

Aanvoertracé Nieuwe Driemanspolder

Voorlopig Ontwerp

Definitief

Opdrachtgever:
Hoogheemraadschap van Rijnland
Archimedesweg 1
2333 CM Leiden

Grontmij Nederland bv
De Bilt, 20 juli 2007

Verantwoording

Titel : Aanvoertracé Nieuwe Driemanspolder
Subtitel : Voorlopig Ontwerp
Projectnummer : 214953
Referentienummer : I&M-99388081/VG/xs
Revisie : D0
Datum : 20 juli 2007

Auteur(s) : ing. V. Gommers
E-mail adres : waterbouw@grontmij.nl

Gecontroleerd door : ing. J. Kooman

Paraaf gecontroleerd :

Goedgekeurd door : ir. J.T. van der Poel

Paraaf goedgekeurd :

Contact : De Holle Bilt 22
3732 HM De Bilt
Postbus 203
3730 AE De Bilt
T +31 30 220 75 56
F +31 30 220 50 84

Inhoudsopgave

1	Inleiding	6
2	Samenvatting.....	7
3	Vooronderzoek.....	12
3.1	Inventarisatie.....	12
3.2	Geotechnisch onderzoek	13
3.3	Landmeetkundige werkzaamheden.....	13
4	Programma van Eisen	15
4.1	Landschappelijke inpassing en cultuurhistorie	15
4.1.1	Nota Belvédère.....	15
4.1.2	Deelstuk 1	15
4.1.3	Deelstuk 2	15
4.1.4	Deelstuk 3	16
4.2	Ecologie	16
4.2.1	Algemeen	16
4.2.2	Handreiking natuurvriendelijke oevers.....	17
4.2.3	Provinciaal beleid.....	17
4.3	Watergangen	17
4.3.1	Maatgevende waterstanden.....	17
4.3.2	Doorstroomprofiel watergang Ringsloot	17
4.3.3	Doorstroomprofiel watergang Limietsloot.....	17
4.3.4	Hoogteligging	18
4.3.5	Opstuwing.....	18
4.3.6	Stroomsnelheden.....	18
4.4	Kaden	18
4.4.1	Normstelling	18
4.4.2	Geometrie.....	18
4.4.3	Bodemopbouw	18
4.4.4	Hydraulische randvoorwaarden	19
4.4.5	Kruinhoogten	19
4.4.6	Verkeersbelasting.....	19
4.5	Kunstwerken nat	20
4.5.1	Algemeen	20
4.5.2	KW-N1 - Inlaatwerk door middel van klepstuwen	20
4.5.3	KW-N4 - Inlaatwerk door middel van klepstuwen	20
4.6	Kunstwerken droog.....	20
5	Voorlopig Ontwerp (VO+)	22
5.1	Inleiding.....	22
5.2	Landschappelijke inpassing en cultuurhistorie	23
5.2.1	Algemeen	23
5.2.2	Driedeling tracé aanvoerkanaal.....	23
5.3	Ecologie	24

5.3.1	Algemeen	24
5.3.2	Ontwerp Ringsloot	24
5.3.3	Afweging Limietsloot	24
5.4	Dimensionering watergangen	25
5.4.1	Algemeen	25
5.4.2	Kunstwerken	25
5.4.3	Watergangen	26
5.4.4	Dimensies watergangen en kunstwerken definitief voorlopig ontwerp aanvoertracé	26
5.4.5	Hydraulisch functioneren van het definitief voorlopig ontwerp	27
5.4.6	Conclusie en aandachtspunten	28
5.5	Toetsing huidige kade Ringsloot	28
5.5.1	Algemeen	28
5.5.2	Kadevakindefining	28
5.5.3	Toetsingsresultaten kadevak B	29
5.5.4	Toetsingsresultaten kadevak C	29
5.6	Ontwerp nieuwe kaden Ringsloot en Limietsloot	30
5.6.1	Algemeen	30
5.6.2	Kade Ringsloot	30
5.6.3	Kade Limietsloot	33
5.7	Ontwerp damwandconstructie	36
5.7.1	Algemeen	36
5.7.2	Wand A (niet verticaal belast)	36
5.7.3	Wand B (verticaal belast)	37
5.7.4	Resultaten	37
5.8	Kunstwerken nat	38
5.8.1	Algemeen	38
5.8.2	KW-N1 - Inlaatwerk	38
5.8.3	KW-N2 - Overkluizing Meerlaan	39
5.8.4	KW-N3 - Onderdoorgang Middelweg N206	39
5.8.5	KW-N4 - Inlaatwerk	40
5.8.6	KW-N5 - Inlaatwerk naar de Nieuwe Driemanspolder	40
5.9	Kunstwerken droog	41
5.9.1	Algemeen	41
5.9.2	KW-D1 - Erftoegangsbrug	41
5.9.3	KW-D2, KW-D4 en KW-D5 - Landbouwbruggen en NAM-brug	42
5.9.4	KW-D3 en KW-D6 Fietsbruggen	43
5.10	Funderingsadvies bruggen	43
5.10.1	Algemeen	43
5.10.2	Vervormingen	44
5.10.3	Op trek belaste palen	44
5.10.4	Zijdelings belaste palen	44
5.10.5	Resultaten	44
6	Beheeraspecten	45
7	Kostenraming	47
8	Knelpunten, risico's en aandachtspunten	49
8.1	Algemeen	49
8.2	Watergangen	49
8.3	Kaden	51
8.4	Paalfunderingen	51
8.5	Kunstwerken	51

Bijlage 1: Overzichtstekening projectgebied en tekeningen dwarsprofielen grondwerk

Bijlage 2: Resultaten inventarisatie

Bijlage 3: Resultaten geotechnisch onderzoek

Bijlage 4: Resultaten landmeetkundige werkzaamheden

Bijlage 5: Rapportage landschappelijke inpassing en cultuurhistorie

Bijlage 6: Rapportage ecologie

Bijlage 7: Rapportage dimensionering watergangen

Bijlage 8: Rapportage toetsing huidige kade Ringsloot

Bijlage 9: Rapportage dimensionering nieuwe kaden

Bijlage 10: Rapportage ontwerp damwandconstructie

Bijlage 11: Rapportage dimensionering kunstwerken nat en rapportage dimensionering bodembescherming

Bijlage 12: Rapportage dimensionering kunstwerken droog

Bijlage 13: Rapportage funderingsadvies bruggen

Bijlage 14: Kostenraming

Bijlage 15: Memo Hoogheemraadschap van Rijnland

1 Inleiding

De Nieuwe Driemanspolder is onderhevig aan een bestemmingsplanwijziging. Deze houdt in dat het Hoogheemraadschap van Rijnland voornemens is de Nieuwe Driemanspolder in te richten als waterbergingslocatie. In samenwerking met de gemeenten Leidschendam-Voorburg en Zoetermeer, en de provincie Zuid-Holland wordt een inrichtingsplan opgesteld. Daarnaast dient een wateraanvoertracé te worden ontwikkeld vanaf de Kees Jan Koenensloot bij Stompwijk naar de Nieuwe Driemanspolder.

“De opdracht aan Grontmij I&M is het realiseren van een integraal Voorlopig Ontwerp van het aanvoerkanaal, bestaande uit watergangen, kaden en kunstwerken, waarin de haalbaarheid, plaats en afmetingen van de verschillende objecten worden vastgesteld.”

De uit te voeren werkzaamheden ten behoeve van het realiseren van het aanvoertracé zullen zich voornamelijk richten op de watertoevoer naar de Nieuwe Driemanspolder; het verbreden en verdiepen van bestaande watergangen, de dimensionering van alle kaden en kunstwerken, en tot slot het opstellen van een kostenraming. De aanvoer van het kanaal naar de polder dient te verlopen onder vrij verval, met een aanvoercapaciteit van maximaal 10 m³/s en minimaal 10 m³/min.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt in een korte samenvatting het Voorlopig Ontwerp beknopt beschreven. Hoofdstuk 3 behandelt het uitgevoerde vooronderzoek, bestaande uit een inventarisatie, geotechnisch onderzoek en landmeetkundige werkzaamheden. Het daarop volgende Programma van Eisen wordt in hoofdstuk 4 besproken. Het Voorlopig Ontwerp wordt in hoofdstuk 5 beschreven, waarbij elke discipline wordt beschreven in een aparte paragraaf. De volledige rapportages per discipline zijn in de bijlagen opgenomen. In hoofdstuk 6 worden beheersaspecten uiteengezet. Hoofdstuk 7 omvat een kostenraming van de uit te voeren werkzaamheden. Ten slotte zijn in hoofdstuk 8 de knelpunten, risico's en aandachtspunten opgenomen, die voortkomen uit het VO en in het DO nader onderzocht dienen te worden.

2 Samenvatting

Project

In dit rapport wordt het voorontwerp gepresenteerd van het aanvoertracé naar de Nieuwe Driemanspolder. De Nieuwe Driemanspolder wordt geschikt gemaakt voor tijdelijke berging van overtollig water. Het aanvoertracé betreft de route tussen de boezem en de polder. De huidige watergangen moeten worden verbreed en verdiept om voldoende aanvoercapaciteit te bewerkstelligen.

Vooronderzoek

Voorafgaand aan de ontwerpfase is een inventarisatie uitgevoerd naar de huidige situatie van het aanvoertracé en de zich daarin en daarbij bevindende objecten. Deze inventarisatie heeft bestaan uit het nauwkeurig in beeld brengen van het gebied. Daarbij zijn alle objecten opgenomen die zich binnen het gebied van het toekomstige aanvoertracé bevinden. Om inzicht te krijgen in de aanwezige bodemopbouw is geotechnisch grondonderzoek uitgevoerd op de projectlocatie. Dit onderzoek heeft bestaan uit handmatige boringen, sonderingen, peilbuizen en laboratoriumonderzoek. Naast het geotechnisch onderzoek is het gebied tevens landmeetkundig ingemeten. Zo is een goed beeld verkregen van de huidige situatie. In het gebied zijn langs- en dwarsprofielen over de watergangen genomen en op drie plaatsen is een DTM gemaakt. Deze DTM's zijn gemaakt ter plaatse van de toekomstige inlaatwerken om inzicht te krijgen in de hoogteligging van deze locaties.

Programma van eisen

Aan de hand van de inventarisatie en de verzamelde gegevens is een Programma van Eisen opgesteld. Dit Programma van Eisen dient als uitgangspunt voor het opstellen van het Voorlopig Ontwerp en is gedurende het ontwerpproces met nieuwe eisen aangevuld. Er is binnen het Programma van Eisen onderscheid gemaakt tussen de eisen die voort zijn gekomen vanuit de verschillende disciplines.

Voorlopig Ontwerp

Aan de hand van het Programma van Eisen is een integraal Voorlopig Ontwerp opgesteld. Om hiertoe te komen, is intensief samengewerkt tussen alle verschillende disciplines. Binnen een groot aantal van deze disciplines zijn verschillende varianten uitgewerkt om uiteindelijk tot een gedegen advies voor het Voorlopig Ontwerp te komen.

Landschappelijke inpassing en cultuurhistorie

Om te komen tot het Voorlopig Ontwerp is uitgegaan van de functionele noodzaak van het aanvoertracé, met het gevolg dat het landschap door deze ingreep zal veranderen. Door de verschillende gebruikslagen van het omliggende landschap zichtbaar te maken, kan het belang van elk aspect worden gewaardeerd. De waardering van de belangen en de gecombineerde belangen vormen de basis voor de landschappelijk en cultuurhistorische ontwerpuitgangspunten. Welbeschouwd ligt het tracé in drie verschillende omgevingen. Deze verschillen maken dat het tracé in drie deelstukken wordt gesplitst die elk een eigen civieltechnische oplossing krijgen. Voor elk deelstuk is een ontwerp gemaakt in relatie tot de omgeving. Deze zijn als uitgangspunt gebruikt voor het Voorlopig Ontwerp.

Ecologie

Tijdens het ontwerpen van de aanvoertracé is het van belang dat ook de ecologische aspecten worden meegenomen. Dit om te voldoen aan de hoofddoelstelling van de Europese Kaderrichtlijn Water. De ecologische kwaliteit van de wateren wordt onder andere bepaald door biologische kwaliteitselementen (waterplanten en vissen) en hydromorfologische parameters (dwarsprofiel en afvoer). Het is van groot belang dat de oevers van de Ringsloot en Limietsloot goed ingericht worden en goed begroeid raken. Vanwege de beperkte ruimte wordt langs de Ringsloot een plas-/drasoever gecreëerd. Voor de gedeelten waar te weinig ruimte aanwezig is voor het realiseren van een plas- en een drasberm, is gekozen voor een plasberm. Met het aanleggen van een plasberm wordt het leefgebied van waterplanten vergroot. Met het aanleggen van een drasberm wordt een bloemrijke oeverbegroeiing gerealiseerd. Aan beide zijden van de Limietsloot wordt een plas-/drasberm gecreëerd.

Watergangen

Om tot een Voorlopig Ontwerp te komen voor de watergangen zijn twee hydraulische berekeningen uitgevoerd. Bij de eerste berekening zijn twee varianten beschouwd. In één variant zijn de kruising van de Meerlaan en de N206 gemodelleerd als kokerduikers. In de andere variant zijn deze kunstwerken duikerbruggen. Er is een hydraulisch model van het waterafvoertracé gemaakt door middel van het programma Sobek CF. De dimensies van de watergangen en kunstwerken in het afvoertracé zijn bepaald op basis van criteria voor de optredende opstuwing en de stroomsnelheden in watergangen en kunstwerken. Als derde en laatste berekening is het definitieve Voorlopig Ontwerp hydraulisch doorgerekend.

Toetsing huidige kade Ringsloot

Omdat de zuidelijke kade langs de Ringsloot ook in het toekomstige aanvoertracé behouden blijft, dient deze kade te worden getoetst. De beoordeling van de veiligheid van deze kade is uitgevoerd volgens de "Leidraad toetsen op veiligheid regionale waterkeringen". De faalmechanismen waarop de kade langs de Ringsloot wordt beoordeeld zijn:

- overlopen/overslag;
- opbarsten/opdrijven;
- piping;
- macrostabiliteit;
- microstabiliteit.

Op basis van het grondonderzoek en de geometrie van de kade kan de Ringslootkade in globaal drie kadevakken worden ingedeeld. Kadevak A omvat het niet te verbreden gedeelte aan het begin van de Ringsloot. De oevers bestaan hier uit damwanden, vandaar dat alleen kadevak B en C zijn getoetst. Het buitentalud van de kade van kadevak B is onvoldoende veilig tegen optreden van macro-instabiliteit voor de situatie met verkeersbelasting. Geadviseerd wordt in de toekomstige situatie het buitentalud te verflauwen tot 1:3. Zowel het binnen- als het buitentalud van de kade van kadevak C is onvoldoende veilig tegen optreden van macro-instabiliteit voor de situatie met verkeersbelasting. Geadviseerd wordt in de toekomstige situatie het binnen- of buitentalud te verflauwen of een steunberm of damwand aan te brengen.

Ontwerp nieuwe kaden Ringsloot en Limietsloot

Naast de toetsing van de huidige kaden, is de dimensionering van de nieuwe kaden ten noorden van de Ringsloot en aan beide zijden van de Limietsloot een belangrijk onderdeel van het Voorlopig Ontwerp. Aan het ontwerp van alle kaden is vanuit landschappelijk oogpunt de eis gesteld dat taluds flauw zijn. Bij voorkeur met een helling gelijk aan of flauwer dan 1:5. Hierdoor blijven landbouwkundige activiteiten op het talud mogelijk. Voor alle kaden is gekeken naar zowel de binnen- als de buitenwaartse stabiliteit en de zettingen. Ook is onderscheid gemaakt tussen de uitvoeringssituatie en de eindsituatie. Voor de dimensionering van de kade langs de Ringsloot is een drietal alternatieve schetsontwerpen uitgewerkt. Het buitentalud wordt bij de ontwerpen gevormd door een helling van 1:3 onder de waterlijn en een talud van 1:4 boven de waterlijn. De kruinbreedtes zijn 3 m. Bij alle alternatieven worden nieuwe teensloten gegraven. In het definitieve Voorlopig Ontwerp is gekozen voor schetsontwerp 3.

Voor de dimensionering van de kaden langs de Limietsloot is eveneens een drietal schetsontwerpen uitgewerkt. Bij het eerste ontwerp is het binnentalud 1:5. In het tweede ontwerp is de helling ook 1:5 en in het derde ontwerp 1:8. Voor schetsontwerp 1 is het buitentalud gelijk genomen aan dat voor de kade bij de Ringsloot. In verband met de plotselinge daling van het waterpeil bij het leegmalen van de Driemanspolder is het buitentalud onvoldoende stabiel. In schetsontwerp 2 en 3 is daarom gekozen voor een buitentalud met een helling van 1:5 boven het streefpeil en 1:4 onder het streefpeil. In het definitieve Voorlopig Ontwerp is gekozen voor schetsontwerp 3.

Ontwerp damwandconstructie

In het gedeelte van het aanvoertracé langs de Bovenmeerweg en het bebouwde gedeelte langs de Meer en Geerweg is de beschikbare ruimte voor het aanvoertracé ten gevolge van bebouwing en verhardingen beperkt tot 6 m. Om te kunnen voldoen aan de capaciteitseis van 10 m³/s is de benodigde waterdiepte 2,75 m. Om het ruimtebeslag te beperken, wordt de secundaire waterkering uitgevoerd als een harde kadeconstructie, bestaande uit damwanden. In verband met de hoge stroomsnelheid van het water zal de bodem van de watergang voldoende erosiebestendig moeten zijn. Mede uit damwandtechnische overwegingen is gekozen voor een onderwaterbetonconstructie. Beschouwd zijn de volgende twee constructies:

- Wand A: een vrije damwand met alleen een grond- en waterkerende functie.
- Wand B: een damwand die tevens dienst doet als funderingsconstructie voor de brug of duiker (verticaal belaste damwand).

Voor wand A is op basis van de constructieve berekeningen een damwand met AZ18 profiel met een minimale lengte van 8,5 m vereist. Op basis van de draagkracht wordt voor wand B geadviseerd een damwand met AZ18 profiel aan te brengen met een lengte van 12 m tot in het vaste Pleistocene zand teneinde de draagkracht te vergroten en te voorkomen dat de belastingen worden overgedragen op de onderwaterbetonvloer.

Kunstwerken nat

In het traject zijn vijf 'natte' kunstwerken aanwezig, te weten:

Nummer KW	Locatie	Omschrijving
KW-N1	Parallel aan Ondermeerweg te Stompwijk	Inlaatwerk aan begin van aanvoerkanaal
KW-N2	Kruising Meerlaan-Ondermeerweg te Stompwijk	Overkluizing aanvoerkanaal met Meerlaan
KW-N3	Kruising met N206 te Stompwijk	Overkluizing aanvoerkanaal met de N206
KW-N4	Meerpolder te Zoetermeer	Inlaatwerk vanaf Ringsloot naar Limietsloot
KW-N5	Kruising Limietsloot - Zoetermeersche Tussenboezem en Voorweg	Kruising aanvoerkanaal (Limietsloot) met Zoetermeersche Tussenboezem en Voorweg

De huidige kunstwerken zullen vanwege de vereiste afvoercapaciteit moeten worden vervangen. Voor alle kunstwerken zijn steeds twee varianten uitgewerkt. De uiteindelijk gekozen oplossingen per kunstwerk zijn hieronder kort beschreven.

- KW-N1 bestaat uit twee stuwkleppen die zijn opgenomen in een betonconstructie. De stuwkleppen zijn beide 6,00 m breed. In combinatie met een overstortende straal van circa 0,60 m zorgt dit voor een debiet van 10 m³/s.
- De gekozen oplossing voor KW-N2 bestaat uit een damwandconstructie met een onderwaterbetonvloer. Om de overkluizing van het water te maken, wordt op de damwanden een betonnen sloofconstructie aangebracht. Hierop worden betonnen prefab brugliggers gelegd.
- KW-N3 bestaat eveneens uit een damwandconstructie met een onderwaterbetonvloer. Om de overkluizing van het water te maken, wordt op de damwanden een betonnen sloofconstructie aangebracht. Hierop worden betonnen prefab brugliggers gelegd.
- De gekozen oplossing voor KW-N4 bestaat eveneens uit twee stuwkleppen die zijn opgenomen in een betonconstructie. De stuwkleppen zijn beide 6,00 m breed. In combinatie met een overstortende straal van circa 0,60 m zorgt dit voor een debiet van 10 m³/s.

- De Zoetermeersche Tussenboezem en de Voorweg kruisen de Limietsloot door middel van KW-N5: een brugconstructie. Aangezien het totale dwarsprofiel van de aanvoertocht circa 46 m breed is, is er een drietal tussensteunpunten voor deze brugconstructie voorzien.

Kunstwerken droog

In het traject zijn zes 'droge kunstwerken aanwezig, te weten:

Nummer KW	Locatie	Omschrijving
KW-D1	Nabij woning aan begin Ringsloot	Erftoegangsbrug
KW-D2	Over Ringsloot	Landbouwbrug
KW-D3	Over Ringsloot, ter plaatse van aansluiting op fietspad richting Stompwijkseweg	Fietsbrug
KW-D4	Over Ringsloot, richting NAM-terrein	NAM-brug
KW-D5	Over Ringsloot	Landbouwbrug
KW-D6	Over Ringsloot, ter plaatse van aansluiting op fietspad richting Voorweg	Fietsbrug

De uiteindelijk gekozen oplossingen per kunstwerk zijn hieronder kort beschreven.

- De huidige erftoegangsbrug te vervangen door een duikerbrug: KW-D1. Om de constructiehoogte te beperken, is er voor gekozen de onderbouw te funderen op de stalen damwanden, welke dienen te worden opgenomen in de landhoofden.
- KW-D2, -D4 en -D5 krijgen een totale overspanning van 25,80 m en zullen bestaan uit twee landhoofden, twee tussensteunpunten en een dek dat is uitgevoerd in prefab beton, verdeeld over drie velden.
- Ook KW-D3 en -D6 krijgen een totale overspanning van 25,80 m en zullen eveneens bestaan uit twee landhoofden, twee tussensteunpunten en een dek dat is uitgevoerd in prefab beton, verdeeld over drie velden.

Tevens is voor alle bruggen een funderingsadvies gegeven. Op basis van het palenplan en de paalbelastingen is voor verschillende inheinniveaus en paalafmetingen het druk- en trekdraagvermogen berekend.

Beheersaspecten

Bij het Voorlopig Ontwerp wordt in eerste instantie vooral gekeken naar de mogelijkheid tot aanleg van de nieuwe kaden en kunstwerken. Echter, de aanleg is een eenmalige kostenpost en het beheer is een terugkerende kostenpost. Daarom wordt ook even kort stilgestaan bij het beheer van het aanvoertracé.

Kostenraming

Om een globaal beeld te verkrijgen van de kosten die gemoeid zijn met de aanleg van het wateraanvoertracé, is een kostenraming opgesteld voor het Voorlopig Ontwerp. In onderstaande tabel is een kostenoverzicht uiteengezet.

Onderdeel	Omschrijving	Kosten
KW-D1	Erftoegangsbrug	€ 121.469,00
KW-D2	Landbouwbrug	€ 159.231,00
KW-D3	Fietsbrug	€ 195.120,00
KW-D4	NAM-brug	€ 148.908,00
KW-D5	Landbouwbrug	€ 159.231,00
KW-D6	Fietsbrug	€ 191.618,00
KW-N1	Inlaatconstructie	€ 1.036.239,00
KW-N2	Overkluizing	€ 172.368,00

Onderdeel	Omschrijving	Kosten
KW-N3	Overkluizing	€ 428.718,00
KW-N4	Inlaatconstructie	€ 839.644,00
KW-N5	Aquaduct	€ 1.323.046,00
Ringsloot - 1	Bakconstructie Ringsloot Stompwijk	€ 3.903.728,00
Ringsloot - 2a	Grondconstructie Ringsloot, grond uit depot	€ 4.309.782,00
Ringsloot - 2b	Grondconstructie Ringsloot, incl. leveren grond	€ 7.557.356,00
Limietsloot - 1a	Grondconstructie Limietsloot, grond uit depot	€ 3.934.164,00
Limietsloot - 1b	Grondconstructie Limietsloot, incl. leveren grond	€ 7.531.165,00

Knelpunten, risico's en aandachtspunten

Vanuit elke discipline is aangegeven waar mogelijke knelpunten en risico's in het ontwerp zitten. Ook worden aandachtspunten aangewezen. Al deze punten zullen nader worden uitgewerkt in de Definitief Ontwerpfase.

In bijlage 1 van dit rapport is een presentatietekening opgenomen met een overzicht van het projectgebied en een aantal doorsneden van het definitieve voorlopig ontwerp.

3 Vooronderzoek

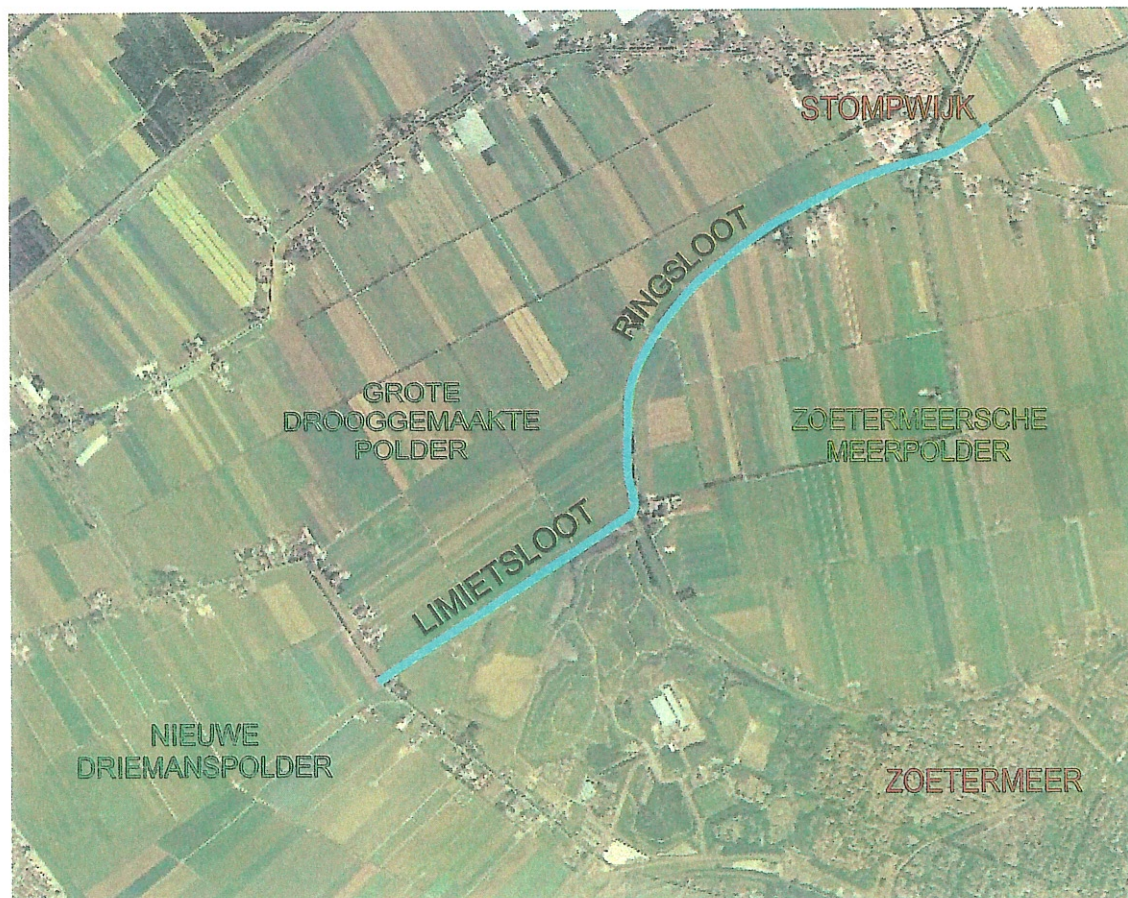
3.1 Inventarisatie

Voorafgaand aan de ontwerpfase is een inventarisatie uitgevoerd naar de huidige situatie van het aanvoertracé en de zich daarin en daarbij bevindende objecten.

Door al bij het voorontwerp te beschikken over een goede inventarisatie, kan het effect van verschillende ontwerpen op de omgeving aangegeven worden, waardoor het voor de opdrachtgever mogelijk wordt een keuze te maken uit verschillende ontwerpvarianten.

De inventarisatie heeft bestaan uit het nauwkeurig in beeld brengen van het gebied. Daarbij zijn alle objecten opgenomen die zich binnen het gebied van het toekomstige aanvoertracé bevinden. Hierbij is niet alleen gekeken naar kunstwerken als duikers, inlaten, stuwen, bruggen, maar ook naar beschoeiingen, hekwerken, schuurtjes en nutsvoorzieningen. In het veld zijn foto's gemaakt en alle details zijn op tekening vastgelegd.

In bijlage 2 zijn de resultaten van de inventarisatie opgenomen. Hierin zijn een fotorapportage, een set tekeningen en een tabel met de geïnventariseerde objecten en de bijbehorende maatregelen uiteengezet.



Figuur 3.1.1 Overzicht projectgebied

3.2 Geotechnisch onderzoek

Om inzicht te krijgen in de aanwezige bodemopbouw is geotechnisch grondonderzoek uitgevoerd op de projectlocatie. Dit onderzoek heeft bestaan uit:

- **Sonderingen:**
Ten behoeve van het aanvoerkanaal zijn langs de Ringsloot en de Limietsloot in totaal 40 sonderingen uitgevoerd tot een diepte van 15 m -mv. Van deze sonderingen zijn er twee uitgevoerd met waterspanningsmeting. De sonderingen zijn uitgevoerd met een standaard sondeertruck en met een rupsvoertuig. De locaties zijn ingemeten en gewaterpast ten opzichte van NAP.
- **Boringen:**
In totaal zijn langs de Ringsloot en de Limietsloot 46 handboringen uitgevoerd tot een diepte van circa 8 m -mv. De uitkomende grond is geclassificeerd conform NEN5140. Tevens zijn in de boringen op basis van hydromorfe profielkenmerken de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) geschat. Van de verschillende grondlagen zijn ongeroerde monsters genomen ten behoeve van het laboratoriumonderzoek.
- **Peilbuizen:**
In 18 boringen zijn peilbuizen geplaatst. De waterstand is op 7 februari en 27 april 2007, enkele weken tot maanden na plaatsing, opgenomen.
- **Laboratoriumonderzoek:**
Het laboratoriumonderzoek heeft bestaan uit:
 - 97 maal bepaling van het volumegewicht en watergehalte;
 - 19 maal bepaling van de samendrukkingsconstanten en consolidatiecoëfficiënt;
 - 17 maal bepaling van de sterkte-eigenschappen door middel van triaxiaaltesten.

Aan de hand van deze gegevens kunnen berekeningen worden gemaakt voor de zetting en stabiliteit van dijklichamen en de funderingen voor de nieuwe kunstwerken in het aanvoertracé.

Voor een overzicht van het uitgevoerde grondonderzoek en de resultaten van de boringen en sonderingen wordt verwezen naar bijlage 3.

3.3 Landmeetkundige werkzaamheden

Naast het geotechnisch onderzoek is het gebied tevens landmeetkundig ingemeten. Zo is een goed beeld verkregen van de huidige situatie. In het gebied zijn langs- en dwarsprofielen over de watergangen genomen en is op drie plaatsen een DTM gemaakt (zie figuur 3.3.1). Deze DTM's zijn gemaakt ter plaatse van de toekomstige inlaatwerken om inzicht te krijgen in de hoogteligging van deze locaties.



Figuur 3.3.1 Ingemeten profielen en DTM's

Een compleet overzicht van de uitgevoerde landmeetkundige werkzaamheden en de resultaten ervan (langs- en dwarsprofielen en hoogtegegevens) is opgenomen in bijlage 4.

4 Programma van Eisen

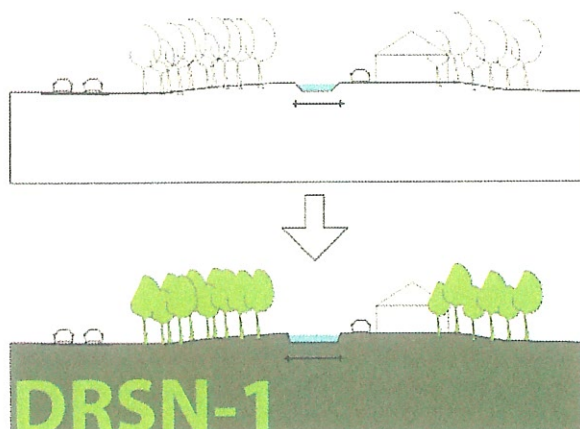
4.1 Landschappelijke inpassing en cultuurhistorie

4.1.1 Nota Belvédère

De nota belvédère is een beleidsnota over de relatie tussen cultuurhistorie en ruimtelijke inrichting. De nota geeft een visie op de wijze waarop met de cultuurhistorische kwaliteiten van het fysieke leefmilieu in de toekomstige ruimtelijke inrichting van Nederland kan worden omgegaan, en het geeft aan welke maatregelen daartoe moeten worden getroffen. Het is een aanvulling op het bestaande sectorale beleid en is een uitwerking van voornemens uit de Cultuurnota 1997-2000 en de Nota over het architectuurbeleid 1997-2000. In het ontwerp van het aanvoertracé dient rekening te worden gehouden met deze criteria.

4.1.2 Deelstuk 1

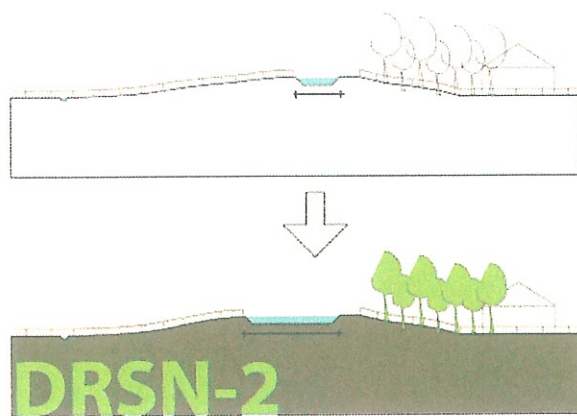
Het noordelijk deel is ingeklemd tussen de weg en de bebouwing. Hier is sprake van een technische inpassing die het huidige beeld zo min mogelijk verstoort. Het aanvoerkanaal dient hier noodzakelijkerwijs met harde oevers (damwanden) te worden gerealiseerd.



Figuur 4.1.1 Deelstuk 1

4.1.3 Deelstuk 2

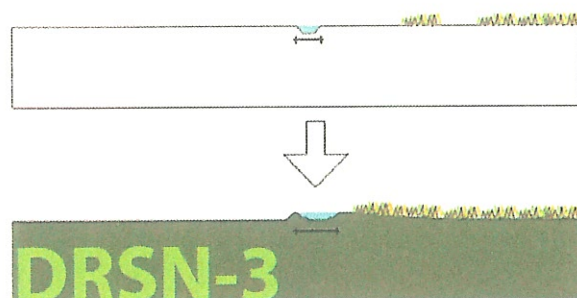
De Ringsloot dient te worden verbreed met het in stand houden van het monumentale talud. Het karakteristieke hekwerkenpatroon dient weer te worden geplaatst en de landweg dient toegankelijk te blijven. In dit deel worden ook twee fiets-/voetbruggen geplaatst die op een eenvoudige wijze worden vormgegeven.



Figuur 4.1.2 Deelstuk 2

4.1.4 Deelstuk 3

Dit deel dient te worden ingericht als een grens tussen het agrarische en het natuurlijke landschap. Het wordt dient toegankelijk te worden gemaakt voor ruiters en wandelaars. Het hooggelegen aanvoerkanaal zou een dubbele oever kunnen krijgen. In geval van hoog water stroomt het water over de lager gelegen oever en staat de polder onder water.



Figuur 4.1.3 Deelstuk 3

4.2 Ecologie

4.2.1 Algemeen

In het ontwerp dient met de volgende punten rekening te worden:

- Provinciaal ecologische hoofdstructuur (PEHS).
- Groenblauwe slinger (onderdeel van de PEHS).
De Groenblauwe Slinger is de S-vormige open ruimte tussen de Haagse en de Rotterdamse agglomeratie en verbindt het Groene Hart met Midden-Delfland. Dit gebied gaat de komende jaren uitgroeien tot een waterrijk natuurgebied van ongeveer 200 km². Een gebied met een ecologische en recreatieve taak voor ruim twee miljoen omwonenden. Een gebied dat voorkomt dat de Haagse en Rotterdamse regio's samenklonteren tot één verstedelijkt gebied.
- De oever aan de oostzijde van de Ringsloot dient behouden te blijven.
- De oevers van de Limietsloot dienen aan de west- en oostzijde opnieuw ingericht te worden.
- De te ontwikkelen vegetatie langs de Ringsloot en de westoevers van de Limietsloot moeten zich kunnen ontwikkelen onder begrazing.

4.2.2 Handreiking natuurvriendelijke oevers

- Taludhelling van de watergang dient minimaal 1:3 te zijn of geknikt met flauwer onderwatertalud of een plasberm.
- Ringsloot dient een oevervegetatiebreedte te krijgen van 1 m die zich van 30 cm beneden waterpeil tot net boven de waterlijn strekt.
- Limietsloot dient een oevervegetatiebreedte te krijgen van 0,5 m die zich van 20 cm beneden waterpeil tot op de waterlijn strekt.

4.2.3 Provinciaal beleid

Zowel voor de ecologische verbindingszone als de Groenblauwe Slinger geldt het volgende:

- De oevers van de Ringsloot dienen geschikt te zijn als paai- en opgroeigebied voor vissen. De oeverzone dient een waterdiepte van 30 cm te krijgen.
- De oevers van de Ringsloot dienen recreatief aantrekkelijk te zijn. Veel kleurrijke bloemen en afwissellende breedtes en vegetatietypen.
- De oevers van de Ringsloot dienen goed begroeid te zijn, waardoor deze functioneren als migratieroute voor onder andere vissen, vlinders, libellen, kleine zoogdieren en amfibieën.
- De te realiseren oevervegetatie van de Ringsloot dient laag te zijn, zodat het uitzicht over het open landschap behouden blijft.
- De oevers van de Limietsloot dienen goed begroeid te zijn met een hogere en een lagere vegetatie, waardoor deze functioneren als migratieroute voor onder andere vlinders, libellen, amfibieën, kleine zoogdieren en vogels.
- De oevers van de Limietsloot dienen recreatief aantrekkelijk te zijn. Veel kleurrijke bloemen en afwissellende breedtes en vegetatietypen.

4.3 Watergangen

4.3.1 Maatgevende waterstanden

• Streefpeil Boezem van Rijnland:	NAP -0,60 m
• Streefpeil Ringsloot (constant):	NAP -2,16 m
• Streefpeil Limietsloot:	NAP -4,75 m
• Hoogwaterpeil Limietsloot:	NAP -3,25 m
• Zomerpeil Nieuwe Driemanspolder:	NAP -4,75 m
• Winterpeil Nieuwe Driemanspolder:	NAP -4,25 m

4.3.2 Doorstroomprofiel watergang Ringsloot

• Breedte op de waterlijn:	25 m
• Bodembreedte:	16 m
• Waterdiepte:	1,5 m
• Leggerdiepte (i.v.m. sliblaag à 0,20 m):	1,7 m
• Helling onderwatertaluds:	1:3
• Helling bovenwatertaluds:	1:4
• Nat oppervlak watergang:	35 m ²
• Maximaal debiet:	10m ³ /s

4.3.3 Doorstroomprofiel watergang Limietsloot

• Breedte op de waterlijn bij streefpeil:	28,5 m
• Breedte op de waterlijn bij MHW:	42,5 m
• Bodembreedte:	16 m
• Waterdiepte bij streefpeil:	1,5 m
• Waterdiepte bij MHW:	3,0 m
• Leggerdiepte (i.v.m. sliblaag à 0,20 m):	1,7 m / 3,2 m
• Helling onderwatertaluds (bij streefpeil):	1:4
• Helling bovenwatertaluds (bij streefpeil):	1:5

- Nat oppervlak watergang bij streefpeil: 30 m²
- Nat oppervlak watergang bij MHW: 80 m²
- Maximaal debiet: 10 m³/s

4.3.4 Hoogteligging

- Het bodemniveau van de Ringsloot ligt op: NAP -3,86 m
- Het bodemniveau van de Limietsloot ligt op: NAP -6,45 m

4.3.5 Opstuwing

- In versmalde deel Ringsloot (b = 6 m): 0,30 m
- In overige deel Ringsloot: 0,20 m

4.3.6 Stroomsnelheden

- Maximum stroomsnelheid in watergangen: 0,30 m/s
- Maximum stroomsnelheid in duikers: 0,70 m/s

4.4 Kaden

4.4.1 Normstelling

De kade wordt ontworpen volgens veiligheidsklasse V met een gemiddelde faalkans van 1/1000 jaar. Dit vertaalt zich voor stabiliteit in een schadefactor van 1,0 in de eindsituatie en 0,90 tijdens de uitvoeringssituatie.

4.4.2 Geometrie

Ringsloot en Limietsloot

	Ringsloot	Limietsloot
Vereiste waterdiepte [m]	1,5	1,5
Overdiepte (i.v.m. sliblaag) [m]	0,2	0,2
Bodemligging [m +NAP]	-3,86	-6,45
Breedte bodem [m]	16	16
Breedte op waterlijn bij s.p. [m]	25	28,5 (42,6 m bij MHW)
Taluds	1:3 (onder streefpeil)	1:4 (onder streefpeil)
	1:4 (boven streefpeil)	1:5 (boven streefpeil)

Kwelsloot

- Taludhelling 1:1,5
- Bodembreedte 1 m
- Waterpeil: polderpeil
- Bodemniveau: polderpeil minus 0,6 m (in overeenstemming met bestaande kwelsloot)

4.4.3 Bodemopbouw

Ringsloot

Grondsoort	Bovenkant laag [NAP m]
Bekledingsklei	-1,9 (kruinhoogte)
Veen	-2,5
Klei, sterk siltig, matig humeus	-5,0
Klei, sterk zandig, zwak humeus	-7,4
Klei, sterk siltig, zwak humeus	-9,0
Basisveen	-12,7
Pleistoceen zand	-13,5

Limietsloot

Grondsoort	Bovenkant laag [NAP m]
Klei, sterk siltig en humeus	-4,7 (maaiveld)
Veen, slap	-7,0
Klei, sterk siltig en humeus	-7,3
Veen, slap	-9,9
Klei, sterk siltig, zwak humeus	-10,4
Basisveen	-12,5
Pleistoceen zand	-13,5

4.4.4 Hydraulische randvoorwaarden

Waterstanden

		MBP [NAP m]	Lokale toeslagen [m]			Toetspeil [NAP m]	Hoog Boezem- peil [NAP m]	Laag Boezem- peil [NAP m]
			Stroming	Opwaaiing	Vullen			
Ringsloot	boven- strooms	-1,96	0,20	0,10	0,00	-1,86	-1,86	-2,16
	beneden- strooms	-2,16	-0,15	0,05	0,00	-2,11	-2,11	-2,31
Limietsloot		-4,75	0,22	0,10	1,50	-2,93	-2,93	-4,75

Tijdelijke peilwijzigingen

- Peilopzet van 0,30 m in het niet te verbreden deel nabij de inlaatconstructie.
- Peilopzet van 0,20 m in het te verbreden deel nabij de instroomconstructie (Ringsloot bovenstrooms).
- Peilverlaging van 0,15 m ter plaatse van de uitstroomzijde (Ringsloot benedenstrooms).
- Peilopzet van 0,22 m aan de instroomzijde van de Limietsloot.

Windgolven

- Een overschrijdingsnorm voor de windsnelheid van 1/1000 jaar (29 m/s).
- Een toelaatbaar overslagdebië van 1 l/m/s.
- Minimale helling buitentalud 1:3.
- Waterdiepte minder dan 2 m.
- Boezembreedte 25 m.

4.4.5 Kruinhoogten

		Toetspeil [NAP m]	Toeslag golfoverslag [m]	Toeslag zetting [m]	Waakhoogte [m]	Kruinhoogte ontwerp [m NAP]	Kruinhoogte bij oplevering [m NAP]
Ringsloot	boven- strooms	-1,86	0,20	0,30	0,10	-1,56	-1,26
	beneden- strooms	-2,11	0,20	0,30	0,10	-1,81	-1,51
Limietsloot		-2,93	0,20	0,30	0,10	-2,63	-2,33

4.4.6 Verkeersbelasting

Conform de Leidraad voor toetsen op veiligheid regionale waterkeringen is in de beoordeling van de stabiliteit gerekend met een verkeersbelasting van 13 kN/m² over een breedte van 2,5 m. Deze belasting geldt voor zwaar materieel. De belasting grijpt aan vanaf de buitenkruinlijn.

4.5 Kunstwerken nat

4.5.1 Algemeen

- In een hoogwatersituatie dient er 10 m³/s te worden ingelaten naar het aanvoerkanaal.
- Onder normale omstandigheden dient er water ingelaten te kunnen worden met circa 10 m³/minuut.
- Onderhoud dient zoveel mogelijk beperkt te worden.
- Onderhoud dient eenvoudig uitgevoerd te kunnen worden.
- De bedrijfszekerheid moet hoog zijn.
- De kerende functie van de huidige kade van de Ringsloot mag door het kunstwerk niet aangetast worden.
- Lokale verhogingen van de weg dienen zoveel mogelijk te worden voorkomen in verband met de aanwezige bebouwing en aansluiting op lokale wegen.
- Zowel de Limietsloot als de Zoetermeersche Tussenboezem moet bevaarbaar zijn voor bijvoorbeeld kano's.
- Er hoeven geen vaartuigen onder de Meerlaan en de N206 door te kunnen varen.
- De uitvoeringsperiode dient zo kort mogelijk te zijn om de hinder voor het lokale verkeer te beperken.
- Het verkeer moet gedurende de uitvoering doorgang kunnen blijven vinden.

4.5.2 KW-N1 - Inlaatwerk door middel van klepstuwen

- Hoogste kerende stand klepstuw: NAP -0,25 m
- Niveau klepstuw als overstortende straal is 0,60 m: NAP -1,05 m
- Maximaal debiet: 10 m³/s
- Debiet per klepstuw: 5 m³/s

4.5.3 KW-N4 - Inlaatwerk door middel van klepstuwen

- Hoogste kerende stand klepstuw: NAP -1,80 m
- Niveau klepstuw als overstortende straal is 0,60 m: NAP -2,90 m
- Maximaal debiet: 10 m³/s
- Debiet per klepstuw: 5 m³/s

4.6 Kunstwerken droog

- Technische ontwerplevensduur van de hoofdconstructie: 80 jaar.
- Technische ontwerplevensduur van het asfalt: minimaal 16 jaar.
- Technische ontwerplevensduur van vervangbare onderdelen: minimaal 30 jaar.
- Voor de belastingen ten gevolge van verkeer wordt, conform NEN 6723, verkeersklasse 60 aangehouden voor alle bruggen, met uitzondering van de fietsbruggen.
- Voor de fietsbruggen voor de belastingen ten gevolge verkeer, geldt artikel 4.3.3, "Verkeer op voet- en (brom)fietsbruggen", uit de NEN 6723.
- Bij het ontwerp van de bruggen wordt ervan uitgegaan dat deze niet kunnen worden aangevaren door vaartuigen. Eventuele vaartuigen op de Ringsloot zullen bestaan uit onderhoudsboten van het Hoogheemraadschap en roeiboten.
- Bestaande weg en berm tot aan waterlijn handhaven.
- Breedte watergang (Ringsloot) op de waterlijn: 25 m.
- Bodemniveau Ringsloot NAP -3.86 m.
- Plas-/drasberm 1,20 m breed.
- Taluds: onderwater 1:3 en bovenwater 1:4.
- In verband met bestaande bebouwing aan het begin van de Meer en Geerweg zal de Ringsloot ter plaatse een breedte krijgen van 6 m en een diepte van 2,75 m.
- Profiel van vrije ruimte in de watergang van b x h = 5 x 1,25 m.

- Conform de CROW-richtlijn “Handboek Wegontwerp – erftoegangswegen” zijn de volgende verkeerstechnische eisen zijn van toepassing:

Verkeerstype	Hoogteverschil	Aanbevolen	Maximaal toegestaan
Maximaal hellingspercentage snelverkeer:	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.
Maximaal hellingspercentage fietsverkeer:	1 m	7,5 %	8 %
Maximaal hellingspercentage fietsverkeer:	2 m	4,7 %	8 %

- Voor de landbouwbruggen, de NAM-brug en erftoegangsbrug wordt een minimale effectieve breedte aangehouden van 4,00 m, gebaseerd op de hierboven genoemde richtlijn.

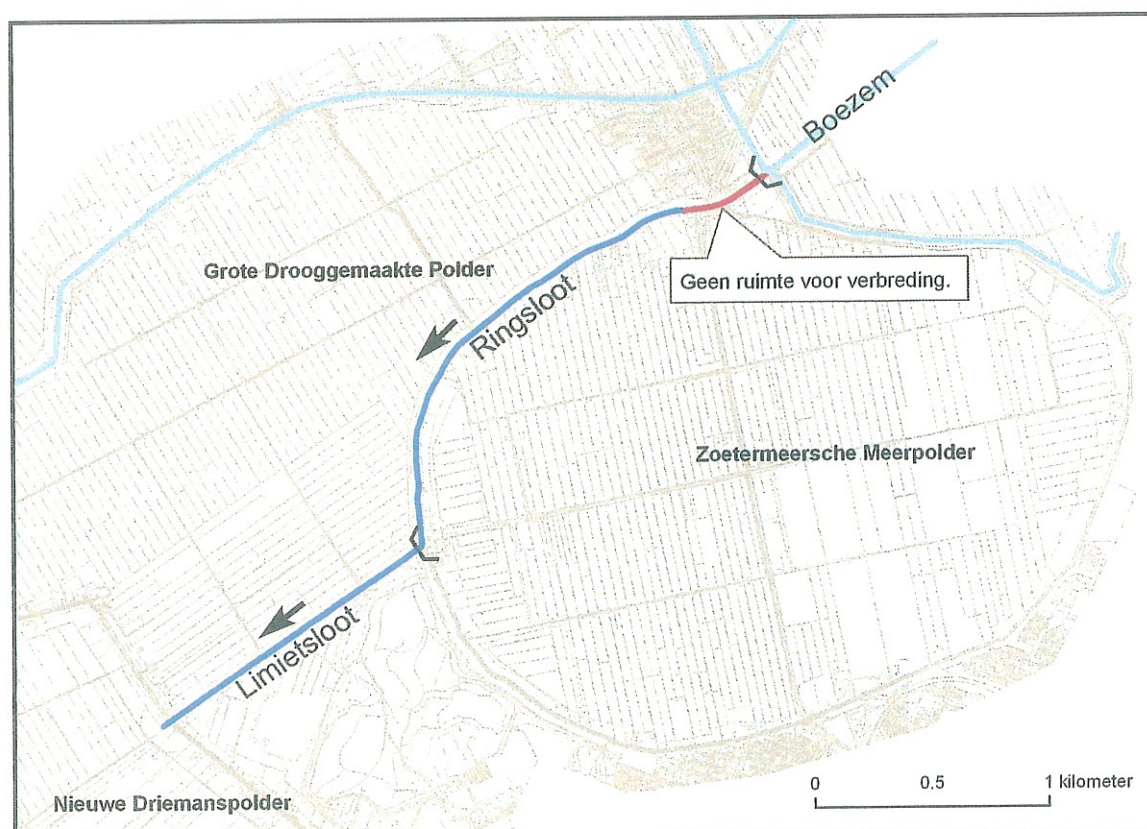
5 Voorlopig Ontwerp (VO+)

5.1 Inleiding

Het aanvoertracé is weergegeven in de onderstaande figuur. Het tracé begint bij de boezem waar via een inlaat water wordt ingelaten in de Ringsloot. De Ringsloot transporteert het water naar een inlaat die aansluit op de Limietsloot. Via de Limietsloot komt het water vervolgens via een aquaduct in de Nieuwe Driemanspolder terecht.

Het deel van de Ringsloot dat deel uitmaakt van het aanvoertracé heeft een lengte van circa 2500 m. De Limietsloot heeft een lengte van circa 1300 m, waarmee het totale tracé een lengte van circa 3800 m heeft.

De huidige Ringsloot heeft een breedte op waterlijn die varieert van circa 6 tot 9 m en een watterdiepte van circa 1 m.



Figuur 5.1.1 Aanvoertracé

Een deel van het tracé is niet te verbreden

Een deel van de Ringsloot kan, in verband met omliggende bebouwing, niet worden verbreed. Een vergroting van de hydraulische capaciteit van dit deel van de watergang kan hierdoor alleen worden bereikt door het verdiepen van de watergang of door het aanbrengen van een buis in de watergang. Bij het verdiepen van de watergang zullen damwanden moeten worden aangebracht.

Kunstwerken

In het tracé bevinden zich twee inlaten, twee duikers, een aquaduct en zes bruggen. In de huidige situatie is een aantal duikers aanwezig, maar die zullen moeten worden vervangen aangezien de afvoercapaciteit van de bestaande duikers te klein is. Het aquaduct is in het ontwerp opgenomen voor het kruisen van de Limietsloot met de Zoetermeersche Tussenboezem.

Aan de hand van het programma van eisen is een integraal Voorlopig Ontwerp opgesteld voor het toekomstige aanvoertracé. Om hiertoe te komen is intensief samengewerkt tussen alle verschillende disciplines. Dit hoofdstuk beschrijft per discipline het ontwerp van de watergangen, kaden en kunstwerken. Wat in dit Voorlopig Ontwerp niet is meegenomen, zijn de punten archeologie, milieuhygiënische condities en vergunningen. In het Definitief Ontwerp dient hierop nader te worden ingegaan. De ligging van kabels en leidingen is reeds geïnventariseerd en de tekening hiervan is opgenomen in bijlage 3. In bijlage 1 zijn een overzichtstekening en tekeningen met dwarsprofielen ten behoeve van het grondwerk opgenomen.

5.2 Landschappelijke inpassing en cultuurhistorie

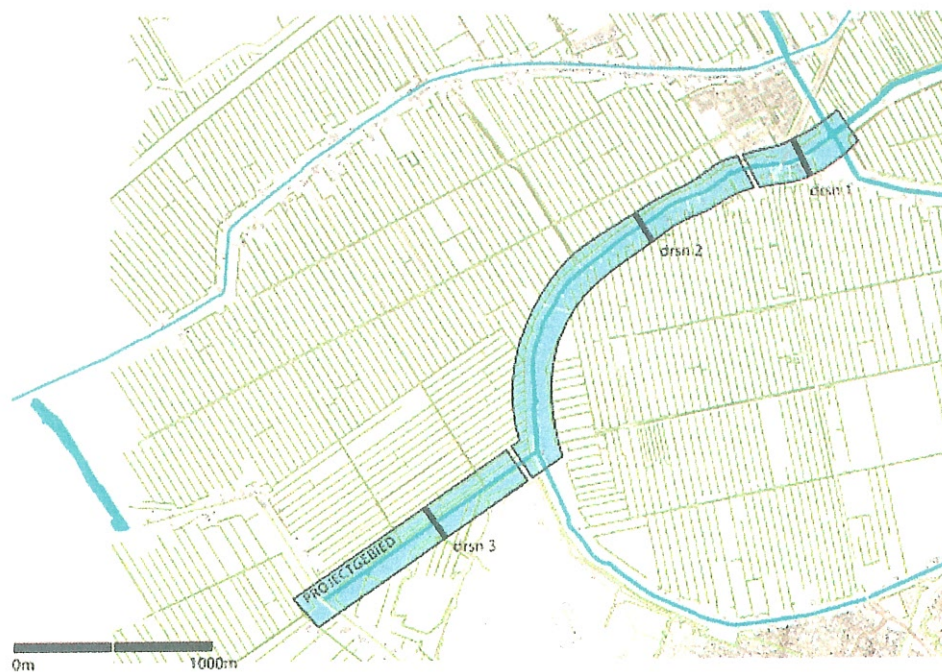
5.2.1 Algemeen

Het nieuwe aanvoerkanaal wordt gerealiseerd door de huidige watergangen aan te passen. Technisch gezien zullen de watergangen moeten worden verbreed en de duikers en bruggen in het tracé worden aangepast. Deze ingreep heeft ook grote gevolgen voor het omliggende landschap. Daarom zoekt men naar een oplossing die de verschillende aspecten kan combineren tot een weloverwogen keuze voor het uiteindelijke ontwerp. Het vertrekpunt daarin is de aanstaande technische ingreep. Er wordt uitgegaan van de functionele noodzaak van het aanvoertracé, met het gevolg dat het landschap door deze ingreep zal veranderen. De rapportage geeft een genuanceerde lezing van het omliggende landschap. Door de verschillende gebruikslagen zichtbaar te maken kan het belang van elk aspect worden gewaardeerd. De waardering van de belangen en de gecombineerde belangen vormen de basis voor de landschappelijk en cultuurhistorische ontwerpuitgangspunten.

Het complete rapport over landschappelijke inpassing en cultuurhistorie is, inclusief bijlagen, als separaat document opgenomen in bijlage 5.

5.2.2 Driedeling tracé aanvoerkanaal

Welbeschouwd ligt het tracé in drie verschillende omgevingen. Deze verschillen maken dat het tracé in drie deelstukken wordt gesplitst die elk een eigen civieltechnische oplossing krijgen. De deelstukken worden van noord naar zuid beschreven (zie figuur 5.2.1). Het eerste deel van het tracé ligt ingeklemd tussen het dorp Stompwijk en het lint van de Meer en Geerweg. Het tracé ligt hier fysiek aan de dorpsrand en heeft hier maar beperkt ruimte. Het tweede deel is het westelijk deel van de Ringsloot en volgt de krommende dijk van de Meerpolder. Het tracé ligt hier hoger en is de scheiding tussen twee polders met verschillende ontginningsrichting. Dit deel heeft een belangrijke karakteristieke waarde voor het landschap en in de nieuwe oplossing zal het tracé alle ruimte krijgen. Het derde en laatste stuk omvat de Limietsloot en ligt in de lager gelegen Nieuwe Driemanspolder. De Limietsloot heeft in voorgaande eeuwen, maar ook nu nog een belangrijke waarde als grensbepalend element. In de nieuwe oplossing wordt het feit dat het aanvoerkanaal hoger ligt dan de naastgelegen polder, ruimtelijk benut. Voor elk deelstuk is een ontwerp gemaakt in relatie tot de omgeving. Deze zijn als uitgangspunt gebruikt voor het Voorlopig Ontwerp, zie hiervoor paragraaf 4.1 van dit rapport.



Figuur 5.2.1 Driedeling tracé aanvoerkanaal

5.3 Ecologie

5.3.1 Algemeen

Tijdens het ontwerpen van de aanvoerroute is het van belang dat ook de ecologische aspecten worden meegenomen. Dit om te voldoen aan de hoofddoelstelling van de Europese Kaderrichtlijn Water: het realiseren van een 'goede chemische en ecologische toestand' van het oppervlaktewater en grondwater in de stroomgebiedsdistricten van de Rijn, Maas, Schelde en Eems in 2015. Tot een stroomgebiedsdistrict behoren naast de hoofdwatergang ook alle wateren in het betreffende gebied. De Ringsloot en Limietsloot behoren tot het stroomgebiedsdistrict van de Rijn. De ecologische kwaliteit van de wateren wordt onder andere bepaald door biologische kwaliteitselementen (waterplanten en vissen) en hydromorfologische parameters (dwarsprofiel en afvoer). Het is dus van belang dat de oevers van de Ringsloot en Limietsloot goed ingericht worden en goed begroeid raken.

Het complete rapport over ecologie is, inclusief bijlagen, als separaat document opgenomen in bijlage 6.

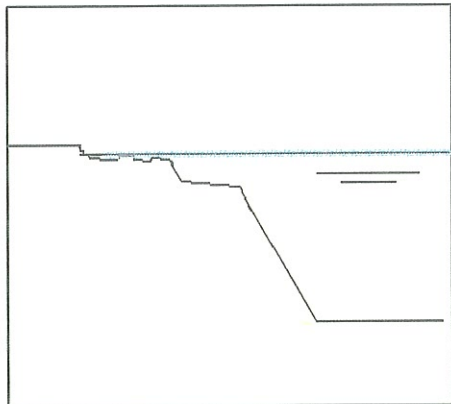
5.3.2 Ontwerp Ringsloot

De oevers van de Ringsloot worden ingericht met een flauw aflopend talud tot aan de bodem. Voor het realiseren van een stabiel talud van veen is een helling van 1:6 of flauwer noodzakelijk. Dit is door een beperkte ruimte echter niet haalbaar. Vanwege de beperkte ruimte wordt een plas- en/of drasoever gecreëerd (figuur 5.3.1). Met het aanleggen van een plasberm wordt het leefgebied van waterplanten vergroot. Plasbermen zijn van belang voor dieren die voor het volbrengen van de levenscyclus (gedeeltelijk) op vrij water zijn aangewezen en bieden ook goede paaiplekken voor vissen. Met het aanleggen van een drasberm wordt een bloemrijke oeverbegroeiingen gerealiseerd met een speciale betekenis voor bloemzoekende insecten en dagvlinders.

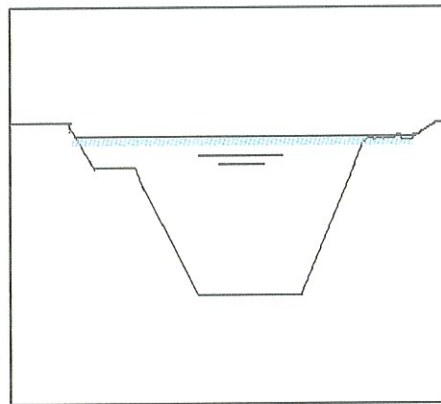
5.3.3 Afweging Limietsloot

Aan beide zijden van de Limietsloot wordt een plas- drasberm gecreëerd. Voor de stukken waar te weinig ruimte aanwezig is voor het realiseren van een plas- en een drasberm, wordt een plasberm toegepast.

Als ecologische verbindingszone is het realiseren van een hogere rietbegroeiing wenselijk. Naast variatie in de breedte wordt ook gevarieerd in de hoogte. Hierdoor ontstaat enkele drassige stukken.



Figuur 5.3.1 Schematische weergave plas/drasoever



Figuur 5.3.2 Schematische inrichting Limietsloot

5.4 Dimensionering watergangen

5.4.1 Algemeen

In deze studie, worden de voorlopige dimensies van de watergangen en kunstwerken in het wateraanvoertracé bepaald. Het tracé dient een maximaal debiet van 10 m^3 water per seconde te kunnen verwerken.

Er zijn drie hydraulische berekeningen uitgevoerd. De eerste berekening is uitgevoerd en daarna besproken in een projectteam met specialisten van de betrokken disciplines. Naar aanleiding van deze bespreking is een tweede berekening uitgevoerd. Als laatste is het definitieve VO hydraulisch doorgerekend.

De eerste berekening bestaat uit twee varianten. In één variant zijn de kruisingen van de Meerlaan en de N206 (Middelweg) gemodelleerd als duikers, en in de andere variant als duikerbruggen. De tweede berekening is niet onderverdeeld in varianten.

Er is een hydraulisch model van het wateraanvoertracé gemaakt door middel van het programma Sobek CF (Channel Flow), versie 2.09.008.

De dimensies van de watergangen en kunstwerken in het aanvoertracé zijn bepaald op basis van criteria voor de optredende opstuwing en de stroomsnelheden in watergangen en kunstwerken.

Het complete rapport over de dimensionering van de watergangen is, inclusief bijlagen, als separaat document opgenomen in bijlage 7.

5.4.2 Kunstwerken

Aangezien de kruising van de Meerlaan en de N206 samenvalt met het deel van de Ringsloot dat moet worden uitgevoerd met damwanden om voldoende nat oppervlak te creëren, hoeven hier geen kokerduikers te worden aangelegd, en kan de watergang onder de wegen doorlopen. Dit is voordeliger dan het realiseren van twee kokerduikers.

Voor de afvoer van drijfvuil dienen de duikerbruggen te worden uitgevoerd met lucht. Daarom is er in het voorlopig ontwerp uitgegaan dat de binnenbovenkant van de duikers zich op NAP -1,80 m bevindt. Dit resulteert in 0,36 m lucht bij streefpeil en circa 0,06 m lucht bij het in bedrijf zijn van aanvoertracé.

Er is gekozen om de inlaat vanuit de boezem en de inlaat naar de Limietsloot in het ontwerp op te nemen als klepstuwen, aangezien buizen met vlinderkleppen moeilijk te sturen zijn en onvoldoende bedrijfszekerheid bieden.

5.4.3 Watergangen

Het concept voorlopig ontwerp voor het aanvoertracé is op drie punten gewijzigd. Deze aanpassingen betreffen het dwarsprofiel van de Ringsloot, het dwarsprofiel van de Limietsloot en de kruising met de Zoetermeersche Tussenboezem.

Dwarsprofiel Ringsloot

De bodembreedte van de Ringsloot is vergroot van 13,2 m naar 15,0 m (op leggerdiepte). De onderwatertaluds zijn flauwer geworden; van 1:2 naar 1:3. Hierdoor is de breedte op waterlijn vergroot van 20,0 m naar ruim 25 m (inclusief plasberm). Het deel van de Ringsloot dat niet verbreed kan worden is niet gewijzigd ten opzichte van het concept voorlopig ontwerp.

Dwarsprofiel Limietsloot

De bodembreedte is vergroot van 14,4 m naar 16,0 m.

Kruising Zoetermeersche Tussenboezem

Het ontwerp voor het kunstwerk voor de kruising van de Limietsloot met de Zoetermeersche Tussenboezem (KW-N5) is aangepast. Het profiel van de Limietsloot loopt ter plaatse van de kruising door. De eerder gehanteerde versmalling tot een rechthoekig profiel met een breedte van 7 m is hiermee verdwenen.

5.4.4 Dimensies watergangen en kunstwerken definitief voorlopig ontwerp aanvoertracé

De onderstaande tabellen in deze paragraaf geven de dwarsprofielen van de watergangen en de dimensies van de kunstwerken die samen het wateraanvoertracé vormen.

Tabel 5.4.1 Dwarsprofielen watergangen

Dwarsprofiel	Breedte op waterlijn bij streefpeil [m]	Bodem-breedte [m]	Bodemhoogte [m t.o.v. NAP]	talud beneden waterlijn	waterdiepte bij streefpeil [m]	lengte [m]
deel te hand-haven breedte op waterlijn Ringsloot	6	6	-4,91	1:0 (verticale wanden)	2,75	ca 430
overige deel Ringsloot	circa 25	15*	-3,86	1:3	1,7*	ca 2.050
Limietsloot	circa 28**	16*	-6,25	1:4	1,5*	ca 1.300

* Dit betreft de leggerdiepte. In de modelberekening is uitgegaan van een 0,20 m geringere waterdiepte uitgaande van de aanwezigheid van een sliblaag. De watergangen hebben in het rekenmodel een navenant grotere bodembreedte.

** Bij streefpeil (NAP -4,75 m).

Tabel 5.4.2 Dimensies kruising de Meerlaan, de N206 en aquaduct KW-N5 (onderdeel Zoetermeersche Tussenboezem)

Duiker	breedte x hoogte [m]	b.o.k. [m t.o.v. NAP]	b.b.k. [m t.o.v. NAP]	lengte [m]
KW-N2	6,0 x 3,11	-4,91	-1,80	21
KW-N3	6,0 x 3,11	-4,91	-1,80	38
KW-N5	Gelijk aan dwarsprofiel Limietsloot			

Tabel 5.4.3 Dimensies aquaduct KW-N5; onderdeel Zoetermeersche Tussenboezem

Dwarsprofiel	breedte op waterlijn [m]	Bodem- breedte [m]	Bodemhoogte [m t.o.v. NAP]	talud beneden waterlijn	waterdiepte bij streefpeil [m]
Zoetermeersche Tussenboezem ter plaatse van kruising Limietsloot	12,5	8,9	Ca. -2,3 (streefpeil -1,69)	1:3	0,6

Tabel 5.4.4 Dimensies inlaten

Inlaat	Dimensies
KW-N1	Twee parallelle klepstuwen met ieder een kruinbreedte van 6 m
KW-N4	Twee parallelle klepstuwen met ieder een kruinbreedte van 6 m

5.4.5 Hydraulisch functioneren van het definitief voorlopig ontwerp

Het hydraulisch functioneren van het definitief voorlopig ontwerp is door middel van een rekenmodel in beeld gebracht. In tabel 5.5 is de berekende opstuwing weergegeven en in tabel 5.6 zijn de berekende stroomsnelheden in de watergangen weergegeven. De stroomsnelheid in de duikerbruggen KW-N2 en KW-N3 is gelijk aan de stroomsnelheid in het deel van de Ringsloot dat niet verbreed kan worden.

De berekende opstuwing in zowel de Ringsloot als de Limietsloot voldoen aan de gehanteerde criteria.

Tabel 5.5 Berekende opstuwing

Peilgebied	Totale opstuwing binnen de peilgebieden [m]
Ringsloot: NAP -2,16 m	0,36 m (0,22 m overschrijding van het streefpeil)
Limietsloot: NAP -4,75 m	0,18 m
	Opstuwing in het te verbreden deel van de Ringsloot [m]
	0,25 m (0,11 m overschrijding van het streefpeil)

Tabel 5.6 Berekende stroomsnelheden watergangen

Profiel	v [m/s]
deel te handhaven breedte op waterlijn Ringsloot	0,58 (criterium: maximum stroomsnelheid circa 0,70)
overige deel Ringsloot	maximaal 0,36 (criterium: maximum stroomsnelheid circa 0,30)
Limietsloot	0,33 (criterium: maximum stroomsnelheid circa 0,30)

Voor de berekende stroomsnelheid in het deel van de Ringsloot met de te handhaven breedte op waterlijn, is het criterium voor duikers van toepassing aangezien de watergang niet erosiegevoelig is doordat deze volledig bekleed is. De berekende stroomsnelheid in dit deel van de Ringsloot voldoet aan het criterium.

De berekende stroomsnelheden overschrijden het criterium van maximaal 0,30 m/s met 20% in de Ringsloot en 10% in de Limietsloot. Deze overschrijdingen zijn berekend uitgaande van de aanwezigheid van een sliblaag in de watergangen met een dikte van 20 cm. Wanneer erosie optreedt, zal deze sliblaag als eerste verdwijnen waardoor de waterdiepte toeneemt met als gevolg dat de stroomsnelheid afneemt. De stroomsnelheid in de Ringsloot zonder sliblaag bedraagt 0,33 m/s en in de Limietsloot 0,30 m/s. Dit betekent dat in deze situatie alleen de Ringsloot niet aan het criterium voldoet. Wij schatten in dat de kans op erosie aan de Ringsloot bij deze stroomsnelheid verwaarloosbaar is, aangezien het toegepaste criterium veilig is gekozen.

5.4.6 Conclusie en aandachtspunten

Het ontwerp voldoet aan de gehanteerde criteria voor de opstuwing die het aanvoertracé veroorzaakt wanneer het in bedrijf is.

Het ontwerp biedt voldoende zekerheid ten aanzien van het voorkomen van erosie aan de watergangen bij het in bedrijf zijn van het wateraanvoertracé.

Dit betekent dat het ontwerp de benodigde aanvoercapaciteit van 10 m³ water per seconde kan leveren, zonder dat dit leidt tot:

- erosie aan de watergangen;
- een te zware belasting van de kades;
- wateroverlast ter plaatse van het gebied dat aan het aanvoertracé grenst.

5.5 Toetsing huidige kade Ringsloot

5.5.1 Algemeen

Onderdeel van het voorontwerp is de toetsing op veiligheid van de bestaande te handhaven zuidelijke kade van de Ringsloot voor de huidige en de toekomstige situatie en het aandragen van eventuele verbetermaatregelen. De kade vormt de waterkering van het aanvoerkanaal. De beoordeling van de veiligheid van de kade van de Ringsloot is uitgevoerd volgens de "Leidraad toetsen op veiligheid regionale waterkeringen, katern Boezemkaden". De faalmechanismen waarop de kade langs de Ringsloot wordt beoordeeld zijn:

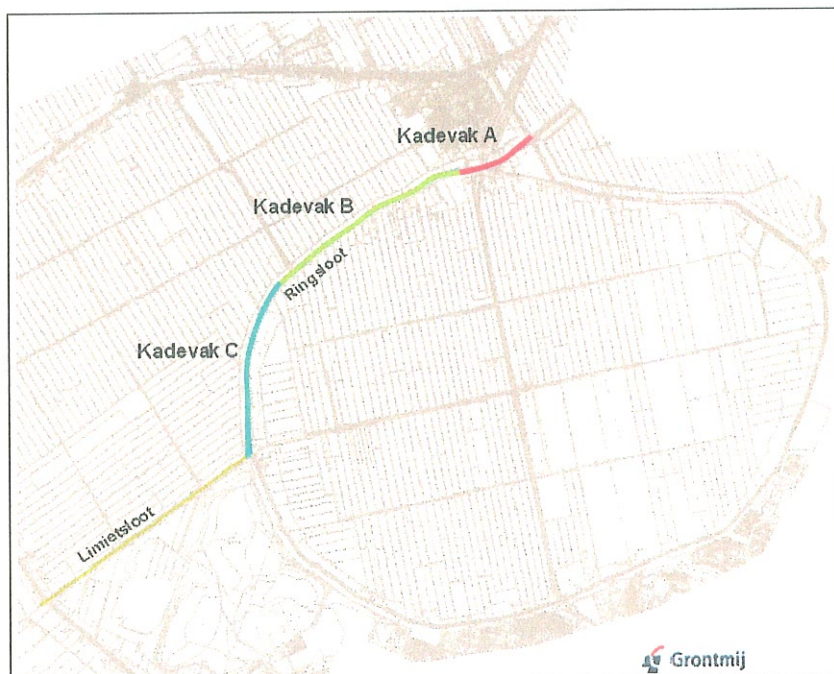
- overlopen/overslag;
- opbarsten/opdrijven;
- piping;
- macrostabiliteit;
- microstabiliteit.

Voor alle faalmechanismen geldt dat ze worden uitgewerkt voor de natte belastingsituatie. Voor piping en macrostabiliteit binnentalud geldt tevens dat daarnaast ook de situatie met extreme droogte wordt beschouwd.

Het complete rapport over de toetsing van de kade is, inclusief bijlagen, als separaat document opgenomen in bijlage 8.

5.5.2 Kadevakindeling

Op basis van het grondonderzoek en de geometrie van de kade kan de Ringslootkade in globaal drie kadevakken worden ingedeeld, zie figuur 5.5.1.



Figuur 5.5.1 Kadevakindeling

Kadevak A omvat het niet te verbreden gedeelte aan het begin van de Ringsloot. De oevers bestaan hier uit damwanden, vandaar dat alleen kadevak B en C worden getoetst.

5.5.3 Toetsingsresultaten kadevak B

Ten aanzien van de kruinhoogte geldt dat de kade in de huidige en toekomstige situatie voldoende veilig is tegen optreden van overlopen en overslag. De kade is in de huidige en toekomstige situatie voldoende veilig tegen optreden van piping. De stabiliteit van het binnentalud is in de huidige en toekomstige situatie eveneens voldoende. Het buitentalud van de kade is onvoldoende veilig tegen optreden van macro-instabiliteit voor de situatie met verkeersbelasting. De kade is wel voldoende veilig tegen optreden van micro-instabiliteit.

Geconcludeerd kan worden dat voor de huidige en toekomstige situatie de kade onvoldoende veilig is tegen optreden van buitenwaartse macro-instabiliteit. Als verbetermaatregel wordt geadviseerd het buitentalud te verflauwen naar 1:3.

Voor de beschrijving van de toetsing van kadevak B en de resultaten daarvan wordt verwezen naar het complete toetsingsrapport in bijlage 8.

Tabel 5.5.1 Resultaten kadevak B toekomstige situatie

Belasting-situatie	Kortsluiting	Hoogte	Piping/heave	Macrostabiliteit binnenwaarts	Macrostabiliteit buitenwaarts	Microstabiliteit
Nat	Nee	voldoet	voldoet	voldoet	voldoet niet	voldoet
	Ja		niet relevant	niet relevant	niet relevant	niet relevant
Droog	Nee	voldoet	voldoet	voldoet	niet relevant	voldoet
	Ja		niet relevant	niet relevant	niet relevant	niet relevant
Eindoordeel		voldoet	voldoet	voldoet	voldoet niet	voldoet

5.5.4 Toetsingsresultaten kadevak C

Kadevak C is in de huidige en toekomstige situatie overal voldoende veilig tegen bezwijken door het optreden van overlopen en overslag.

De kade is in de huidige en toekomstige situatie voldoende veilig tegen optreden van piping. De stabiliteit van het binnentalud is in de huidige situatie onvoldoende. Bij het toekomstige gebruik van de Ringsloot als afvoerkanaal zal de veiligheid tegen afschuiven gelijk blijven. Het buitentalud van de kade is in de huidige situatie voldoende veilig tegen optreden van macro-instabiliteit. Ook is de kade voldoende veilig tegen optreden van micro-instabiliteit.

Geconcludeerd kan worden dat voor de toekomstige situatie de kade onvoldoende veilig is tegen optreden van binnenwaartse en buitenwaartse macro-instabiliteit.

De volgende verbetermaatregelen kunnen worden overwogen:

- Verflauwen van het binnentalud tot 1:5 en afdekken met bekledingsklei.
- Aanbrengen steunberm of damwand aan de binnenzijde van de kade.
- Verflauwen van het buitentalud tot 1:3 en afdekken met bekledingsklei.
- Aanbrengen van een damwand in het buitentalud van de kade.

Voor de beschrijving van de toetsing van kadevak C en de resultaten daarvan wordt verwezen naar het complete toetsingsrapport in bijlage 8.

Tabel 5.5.2 Resultaten kadevak C toekomstige situatie

Belasting-situatie	Kortsluiting	Hoogte	Piping/ heave	Macrostabiliteit binnenwaarts	Macrostabiliteit buitenwaarts	Microstabiliteit
Nat	Nee	voldoet	voldoet	voldoet niet	voldoet niet	voldoet
	Ja		niet relevant	niet relevant	niet relevant	niet relevant
Droog	Nee	voldoet	voldoet	voldoet niet	niet relevant	voldoet
	Ja		niet relevant	niet relevant	niet relevant	niet relevant
Eindoordeel		voldoet	voldoet	voldoet niet	voldoet niet	voldoet

5.6 Ontwerp nieuwe kaden Ringsloot en Limietsloot

5.6.1 Algemeen

Een belangrijk onderdeel van het Voorlopig Ontwerp is, naast de toetsing van de huidige kaden, de dimensionering van de nieuwe kaden ten noorden van de Ringsloot en aan beide zijden van de Limietsloot. Voor alle kaden is gekeken naar zowel de binnenwaartse als de buitenwaartse stabiliteit en de zettingen. Ook is onderscheid gemaakt tussen de uitvoeringssituatie en de eindsituatie.

Het complete rapport over de dimensionering van de kaden is, inclusief bijlagen, als separaat document opgenomen in bijlage 9.

5.6.2 Kade Ringsloot

De nieuwe kade zal worden aangelegd ten noordwesten van de huidige kade. De exacte ligging van de nieuwe kade wordt daarbij bepaald door het minimale doorstromingsprofiel dat vereist is voor het toekomstige aanvoertracé, zie figuur 5.6.1.

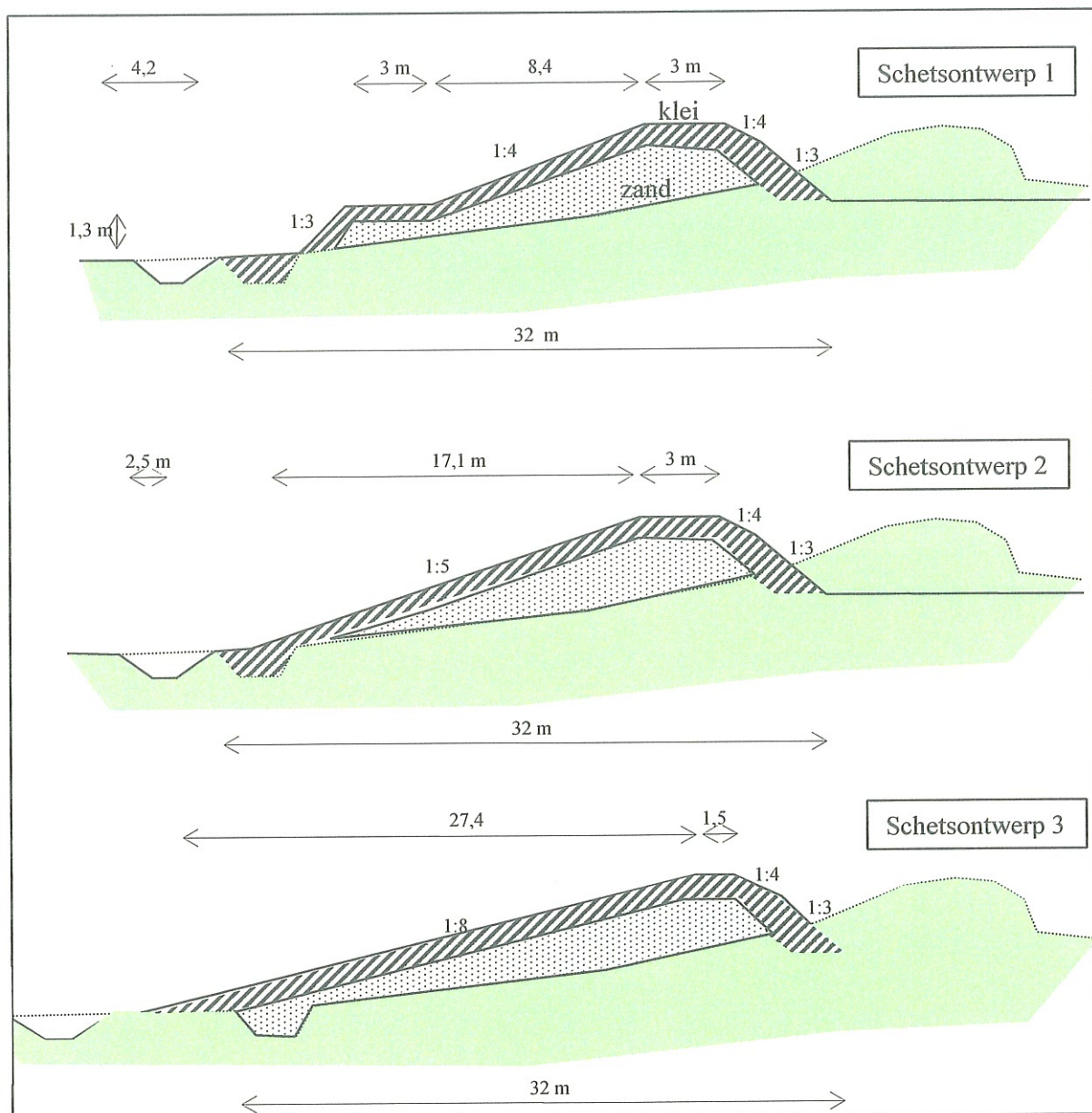


Figuur 5.6.1 Locatie kade Ringsloot

Aan het ontwerp is vanuit de omgeving de eis gesteld dat taluds flauw zijn. Bij voorkeur met een helling gelijk aan of flauwer dan 1:5. Hierdoor blijven landbouwkundige activiteiten op het talud mogelijk en wordt niet te veel gebroken met de landschappelijke inpassing van de huidige kade. Tevens is een variant met een taludhelling van 1:8 beschouwd.

In figuur 5.6.2 is een drietal alternatieve schetsontwerpen uitgewerkt. Het buitentalud wordt bij de ontwerpen gevormd door een helling van 1:3 onder de waterlijn en een talud van 1:4 boven de waterlijn. De kruinbreedtes zijn 3 m. Bij een taludhelling van 1:8 kan de kruinbreedte worden verkleind tot 1,5 m. Bij het eerste ontwerp is het binnentalud 1:4. Ten behoeve van de stabiliteit van het binnentalud is ter hoogte van het maaiveld een kleine aanberming geprojecteerd. In het tweede ontwerp heeft het talud aan de binnendijkse zijde een helling van 1:5. In het derde ontwerp is een taludhelling van 1:8 aangehouden. Bij alle alternatieven worden nieuwe teensloten gegraven conform de volgende geometrie:

- taludhelling 1:1,5;
- bodembreedte 1 m;
- waterpeil: polderpeil;
- bodemniveau: polderpeil minus 0,6 m, in overeenstemming met bestaande kwelsloot).



Figuur 5.6.2 Schetsontwerpen boezemkaden Ringsloot

Inpassing

De teen van de nieuwe kade ligt voor de verbeteringsontwerpen ter hoogte van of voorbij de oude teensloot. Deze teensloot zal dan ook verlegd moeten worden. Aan de binnendijkse zijde van het beschouwde kadedeel bevinden zich geen belemmeringen die de aanleg van de nieuwe kade hinderen.



Figuur 5.6.3 Kunstwerken Ringsloot

Uitvoering

Het ineens aanbrengen van een hoog grondlichaam op een slappe slecht waterdoorlatende ondergrond kan leiden tot te grote wateroverspanningen, waardoor instabiliteit kan optreden. Uit de zettings- en stabiliteitsberekeningen (zie ontwerprapportrapport in bijlage 9) is gebleken dat een minimale bouwtijd van circa 21 maanden moet worden aangehouden. De kade zal binnen deze bouwtijd laagsgewijs moeten worden opgehoogd, waarbij tussen de ophoogslagen een rust-pauze wordt ingelast.

De kern van de kade wordt uitgevoerd in zand. De eerste zandlaag doet tevens dienst als bouw-weg voor het werkverkeer. Als laatste laag zal een afdekkende kleilaag worden toegepast van 1 m in verband met de erosiebestendigheid en waterdichtheid van de kade.

5.6.3 Kade Limietloot

De ligging van de toekomstige kades is weergegeven in figuur 5.6.4. De kades worden opgetrokken vanaf het maaiveld. In het voorontwerp is een algemeen geldend dwarsprofiel gekozen (vlak maaiveld) als uitgangspunt voor het nieuwe kadeontwerp.



Figuur 5.6.4 Locatie Limietsloot

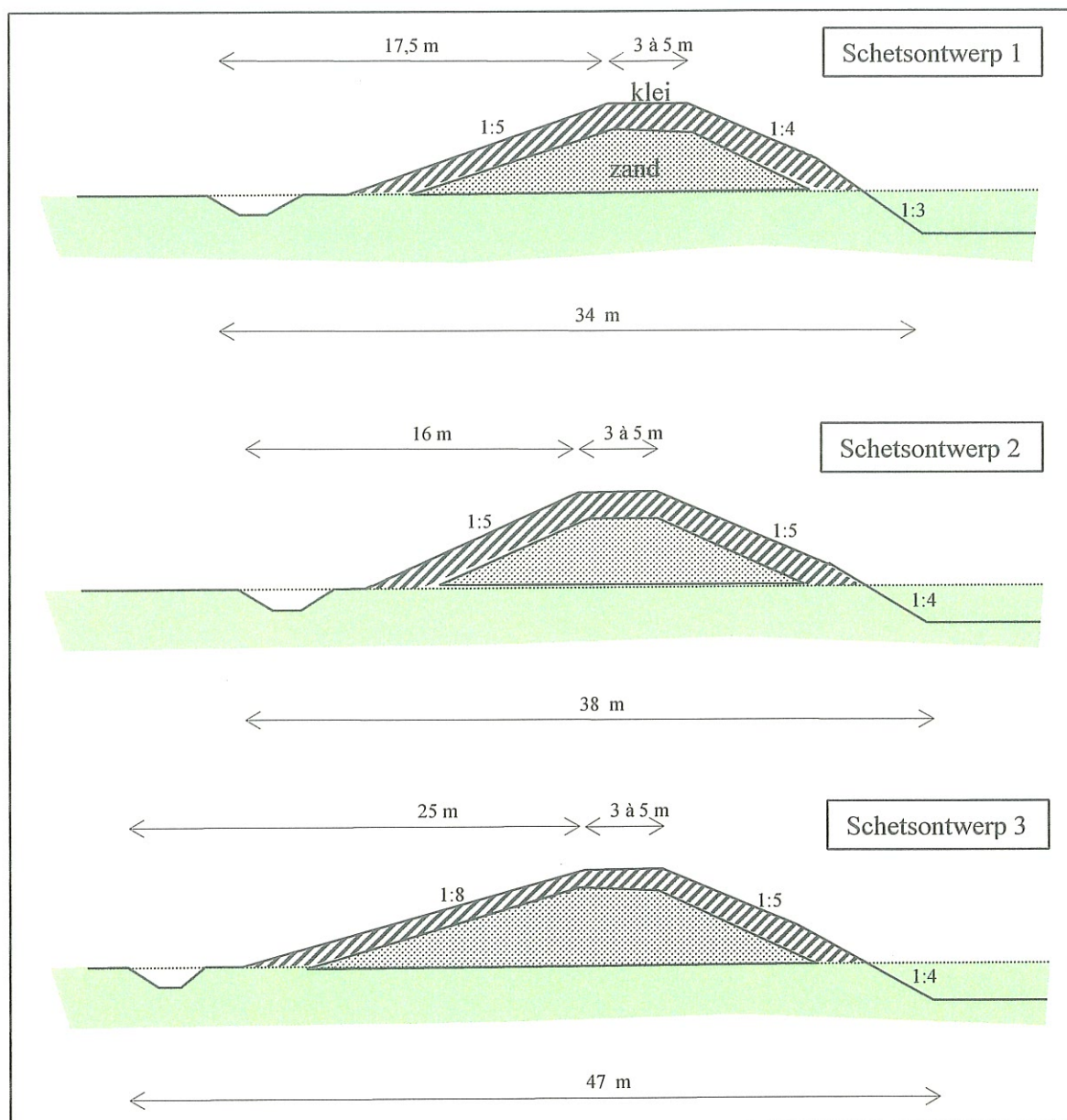
Aan het ontwerp is vanuit de omgeving de eis gesteld dat taluds flauw zijn. Bij voorkeur met een helling gelijk aan of flauwer dan 1:5. Hierdoor blijven landbouwkundige activiteiten op het talud mogelijk. De kruinbreedte van de noordelijke kade bedraagt 3 m. Dit is een minimaal benodigde breedte voor onderhoud aan de kade. Ter plaatse van de zuidelijke kade is een fiets- en ruiterpad voorzien op de kruin en bedraagt de kruinbreedte 5 m.

In figuur 5.6.5 is een drietal schetsontwerpen uitgewerkt. Bij het eerste ontwerp is het binnentalud 1:5. In het tweede ontwerp heeft het talud aan de binnendijkse zijde een helling van 1:5 en in het derde ontwerp een talud van 1:8. Voor schetsontwerp 1 is het buitentalud gelijk genomen aan dat voor de kade bij de Ringsloot.

De taluds zijn 1:4 boven het streefpeil en 1:3 onder het streefpeil. In verband met de plotselinge daling van het waterpeil bij het leegmalen van de Driemanspolder is dit buitentalud onvoldoende stabiel. In schetsontwerp 2 en 3 is daarom gekozen voor een buitentalud met een helling van 1:5 boven het streefpeil en 1:4 onder het streefpeil. Bij alle alternatieven zijn nieuwe teensloten gegraven conform de volgende geometrie:

- taludhelling 1:1,5;
- bodembreedte 1 m;
- waterpeil: polderpeil;
- bodemniveau: polderpeil minus 0,6 m, in overeenstemming met bestaande kwelsloot).

Op plaatsen waar in het achterland een waterpartij aanwezig is, is geen kwelsloot voorzien.



Figuur 5.6.5 Schetsontwerpen boezemkaden Limietsloot

Inpassing

Aangezien het buitentalud van schetsontwerp 1 niet stabiel is, zijn inpassing, uitvoering, zetting en hoeveelheden uitgewerkt voor het minimale profiel volgens schetsontwerp 2.

Zoals in figuur 5.6.4 is te zien, zijn er geen belemmeringen en loopt het toekomstige afwateringskanaal door agrarisch gebied. Door de taluds 1:5 of flauwer te maken, kan een groot deel van de boezemkade opnieuw een landbouwkundige functie krijgen.

Uitvoering

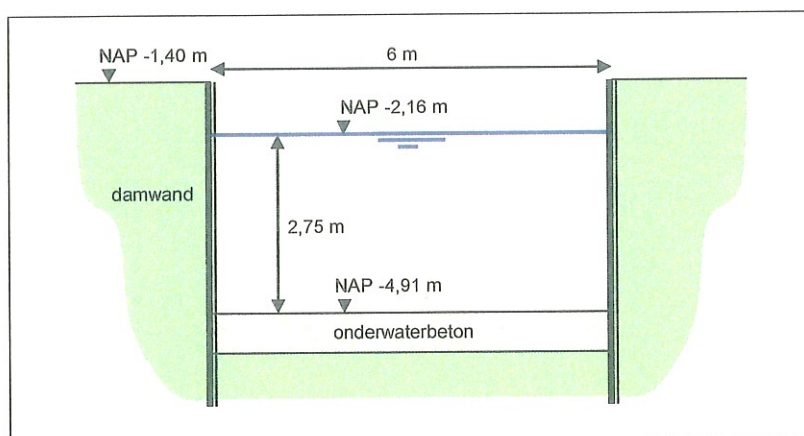
Net als bij de Ringsloot wordt voor de Limietsloot de kern van de kade uitgevoerd in zand. De eerste zandlaag doet tevens dienst als bouwweg voor het werkverkeer. Als laatste laag zal een afdekkende kleilaag worden toegepast van 1 m in verband met de erosiebestendigheid en waterdichtheid van de kade.

5.7 Ontwerp damwandconstructie

5.7.1 Algemeen

Knelpunt bij het ontwerp van het aanvoertracé is het gedeelte van de Ringsloot langs de Bovenmeerweg en het bebouwde gedeelte langs de Meer en Geerweg. Op deze locatie is de beschikbare ruimte voor het aanvoertracé ten gevolge van bebouwing en verhardingen beperkt tot 6 m. De benodigde waterdiepte bedraagt 2,75 m.

Om het ruimtebeslag te beperken, wordt de secundaire waterkering uitgevoerd als een harde kadeconstructie bestaande uit damwanden. In verband met de hoge stroomsnelheid van het water zal de bodem van de watergang voldoende erosiebestendig moeten zijn. Mede uit damwandtechnische overwegingen is gekozen voor een onderwaterbetonconstructie. In figuur 5.7.1 is een principedoorsnede weergegeven van de kadeconstructie.



Figuur 5.7.1 Principedoorsnede kadeconstructie Ringsloot

Beschouwd zijn de volgende twee constructies:

- Wand A: een vrije damwand met alleen een grond- en waterkerende functie.
- Wand B: een damwand die tevens dienst doet als funderingsconstructie voor de brug of duiker (verticaal belaste damwand).

De dimensionering van de damwand is uitgevoerd met behulp van het programma MSheet (versie 7.1) conform de richtlijnen uit CUR 166.

De complete memo met het voorontwerp van de damwandconstructie is, inclusief bijlagen, als separaat document opgenomen in bijlage 10.

5.7.2 Wand A (niet verticaal belast)

Voor wand A is op basis van de constructieve berekeningen een minimale damwandlengte van 8,5 m vereist. De resultaten van de berekening staan weergegeven in tabel 5.7.1.

Tabel 5.7.1 Resultaten damwandberekening Wand A

Profiel	Lengte	Puntniveau	Staalkwaliteit	$M_{r,max;d}$	$M_{s,max;d}$	$u_{x,max}$
[mm]	[m]	[m +NAP]		[kNm/m']	[kNm/m']	[mm]
AZ18	8,5	-9,9	S240	443	82	24

Waarbij geldt:

$M_{r,max;d}$ = maximaal opneembaar moment (met corrosiereductie);

$M_{s,max;d}$ = maximaal optredend moment berekend in uiterste grenstoestand 1A;

$u_{x,max}$ = maximale uitwijking van kop damwand berekend in bruikbaarheidsgrenstoestand 2.

Het opneembare moment in de damwand is groter dan het optredende moment, wat inhoudt dat het AZ18 profiel sterk genoeg is. Er wordt rekening gehouden met een gemiddelde aantasting door corrosie van 0,012 mm per jaar. Uitgaande van de ontwerplevensduur van 100 jaar dient dus rekening te worden gehouden met een afname van de wanddikte van de schermwanden van $100 \times 0,012 = 1,2$ mm per zijde, dus 2,4 mm totaal. Zie bijlage 10 voor de memo met nadere uitleg hierover.

5.7.3 Wand B (verticaal belast)

Voor de verticaal belaste damwand wordt geadviseerd de damwand aan te brengen tot in het vaste Pleistocene zand teneinde de draagkracht te vergroten en te voorkomen dat de belastingen worden overgedragen op de onderwaterbetonvloer. Op basis van de draagkracht wordt geadviseerd een damwand toe te passen met een lengte van 12 m of wel een puntniveau op NAP -13,4 m (0,7 m in het Pleistoceen zand). De resultaten van de berekening staan weergegeven in tabel 5.7.2.

Tabel 5.7.2 Resultaten damwandberekening Wand B

Profiel [mm]	Lengte [m]	Puntniveau [m +NAP]	Staal-kwaliteit	$M_{r,max;d}$ [kNm/m']	$M_{s,max;d}$ [kNm/m']	$u_{x,max}$ [mm]
AZ18	12,0	-13,4	S240	443	87	18

Waarbij geldt:

$M_{r,max;d}$ = maximaal opneembaar moment (met corrosiereductie);

$M_{s,max;d}$ = maximaal optredend moment berekend in uiterste grenstoestand 1A;

$u_{x,max}$ = maximale uitwijking van kop damwand berekend in bruikbaarheidsgrenstoestand 2.

Het opneembare moment van de damwand is groter dan het optredende moment, wat inhoudt dat het AZ18 profiel sterk genoeg is. Berekend is een maximale vervorming van 18 mm. Dit is minder dan maximaal toelaatbare vervorming van 35 mm.

5.7.4 Resultaten

Ten aanzien van het ontwerp kan het volgende worden geconcludeerd:

- Voor wand A (vrije damwand) voldoet een damwandtype AZ18 met een lengte van 8,5 m (inheinniveau NAP -9,9 m) en een 0,8 m dikke onderwaterbetonvloer. Tijdens de uitvoering dient het kanaal in den natte te worden ontgraven in combinatie met tijdelijke stempeling van de damwand. De stempeling mag pas worden verwijderd nadat het onderwaterbeton voldoende is uitgehard.
- Voor wand B (verticaal belaste damwand) wordt een overeenkomstige constructie en uitvoeringswijze aangehouden. Echter wordt geadviseerd de damwand door te zetten tot in het Pleistocene zand. Uitgaande van een verticale belasting (rekenwaarde) van circa 330 kN/m¹ wordt een inheinniveau geadviseerd van NAP -13,4 m of dieper. De rekenwaarde van de draagkracht bedraagt 350 kN/m¹.
- Als gevolg van de toepassing van een damwandconstructie en onderwaterbeton wordt een grondwaterstandsverlaging verwacht in de kade. De verlaging van de grondwaterstand heeft naar verwachting zettingen tot gevolg. Bij aanwezigheid van bebouwing op staal binnen een afstand van 20 m vanaf de damwand, worden ontoelaatbare zakkingsverschillen verwacht. In de volgende fase zal worden nagegaan of de constructie moet worden aangepast en doorlatender moet worden gemaakt om deze zettingsverschillen te beperken. Voor een nadere beschrijving hiervan wordt verwezen naar het volledige rapport in bijlage 10.

5.8 Kunstwerken nat

5.8.1 Algemeen

In deze paragraaf worden de voorontwerpen van de 'natte' kunstwerken in het traject van het aanvoerkanaal richting de Driemanspolder behandeld.

In het traject van het aanvoerkanaal richting de Driemanspolder bevindt zich een aantal 'natte' kunstwerken. Dit zijn kunstwerken die watervoerend zijn en waarvan sommige gecombineerd worden met een brugconstructie voor het wegverkeer.

In het traject zijn vijf 'natte' kunstwerken aanwezig. In onderstaand overzicht worden de locatie en omschrijving van deze kunstwerken gegeven.

Nummer KW	Locatie	Omschrijving
KW-N1	Parallel aan Ondermeerweg te Stompwijk	Inlaatwerk aan begin van aanvoerkanaal
KW-N2	Kruising Meerlaan-Ondermeerweg te Stompwijk	Overkluizing aanvoerkanaal met Meerlaan
KW-N3	Kruising met N206 te Stompwijk	Overkluizing aanvoerkanaal met de N206
KW-N4	Meerpolder te Zoetermeer	Inlaatwerk vanaf Ringsloot naar Limietsloot
KW-N5	Kruising Limietsloot - Zoetermeersche Tussenboezem en Voorweg	Kruising aanvoerkanaal (Limietsloot) met Zoetermeersche Tussenboezem en Voorweg

Het complete rapport over de dimensionering van de 'natte' kunstwerken is, inclusief bijlagen, als separaat document opgenomen in bijlage 11.

5.8.2 KW-N1 - Inlaatwerk

Voor de situatie die hier aanwezig is, is een tweetal oplossingen mogelijk. Hieronder worden deze kort weergegeven:

- **Klepstuwen:** Bij deze oplossing worden twee klepstuwen van elk circa 6 m breed naast elkaar geplaatst. Deze klepstuwen worden door heugelstangen op en neer bewogen. Door het regelen van de overstortende straal kan het gewenste debiet ingesteld en gehandhaafd worden.
- **Inlaatleidingen:** Bij deze oplossing wordt het water ingelaten via een instroombak in een tweetal leidingen Ø1500 mm, waarna het via een uitstroombak in de Ringsloot wordt ingelaten. De leidingen kunnen worden afgesloten door middel van vlinderkleppen. De lengte van de leidingen kan worden gevarieerd. Hiermee is het mogelijk eventueel ook het tweede knelpunt (KW-N2) en mogelijk ook het derde knelpunt (KW-N3) te passeren met de leidingen.

Voor beide oplossingen geldt dat voor het regulier inlaten van water (10 m³/minuut) een aparte inlaatvoorziening wordt opgenomen. De afmetingen van zowel de oplossing met de klepstuw als de oplossing met de inlaatleidingen zijn te groot om het gewenste debiet van 10 m³/minuut betrouwbaar in te kunnen stellen.

Keuze oplossing

Voor de uitwerking van het voorontwerp is gekozen voor de oplossing met de klepstuwen. Hieraan liggen de volgende afwegingen ten grondslag:

- De kans op vervuiling van het systeem met als gevolg disfunctioneren is zeer beperkt.
- Eenvoudige en robuuste constructie zonder bijzonder dure elementen.
- Bij de oplossing met inlaatleidingen zijn de secundaire keermiddelen (vlinderkleppen) veel duurder dan de afsluitschotten die bij de klepstuwen ingezet worden.
- Instromend debiet bij hoogwater is goed meet- en regelbaar.
- Onderhoud is eenvoudig en goed uitvoerbaar.

Nadere omschrijving inlaatwerk met stuwkleppen

De gekozen oplossing bestaat uit twee stuwkleppen die zijn opgenomen in een betonconstructie. Deze betonconstructie wordt gefundeerd op een onderwaterbetonvloer op palen en voorzien van de nodige onder- en achterloopsheidschermen. De stuwkleppen zijn beide 6,00 m breed. In combinatie met een overstortende straal van circa 0,60 m zorgt dit voor een debiet van 10 m³/s. Elke stuwklep wordt op en neer bewogen door twee heugelstangen. Tevens heeft elke stuwklep zijn eigen in- en uitstroomopening. Voor details wordt verwezen naar het rapport en tekening nummer 214953-10-42-KW-0071, te vinden in bijlage 11. Zowel aan de instroom- als uitstroomzijde van het inlaatwerk is een bodem- en oeversbeschermer noodzakelijk. Voor de beschrijving van de dimensionering hiervan wordt verwezen naar het rapport in bijlage 11.

5.8.3 KW-N2 - Overkluizing Meerlaan

Voor de situatie die hier aanwezig is, is een tweetal oplossingen mogelijk. Hieronder worden deze kort weergegeven:

- Verwijderen bestaande duiker en aanbrengen nieuwe duikerconstructie. In dit geval wordt een nieuwe betonnen prefab duiker aangebracht ter plaatse van de kruising met de Meerlaan. De prefab duiker kan worden geplaatst op een onderwaterbetonvloer die voorzien is van funderingspalen. Op het dek van de duiker wordt uiteindelijk de wegconstructie aangebracht.
- Verwijderen bestaande duiker en het doortrekken van de uit damwanden en onderwaterbeton bestaande constructie van de watergang. Hierbij worden ter plaatse van de kruising op de damwanden betonnen deksloven aangebracht, waarop uiteindelijk prefab brugliggers kunnen worden geplaatst.

Keuze oplossing

Er is gekozen voor de oplossing met prefab brugligger op een betonsloof op de damwandconstructie. Aan deze keuze liggen de volgende overwegingen ten grondslag:

- Doorgaand profiel van de watergang
- Geen bouwkuip nodig.
- Geen lastige aansluitingen tussen prefab constructie en damwanden van de watergang.
- Geen aparte aansluiting tussen onderwaterbeton watergang en duikerconstructie.

Nadere omschrijving variant met brugliggers op sloofconstructie

De gekozen oplossing bestaat uit het doortrekken van de constructie van de watergang op dit eerste stuk. Dit betekent een damwandconstructie met een onderwaterbetonvloer. Ter plaatse van het kunstwerk kan het profiel van de watergang gehandhaafd blijven. Om de overkluizing van het water te maken, wordt op de damwanden een betonnen sloofconstructie aangebracht. Hierop worden betonnen prefab brugliggers gelegd. Voor details wordt verwezen naar het rapport en tekening nummer 214953-10-42-KW-0072, te vinden in bijlage 11.

5.8.4 KW-N3 - Onderdoorgang Middelweg N206

Voor de situatie die hier aanwezig is, is een tweetal oplossingen mogelijk. Hieronder worden deze kort weergegeven:

- Verwijderen bestaande duiker en aanbrengen nieuwe duikerconstructie. In dit geval wordt een nieuwe betonnen prefab duiker aangebracht ter plaatse van de kruising met de N206. De prefab duiker kan worden geplaatst op een onderwaterbetonvloer die voorzien is van funderingspalen. Op het dek van de duiker wordt uiteindelijk de wegconstructie aangebracht.
- Verwijderen bestaande duiker en het doortrekken van de uit damwanden en onderwaterbeton bestaande constructie van de watergang. Hierbij worden ter plaatse van de kruising op de damwanden betonnen deksloven aangebracht, waarop uiteindelijk prefab brugliggers kunnen worden geplaatst.

Keuze oplossing

Er is gekozen voor de oplossing met prefab brugligger op een betonsloof op de damwandconstructie.

Aan deze keuze liggen de volgende overwegingen ten grondslag:

- Doorgaand profiel van de watergang.
- Geen volledige bouwkuip nodig.
- Fasering van werkzaamheden is goed mogelijk, doordat eerst de 'ene helft' van de N206 wordt afgewerkt, waarna de andere helft kan worden aangepakt. Op deze wijze kan het verkeer grotendeels doorgang blijven vinden.
- Geen lastige aansluitingen tussen prefab constructie en damwanden van de watergang.
- Geen aparte aansluiting tussen onderwaterbeton watergang en duikerconstructie.

Nadere omschrijving variant met brugliggers op sloofconstructie

De gekozen oplossing bestaat uit het doortrekken van de constructie van de watergang op dit eerste stuk. Dit betekent een damwandconstructie met een onderwaterbetonvloer. Ter plaatse van het kunstwerk kan het profiel van de watergang gehandhaafd blijven. Om de overkluizing van het water te maken, wordt op de damwanden een betonnen sloofconstructie aangebracht. Hierop worden betonnen prefab brugliggers gelegd. Deze worden door middel van voorspanstaven aan elkaar gekoppeld tot één monoliet geheel. Tevens wordt op deze betonnen sloven de overgangsplaten ten behoeve van de weg aangebracht. Op de betonnen prefab brugliggers wordt uiteindelijk nog een slijtlaag aangebracht.

Afhankelijk van de hoogte van het water is het mogelijk om deze oplossing geheel zonder bouwkuip uit te voeren. Door toepassing van veel prefab onderdelen (damwanden, brugliggers, overgangsplaten) wordt de uitvoeringstijd zoveel mogelijk beperkt. Alleen de sloven op de damwanden dienen ter plaatse te worden gestort. Voor details wordt verwezen naar het rapport en tekening nummer 214953-10-42-KW-0073, te vinden in bijlage 11.

5.8.5 KW-N4 - Inlaatwerk

Er is voor het ontwerp van KW-N4, net als voor KW-N1, de keuze tussen een inlaatleiding en een klepstuw. De afwegingen zoals gemaakt bij KW-N1 zijn ook hier geldig. Dat betekent dat voor dit kunstwerk eveneens gekozen is voor een oplossing met klepstuwen. In verband met de regelbaarheid van het aanvoertracé is het belangrijk dat de kunstwerken KW-N1 en KW-N4 stromingstechnisch gezien zoveel mogelijk gelijk aan elkaar zijn.

Nadere omschrijving variant met stuwkleppen

De gekozen oplossing bestaat uit twee stuwkleppen die opgenomen zijn in een betonconstructie. Deze betonconstructie wordt gefundeerd op een onderwaterbetonvloer op palen en voorzien van de nodige onder- en achterloopschermen. De stuwkleppen zijn beide circa 6,00 m breed. In combinatie met een overstortende straal van circa 0,60 m zorgt dit voor het debiet van 10 m³/s. Elke stuwklep wordt op en neer bewogen door twee heugelstangen. Elke stuwklep heeft zijn eigen in- en uitstroomopening. Voor details wordt verwezen naar het rapport en tekening nummer 214953-10-42-KW-0077, te vinden in bijlage 11. Zowel aan de instroomzijde als uitstroomzijde van het inlaatwerk is een bodem- en oeverbescherming noodzakelijk. Voor de beschrijving van de dimensionering hiervan wordt verwezen naar het rapport in bijlage 11.

5.8.6 KW-N5 - Inlaatwerk naar de Nieuwe Driemanspolder

Voor deze situatie is een aantal oplossingen mogelijk. Hieronder worden kort enkele oplossingsrichtingen aangegeven:

- Toepassen van sifonconstructie, waarbij de Zoetermeersche Tussenboezem de Limietsloot kruist met behulp van stalen buizen. Bij deze oplossing moet de Voorweg de aanvoertocht kruisen via een brug.
- Toepassen van sifonconstructie, waarbij de Limietsloot de Zoetermeersche Tussenboezem en de weg Wilsveen kruist door middel van een sifonconstructie. Mede gelet op de bedrijfszekerheid is dit geen gewenste oplossing.

- Via een brugconstructie kruist zowel de Zoetermeersche Tussenboezem als de weg Wilsveen de Limietsloot. Bij deze oplossing is een aantal varianten mogelijk, waarbij met name de landschappelijke inpassing een grote rol speelt.
 - Er kan gekozen worden voor een variant, waarbij de overspanning van de brugconstructie zo klein mogelijk is (aanvoertocht wordt ter plaatse van het kunstwerk geknepen).
 - Er is echter ook een variant denkbaar waarbij zowel de Limietsloot als de Zoetermeersche Tussenboezem en de Voorweg zoveel mogelijk doorlopen conform hun normale profiel.

Keuze oplossing

Door de opdrachtgever is aangegeven dat het de voorkeur verdient de kruising zoveel mogelijk in te passen in de landelijke omgeving. Dit betekent dat gekozen wordt voor de oplossing waarbij allebei de betrokken watergangen en de weg Wilsveen hun dwarsprofiel ter plaatse van de kruising behouden. Hiermee valt het kunstwerk niet direct op in de omgeving. De betrouwbaarheid van de oplossing is groot en het onderhoud relatief beperkt.

Nadere omschrijving oplossing

De Zoetermeersche Tussenboezem en de Voorweg kruisen de Limietsloot door middel van een brugconstructie. Aangezien het totale dwarsprofiel van de aanvoertocht circa 46 m breed is, is er een drietal tussensteunpunten voor deze brugconstructie voorzien. Het brugdek wordt opgebouwd uit prefab betonliggers, waarop een druklaag wordt gestort. Ter plaatse van de landhoofden worden houten damwanden aangebracht om onderloopsheid van deze constructies te voorkomen. Ook wordt, tussen de wegconstructie en de Zoetermeersche Tussenboezem, op het brugdek een wandje gestort om de belastingen uit de wegconstructie goed op te kunnen vangen en het talud van de boezem te beschermen. Voor details wordt verwezen naar het rapport en tekening nummer 214953-10-42-KW-0080, te vinden in bijlage 11.

5.9 Kunstwerken droog

5.9.1 Algemeen

De Ringsloot, waarover de diverse bruggen liggen, krijgt een constante breedte. Deze is gebaseerd op het benodigde natte profiel om de gewenste hoeveelheid water ($10 \text{ m}^3/\text{s}$) te kunnen afvoeren. In verband met het verbreden van de Ringsloot, welke parallel loopt met de Meer en Geerweg, dient er een zestal kunstwerken te worden vervangen. In onderstaand overzicht worden de locatie en omschrijving van deze kunstwerken gegeven.

Nummer KW	Locatie	Omschrijving
KW-D1	Nabij woning aan begin Ringsloot	Erftoegangsbrug
KW-D2	Over Ringsloot	Landbouwbrug
KW-D3	Over Ringsloot, t.p.v. aansluiting op fietspad richting Stompwijkseweg	Fietsbrug
KW-D4	Over Ringsloot, richting NAM-terrein	NAM-brug
KW-D5	Over Ringsloot	Landbouwbrug
KW-D6	Over Ringsloot, t.p.v. aansluiting op fietspad richting Voorweg	Fietsbrug

Het complete rapport over de dimensionering van de 'droge' kunstwerken is, inclusief bijlagen, als separaat document opgenomen in bijlage 12.

5.9.2 KW-D1 - Erftoegangsbrug

Afweging

Omdat het begin van het aanvoertracé slechts 6 m breed is en daarom wordt uitgevoerd in damwanden, is besloten de huidige erftoegangsbrug te vervangen door een duikerbrug.

Deze zal worden gefundeerd op de damwandconstructie. De hoogteligging van het dek is bepaald op basis van de minimaal benodigde hoogte tussen onderkant dek en maximale waterstand. Ten gevolge van het opstuwen van het water, tijdens het inlaten, vindt er een peilverhoging plaats van circa 0,30 m. Op basis van deze uitgangspunten is gekozen om voor onderkant dek een minimaal peil aan te houden van -1,80 m NAP.

Nadere omschrijving erftoegangsbrug

Om de constructiehoogte te beperken, is er voor gekozen de onderbouw te funderen op de stalen damwanden, welke dienen te worden opgenomen in de landhoofden. De landhoofden hebben een afmeting van $b * h = 950 * 500$ mm. Aan de grondzijde wordt een oplegnok aangebracht om de overgangsplaten, met een lengte van 4 m, op te kunnen leggen.

Het dek is opgebouwd uit prefab volstort liggers, met aan de zijkant prefab randliggers. Voordeel van dit systeem is dat er zowel aan de onderzijde als aan de zijkant geen bekisting hoeft te worden aangebracht. Op de randliggers zullen stalen leuning worden aangebracht. In tegenstelling tot de landbouwbruggen zal hier wel asfalt op het brugdek worden aangebracht.

Voor details wordt verwezen naar het rapport en tekening nummer 214953-10-42-KW-0074, te vinden in bijlage 12.

5.9.3 KW-D2, KW-D4 en KW-D5 - Landbouwbruggen en NAM-brug

Afweging

Om de overspanning van het dek te beperken, is aangehouden dat de 25 m brede waterlijn tevens de afstand is tussen de voorzijden van de beide landhoofden. Dit houdt in dat de plas-/drasberm aan de noord- c.q. westzijde ter plaatse van de bruggen wordt onderbroken. Rekeninghoudend met een afstand tussen voorkant landhoofd en hart oplegging van 0,40 m zal er een totale overspanning ontstaan van 25,80 m. Om de verhoging van de Meer en Geerweg zoveel mogelijk te beperken, is gekozen voor een brug met:

- twee landhoofden;
- twee tussensteunpunten;
- dek uitvoeren in prefab beton, verdeeld in drie velden;
- de buitenste velden krijgen een verticaal alignement met een hellingspercentage 7%;
- het middelste veld zal vervolgens horizontaal worden gelegd.

Nadere omschrijving landbouwbruggen

De landhoofden zijn opgebouwd uit een in het werk gestorte betonsloof, met een afmeting van $b * h = 1400 * 700$ mm² en een lengte van 5,60 m. Op deze sloof is een frontwand aangebracht met een afmeting van $b * h = 250 * 500$ mm², waarop aan de grondzijde de overgangsplaten zijn aangebracht met een lengte van 4 m. In verband met het opsluiten van de grond achter de landhoofden en het opvangen van de grond ter plaatse van de plas/drasberm zullen er vleugelwanden worden aangebracht, waarvan de bovenkant gelijk is aan bovenkant dek ter plaatse van de landhoofden. Op een afstand van 8,60 m vanuit het hart van de opleggingen van de landhoofden worden er twee tussenpijlers aangebracht. Deze bestaan uit een fundering van prefab betonnen palen en een betonsloof met een afmeting van $b * h = 800 * 400$ mm², met een lengte van 4,60 m. Het brugdek is in breedte richting opgebouwd uit 4 prefab volstort liggers, waarop een drukdek met een dikte van 100 mm wordt aangebracht. Aan de zijkant worden, net zoals bij de erftoegangsbrug, prefab randliggers toegepast.

Voor details wordt verwezen naar het rapport en de tekeningen met de nummers 214953-10-42-KW-0081, 214953-10-42-KW-0082 en 214953-10-42-KW-0084, te vinden in bijlage 12.

5.9.4 KW-D3 en KW-D6 Fietsbruggen

Afweging

In de afweging van materiaalkeuze van de bovenbouw zijn de uitgangspunten gehanteerd als bij de landbouwbruggen. Op basis van deze uitgangspunten, kostprijs en eenheid ten opzichte van de andere bruggen over de Ringsloot is gekozen om ook deze bruggen in beton uit te voeren.

Nadere omschrijving fietsbruggen

De landhoofden zijn opgebouwd uit een in het werk gestorte betonsloof, met een afmeting van $b \cdot h = 1200 \cdot 700 \text{ mm}^2$ en een lengte van 4,30 m. Op deze sloof is een frontwand aangebracht met een afmeting van $b \cdot h = 250 \cdot 450 \text{ mm}^2$, waarop aan de grondzijde de overgangsplaten zijn aangebracht met een lengte van 3 m. In verband met het opsluiten van de grond achter de landhoofden en het opvangen van de grond ter plaatse van de plas/drasberm zullen er vleugelwanden worden aangebracht, waarvan de bovenkant gelijk is aan bovenkant schampranden van het dek ter plaatse van de landhoofden. Op een afstand van 8,60 m vanuit het hart van de opleggingen van de landhoofden worden er twee tussenpijlers aangebracht. Deze bestaan uit een fundering van prefab betonnen palen en een betonsloof met een afmeting van $b \cdot h = 600 \cdot 400 \text{ mm}^2$, met een lengte van 2,30 m. Voor het brugdek is gekozen voor getoogde prefab plaatbrug, type HARO-VLZ van de firma Romein beton. Er zal per overspanning een element worden aangebracht. De gewenste effectieve verhardingsbreedte op de brug is 2,50 m. Op basis van dit uitgangspunt wordt de uitwendige breedte van de brug 3,80 m. Op de fietsbruggen zullen stalen leuningen worden aangebracht met een hoogte van 1,0 m.

Voor details wordt verwezen naar het rapport en de tekeningen met de nummers 214953-10-42-KW-0083, en 214953-10-42-KW-0085, te vinden in bijlage 12.

5.10 Funderingsadvies bruggen**5.10.1 Algemeen**

Gezien de aard van de constructies, in combinatie met de onderhavige bodemopbouw, komt enkel een fundering op palen voor de bruggen in aanmerking. In het onderstaande wordt een fundering op prefab betonpalen nader uitgewerkt. Ten behoeve van het funderingsontwerp worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De bruggen behoren tot geotechnische categorie 2.
- De steunpuntconstructies worden als stijf verondersteld.
- De maximaal toelaatbare paalkopzakking w_{req} bedraagt 0,15 m.
- Voor de steunpunten in het kanaal is rekening gehouden met ontgraving van de bestaande kade.
- Voor de landhoofden is rekening gehouden met negatieve kleef ten gevolge van zetting bij toekomstige ophoging/aanleg van de kade.
- De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van het paalstramien.
- Materiaalfactoren:
 - grenstoestand 1A/1B: $\gamma_{m;b4} = 1,2$;
 - grenstoestand 2: $\gamma_{m;b4} = 1,0$.
- De door de constructeur opgegeven paalbelastingen op de steunpunten zijn weergegeven in tabel 5.10.1.

Tabel 5.10.1 Paalbelastingen

		Druk		Trek	
		$F_{s,\text{rep}}$	$F_{s,d}$	$F_{s,\text{rep}}$	$F_{s,d}$
Fietsbrug	Landhoofd	350	520	-	-
	Pijler	350	550	-	-
Verkeersbrug	Landhoofd	360	470	80	175
	Pijler	470	700	-	-

De complete memo met het funderingsadvies is, inclusief bijlagen, als separaat document opgenomen in bijlage 13.

5.10.2 Vervormingen

De toetsing van de constructie in de uiterste grenstoestand 1B en bruikbaarheidsgrenstoestand 2 wordt uitgevoerd door de constructeur van de bovenbouw. Na het maken van de keuze voor de paalafmetingen en inheinniveau zal in het definitief ontwerp de vervorming van de paalfundering worden bepaald en zal de veerstijfheid van de palen worden berekend.

5.10.3 Op trek belaste palen

Ter plaatse van de landhoofden van de verkeersbrug dient rekening te worden gehouden met een trekbelasting in de palen, zie tabel 5.10.1. De berekening van de opneembare trekbelasting is ten behoeve van het voorontwerp voor een alleenstaande paal uitgevoerd conform de richtlijn CUR 2001-4, met behulp van het computerprogramma MFoundation versie 5.1. Voor de paalklassefactor voor trek wordt voor geprefabriceerde betonpalen een waarde aangehouden van $\alpha_t = 0,007$ in zand.

5.10.4 Zijdelings belaste palen

Als gevolg van zettingen, restzettingen en horizontale deformaties als gevolg van ophogingen of ontgravingen kunnen palen (met name onder de landhoofden ter plaatse van de nieuwe kade) lateraal worden belast. Hierdoor kunnen de palen op buiging worden belast. De mogelijke zijdelingse belasting op de palen is in dit advies niet in beschouwing genomen en vereist nadere aandacht in het definitief ontwerp.

5.10.5 Resultaten

In dit geotechnisch advies is op basis van het palenplan en de paalbelastingen voor verschillende inheinniveaus en paalafmetingen het druk- en trekdraagvermogen berekend. De berekeningsresultaten zijn weergegeven in tabel 5.10.2. Op basis van het berekende draagvermogen is per brug een minimaal inheinniveau aangegeven.

Tabel 5.10.2 Minimale inheinniveaus

Type brug	Sondering	Steunpunt	Praktisch inheinniveau [NAP m]				
			220x220	250x250	290x290	320x320	350x350
Verkeer	S18 en S40	Landhoofd	--	--	-17,75*	-17,50*	-17,25*
		Pijler	--	--	--	--	-17,00
Verkeer	S14 en S37	Landhoofd	--	--	-17,75	-17,50	-16,50
		Pijler	--	--	-17,75	-17,75	-16,75
Fietsbrug	S15 en S16	Landhoofd	--	-16,75	-15,25	-15,00	-14,75
		Pijler	--	-16,75	-15,25	-15,00	-14,75
Fietsbrug	S21 en S22	Landhoofd	-15,00	-14,50	-14,25	-14,25	-14,00
		Pijler	-15,25	-14,50	-14,25	-14,25	-14,25

* het trekdraagvermogen is maatgevend

6 Beheeraspecten

Bij het Voorlopig Ontwerp wordt in eerste instantie vooral gekeken naar de mogelijkheid tot aanleg van de nieuwe kaden en kunstwerken. Echter, de aanleg is een eenmalige (zij het hoge) kostenpost en het beheer is een terugkerende kostenpost. Daarom wordt in dit hoofdstuk ook even kort stilgestaan het bij het beheer van het aanvoertracé.

Het is sterk aan te bevelen de eisen en wensen van de beheerders te inventariseren, voordat begonnen wordt met het definitief maken van het ontwerp. In Nederland is het gebruikelijk dat de gemeenten de lokale droge infrastructuur beheren, in dit geval de droge kunstwerken. De waterschappen beheren de natte infrastructuur, de kaden en natte kunstwerken.

Ecologie

Bij het Voorlopig Ontwerp is vooralsnog gekozen voor een ecologische inrichting. Dit houdt echter wel in dat aanvullende eisen aan het beheer van de oevers gesteld moeten worden. Nadat de oever tot ontwikkeling is gekomen, moet een maairegime aangehouden worden (zie rapport ecologie, te vinden in bijlage 6). Daarnaast moet eens in de 5 à 8 jaar groot onderhoud aan de oever gepleegd worden om te voorkomen dat de oevers verlanden en daardoor hun ecologische functie verliezen. Bij dit groot onderhoud moeten de oevers worden uitgekrabd, de houtopslag moet verwijderd worden en de drasberm moet worden hersteld.

Watergangen

Het beheer van de watergangen bestaat voornamelijk uit het maaien en uitbaggeren ervan. Er zal met een onderhoudsboot ook onder water worden gemaaid om te voorkomen dat de watergang te dicht begroeid raakt. Ook eventueel (drijf-)vuil, dat zich waarschijnlijk voornamelijk ophoopt nabij de kunstwerken, dient te worden verwijderd.

Kaden

Voor de kaden is, onder andere uit beheeroogpunt, gekozen voor een flauw binnentalud. Het talud is op deze wijze geschikt voor agrarisch gebruik. Voorwaarde is wel dat op het binnentalud een goede grasmat gehandhaafd blijft. De kaden dienen regelmatig te worden gemaaid. Ook moet gecontroleerd worden of de grasmat nog in goede staat is en of er geen afschuivingen of andere onvolkomenheden waar te nemen zijn. Indien dit wel het geval is, dient de schade direct te worden hersteld.

Kunstwerken nat

Voor de kunstwerken geldt dat de duikers regelmatig geïnspecteerd en schoongemaakt moeten worden. Voor de stuwen moet een zwaarder beheerregime aangehouden worden. De stuwen moeten waarborgen dat het aanvoertracé zijn functie kan vervullen, mocht dat nodig zijn. Zie bijlage 11 voor de rapportage van de stuwen.

Bodembescherming

De bodembescherming ter plaatse van de inlaatwerken dient eens in de 5 jaar te worden geïnspecteerd door een duiker. Indien schades worden geconstateerd dient de bestorting te worden hersteld, dan wel aangevuld te worden.

Kunstwerken droog

Aan de bruggen in het tracé dient regulier onderhoud plaats te vinden. Dit houdt in dat deze ongeveer eens in de 10 jaar geïnspecteerd zullen moeten worden. Er dient te worden gelet op betonschade, staalschade en asfaltschade. Ook moet gekeken worden naar eventuele verzakkingen van de stootplaten ter plaatse van de landhoofden. Eventuele schade dient uiteraard te worden hersteld en verzakte stootplaten zullen moeten worden opgehoogd.

Voor een correcte overdracht aan de dagelijks beheerder is het van belang om naast het definitief ontwerp tevens een beheersplan voor de diverse onderdelen van het project te maken.

7 Kostenraming

Er is een inschatting gemaakt van de kosten voor de realisatie van het aanvoertracé. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd voor calculatie van het grondwerk en de kunstwerken:

- 2 Varianten: 1^e variant inclusief leveren grond, 2^e variant exclusief leveren grond.
- Gronddepot op een afstand van circa 2,5 km.
- Talud 1:8 ter plaatse van de Ringsloot.
- Overhoogte Ringsloot 3,15 m.
- Overhoogte Limietsloot 1,49 m.
- Aanbrengen van 1 m klei.
- Fietspadbreedte ter plaatse van Limietsloot, 2,5 m.
- Ruiterpadbreedte ter plaatse van Limietsloot, 2,5 m.
- Kruinbreedte Limietsloot van 5,00 m.
- Het verwijderen c.q. slopen van eenvoudige toegangsbruggen.
- Gerekend is met een uitvoering in normale werktijden.
- Inclusief monitoren en vastleggen omgeving (straal van 100 m van trillingswerkzaamheden).
- Metingen zakbakens over een periode van 3 jaar.
- Metingen spanningsmetingen over een periode van 3 jaar.
- Prijspeil 2007.
- Geen weg- scheepvaartvoorzieningen meegenomen.
- Nader te detailleren 25% (over directe kosten).
- Staartkosten 26% (over directe en indirecte kosten).
- Exclusief kosten kabels en leidingen (omleggingen en dergelijke).
- Exclusief kosten tekeningen en berekeningen.

Tabel 7.1 geeft een overzicht van de kosten.

Tabel 7.1 Kostenoverzicht

Onderdeel	Omschrijving	Kosten
KW-D1	Erftoegangsbrug	€ 121.469,00
KW-D2	Landbouwbrug	€ 159.231,00
KW-D3	Fietsbrug	€ 195.120,00
KW-D4	NAM-brug	€ 148.908,00
KW-D5	Landbouwbrug	€ 159.231,00
KW-D6	Fietsbrug	€ 191.618,00
KW-N1	Inlaatconstructie	€ 1.036.239,00
KW-N2	Overkluizing	€ 172.368,00
KW-N3	Overkluizing	€ 428.718,00
KW-N4	Inlaatconstructie	€ 839.644,00
KW-N5	Aquaduct	€ 1.323.046,00
Ringsloot - 1	Bakconstructie Ringsloot Stompwijk	€ 3.903.728,00
Ringsloot - 2a	Grondconstructie Ringsloot, grond uit depot	€ 4.309.782,00
Ringsloot - 2b	Grondconstructie Ringsloot, incl. leveren grond	€ 7.557.356,00
Limietsloot - 1a	Grondconstructie Limietsloot, grond uit depot	€ 3.934.164,00
Limietsloot - 1b	Grondconstructie Limietsloot, incl. leveren grond	€ 7.531.165,00

De volledige kostenramingen zijn, inclusief een overzicht, in bijlage 14 opgenomen.

8 Knelpunten, risico's en aandachtspunten

8.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt van elke discipline aangegeven waar mogelijke knelpunten en risico's in het ontwerp zitten. Ook worden aandachtspunten aangewezen. Al deze punten zullen worden meegenomen in het Definitief Ontwerp.

8.2 Watergangen

Naar aanleiding van het dimensioneren van de watergangen en kunstwerken in het aanvoertracé worden de onderstaande aandachtspunten en mogelijke risico's naar voren gebracht. Zie ook bijlage 15 voor de memo van het Hoogheemraadschap van Rijnland "Invloed uitbreiding inlaatcapaciteit hoogwaterberging; versie 5.5".

Hoge stroomsnelheid in watergangen

In de Ringsloot zullen bij het Voorlopig Ontwerp stroomsnelheden van maximaal 0,45 m/s optreden, uitgaande van een sliblaag in de watergangen met een dikte van 0,20 m. Er is een geringe kans dat bij deze stroomsnelheid erosie van de waterbodem, die uit veen bestaat, optreedt. Wanneer dit toch optreedt, zal als eerste de eventuele sliblaag wegspoelen, wat resulteert in een gemiddelde waterdiepte van 1,70 m en een stroomsnelheid van maximaal 0,39 m/s. Indien nodig kan bij te hoge stroomsnelheden een bodem- en taludbescherming worden aangebracht.

Aanvoercapaciteit boezem

Een belangrijk uitgangspunt voor het functioneren van het wateraanvoertracé is dat de aanvoerende boezem voldoende aanvoercapaciteit heeft. Bij onvoldoende capaciteit treden in de boezem te hoge stroomsnelheden op en daarnaast is het mogelijk dat ter plaatse van het inlaatwerk het waterpeil in de boezem te laag wordt om voldoende overstortende straal te bereiken.

Om er voor te zorgen dat de stuw niet te veel debiet trekt moet de stuw met een variabel debiet instelbaar zijn. Feitelijk moet gestuurd worden op een minimale waterstand in de boezem om te voorkomen dat er lokaal een te lage waterstand ontstaat. Door de inzet van de stuw daalt lokaal de waterstand snel. Onderzocht moet worden of dit geen gevolgen heeft voor de omliggende boezemkaden. In de memo van Rijnland d.d. 23 mei 2003, met als onderwerp "Invloed uitbreiding inlaat capaciteit hoogwaterberging versie 5.0" (te vinden in bijlage 15 van het hoofdrapport) is de daling van de waterstand globaal bekeken. In de vervolg fase moet dit nader bekeken worden.

Effecten sturing inlaat op oscillatie in boezem en golven in de Ringsloot

De bediening van het inlaatwerk kan handmatig plaatsvinden of automatisch gestuurd worden. Wanneer wordt gekozen voor automatische sturing van de klepstuwen ontstaat het risico van het opzwepen van de aanvoergolf in de boezem. Of opzweping optreedt, is afhankelijk van de reactiesnelheid van de klepstuw in relatie tot de reactiesnelheid van de boezem. Het risico lijkt op het eerste gezicht zeer klein, maar verdient aandacht indien wordt gekozen voor automatische sturing van het inlaatwerk. Ook dient aandacht te worden besteed aan het beheer van de inzet van de stuwen. Deze dienen niet in een keer open gezet te worden omdat er dan een vloedgolf kan ontstaan.

Risico instabiliteit kades bij leeglopen Ringsloot

Door de aanleg van het inlaatwerk KW-N4 neemt het risico toe dat de Ringsloot leegloopt en de kades als gevolg daarvan instabiel worden. Van leeglopen kan sprake zijn wanneer inlaatwerk KW-N4 open blijft staan terwijl inlaat KW-N1 gesloten is. Doordat de afvoercapaciteit van inlaatwerk KW-N4 groot is in verhouding tot de inhoud van de Ringsloot loopt bij een dergelijke storing de Ringsloot snel leeg (ordegrootte enkele uren voor een peildaling van 0,70 m). De oplossing om met een kraan schotbalken te plaatsen is waarschijnlijk te traag. Wellicht is het verstandig dit risico te kwantificeren.

Leggerdiepte watergangen groter dan benodigde waterdiepte voor waterafvoer

De leggerdiepte van de watergangen moet groter zijn dan de minimaal benodigde waterdiepte aangezien ook wanneer een sliblaag in de watergang aanwezig de capaciteit van de watergangen voldoende moet zijn. Het ontwerpteam is uitgegaan van een leggerdiepte die 0,2 m groter is dan de waterdiepte die nodig is voor voldoende capaciteit van de watergangen. Het Hoogheemraadschap dient aan te geven van welke leggerdiepte uitgegaan moet worden om te anticiperen op de opbouw van een sliblaag.

Mogelijke verdeling debiet over beide takken van de Ringsloot

De zuidelijke tak van de Ringsloot kan bij zijn huidige breedte een debiet van naar schatting 2 m³/s doorvoeren. Wel dient dit deel van de Ringsloot dan een waterdiepte van 1,2 m te hebben. Wanneer ook de zuidelijke tak van de Ringsloot gebruikt zou worden voor waterdoorvoer vanuit de boezem, dan kan de breedte op waterlijn van het noordelijk deel van de Ringsloot beperkt blijven. Deze beperking van de breedte zou een aanzienlijke besparing op de realisatiekosten kunnen betekenen. De grootte van de besparing wordt mede bepaald door de kosten voor een tweede inlaatwerk vanuit de boezem naar de Ringsloot. Het Hoogheemraadschap van Rijnland heeft aangegeven dat deze optie voorlopig niet wordt overwogen vanwege de reeds gestarte MER-procedure.

Toetsing kaden zuidelijke deel Ringsloot

De gehanteerde onderschrijding van het streefpeil ter plaatse van de inlaat naar de Limietsloot (KW-N4) heeft ook tot gevolg dat het waterpeil in de zuidelijke tak van de Ringsloot tijdelijk lager dan het streefpeil is, wanneer het tracé in werking is. Deze relatief kleine verlaging van 0,10 a 0,15 m valt naar verwachting binnen de reeds optredende schommelingen. Uit indicatieve berekeningen blijkt dat de invloed van de verlaging op de stabiliteit van de kade langs het zuidelijke gedeelte van de Ringsloot beperkt is. Echter, een toetsing van het zuidelijke gedeelte van de Ringsloot is niet uitgevoerd. Aanbevolen wordt om in de vervolgfase de kade van het zuidelijke gedeelte nader te onderzoeken en te toetsen.

Verwaarloosbare afname van de capaciteit van de Zoetermeersche Tussenboezem

Ter plaatse van de kruising met de Limietsloot wordt het dwarsprofiel van de Zoetermeersche Tussenboezem volgens het definitief voorlopig ontwerp kleiner, waardoor de opstuwing toeneemt. Het maatgevende debiet voor de Zoetermeersche Tussenboezem bedraagt 15 m³/min. De toename van de opstuwing door het kunstwerk bedraagt circa 0,3 mm. Het ontwerpteam beschikt niet over een criterium om deze toename van de opstuwing te toetsen, en gaat ervan uit dat deze verwaarloosbaar is.

Reguliere inlaat van de kunstwerken

De inlaat moet ook geschikt zijn voor het regulier inlaten van water met een capaciteit van circa 10 m³/minuut. Het is niet mogelijk om hiervoor één van de twee stuwkleppen te gebruiken. De stuwklep is te breed om met enige mate van nauwkeurigheid het gewenste debiet in te kunnen stellen. Door de grote breedte wordt de overstortende straal bij 10 m³/minuut te klein. Daarom wordt in het kunstwerk een gescheiden voorziening voor het regulier inlaten van water opgenomen. Deze bestaat uit een in een betreedbare kelder ondergebrachte inlaatleiding met een diameter van 250 mm. In de leiding worden een regelafsluiter en een noodafsluiter opgenomen. Het is mogelijk om in de inlaatleiding een magnetische debietmeter op te nemen.

De ingelaten hoeveelheid water en het momentane debiet kunnen hiermee nauwkeurig gemeten worden. De inlaatleiding heeft een eigen instroom, voorzien van een krooshek. Dit krooshek zal op gezette tijden gekroosd moeten worden. Door de dimensionering ruim te nemen en door het verwachte geringe vuilaanbod kan deze actie handmatig plaatsvinden en is een krooshekreiniger niet nodig.

8.3 Kaden

In de peilbuismetingen van januari 2007 is bij peilbuis PB49 (nabij Ringsloot) een afwijkende stijghoogte gemeten van NAP -2,4 m. Deze hoge waarde kan duiden op lokale kortsluiting tussen de boezem en het watervoerende zandpakket. In het definitieve ontwerp dient nader te worden uitgezocht of dit werkelijk het geval is of dat sprake is van een meetonnauwkeurigheid. Dit is van belang voor de stabiliteit van de kade.

In het definitieve ontwerp kan de uitvoeringsfasering nader worden geoptimaliseerd. Ten aanzien van de stabiliteit geldt dat zand beschikt over betere sterkte-eigenschappen dan klei, waardoor de kans op optreden van instabiliteit kleiner is dan berekend.

In het definitief ontwerp dient nader te worden ingegaan op de mogelijkheden tot het oplossen van de verdroging van de veenkaden (zettingen) als gevolg van het aanbrengen van damwanden langs het begin van het aanvoertracé. Wellicht is een waterdoorlatende constructie een optie.

8.4 Paalfunderingen

Om te voldoen aan de eisen volgens NEN6740 dient ten behoeve van het definitief ontwerp nagegaan te worden of de sonderingen een oppervlak van maximaal 25x25 m bestrijken en of de sonderingen zijn uitgevoerd tot 5 m onder het paalpuntniveau. Anders is een aanvullend sondeeronderzoek noodzakelijk.

Na keuze van de paalafmeting dienen de vervormingen te worden getoetst. Mogelijke laterale paalbelastingen ten gevolge van ophoging van de kaden vereisen nadere aandacht.

8.5 Kunstwerken

Kunstwerken nat

- Een belangrijk aspect bij het aquaduct is de afvoer van het water op het kunstwerk, met name bij het weggedeelte en de berm.
- De technische uitwerking van de overgang/aansluiting tussen het aquaduct en het ongestoord profiel van de boezemsloot is een belangrijk aandachtspunt.

Momenteel wordt gedacht om de volgende maatregelen te nemen om bovenstaande punten in het ontwerp te verwerken:

- Het aanbrengen van een waterdicht vlies in het profiel van de watergang en dit waterdichte vlies voor en na het kunstwerk circa 10 meter door te trekken in het ongestoorde profiel. Ter plaatse van de overgang van het kunstwerk op het ongestoorde profiel wordt wat overlengte toegepast, zodat bij zettingen de aansluiting gehandhaafd blijft.
- Het verticale alignement van de weg zodanig aanbrengen dat deze goed afwatert richting boezem en richting de einden van het kunstwerk.
- Het aanbrengen van drainage in het gedeelte van de wegconstructie om wateraccumulatie in de betonnen bak te voorkomen. Uiteraard dient deze drainage het verzamelde water weer netjes verder af te voeren. Belangrijk is dat de mensen van beheer en onderhoud van dit kunstwerk hierbij betrokken worden.
- Een optie is om een architect nog naar het kunstwerk te laten kijken. Dit met het oog op de betonnen zijwanden die nu gewoon recht zijn. Een architect kan bijdragen aan een betere inpassing in het landschap.

Kunstwerken droog

- Er dient te worden nagegaan of er kabels en/of leidingen aanwezig zijn. Met name bij het NAM-terrein dient hiernaar gekeken te worden.
- Er dient nagegaan te worden of er nog voorzieningen in de bruggen moeten worden opgenomen ten behoeve van toekomstige kabels en leidingen.
- In de definitieve ontwerpfase zal in overleg met het Hoogheemraadschap moeten worden bepaald of bij de erftoegangsbrug de verkeersklasse van 60 naar 45 kan worden teruggebracht. Dit heeft dan met name invloed op de fundering.
- In de definitieve ontwerpfase dient te worden bepaald hoe het hemelwater achter de landhoofden wordt afgevoerd op het oppervlakte water.
- In overleg met het Hoogheemraadschap en toekomstige gebruikers dient in de definitieve ontwerpfase gekeken te worden of het hellingspercentage van 7.5% ten behoeve van het snelverkeer acceptabel is.
- In het definitief ontwerp dient bepaald te worden of de overgangsplaten ter plaatse van de landbouwbruggen en NAM-bruggen een lengte krijgen van 3 of 4 m.
- Wel of niet toepassen van overgangsplaten ter plaatse van de landbouwbruggen en NAM-brug dient te worden afgestemd.
- Er dient te worden nagegaan of de opleggingen van de brugdekken vervangbaar dienen te zijn.
- Uitgangspunt in het ontwerp is dat de vleugelwanden evenwijdig lopen met de as van de brug. In verband met de aansluiting van de brug aan de Meer en Geerweg dient in overleg met het Hoogheemraadschap bepaald te worden of het toelaatbaar is om deze onder een hoek te zetten, waardoor de brug beter bereikbaar is.
- Er dient in de definitief ontwerpfase, in overleg met Hoogheemraadschap en de perceeleigenaren, gekeken te worden naar de bereikbaarheid van de percelen tijdens de uitvoering van het project.

Tevens dient er in het DO nader te worden gekeken naar:

- de vervanging van de bestaande inlaatwerken naar de percelen en de eventueel benodigde nieuw aan te leggen waterinlaten;
- de fasering ten behoeve van de aanleg van het aanvoertracé. Onderzocht dient te worden of en hoe de watergangen gecompartmenteerd dienen te worden om zo een gefaseerde uitvoering te kunnen bewerkstelligen;
- de resultaten van de inventarisatie. Deze dienen nader te worden beschouwd ten behoeve van het kunnen inschatten van de te verwijderen / te verplaatsen objecten in het gebied en het voorkomen van complicaties tijdens de aanleg/uitvoering van het aanvoertracé.