiscomplex zullen voorhavens aangelegd worden. De afmetingen hiervan zijn bepaald aan de hand van de CVB-richtlijnen voor klasse IV sluizen. De opstelruimte moet ruimte bieden aan de hoeveelheid schepen zoals die in een keer geschut kan worden. De breedte van de opstelruimte is gelijk aan de kolkbreedte, die op zijn beurt gerelateerd is aan de breedte van het maatgevende schip. De uitvaarstrook, die nodig is om de sluis uit te kunnen varen, is gelijk aan de sluiskolkbreedte met aan weerskanten een veiligheidsstrook van 5 meter (voor klasse IV). De as van de sluis zal gelijk zijn met de as van de vaarweg. Dit betekent dat de uitvaartbreedte ca. 42 m zal bedragen, dit is gelijk aan de breedte van de vaarweg. Voor beide sluizen gelden dezelfde afmetingen van de voorhavens, een totale lengte van 171m waarvan de fuik 61 meter bedraagt en de opstelruimte 110m. De voorhavens boven en benedenstrooms zullen eveneens gelijk zijn. De exacte afmetingen van de voorhavens zijn weergegeven op tekening 12.06.02.05.



#### 4.5 Spuivoorzieningen

De bestaande spuikanalen bij de sluisen zullen komen te vervallen. Bij de nieuwe sluisen zullen nieuwe spuivoorzieningen aangelegd moeten worden. Het water dat door de spuivoorzieningen moet worden afgevoerd en doorgevoerd is afkomstig van de regionale waterbeheerders en is vastgesteld in het Waterakkoord [3, 18]. De minimale capaciteit voor de spuivoorzieningen is 18 m<sup>3</sup>/s. Dit is gelijk aan de huidige capaciteit van de spuivoorzieningen. De benodigde afvoercapaciteit zal naar verwachting in de toekomst afnemen omdat waterschappen het water in het gebied moeten vasthouden in plaats van afvoeren. Daarentegen wordt een hogere neerslag verwacht. De herkomst van het water dat door de spuivoorzieningen moet worden afgevoerd is terug te vinden in bijlage 13.

## 5 Kanaalpeilen

Het kanaalpeil is afhankelijk van de sluisen in het kanaal. Per kanaalpand is een peilverschil van ca. 2 m waarneembaar. Door het veranderen van de ligging van de sluisen verschuiven de kanaalpanden en verandert ter plaatse het kanaalpeil. Ook het samenvoegen van twee sluisen heeft een directe invloed op de waterstanden in het kanaal. De huidige kanaalpeilen zijn weergegeven in tabel 5.1. De kanaalpeilen na aanpassing van het kanaal en de sluisen zijn weergegeven in tabel 5.2. In combinatie met de aanpassing tot klasse IV vaarweg heeft de peilwijziging ook invloed op de minimaal benodigde bodemdiepte ten opzichte van N.A.P. De bodemdiepte die minimaal benodigd is, is eveneens in de tabel aangeduid. Hiervoor wordt uitgegaan van een kanaaldiepte van 3,9m.

Tabel 5.1: Huidige kanaalpeilen

Traject, bestaande situatie	kilometrering	kanaalpeil t.o.v. NAP	lengte kanaalpand	huidige kanaalbodem [NAP]
sluis Schijndel – sluis 4	111.1 - 103.6	8.52 +	7.5 km	6.32 +
sluis 4 – sluis 5	103.6 - 98.3	10.57 +	5.3 km	8.37 +
sluis 5 – sluis 6	98.3 - 93.2	12.75 +	5.1 km	10.49 +
sluis 6 – aansluiting whk	93.2 – 90.8	14.75 +	2.4 km	11.52 +

Tabel 5.2: Toekomstige kanaalpeilen

Traject, toekomstige situatie	kilometrering	kanaalpeil t.o.v. NAP	lengte kanaalpand	nieuwe kanaalbodem [NAP]
sluis Schijndel – sluis 4/5	111.1 – 102.3	8.52 +	8.8 km	4.62 +
sluis 4/5 – sluis 6	102.3 - 93.2	12.75 +	9.1 km	8.85 +
sluis 6 – aansluiting whk	93.2 – 90.8	14.75 +	2.4 km	10.85 +



## 6 Profielkeuze

Zoals bepaald is in het vooronderzoek zal het nieuwe kanaalprofiel klasse IV worden. Hierdoor wordt het mogelijk voor schepen met afmetingen tot 85\*9,5\*2,8m (type Rijn-Hernekanaalschip) het kanaal te bevaren. Over het kanaalvak vonden in 1999 ca. 1100 scheepsbewegingen plaats. Tot 5.000 scheepsbewegingen kan er gekozen worden voor een krap profiel. Vanaf 15.000 passages per jaar moet gekozen worden voor een normaal profiel. Tussen 5.000 en 15.000 passages verdient het normale profiel eveneens de voorkeur, maar dit is niet perse noodzakelijk. De scenario's uit de visie *Over water van en naar zuidoost Brabant* [1] duiden erop dat ca. 11.000 schepen per jaar het kanaalvak zullen gaan passeren (scenario 2020). Deze prognose betekent een aanzienlijke groei van het aantal scheepvaartbewegingen ten opzichte van de huidige situatie. De prognoses zijn opgesteld voor een periode van 20 jaar. Het kanaal daarentegen wordt ontworpen voor een levensduur van tenminste 50 jaar. Reden om een volledig normaal profiel toe te passen. Bij knelpunten zal nog uitgeweken worden naar het krappe profiel. Het verwachte aantal maatgevende schepen (Rijn-Hernekanaalschip) per jaar is niet bekend.

### 6.1 Afmetingen kanaalprofiel

De afmetingen van het kanaalprofiel worden aan de hand van onderstaand profiel van vrije ruimte bepaald. (fig. 6.1)

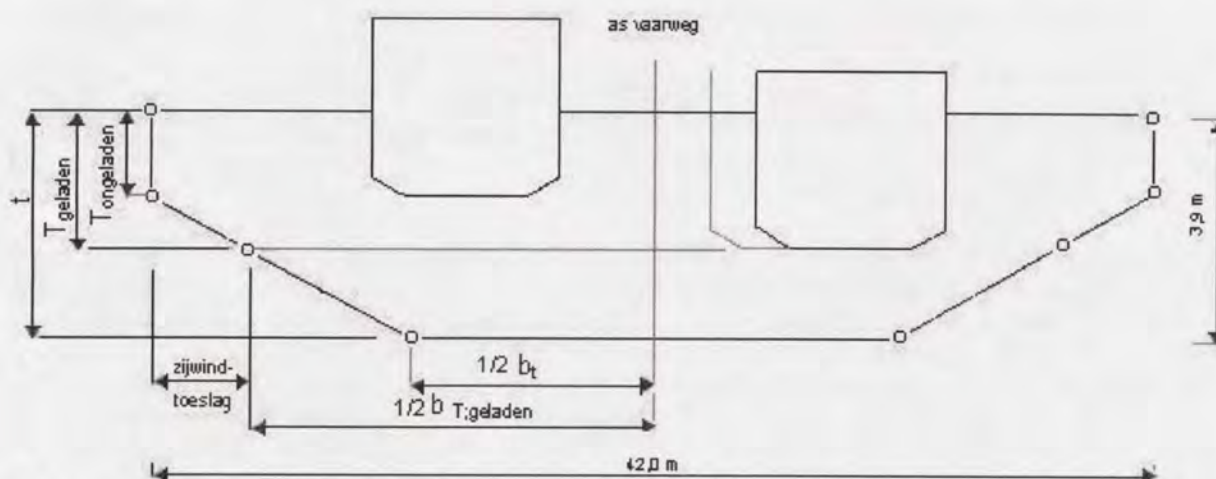


Fig. 6.1 profiel van vrije ruimte, klasse IV

T	= diepgang
t	= vereiste waterdiepte
$b_{T, \text{geladen}}$	= vereiste breedte op het niveau van de diepgang in beladen conditie
$b_t$	= vereiste bodembreedte

Teneinde te voldoen aan de richtlijnen van de CVB voor een klasse IV profiel worden de volgende afmetingen aangehouden voor een normaal profiel.

t	= 3,9 m
$b_{T, \text{geladen}}$	= 38,0 m
$b_t$	= 19,0 m
Zijwindtoeslag landstreek	= 2*2 m

Het profiel van vrije ruimte resulteert in een breedte op de waterspiegel van 42 m. Omdat gekozen wordt voor verticale oevers betekent dit een minimale kanaalbreedte van 42 meter. Het kanaal zal 3,9m diep worden. De bijbehorende diepgang (geladen) bedraagt dan 2,8 meter. In het ontwerp zullen deze afmetingen vorm krijgen in een tweetal basisprofielen. Het verschil hiertussen is terug te vinden in de oevers. In de bebouwde gebieden met beperkte ruimte zal aan twee zijden van het kanaal een verticale oever toegepast worden. In de landelijke gebieden zal er een groenere oever uitgewerkt worden. Hierdoor wordt de kanaalbreedte 44 meter. Een en ander is verder uitgewerkt in hoofdstuk 8.



## **7 Tracé**

### **7.1 Algemeen**

De ligging van het kanaal zal in de nieuwe situatie gehandhaafd blijven. Dit betekent dat de as van het kanaal niet verdraaid zal worden. Aan de noordoostzijde van de Zuid-Willemsvaart grenst de provinciale weg N266. De weg blijft op de huidige plaats liggen, zoals in het programma van eisen (hst. 2) als uitgangspunt opgenomen is. Hierdoor zal de as van het kanaal bij verbreding verlegd moeten worden. Door het hanteren van het huidige tracé blijft de invloed van de veranderingen voor de omgeving beperkt. Dit geldt ook voor de bedrijven die gebruik maken van de scheepvaart. Het kanaal zal verbreed worden naar een klasse IV vaarweg. Voor de verbreding van de Zuid-Willemsvaart en de aanleg van de twee nieuwe sluisen is een programma van eisen opgesteld (zie hoofdstuk 2).

De beschrijving van de verruiming wordt aan de hand van de kilometrering van de Zuid-Willemsvaart en de tekening 11.06.02.01 t/m tekening 11.06.02.05 gedaan. Na de beschrijving van de verruiming volgen de knelpunten die in het beschreven gedeelte liggen. Voor ieder knelpunt wordt kort een aantal mogelijke oplossingen aangedragen in de vorm van varianten, gevolgd door een korte afweging en een keuze.

In de omschrijving wordt naar de volgende tekeningen verwezen:

- 11.06.02.01 en 11.06.02.02: situatietekeningen met de verruiming naar klasse IV.
- 11.06.02.03: details van knelpunten
- 11.06.02.04: dwarsprofielen met de oude en nieuwe situatie.

### **7.2 Verruiming naar klasse IV**

De verruiming betreft het gedeelte Zuid-Willemsvaart tussen kilometer 105,1 en km 93.2 (sluis 6). Kilometer 105,1 ligt in Veghel, 1,5 kilometer ten noordwesten van sluis 4 (zie tekening 11.06.02.01) en is de plaats waar het kanaal overgaat van een klasse IV, naar een beperkt klasse II kanaal. Sluis 6 ligt in Beek en Donk ter plaatse van km 93.2.

Ten noordoosten van de Zuid-Willemsvaart ligt een provinciale weg (N266). Doordat er veel bebouwing aan de weg grenst zal verlegging van de weg grote gevolgen hebben voor met name de bebouwde kom van Veghel en Beek en Donk. De procedures voor het onteigenen van deze grond zouden jaren in beslag nemen en de kosten enorm opvoeren. Daarom is in het programma van eisen een uitgangspunt opgenomen waarin staat dat de provinciale weg (N266) niet verlegd zal worden. Ten zuidwesten van de Zuid-Willemsvaart ligt vanaf sluis 4 (km 103.6) tot kilometer 102.6 een secundaire weg. Deze weg valt onder het beheer van de gemeente. Vanaf km 102.6 tot 95.2 ligt een inspectieweg. Deze weg is eigendom van Rijkswaterstaat. Tussen sluis 5 (98.3) en sluis Beek en Donk (km 95,2) is de weg onverhard, het overige gedeelte is verhard.

Voor het gedeelte tussen km 105,1 en km 93.2 (sluis 6) zijn twee kanaalprofielen ontworpen (zie hoofdstuk 8). In de bebouwde kom van Veghel en Beek en Donk komt een kanaal met aan beide zijden een damwand als oever. Dit resulteert in een kanaalbreedte van 42 meter. Voor de gedeelten buiten de bebouwde kom komt hierbij nog een strook van 2 meter voor een natuurvriendelijke oever aan de zuidwestzijde van de Zuid-Willemsvaart. Deze natuurvriendelijke oever zal worden gerealiseerd naar het model Breedscheenjuffer (zie bijlage IV), wat resulteert in een breedte van 44 meter.

### **7.3 Kilometer 104.9 tot 103.6 (sluis 4)**

De oever aan de noordoostzijde van de Zuid-Willemsvaart blijft tussen km 104.9 en 104.1 op dezelfde plaats liggen. Vanaf km 104.1 zal de oever tot aan km 103.6 (sluis 4) iets meer naar de weg toegelegd worden ten opzichte van de huidige situatie. Het spuikanaal komt te vervallen waardoor extra ruimte ontstaat voor het kanaal. Het kanaal zal tot aan 2 meter vanaf de kant van de weg komen te liggen (zie tekening 11.06.02.01). Door deze aanpassing kan het ruimtebeslag van het kanaal aan de zuidwestzijde verminderd worden. Ten zuidwesten van de Zuid-Willemsvaart ligt over dit gedeelte een onverhard inspectiepad, daarnaast een sloot. De sloot sluit aan op het bestaand industrieterrein. In de sloten worden drainagebuizen aangelegd en vervolgens gedempt. Het inspectiepad van puingranulaat wordt verschoven richting het industrieterrein en komt op de gedempte sloot te liggen te liggen.



### 7.3.1 Knelpunt: spoorwegbrug, km 104.88

Ter plaatse van km 104.88 ligt een hefbrug voor een spoorweg (zie figuur 7.1). De brug valt onder beheer van de Nederlandse Spoorwegen. De huidige doorvaartbreedte is 7,6m. Dit is ongeveer gelijk aan de doorvaartbreedte van sluis 4. De doorvaarthoogte is 6 meter. Het spoor wordt ongeveer 8 keer per week gebruikt voornamelijk door het mengvoederbedrijf CeHaVe. Het spoor is geen doorgaande verbinding en eindigt op het industrieterrein te Veghel.



Fig. 7.1 spoorwegbrug

Bij aanpassing van het kanaal zal aanpassing of vernieuwing van de spoorbrug meegenomen moeten worden. Zolang het spoor gebruikt wordt is het niet mogelijk om de spoorbrug te verwijderen. De doorvaartbreedte van de spoorbrug moet vergroot worden evenals de doorvaarthoogte. Doordat het spoor niet veelvuldig gebruikt wordt is het niet nodig een *vaste oeververbinding* aan te leggen. Door het aanleggen van een beweegbare brug worden de kosten uitgespaard van de aanleg van een talud ten behoeve van de toe- en afrit. Omdat treinen maar een zeer beperkte helling aankunnen, zouden deze toe- en afritten kilometers lang worden. Indien voor een hefbrug gekozen wordt veranderd er niet zoveel aan de huidige situatie. De minimale doorvaartbreedte voor een klasse IV kanaal bedraagt, volgens CVB,  $1,5 \times$  breedte van het maatgevend schip. Voorwaarde is dat het kanaal plaatselijk aangepast wordt tot een enkelstrooksprofiel. Voor een klasse IV kanaal is het maatgevende schip 9,5 meter breed. De minimale doorvaartwijdtte is dus 14,25 [m]. Het kanaalprofiel zal plaatselijk aangepast moeten worden tot een enkelstrooksprofiel.

De overspanning zal 6,65 m langer worden (van 7,6 meter naar 14,25 meter) en de ook de hefhoogte zal aangepast worden van 5.20 meter naar 7 meter. Onderzocht moet worden of de huidige brug aangepast kan worden of dat nieuwbouw financieel aantrekkelijker is. Daarnaast is nader onderzoek vereist naar de effecten van dit enkelstrooksprofiel. De brug mag ook in de toekomst geen belemmering voor de toenemende scheepsvaart vormen.

### 7.3.2 Opslagplaats, km 103.85 - 103.73

Het terrein (zie tekening 11.06.02.01) betreft een opslagplaats van rijkswaterstaat. De opslagplaats is te bereiken via een onverhard pad. Op de locatie zijn o.a. schotbalken opgeslagen voor de sluisen. De opslagplaats is dicht langs het kanaal gelegen, maar gezien het feit dat de vaarwegbeheerder de eigenaar is zal verplaatsen geen probleem zijn. Bovendien zal de opslag overbodig worden omdat sluis 4 op een andere locatie komt (gecombineerd met sluis 5).

### 7.3.3 Knelpunt: huis, km 103.7

Het huis t.p.v. km 103.7, nabij sluis 4, staat 7 meter ten zuidoosten van het kanaal. Als de oever aan de noordoostzijde van het kanaal op dezelfde plaats aangehouden zou worden, betekent dit dat na verruiming het kanaal op twee meter van het huis komt te liggen. Dit betekent dat het kanaal plaatselijk ongeveer 2,5 meter op grond van de eigenaar van het huis komt te liggen, met alle gevolgen van aankoop en onteigening van dien. Daarnaast is er geen plaats voor een inspectiepad. Het risico dat het huis en dan met name de funderingschade oploopt ten gevolge van het trillen van de damwanden en de eventuele lekkages van de damwanden is door de geringe afstand te groot. Zoals eerder is aangegeven zal de noordoostoever iets meer naar de provinciale weg N266 verlegd worden. Het kanaal loopt dan niet meer over grondgebied van de bewoner. Het inspectiepad komt in het nieuw ontwerp ten zuiden van het huis te liggen ter plaatse van de huidige sloot (zie tekening 11.06.02.01). Hierin zullen drainagebuizen gelegd worden waarna de sloot gedempt wordt. Het perceel kan over het inspectiepad ontsloten worden.

### 7.3.4 Sluis 4, km 103.6

Sluis 4 in Veghel komt te vervallen (fig. 7.2). Ten zuidoosten komt een nieuwe sluis die sluis 4 en 5 zal te vervangen. Tijdens de bouw van de nieuwe sluis zal sluis 4 nog operationeel zijn. Zodra sluis



Doornhoek in gebruik is genomen, zal sluis 4 gesloopt worden. Ook de schuur van RWS ten zuiden van de weg ten zuidwesten van het kanaal zal gesloopt worden.



Fig. 7.2 sluis 4

#### **7.4 Kilometer 103.6 tot 103.4**

Over dit gedeelte van het kanaal zal de huidige oever ten noordwesten aangehouden worden. Omdat dit gedeelte binnen de bebouwde kom van Veghel valt zal een kanaalprofiel met aan weerszijde een damwand (42 meter breed) aangelegd worden. Voor nadere beschrijving van het profiel, zie hoofdstuk 8. Ten zuidoosten van het kanaal komt een twee meter brede groene berm te liggen, vervolgens een asfalt verharde inspectieweg (4,5 meter), dan een berm van 1 meter en tenslotte een sloot (4 meter).

##### *7.4.1 Knelpunt: brug N265, km 103.5*

Ter plaatse van kilometer 103.5 ligt een brug voor de N265, met parallelwegen voor lokaal verkeer (zie fig 7.3). Op dit moment wordt de A50 Eindhoven-Oss aangelegd. Deze nieuwe snelweg komt voor een groot gedeelte over het huidige tracé van de N265 te liggen. Bij Veghel wijkt het tracé van de A50 van de N265 af. De N265 gaat dwars door Veghel heen, de A50 buigt eromheen. Door de aanleg van deze nieuwe snelweg zal de N265 haar regio ontsluitende functie verliezen. De weg zal dan door lokaal verkeer gebruikt gaan worden. De pijlers onder de brug staan 25 meter uit elkaar. De brug is 17,5 meter breed.



Fig. 7.3 Brug N265



Omdat de brug onmisbaar is voor het lokaal verkeer zijn er drie keuzemogelijkheden voor de toekomstige situatie.

1. De brug blijft liggen en het kanaal zal plaatselijk smaller moeten worden tot 25 meter; als hiervoor gekozen wordt zou dit betekenen dat slechts één schip tegelijk de brug kan passeren. Gezien de verwachte ontwikkelingen in de scheepvaart kan dit in de toekomst een belemmering opleveren. De aanpassingen voor het profiel daarentegen blijven beperkt en daarmee ook de kosten.
2. De brug wordt gesloopt en er wordt een nieuwe, smallere brug (10 meter) aangelegd met een overspanning van 42 meter; deze variant heeft als voordeel dat de scheepvaart, ook in de toekomst, geen hinder ondervindt van de brug. Nadeel van deze variant zijn de hoge kosten.
3. Kanaal onder de brug aanpassen tot twee keer enkelstrooksprofiel; hiervoor zal ook aan de zuidwestzijde van de middelste pijler een kanaal gegraven moeten worden. Hiervoor is voldoende ruimte onder de pijlers. Voor de schepen betekent deze verbreding echter een lastige manoeuvre. Met name voor geladen schepen die veelal richting het zuiden varen en dus door het nieuwe gedeelte moeten, is dit dus geen oplossing.

Voor alle drie de varianten geldt dat doordat het kanaalpeil ter plaatse van de brug 2 meter daalt, blijft voldoende doorvaarthoogte gegarandeerd. De fundering van de brug moet nader bekeken worden. Doordat het kanaal uitgediept moet worden, moet grond rondom de pijlers verwijderd worden. Stabiliteit van de pijlers moet echter gewaarborgd blijven. Gezien de hoge kosten voor een nieuwe brug en de moeilijke, zij het niet onmogelijke, manoeuvre voor schepen bij de derde variant is gekozen voor variant 1. Hierbij zal een eenrichtingssituatie worden toegepast onder de brug.

#### **7.5 Kilometer 103.4 tot 102.4**

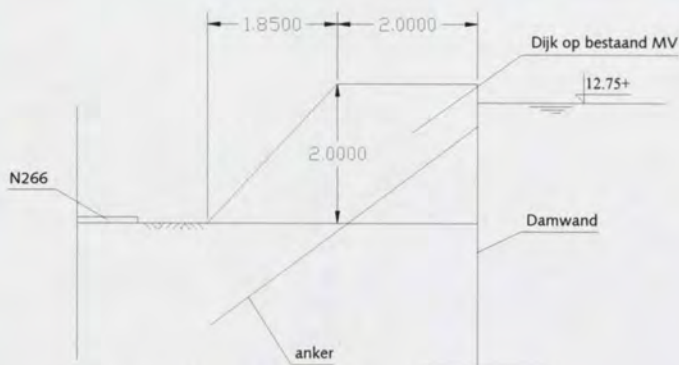
Over dit gedeelte van het kanaal zal de huidige noordwestelijke oever aangehouden worden. Omdat dit gedeelte buiten de bebouwde kom van Veghel valt zal een kanaalprofiel met aan de noordoost oever van het kanaal de damwanden en aan de zuidwest oever een natuurvriendelijke oever aangelegd worden. Voor nadere beschrijving van het profiel zie hoofdstuk 8. Ten zuidwesten van het kanaal komt een twee meter brede groene berm te liggen, vervolgens een asfalt verharde inspectieweg (4,5 meter), dan een berm van 1 meter en tenslotte een sloot (4 meter).

#### **7.6 Kilometer 102.4 tot 102.0**

Over dit gedeelte van het kanaal is de huidige breedte 56 meter. Dit betekent dat hier het kanaal alleen maar hoeft worden uitgediept. De nieuwe sluis (sluis Doornhoek) komt ten plaatse van km 102.3 te liggen. Sluis Doornhoek is een combinatie van sluis 4 en 5. Het verval van de nieuwe sluis zal 4,23 meter worden (zie hoofdstuk 4). Dit betekent dat het kanaalpeil vanaf de nieuwe sluis Doornhoek (km 102.15) tot de te slopen sluis 5 (km 98.4) 2,18 meter zal stijgen. Het bestaand maaiveld is lager dan de nieuwe waterstand van het kanaal. Daarom zal er vanaf km 102.4 rekening gehouden moeten worden met de aanleg van dijken. Aan de zuidwestzijde van het kanaal gaat dit geen problemen opleveren. De weg die er nu ligt moet verschoven worden en zal meteen op de juiste hoogte aangelegd worden. Aan de noordoostzijde van het kanaal is dit niet mogelijk, omdat dan de N266 opgehoogd en eventueel verlegd zou moeten worden. In het PvE is een uitgangspunt opgenomen waarin staat dat de N266 niet verplaatst mag worden. Om het nieuwe kanaalpeil te keren zal over dit gedeelte een dijk aangelegd moeten worden tussen de N266 en het kanaal (zie fig. 7.4). De dijk (2 meter hoog) wordt op het bestaande maaiveld aangelegd. De gemiddelde maaiveldhoogte is 12 meter + NAP. Omdat de damwanden die nu in de noordoostoever zitten niet hoog genoeg zijn om de het nieuwe kanaalpeil te keren, zullen deze getrokken moeten worden. De hoeveelheidsberekening voor de PRI-raming (zie hoofdstuk 10), gaat van onderstaand dijkprofiel uit.

Langs de zuidwestoever komt ter plaatse van sluis Doornhoek een dam vanaf het sluisterrein naar de huidige weg die langs de zuidwestoever loopt. Aan weerszijden van deze dam wordt in de oude zwaikom een drassig natuurgebiedje ontwikkeld (zie hoofdstuk 9, tekening 11.06.02.01 en tekening 11.06.02.05). De weg ten zuidwesten van het kanaal zal over dit gedeelte op dezelfde plaats blijven, zij het na sluis Doornhoek twee meter hoger. De wegverharding bestaat uit asfalt.





(tekening niet op schaal)

Fig. 7.4: Aan te leggen dijk bij verhoogd kanaalpeil

### 7.7 Kilometer 102.0 tot 94.0

Langs dit gedeelte van het kanaal zal de huidige noordwestelijke oever aangehouden worden. Het dijkprofiel zoals hierboven reeds beschreven, wordt over dit gedeelte tot km 98,4 (sluis 5) aangelegd. Vanaf km 98,4 tot aan km 94 verandert het kanaalpeil niet en ligt het huidige maaiveld op hoogte. Omdat dit in landelijk gebied valt met ecologische waarde, zal kanaalprofiel 2 aangelegd worden, met aan de noordoostoever van het kanaal de damwanden en aan de zuidwestoever een natuurvriendelijke oever. Tussen km 99.7 en 99.55 wordt kanaalprofiel 1 aangelegd. Zie knelpunt: huizen km 99.6 voor verdere toelichting. Voor nadere beschrijving van de profielen zie hoofdstuk 8. Ten zuidwesten van het kanaal komt een twee meter brede groene berm te liggen. Daarnaast tot aan de Erpse brug een asfalt verharde inspectieweg (4,5 meter).

Van de Erpse brug (km 99.6) tot aan km 95,2 komt een drie meter brede inspectiepad van puin-grulaat te liggen. Dit gedeelte zal alleen toegankelijk zijn voor bestemmingverkeer.

Van km 95.2 tot km 94.0 wordt een asfalt verhard inspectiepad aangelegd, omdat over dit gedeelte de weg een ontsluitende functie heeft voor de huizen die eraan liggen. Op de situatietekeningen 11.06.02.01 en 11.06.02.02 staat exact aangegeven hoe de kwel sloten verlegd worden en waar de sloten op het bestaande slotenstelsel worden aangesloten.

#### 7.7.1 Knelpunt: Erpse brug, km 99.6

Ter plaatse van km 99.6 bevindt zich de Erpse brug (fig. 7.5). Het betreft een ophaalbrug voor lokaal verkeer. Bij aanpassing van het kanaalprofiel zal ook in een aanpassing van deze brug voorzien moeten worden. De huidige doorvaartbreedte van ca. 6.6 m is te krap voor klasse IV schepen. De Erpse brug wordt bediend door de sluiswachter van sluis 5, door heen en weer te pendelen. De brug is verouderd en aan vervanging toe. Aanpassingen aan deze brug, zodat de overspanning voldoet aan de doorvaart breedte, zijn technisch niet haalbaar. Daarbij komt ook nog dat het kanaalpeil door de samenvoeging van sluis 4 en 5, ter plaatse van de Erpse brug twee meter zal stijgen. Een nieuwe brug zal dus noodzakelijk zijn



Figuur 7.5 Erpse brug



In geval van een nieuwe brug kan gekozen worden uit een vaste of een beweegbare oeververbinding. Een vaste verbinding behoeft een doorvaarthoogte van 7 meter, zodat 3-laags containervaart mogelijk is. Het kanaalpeil zal ter plaatse van de Erpse brug in de nieuwe situatie 2 meter stijgen. Dit betekent dat de brug nog twee meter hoger moet worden. Voordeel van een vaste verbinding is dat geen wachttijden voor zowel landverkeer als scheepvaart ontstaan. Dit is een belangrijk punt, omdat de verwachting is dat de scheepvaartintensiteit toe zal gaan nemen (zie vooronderzoek *Verder over water*). Een vaste oeververbinding zorgt ervoor dat ook in de toekomst zowel de scheepvaart als het landverkeer vlot afgewikkeld kan worden.

Voordeel van de aanleg van een nieuwe beweegbare brug zou zijn dat er geen hoge landhoofden, met toe- en afritten nodig zijn. Dit zal een minder ingrijpende verandering in het landschap zijn. Wel zullen er wachttijden ontstaan voor de scheepvaart en landverkeer. Deels kan dit worden vermeden door aansluiting van de brugbediening op de centrale bediening bij sluis Helmond in plaats van de huidige pendel bediening. Nader onderzoek zal moeten worden verricht naar de effecten van een beweegbare brug op de wachttijden van de schepen en het verkeer in de toekomst. Indien een beweegbare brug in de toekomst filevorming op de Zuid-Willemsvaart veroorzaakt, zal een vaste brug de voorkeur krijgen. De minimale afmeting van de doorvaartwijdte moet volgens de CVB  $1,5 \times$  breedte van het maatgevende schip zijn. Dit komt neer op 14,25 [m].

#### 7.7.2 *Knelpunt: huizen, km 99,6*

Door de as van het kanaal naar de N266 te verleggen, is er een ruimte ontstaan van 48 meter. Omdat een natuurvriendelijke oever in de buurt van een brug niet nodig is, zal plaatselijk het profiel met aan beide zijde damwanden toegepast worden. Om de discontinuïteit van de natuurvriendelijke oever te verminderen zal een faunapassage aan de damwand aan de zuidwest oever gemonteerd worden. In de huidige sloot zal drainage gelegd worden en vervolgens gedempt worden. Hierover komt het nieuwe inspectiepad te liggen.

#### 7.7.3 *Sluis 5, km 98,3*

Deze sluis zal nadat sluis Doornhoek gereed is gekomen, gesloopt worden. Ook het opslagterrein wordt opgeruimd. Op dit moment ligt op het terrein een gedemonteerde hefbrug. Deze brug zou in geval van een calamiteit, de Erpse brug wordt bijvoorbeeld aangevaren, gemonteerd worden. Deze brug wordt overbodig in het nieuwe ontwerp.

#### 7.7.4 *Knelpunt: begroeiing, km 97,9-95,4*

Langs het gedeelte van het kanaal tussen km 97,9 en 95,4 komt vrij dichte begroeiing voor in de vorm van bomen en struikgewas (zie fig. 7.6). Deze zal voor een deel gerooid moeten worden. Dit zal elders gecompenseerd moeten worden. Ook op andere plaatsen langs het kanaal komt begroeiing voor die bij verbreding van het kanaal verwijderd moet worden.



Fig. 7.6 Begroeiing langs kanaal

#### 7.7.5 *Knelpunt: ecologische verbinding, km 96,0*

Ter hoogte van de Boerdonkse Kampen (km 96,0) ligt een belangrijke verbinding voor de das, loodrecht op het kanaal. In overleg met aangrenzende terreinbeheerder (Brabants Landschap) en de provincie



(provinciale weg, N266) moet gezocht worden naar veilige oversteek mogelijkheden voor de dassen. Hierbij wordt gedacht aan een dassentunnel onder het kanaal en de provinciale weg door.

#### 7.7.6 *Knelpunt: duiker Goorloop, km 95,0*

Ter plaatse van km 95 is een duiker gesitueerd. Het betreft een duiker voor de Goorloop (fig 7.7). Bij verdieping en verbreding van het kanaal zullen aan de duiker aanpassingen moeten worden gedaan. De duiker ligt niet diep genoeg om verdieping van het kanaal ter plaatse mogelijk te maken. Daarnaast zal de duiker verlengd moeten worden om het verbrede kanaal te kunnen overbruggen. Over de exacte diepte van de duiker is niets bekend. Nader onderzoek naar deze duiker wordt dan ook aanbevolen.



Fig. 7.7 Duiker Goorloop t.p.v. km 95

#### 7.8 **Kilometer 94,0 tot 93.2 (sluis 6)**

Langs dit gedeelte van het kanaal is aan beide zijden bebouwing te vinden. Omdat dit gedeelte van het kanaal weinig tot geen ecologische functie heeft en geen ruimte is voor een natuurvriendelijke oever wordt over dit gedeelte het profiel met aan beide zijden damwanden aangelegd. Het kanaal wordt verschoven tot 2 meter van de weg (N266). Omdat het kanaalpeil over dit gedeelte ongewijzigd blijft hoeft er geen rekening gehouden te worden met de aanleg van dijken. Ten zuidoosten van het kanaal komt een twee meter brede groene berm te liggen. Daarnaast komt een asfalt verharde inspectieweg (3,5 meter) van km 95.2 tot aan de nieuwe Sluis Beek en Donk. Deze weg zal een ontsluitende functie hebben voor aangeleggen huizen.

Naast het inspectiepad wordt een berm gesitueerd tot aan het perceel van de huizen die langs dit gedeelte staan.

#### 7.8.1 *Knelpunt: brug over sluis 6, km 93.2*

De problemen van de brug over sluis 6 ter plaatse van km 93.2 (fig. 7.8) zijn hetzelfde als bij de Erpse brug. De bruggen hebben dezelfde afmetingen (zie § 7.6). Ook deze brug heeft een te kleine doorvaartbreedte en zal daarvoor aangepast moeten worden. De twee bruggen kunnen op gelijke wijze uitgevoerd worden. Bij deze brug zal het kanaalpeil echter gelijk blijven, waardoor de landhoofden op dezelfde hoogte kunnen worden aangelegd.

#### 7.8.2 *Sluis 6, km 93.2*

Ter plaatse van sluis 6 wordt een nieuwe sluis aangelegd. Tijdens de bouw van de nieuwe sluis zal sluis 6 nog operationeel zijn. Zodra sluis Beek en Donk in gebruik is genomen, zal sluis 6 gesloopt worden.



De bouwmethoden voor sluis Beek en Donk is niet bepaald. Sluis Beek en Donk zal vrijwel op dezelfde plaats komen als sluis 6. Voor de bouw van de sluis zal een oplossing gezocht moeten worden aan de hand van ervaringen opgedaan bij sluis 10 tot en met 13. Hier worden de nieuwe sluizen om de oude sluizen heen gebouwd waardoor de oude sluizen zo lang mogelijk in gebruik kunnen blijven. Omdat deze sluis smaller wordt dan de huidige zal dit qua ruimtebeslag geen problemen opleveren (zie hoofdstuk 4).

Fig. 7.8: Sluis 6



## 8 Kanaaloevers

Voor de oevers langs kanalen zijn diverse mogelijkheden. Deze variëren van een verticale oever tot een evenwichtsprofiel dat vanzelf ontstaat als de oever de vrije loop wordt gelaten. Doordat een kanaal geen natuurlijk object is, moet ervoor gewaakt worden dat het kanaal niet een te grote barrière vormt voor de omgeving. De oevers dragen hieraan bij door een overgangszone te creëren van de kanaalzone naar het omliggende gebied. In verband met de aanpassingen van het kanaalprofiel naar een klasse IV profiel zijn de oevers nader bekeken. Ten eerste is een inventarisatie gedaan van de huidige situatie. Daarna is bekeken hoe de oevers in de nieuwe situatie vormgegeven moeten worden.

### 8.1 Bestaande oevers

De bestaande oevers zullen niet gehandhaafd kunnen worden bij aanpassing van het kanaal naar klasse IV normaal profiel. Voor de noordoostelijke oever geldt dat doordat het kanaalpeil op sommige trajecten stijgt, de bestaande damwandbeschoeiing niet hoog genoeg is. Op plaatsen waar het huidige kanaalpeil gelijk blijft of daalt, zal het kanaal minimaal 2 meter uitgediept moeten worden voor de kanaaldiepte behorende bij klasse IV normaal profiel. Hierdoor zullen de damwanden niet voldoende inklemming meer hebben in de grond en instabiel worden.

Omdat het kanaal aan de zuidwestelijke zijde uitbereid wordt, zal deze oever in zijn geheel verwijderd moeten worden om ruimte te maken voor kanaalverruiming. Na de verbreding zal een nieuwe oever aangebracht worden. In tabel 8.1 is weergegeven hoe de huidige oevers zijn ingericht.

Tabel 8.1: Huidige oevers

kilometrerig	zuidwestoever	noordoostoever
104.1 - 102.5	betonnen damplanken met gording	betonnen damplanken met gording
102.5 - 101.7	talud + steenbestorting + rietkraag	stalen damwandprofielen
101.7 - 89.2	betonnen damplanken	betonnen damplanken
89.2-97.9	damwand + plasberm + riet (zie foto)	betonnen damplanken
97.9 - 96.8	damwand + plasberm + riet (zie foto)	stalen damwandprofielen
96.8 - 93.2	betonnen damplanken	betonnen damplanken

### 8.2 Nieuwe oevers

In het nieuwe kanaalprofiel is gekozen voor twee typen oevers. Enerzijds een verticale oever. Dit heeft vooral te maken met de beperkte ruimte aan de noordoostzijde van het kanaal. Dit geldt ook binnen de bebouwde kom van Beek en Donk (rondom sluis 6) en in Veghel ter plaatse van het industriegebied (beide zijden van het kanaal). En ter plaatse van de Erpse Brug. Daar waar meer ruimte is zal een gedeeltelijke verticale oever worden aangelegd, hierbij zal een plasberm, groene strook gecreëerd worden. Dit betreft de zuidwestzijde van het kanaal. Aan deze zijde is slechts in beperkte mate bebouwing en infrastructuur aanwezig. Op de tekeningen (11.06.03.01 en 11.06.02.02) is het gedeelte met aan twee zijde verticale oever zonder plasberm aangeduid als kanaalprofiel 1. Daar waar een zijde bestaat uit verticale oever en een zijde uit natuurvriendelijke oever kanaalprofiel 2.

#### 8.2.1 Verticale oever

De verticale oever zal aangebracht worden over de gehele noordoostzijde van het kanaal. Door de ligging van de provinciale weg, direct naast het kanaal is er geen ruimte om een talud aan te leggen tussen kanaal en weg. Bovendien zou hiervoor het kanaal naar de zuidwestzijde moeten worden verlegd wat voorkomen dient te worden vanwege het extra benodigde ruimtebeslag. Verder zal van km 105.1 tot 103.55 ter plaatse van het industriegebied van Veghel en van km 94 tot 93.2 in de bebouwde kom van Beek en Donk een verticale oever worden toegepast. In beide gevallen is er sprake van een stedelijk gebied waar ook in de huidige situatie de kanaaloever geen ecologische functie vervult. Ook hier biedt de omgeving geen ruimte voor andere oplossingen waarbij een talud wordt toegepast.

De verticale oever is nog verder onder te verdelen in drie verschillende varianten A, B en C. Ten eerste de trajecten waarbij het huidige kanaalpeil ongewijzigd blijft (A1). Daarnaast de trajecten waar het kanaalpeil tot ca 2 meter stijgt (B1) en die waar een kanaalpeilverlaging optreedt van 2 meter (C1) (zie fig. 8.1). Waar de profielen A1, B1 en C1 worden toegepast is terug te vinden in fig. 8.2.



### 8.2.2 Groene oever

Uit de 'Visie op de ecologische functie van de Rijkskanalen in Noord-Brabant' [4] en uit het streekplan [21] blijkt dat voor de westzijde van het traject van Veghel tot Helmond gestreefd moet worden naar basiskwaliteit. De huidige natuurwaarden en kwaliteit moeten gehandhaafd worden, echter verdere investeringen zijn niet perse noodzakelijk. Het model dat voor de oever toegepast moet worden betreft het model Breedscheenjuffer. Als geleiding van veel soorten met name insecten is een groene oeverlijn van belang. De breedte hiervan kan minimaal zijn, een oeverstrook van 1 meter met oeverbegroeiing voldoet [zie bijlage IV].

Ter plaatse van kilometer 95 kruist de ecologische verbindingszone in het beekdal van de Goorloop het kanaal en de provinciale weg. Het kanaal en de provinciale weg langs het kanaal vormen hierin een barrière. Oversteekmogelijkheden over het kanaal reeds aanwezig. De weg vormt echter nog een barrière. Aangezien de weg niet in dit ontwerp betrokken is, zullen hiervoor geen aanpassingen worden meegenomen. De verbinding over het kanaal zal tijdens uitvoeringswerkzaamheden tijdelijk verstoord worden. Deze verstoring moet tot een minimum beperkt worden om geen blijvende schade aan te richten. Na de werkzaamheden zal de verbinding hersteld worden.

Voor de natuurvriendelijke oever horen twee varianten tot de mogelijkheden. Ten eerste een stalen damwandconstructie tot aan de waterlijn met openingen of verlagingen ten behoeve van wateruitwisseling. Daarnaast fauna-uitstapplaatsen voor dieren. De tweede optie is een verticale oeverbescherming die zich volledig onder water bevindt gecombineerd met een breukstenen dam. Wateruitwisseling kan dan plaatsvinden via openingen tussen de stenen. Voor dieren moeten net als bij de vorige variant fauna-uitstapplaatsen aangelegd worden. Omdat de beschikbare ruimte achter de damwand beperkt gehouden moet worden vanwege het ruimtebeslag is gekozen voor de eerste variant met enkel een damwandconstructie. Daarnaast is er voor de kanaaloever slechts een zeer beperkte ecologische functie vereist en is een uitgebreidere natuurvriendelijke oever niet nodig.

De groene oever zal gaan bestaan uit de volgende onderdelen. Ten eerste een damwand op de rand van het profiel van vrije ruimte. Achter de damwand een korte plasberm van 2 meter breed. Door openingen in de damwand zal het water achter de damwand ververst kunnen worden, maar zal de stroming achter de damwand beperkt blijven. Na de plasberm zal een klein bovenwatertalud aangebracht worden aansluitend op het maaiveld. Ook de natuurvriendelijke oever kan verdeeld worden in drie varianten. A2, B2 en C2. Daar waar het kanaalpeil gelijk blijft aan de huidige situatie zal A2 worden toegepast, ter plaatse van de waterstandverhoging wordt B2 toegepast. Daar waar het kanaalprofiel 2 meter daalt is de plasberm niet mogelijk omdat er in dat geval geen wateruitwisseling kan plaatsvinden, zodoende is het profiel gelijk aan C1. (fig. 8.1) Verder zullen fauna-uitstapplaatsen worden aangebracht zoals ook in de huidige zuidwestoevers aanwezig zijn. Waar de profielen A2 en B2 worden toegepast is terug te vinden in fig. 8.2.

### 8.2.3 Materiaalkeuze

Voor de verticale oever kunnen verschillende materialen worden toegepast. Houten, betonnen of stalen damwanden houten golfschotten of palenrijen. Houten en stalen damwanden hebben een geringe kerende hoogte ten opzichte van stalen damwanden. Echter voor de benodigde afmetingen ruimschoots voldoende. Houten damwanden moeten voor gebruik boven water duurzaam zijn of verduurzaamd worden om aantasting te voorkomen en een lange levensduur te behouden. Stalen damwanden kunnen ook gecoat worden, dit wordt echter niet gedaan. Bij het inbrengen van de damwanden wordt de coating meestal beschadigd. De coating moet onderhouden worden (ca. 1 x per 20 jaar) en er valt altijd verf in het water, wat zorgt voor ernstige milieuverontreiniging. Maatregelen hiertegen kosten een vermogen. In plaats van een coating wordt ervoor gekozen om de damwand dikker te dimensioneren. Uitgaande van een materiaalafname van 0,05mm per jaar moet voor een levensduur de damwand ongeveer 3 mm dikker gedimensioneerd worden. Voor het ontwerp is gekozen voor stalen damwanden omdat deze een grote mate van waterdichtheid hebben. Dit is vooral op de trajecten waar verhoging van het kanaalpeil plaatsvindt en het kanaal dus deels in ophoging komt te liggen een groot voordeel. Dit beperkt het weglekken van kanaalwater naar de omliggende lageregelegen gebieden en naar de Aa die ter plaatse een veel lager peil heeft dan het kanaalpeil.



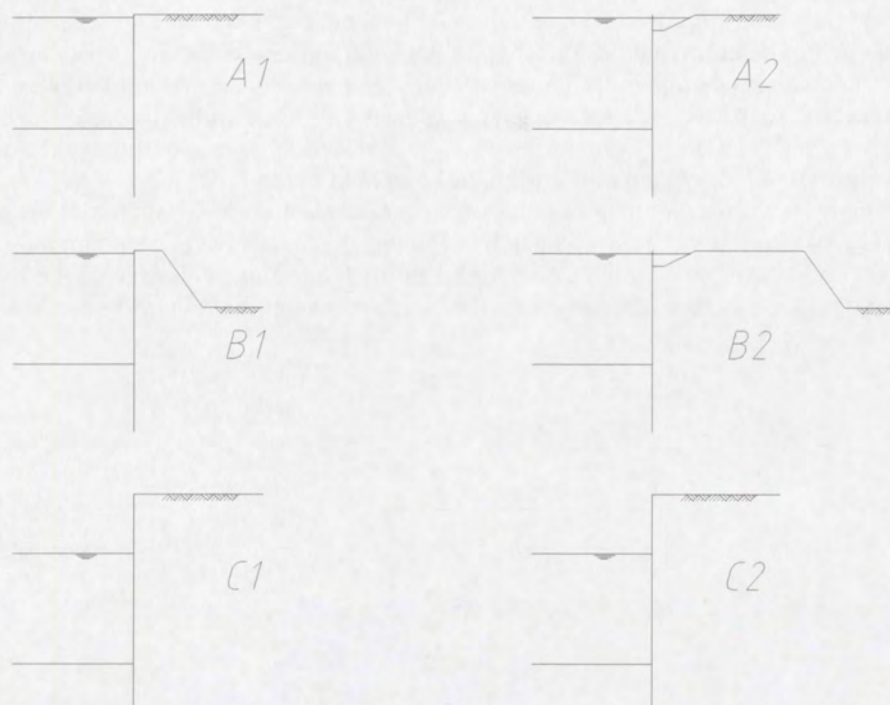


Fig. 8.1 Principeprofielen oevers langs de Zuid-Willemsvaart.

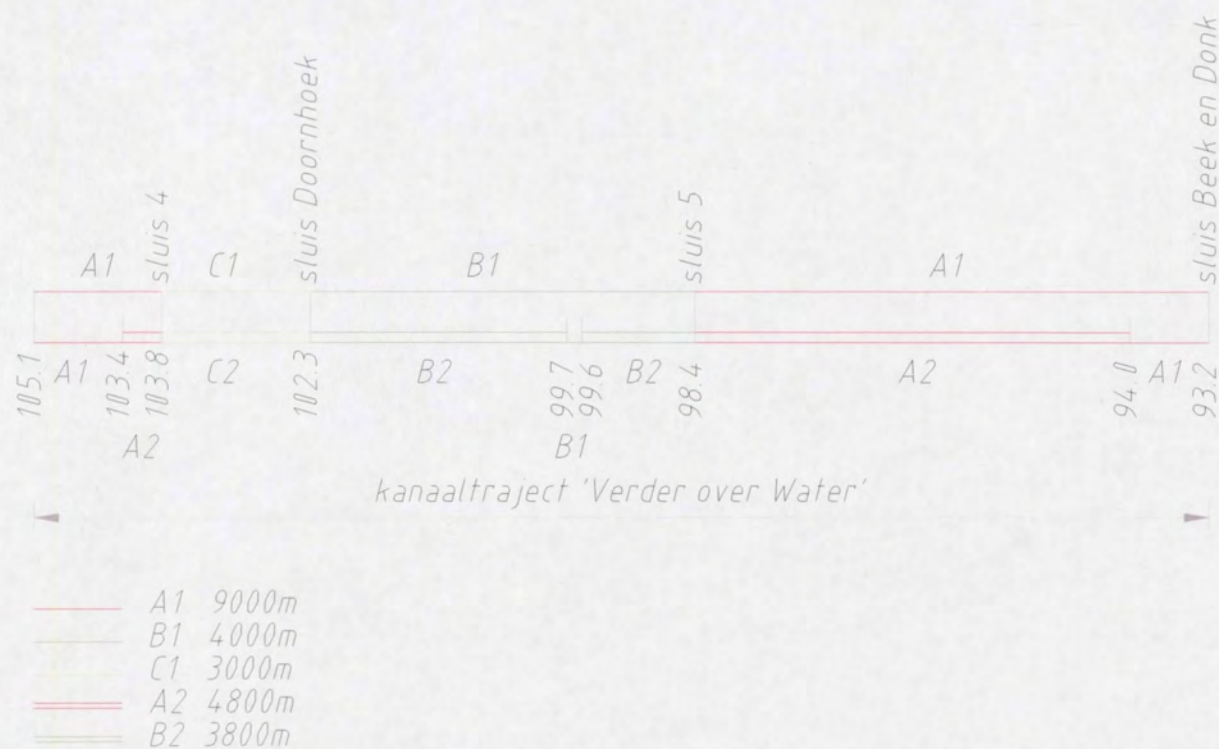


Fig. 8.2 Schematische weergave situering oevers.

A1 tot en met C1 corresponderen met de profielen zoals weergegeven in figuur 8.1



### **8.3 Hydraulische belasting op de oever**

Bij het ontwerp van de oever is de belasting op de oever van essentieel belang. De belasting bestaat uit windgolven en uit waterbewegingen veroorzaakt door schepen. De hydraulische belasting veroorzaakt door de scheepvaart is voor kanalen en de bijbehorende oevers maatgevend. Belangrijke onderdelen van deze belasting bestaan uit retourstroomsnelheid, waterspiegeldaling en front en haalgolven. Deze zijn maatgevend bij geladen varende schepen. De maatgevende golven worden veelal veroorzaakt door ongeladen schepen omdat deze in het algemeen een grotere vaarsnelheid hebben. De schroefstraalbelasting daarentegen wordt vooral veroorzaakt door manoeuvrerende schepen met een lage snelheid in bijvoorbeeld zwaaikommen en havens. De hierdoor veroorzaakte waterbewegingen richten vooral schade aan op de bodem, dit is in het onderzoek niet meegenomen. In bijlage III zijn de hydraulische belastingen op de oevers verder uitgewerkt en is een schatting gemaakt voor de damwand die voor de verticale oever nodig is.



## 9 Effecten door de aanpassingen

Het definitieve functionele ontwerp heeft invloed op verschillende aspecten. Achtereenvolgens zal gekeken worden naar aspecten voor scheepvaart, grondwater (waarin speciale aandacht uitgaat naar verdroging), natuur en landschap en woon- en leefmilieu. Voor de scheepvaart moet vooral gedacht worden aan de winst die de aanleg van de nieuwe sluizen zal opleveren. Maar ook aan de overlast die veroorzaakt kan worden tijdens de uitvoering van de werkzaamheden. Bij effecten voor bodem en water zal aandacht besteed worden aan de veranderingen in het kanaalpeil en wat dit voor gevolgen heeft voor de grondwaterstanden in de omgeving. De effecten voor natuur en landschap houden nauw verband met de effecten op bodem en water. De aanpassingen effecten op de natuurlijke omgeving, het agrarische gebied en de omgeving zoals deze visueel wordt waargenomen door betrokkenen.

### 9.1 Effecten voor de scheepvaart

In dit hoofdstuk komen de effecten naar voren die de aanpassingen van het kanaal en de sluizen hebben op de scheepvaart. Hierbij komen indirect de effecten voor het bedrijfsleven dat voor transport gebruik maakt van vervoer over water.

Het belangrijkste effect dat het aanpassen van de sluizen heeft voor de scheepvaart betreft de mogelijke scheepvaartklasse. In de huidige situatie is het slechts mogelijk om met klasse II schepen te varen. Bovendien heeft het kanaal een diepgangbeperking waardoor het volledig laden van de schepen niet tot de mogelijkheden behoort. Door het vervangen van de sluizen door klasse IV sluizen en het aanpassen van het kanaalprofiel kunnen schepen tot vaarwegklasse IV op het kanaal worden toegelaten. De diepgangbeperking zal ook niet langer noodzakelijk zijn. Doordat er meer lading per schip vervoerd kan worden (hogere beladingsgraad), zullen de kosten voor het vervoer dalen. Voor bedrijven die nu nog gebruik maken van vervoer over de weg wordt de binnenvaart op deze manier aantrekkelijker.

Een tweede effect is de verandering van het tijdsbestek waarin de sluizen op het kanaaltraject vanaf Veghel tot Beek en Donk en terug gepasseerd kunnen worden. Door het samenvoegen van de sluizen 4 en 5 hoeven slechts twee sluizen gepasseerd te worden in plaats van drie sluizen. Dit scheelt wacht- en schuttijd. Bovendien kost het invaren en manoeuvreren in de sluis in de huidige situatie veel tijd. De sluizen zijn krap en in slechte staat. Doordat de afmetingen van de nieuwe sluizen ruimer zullen zijn, levert dit een tijdsbesparing op. Een ander gunstig aspect hiertoe is de centrale bediening waar de nieuwe sluizen op zullen worden aangesloten. Door het op afstand bedienen van de sluizen kan de bediening beter worden afgestemd op de scheepvaart. Bovendien vervalt de pendelbediening bij de Erpse brug en sluis 5 wat betekent dat schepen niet meer op de sluiswachter hoeven te wachten voor brug- of sluisbediening. De centrale bediening heeft daarnaast als voordeel dat de bedieningstijden in de toekomst makkelijk kunnen worden uitbereid.

Tijdens de bouw van de nieuwe sluizen kunnen negatieve effecten voor de scheepvaart naar voren komen in de vorm van stremmingen door bouwwerkzaamheden. Ook kunnen deze ertoe leiden dat het kanaal tijdelijk afgesloten moet worden en schepen om moeten varen of vertragingen oplopen. De plaats van de sluis heeft hier veel invloed op. Sluis Doornhoek zal in een zwaaiком gebouwd worden. Doordat deze 58 meter breed is, is er tijdens de bouwfase ruimte om langs de sluis te varen. Sluis Beek en Donk zal voor meer hinder gaan zorgen tijdens de bouwfase. Er zal een bouwmethode gekozen moeten worden waarbij zo min mogelijk overlast voor de scheepvaart wordt veroorzaakt.

Door het vergroten van de afmetingen van de sluizen sluiten de afmetingen beter aan op de reeds vernieuwde sluizen: sluis Schijndel en sluis Helmond. Hierdoor ontstaat een corridor voor scheepvaart vanuit 's-Hertogenbosch via Veghel naar het zuiden.



## 9.2 Effecten op de grondwaterstanden

Om in kaart te brengen wat de veranderingen aan het kanaal voor invloed kunnen hebben op de grondwaterstanden in de omgeving, is een model opgezet met behulp van het modelleringsprogramma Microfem (zie bijlage V). Op deze manier kan bekeken worden of er een risico is voor verdroging van het gebied of dat juist vernatting zal optreden.

### 9.2.1 Mogelijke oorzaken voor grondwaterstandveranderingen

Een verandering in de grondwaterstand kan een tweetal oorzaken hebben. Ten eerste een verandering van het kanaalpeil die invloed heeft op de grondwaterstand. Afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem verandert de grondwaterstand in het gebied rondom het kanaal over een bepaalde afstand. Daarnaast kan de grondwaterstand veranderen doordat het kanaal verbreed en verdiept zal worden. Hierdoor wordt het natte oppervlak van het kanaal vergroot, wat een grotere infiltratie van kanaalwater in de bodem tot gevolg heeft. Verbreding en verdieping van het kanaal zal minder invloed hebben op de grondwaterstand van het omringende gebied dan de wijzigingen in het kanaalpeil. Daar staat tegenover dat de verbreding en verdieping over het gehele traject zal plaatsvinden. De kanaalpeilen veranderen slechts op een deel van het totale traject (tussen de huidige sluis 4 en 5, km 103.6-93.2).

### 9.2.2 Aandachtsgebieden

Om de effecten van de kanaalverruiming en de kanaalpeilveranderingen te bepalen is gekeken naar een gebied tot een afstand van 2,5 km uit de kanaalas. Er is vooral aandacht besteed aan een drietal gebieden

Bebouwde kom Veghel en Beek en Donk:

In beide gebieden blijft het kanaalpeil ongewijzigd. Er worden aanpassingen gedaan aan de breedte en diepte van het kanaal. Door het veranderen van de grondwaterstanden in een gebied kunnen zettingen optreden in de ondergrond. Voor bebouwing ter plaatse kan dit schade opleveren aan funderingen. Bij grondwaterstandverhogingen kunnen ook problemen ontstaan bijvoorbeeld het onderlopen van kelders of kruipruimtes.

De Boerdonkse Kampen:

De Boerdonkse Kampen is een bosrijk gebied aan de rand van het kanaal. Het gebied is gelegen ter hoogte van sluis 5 (km 95.5 – 98) aan de zuidwestzijde van het kanaal. Het kanaalpeil zal op het aan het gebied grenzende gedeelte 2 meter stijgen. Daarnaast vindt verruiming plaats. In het streekplan [21] is het gebied ingedeeld onder de noemer overige bos- en natuurgebieden. Dit zijn grotendeels (productie)bossen op droge gronden en graslanden en voor een klein deel landbouwgronden. Er moet gezorgd worden voor maximale rust en ruimte voor ontwikkeling van de natuur en landschapswaarden. [21]

Gebied tussen km 100 en 102.5:

Het langs de Aa gelegen gebied ten noordoosten van het kanaal (km 100-102.5) en de provinciale weg langs het kanaal. Dit gebied maakt onderdeel uit van de groene hoofdstructuur. Het kanaal wordt verruimd en ook hier vindt peilverhoging plaats van 2 meter. In het streekplan is het gebied ingedeeld onder de noemer leefgebied voor kwetsbare soorten. Deze gebieden omvatten landbouwgronden en andere gronden (bv. defensiegronden) waarop zeldzame planten en dieren voorkomen. Rust, beslotenheid, hoge waterpeilen en stabiliteit in de inrichting en het beheer zijn belangrijke bestaansvoorwaarden voor deze dieren en planten [21].

### 9.2.3 Te verwachten resultaten

De resultaten van de modellering zijn bij het drukken van dit verslag nog niet beschikbaar. Verwacht wordt dat de gevolgen voor de stijghoogtes in het eerste watervoerend pakket veroorzaakt door de kanaalpeilveranderingen zich zullen uitstrekken over een gebied van 1,8 km uit de as van het kanaal (zie bijlage V). Dit zou betekenen dat alle aandachtsgebieden te maken krijgen met positieve dan wel negatieve veranderingen in grondwater.



### 9.3 Effecten voor natuur en landschap

#### 9.3.1 *Natuur*

De aanpassingen aan het kanaal en de sluizen kunnen op twee manieren van invloed zijn op de natuur in en rondom het projectgebied. Enerzijds door de aanpassingen op zich, anderzijds door de veranderingen in de omgeving die veroorzaakt worden door de aanpassingen van het kanaalprofiel. Dit is voor het gehele kanaaltraject tussen Veghel en Beek en Donk het geval. Door verbreding van het kanaal kan barrière rewerking van het kanaal versterkt worden. Vooral voor kleine dieren en insecten die het huidige smalle kanaal nog kunnen oversteken, kunnen moeilijkheden ontstaan bij het passeren van het kanaal. Hierdoor wordt het leefgebied van desbetreffende soorten kleiner. Daarnaast moet er in de omgeving ruimte gemaakt worden voor het kanaal wat deels ten koste gaat van begroeiing. Vooral tussen km 97,9 en 95,4 moet er begroeiing, die deel uit maakt van de Boerdonkse Kampen, verwijderd worden. Dit dient elders gecompenseerd worden.

Indirect betekenen de aanpassingen aan het kanaal en met name de verandering in het aantal sluizen een verandering in de waterhuishouding van het gebied. Doordat het aantal sluizen veranderd zullen de kanaalpanden en kanaalpeilen veranderen. Door de kanaalpeilwijzigingen verandert de grondwaterstand (zie § 9.2) Zowel de daaruit voortkomende verdroging als vernatting van het gebied hebben consequenties voor de flora en fauna. Bij het verdwijnen van vegetatie door watertekort of wateroverschot verdwijnen ook de diersoorten die hier leven. Bovendien kan er sprake zijn van gebiedsvreemd water dat in het gebied komt. Dit heeft vaak een andere kwaliteit dan het water uit het gebied, bij mindere kwaliteit heeft dit een negatieve invloed op de natuurwaarden. Naast invloeden van de nieuwe situatie heeft ook het tot stand komen hiervan invloed op de natuur. Tijdens de uitvoering kunnen tijdelijk verstoringen ontstaan voor de omgeving. Er kan schade aangericht worden door transport, zwaar materieel en heilwerkzaamheden.

Om te kunnen beoordelen of sprake is van een verdroogd gebied, wordt de definitie voor verdroging aangehouden zoals deze is opgesteld in de vierde nota waterhuishouding (1993): "Een gebied wordt als verdroogd aangemerkt als aan dat gebied een natuurfunctie is toegekend en de grondwaterstand in het gebied onvoldoende hoog is danwel de kwel (water dat omhoog komt) onvoldoende sterk om bescherming van de karakteristieke grondwaterafhankelijke ecologische waarden, waarop functietoekenning is gebaseerd, in dat gebied te garanderen. Een gebied met een natuurfunctie wordt ook als verdroogd aangemerkt als ter compensatie van een te lage grondwaterstand water van onvoldoende kwaliteit moet worden aangevoerd." Dit betekent dat er geen sprake zal zijn van verdroogd gebied omdat de gebieden waar grondwaterdaling voorkomt (tussen km 103.8-102.3) geen natuurfunctie is hebben.

Positieve effecten van de aanpassingen betreffen vooral de ecologische oevers die aan vrijwel de gehele zuidwestzijde van het kanaal gesitueerd zullen worden. Bovendien zal er bij de sluis Doornhoek in de zwaairom ruimte gecreëerd worden voor natuurontwikkeling. Naar invulling hiervan zal nader onderzoek moeten worden verricht.

#### 9.3.2 *Agrarisch gebied*

Op plaatsen waar het gebied door de verhoging van de grondwaterstand natter wordt, kan dit voor de agrarische sector negatieve gevolgen hebben. Dit betreft het gebied tussen de nieuwe sluis Doornhoek en de oude sluis 5. Ten eerste valt te denken aan een belemmering in de bedrijfsvoering. Bij te natte terreinen kan er niet met machines het land gewerkt worden. Hierdoor kan de opbrengst verminderen. De extra wateraanvoer kan een voordeel zijn voor hoger gelegen gronden die droger zijn en op deze manier meer water tot hun beschikking hebben. Verlaging van de grondwaterstanden heeft niet altijd een negatieve invloed op de opbrengsten van een agrarisch gebied. Dit is afhankelijk van het verbouwde gewas. In Brabant komen vooral zandgronden voor die droog zijn. Hierdoor zal snel een watertekort ontstaan wat opbrengstvermindering tot gevolg heeft. Verandering in de grondwaterstand kan betekenen dat er meer dan wel minder beregend moet worden op landbouwgronden. Verlaging van de grondwaterstand kan ook betekenen dat er in verband met benodigd water voor het omliggende gebied niet meer beregend mag worden, omdat geen grondwater mag worden onttrokken.



### *9.3.3 Landschap, visueel*

Op plaatsen waar in verband met de peilverhoging van het kanaal dijken moeten worden aangelegd langs het kanaal, vindt een visuele verandering van het landschap plaats die vanaf grotere afstand waarneembaar is. Deze verandering kan door omwonenden en direct betrokkenen als ongunstig worden ervaren. Dit is het geval tussen km 102.3 en 98.4. Omdat er op dit traject weinig bebouwing is in de directe omgeving van het kanaal zal dit weinig overlast veroorzaken.

## **9.4 Effecten voor woon- en leefmilieu**

Voor het verbreden van het kanaal is het vrijwel zeker noodzakelijk dat grond uit de directe omgeving, met name ten zuidwesten van het kanaal, wordt aangekocht. Een gedeelte van de grond die nodig is voor de verbreding van het kanaal is reeds in bezit van Rijkswaterstaat. Overige gronden zullen aangekocht moeten worden. Omdat het kanaal in de nieuwe situatie ca. 18 meter breder wordt, zal er een evenredige hoeveelheid grond vrijgemaakt moeten worden voor het kanaal. Als het schouwpad komt te vervallen kan deze hoeveelheid worden verminderd. Hoeveel grond er aangekocht zou moeten worden en welke gronden reeds in het bezit zijn van Rijkswaterstaat is in dit onderzoek niet meegenomen. Hier zal dan ook niet verder op ingegaan worden.

Geluidshinder als gevolg van scheepvaartverkeer komt over het algemeen weinig voor en zal ook in deze situatie geen problemen opleveren. Het laden en lossen van goederen kan wel geluidsoverlast opleveren. Op het traject van sluis 4 t/m 6 zijn hier echter geen problemen mee te verwachten.

Bereikbaarheid zal enkel tijdens de bouwfase problemen op kunnen leveren. Hierbij valt te denken aan het tijdelijk afsluiten van wegen of bruggen waardoor weggebruikers gebruik moeten maken van een andere route. Daarnaast zal het pad aan de zuidwestzijde van het kanaal aangepast worden. Dit levert naar verwachting geen problemen op omdat dit eigen weg is van Rijkswaterstaat en hier geen woningen op ontsloten zijn.



## 10 PRI-raming

De Project Raming Infrastructuur (PRI) is een bedrijfseconomische raming. In tegenstelling tot een marktconforme raming wordt hierbij uitgegaan van vaste prijzen die niet afhankelijk zijn van de vraag op de markt naar het product. In de kostenraming zijn geen kosten opgenomen met betrekking tot kosten voortkomend uit wetswijzigingen. Dit geldt bijvoorbeeld als extra maatregelen genomen moeten worden om aan nieuwe EU-eisen te voldoen en de kosten die hieruit volgen.

In dit hoofdstuk wordt uitgelegd hoe de kosten van het project zijn berekend. De exacte raming, evenals de hoeveelhedenberekening zijn terug te vinden in bijlage X en XI. Een vereenvoudigde versie van de raming is hieronder in tabel 10.1 te zien.

De PRI-raming is voor het sluisgedeelte gebaseerd op kengetallen die met behulp van nacalculatie van de bouw van Sluis Schijndel opgesteld zijn.

De verruiming van de Zuid-Willemsvaart, het aanpassen van de kunstwerken erover en de overige kosten, zijn gebaseerd op kengetallen die gebruikt zijn bij de MER-studie *Wilhelminakanaal Tilburg rapport kosten* [13]. In deze MER-studie wordt de verruiming van het Wilhelminakanaal in de regio Tilburg onderzocht. De raming van dit project, met de gebruikte kengetallen zijn vergelijkbaar.

In deze studie zijn de directe kosten opgesplitst in vier punten:

- kanaalverruiming;
- aanpassen kunstwerken;
- sluizen;
- bijkomende kosten.

### 10.1 Kanaalverruiming

Onder kanaalverruiming vallen alle kosten die te maken hebben met het verruimen van de Zuid-Willemsvaart. Hieronder valt ten eerste de bodemsanering, de kosten van het afvoeren en het reinigen van verontreinigd baggerslib. Uit het rapport *Waterbodemonderzoek Monitoring Brabantse RWS-wateren* [15] blijkt dat de verontreiniging in de bovenste halve meter van de bodem zit. Uit een discussie met deskundige van Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland, afdeling IVAS, afdeling AIW en afdeling IVP, is een advies gekomen om 50% van de hoeveelheid bagger in categorie 0/1/2 in te delen en 50% in categorie 3/4. Van de baggerspecie in klasse 3 /4 zal 10% gereinigd moeten worden (met behulp van hydrocyclonage en zandscheiding, dit is gelijk aan 5% van het totaal (zie bijlage X). Die 5% is zo verontreinigd dat het zonder reiniging niet gestort mag worden. Daarom worden voor die 5% ernstig vervuild slib extra kosten berekend. Door uit te gaan van een gemiddelde kanaalbreedte van 24 meter, kan de hoeveelheid (m<sup>3</sup>) verontreinigd slib berekend worden. Met behulp van de percentages kan een schatting gemaakt worden van de hoeveelheid slib in iedere klasse. Hieruit volgen de kosten.

#### 10.1.1 Grondwerk

Kosten van het grondwerk bestaan uit het uitdiepen van het bestaand kanaalprofiel en ontgraving buiten het bestaand kanaalprofiel. Daarnaast komen er kosten van het plaatselijk ophogen van het maaiveld en het omleggen van kwelsloten.

##### 10.1.1.1 Uitgraven nieuw profiel

De hoeveelheid grond die vrijkomt bij het uitdiepen van het bestaand kanaalprofiel, wordt per kanaalgedeelte met dezelfde bodem- en kanaalpeilhoogte berekend (zie bijlage XI) voor de verschillende delen. Omdat bij het saneren van de bodem het bestaand profiel al een halve meter is afgegraven, wordt dit van de huidige bodemhoogte afgetrokken. Zo kan voor het gehele tracé de hoeveelheid te ontgraven grond worden berekend, met de daarbij behorende kosten.

De hoeveelheid te ontgraven grond buiten het kanaalprofiel wordt berekend met behulp van een aanname voor de gemiddelde maaiveldhoogte. Aangenomen wordt dat het gemiddelde maaiveld 20 meter buiten de huidige kanaaloever en 1 meter boven het huidige kanaalpand ligt. Na deze aanname is de hoeveelheid grond die buiten het bestaand kanaalprofiel ontgraven dient te worden en de kosten van het ontgraven ervan te bepalen (zie bijlage XI). Voor de gedeelten van het kanaal waar een natuurvriendelijke oever aangelegd wordt dient rekening te worden gehouden met het ontgraven van een twee meter brede plasberm. Per meter betekent dit 1 m<sup>3</sup> extra grond ontgraven (zie bijlage XI).



#### 10.1.1.2 Ophogen bestaand maaiveld

Het plaatselijk ophogen van maaiveld is in twee gedeelten onderverdeeld. Het eerste gedeelte is de aanleg van een dijk ten noordoosten van de Zuid-Willemsvaart tussen km 102.2 en km 98.4. Dit dijkprofiel heeft per meter een inhoud van  $5,8 \text{ m}^3$ . Door deze hoeveelheid te vermenigvuldigen met de lengte wordt de hoeveelheid te verzetten grond uitgerekend en daarbij behorende kosten. Het tweede gedeelte is het ophogen van het bestaande maaiveld ter plaatse van het nieuwe inspectiepad. De hoeveelheid grond die hierbij nodig is wordt berekend met behulp van dwarsprofiel 4 op tekening 11.06.02.4. Op basis van dit dwarsprofiel is de oppervlakte uitgerekend tussen het bestaande maaiveld en het nieuwe maaiveld. Aangenomen wordt dat deze hoeveelheid grond voor heel de lengte hetzelfde is.

#### 10.1.1.3 Verleggen kwelsloten

De verlegging van de kwelsloten ten zuidwesten van de Zuid-Willemsvaart brengt ook kosten met zich mee (zie bijlage XI) voor het slootprofiel. Met behulp van deze figuur is de inhoud van de sloot te berekenen. De inhoud bedraagt  $4,5 \text{ m}^3$  per strekkende meter sloot. In bijlage X staat een inventarisatie van het aantal meters te verleggen kwelsloot. In totaal moet er 8850 m sloot verlegd worden. De kosten van het verleggen worden hierna berekend door het aantal meters met de inhoud per strekkende meter en de kosten van het grondverzet per kuub te vermenigvuldigen.

#### 10.1.2 Beschoeiing

Deze kostenpost bevat het trekken van de bestaande beschoeiing en het aanbrengen van nieuwe beschoeiing. De bestaande beschoeiing bestaat uit twee verschillende damwanden; van beton en staal. Aangenomen wordt dat de kosten voor het verwijderen van deze verschillende damwandprofielen gelijk zijn. Het aanbrengen van nieuwe beschoeiing is verdeeld in twee verschillende posten. Eén post voor het aanbrengen van stalen damwanden van 10 meter lang, inclusief de verankering. Dit gebeurt langs de gehele noordoostoever en delen van de zuidwestoever (zie hoofdstuk 8). De andere post betreft het aanbrengen van de beschoeiing ter plaatse van een natuurvriendelijke oever. Dit zijn damwandprofielen die niet verankerd dienen te worden. De kosten hiervoor zijn lager.

#### 10.1.3 Verhardingen

Deze kostenpost bevat het opbreken van bestaande verhardingen en het aanleggen van nieuwe wegen. Allereerst is een inventarisatie gemaakt van de bestaande verhardingen. In totaal zijn er drie soorten verhardingen die opgebroken dienen te worden. Puin, asfalt en klinkers. Voor ieder verhardingstype is de hoeveelheid (in  $\text{m}^2$ ) uitgerekend en vervolgens de kosten van het opbreken van de verharding. Vervolgens worden de hoeveelheden van de nieuw aan te leggen wegen op dezelfde manier berekend. In het nieuw ontwerp komen geen klinkerverhardingen terug, de klinkers worden afgevoerd.

### 10.2 Aanpassen kunstwerken

Hierin zijn de kosten van het aanpassen van de kunstwerken over en onder de Zuid-Willemsvaart opgenomen. De kosten zijn gebaseerd op het aanpassen van vergelijkbare kunstwerken over het Wilhelminakanaal [13]. De afmetingen van de kunstwerken moeten nader gedimensioneerd worden. Hierdoor kan op dit moment de aanpassing van de kunstwerken niet exacter geraamd worden.

### 10.3 Sluizen

Allereerst bevat deze post de sloop van de drie sluizen. Zoals eerder in dit hoofdstuk beschreven is, zijn deze kosten gebaseerd op de kengetallen die gebruikt zijn bij de MER-studie *Wilhelmina kanaal Tilburg Rapport kosten* [13]. Daarbij komen de kosten van de aanleg van sluis Doornhoek en sluis Beek en Donk. De gebruikte kengetallen zijn gebaseerd op sluis Schijndel (zie bijlage X). De totale kosten van sluis Beek en Donk zijn lager dan die voor sluis Doornhoek. Dit verschil zit met name in het feit dat nabij sluis Doornhoek een gronddam aangelegd moet worden (zie tekening 11.06.02.1). Daarnaast heeft sluis Doornhoek een groter verval dan sluis Beek en Donk. Dit resulteert in een diepere kolk en hogere sluishoofden.

### 10.4 Bijkomende kosten

Deze post bevat de kosten die voortkomen uit het aankopen van grond en de inrichting van het terrein. De kosten van de grondaankoop zijn opgebouwd uit grondaankoop ten behoeve van verruiming van het kanaal, grondaankoop ten behoeve van compensatie, onderzoekskosten en verleggen van kabels en leidingen. De hoeveelheid grond die aangekocht dient te worden is uitgerekend door over de totale lengte een strook van 10 meter buiten de huidige eigendomsgrens (insteek kwelsloot) aan te nemen. Bij



de kosten van het inrichten van het terrein is het inzaaien van bermen en de nieuwe dijk meegenomen. Ook de kosten van het inrichten van oude opslagterreinen zijn hierin opgenomen.

Uit bovenstaande kostenposten zijn de totale directe kosten (excl. BTW.) opgebouwd. In tabel 10.1 is een post 'overig kosten' opgenomen. In deze post zijn kosten opgenomen zoals: projectvoorbereidingskosten, BTW, algemene kosten, winst en risico en onvoorziene kosten. Voor de exacte invulling van de post overige kosten zie bijlage XII.

**Tabel.10.1 Project raming infrastructuur (PRI)**

<b>1.</b>	<b>Kanaalverruiming</b>		
1.1	Sanering kanaalbodem	€ 4.899.464,99	
1.2	Grondwerk	€ 5.433.014,33	
1.3	Beschoeiing	€ 26.792.000,76	
1.4	Verharding	€ 1.684.873,24	
	<b>Totaal</b>		<b>€ 38.809.353,30</b>
<b>2.</b>	<b>Aanpassen kunstwerken</b>		
2.1	Kosten spoorwegbrug t.p.v. km 104,9	€ 226.890,11	
2.2	Kosten N265 t.p.v. km 103,5	€ 1.361.340,65	
2.3	Kosten Erpse brug t.p.v. km 99,6	€ 1.361.340,65	
2.4	Kosten Beekse brug t.p.v. km 93,2	€ 1.361.340,65	
2.5	Kosten Duiker Goorloop t.p.v. 95,0	€ 226.890,11	
	<b>Totaal</b>		<b>€ 4.537.802,17</b>
<b>3.</b>	<b>Sluizen</b>		
3.1	Kosten slopen sluizen	€ 1.361.340,65	
3.2	Aanleg sluis Doornhoek	€ 11.546.334,15	
3.3	Kosten sluis Beek en Donk	€ 11.383.697,04	
	<b>Totaal</b>		<b>€ 24.291.371,82</b>
<b>4.</b>	<b>Bijkomende kosten</b>		
4.1	Grond aankoop	€ 8.304.631,73	
4.2	Inrichting terrein	€ 81.090,52	
	<b>Totaal</b>		<b>€ 8.385.722,25</b>
	<b>Overig kosten</b>	<b>Totaal</b>	<b>€ 62.644.543,36</b>
<b>Projectkosten</b>		<b>Totaal</b>	<b>€ 138.668.792,98</b>



## **11 Conclusie**

### **11.1 Het kanaal en de sluizen**

Om klasse IV beroepsvaart op de Zuid-Willemsvaart mogelijk te maken zijn aanpassingen noodzakelijk aan het kanaal. Voor het traject tussen Veghel en Beek en Donk is een functioneel ontwerp gemaakt ten aanzien van deze uitbreiding. Hiertoe zullen de huidige sluizen 4, 5 en 6 vervangen worden. In plaats van de huidige 3 sluizen zullen twee nieuwe sluizen gebouwd worden waarvan een in Beek en Donk en een nabij Doornhoek gelegen zal zijn. De sluis Doornhoek zal een samenvoeging zijn van de sluizen 4 en 5. De sluizen zullen ieder 110m lang zijn met een doorvaartbreedte en kolkbreedte van 10,5m. Door het samenvoegen zullen de sluizen wel ieder een verschillend verval overbruggen. Sluis Doornhoek en sluis Beek en Donk hebben een verval van respectievelijk 4,23m en 2,0m.

Ook aan het kanaal zijn aanpassingen noodzakelijk. Het kanaal zal verbreed worden naar 42 meter. Omdat het kanaalpeil grotere veranderingen ondergaat en er bovendien een grotere diepgang gerealiseerd moet worden, voldoen de bestaande oevers niet langer. Aan de noordoostzijde van het kanaal zal een verticale oever bestaande uit een stalen damwandconstructie worden toegepast. Dit geldt ook voor de zuidwestoever in Veghel en Beek en Donk. Verder zal de zuidwestoever bestaan uit een verticale oever maar met een plasberm ten behoeve van de ecologische functie van het kanaal (hfst.8).

### **11.2 De scheepvaart**

Voor de scheepvaart zal de kanaalverruiming en de aanpassing van de sluizen groot voordeel opleveren. Doordat de aanpassingen het toelaten van grotere schepen op het kanaal mogelijk maken, kan er beter en intensiever gebruik gemaakt worden van vervoer over water. Het kanaaltraject kan door de aanpassingen de verwachte groei in het goederenvervoer [1] verwerken. Om een corridor te bewerkstelligen voor het gehele kanaal zal echter ook het gedeelte ten zuiden van sluis 6 tot aan de omlegging Helmond aangepakt worden.

### **11.3 Verdroging**

De kanaalpeilen veranderen door de nieuwe situering van de sluizen. Dit heeft direct effect op de grondwaterstanden in de omgeving van het kanaal. Ter plaatse van kanaalpeilverhoging treedt vernatting op van het omliggende gebied tegenover verdroging daar waar het kanaalpeil daalt. Verlaging van het kanaalpeil vindt slechts plaats op een zeer beperkt traject. Hierdoor blijven de verdrogingsrisico's beperkt. Doordat echter over een groot kanaalgedeelte kanaalpeilverhoging optreedt moet verder onderzoek gedaan worden naar de kwel en infiltratiestromen. Door het grote verval dat gecreëerd wordt tussen de Zuid-Willemsvaart en de nabijgelegen Aa bestaat er een risico voor het weglekken van kanaalwater. Dit kan tot gevolg hebben dat er extra water voor het kanaal moet worden aangevoerd. Dit brengt extra kosten met zich mee omdat het water opgepompt moet worden. Het weglekken van kanaalwater zal voorkomen moeten worden door het treffen van voorzieningen, zoals bekleden van het kanaal of het plaatsen van schermen.

### **11.4 De omgeving**

De aanpassingen aan het kanaal vereisen extra ruimtebeslag ten aanzien van de huidige situatie. Hiertoe zullen gronden aangekocht moeten worden. Daarnaast zullen ingrepen gedaan moeten worden in de omgeving rondom het kanaal. De aanleg van dijken en het rooien van begroeiing verandert het aanzien van de omgeving. Het laatste kan gecompenseerd worden door de geplande natuurontwikkeling in de zwaairom. Hoe deze vorm zal krijgen zal nader onderzocht moeten worden.

### **11.5 Kosten**

Voor de kanaalaanpassingen en de sluizen zijn kosten geraamd van respectievelijk 38,8 miljoen en 24,3 miljoen euro. Daarnaast moeten de overige kunstwerken op het traject aangepast worden. Samen met de overige kosten voor onder meer voorbereiding komt dit op een totaal van 138.668.800 euro.



## 12 Aanbevelingen

Deze studie is opgezet als een referentie ten opzichte van de keuze voor drie sluisen klasse IV ter vervanging van sluis 4, 5 en 6. Alvorens een keuze te maken tussen de twee varianten zullen de gevolgen van de kanaalpeilverandering verder onder de loep genomen moeten worden. Indien de verdrogingseffecten bij situering van de sluis op km 102.2 nihil zijn, doordat slechts over een beperkt traject kanaalpeilverlaging plaats vindt, strekt het tot de aanbeveling om deze te bekijken voor het geval de sluis meer stroomopwaarts geplaatst wordt. In dat geval zal namelijk ook de vernatting afnemen, evenals het verval ten opzichte van de Aa. Naarmate de negatieve effecten kleiner zijn, worden de voordelen ten opzichte van drie nieuwe sluisen groter.

Verder zal er onderzoek gedaan moeten worden naar de baten voor de kanaalverruiming met twee sluisen tegenover de variant waarbij drie nieuwe sluisen worden uitgewerkt. Hierbij moet onder meer aandacht worden besteed aan eventuele tijdwinst indien slechts twee sluisen worden toegepast, en de vraag of de toepassing van twee dan wel drie sluisen invloed heeft op de capaciteit van het kanaal.

Naast de aanpassingen aan het kanaal moet het stimuleren van de binnenvaart over het traject met andere middelen worden voortgezet. Hierbij valt te denken aan subsidies voor vervoer over water of heffingen op bijvoorbeeld wegvervoer. Er zal gekeken moeten worden naar de mogelijkheden voor bedrijven om zich aan het kanaal te vestigen en zo gebruik te kunnen maken van vervoer over water. Met name indien de verbinding tot aan Helmond niet is gemaakt en het kanaal dus niet als corridor gezien kan worden.

Naast de plannen voor sluis 4, 5 en 6 moet er een plan komen voor het gedeelte tussen de huidige sluis 6 en de omlegging Helmond. Dit is in het ontwerp zoals opgesteld in dit rapport niet meegenomen.







Literatuurlijst

1	Over water van en naar Zuidoost Brabant Een vertaling van ambities	RWS Directie Noord-Brabant 's-Hertogenbosch juli 2001
2	Scenario's voor de kanalen van en naar Zuidoost Brabant D.A. Henstra E. van der List L.A.J. Smit	TNO Inro RWS Directie Noord-Brabant Delft Mei 2001
3	Richtlijnen vaarwegen Commissie Vaarwegbeheerders	CVB Directoraat-generaal RWS Rotterdam juni 1996
4	Visie op de ecologische functie van de Rijkskanalen in Noord-Brabant Afdeling Planvorming; M. Bakersmans en H. Zweers	RWS Directie Noord-Brabant 's-Hertogenbosch November 2000
5	Beheerplan Nat Noord-Brabant	RWS Directie Noord-Brabant 's-Hertogenbosch
6	Ontwerp van Schutsluizen (deel 1 & 2)	Bouwdienst RWS Utrecht juni 2000
7	Grote provincie atlas 1:25.000 Noord-Brabant Oost	Wolters-Noordhoff Groningen 1990
8	Blokboek 13 "Afstuderen" Ing. P. Merks	Hogeschool 's-Hertogenbosch Civiele Techniek December 2001
9	Collegedictaat: Oevers	Hogeschool 's-Hertogenbosch Civiele Techniek 2001
10	Verbetering Zuid-Willemsvaart Principeplan	RW dir. Noord-Brabant 1985
11	Geologisch onderzoek ten behoeve van het geohydrologisch onderzoek bij de Zuid-Willemsvaartverbetering, Projekt 10403	Rijks geologische dienst Haarlem 1985
12	Projectnota / MER Wilhelminakanaal Tilburg	RWS Directie Noord-Brabant 's-Hertogenbosch augustus 2001
13	Projectnota / MER Wilhelminakanaal Tilburg Rapport kosten	Witteveen + Bos Deventer juni 1999
14	Projectnota / MER Wilhelminakanaal Tilburg traceringsnota	Witteveen + Bos Deventer juli 1999
15	Waterbodemonderzoek Monitoring Brabantse RWS-wateren, NB4033 Deelrapportage C	DHV
16	Analyse Verbetering Brabantse en Midden-Limburgse Kanalen	RWS 1985
17	Verdroging door een (water)weg? Een studie naar verdroging in Nederland als gevolg van RWS infrastructuur	H. Smits Universiteit Utrecht november 1996



18	Verder over Water Een verkenning naar het Noord-Brabantse kanalenstelsel	E.van Ooijen, S. de Meijer RWS dir. Noord-Brabant, mei 2002
19	Grondwaterkaart van Nederland Centrale Slenk (Oost-Brabant)	TNO, dienst grondwaterverkenning, 1983
20	Ontwerpschets Betuwekanaal Afstudeeropdracht Hogeschool 's-Hertogenbosch	G. Burger, K. Giese Hogeschool 's-Hertogenbosch, 1995
21	Brabant in Balans Streekplan` Noord-Brabant 2002	Provincie Noord-Brabant 's-Hertogenbosch 2002
22	Rapport 201 Natuurvriendelijke oevers Belasting en sterkte	CUR 1999
23	Verdrogingsbestrijding in Noord-Brabant Stand van zaken 1999 en evaluatie vooruitgang	Kerngroep verdrogings- bestrijding Noord-Brabant Maart 2001
24	Microfem Tutorial	P. Nienhuis, K. Hemker december 2001
25	Modelstudie naar de drainerende werking van het Markkanaal	Tauw Deventer december 2000



# Bijlagen

Bijlage I	Dimensionering vaarwegen
Bijlage II	CVB
Bijlage III	Oevers
Bijlage IV	Uitwerking model Breedscheenjuffer
Bijlage V	Aanpak Microfem
Bijlage VI	Invoergegevens Microfem
Bijlage VII	Beschrijving Microfem
Bijlage VIII	Gegevens rivier de Aa
Bijlage IX	Figuren Microfem
Bijlage X	Prijsniveau directe kosten
Bijlage XI	Hoeveelheden berekening
Bijlage XII	PRI-raming
Bijlage XIII	Afvoer van water Zuid-Willemsvaart







## **Bijlage I**

## **Dimensioneren vaarwegen**







## Bijlage I

## Dimensionering vaarwegen

Afmetingen profiel van vrije ruimte voor rechte vaarwegen bij beroepsscheepvaart

Klasse	Profiel van vrije ruimte [m]				
	h	b (T-geladen)	b (h)	zijwindtoeslag	
				landstreek	Kuststreek
Normaal profiel					
I	3.1	20.4	10.2	2	4
II	3.5	26.4	13.2	3	6
Ila	3.5	28.8	14.4	3	6
Ila**	3.5	28.8	14.4	3	7
III	3.5	32.8	16.4	3	7
III***	3.5	32.8	16.4	4	8
IV	3.9	38.0	19.0	4	9
Va	4.9	46.0	22.8	5	11
Vb	5.6	46.0	22.8	9	18
Krap profiel					
I	2.9	15.3	10.2	3	5
II	3.3	19.8	13.2	4	7
Ila	3.3	21.6	14.4	4	7
Ila**	3.3	21.6	14.4	4	9
III	3.3	24.6	16.4	4	9
III***	3.3	24.6	16.4	5	10
IV	3.6	28.5	19.0	6	11
Va	4.6	34.0	22.8	7	15
Vb	5.2	34.0	22.8	12	24
Eenrichtingsprofiel					
I	2.9	10.2	5.1	*	*
II	3.3	13.2	6.6	*	*
Ila	3.3	14.4	7.2	*	*
III	3.3	16.4	8.2	*	*
IV	3.6	19.0	9.5	*	*
V	5.2	22.8	11.4	*	*

\* zijwindtoeslag per situatie bepalen

\*\* maatgevend schip 67 m lang

\*\*\* maatgevend schip 80 m lang







Voor de klasse II, III, IV en V komt dit uit op vaarwegafmetingen zoals in onderstaande tabel. Voor zijwindtoeslag uitgaande van landstreek.

Dimensionering klasse II profiel			
CEMT Klasse II	Krap profiel van vrije ruimte [m]	Normaal profiel van vrije ruimte [m]	
breedte	23,8	29,4	
diepte	3,3	3,5	
hoogte	6,3	6,3	
Dimensionering klasse III profiel			
CEMT Klasse III	Krap profiel van vrije ruimte [m]	Normaal profiel van vrije ruimte [m]	
breedte	28,6	35,8	
diepte	3,3	3,5	
hoogte	6,6	6,6	
Dimensionering klasse IV profiel			
CEMT Klasse IV	Eenrichtingsprofiel van vrije ruimte [m]	Krap profiel van vrije ruimte [m]	Normaal profiel van vrije ruimte [m]
breedte	25,0	34,5	42,0
diepte	3,6	3,6	3,9
hoogte	7,0	7,0	7,0
Dimensionering klasse V profiel			
CEMT Klasse V	Eenrichtingsprofiel van vrije ruimte [m]	Krap profiel van vrije ruimte [m]	Normaal profiel van vrije ruimte [m]
breedte	29,8	41,0	51,0
diepte	4,6	4,6	4,9
hoogte	7,0	7,0	7,0

Bron: Richtlijnen vaarwegen CVB, juni 1996  
Projectnota / MER Wilhelminakanaal Tilburg, april 2000







**Bijlage II**

**CVB**







### 5.2.7 Remmingwerken en geleidewerken

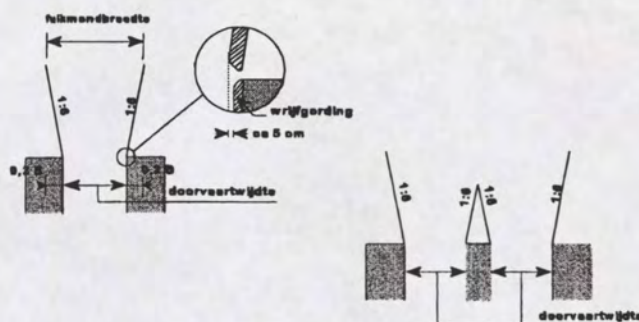
■ Remmingwerken en geleidewerken hebben tot doel door mechanische en visuele geleiding schade aan brug en schip te voorkomen of tenminste te beperken.

*toepassen  
geleide- en  
beschermings-  
werken*

Geleidewerken worden toegepast bij een doorvaartwijdte die kleiner is dan de waarden uit de tabel in figuur 5.2.7.1. Ze worden in principe symmetrisch aangebracht in een fuikvorm, waarbij de breedte van de fuikmond gelijk is aan de waarden uit de tabel. Bij twee doorvaartopeningen met een smalle middenpijler mag hiervan worden afgeweken.

Remmingwerken dienen ter bescherming van pijlers en landhoofden bij een doorvaartwijdte die kleiner is dan de waarden uit tabel in figuur 5.2.7.1.

Advies met betrekking tot dimensionering en details kan worden ingewonnen bij de Adviesdienst Verkeer en Vervoer en de Bouwdienst (beide Rijkswaterstaat).



PROFIEL	DOORVAARTWIJDTE**	
	Klasse I t/m Va	Klasse Vb
enkelstrooks	1,6 B*	1,8 B
krap	1,6 B*	1,8 B
normaal	1,8 B*	2,0 B

\*\* doorvaartwijdte waarbij geleidewerken wenselijk zijn  
= breedte fuikmond

\* als rekening gehouden wordt met schepen zonder boegschroef verhogen met 0,2 B

Figuur 5.2.7.1 Geleidewerken







KLASSE	DOORVAARTWIJDTE [m]
I	8,5
II	10,5
IIa	11,0
III	12,0
IV	14,0
Va	19,5 of 18,0 *)
Vb	20,5

\*) = bij een slanke middenpijler  
van maximaal 2,3 m breed

Tabel 5.2.2.1 Minimum doorvaartwijdte vaste brug bij twee openingen

KLASSE	DOORVAARTWIJDTE
I t/m IV	1,5 B
Va	1,4 B
Vb	1,6 B

B = breedte maatgevende schip

Tabel 5.2.2.2 Doorvaartwijdte vaste brug bij enkelstrooks profiel

#### ■ De doorvaartwijdte bij beweegbare bruggen.

In een aantal gevallen is er naast een beweegbaar brugdeel ook een vaste doorvaartopening. De vaste doorvaartopening ligt dan aan de zijde waar voor het merendeel van de geladen vaart de stuurboordoever is. Het hart van de middenpijler moet zoveel mogelijk samenvallen met de vaarwegas.

De doorvaartwijdte van de vaste doorvaartopening moet voldoen aan de richtlijnen volgens tabel 5.2.2.1.

De gewenste doorvaartwijdte van het beweegbare brugdeel is bepaald door wegen van vlotheid en veiligheid van de vaart en het kostenbeeld bij hinder voor wegverkeer en scheepvaartverkeer. Er is onderscheid gemaakt tussen drukke en niet-drukke kruisingen; het omslagpunt ligt bij ongeveer 10.000 scheepspassages per jaar of 10.000 PAE per etmaal. De bijbehorende doorvaartwijdte staat in tabel 5.2.2.3.

doorvaart-  
wijdte  
beweegbare  
brug

vaste opening

beweegbare  
opening

druk en  
niet-druk

bruggen

juni 1996







een brug dezelfde bevaarbare breedte (wijdte) moeten hebben als de vaarweg.

Een geringe reductie tot 95% van de vaarwegbreedte is echter te motiveren met de volgende overwegingen:

- een brug is kort; eventuele verstoringen zijn daardoor minder bezwaarlijk dan in een lange nauwe passage;
- de kans dat een maatgevende manoeuvre onder de maatgevende omstandigheden juist onder de brug plaatsvindt is verwaarloosbaar klein.

Bij *boogvormige bruggen* bestaat de mogelijkheid om bij hoge waterstanden in een tweestrooks vaarweg tijdelijk voor de maatgevende schepen over te gaan op enkelstrooks verkeer onder het hoogste gedeelte van de boog. De vereiste doorvaarthoogte moet dan wel over een breedte van minimaal 2 B (B = breedte maatgevende schip) aanwezig zijn.

Voor deze situatie moeten door de beheerder passende verkeersregels worden opgesteld en moeten de vaarweggebruikers op deze mogelijkheid worden geattendeerd.

De verkeersafwikkeling kan geheel aan de vaarweggebruikers zelf worden overgelaten.

*boogvormige  
bruggen*

Ook bij een brug in het *krappe profiel* wordt aanbevolen de middenpijler weg te laten. In dit profiel is geaccepteerd, dat er door de maatgevende schepen iets meer hinder wordt ondervonden dan in de vaarweg zelf. De reductie in de bevaarbare breedte wordt hier opgevoerd naar 90% van de vaarwegbreedte voor de klassen I tot en met Va. Voor klasse Vb (de lange tweebakker) betekent een brug-landhoofd een veel groter risico dan voor het klasse Va motorschip, omdat het duwstel ondanks de boegschroef vaak toch wat windgevoeliger en moeilijker beheersbaar is. Daarom blijft voor klasse Vb de reductie beperkt tot 95%.

Een middenpijler in dit profiel is echter aanvaardbaar. In die situatie moet elk van de openingen breed genoeg zijn voor veilig enkelstrooks verkeer, terwijl tevens de vaarstrook naar en van elke opening op voldoende afstand tot de oever of de rand van de vaargeul moet liggen.

De as van de middenpijler moet zoveel mogelijk samenvallen met de as van de vaarweg. De doorvaartopeningen liggen daarmee excentrisch ten opzichte van de as van de vaarweg. Als minimum doorvaartwijdte bij twee doorvaartopeningen geldt per opening de breedte uit tabel 5.2.2.1.

Hierbij is verondersteld dat de landhoofden en de voet van de middenpijler hydraulisch voor 50% open zijn.

Bij het *enkelstrooksprofiel* moet de as van de doorvaartopening samenvallen met de as van de vaarweg. Voor de doorvaartwijdte gelden dan de maten uit tabel 5.2.2.2.

*krappe vaar-  
wegprofiel*

*enkelstrooks  
profiel*







zijn over de gehele doorvaartwijdte van de brug.

De schrikhoogte is voor alle klassen vastgesteld op 0,30 m en ondervangt de volgende factoren:

*schrikhoogte*

- de onnauwkeurigheid in kennis van de feitelijke strijkhoogte van een schip;
- de fouten bij het aflezen van de doorvaart-hoogteschaal bij de brug;
- de verticale beweging van het schip door golven of door variatie in toerental en/of vaarsnelheid;

Grote verschillen in het waterniveau t.g.v. translatiegolven moeten apart in rekening gebracht worden.

#### ■ *De doorvaarthoogte bij beweegbare bruggen*

Voor het bepalen van de doorvaarthoogte van een beweegbare brug is een beleidsanalytische studie vereist (zie paragraaf 2.1), die leidt tot de optimale variant. In paragraaf 2.3 zijn een drietal karakteristieke hoogtevarianten genoemd, afgestemd op het vaarwegprofiel:

*beleids-  
analytische  
studie bij  
beweegbare  
bruggen*

- De hoge variant: een beweegbare brug over een normaal vaarwegprofiel krijgt een doorvaarthoogte gelijk aan die bij vaste bruggen.
- De middenvariant: bij dit type moet voor ongeveer 25% van de beroepsvaartschepen de brug worden geopend. De bijbehorende doorvaarthoogte is voor de klassen II tot en met V 5,5 m, voor de klasse I 4,0 m.
- De lage variant: bij deze variant moet voor vrijwel elk schip de brug open. Als er geen recreatievaart is kan de onderkant van de brug op slechts 0,5 à 1 m boven het kanaalpeil gelegd worden.

*hoge variant*

*middenvariant*

*lage variant*

De gekozen doorvaarthoogte is van invloed op de afmetingen van wachtplaatsen.

#### ■ *De doorvaartwijdte bij vaste bruggen.*

De doorvaartwijdte van een brug is de kleinste breedte onder die brug, gemeten loodrecht op de vaarwegas, die bij de maatgevende waterstand volledig door het maatgevende schip kan worden benut.

*doorvaart-  
wijdte vaste  
brug*

Er wordt volgens paragraaf 2.3 voor een vaarweg onderscheid gemaakt tussen het normale, het krappe en het enkelstrooksprofiel.

Met het oog op de verkeersveiligheid wordt voor bruggen over het *normale profiel* geen middenpijler toegepast. Voor een volledig ongestoorde vaart zou

*normale vaar-  
wegprofiel*

*bruggen*

*juni 1996*







## <sup>5-2</sup>Bijlage II CVB

### 5.2 Bruggen over vaarwegen met beroepsvaart

*vaarwegen  
met  
beroepsvaart*

#### 5.2.1 Inleiding

■ Achtereenvolgens komen de volgende aspecten aan de orde:

*aspecten*

- het doorvaartprofiel (paragraaf 5.2.2),
- de situering in bochten (paragraaf 5.2.3),
- de scheve kruisingen (paragraaf 5.2.4),
- de afstand tussen twee bruggen (paragraaf 5.2.5),
- de wachtplaatsen (paragraaf 5.2.6) en
- de remmingwerken en geleidewerken (paragraaf 5.2.7).

#### 5.2.2 Doorvaartprofiel

■ *Karakterisering doorvaartprofiel.*

Van het doorvaartprofiel worden beschouwd:

*parameters  
doorvaart-  
profiel*

- de doorvaarthoogte,
- de doorvaartwijdte,
- het onderwaterprofiel,
- het bovenwaterprofiel en
- lange doorvaartopeningen.

■ *De doorvaarthoogte bij vaste bruggen*

De doorvaarthoogte is de verticale afstand tussen de maatgevende waterstand en de onderkant van de overspanning boven de vaarweg.

*doorvaart-  
hoogte*

De doorvaarthoogte is samengesteld uit drie parameters:

$$d = h_m + H + s$$

waarin (alle eenheden in m):

$d$  = doorvaarthoogte ten opzichte van NAP

$h_m$  = maatgevende waterstand ten opzichte van NAP (uit paragraaf 2.4)

$H$  = maatgevende strijkhoopte (uit paragraaf 2.2)

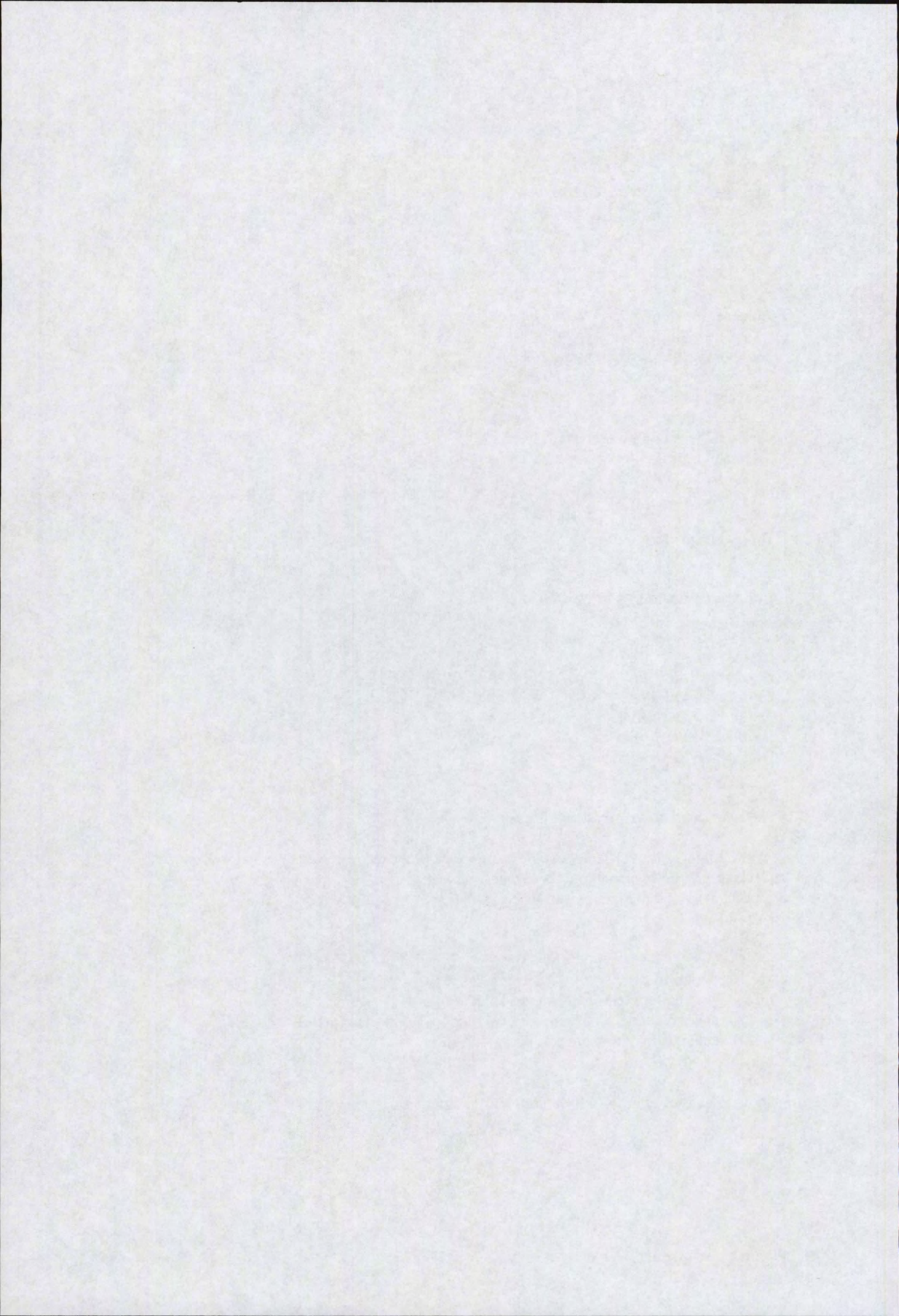
$s$  = schrikhoopte

Tenzij anders is aangegeven, wordt de doorvaarthoogte geacht aanwezig te

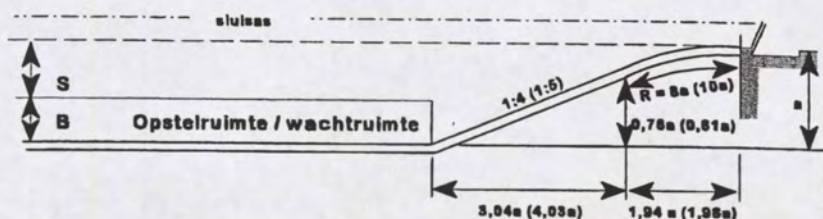
*bruggen*

*juni 1996*









Zie voor een verklaring van de symbolen figuur 4.2.4.1

Figuur 4.2.4.2 Gekromde aansluiting geleidewerk met sluishoofd

zijn geschat moeten wachten voor een nabij de sluis gelegen brug. Dit vereist een extra wachtplaats, die op een afstand  $L$  buiten het begin van de opstel-/wachtruimte voor de sluis ligt. De vormgeving en plaats van de wachtplaats ten opzichte van de brug is behandeld in paragraaf 5.2.6.

\* De diepte:

De diepte van de voorhaven is even groot als die van de aansluitende vaarweg en, om sedimentatie op de drempel te voorkomen, groter dan de drempeldiepte.

diepte

\* Samenvatting horizontale afmetingen:

In tabel 4.2.4.1 zijn maten gegeven voor de in deze paragraaf behandelde horizontale parameters.

klasse	$B(l_c)$ [m]	$S$ [m]	$D$ [m]	$L(o)/L(l_c)$ [-]
I	6,0	3,0	5,0	1,0-1,3
II	7,5	3,5	6,0	1,0-1,3
IIa	8,0	4,0	6,5	1,0-1,3
III	9,0	4,5	7,5	1,0-1,3
IIIa	9,0	5,0	8,5	1,0-1,3
IV	10,5	5,0	8,5	1,0-1,3
Va	12,0	5,0	10,5	1,0-1,3
Vb	12,5	7,0	11,5	1,0-1,3

$B_{lc}$  = kolkbreedte

$S$  = veiligheidssstrook

$D$  = afstand loodrecht op de sluisas tussen het verlengde van de kolkwand en de binnenzijde van het remmingswerk van de opstelruimte of de dieptelijn in het kielvlak van de geladen schepen

$L_o$  = de lengte van de opstelplaats

$L_{lc}$  = kolk lengte

Tabel 4.2.4.1 Globale horizontale afmetingen voorhaven







■ *Afmetingen van de voorhaven (figuren 4.2.2.1 en 4.2.4.1).*

\* De breedte:

De opstelruimte moet in principe ruimte bieden aan evenveel schepen als er in één keer kunnen worden geschut. De breedte van deze ruimte wordt daarmee gelijk aan de kolkbreedte  $B_{lc}$ . De uitvaarstrook krijgt ook een breedte  $B_{lc}$ . Deze uitvaarstrook is met de twee naastliggende veiligheidsstroken vergelijkbaar met het enkelstrooks vaarwegprofiel.

*opstelruimte*

\* De lengte:

De lengte is bepaald door (zie figuur 4.2.2.1):

- de lengte van de fuik  $L_f$ ;
- de lengte van de opstelplaats  $L_o$ ;
- de lengte van de wachtplaats (optioneel)  $L_w$ ;
- de lengte van de vrije ruimte  $L_{vr}$ .

De functies van de fuik zijn:

- het verschaffen van visuele geleiding;
- het verschaffen van fysieke steun/geleiding van het voorschip als het schip niet goed slaags voor de sluis ligt;
- het voorkomen dat een iets scheefvarend schip klem vaart in het sluishoofd.

*functies fuik*

De fuik moet zoveel mogelijk symmetrisch worden uitgevoerd in verband met gelijke oeverzuiging. De afmetingen van de fuik volgen uit figuur 4.2.4.1. De geleidewerken kunnen onder 1:4 worden geplaatst als boegschroefgebruik regel is. Bij klasse Va wordt, als het maatgevende schip veel voorkomt, aanbevolen de rechte fuikpoten met een gekromd deel op het sluishoofd aan te sluiten (in verband met duwvaartstevens, figuur 4.2.4.2); deze aanbeveling geldt niet voor sluisen die breder zijn dan de minimumsluis.

*afmetingen fuik*

Bij klasse Vb geldt de voorkeur voor een gekromde aansluiting in alle gevallen.

Wachtruimte is alleen nodig als er regelmatig overliggen voorkomt. Een andere reden kan zijn, dat voor kegelschepen een aparte opstel-/wachtplaats moet worden ingericht conform de regels in het BPR. Een onderzoek van het maatgevende verkeersaanbod kan hierin de weg wijzen.

*wacht- en opstelruimte*

Als een wachtruimte wordt gesitueerd in het verlengde van de opstelruimte (figuur 4.2.4.1), dan krijgt deze dezelfde breedte als de opstelruimte.

De lengte van de vrije ruimte moet voldoende zijn om snelheid kwijt te raken als het schip vanaf de vaarweg de voorhaven invaart, en hangt af van de plaatselijke omstandigheden. In het algemeen moet minstens een afstand van  $L_{vr} = 2,5 L$  beschikbaar zijn, waarin  $L$  = lengte maatgevende schip. Het verloop in de bodem van het vaarwegprofiel naar de opstelruimte is 1:10 à 1:20. De eerdergenoemde afstand is niet toereikend wanneer schepen na te

*vrije ruimte*







#### 4.2.4 Voorhavens

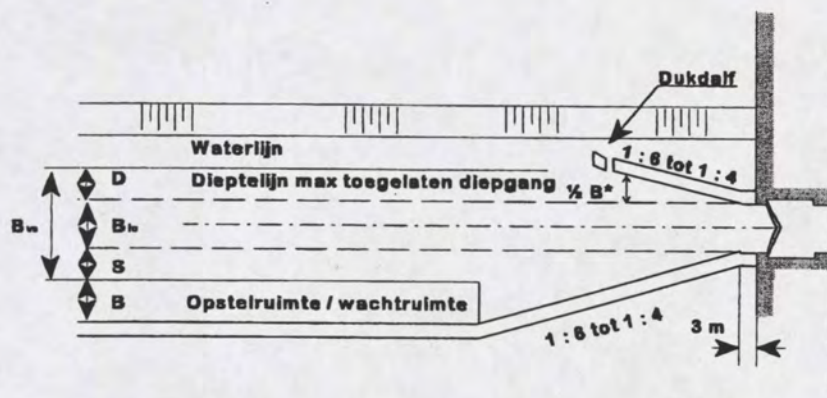
■ Deze richtlijnen beperken zich tot de hoofdafmetingen en enkele algemene aspecten van voorhavens, met als doel een globaal inzicht te geven. Door de Adviesdienst Verkeer en Vervoer van Rijkswaterstaat wordt een vervolgonderzoek gedaan naar vormgeving en dimensionering van voorhavens.

*beperkte  
behandeling  
van  
voorhavens*

##### ■ Situering van de voorhaven

De voorhaven moet over de gehele lengte recht zijn; bij voorkeur moet de as samenvallen met de as van de sluis (zie figuur 4.2.4.1).

*situering*



\* ) bij veel leegvaart en een ongunstige ligging i.v.m. wind  $0,7 B$  nemen

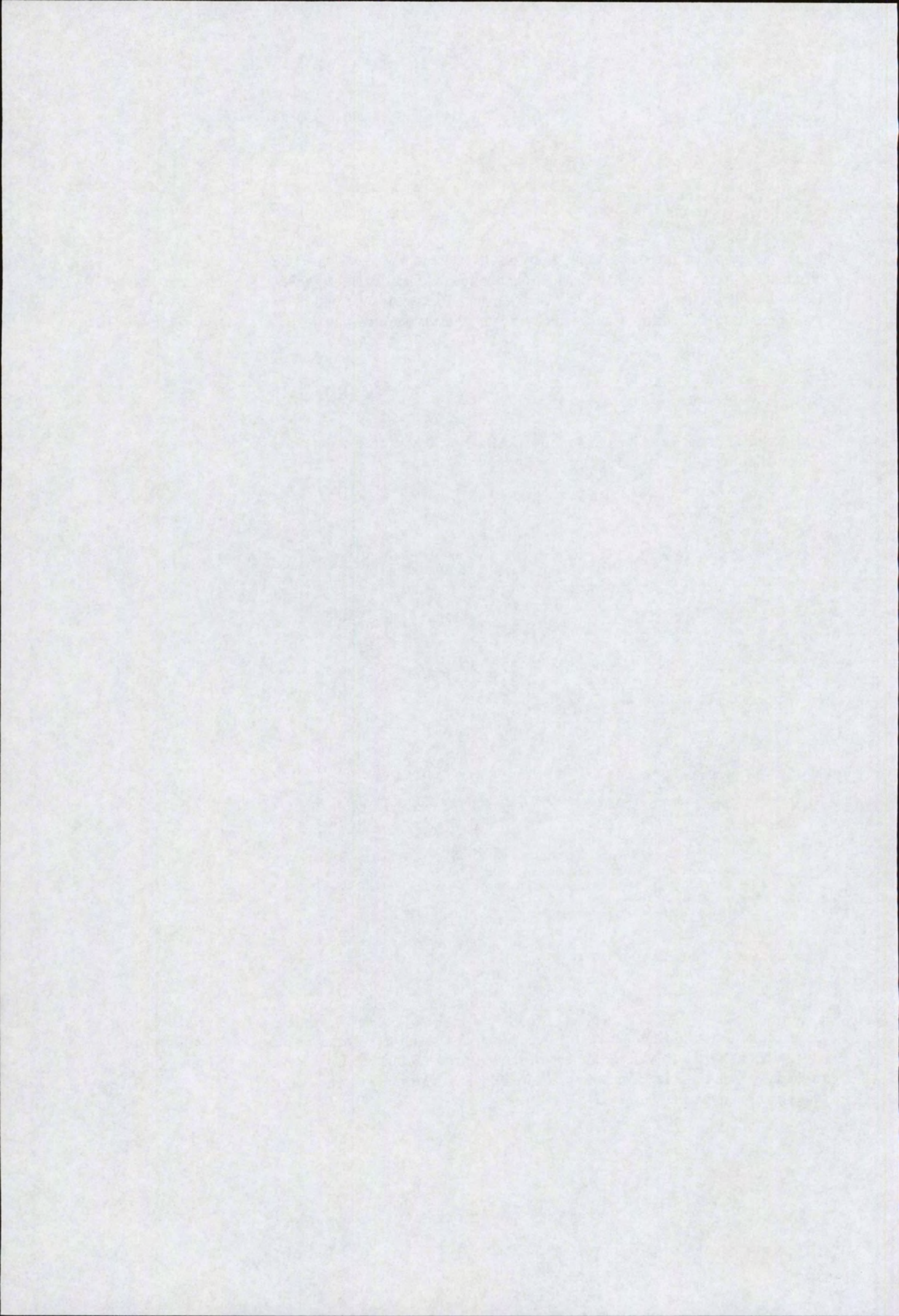
- B<sub>lc</sub> = kolkbreedte
- S = veiligheidsstrook
- D = afstand tussen het verlengde van de kolkwand en de binnenzijde van het remmingswerk van de opstelruimte of de diepteliijn in het kielvlak van de geladen schepen, loodrecht op de sluisas gemeten
- B<sub>vs</sub> = vaarstrookbreedte
- B = breedte van het maatgevende schip

Figuur 4.2.4.1 Indeling voorhaven

Als de situatie ter plaatse het nodig maakt kan de as van de voorhaven iets ten opzichte van de as van de sluis worden gedraaid. De uitvoering hiervan moet dan wel zodanig zijn, dat de uitvarende schepen vrijvaren van de gemeerd liggende schepen.

*draaiing van  
de as*







## 4.2.2 Afmetingen

■ De hoeveelheid schutwater is evenredig met het verval en de kolkengte en -breedte. Naast de hoogte van de bouwkosten kan dit een reden zijn beide afmetingen zo klein mogelijk te kiezen. Voor de sluisdiepte geldt het aspect "bodembraken"; voor breedte en diepte samen is het natte profiel van belang, dat nodig is voor vlot uitvaren.

*uitgangspunt  
dimensione-  
ring*

■ Op basis van de in hoofdstuk 2 genoemde randvoorwaarden en ervaringen gelden voor de kolk de afmetingen uit tabel 4.2.2.1. De gegeven maten zijn minimum-maten, om er met de maatgevende schepen redelijk vlot door te kunnen. Door optimalisatie zijn de ideale afmetingen te bepalen.

klasse	schutlengte [m] L(lc)	kolkbreedte [m] B(lc)	drempeldiepte * [m]
I	43	6,0	$2,2 + 0,6 = 3,0$
II	62	7,5	$2,5 + 0,6 = 3,1$
(IIa)	75	8,0	$2,5 + 0,6 = 3,1$
III	75	9,0	$2,5 + 0,6 = 3,1$
(IIIa)	90	9,0	$2,5 + 0,6 = 3,1$
IV	95	10,5	$2,8 + 0,7 = 3,5$
Va	125	12,5	$3,5 + 0,7 = 4,2$
Vb	210	12,5	$4,0 + 0,7 = 4,7$

(IIa) alleen bij renovatie

(IIIa) lengte maatgevende schip 80 m

zie voor de doorvaarthoogte (bij hefdeuren of brug) paragraaf 5.5

\* drempeldiepte = maatgevende diepgang + kielspeling

Tabel 4.2.2.1 Afmetingen schutsluizen voor de beroepsvaart

Bij de kolkbreedte is rekening gehouden met het gebruik van wrijfhout tijdens het afmeren (2 \* 0,2 m).

Bij de gegeven krappe breedtematen wordt de aanwezigheid van stevige geleidingswerken verondersteld als correctiemiddel bij de invaart. Een bredere invaartopening maakt een geleidewerk van bescheidener afmetingen mogelijk. Door kostenoptimalisatie kan een keus worden gemaakt.

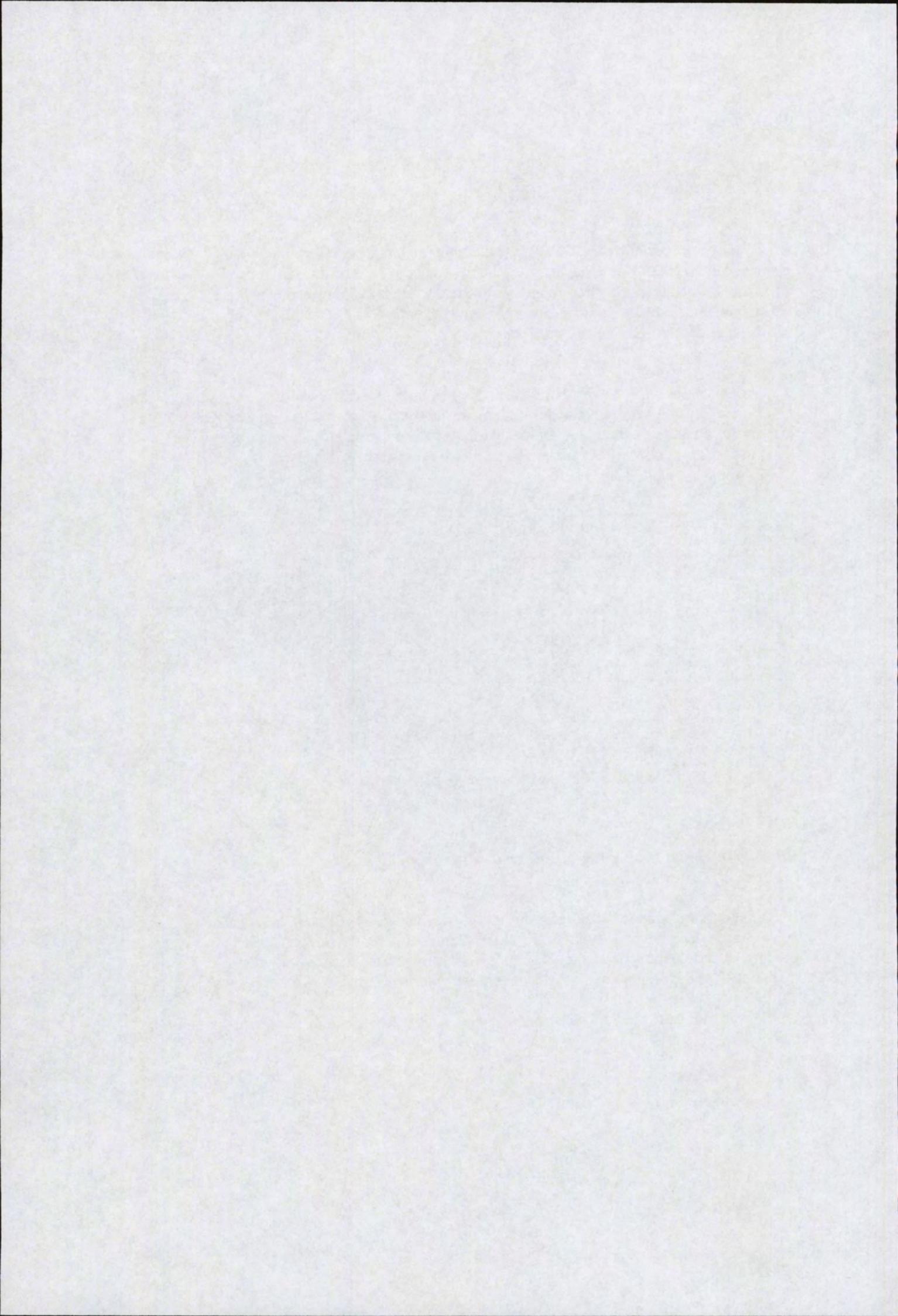
*geleiding  
invaart*

De doorvaarthoogte bij hefdeuren en bruggen wordt behandeld in paragraaf 5.5.

*sluizen*

*juni 1996*







## 4 DIMENSIONERING SLUIZEN

### 4.1 Inleiding

■ Bij een deel van de bestaande sluisen zullen de afmetingen afwijken van die in deze richtlijnen zijn voorgesteld. Geringe afwijkingen behoeven niet direct tot nautisch onaanvaardbare situaties te leiden. De beheerder moet altijd kritisch zijn ten aanzien van het belang van de vaarweg en nauwkeurig nagaan of het toepassingsgebied van deze richtlijnen overeenkomt met de lokale omstandigheden. De mate, waarin de sluis aan de scheepvaartfunctie en aan andere vastgestelde functies voldoet, bepaalt of er reconstructie plaats moet vinden. In paragraaf 6.9 staan aanknopingspunten met betrekking tot het waarderen van de functionele kwaliteit.

*waardering  
bestaande  
sluisen*

Reconstructie en nieuwbouw dienen plaats te vinden op basis van deze richtlijnen.

■ Achtereenvolgens komen aan de orde:

- schutsluisen voor beroepsvaart (paragraaf 4.2),
- schutsluisen voor recreatievaart (jachtensluisen, paragraaf 4.3),
- schutsluisen voor gemengd verkeer (paragraaf 4.4), en
- keersluisen (paragraaf 4.5).

*sluistypen*

### 4.2 Schutsluisen voor beroepsvaart

#### 4.2.1 Inleiding

■ Deze richtlijnen hebben betrekking op sluisen waarbij de doorvaartwijdte in het sluishoofd even groot is als de kolkbreedte. Figuur 4.2.1.1 geeft een overzicht van een sluiscomplex.

*schutsluisen  
voor de be-  
roepsvaart*

Uit verkeerskundig oogpunt zijn de hoofdafmetingen van een schutsluis:

- de nuttige kolklengthe of schutlengthe (de afstand tussen de stopstrepen);
- de kolkbreedte;
- de drempeldiepte;
- de doorvaartheogte bij hefdeuren en eventueel bruggen over de sluis.

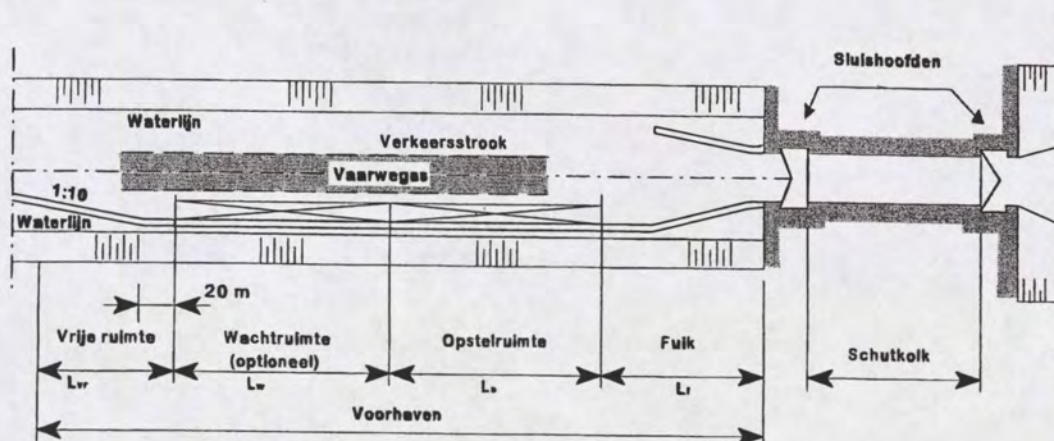
*sluisen*

*juni 1996*









#### Indeling sluis:

schutkolk met trappen, haalkommem en bolders  
sluishoofden met deuren  
nivelleerinrichting (schuiven of riolen)  
bedieningsgebouwen  
scheepvaartseinen  
verlichting  
communicatieapparatuur  
veiligheidsmiddelen

#### Indeling voorhaven

fuik met geleidewerken  
opstelruimte met afmeergelegenheid  
wachtplaats met afmeergelegenheid  
(optioneel)  
vrije ruimte  
(manoeuvrerruimte voor het af-  
meren en de overgang naar het  
vaarwegprofiel)

Figuur 4.2.1.1 Schematische weergave van een schutsluis met voorhaven

In paragraaf 4.2.2 worden alleen de afmetingen van de minimumsluis gegeven.

*beperking tot  
minimumsluis*

Bij een groot verkeersaanbod (> ongeveer 10.000 passages beroepsvaart per jaar) moeten het aantal kolken en de kolkafmetingen met behulp van simulatiemodellen worden bepaald. Bij vergroting van de capaciteit valt bij nieuw te ontwerpen sluizen in eerste instantie te denken aan een grotere breedte, zodat kleinere schepen naast elkaar in de kolk passen. De passagetijd van het maatgevende schip wordt hiermee kleiner.

*simulaties*

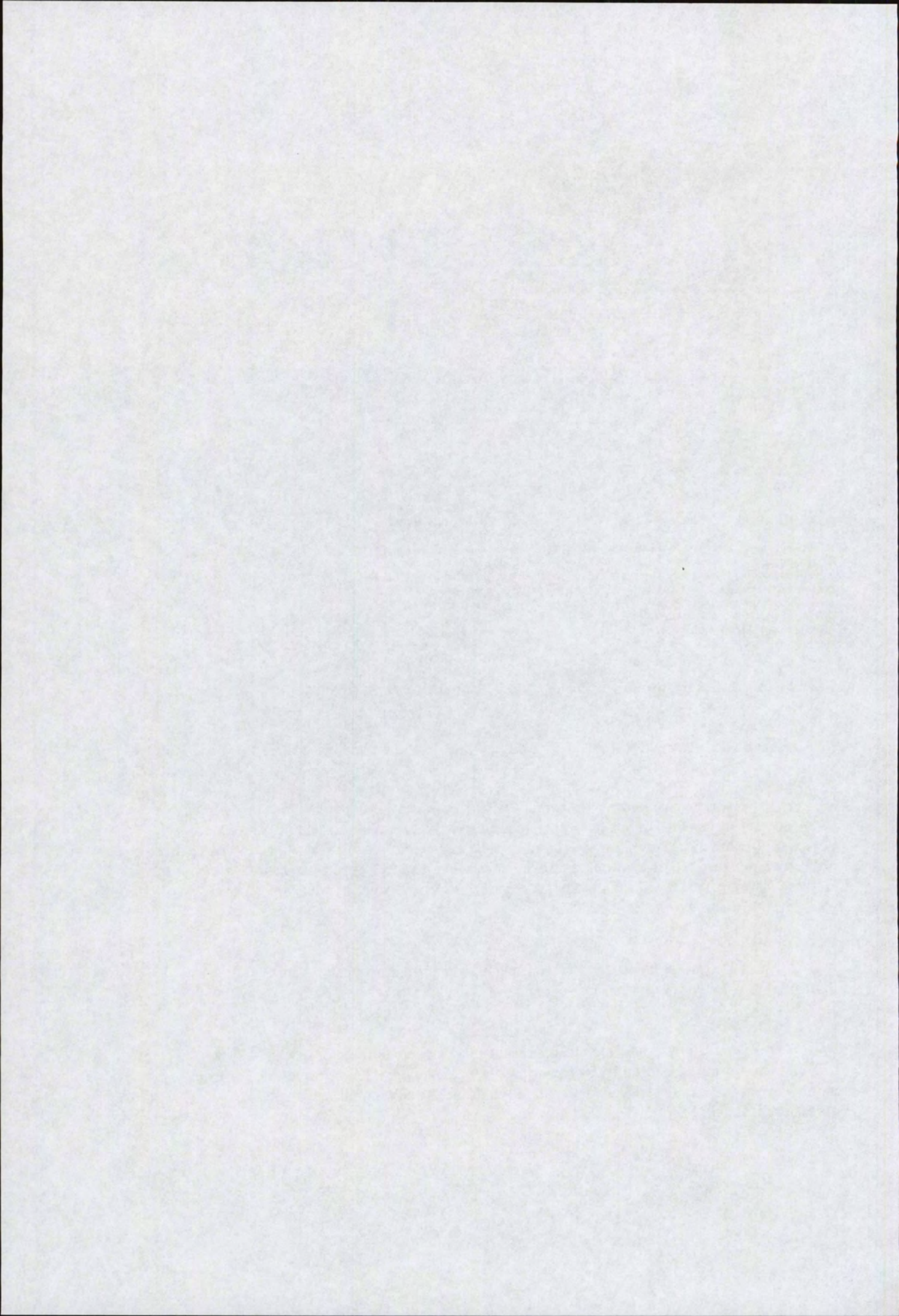
*capaciteits-  
vergroting*

■ Naast de hoofdafmetingen zijn van belang de inrichting van de sluis (paragraaf 4.2.3), en de voorhavens (paragraaf 4.2.4).

■ Deze richtlijnen gaan niet in op dimensionering en vormgeving van het buitenhoofd en de deuren met betrekking tot waterkeringseisen. Hiervoor wordt verwezen naar de leidraden van de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW).

*waterkerings-  
eisen*







## **Bijlage III**

## **Oevers**







## Bijlage III Oevers

De hydraulische belasting op de oever bestaat uit diverse componenten. De maatgevende belasting wordt veroorzaakt door de scheepvaart. Hieronder zijn deze componenten bepaald voor het gekozen kanaalprofiel, klasse IV. In figuur 1 is aangeduid welke belasting op welk deel van de oever invloed heeft. De natuurvriendelijke oever in het ontwerp is slechts beperkt van afmeting en bestaat onder meer uit een verticale oever. Deze is beschouwd als verticale oever.

$l_s$	scheepslengte	= 95 m
$B_s$	scheepsbreedte	= 9,5 m
$T_s$	diepgang geladen schip	= 2,8 m
$s$	afstand van zijwand schip tot oever	= 16,25 m
$h$	waterdiepte	= 3,9 m
$b_w$	breedte op de waterspiegel	= 42 m
$A_c$	oppervlakte natte vaarwegdoorsnede	= $3,9 \cdot 42$ = 163,8 m
$b_b$	breedte op waterbodem	= 42 m
$v_s$	vaarsnelheid schip	onbekend
$A_m$	oppervlakte natte scheepdoorsnede	= $C_m \cdot B_s \cdot T_s$ = 26,6 m <sup>2</sup>
$C_m$	blokcoëfficiënt	= 1,0 voor duweenheden, motorschepen

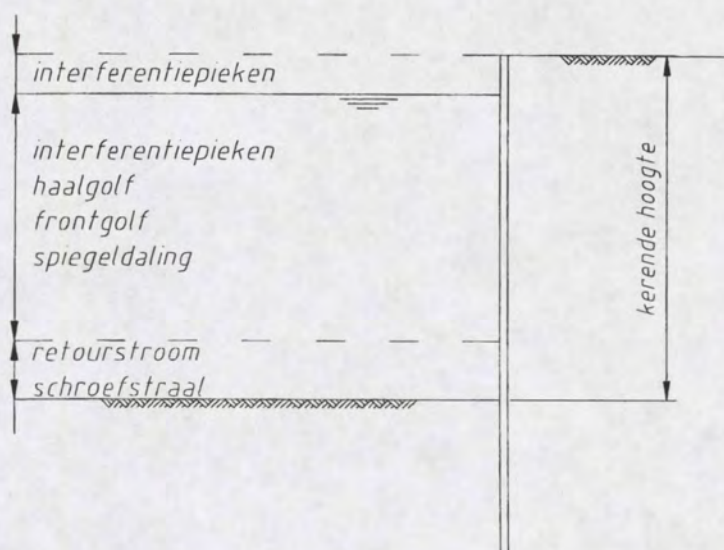


Fig. 1 belasting op verticale oever

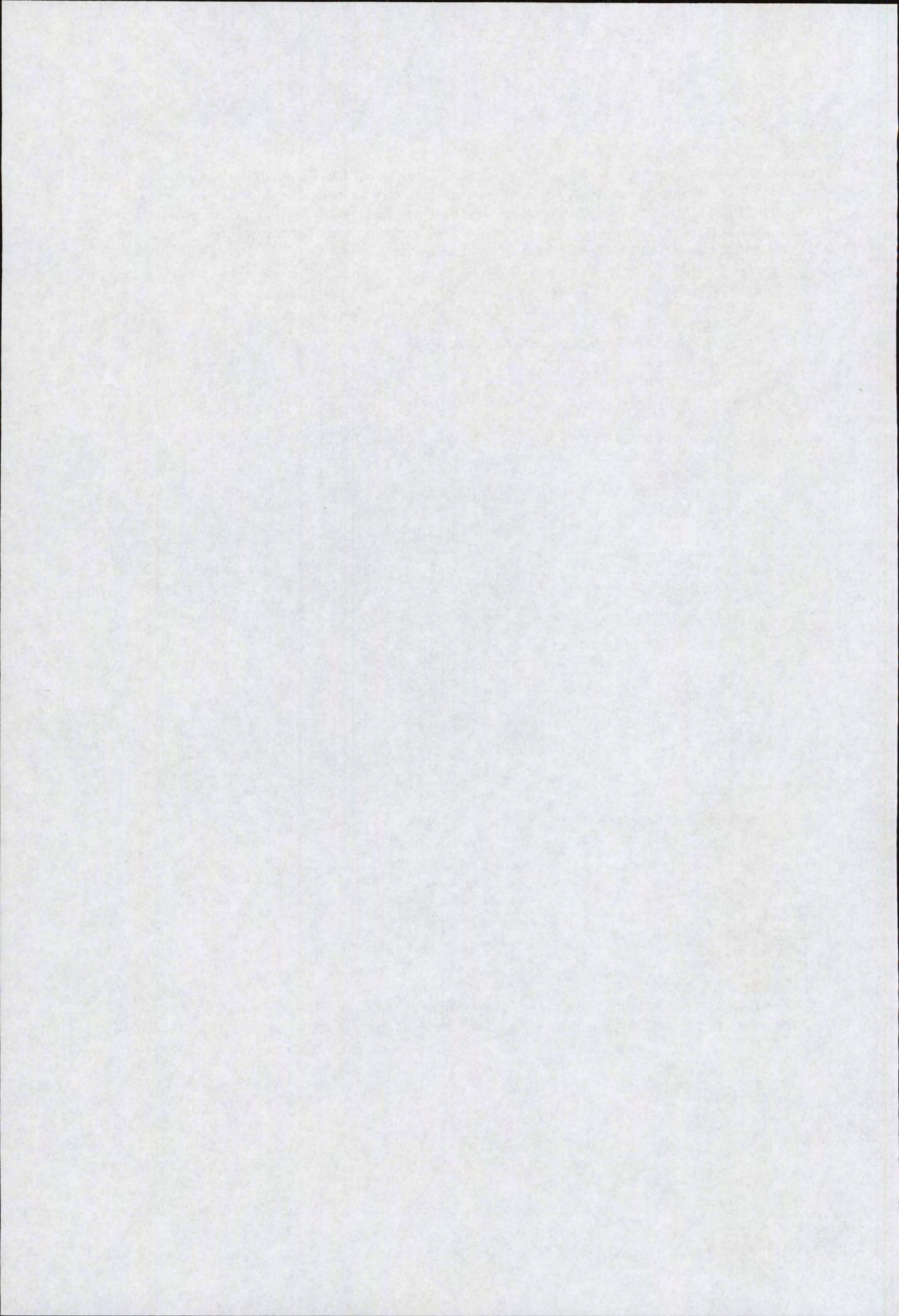
### Vaarsnelheid ( $v_s$ )

De vaarsnelheid is niet bekend. Vandaar dat aangenomen wordt dat de vaarsnelheid 0,9 maal de grenssnelheid bedraagt. De grenssnelheid kan berekend worden met behulp van de formule van Schijf.

$$\frac{v_1}{(g \cdot \bar{h})^{0,5}} = 0,544 * \left[ 1 - \frac{A_m}{A_c} + 0,5 * \left( \frac{v_1}{(g \cdot \bar{h})^{0,5}} \right)^2 \right]^{3/2}$$

$$\bar{h} = A_c / b_w$$







$$\bar{h} = 3.9$$

Na iteratie van de bovenstaande formule van Schijf volgt een waarde voor  $v_1$ :

$$v_1 = 3,25 \text{ m/s}$$

Hieruit is de vaarsnelheid ( $v_s$ ) te bepalen

$$v_s = 0,9 * v_1$$

$$v_s = 0,9 * 3,25$$

$$v_s = 2,93 \text{ m/s}$$

Met behulp van het diagram van Schijf [9] is vervolgens de waterspiegeldaling bepaald evenals de retourstroomsnelheid.

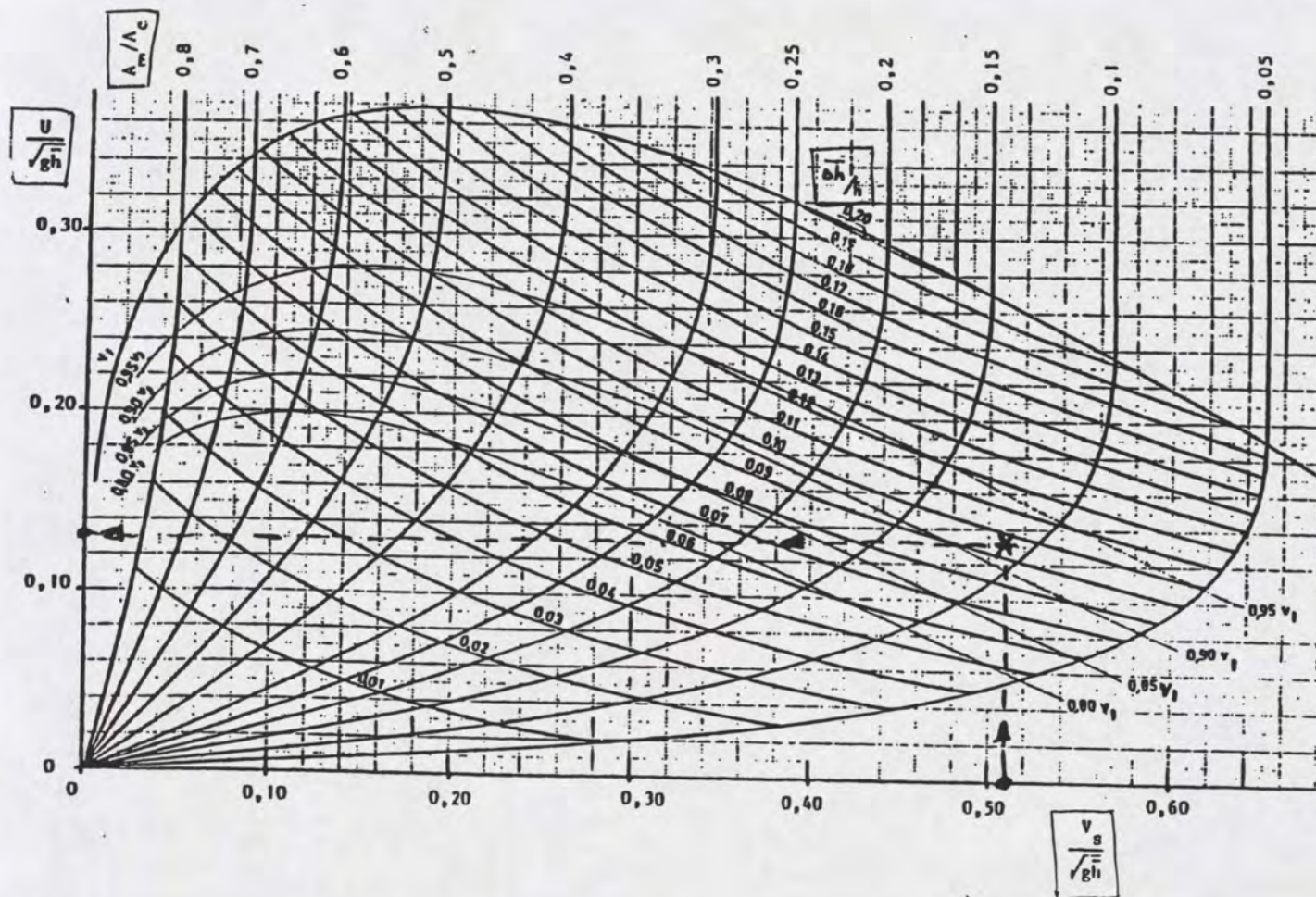
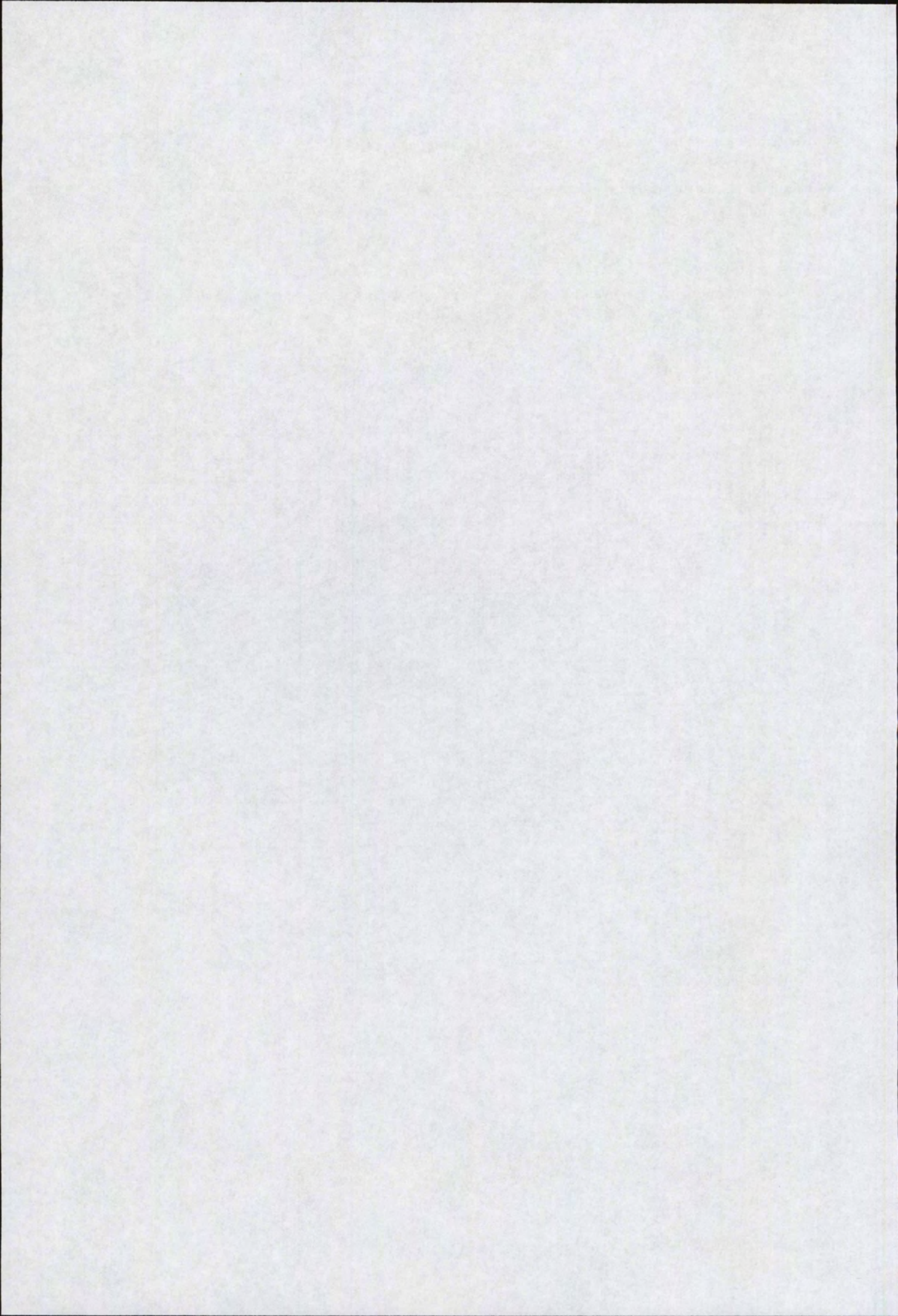


Fig. 2: diagram van Schijf







**Waterspiegeldaling**

$$\Delta h = 0,546m$$

**Retourstroomsnelheid**

$$u = 1,27m/s$$

**Haalgolf**

De frontgolf is voor de belasting op de oevers niet relevant [22].

De haalgolf ( $Z_{\max}$ ) is berekend.

$$Z_{\max} = 1,5 * \Delta h$$

$$Z_{\max} = 0,82m$$

**Interferentiepieken**

De formules voor interferentiepieken mogen worden toegepast indien de vaarsnelheid kleiner is dan  $0,8 * (g * h)^{0,5}$ , hieraan voldoet de vaarsnelheid van 2,93m/s.

**Golfhoogte  $H_i$** 

$$H_i = 1,2 * \alpha_1 * h * \left( \frac{s}{h} \right)^{-0,33} * \left( \frac{v_s}{\sqrt{g * h}} \right)^{4,0} \quad \alpha_1 = 0,35 \text{ voor ongeladen conventioneel motorschip}$$

$$H_i = 1,2 * 0,35 * 3,9 * \left( \frac{16,25}{3,9} \right)^{-0,33} * \left( \frac{2,93}{\sqrt{9,81 * 3,9}} \right)^{4,0}$$

$$H_i = 0,051m$$

Doordat bij een bakvormig profiel een grotere reflectie plaatsvindt van de golven op de oevers, moet de golfhoogte vergroot worden met een factor 1,5 a 1,8. De golfhoogte wordt hierdoor 0,077m.

**Golflengte  $L_{wi}$** 

$$L_{wi} = 4,2 * \frac{v_s^2}{g}$$

$$L_{wi} = 4,2 * \frac{2,93^2}{9,81}$$

$$L_{wi} = 3,68m$$

**Golfperiode  $T_i$** 

$$T_i = 5,1 * \frac{v_s}{g}$$

$$T_i = 5,1 * \frac{2,93}{9,81}$$

$$T_i = 1,52s$$







## Damwanden

Voor de verticale oever zal een verankerde damwand worden toegepast. Voor een schatting van de lengte is gebruik gemaakt van een korte vuistregel. De damwandlengte van een verankerde damwand, waar in het ontwerp van uit wordt gegaan, bedraagt ongeveer twee maal de kerende hoogte. De kerende hoogte is hierbij gelijk aan de som van de aanleghoogte (hoogte van de damwand boven waterpeil) en de waterdiepte direct voor de damwand.

$$l_d = 2 * (h + h_d)$$

$l_d$  = totale damwandlengte  
 $h$  = waterdiepte  
 $h_d$  = aanleghoogte boven waterpeil

De aanleghoogte voor de damwand ( $h_d$ ) kan bepaald worden met onderstaande formule indien geen golfoverslag gewenst is. Dit is het geval bij de verticale oever zonder groene strook. (met name de noordoostoever van het kanaal).

$$h_d = 1,2 * H_i$$

$$h_d = 0,09m$$

Er dient rekening te worden gehouden met twee verschillende damwandlengten in verband met de profielen zoals terug te vinden in figuur 3 en §8.2. De schatting voor de afmeting van de verankerde damwand wordt als volgt:

Profiel A1 + B1

$$l_d = 2 * (3,9 + 0,1)$$

$$l_d = 8m$$

Profiel C1

$$l_d = 2 * (5,9 + 0,1)$$

$$l_d = 12m$$

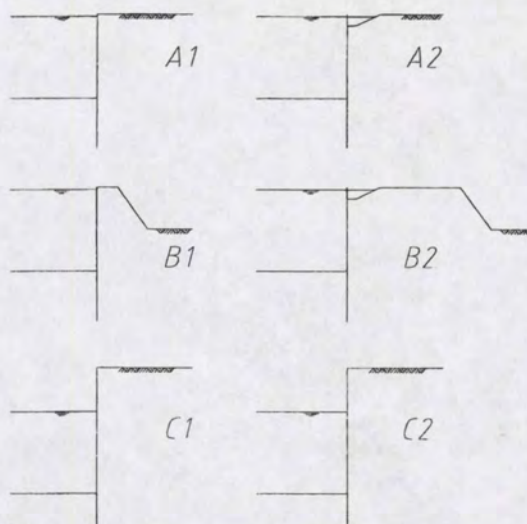


Fig. 3 Principeprofielen oevers (niet op schaal)

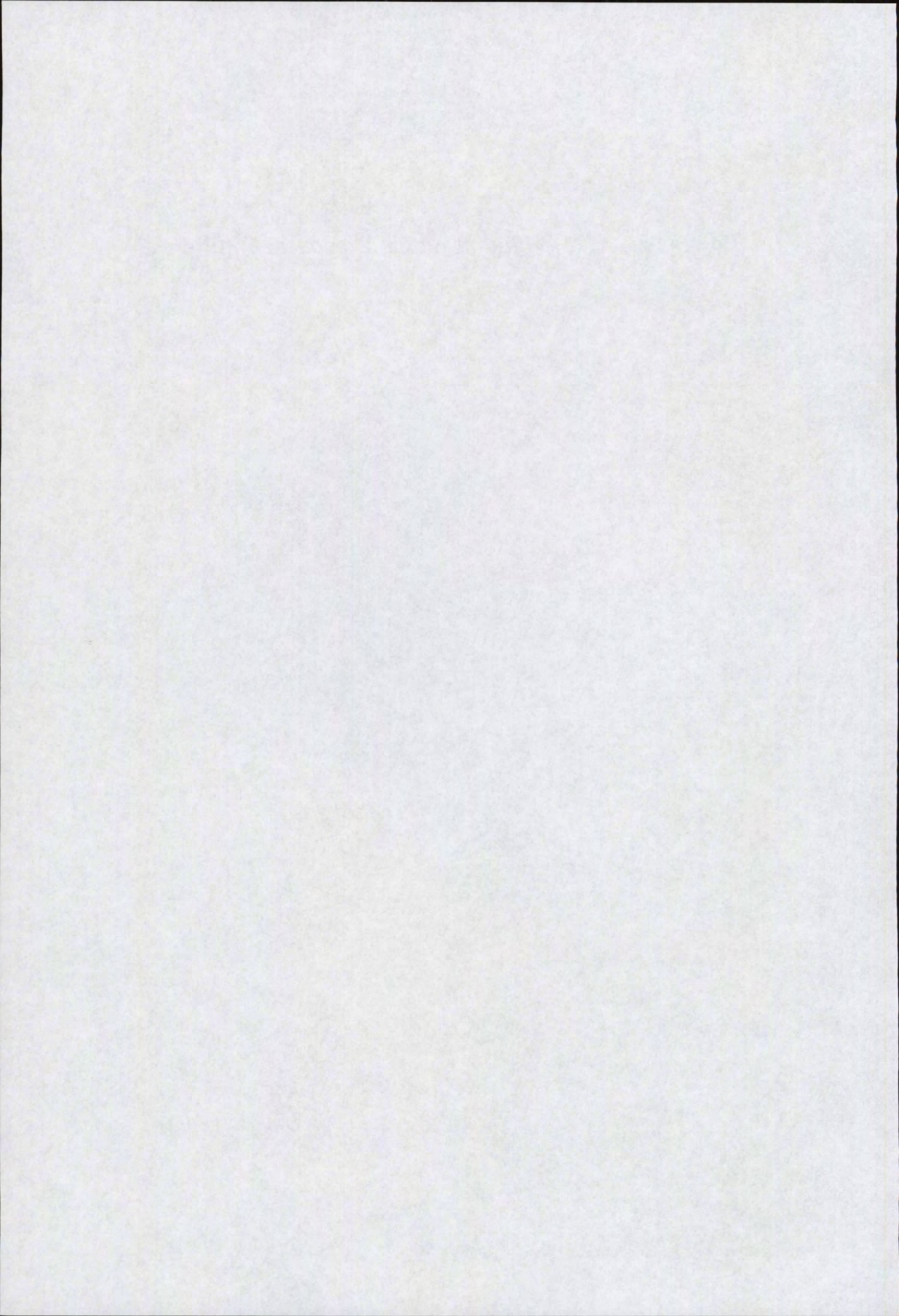






## **Bijlage IV      Uitwerking model Breedscheenjuffer**







## Bijlage IV    Uitwerking model Breedscheenjuffer

### 1.1    Inleiding

In dit hoofdstuk worden de modellen afzonderlijk besproken. Dit gebeurt aan de hand van een verantwoording van het model vanuit literatuur etc., een beschrijving van de soorten die in het model voorkomen en beschrijvingen van inrichting en grootte van corridor en stapstenen.

### 1.2    Model Breedscheenjuffer

#### *Algemeen*

Dit model is opgesteld vanuit expert kennis en onderzoekservaring naar natuurvriendelijke oevers. Er is geen vergelijkbaar model in het provinciale systeem; het is specifiek gericht op een algemene ecologische basiskwaliteit voor de kanalen.

Het model is enigszins vergelijkbaar met het IBN-DLO model rietzanger.



#### *Voor welke soorten?*

Dit model is gericht op ongewervelde waterdieren (waterkevers, waterwantsen, haften, libellen, slakken, muggenlarven), tiendoornige stekelbaars, waterplanten zoals fonteinkruiden, hoornblad, aarvederkruid en waterpest en oeverplanten zoals riet, gele lis en lisdodde. Een vogelsoort die in dit model voorkomt is de kleine karekiet. Bruine rat en woelrat zijn zoogdiersoorten die gebruik maken van dit biotoop. De oevers zijn veelal geschikt als paaiplaats voor vissen.

#### *Corridor*

Een corridor is wenselijk maar niet noodzakelijk omdat vanuit het achterland (plassen, sloten, beken en stadswateren) vrijwel altijd kolonisatie mogelijk is. Een continue 'groene oeverlijn' is wel van belang als geleiding voor veel soorten, met name insecten. De breedte kan dan minimaal zijn, bijvoorbeeld 1 meter met oeverbegroeiing. Barrières worden gevormd door grote open gebieden, intensief gebruikt stedelijk gebied en dicht bos.

#### *Stapstenen*

De stapstenen bestaan uit natte stroken langs de kanalen, afgedamde zwaaikommen en/of uit poelen of sloten met een gevarieerde water- en oevervegetatie. Ze mogen niet dichtslibben, helemaal volgroeien, of volledig beschaduwde zijn en dienen voldoende variatie in diepte te hebben.

#### *Oppervlakte verdeling*

De inrichting van het model bestaat uit kleine (100 m<sup>2</sup>) en grotere (1 ha) leefplekken (habitats) die op grote afstand (1 tot 2 km) van elkaar mogen liggen.

#### *Beheer*

Het beheer wordt vooral op (water)insecten gericht. Dit houdt in dat de oevers regelmatig (1 maal per 3-4 jaar) gemaaid en geschoond worden, bij voorkeur in de nazomer. Echter niet in zijn geheel omdat dan een groot deel van de fauna verdwijnt en de structuur vernietigd wordt. Als het maaien achterwege blijft wordt de oever voor veel insecten te koel en zal rotting optreden.

Bij een te dikke sliblaag (meer dan 10 cm) is uitbaggeren noodzakelijk omdat waterplanten dan niet meer kunnen wortelen. De bagger dient bij voorkeur afgevoerd te worden, of anders op een geconcentreerde plek op de oever aangebracht te worden. Plaatselijke variatie in beheer is van groot belang.

### 1.3    Model Otter

#### *Algemeen*

Dit model is gebaseerd op de literatuur. Dit model staat voor een hoog ambitieniveau als natte verbindingss-



zone op een grote schaal en gaat veel verder dan het model Breedscheenjuffer. Dit model richt zich op het kanaal en de oeverzone. Inrichting volgens dit model heeft niet alleen gunstige gevolgen voor de natte verbindingsszone maar heeft tevens de barrièrewerking van de kanalen op door de aanwezigheid van vele uitstapplaatsen.

#### *Voor welke soorten?*

Dit model is gericht op de soorten beschreven bij model Breedscheenjuffer aangevuld met vissen, ringslang, amfibieën, kleine en middelgrote zoogdieren (muskusrat, noordse woelmuis, waterspitsmuis en vleermuis), en mogelijk in de verre toekomst de otter zelf. Belangrijk is het opheffen van barrières in de lengterichting van de kanaalzone voor middelgrote en grote zoogdieren zoals ree, das, marterachtigen.

#### *Corridor*

Uitstapbare oever met dekkinggevende vegetatie in de vorm van ruigte en houtige soorten. Maximale onderbreking van circa 500 meter. Barrières worden gevormd door verkeerswegen, stedelijk gebied, recreatieve activiteiten, grote droge bosgebieden en grote oppervlakten cultuurland.

#### *Stapstenen*

De stapstenen bestaan uit water- en oeverrijke gebieden met voldoende dekkinggevende vegetatie en voedsel. Een visrijk gebied heeft de voorkeur. Overig voedsel bestaat uit zoetwatermosselen, kikkers, rivierkreeften,







## **Bijlage V**

## **Aanpak Microfem**







## Bijlage V Aanpak Microfem

### Aanpak

1. Opstellen doelstelling en afbakening
2. Bepalen benodigde gegevens
3. Verzamelen benodigde gegevens
4. Ordenen van gegevens en
5. uitgangspunten opstellen met betrekking tot aan te nemen waarden voor model
6. Bepalen invoerwaarden voor model en argumentatie
7. Modelleren  
ijken van het model, kalibreren, verifiëren
8. Veranderingen weergeven
9. Resultaten

### Algemeen

Onderzoek betreft de Zuid-Willemsvaart km 103.6 tot 93.2. Op het traject gaan twee grote veranderingen plaatsvinden. Ten eerste een verruiming van het kanaal van klasse II naar klasse IV profiel. Dit betekent afmetingen van 24\*2,6m naar 42\*3,9m. Daarnaast een verandering in kanaalpeilen en kanaalpanden door het samenvoegen van de sluizen 4 en 5. Voor delen van het traject resulteert dit in een kanaalpeildaling van 2,05m of een stijging van 2,18m

### Doelstelling

Onderzoeksvragen

- Wat is invloed van de daling/-stijging van het kanaalpeil op de stijghoogte van het eerste watervoerende pakket in de omgeving van het kanaal?
- Wat is de invloed van de verbreding van het kanaal op de stijghoogte van het eerste watervoerende pakket?
- Wat is de invloed van de verdieping van het kanaal op de stijghoogte van het eerste watervoerende pakket?
- Hoe groot is het invloedsgebied?
- *(Wat is de invloed op de kwel en infiltratiestromen?)*

### Benodigde informatie

Informatie voor kanaaltraject sluis 4 t/m 6 (km 103.6 - 93.2) met een buffer van 2,5 km aan weerszijde van het kanaal

- Hoogte van het maaiveld
- Bodemopbouw
- Dikte van de lagen (deklaag, watervoerende pakketten, scheidende lagen)
- k / kD-waarden
- Stijghoogte in het eerste watervoerend pakket, grondwater
- Intreeweerstand van het kanaal (c-waarden)
- huidige situatie met sliblaag
- nieuwe situatie
- Weerstand van het omliggend gebied met sloten (c)
- Huidige grondwaterstromen
- Coördinaten van het gebied (x,y)

Info m.b.t. de Aa







### **Aandachtspunten**

- Met name aandacht voor gebied tussen huidige sluis 4 en 5. Deze sluizen worden samengevoegd en hierdoor zullen de kanaalpanden en peilen veranderen. Naar verwachting ontstaan hierdoor de grootste veranderingen in het gebied.
- Doordat de sluis die sluis 6 zal vervangen op vrijwel dezelfde plaats komt als de huidige sluis 6, zal hier naar verwachting aanmerkelijk minder beïnvloeding zijn van het omringend gebied.

### **Aandachtsgebieden**

- Bebouwing: Veghel en Beek en Donk, hier doorsnijdt het kanaal de bebouwde kom en kan er dus een beïnvloeding zijn door veranderingen in de gws
- Natuur: Boerdonkse kampen; betreft een bosgebied nabij sluis 5 (km 95.5 – 98)
- Natuur: Groene hoofdstructuur nabij de Aa, (km 100 - 102.5), Aa loopt hier vlak langs het kanaal







## Effecten op de grondwaterstanden m.b.v. Microfem

Om in kaart te brengen wat de veranderingen aan het kanaal voor invloed kunnen hebben op de grondwaterstanden in de omgeving, is een model opgezet met behulp van het modelleringsprogramma Microfem. Op deze manier kan bekeken worden of er een risico is voor verdroging van het gebied of dat juist vernatting zal optreden. De doelstelling met betrekking tot de grondwaterverandering is geformuleerd in een onderzoeksvraag (dat deze uit meerdere subvragen bestaat is terug te vinden in de aanpak voor Microfem). De aanpak die gevolgd is voor de modellering in Microfem is eveneens te vinden in deze bijlage, een weergave van het model is te vinden in bijlage IX. Er worden met name veranderingen verwacht in het gebied tussen huidige sluis 4 en 5. Deze sluizen worden samengevoegd en hierdoor zullen de kanaalpeilen en peilen veranderen. Doordat de sluis die sluis 6 zal vervangen op vrijwel dezelfde plaats komt als de huidige sluis 6, zullen hier naar verwachting aanzienlijk minder gevolgen zijn voor het omringend gebied.

### Onderzoeksvraag:

**Wat is de invloed van de kanaalpeilveranderingen en verruiming van het kanaal op de aandachtsgebieden (bebouwde kom Veghel en Beek en Donk, Boerdonkse Kampen, gebied t.p.v. km 100-102.5)**

### Te onderzoeken varianten

Om te bepalen welke aanpassingen in het profiel welk effect te weeg brengen moeten de volgende punten om beurten bekeken worden:

1. huidige situatie;
2. aangepaste kanaalpeilen door nieuwe ligging van de sluizen;
3. aangepaste kanaalbreedte van 24 meter naar 42 meter;
4. aangepaste kanaal diepte van 2,6 meter naar 3,9 meter;
5. nieuwe situatie: aangepaste breedte diepte en kanaalpeilen.

### Gebiedsafbakening

Om de effecten van de kanaalverruiming en de kanaalpeilveranderingen te bepalen is gekeken naar een gebied tot een afstand van 2,5 km uit de kanaalas. Er is met name aandacht besteed aan de volgende drie gebieden (zie § 9.2.2)

- De bebouwde kom van Veghel en Beek en Donk
- De Boerdonkse Kampen
- Gebied tussen km 100 en 102.5

### Bodemopbouw

De bodemopbouw van het gebied is bepaald aan de hand van gegevens uit eerdere onderzoeken [11,19]. Ten behoeve van het model zijn met name de eerste lagen bekeken.

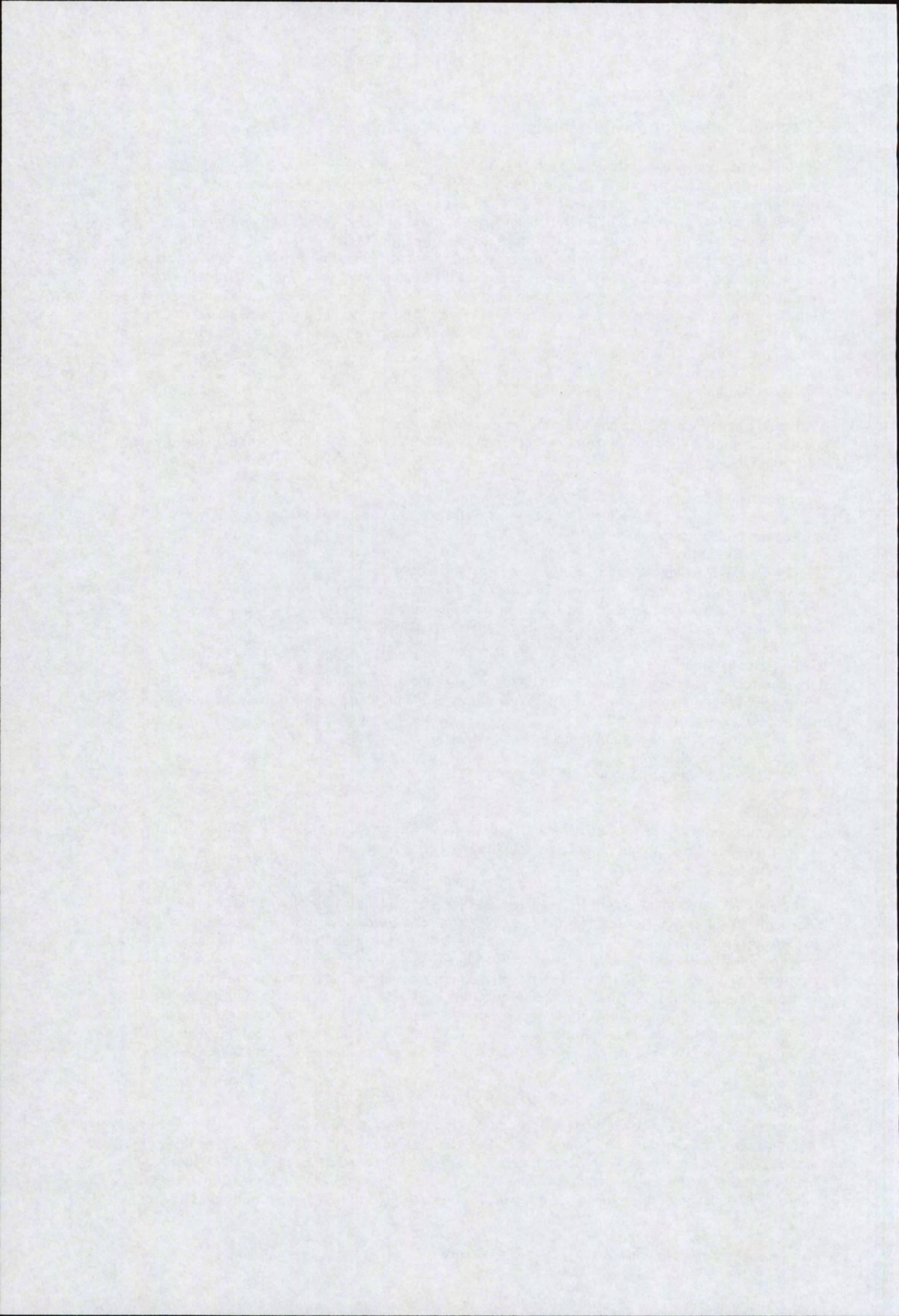
### Deklaag

De deklaag is ontstaan tijdens het Holoceen en maakt onderdeel uit van de Nuenen groep. Ten noordwesten van sluis 5 tot Veghel is de laag ca. 8 meter dik. Verder naar het zuiden richting sluis 6 is de laag dikker, ca. 10 meter. Het gehele kanaalprofiel is in deze laag gesitueerd zowel in de huidige als in de toekomstige situatie. Door de verdieping van het kanaal wordt de laag onder het kanaal dunner. Voor verticale weerstand van het omliggende gebied is een weerstand aangenomen aan de hand van de grondwaterkaarten [19] van 200 dagen (c-waarde). Voor de deklaag onder de Zuid-Willemsvaart en de Aa is een verticale weerstand aangehouden van 100 dagen. De deklaag is hier dunner omdat de wateren in de deklaag snijden. Hierdoor wordt de weerstand van de laag lager. Door de weerstand van de laag te variëren is te bepalen wat de invloed is van de deklaag op de stijghoogtes in het watervoerende pakket.

### Eerste watervoerend pakket

Het eerste watervoerend pakket maakt deel uit van de formatie van Sterksel, Veghel. Deze laag bestaat uit grove zanden die tevens grindhoudend zijn. Het grind is afkomstig van de grote rivieren Rijn en Maas. Over het gehele betrokken kanaaltraject heeft de laag een gemiddelde dikte van 58 meter. Naar het zuidwesten wordt de laag geleidelijk dikker (60m), naar het noordoosten dunner (55m). De kD-waarde van de laag bedraagt tussen de 1500 en 2500 m<sup>2</sup>/dag (1500 m<sup>2</sup>/d in het noordwesten van het gebied en 2500 m<sup>2</sup>/d in het zuidoosten).







Eerste scheidende laag

De eerste scheidende laag is gevormd als onderdeel van de formatie van Kedichem, Tegelen. De laag bestaat uit zand, klei en leemlagen. Uit eerdere metingen valt op te maken dat de dikte van de laag circa 55 meter bedraagt.

Overige lagen

De tweede watervoerende laag bestaat voornamelijk uit grind en is gemiddeld over het projectgebied 25 meter dik. Ook de derde watervoerende laag is opgebouwd uit grind. De tweede en derde watervoerende laag worden gescheiden door een dunnere scheidende laag van ca. 12 meter. Net als de eerste scheidende laag is deze afkomstig van de formatie van Tegelen. Onder het derde watervoerend pakket bevindt zich een slecht doorlatende basis.

Tabel Bodemopbouw

laag	samenstelling	parameters
deklaag		dikte 8-10m c = 200/100d
1 <sup>e</sup> watervoerend pakket	zand en grind	dikte 55-60 m kD = 1500-2500 m <sup>2</sup> /dag
1 <sup>e</sup> scheidende laag	zand, klei en leem	dikte 55 m c = onbekend
2 <sup>e</sup> watervoerend pakket	grind	dikte 25m kD = 1050 m <sup>2</sup> /dag
2 <sup>e</sup> scheidende laag	zand, klei en leem	dikte 12 m c = onbekend
3 <sup>e</sup> watervoerend pakket	grind	dikte 80m kD = onbekend
slecht doorlatende basis		

Uitgangspunten en aannames voor het model

Voor het opstellen van het model zijn een aantal aannames gedaan. Hierdoor is geprobeerd een globaal beeld te krijgen van het gebied en de processen die zich daarin kunnen gaan voortdoen. Het model is een regionaal model. Voor lokale gevolgen moeten meer gedetailleerde waarden bepaald worden met betrekking tot de bodemweerstand en kanaalafmetingen.

Bodemopbouw

Voor het model is een bodemopbouw gekozen die beperkt is tot een éénlaags systeem (fig. 9.1). Het betreft de deklaag, het eerste watervoerende pakket en de eerste scheidende laag die beschouwd zal worden als een slecht doorlatende basis. Voor deze schematisatie is gekozen omdat het tweede watervoerende pakket niet of nauwelijks van invloed is op het eerste watervoerende pakket. Daarnaast zijn er van het tweede watervoerende pakket slechts in zeer beperkte mate gegevens beschikbaar waardoor het pakket niet goed te schematiseren is.

deklaag	c-waarde variabel
1e watervoerend pakket	kD-waarde 2000 m <sup>2</sup> /d
Slecht doorlatende basis	c-waarde niet relevant

Fig. Geschematiseerde bodemopbouw t.b.v. modellering







### *Stijghoogtes*

Omdat verdroging vooral in de zomer problemen op kan leveren is er voor het model uitgegaan van een zomersituatie. De stijghoogtes uit het eerste watervoerende pakket die gekoppeld zijn aan de peilbuizen in het gebied betreffen augustus 1999. Er is voor 1999 gekozen omdat hiervan de meest complete en recente gegevens beschikbaar zijn.

### *Schematisatie van de Aa en de Zuid-Willemsvaart*

De rivier de Aa is geschematiseerd door middel van een twaalfal met elkaar verbonden punten die de loop van de Aa zo goed mogelijk volgen. De punten zijn vooral geplaatst ter plaatse van de stuwen wat het mogelijk maakt om de verschillende panden het correcte stuwpeil mee te geven. Voor het model zijn de droge stuwpeilen van de Aa aangehouden (zie bijlage VIII).

De Zuid-Willemsvaart is geschematiseerd tot een recht kanaal met een knikpunt (km 99.1) ten noorden van de huidige sluis 5. De breedte is aangehouden op 24 meter voor de huidige situatie en 42 meter voor de nieuwe situatie. Dit betekent dat verbreding bij de oude zwaai kom en bij de natuurvriendelijke oever niet is meegenomen evenals de versmalling ter plaatse van de sluis en bruggen.

### *Neerslag*

Neerslag in het gebied (ca. 1 mm/dag) wordt in het model niet meegenomen. Voor de afvoer van het hemelwater zijn niet voldoende gegevens voorhanden. Indien neerslag wel wordt meegenomen in het model en waterafvoer niet, ontstaat een wateroverschot in het gebied.

### *Verticale weerstand en doorlatendheidscoëfficiënt*

Voor het gebied is een verticale weerstand (c-waarde) aangehouden van 200 dagen. Voor de het kanaal en de Aa van 100 dagen. De doorlatendheidscoëfficiënt (kD-waarde) is voor het gehele gebied gelijk gehouden op 2000 m<sup>2</sup>/d. Door te variëren in deze waarden kan de invloed van beide factoren bepaald worden.

### *Beschouwd gebied*

Er zal gekeken worden naar invloeden op een afstand van maximaal 2,5 km vanuit de kanaalas. Deze zone is bepaald aan de hand van de op de grondwaterkaart [19] aangeduide lekfactor ( $\lambda=900\text{m}$ ) en ervaring. Verstoringen zullen tot een gebied van ca.  $3*\lambda$  van invloed zijn. Doordat er gekozen is voor een c-waarde van 200 dagen en een kD-waarde van 2000m<sup>2</sup>/d, is de lekfactor kleiner dan op de grondwaterkaart is aangeduid. Met behulp van de formule  $c*kD = \lambda^2$  kan een nieuwe lekfactor bepaald worden. Hieruit volgt een lekfactor van ca. 600m. Het invloedsgebied van  $3*\lambda$  wordt zo en gebied van 1,8km. Het gebied is aan de noordwestzijde begrenst bij km 104.3 (1 kilometer ten noordwesten van sluis 4) en aan de zuidoostzijde bij km 93.2 (sluis 6). In dit gebied is vooral aandacht voor de eerder genoemde gebieden (§9.2.2) In bijlage VI is een schema van het gebied aangegeven.

### **Effecten**

Verwacht wordt dat de gevolgen voor de stijghoogtes in het eerste watervoerend pakket veroorzaakt door de kanaalpeilveranderingen zich zullen uitstrekken over een gebied van 1,8km uit de as van het kanaal. Dit zou betekenen dat alle aandachtsgebieden te maken krijgen met positieve dan wel negatieve veranderingen in grondwater.

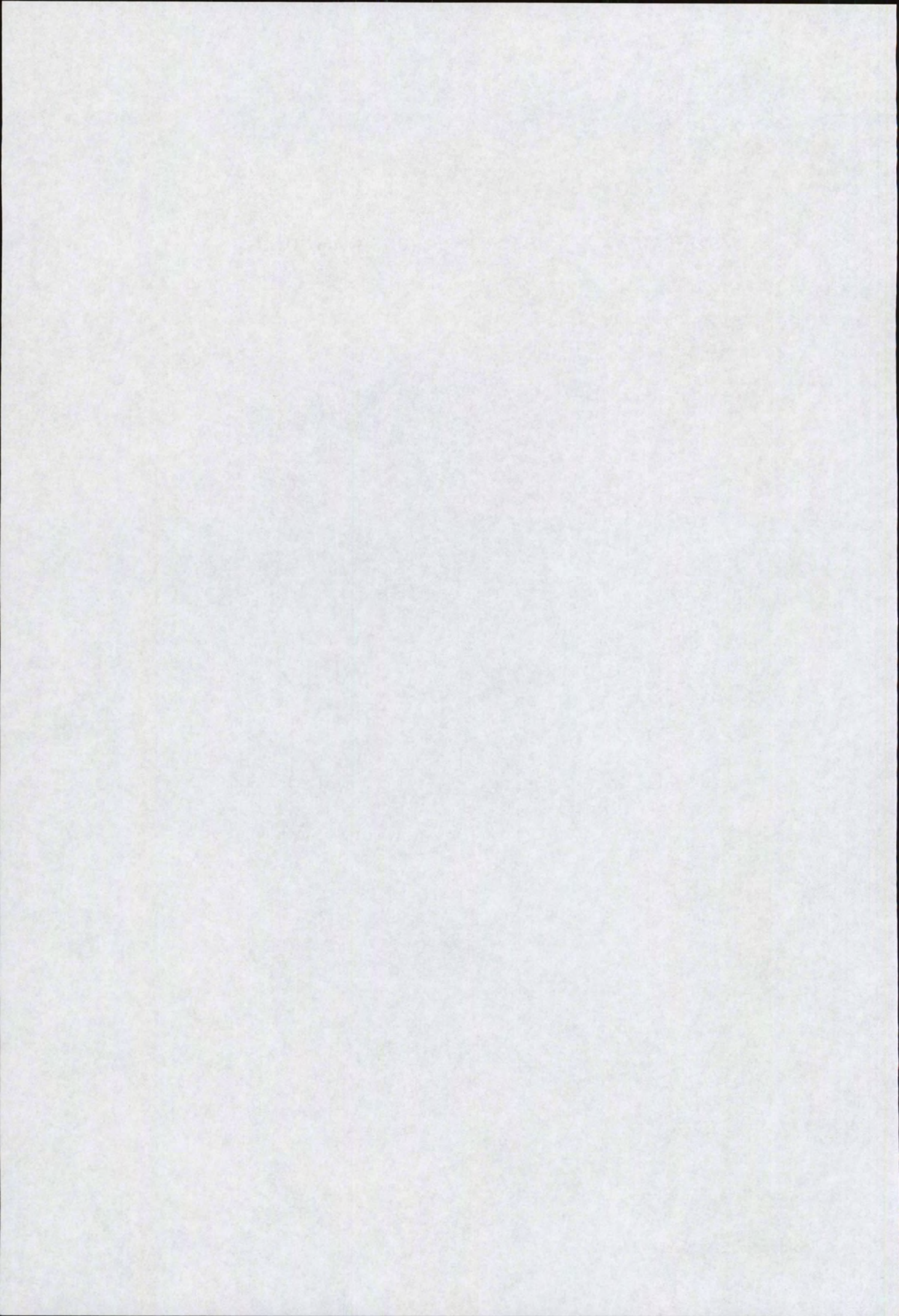






## **Bijlage VI      Invoergegevens Microfem**







## Bijlage VI Invoergegevens Microfem

### Segmenten en regio's tbv invoer microfem

segmenten

segmenten	omschrijving
1 13 14 15	zuidwest rand projectgebied
2 18 17 26 25 24 23 22 21 16	noordoost rand projectgebied
3 3 6 9	nieuwe kanaaloever zuidwest
4 1 4 7	oude kanaaloever zuidwest
5 2 5 8	oude kanaaloever noordoost
6 15 38	zuidoost
7 13 36	noordwest
8 35 19 16	zuidoost
9 33 32 18	noordwest
10 9 8	zuidoost
11 3 2	noordwest
12 8 7	zuidoost
13 2 1	noordwest
14 36 37 38	500 meter lijn zuidwest
15 33 34 35	500 meter lijn noordoost
16 38 9	zuidoost
17 36 3	noordwest
18 7 35	zuidoost
19 1 33	noordwest

regios

regios	
1 1 6 14 7	zuidwest strook 2 km
2 9 15 8 2	noordoost strook 2 km
3 13 5 12 4	huidig kanaal
4 11 3 10 5	kanaalverbreding
5 17 14 16 3	zuidwest strook 500m
6 19 4 18 15	noordoost strook 500m







## Coordinaten Microfem

nummer	x-coördinaat	y-coördinaat	omschrijving
1	164222	402884	kanaal noord boven, noordoever tpv km 104.6
2	164206	402865	kanaal noord midden, zuidoever oude breedte
3	164195	402853	kanaal noord onder, zuidoever nieuwe oever
4	168385	399315	kanaal midden boven, noordoever tpv knikpunt in kanaal km 99.1
5	168367	399299	kanaal midden midden, zuidoever oude breedte
6	168354	399287	kanaal midden onder, zuidoever nieuwe breedte
7	171862	394648	kanaal zuid boven, noordoever tpv sluis 6 km 93.3
8	171841	394633	kanaal zuid midden, zuidoever oude breedte / sluis 6 / sluis B&D
9	171828	394624	kanaal zuid onder, zuidoever oude breedte
10	164961	402241	sluis 4
11	166005	401353	sluis doornhoek
12	168837	398698	sluis 5
13	162550	401125	gebiedsgrens noord west
14	166750	397450	gebiedsgrens midden oost
15	169875	392975	gebiedsgrens midden west
16	173950	396050	gebiedsgrens zuid oost
17	170125	401175	gebiedsgrens zuid west
18	165700	404875	gebiedsgrens noord oost
19	173125	395400	aa1 zuid
20	172725	396900	aa2
21	173000	397400	aa 2.5 km uir kanaalas, rand traject
22	173650	398325	aa3 + waterstandsmeter (kokse brug)
23	173275	399825	aa4 stuw H
24	172200	400950	aa5 stuw G + waterstandsmeter
25	171000	401125	aa6 stuw F
26	170375	400875	aa 2.5 km uir kanaalas, rand traject
27	169300	400500	aa7 stuw E
28	167575	400225	aa8 dicht langs kanaal
29	166925	400950	aa9 stuw D
30	165925	401575	aa10 dicht langs het kanaal
31	165825	402900	aa11 in bebouwde kom veghel
32	164975	404000	aa12 noordrand
33	164425	403350	500 meterlijn oost noord
34	168775	399675	500 meterlijn oost midden
35	172350	394850	500 meterlijn oost zuid
36	163800	402575	500 meterlijn west noord
37	168000	398925	500 meterlijn west midden
38	171500	394175	500 meterlijn west zuid

peilbuisgegevens			stijghoogtes		stijghoogte aug	
			locatie	maaiveld	to v mv au	aug-99 tov NAP
39	165280	402580	45GB0022	935	153	16-8-99 1088
40	164520	401410	45GL0024	972	164	13-8-99 1136
41	166550	400520	45GL0026	989	136	27-8-99 1125
42	170060	400030	45HL0039	1163	172	13-8-99 1335
43	170060	400020	45HP0039	1163	166	13-8-99 1329
44	168930	399910	51EB0041	1087	131	13-8-99 1218
45	164730	399340	51EL0004	1097	147	27-8-99 1244
46	168310	398760	51EL0044	1111		1111
47	168160	398080	51EL0051	1158	95	27-8-99 1253
48	168690	399970	51EL0054	?	119	27-8-99 #WAARDE!
49	166490	399310	51EP0069	1080	121	23-7-99 1201
50	171420	394660	51FB0034	1394	136	16-8-99 1530
51	170550	394300	51FL0011	1421	154	16-8-99 1575
52	172910	397140	51FL0100	1294	143	27-8-99 1437
53	168020	396520	51EL0052	1340	168	13-8-99 1508

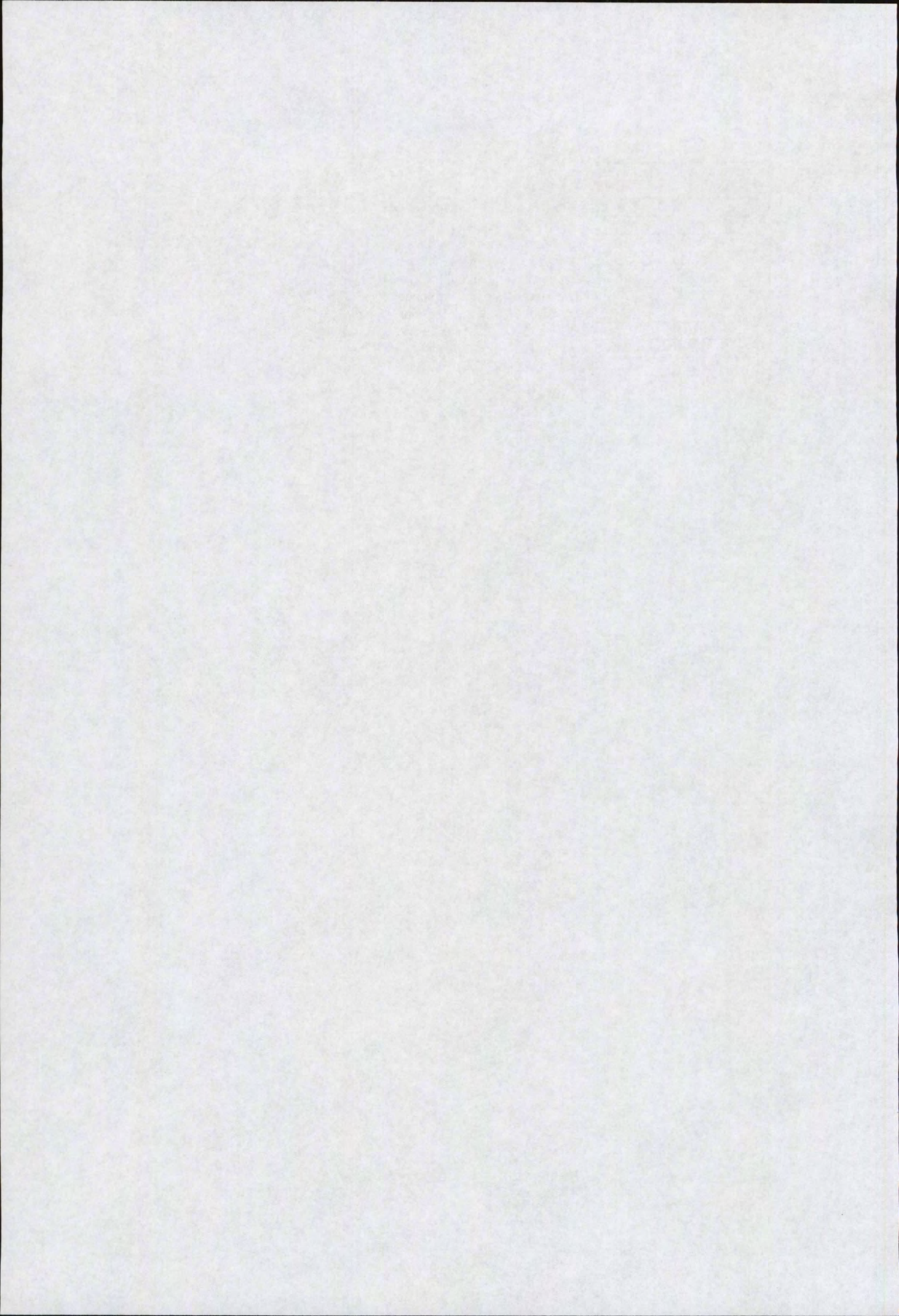






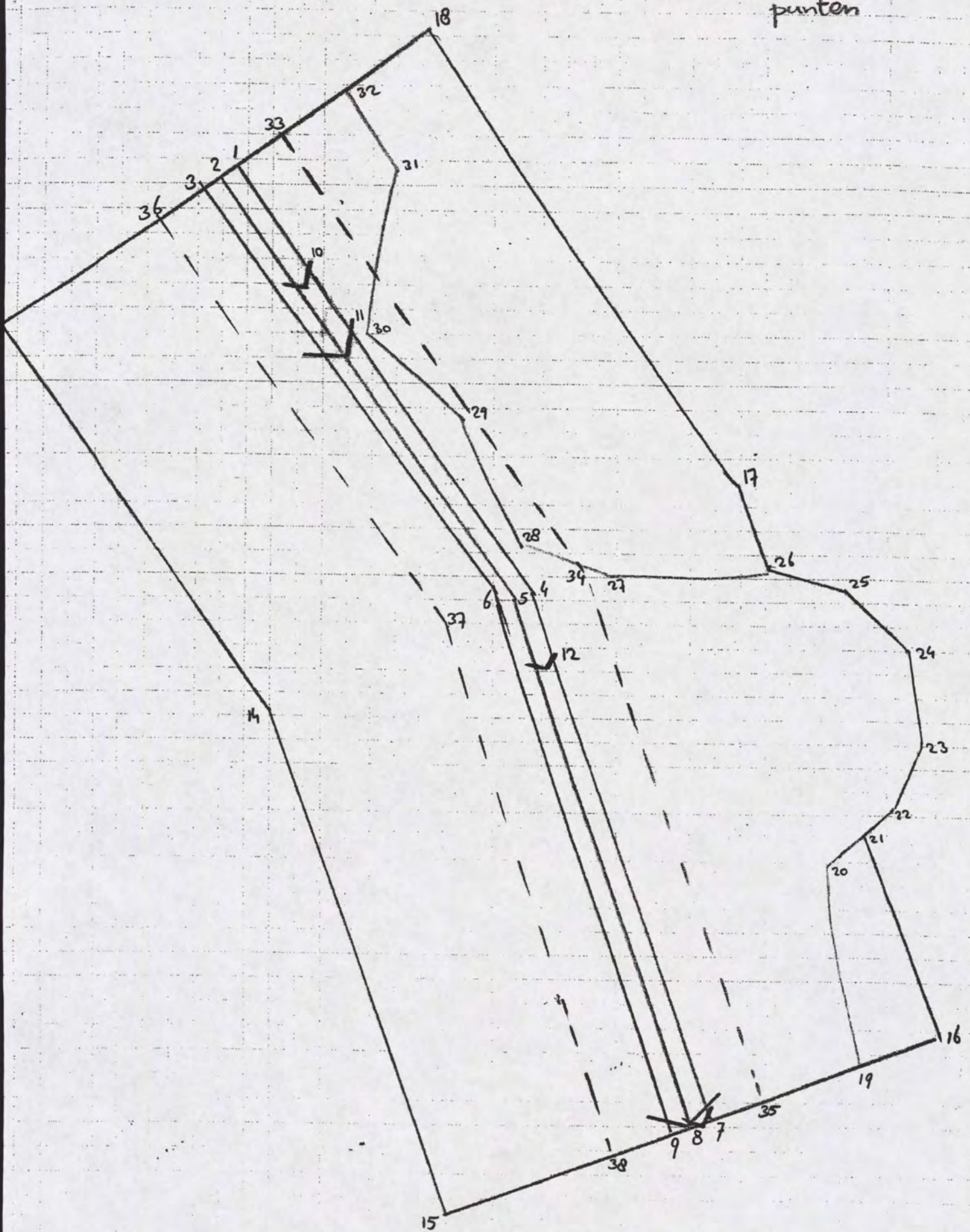
nummer	x-coördinaat	y-coördinaat	omschrijving
aandachtsgebieden			
54	167775	398525	boerdonkse kampen 1 linksboven
55	168800	397375	boerdonkse kampen 2 middenboven
56	169600	397650	boerdonkse kampen 3 rechtsboven
57	170225	396800	boerdonkse kampen 4 rechtsonder
58	168650	397100	boerdonkse kampen 5 middenonder
59	167625	397850	boerdonkse kampen 6 linksonder
60	166200	401375	GHS km 100-102.5 1 linksonder
61	166400	401450	GHS km 100-102.5 2 linksboven
62	167700	400275	GHS km 100-102.5 3 rechtsboven
63	167550	400100	GHS km 100-102.5 4 rechtsonder



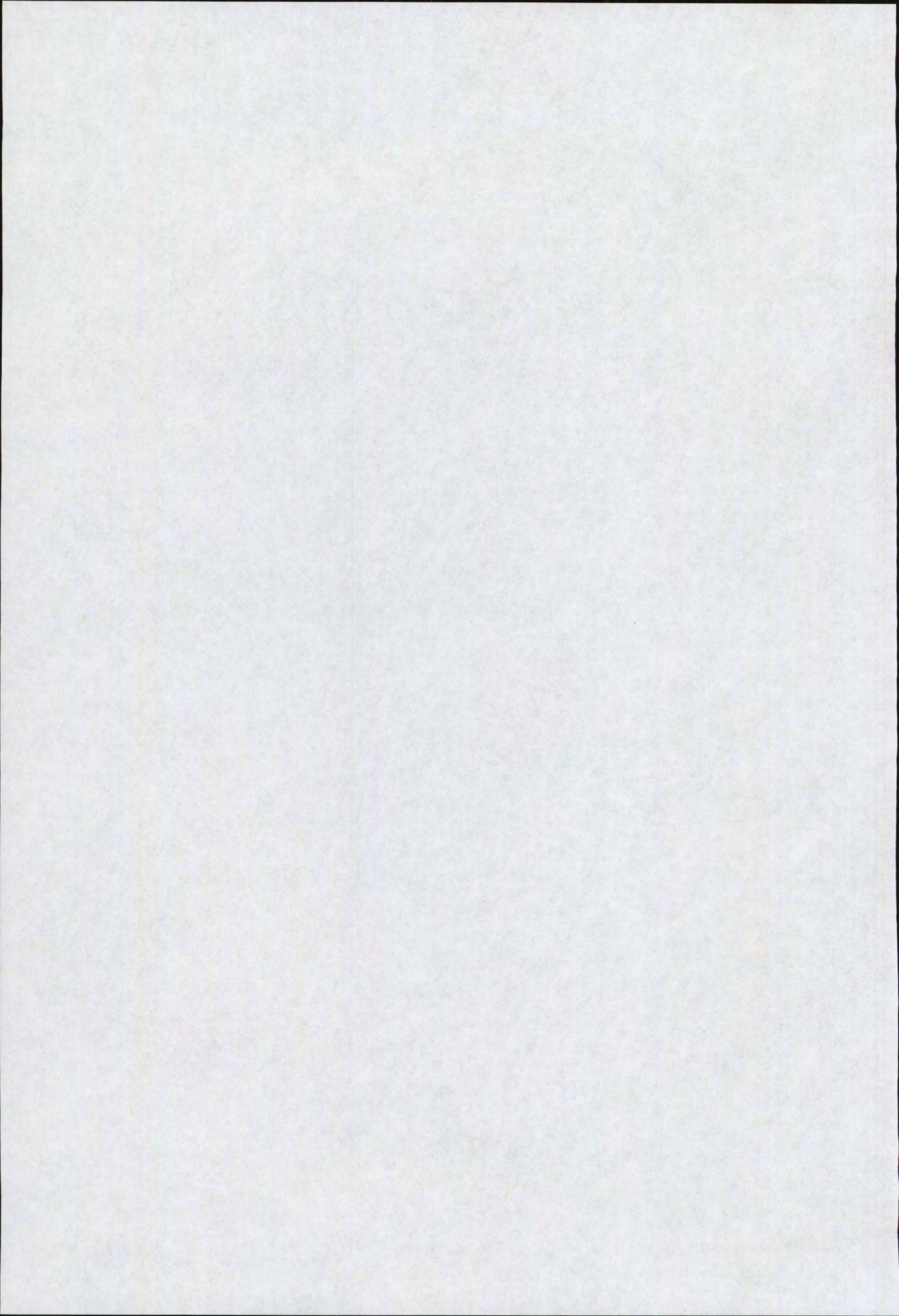




punten



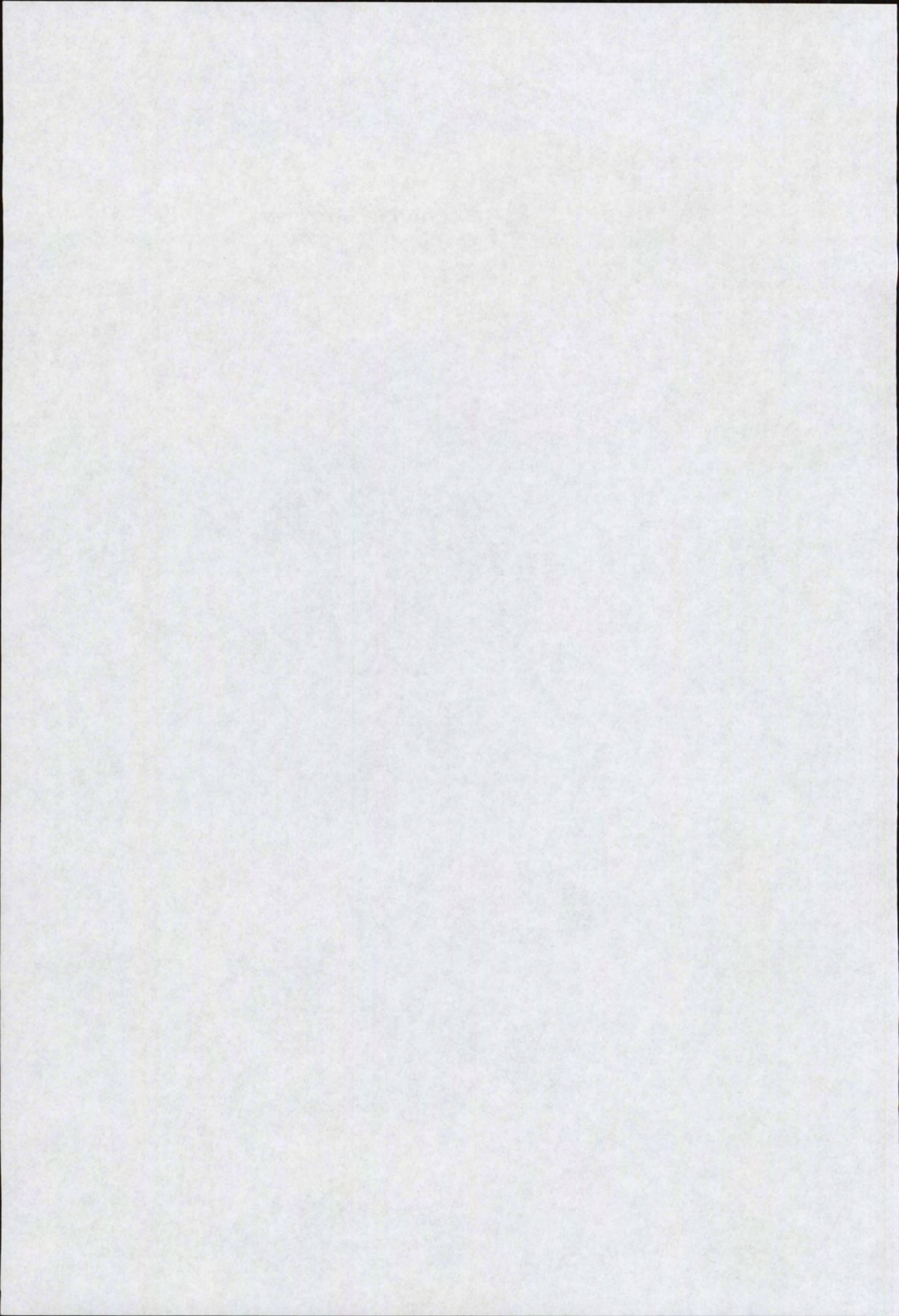






## **Bijlage VII    Beschrijving Microfem**







## Bijlage VII Beschrijving Microfem

Microfem is een pakket microcomputer programma's voor de modellering van stationaire verzadigde grondwaterstroming met de eindige elementenmethode. Het werd in 1987 ontwikkeld ten behoeve van de eerste grondwater Milieu Effect Rapportage (MER) in Nederland. Microfem bestaat uit vijf programma's met ieder een eigen functie. De onderdelen zijn direct aan elkaar gekoppeld.

1. FemGrid: invoer van de gegevens voor het netwerk
2. FeModel: wijziging van het netwerk, invoer van de aquifer, geohydrologische parameters, onttrekkingen en modelgrenscondities (pre-processors). Observatie, analyse en interpretatie van de model resultaten.
3. FemCalc: doorrekenen van het model
4. FemPlot: plotten van het netwerken, grondconstanten en isohype-kaarten
5. FeMerge: bestaande modelwaarden met nieuw netwerk combineren tot een nieuw model

Het netwerk bestaat uit driehoeken en wordt door FemGrid gemaakt op basis van door de gebruiker ingevoerde vaste punten, grenzen en deelgebieden met een bepaalde knooppunt dichtheid. Het netwerk kan maximaal 2500 knooppunten bevatten (Microfem light). De gegevens worden opgeslagen (Fem-file) en kunnen dan door het programma FeModel worden ingelezen.

FeModel maakt van het netwerk een model nadat de gebruiker het aantal watervoerende pakketten heeft opgegeven. Voor alle grondconstanten, stijghoogtes en onttrekkingen worden in eerste instantie standaardwaarden ingevuld, die door de gebruiker worden aangepast. Binnen FeModel bestaan uitgebreide mogelijkheden om op een handige manier waarden voor de verschillende parameters toe te kennen. Dit kan door interpolatie, maar ook door functie-evaluatie, waarbij vele variabelen ter beschikking staan. Daar FeModel zowel pre als post-processor is, kunnen de ingevoerde waarden direct in kaart gebracht worden, zodat directe controle van de invoer van alle parameters mogelijk is.

Het model wordt opgeslagen als fem-file en kan door de rekenmodule FemCalc worden doorgerekend. Voor de iteratieve rekenprocedure zijn stopcriteria ingebouwd, maar de gebruiker kan het aantal gewenste iteraties naar wens groter of kleiner kiezen. Een door FemCalc berekend model kan weer door FeModel worden ingelezen om de resultaten te tonen.

Wanneer aan de calibratie van een model wordt gewerkt, kunnen direct na de interpretatie van de resultaten de gewenste parameters worden aangepast. Voor de analyse van de gemodelleerde grondwaterstroming kunnen isohypsen worden getekend, maar ook de berekende stijghoogten kunnen worden bewerkt, zodat bijv. Kwel-infiltratiekaarten of kaarten met verblijftijden in slecht doorlatende lagen ontstaan.

FemPlot en FeMerge zijn hulpprogramma's die respectievelijk dienen om netwerken, grondconstanten en isohype-kaarten op gewenste schaal te plotten, en om bestaande modelwaarden een nieuwe (deels) overlappend netwerk te combineren tot een nieuw model.

Bron: [20]







## **Bijlage VIII      Gegevens rivier de Aa**







## Bijlage VIII Gegevens rivier de Aa

Waterstandsgegevens rivier de Aa tussen Veghel en Beek en Donk.

Het handhaven van het natte dan wel het droge peil is afhankelijk van de hoeveelheid neerslag en de vraag vanuit de omgeving. De stuwen worden automatisch geregeld, met uitzondering van stuw I, dit is een vaste overlaat. Op een drietal plaatsen op het traject zijn waterstandsmeters aanwezig bij stuw G en I en ter plaatse van de Kokse brug. Omdat in het model gerekend is met gegevens uit augustus 1999 is voor de stuwpeilen uitgegaan van het droge peil.

Stuwpeilen in meters boven N.A.P.

stuw	Nat peil	Droog peil	opm.
D	8,20	8,50	
E	9,20	9,60	
F	9,80	10,30	
G	10,70	11,00	waterstandsmeter
H	11,30	11,60	
t.p.v.Kokse brug	nvt	nvt	waterstandsmeter
I	nvt	nvt	vaste overlaat + waterstandsmeter drempel 13,60m+ NAP

Maandgemiddelden bij waterstandsmeters (1999) in meters boven N.A.P.

	Kokse Brug	stuw I	stuw G
jan	11,01	13,47	10,73
febr	11,00	13,46	10,74
mrt	10,98	13,44	10,73
apr	10,88	13,34	10,75
mei	11,47	13,30	10,92
juni	11,55	13,25	10,87
juli	11,54	13,23	10,91
aug	11,52	13,27	10,96
sept	11,47	13,21	10,94
okt	11,50	13,23	11,01
nov	11,51	13,23	*
dec	11,19	13,37	*

\* geen gegevens beschikbaar

Bron: Waterschap de Aa, te Boxtel







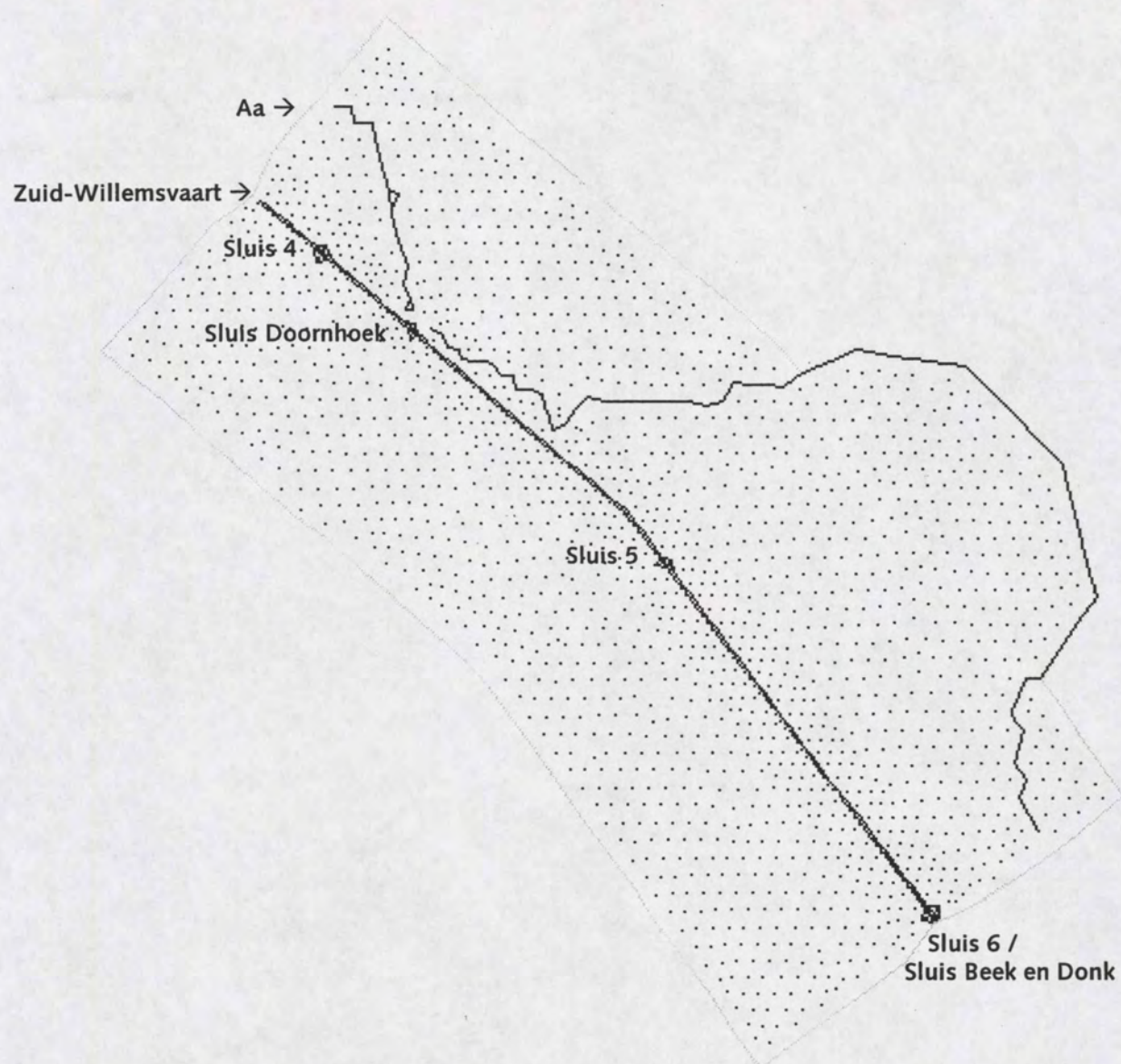
## Bijlage IX Figuren Microfem



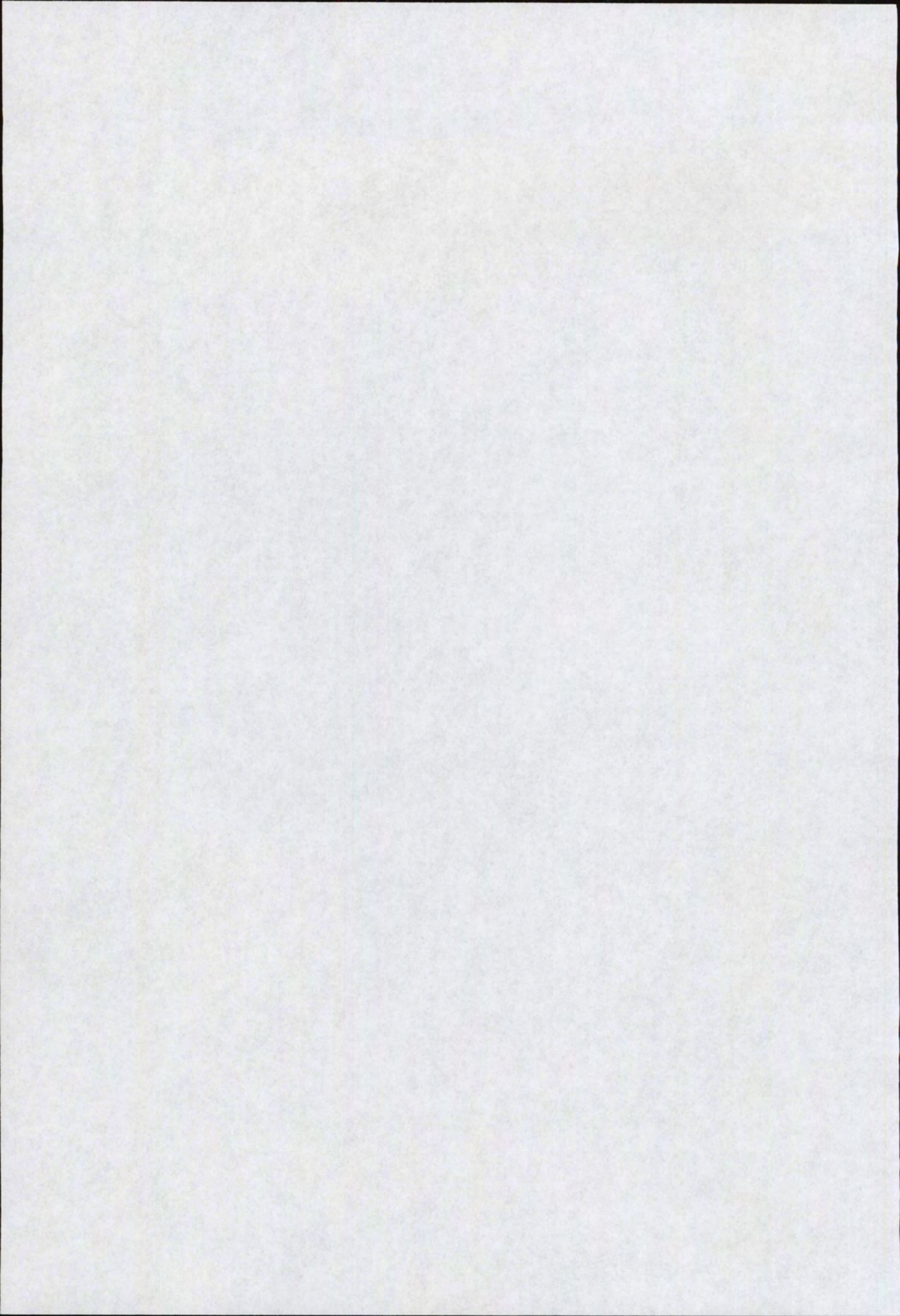




# Projectgebied









**Bijlage X**

**Prijsniveau directe kosten**







## Bijlage X Prijsniveau directe kosten

### 2. TOELICHTING PRIJSNIVEAU DIRECTE KOSTEN

#### 2.1. Algemeen

Voor de gehanteerde prijzen per eenheid (materialen, arbeid en materieel) en toegepaste productienormen wordt verwezen naar de IBIS-Calc onderbouwing. In deze toelichting worden niet alle posten behandeld doch circa 85% van de directe kosten. Ook wordt er geen verschil gemaakt in de diverse alternatieven.

De gehanteerde prijzen zijn gegevens verkregen uit nacalculatie en ervaring welke zijn verwerkt in het algemeen prijzenbestand van Witteveen+Bos.

#### 2.2. Grondwerk

Post: 101110, 101210, 105110, 105210, 105310, 111110, 115110, 115210, 115310, 121110, 121210, 125110, 125210, 125310, 202050, 202060, 222010, 227010, 301040, 308120.

Grond ontgraven en afvoeren. Overtollige grond verblijft aan aannemer

Prijs per eenheid: f 12,00/m<sup>3</sup>.

- grond ontgraven in den natte, transporten en verwerken in depot
- 10km transport per schip, deels per as en verwerken in depot
- geen stortkosten

L/U waarde:

- transport afstand variabel tussen 8 en 15 km.

Post: 101120, 111120, 105120, 115120, 121120, 125120

Grond ontgraven en verwerken.

Prijs per eenheid: f 8,00/m<sup>3</sup>

- grond ontgraven in den droge, transporten op het werk en verwerken in terrein
- geen stortkosten

L/U waarde:

- ontgravingsnorm variabel van 300 tot 500 m<sup>3</sup>/dag
- inclusief de daarbij behorende transportmiddelen.

#### 2.3. Kadeconstructies / beschoeiingen

Post: 101130, 101220, 105130, 111130, 115130, 121130, 125130, 218020, 308020, 308140.

Aanleg kade (stalen damwand lang 10 m, verankerd, inclusief deksloof)

Prijs per eenheid: f 3.378,00/m

- stalen damwand leveren en heien
- damwand 100 kg/m<sup>2</sup>
- inclusief gording, betonnen deksloof en bolders
- grondtrekankers h.o.h. 2,5 m

L/U waarde:

- lengte variabel 8/12 m
- gewicht variabel 90/110 kg/m<sup>2</sup>

Post: 101150, 111150, 121150.

Aanleg kade (stalen damwand lang 10 m, verankerd, exclusief deksloof)

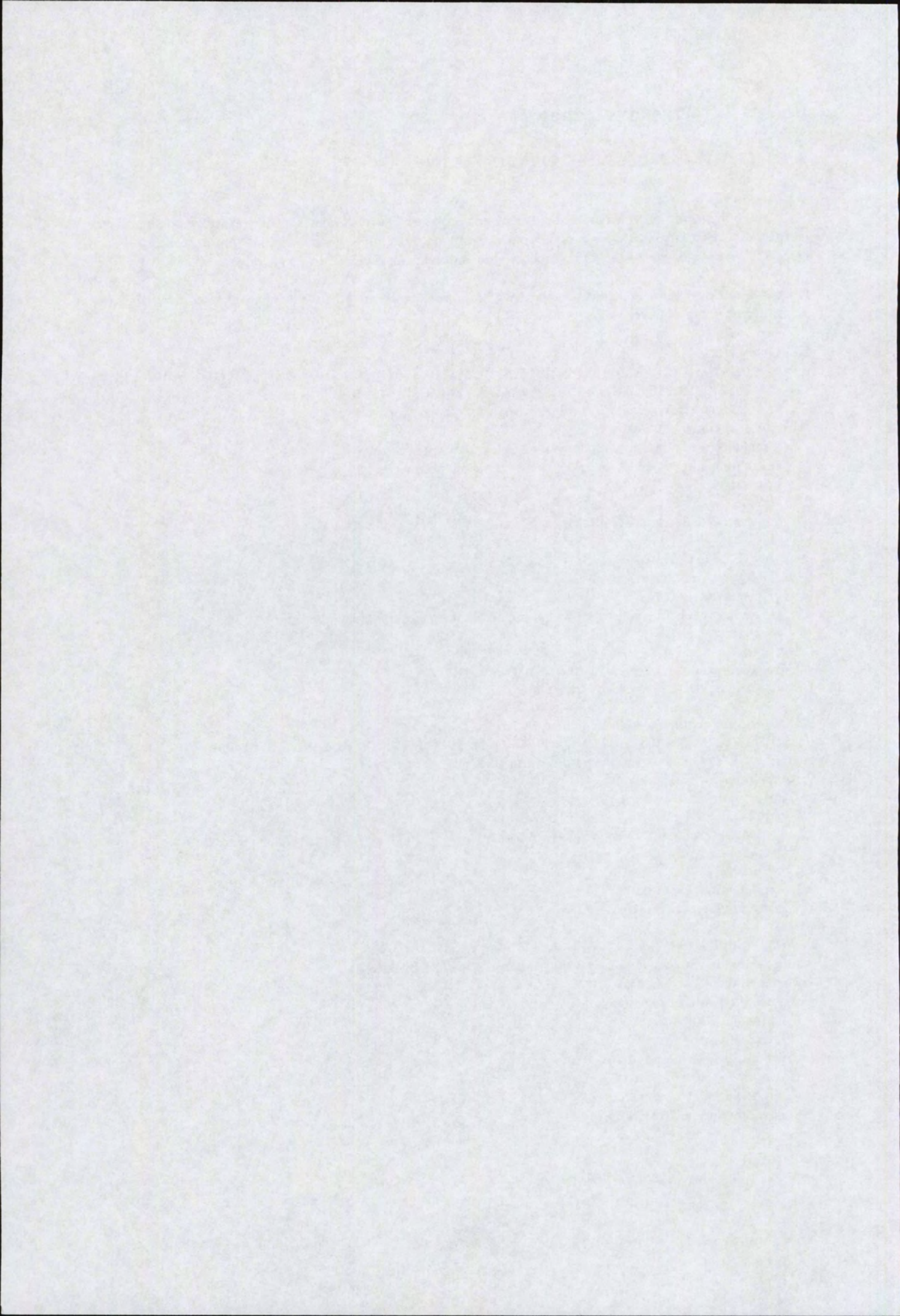
Prijs per eenheid: f 2.800,00/m

- stalen damwand leveren en heien
- damwand 100kg/m<sup>2</sup>
- inclusief gording
- grondtrekankers h.o.h. 2,5 m

L/U waarde:

- lengte variabel 8/12 m
- gewicht variabel 90/110 kg/m<sup>2</sup>







Post: 209010, 209020, 209040.

Aanleg kade (stalen damwand lang 8 m licht verankerd)

Prijs per eenheid: f 2.417,00/m

- stalen damwand leveren en heien inclusief conservering
- damwand 100 kg/m<sup>2</sup>
- inclusief gording, eenvoudige stalen deksloof
- schroefankers licht h.o.h. 2,5 m

L/U waarde:

- lengte variabel 6/10 m
- gewicht variabel 90/110 kg/m<sup>2</sup>

Post: 202040, 301030.

Aanleg damwand langs eco-oever (stalen damwand lang 10 m onverankerd)

Prijs per eenheid: f 1.750,00/m

- stalen damwand leveren en heien
- damwand 120 kg/m<sup>2</sup>
- zonder deksloof

L/U waarde:

- lengte en kg/m<sup>2</sup> variabel 6/8 m

#### **2.4. Sloopwerk**

Post: 201010.

Sloopwerk sluis inclusief tijdelijke voorzieningen

Prijs per eenheid: f 1.000.000,00/st

- kosten aangeleverd door RWS

L/U waarde:

- aanname door W+B

Post: 202010, 202020, 222020, 301010, 308110.

Verwijderen beschoeiing

Prijs per eenheid: f 200,00/m

- damwand verwijderen
- Inclusief verwijderen gording en ankers
- geen restwaarde gerekend

L/U waarde:

- lengte variabel 5/7 m

#### **2.5. Geleidewerk**

Post: 205080, 206080, 211080, 219040, 221060, 302040, 303040, 306040.

Aanbrengen geleidewerken

Prijs per eenheid: f 4.066,00/m

- stalen buispalen inclusief 5 m conservering
- stalen gordingen inclusief azobé
- inclusief aanvaarpalen

L/U waarde:

- lengte en dikte stalen palen variabel

#### **2.6. Kunstwerken**

Post: 212010, 212310.

Maken sluis met voorhavens en retourgemaal

Prijs per eenheid: f 32.000.000

- kosten opgegeven door RWS

L/U waarde:

- Opgave RWS







Post: 219020, 302020, 303020, 306020.

Aanbrengen beweegbaar deel inclusief E/M

Prijs per eenheid: f 18.000,00/m<sup>2</sup>

- kosten uit referentie project

L/U waarde:

- ontwerp onzekerheden

Post: 219030, 302030, 303030, 306030.

Aanbrengen vast brugdeel (beton)

Prijs per eenheid: f 3.200,00/m<sup>2</sup>

- kosten uit referentie project

L/U waarde:

- ontwerp onzekerheden

Post: 218080, 308080.

Aanbrengen betondek

Prijs per eenheid: f 5.023,00/m<sup>2</sup>

- kosten inclusief kraanbaan

- beton/wapening/bekisting

- betreft renovatie kademuur Kraaiven en Loven

- dikte dek 500 mm

- wapening 130 kg/m<sup>3</sup>

L/U waarde:

- ontwerponzekerheden

Post: 211050, 305060.

Aanbrengen brug inclusief onderbouw

Prijs per eenheid: f 2.500,00/m<sup>2</sup>

- kosten uit referentieproject

L/U waarde:

- ontwerponzekerheden

Post: 401, 402, 403 (bruggen buiten plangebied, binnen bebouwde kom)

Vervangen (verhogen) bestaande bruggen, inclusief eventueel aanpassen aansluitende wegen en kruisingen

Prijs per eenheid (uit referentieprojecten):

brugdek en onderbouw slopen f 250,00/m<sup>3</sup>,

nieuwe brug maken f 2.000,00/m<sup>2</sup>,

grondwerk op- en afritten aanpassen f 50,00/m<sup>2</sup>,

verhardingen aanpassen f 100,00/m<sup>2</sup>

- post 401 brugoppervlak ca. 750 m<sup>2</sup>, verhardingen ca. 15.000 m<sup>2</sup>, op- en afritten ca. 12.000 m<sup>2</sup>

- post 402 brugoppervlak ca. 1.500 m<sup>2</sup>, verhardingen ca. 16.00 m<sup>2</sup>, op- en afritten ca. 22.500 m<sup>2</sup>

- post 403 brugoppervlak ca. 750 m<sup>2</sup>, verhardingen ca. 10.000 m<sup>2</sup>, op- en afritten ca. 12.000 m<sup>2</sup>

L/U waarde:

- grote onzekerheden bestaande constructie kunstwerken en verhardingen en uitvoerbaarheid werkzaamheden,
- ontwerponzekerheid

Post: 405, 406 (bruggen buiten plangebied, buiten bebouwde kom)

Vervangen (verhogen) bestaande bruggen, inclusief eventueel aanpassen aansluitende wegen en kruisingen

Prijs per eenheid (uit referentieprojecten):

brugdek en onderbouw slopen f 250,00/m<sup>3</sup>,

nieuwe brug maken f 2.000,00/m<sup>2</sup>,

grondwerk op- en afritten aanpassen, inclusief verhardingen f 125,00/m<sup>2</sup>

- post 405 brugoppervlak ca. 750 m<sup>2</sup>, op- en afritten incl. verhardingen ca. 14.000 m<sup>2</sup>

- post 406 brugoppervlak ca. 900 m<sup>2</sup>, op- en afritten incl. verhardingen ca. 18.000 m<sup>2</sup>

L/U-waarde:

- grote onzekerheden bestaande constructie kunstwerken en verhardingen en uitvoerbaarheid werkzaamheden,
- ontwerponzekerheid







## **2.7. Verhardingen**

Post: 214020, 214030, 214040.

Aanpassen wegen

Prijs per eenheid: f 3.050.000,00

- post 214020 circa 5.000 m<sup>2</sup> verharding opnemen en aanbrengen
- post 214030 circa 10.000 m<sup>2</sup> verharding opnemen en aanbrengen
- post 214040 circa 4.000 m<sup>2</sup> verharding opnemen en aanbrengen
- inclusief benodigde grondwerk, afwatering en wegmeubilair

L/U waarde:

- grote ontwerponzekerheden/scope of work

Post: 225020, 309020.

Aanbrengen fietspad

Prijs per eenheid: f 252,00/m<sup>1</sup>

- breedte fietspad 3 m
- inclusief zandcunet dik kosten uit referentie project

L/U waarde:

- ontwerponzekerheden.

## **2.8. Sanering kanaalbodem**

Post: 203010, 313010.

Gerekend met een vervuiling van de kanaalbodem van 0,50 m en een vervuiling van de bodem van insteekhaven Loven (totale hoeveelheid) . Ontgraven bij hoeveelheden kanaal en haven inbegrepen.

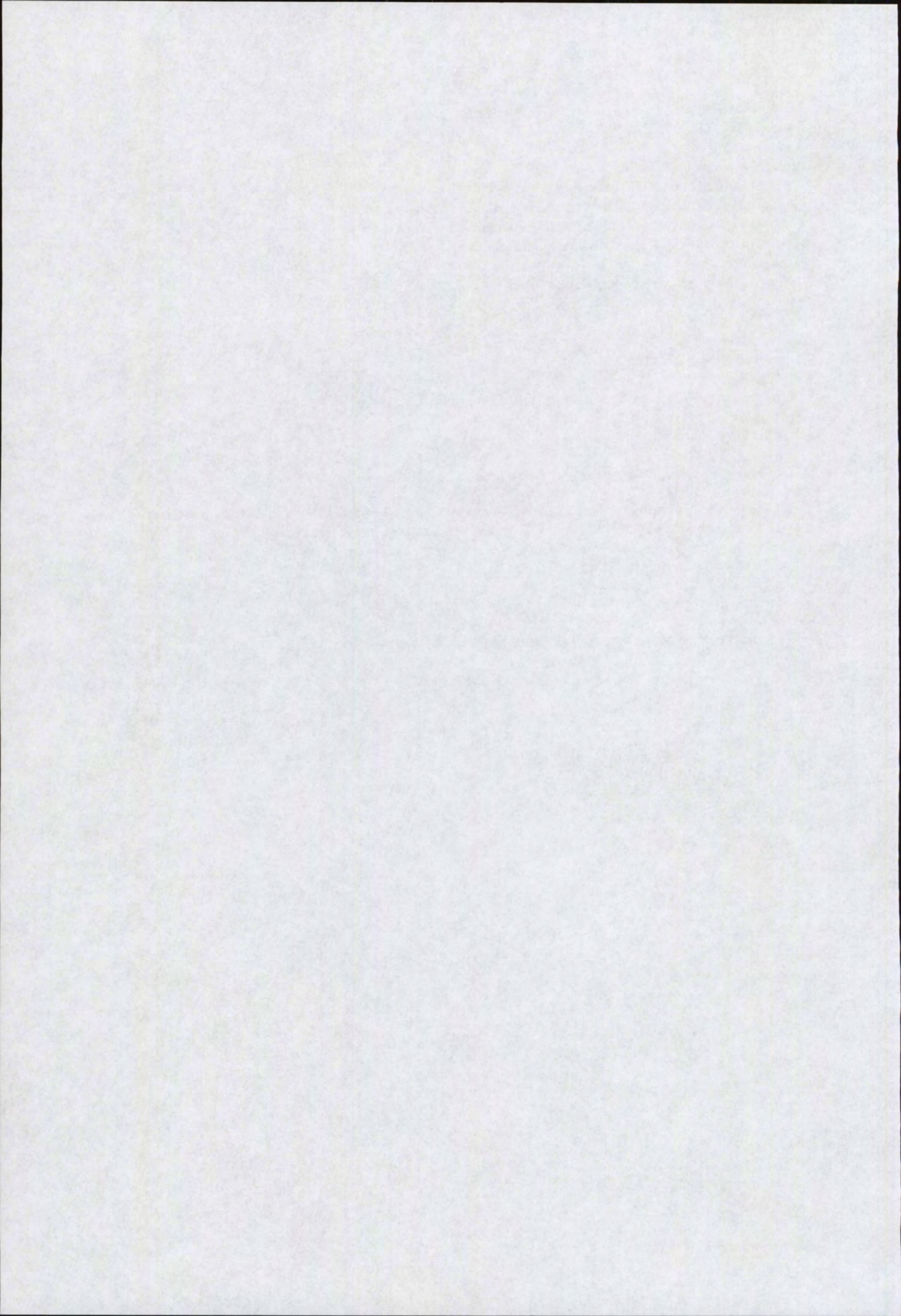
Meerprijs t.o.v. ontgraven en in depot brengen per eenheid: f 25,00/m<sup>3</sup>

- transport naar stortlocatie (De Slufter)
- inclusief stortkosten (grote hoeveelheden)
- prijs aangeleverd door Rijkswaterstaat

L/U waarde:

- onzekerheden aanname en verontreinigingslocaties, afwijking aangeleverde prijs.







## Bijlage X Prijsniveau directe kosten

### Alfonso, E.L. (Pidi)

**Van:** Leerdam, M.E. (Marjan van)  
**Verzonden:** dinsdag 18 april 2000 11:34  
**Aan:** Bruijne, M. (Hans de); Batterink, L. (Luc)  
**CC:** Ru, H.G.A. (Harmen de); Grinsven, W. (Wim van); Smits, H.A.A. (Eric); Schellekens, E.J.M. (Eric); Hoenderkamp, C.M.J. (Martin); Peddemors, H.R. (Ron); Alfonso, E.L. (Pidi)  
**Onderwerp:** Ter informatie: Kosten ontgraven, transport en verwerken baggerspecie t.b.v. diepgangvergroting

Hans, Luc,

Naar aanleiding van de discussie in het DT d.d. 28 maart 2000 over de eenheidsprijzen m.b.t. baggeren is overleg gevoerd met Directie Zuid-Holland (V.d Meer en Dik Visser AVB), IVAS (Van Grindsven, Smits), AIW (Schellekens), IVP (Alfonso) en ondergetekende.

Er heeft afstemming plaatsgevonden over de kosten die moeten worden geraamd voor ontgraven, transport, de verwerking en het storten van baggerspecie. In deze verkennende fase moet geraamd worden op bedrijfseconomische basis. Gebruik wordt gemaakt van het prijspeil 01/01/2000. Besloten is duidelijkheid te scheppen door de kosten nader onder te verdelen, rekening houdend met verschillen in de kwaliteit van de baggerspecie. De deskundigen adviseren om te rekenen met 50% in de categorie klasse 0/1/2 en 50% in de categorie klasse 3/4.

De volgende eenheidsprijzen worden geraamd:

Kwaliteit	Ontgraven + Transport	Verwerking + Storten	Totaal/in situ m3
klasse 0/1/2	f 40,00/in situ m3	f 25,00/in situ m3	f 65,00
klasse 3/4	f 40,00/in situ m3	f 35,00/in situ m3	f 75,00

**Klasse 0/1/2:** De geraamde kosten voor verwerking en storten is inclusief inrichten van eigen depot, bemonsteren van depot, waterbehandeling, afzet op de markt en transport van het marktprodukt.

**Klasse 3/4:** De kosten voor ontgraven en transport komen hoger uit dan de f 25,00/m3 van de aanbesteding uit 1997. De lage eenheidsprijs is ontstaan doordat de aannemer gebruik kon maken van afgeschreven beunbakken. Het is niet realistisch om hier standaard van uit te gaan in ramingen voor een verkenning.

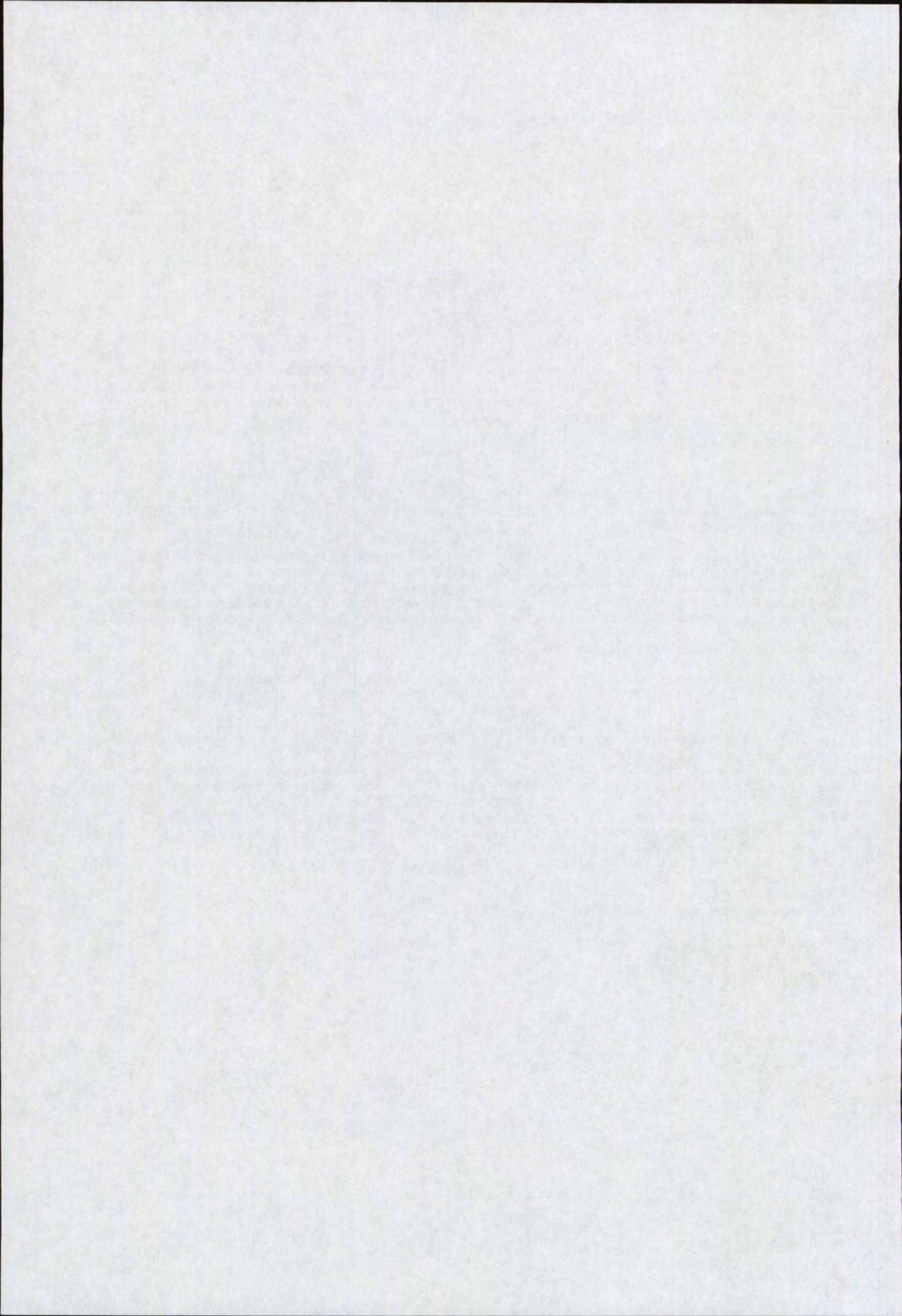
De kosten voor verwerking en storten moeten worden gerekend omdat het niet gaat om het saneren van de waterbodem (nautisch baggeren), maar om een verbetering van de vaarweg. Dit mag volgens de regels officieel niet gratis naar de Slufter. De tarieven uit het verleden (f15,00/m3) zijn herijkt en nu bedraagt het storten van niet-nautische baggerspecie f 35,00/m3. In de toekomst zou de baggerspecie wellicht ook naar andere depots kunnen worden gebracht.

Tot zover de informatie over de kosten baggerspecie.

Met vriendelijke groet,

Marjan van Leerdam







## Bijlage X Prijsniveau directe kosten

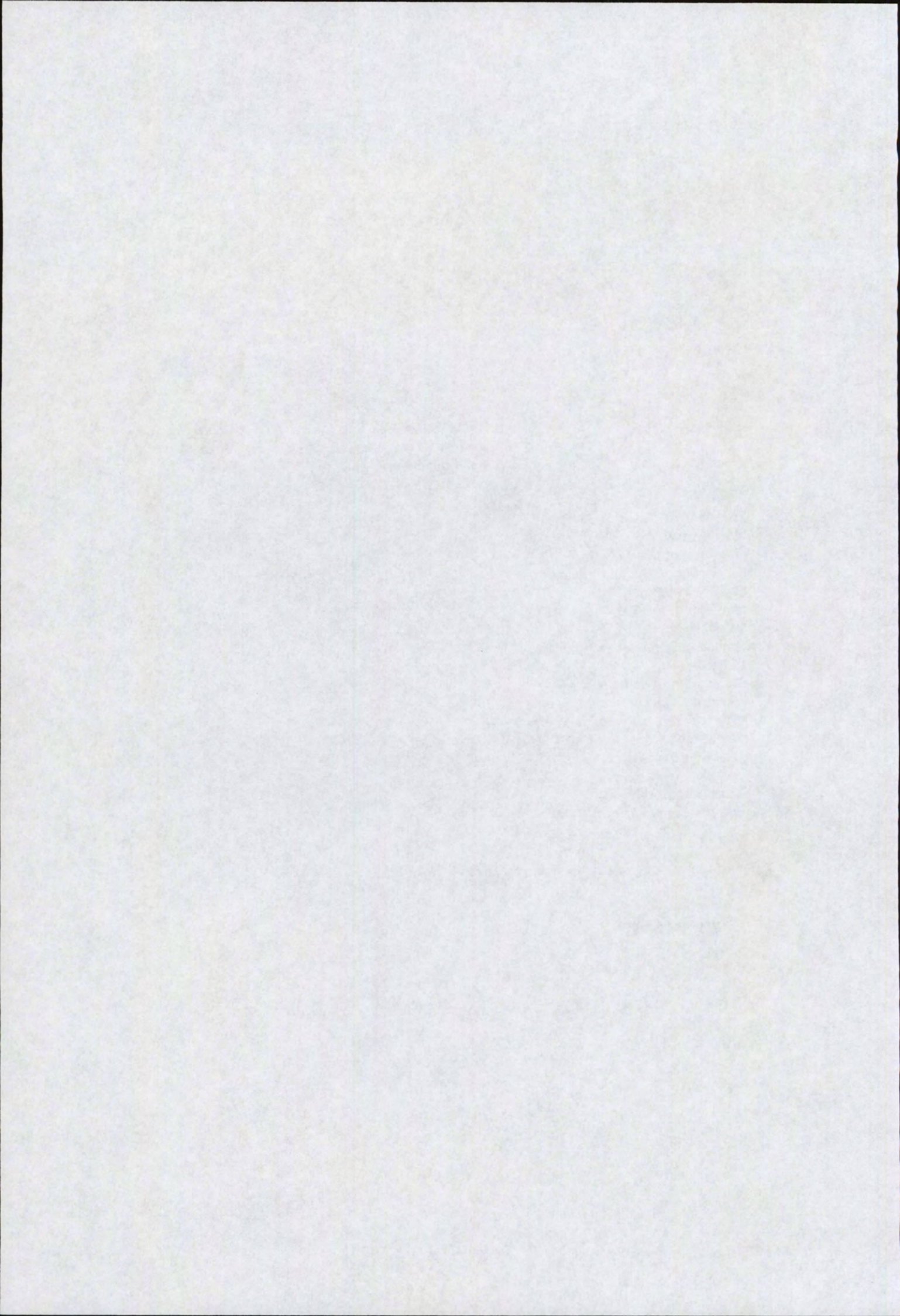
NIC-A-B-99.075

Onderdeel	Totale kosten (excl BTW) in miljoenen gulden	Kosten per eenheid in gulden	Risico op kosten in %	
Bovenhoofd inclusief deuren en bewegingswerken	5,95	23.150/m2	-	+
afm. Vloeropp. 17,6 x 14,6 m2			10	30
Benedenhoofd inclusief deuren en bewegingswerken	5,70	24.150/m2	10	30
afm. Vloeropp. 17,6 x 13,4 m2				
Sluiskolk	7,30	80.000/m1	20	30
afm. Lang 90 m. vloeropp. 90 x 11,8 m2				
Grondkerende constructie voorhavens incl. verankering en 3 m hoge schorten op de damwanden		7.700/m1	20	40
afm. Kerende hoogte ca. 5,00 m				
Electrische installaties	1,70		10	30
Bedieningsgebouw (volgens Schijndel)	1,00		10	50

Mochten er nog vragen zijn neem dan even contact op.

Met vriendelijke groet,

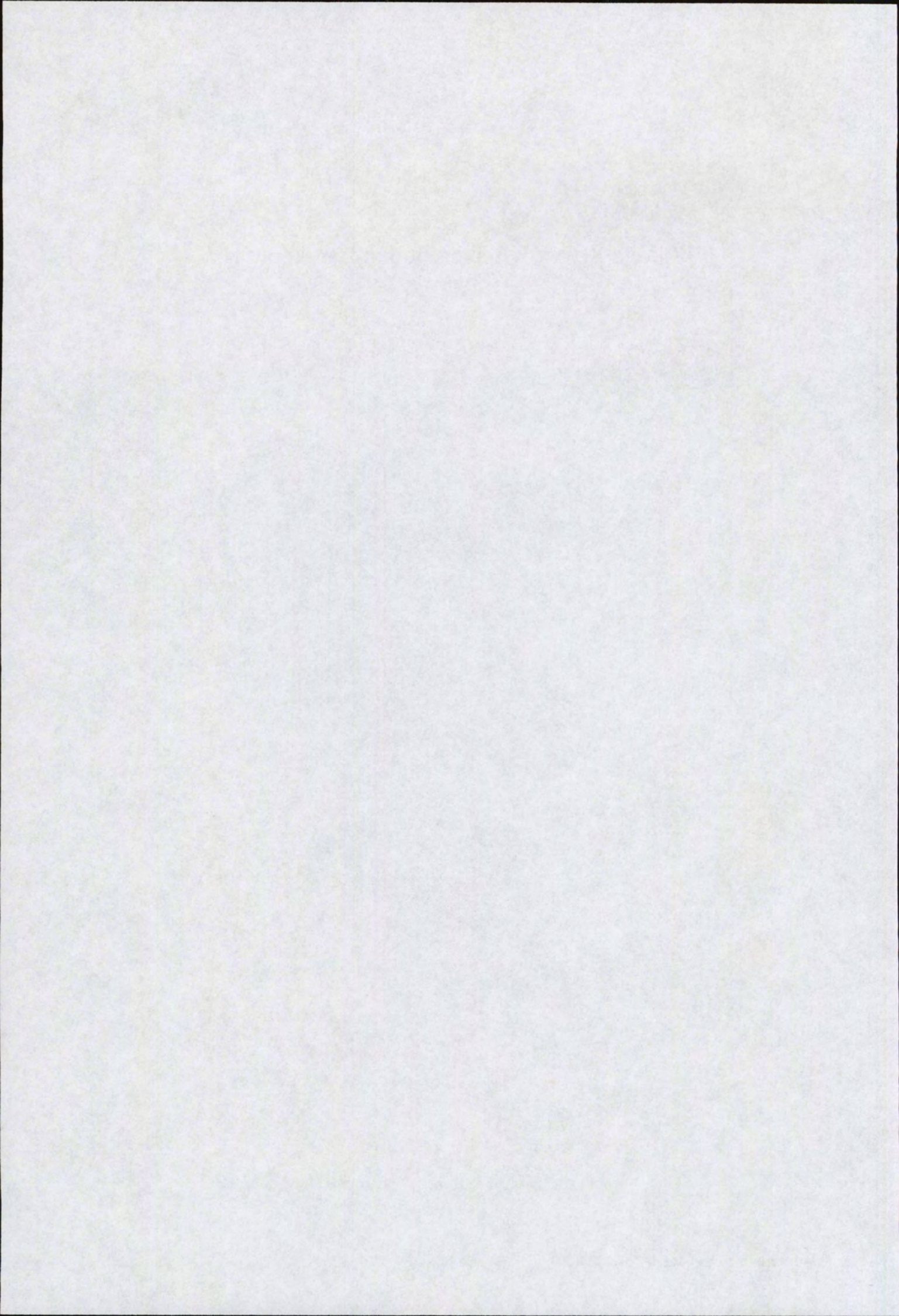






## **Bijlage XI      Hoeveelheden berekening**







## Bijlage XI Hoeveelheden berekening

### Inhoudsopgave

1.	KANAALVERRUIMING.....	2
1.1	Sanering kanaalbodem.....	2
2	Grondwerk.....	2
1.2.1	Uitdiepen bestaand kanaalprofiel t.b.v. verruiming naar klasse IV.....	2
1.2.2	Ontgraven buiten huidig kanaalprofiel tbv verruiming naar klasse IV.....	3
1.2.3	Aanleggen dijk ten noordoosten van de Zuid-Willemsvaart tussen km 102.2 en km 98.4	4
1.2.4	Ophogen maaiveld ten zuidwesten van Zuid-Willemsvaart tussen km 102.2 en km 98.4	4
1.2.5	Verleggen kwelsloten langs zuidoever.....	5
1.3	Beschoeiing.....	5
1.3.1	Trekken bestaande beschoeiing, zowel betonnen als stalen damplanken, inclusief ankers en gordingen.....	5
1.3.2	Aanbrengen beschoeiing.....	5
1.4	Verharding.....	6
1.4.1	Opbreken verhardingen.....	6
1.4.2	Aanleggen verhardingen.....	6
2.	AANPASSEN KUNSTWERKEN.....	7
3.	SLUIZEN.....	7
3.1	Kosten slopen sluisen.....	7
3.2	Aanleg Sluis Doornhoek.....	7
3.2.1	Kosten sluishoofd.....	7
3.2.2	Kosten sluiskolk.....	8
3.2.3	Kosten elektrische installatie.....	8
3.2.4	Kosten Bedieningsgebouw.....	8
3.2.5	Voorhavens.....	8
3.2.6	Aanleg sluis terrein.....	8
3.2.7	Kosten inrichten sluisterrein.....	8
3.3	Aanleg sluis Beek en Donk.....	8
3.3.1	Kosten sluishoofd.....	8
3.3.2	Kosten sluiskolk.....	9
3.3.3	Kosten elektrische installatie.....	9
3.3.4	Kosten Bedieningsgebouw.....	9
3.3.5	Voorhavens.....	9
4.	BIJKOMENDE KOSTEN.....	9
4.1	Grond aankoop.....	9
4.1.1	Grond aankoop tbv verruiming Zuid-Willemsvaart naar klasse IV.....	9
4.1.2	Grond aankoop t.b.v. compensatie.....	9
4.2	Inrichting terrein.....	10
4.2.1	Inzaaien bermen.....	10
4.2.2	Inrichten terrein.....	10







## 1. Kanaalverruiming

### 1.1 Sanering kanaalbodem

Kilometrering :	Lengte	*	Breedte	*	Diepte	= Hoeveelheid	
km 105.0 t/m km 102.2	= 2800 [m]	*	24	*	0.5	= 33600	[m <sup>3</sup> ]
km 102.2 t/m km 98.4	= 3800 [m]	*	24	*	0.5	= 45600	[m <sup>3</sup> ]
km 98.4 t/m km 93.2	= 5200 [m]	*	24	*	0.5	= 62400	+ [m <sup>3</sup> ]
Totaal :						141600	[m <sup>3</sup> ]
Klasse 0/1/2						50% * 141600	= 70800 [m <sup>3</sup> ]
Klasse 3 / 4						50% * 141600	= 70800 [m <sup>3</sup> ]
Reinigen						5% * 141600	= 7080 [m <sup>3</sup> ]

Uit een discussie met deskundige van RWS Directie Zuid-Holland, afdeling IVAS, afdeling AIW en afdeling IVP, is een advies gekomen om 50% van de hoeveelheid bagger in categorie 0/1/2 in te delen en 50% in categorie 3 / 4. Van de baggerspecie in klasse 3 / 4 zal 10% gereinigd moeten worden (mbv hydrocyclonage en zandscheiding, dit is gelijk aan 5% van het totaal (zie bijlage X).

#### Kosten:

Kwaliteit:	Ontgraven en transport	Verwerking en storten	Totaal per m3 in situ
Klasse 0/1/2	€ 18,15 /m <sup>3</sup>	€ 11,34 /m <sup>3</sup>	€ 29.50 /m <sup>3</sup>
Klasse 3 / 4	€ 18,15 /m <sup>3</sup>	€ 15,88 /m <sup>3</sup>	€ 34,03 /m <sup>3</sup>

Reinigen (mbv hydrocyclonage en zandscheiding): € 56,72

Hoeveelheid	*	Kosten/m <sup>3</sup>	= Kosten
70800[m <sup>3</sup> ]	*	€ 29.50 /m <sup>3</sup>	= € 2.088.600
70800[m <sup>3</sup> ]	*	€ 34,03 /m <sup>3</sup>	= € 2.409.324
7080[m <sup>3</sup> ]	*	€ 56,72 /m <sup>3</sup>	= € 401577,60 +
Totale kosten			€ 4.899.501,60

Kosten Sanering: € 4.899.501,60

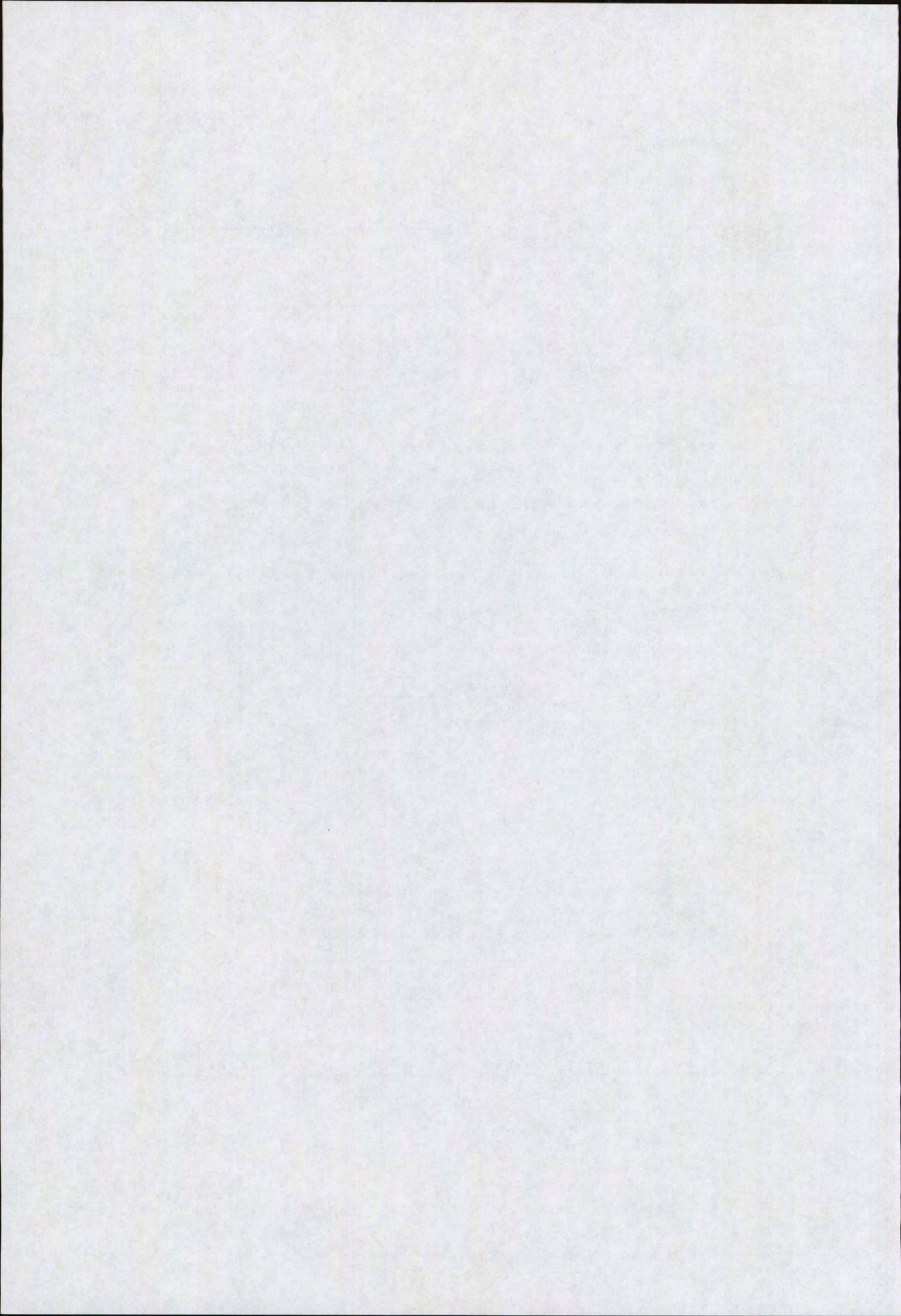
## .2 Grondwerk

### 1.2.1 Uitdiepen bestaand kanaalprofiel t.b.v. verruiming naar klasse IV

Diepte kanaal en hoeveel meter te ontgraven t.b.v. klasse IV (diepte 3,9 m)

Kilometrering :	Diepte na Pandverandering [m]	Diepte na bodem-sanering [m]	Te ontgraven:
km 105.0 t/m km 103.6	2,2	2,7	1,2
km 103.6 t/m km 102.3	0,15	0,65	3,25
km 102.3 t/m km 98.4	4,38	Nvt	0
Km 98.4 t/m 93.2	2.26	2,76	1,14







Kilometrering :	Lengte[m]	*	Breedte	*	Diepte	=	Hoeveelheid
km 105.0 t/m km 103.6	: 1400	*	24	*	1,2	=	40320 [m <sup>3</sup> ]
km 103.6 t/m km 102.3	: 1300	*	24	*	3,25	=	101400 [m <sup>3</sup> ]
km 102.3 t/m km 98.4	: 3900	*	24	*	0	=	0 [m <sup>3</sup> ]
Km 98.4 t/m km 93.2	: 5200	*	24	*	1,14	=	142272 [m <sup>3</sup> ]
Totaal :						=	283992 [m <sup>3</sup> ]

Kosten grond ontgraven in den natte: €5,45 / m<sup>3</sup>

Kosten uitdiepen bestaand kanaalprofiel t.b.v. verruiming naar klasse IV:

€5,45 / m<sup>3</sup> \* 283992 m<sup>3</sup> =

€ 1.547.756.40

### 1.2.2 Ontgraven buiten huidig kanaalprofiel tbv verruiming naar klasse IV

Aanname: Gemiddeld maaiveld ligt op 1,00 m + kanaalpeil.

Te ontgraven [m<sup>3</sup>]:

Kilometrering :	Maaiveld tov NAP	-	Bodem tov NAP	=	Te ontgraven:
km 105.0 t/m km 103.6	9,52	-	4,62	=	4,90
km 103.6 t/m km 103.4	11,57	-	4,62	=	6,95
km 103.4 t/m km 102.3	11,57	-	4,62	=	6,95
Km 102.2 t/m km 98.4	11,57	-	8,85	=	2,72
km 98.4 t/m km 94.0	13,75	-	8,85	=	4,90
Km 94.0 t/m 93.2	13,75	-	8,85	=	4,90

Te ontgraven [m<sup>3</sup>]

Kanaalprofiel	Kilometrering :	Lengte[m]	Breedte	Diepte	Hoeveelheid
1	km 105.0 t/m km 103.6	= 1400	* 18	* 4,90	= 123480 [m <sup>3</sup> ]
1	km 103.6 t/m km 103.4	= 200	* 18	* 6,95	= 25020 [m <sup>3</sup> ]
2	km 103.4 t/m km 102.3	= 1100	* 18	* 6,95	= 137610 [m <sup>3</sup> ]
2	Km 102.2 t/m km 98.4	= 3800	* 18	* 2,72	= 186048 [m <sup>3</sup> ]
2	km 98.4 t/m km 94.0	= 4400	* 18	* 4,90	= 388080 [m <sup>3</sup> ]
1	Km 94.0 t/m 93.2	= 800	* 18	* 4,90	= 70560 [m <sup>3</sup> ]

Ten behoeve van de natuurvriendelijke oever in kanaalprofiel 2, dient er nog 1 m<sup>3</sup> / m<sup>1</sup> extra uitgegraven te worden (zie figuur 1).







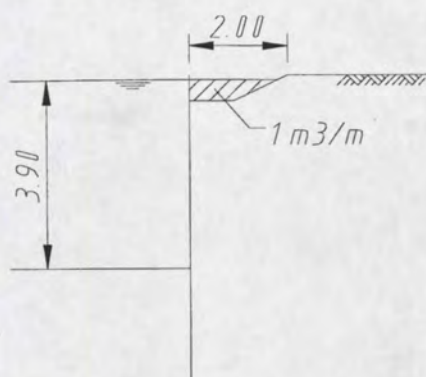


Fig. 1 Inhoud natuurvriendelijke oever

Totale hoeveelheid te ontgraven:

Kanaal-profiel	Kilometrerings :	Hoeveelheid [m³]	+ Lengte [m]	* m³ / m¹	= Hoeveelheid [m³]
1	km 105.0 t/m km 103.6	123480			123480 [m³]
1	km 103.6 t/m km 103.4	25020			25020 [m³]
2	km 103.4 t/m km 102.3	137610	+ 1100	* 1	= 138710 [m³]
2	Km 102.2 t/m km 98.4	186048	+ 3800	* 1	= 189848 [m³]
2	km 98.4 t/m km 94.0	388080	+ 4400	* 1	= 392480 [m³]
1	Km 94.0 t/m 93.2	70560			70560 [m³]
Totaal:					940098 [m³]

Kosten grond ontgraven in den droge (inclusief transport en verwerken in het werk): € 3.63 / m³

Kosten ontgraving buiten bestaand kanaalprofiel

$$€3,63 / m^3 * 940098 m^3 = € 3.412.555,74$$

### 1.2.3 Aanleggen dijk ten noordoosten van de Zuid-Willemsvaart tussen km 102.2 en km 98.4

Tussen nieuwe sluis Doornhoek en huidige sluis 5

Inhoud dijkprofiel (zie fig. 7.4): 5,8 m³/m¹

Hoeveelheid grond t.b.v. dijk: 3800 [m] \* 5,8 m³/m¹ = 22040 [m³]

### 1.2.4 Ophogen maaiveld ten zuidwesten van Zuid-Willemsvaart tussen km 102.2 en km 98.4

Tussen nieuwe sluis Doornhoek en huidige sluis 5

Inhoud ophoging (zie dwarsprofiel 4): 24 m³/m¹

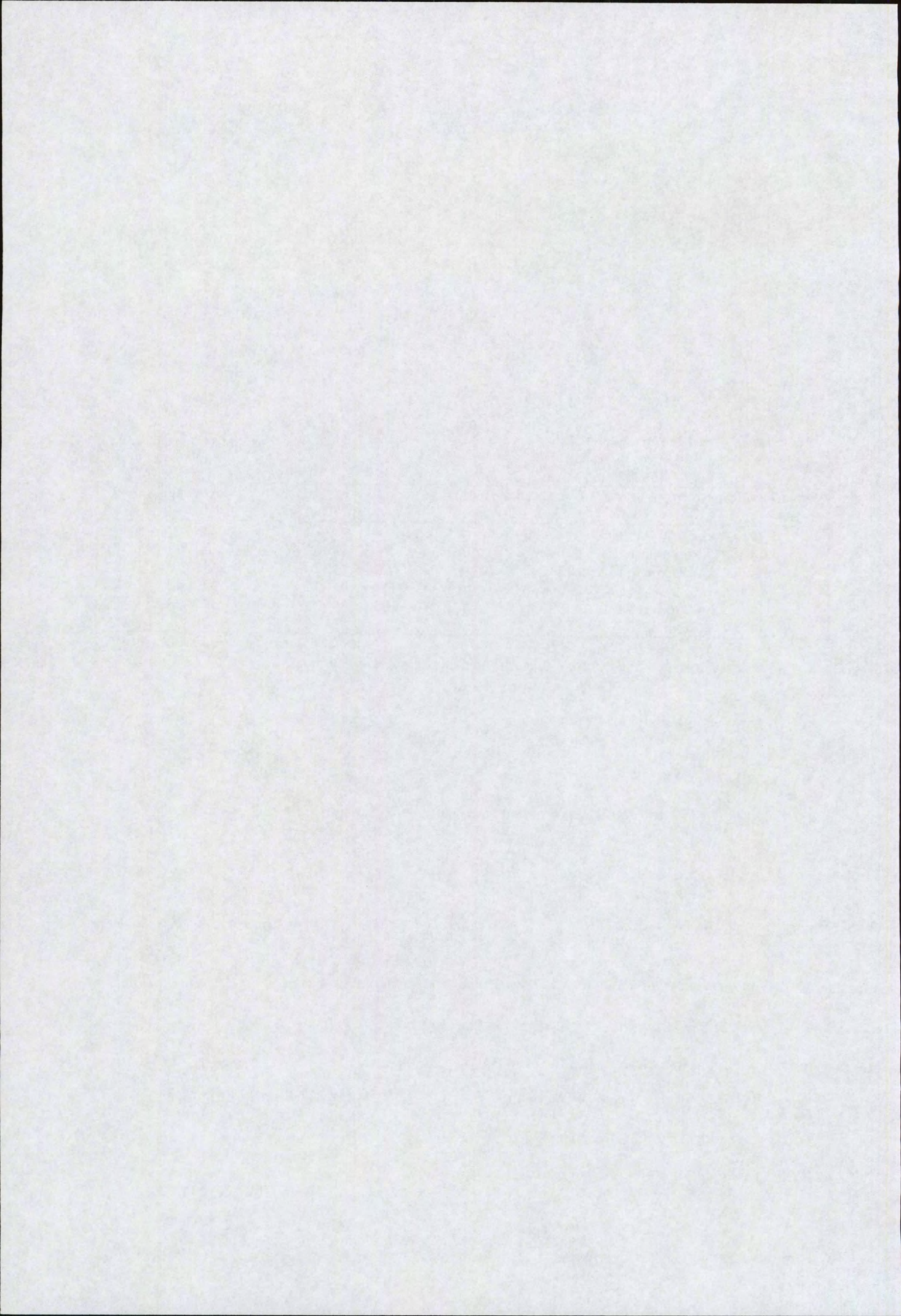
Hoeveelheid grond t.b.v. maaiveld ophoging: 3800 [m] \* 24 m³/m¹ = 91200 [m³]

Totale hoeveelheid grond t.b.v. ophogingen: 113240 [m³]

Kosten aanleggen dijk en ophogen maaiveld:

$$€2,27 / m^3 * 113240 m^3 = € 257.054,80$$







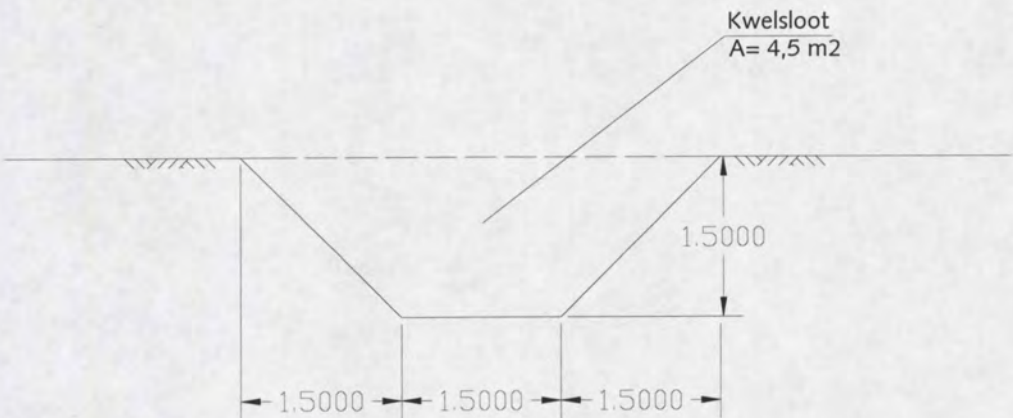
1.2.5 Verleggen kwelsloten langs zuidoever

Voor berekening van de inhoud van de kwelsloot per strekkende meter zie figuur 2

Kilometrering :	Lengte[m]	*	Inhoud m³/m¹	=	Hoeveelheid te verleggen sloot:	
km 103.65 t/m km 102.45	= 1200	*	4,5	=	5400	[m³]
km 101.90 t/m 99.6	= 2300	*	4,5	=	10350	[m³]
km 99.65 t/m 95.1	= 4550	*	4,5	=	20475	[m³]
Km 94.95 t/m km 94.0	= 800	*	4,5	=	3600	[m³]
					+	
			Totaal:		39825	[m³]

Kosten verleggen kwelsloot: € 5,45 / m³

€ 5,45 / m³ \* 39825 = € 217.046,25



Figuur 2: Inhoud te verleggen kwelsloot

1.3 Beschoeiing

1.3.1 Trekken bestaande beschoeiing, zowel betonnen als stalen damplanken, inclusief ankers en gordingen.

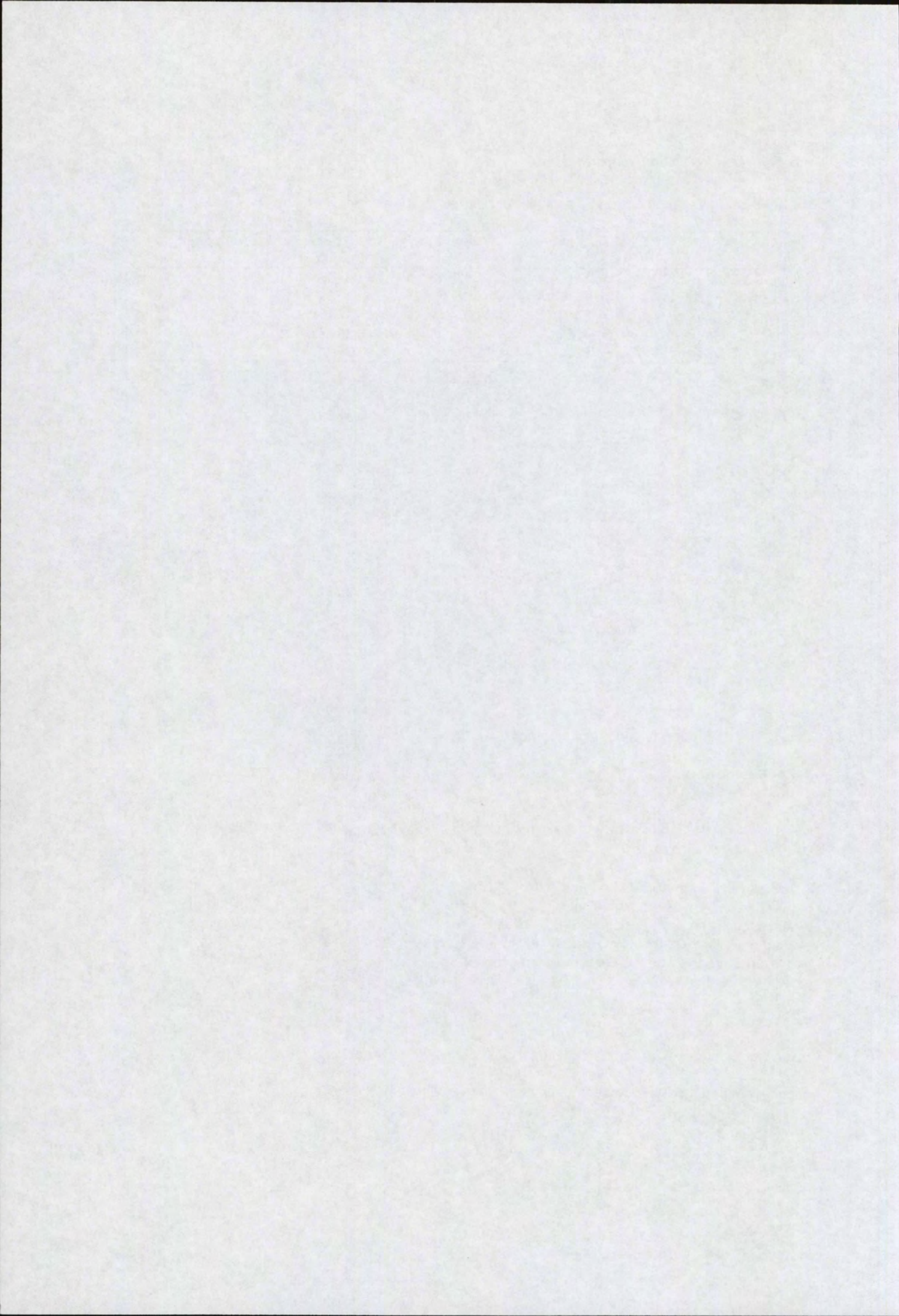
Noordoost oevers km 105.0 t/m km 93.2	11800 m
Zuidwest oevers km 105.0 t/m km 93.2	11800 m
Tpv huidige sluizen geen beschoeiing: 2 * 100 m	-200 m
Tpv zuidoever km 101.9 t/m km 102.4 (oude zwaaiikom) geen beschoeiing	-500 m
Tpv Haven in Veghel km 103.9 geen beschoeiing:	-100 m
Tpv Haven Campina in Veghel km 104.4 geen beschoeiing	-50 m
	+
Totaal:	22750 m

Kosten verwijderen bestaande beschoeiing inclusief verwijderen verankering: € 90,76/ m¹

Kosten verwijderen bestaande beschoeiing inclusief verwijderen verankering:  
€ 90,767 / m¹ \* 22750 m¹ = € 2.064.699,98

1.3.2 Aanbrengen beschoeiing







Noordoost oevers km 105.0 t/m km 93.2	11800 m
Nieuwe sluis geen beschoeiing: 138,50 m	-138,5 m
Zuidwest oever km 105.0 t/m km 103.4 minus haven (100 m)	1500 m
Zuidwest oever km 99.7 t/m km 99.5	200 m
Zuidwest oever km 94.0 t/m km 93.2	800m
	<b>Totaal:</b> <u>14161,5m</u>

Kosten aanbrengen stalen damwanden, 10 meter lang, inclusief verankering: € 1270,58/ m<sup>1</sup>

Kosten aanbrengen stalen damwanden, 10 meter lang, inclusief verankering:  
 € 1270,58/ m<sup>1</sup> \* 14161.5 m<sup>1</sup> = **€ 17.993.383,88**

### 1.3.3 Aanbrengen beschoeiing t.b.v. natuurvriendelijke oevers

Zuidwest oever km 103.4 t/m km 99.7	3700 m
Zuidwest oever km 99.5 t/m km 94.0	5500 m
	<b>Totaal:</b> <u>9200 m</u>

Kosten aanbrengen damwand langs natuurvriendelijke oevers: € 731.95/m<sup>1</sup>

Kosten aanbrengen stalen damwanden, 9 meter lang, exclusief verankering:  
 € 731.95/ m<sup>1</sup> \* 9200 m<sup>1</sup> = **€ 6.733.916.89**

## 1.4 Verharding

### 1.4.1 Opbreken verhardingen

Verharding	Kilometrerig :	Lengte [m]	* Breedte [m]	= Oppervlakte [m <sup>2</sup> ]
Puinpad	Km 105.15 t/ km 104.0	1150	* 3,00	= 3450
Puinpad	Km 103.85 t/m km 103.67	180	* 3,00	= 540
Asfalt	Tpv sluis 4	Nvt	* Nvt	= 473
Asfalt	Tpv opslagterrein	Nvt	* Nvt	= 137
Asfalt	Km 103.6 t/m km 98.4	5200	* 4,70	= 24440
Puinpad	Km 98.41 t/m km 95.22	3190	* 3,20	= 10208
Asfalt	Km 95.22 t/m km 94.45	770	* 6,00	= 4620
Klinkers	Km 94.45 t/m 93.86	590	* 4,00	= 2360
Asfalt	Km 93.86 t/m km 93.2	660	* 5,50	= 3630

Kosten opbreken verhardingen

Verharding	Kosten per m <sup>2</sup> :	* Totale hoeveelheid	= Kosten
Asfalt	€ 12.25	* 33300	= € 407925,-
Puin	€ 4.08	* 14198	= € 57927,84
Klinkers	€ 9.08	* 2360	= € 21428,80
			<b>Totaal:</b> <u>€ 487281.64</u>

Kosten opbreken verharding **€ 487.281,64**

### 1.4.2 Aanleggen verhardingen







Verharding	Kilometrerings :	Lengte [m]	Breedte [m]	Oppervlakte [m <sup>2</sup> ]
Puinpad	Km 105.15 t/ km 104.0	1150	* 3,50	= 4025
Puinpad	Km 103.85 t/m km 103.65	200	* 3,50	= 700
Asfalt	Km 103.65 t/m km 98.4	5250	* 4,50	= 23625
Puinpad	Km 98.41 t/m km 95.22	3190	* 3,00	= 9570
Asfalt	Km 95.22 t/m km 93.2	2020	* 3,50	= 7070

Kosten aanleggen verhardingen

Verharding	Kosten per m <sup>2</sup>	* Totale hoeveelheid	= Kosten
Asfalt	€ 32,67	* 30695	= € 1.002.805,65
Puin	€ 13,61	* 14295	= € 194554,95
Totaal:			€ 1197360,60

Kosten aanleggen verharding **€ 1.197.360,60**

## 2. Aanpassen kunstwerken

Spoorwegbrug t.p.v. km 104,9	<b>€ 226.890,11</b>
Brug N265 t.p.v. km 103,5	<b>€ 1.361.340,65</b>
Erpse brug t.p.v. km 99.6	<b>€ 1.361.340,65</b>
Beekse brug t.p.v. km 93.2	<b>€ 1.361.340,65</b>
Duiker Goorloop t.p.v. 95.0	<b>€ 226.890,11</b>

## 3. Sluizen

### 3.1 Kosten slopen sluizen

3.1.1 Kosten slopen sluis 4	<b>€ 453.780,22</b>
3.1.2 Kosten slopen sluis 5	<b>€ 453.780,22</b>
3.1.3 Kosten slopen sluis 6	<b>€ 453.780,22</b>

### 3.2 Aanleg Sluis Doornhoek

#### 3.2.1 Kosten sluishoofd

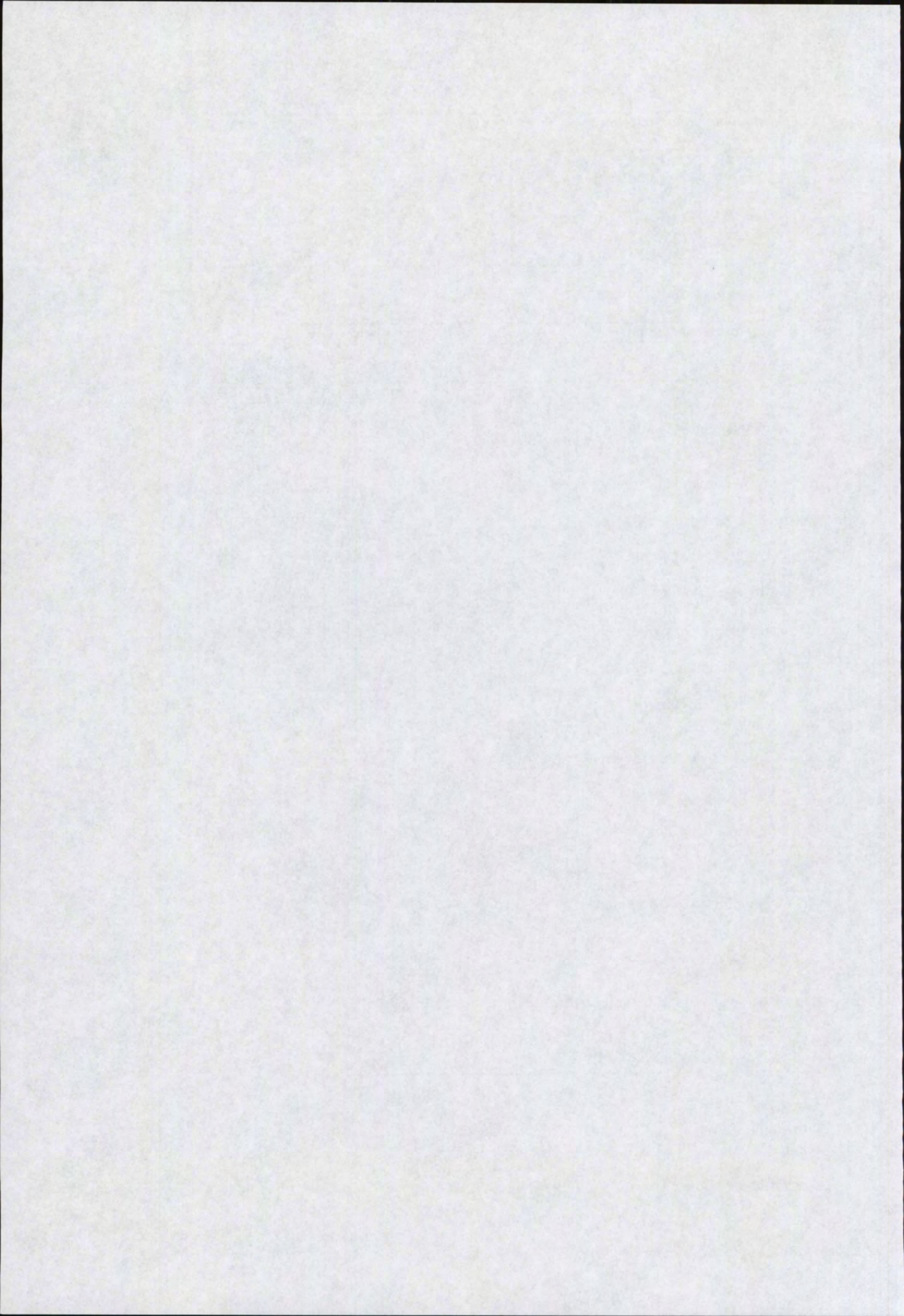
Oppervlakte boven- en benedenhoofd (zie tekening 11.06.02.05):

Vloer + muren	15 [m] * 14,25 [m]	= 213.75 [m <sup>2</sup> ]
Luiken	6,8 [m] * 2,8 [m]	= 19.04 [m <sup>2</sup> ]
		<b>232,79 [m<sup>2</sup>]</b>

- Bovenhoofd:	€ 10.505,01/m <sup>2</sup>
- Benedenhoofd:	€ 10.958,79/m <sup>2</sup>

Kosten bovenhoofd: 232,79 \* € 10.505,01= **€ 2.445.461,74**







Kosten benedenhoofd:	232,79 * € 10.958,79=	€ 2.551.097,24
----------------------	-----------------------	----------------

### 3.2.2 Kosten sluiskolk

Kosten sluiskolk per strekkende meter: € 36.302,42  
 Lengte van de sluiskolk: 110

Kosten sluiskolk:	110 * € 36.302,42 =	€ 3.993.265,90
-------------------	---------------------	----------------

### 3.2.3 Kosten elektrische installatie

€ 771.426,37

### 3.2.4 Kosten Bedieningsgebouw

€ 453.780,22

### 3.2.5 Voorhavens

Lengte van de voorhaven (zie tekening 11.06.02.05): 231 [m] \* 2 = 462 m<sup>1</sup>  
 Kosten voorhaven per stekkende meter € 3.494,11

Kosten voorhavens 462 m <sup>1</sup> * € 3.494,11=	€ 1.614.277,74
--	----------------

### 3.2.6 Aanleg sluis terrein

Zie voor afmetingen tekening 11.06.02.05.

Aan te leggen sluis terrein: 10 [m] \* 138.5 [m] \* 5.88 [m] = 6468 [m<sup>3</sup>]

Kosten grond verwerken per m<sup>3</sup>: € 2,27

Kosten aanleg sluis terrein	€ 2,27 * 6468 =	€ 14.675,25
-----------------------------	-----------------	-------------

Aan te leggen dam: 112.89 m<sup>2</sup> \* 32 [m] = 3613 [m<sup>3</sup>]

Kosten grond verwerken per m<sup>3</sup>: € 2,27

Kosten aanleg dam	€ 2,27 * 3613 =	€ 8.197,54
-------------------	-----------------	------------

### 3.2.7 Kosten inrichten sluisterrein

€ 113.445,05

## 3.3 Aanleg sluis Beek en Donk

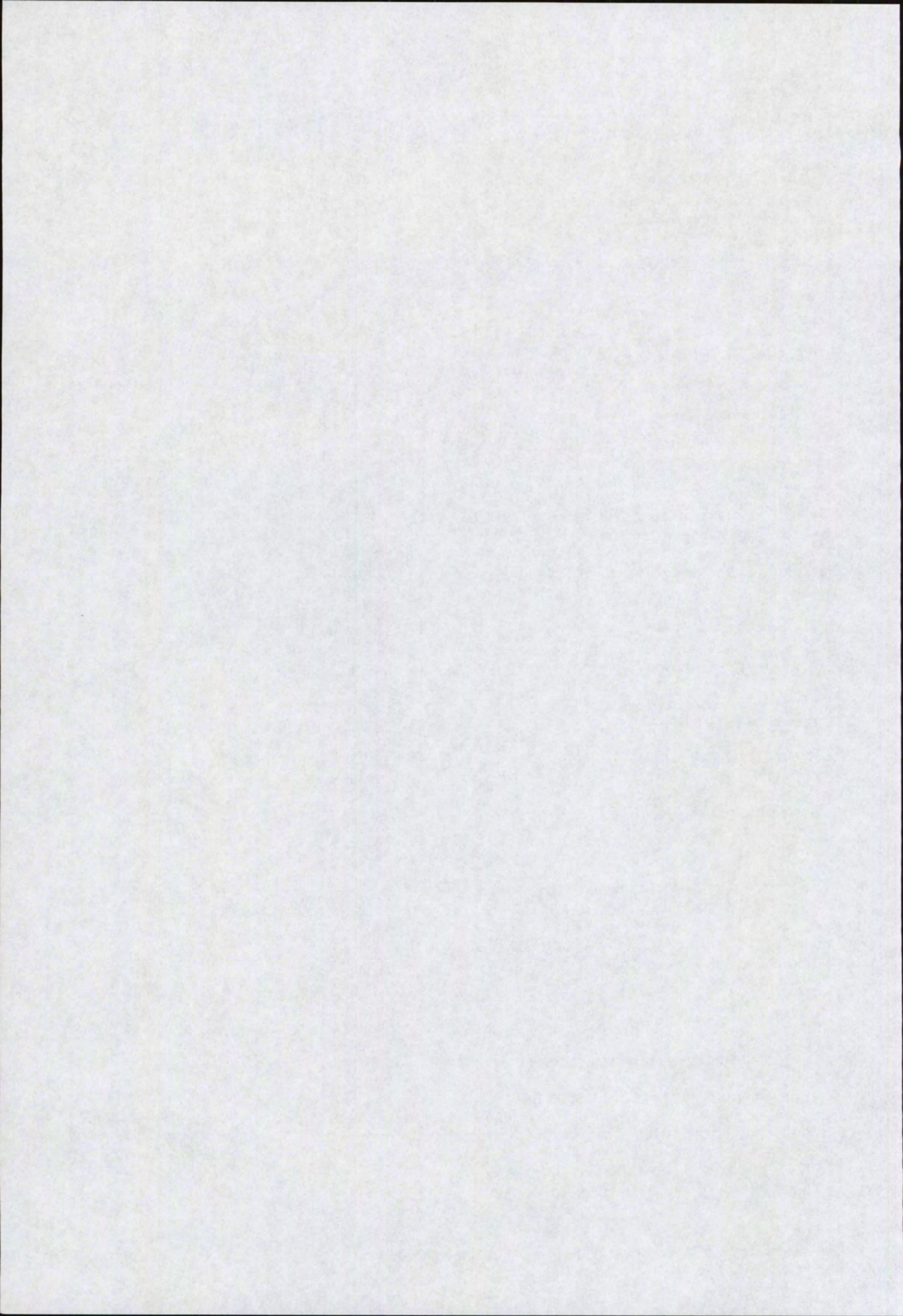
### 3.3.1 Kosten sluishoofd

Oppervlakte boven- en benedenhoofd (zie tekening 11.06.02.05):

Vloer + muren	15 [m] * 14,25 [m]	= 213.75 [m <sup>2</sup> ]
Luiken	6,8 [m] * 2,8 [m]	= 19.04 [m <sup>2</sup> ]
		+
		232,79 [m <sup>2</sup> ]

- Bovenhoofd:	€ 10.505,01/m <sup>2</sup>
---------------	----------------------------







- Benedenhoofd: € 10.958,79/m<sup>2</sup>

Kosten bovenhoofd:	232,79 * € 10.505,01=	€ 2.445.461,74
Kosten benedenhoofd:	232,79 * € 10.958,79=	€ 2.551.097,24

### 3.2.2 Kosten sluiskolk

Kosten sluiskolk per strekkende meter: € 35.031,84

Lengte van de sluiskolk: 110

Kosten sluiskolk:	110 * € 35.031,84=	€ 3.853.501,89
-------------------	--------------------	----------------

### 3.3.3 Kosten elektrische installatie

€ 771.426,37

### 3.3.4 Kosten Bedieningsgebouw

€ 453.780,22

### 3.3.5 Voorhavens

Lengte van de voorhaven (zie tekening 11.06.02.05): 231 [m] \* 2 = 462 m<sup>1</sup>

Kosten voorhaven per stekkende meter € 3.494,11

Kosten voorhavens 462 m <sup>1</sup> * € 3.494,11=	€ 1.614.277,74
--	----------------

### 3.3.6 Kosten inrichten sluisterrein

€ 113.445,05

## 4. Bijkomende kosten

### 4.1 Grond aankoop

#### 4.1.1 Grond aankoop tbv verruiming Zuid-Willemsvaart naar klasse IV

Schatting: Gemiddeld een strook van 10 meter langs de huidige inspectie weg ten Zuidwesten van de Zuid-Willemsvaart:

10 meter \* 11700 (km 103.9 – 94,0) = 99000 m<sup>2</sup>

Kosten grondaankoop: € 6.81 / m <sup>2</sup> * 99000 m <sup>2</sup> =	€ 673863,62
---	-------------

#### 4.1.2 Grond aankoop t.b.v. compensatie

Schatting: Gemiddeld een strook van 10 meter langs de huidige inspectie weg ten Zuidwesten van de Zuid-Willemsvaart:

10 meter \* 11700 (km 103.9 – 94,0) = 99000 m<sup>2</sup>

Kosten grondaankoop: € 8.17 / m <sup>2</sup> * 99000 m <sup>2</sup> =	€ 808636,35
---	-------------

Totaal kosten grondaankoop:	€ 1.482.499,97
-----------------------------	----------------







## 4.2 Inrichting terrein

### 4.2.1 Inzaaien bermen

Op de Zuidwest oever ligt aan de ene kant van het inspectie pad een berm van 2 meter en aan de ander kant een berm van 1 meter. Dus 3 m<sup>2</sup>/m<sup>1</sup>.

Km 105,0 – Km 93.3 = 11700 m \* 3 = 35100 [m<sup>2</sup>]

Kosten inzaaien: € 2.27/m<sup>2</sup> \* 35100 m<sup>2</sup> = € 79638.43

### 4.2.2 Inrichten terrein

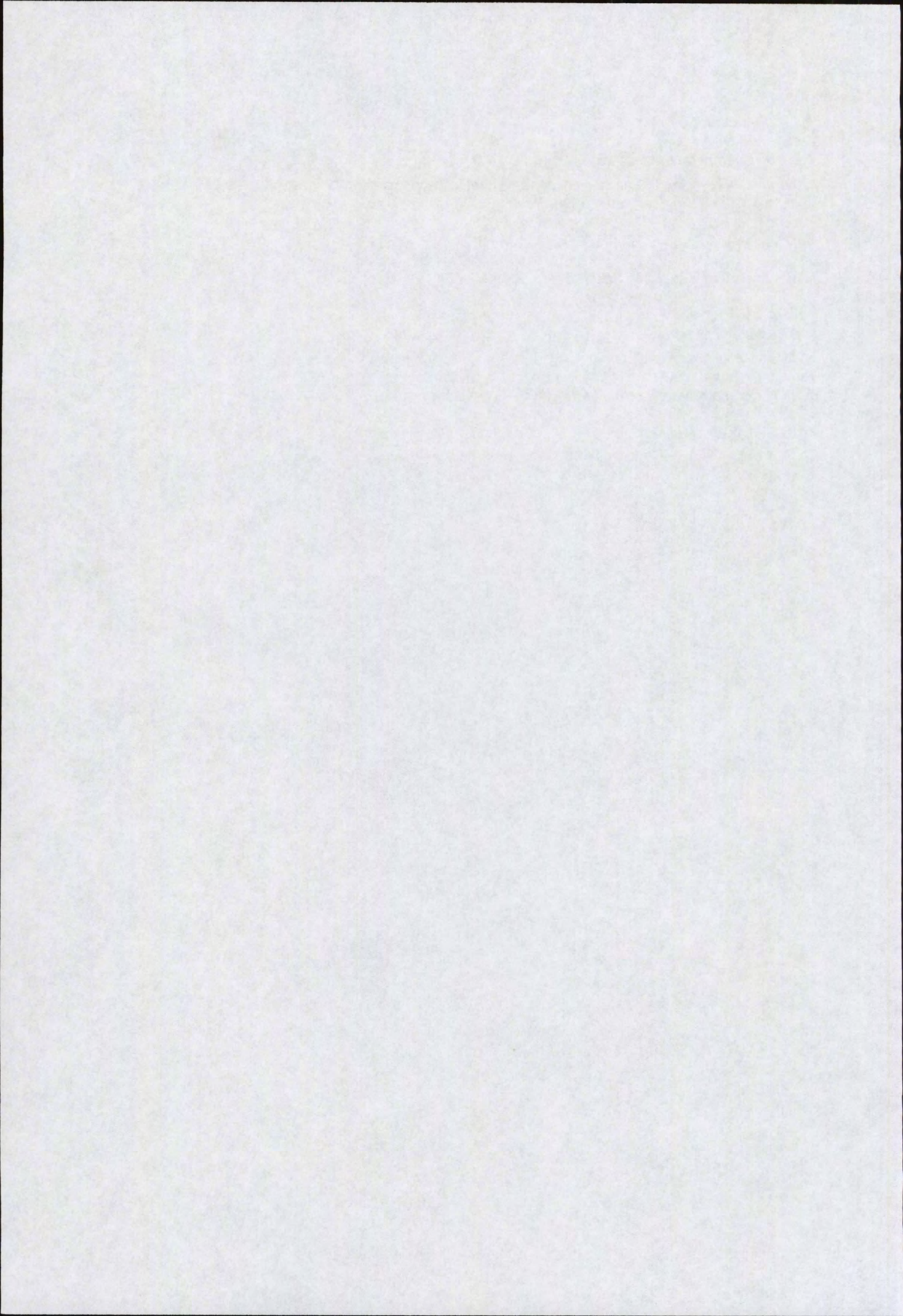
Er zijn in totaal twee terreinen die na herinrichting van het gebied ingeplant moet worden.

Terrein 1 is een deel van het oude opslag terrein tpv km 103.7: 415 m<sup>2</sup>

Terrein 2 is een terrein waar een schuur van RWS staat tpv 103.6: 431 m<sup>2</sup>

Kosten inrichten terreinen: € 3.63/m<sup>2</sup> \* 846 = € 3071,18







## **Bijlage XII      PRI-raming**

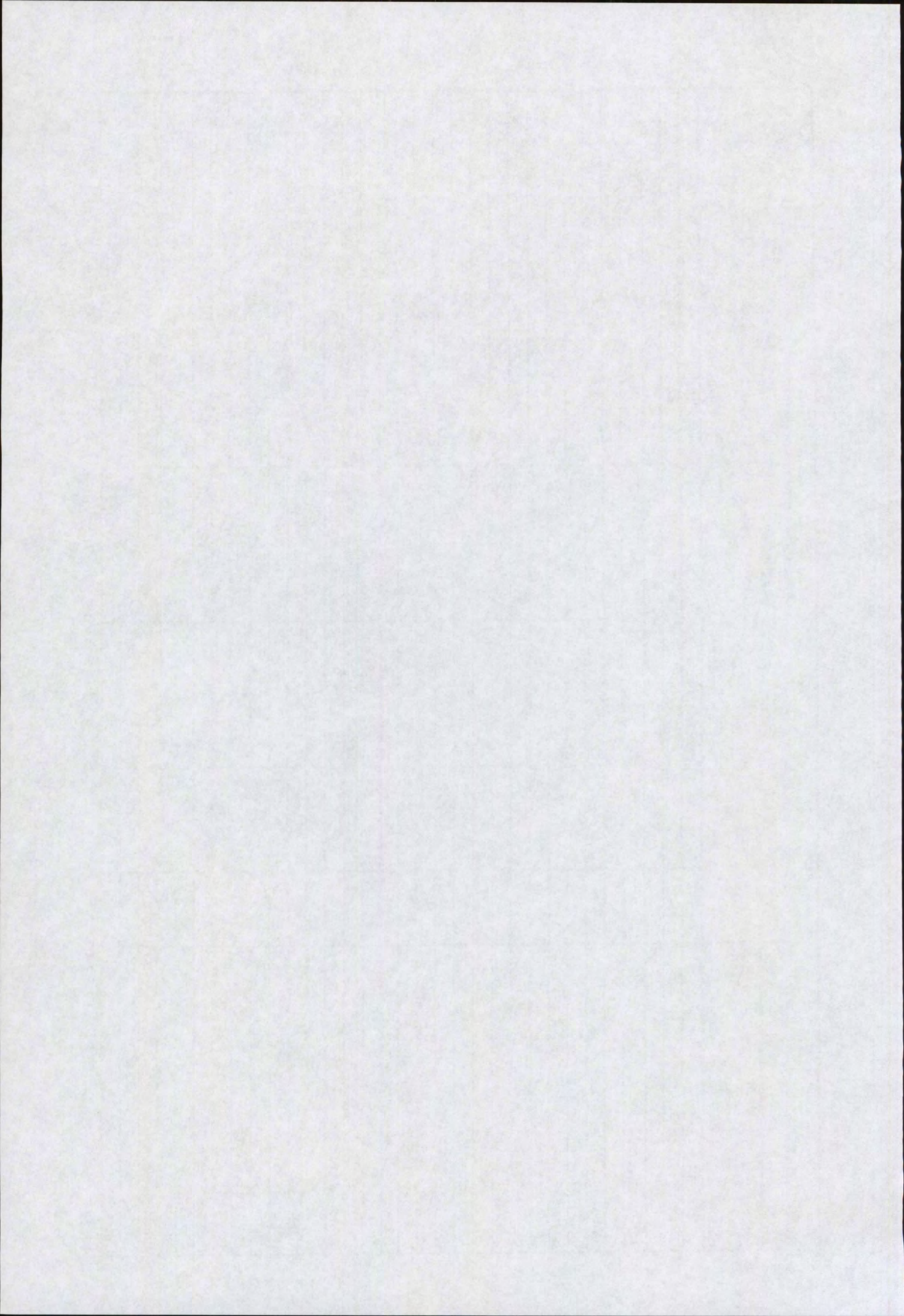






Rijkswaterstaat Directie Noord Brabant		Projectraming				Planstudie "Verder over Water"	
Opsteller: H. van Ooijen						Verruiming Zuid-Willemsvaart km 105.0 t/m 92.3	
Versie: 1						Inclusief vervangen sluis 4 t/m 6	
Prijspiell: jan-99							
Omschrijving:		Eenheid:	Hoeveelheid:	Eenheidsprijs:	Bedrag:	Opmerkingen:	
<b>DIRECTE KOSTEN</b>							
<b>1. Kanaalverruiming</b>							
<i>1.1 Sanering kanaalbodem:</i>							
Sanering kanaalbodem; klasse 0/1/2		m3	70800	€ 29,50	€ 2.088.296,55		
Sanering kanaalbodem; klasse 3/4		m3	70800	€ 34,03	€ 2.409.572,95		
Reiniging te storten baggerspecie		m3	7080	€ 56,72	€ 401.595,49		
<b>Subtotaal saneren:</b>		€			<b>€ 4.899.464,99</b>		
<i>1.2 Grondwerk:</i>							
Uitdiepen bestaand kanaalprofiel		m3	283992	€ 5,45	€ 1.546.439,41	Ontgraven in den natte	
Ontgraving buiten bestaand kanaalprofiel		m3	940098	€ 3,63	€ 3.412.782,99	Ontgraven in den droge	
Aanleggen dijk noord-oost-oever		m3	22040	€ 2,27	€ 50.006,58		
Ophogen mv zuid-west-oever		m3	91200	€ 2,27	€ 206.923,78		
Omleggen kwelsloot		m3	39825	€ 5,45	€ 216.861,57		
<b>Subtotaal grondwerk</b>		€			<b>€ 5.433.014,33</b>		
<i>1.3 Beschoeiing:</i>							
Trekken bestaande beschoeiing		m1	22750	€ 90,76	€ 2.064.699,98	Zowel stalen als betonnen damplanken	
Aanbrengen beschoeiing		m1	14161,5	€ 1.270,58	€ 17.993.383,88	stalen damwand 10 [m] lang, verankerd	
Aanbrengen beschoeiing in eco-zone		m1	9200	€ 731,95	€ 6.733.916,89		
<b>Subtotaal beschoeiing</b>		€			<b>€ 26.792.000,76</b>		
<i>1.4 Verharding:</i>							
Opbreken puinpad		m2	14198	€ 4,08	€ 57.984,94		
Opbreken asfaltweg		m2	33300	€ 12,25	€ 407.993,79		

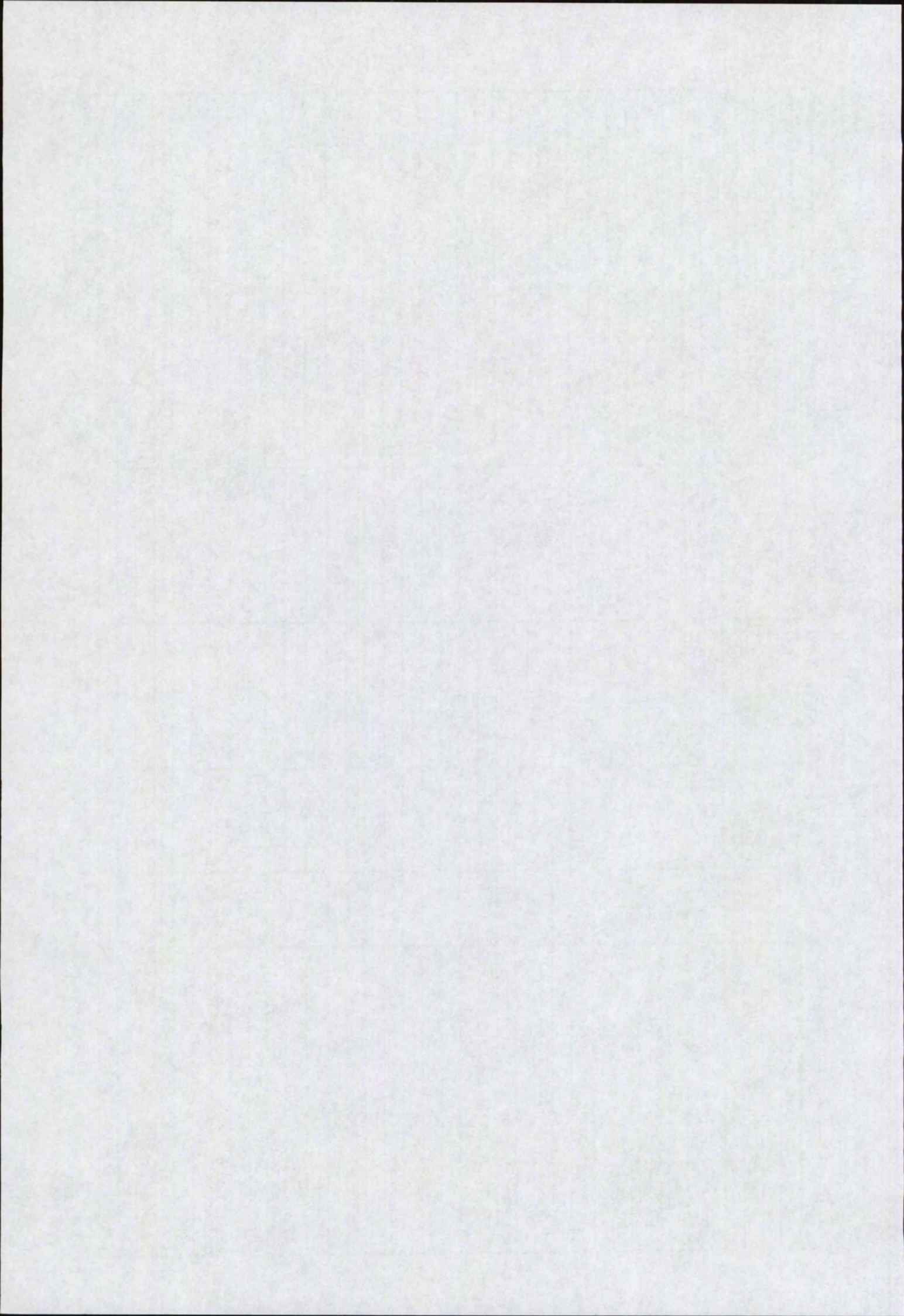






Omschrijving:	Eenheid:	Hoeveelheid:	Eenheidsprijs:	Bedrag:	Opmerkingen:
Opbreken Klinkerverharding	m2	2360	€ 9,08	€ 21.418,43	
<b>Subtotaal opbreken verharding</b>				€ 487.397,16	
Aanleggen puinpad	m2	14295	€ 13,61	€ 194.603,65	
Aanleggen asfaltweg	m2	30695	€ 32,67	€ 1.002.872,43	
<b>Subtotaal aanleggen verharding</b>				€ 1.197.476,07	
<b>Subtotaal verharding</b>	€			€ 1.684.873,24	
<b>2. Aanpassen kunstwerken</b>					
Aanpassen Spoorwegbrug t.p.v. Km 104,9	st	1		€ 226.890,11	
Aanpassen Brug N265 t.p.v. Km 103,5	st	1		€ 1.361.340,65	
Aanpassen Erpse brug t.p.v. Km 99,6	st	1		€ 1.361.340,65	
Aanpassen Beekse brug t.p.v. Km 93,2	st	1		€ 1.361.340,65	
Aanpassen Duiker Goorloop t.p.v. km 95,0	st	1		€ 226.890,11	
<b>Subtotaal kunstwerken</b>	st	1		€ 4.537.802,16	
<b>3. Sluizen</b>					
<b>3.1 Slopen sluizen:</b>					
Slopen Sluis 4	st	1		€ 453.780,22	
Slopen Sluis 5	st	1		€ 453.780,22	
Slopen Sluis 6	st	1		€ 453.780,22	
<b>Subtotaal slopen sluizen</b>	€			€ 1.361.340,65	
<b>3.2 Aanleg Sluis Doornhoek</b>					

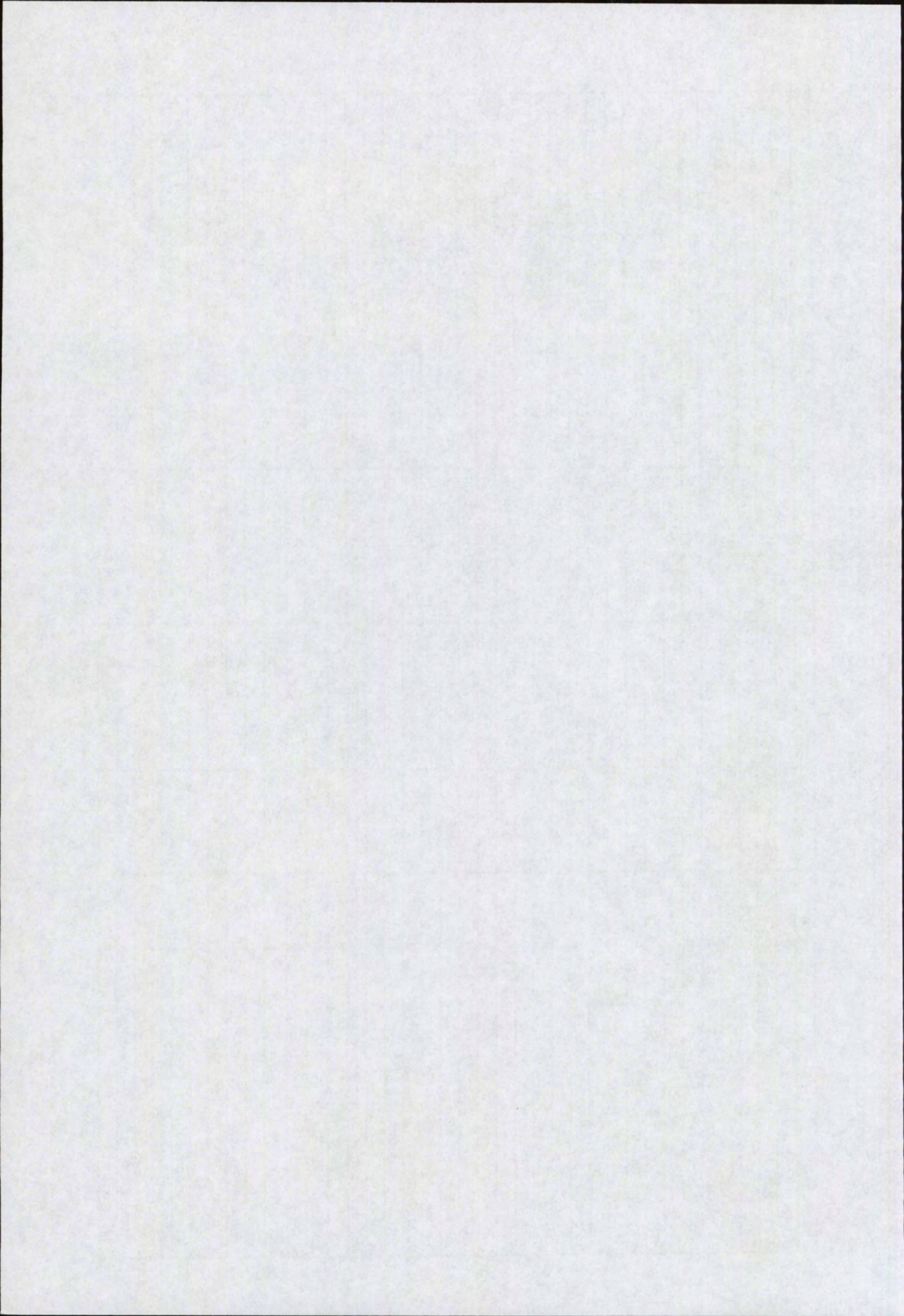






Omschrijving:	Eenheid:	Hoeveelheid:	Eenheidsprijs:	Bedrag:	Opmerkingen:
Sluis met voorhavens					
Bovenhoofd	m2	232,79	€ 10.505,01	€ 2.445.461,74	
Benedenhoofd	m2	232,79	€ 10.958,79	€ 2.551.097,24	
Sluiskolk	m1	110	€ 36.302,42	€ 3.993.265,90	
Electrische installatie	st	1	€ 771.426,37	€ 771.426,37	
Bedieningsgebouw	st	1	€ 453.780,22	€ 453.780,22	
Voorhavens	m1	342	€ 3.494,11	€ 1.194.984,82	
Aanleggen sluis terrein tpv km 102.3	m3	6468	€ 2,27	€ 14.675,25	
Aanleggen dam tpv km 102.3	m3	3613	€ 2,27	€ 8.197,54	
Inrichting sluisterrein	st	1		€ 113.445,05	
<b>Subtotaal aanleg Sluis Doornhoek</b>	€			<b>€ 11.546.334,14</b>	
<b>3.3 Aanleg Sluis Beek en Donk</b>					
Sluis met voorhavens					
Bovenhoofd	m2	232,79	€ 10.505,01	€ 2.445.461,74	
Benedenhoofd	m2	232,79	€ 10.958,79	€ 2.551.097,24	
Sluiskolk	m1	110	€ 35.031,83	€ 3.853.501,60	
Electrische installatie	st	1	€ 771.426,37	€ 771.426,37	
Bedieningsgebouw	st	1	€ 453.780,22	€ 453.780,22	
Voorhavens	m1	342	€ 3.494,11	€ 1.194.984,82	
Inrichting sluisterrein	st	1		€ 113.445,05	
<b>Subtotaal aanleg Sluis Beek en Donk</b>	€			<b>€ 11.383.697,04</b>	
<b>Totale directe kosten</b>				<b>€ 67.638.527,30</b>	
<b>Indirecte kosten</b>					
<b>Eenmalige kosten</b>					
Inrichten en opruimen werktterrein	%	1,00	€ 67.638.527,30	€ 676.385,27	Incl. Aan- en afvoerkosten
<b>Tijdgebonden kosten</b>					
Directie en uitvoering	%	4,00	€ 67.638.527,30	€ 2.705.541,09	
<b>Algemene kosten</b>					
Algemene kosten	%	6,50	€ 71.020.453,67	€ 4.616.329,49	

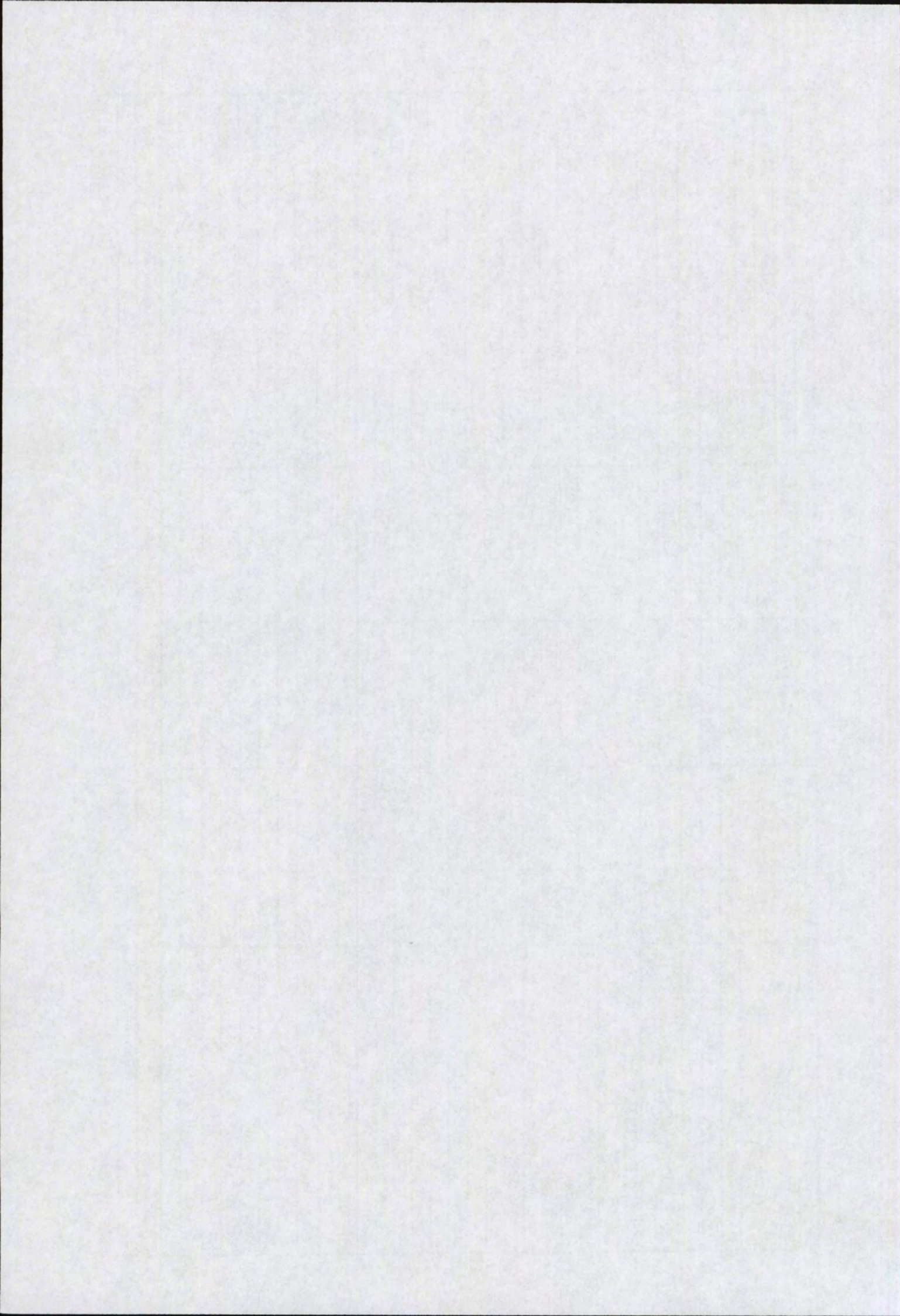






Omschrijving:	Eenheid:	Hoeveelheid:	Eenheidsprijs:	Bedrag:	Opmerkingen:
Winst en risico	%	8,00	€ 75.636.783,16	€ 6.050.942,65	
<b>Overige kosten</b>					
Bijdrage RAW	%	0,15	€ 81.687.725,81	€ 122.531,59	
Bijdrage Coll. Onderzoek GWW	%	0,15	€ 81.687.725,81	€ 122.531,59	
<b>Totaal indirecte kosten</b>				€ 14.294.261,68	
<b>PRIMAIRE KOSTEN</b>				€ 81.932.788,98	
<b>4. Bijkomende kosten</b>					
<b>4.1 Grondaankoop:</b>					
Grondaankoop kanaalverruiming	m2	99000	€ 6,81	€ 673.863,62	
Grondaankoop Compensatie	m2	117000	€ 8,17	€ 955.661,14	
Onderzoekskosten		1	€ 680.670,32	€ 680.670,32	
Verleggen/verplaatsen leidingen		1	€ 5.994.436,65	€ 5.994.436,65	
<b>Subtotaal grondaankoop</b>				€ 8.304.631,73	
<b>4.2 Inrichting terrein:</b>					
Inzaaien bermen en dijk	m2	35100	€ 2,27	€ 79.638,43	
Inrichten terreinen	m2	400	€ 3,63	€ 1.452,10	
<b>Subtotaal Inrichting terrein</b>				€ 81.090,52	
<b>Totaal bijkomende kosten</b>				€ 8.385.722,26	
<b>Diversen</b>					
Diversen (primaire kosten)	%	5,0	€ 81.932.788,98	€ 4.096.639,45	
Diversen (bijkomende kosten)	%	5,0	€ 8.385.722,26	€ 419.286,11	
<b>Totaal Diversen</b>				€ 4.515.925,56	
<b>BASISRAMING</b>				€ 94.834.436,81	
Projectkosten onvoorzien	%	12	€ 94.834.436,81	€ 11.380.132,42	Over basisraming

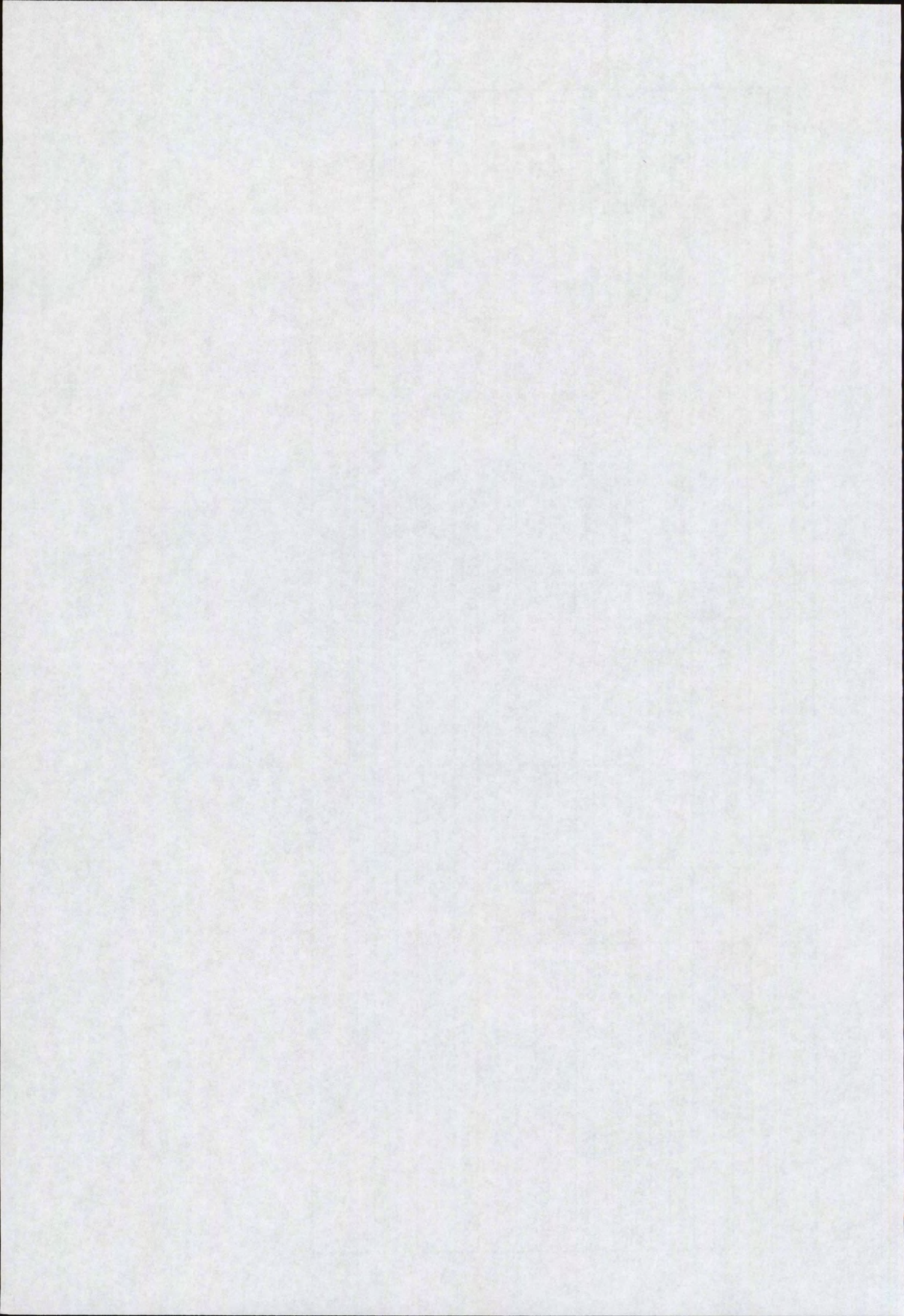






Omschrijving:	Eenheid:	Hoeveelheid:	Eenheidsprijs:	Bedrag:	Opmerkingen:
<b>Projectkosten excl. BTW</b>					
				€ 106.214.569,22	
BTW	%	17,5	€ 104.585.044,47	€ 18.302.382,78	Exclusief grondaankoop
<b>Projectkosten incl. BTW</b>					
				€ 124.516.952,00	
Vorbereidingskosten (D.U.U)					
Vorbereiding, administratie, toezicht	%	12,5	€ 81.932.788,98	€ 10.241.598,62	Over primaire kosten
Diversen	%	5,0	€ 10.241.598,62	€ 512.079,93	Over D.U.U.
Basisraming				€ 10.753.678,55	
Vorbereiding onvoorziën	%	12,0	€ 10.753.678,55	€ 1.290.441,43	Over basisraming
<b>Vorbereidingskosten excl. BTW</b>					
				€ 12.044.119,98	
BTW	%	17,5	€ 12.044.119,98	€ 2.107.721,00	
<b>Vorbereidingskosten incl. BTW</b>					
				€ 14.151.840,98	
<b>Projectkosten incl. voorbereiding</b>					
				€ 138.668.792,98	

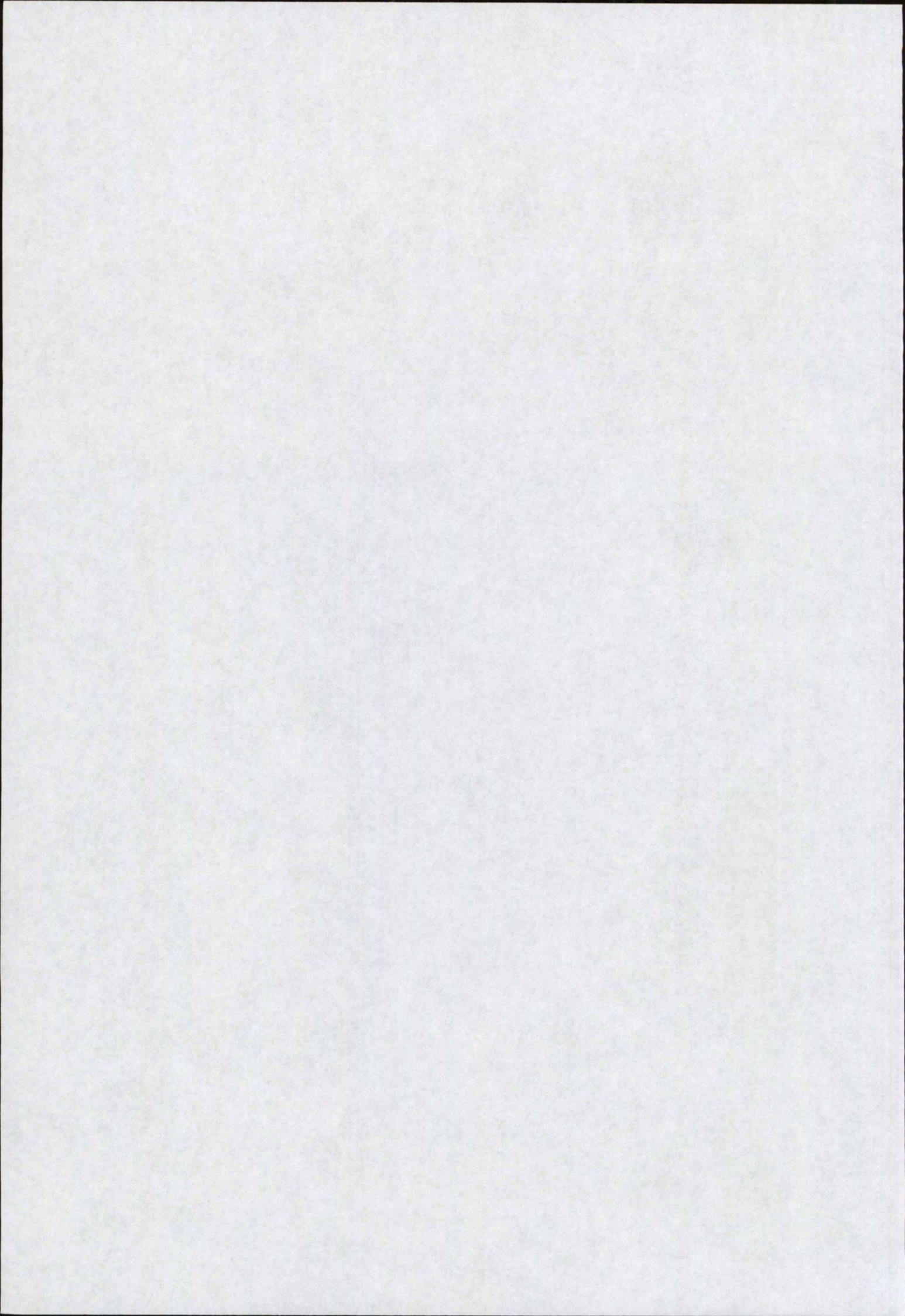






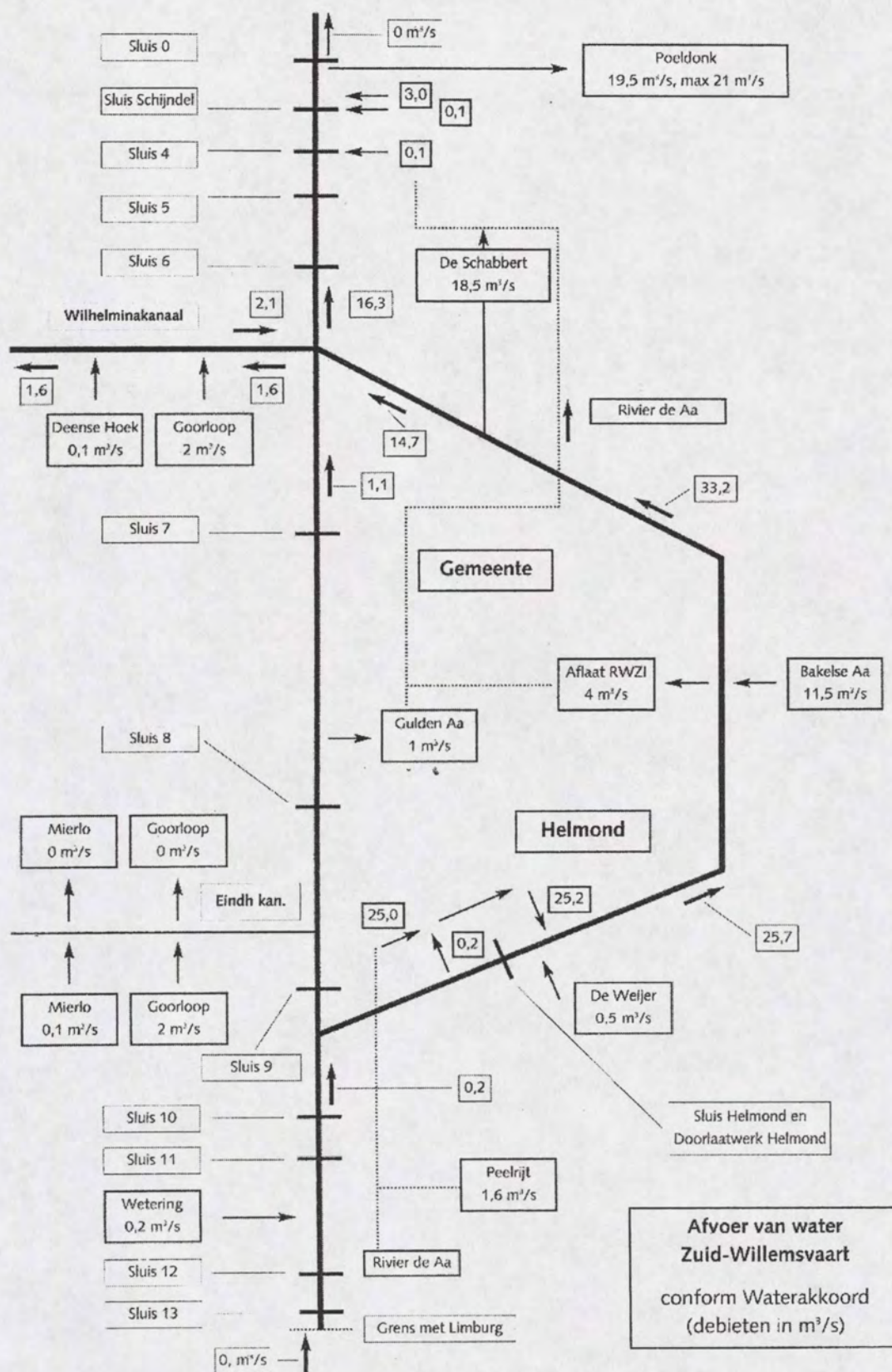
## **Bijlage XIII      Afvoer van water Zuid-Willemsvaart**





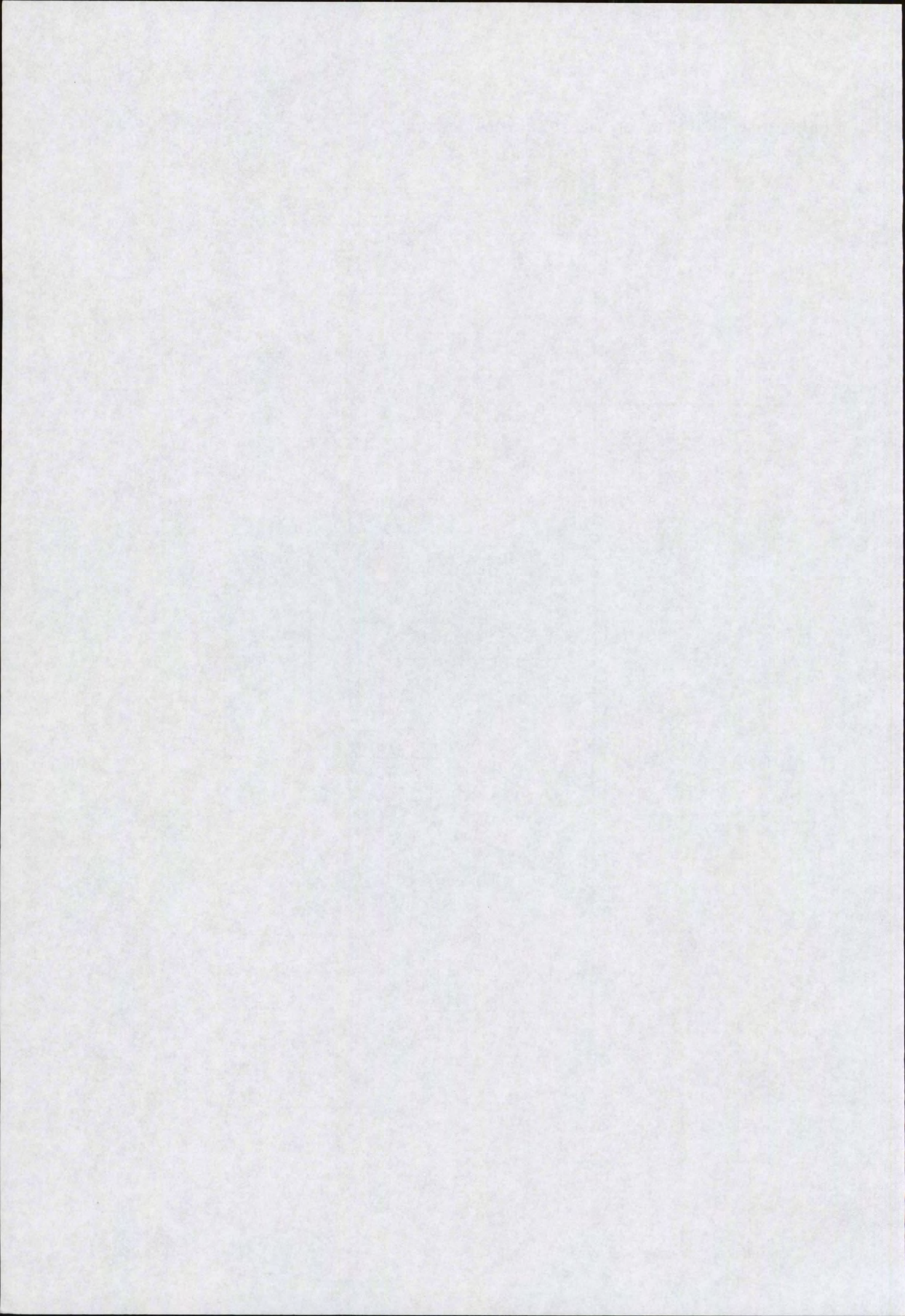


## Bijlage XIII Afvoer van water Zuid-Willemsvaart



Bron: Beheerplan Nat [5]















39700


AB257 NB



