



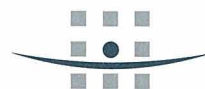
Rivierkundige berekeningen Randwijkse Waard

Rivierkundige analyse

9V7935.A0

Definitief

24 november 2010



ROYAL HASKONING

thinking in
all dimensions

A COMPANY OF



ROYAL HASKONING

**HASKONING NEDERLAND B.V.
KUST & RIVIEREN**

George Hintzenweg 85
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam
+31 (0)10 443 36 66 Telefoon
+31 (0)10 443 36 88 Fax
info@rotterdam.royalhaskoning.com E-mail
www.royalhaskoning.com Internet
Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel Rivierkundige berekeningen Randwijkse
Waard
Rivierkundige analyse
Verkorte documenttitel Rivierkundige analyse
Status Definitief
Datum 24 november 2010
Projectnaam Rivierkundige berekeningen Randwijkse
Waard
Projectnummer 9V7935.A0
Opdrachtgever Dekker van de Kamp
Landschapsontwikkeling B.V.
Referentie 9V7935.A0/R0004/MREN/ILAN/Rott

Auteur(s) Michiel Reneerkens MSc.
Collegiale toets ir. Olaf Scholl
Datum/paraaf 24 november 2010
Vrijgegeven door Michiel Reneerkens MSc.
Datum/paraaf 24 november 2010



INHOUDSOPGAVE

	Blz.	
1	INLEIDING	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Initiatief	1
1.3	Uitgangspunten	2
2	RIVIERKUNDIGE BEOORDELING	3
2.1	MHW stand op de as van de rivier	3
2.2	MHW stand buiten de as van de rivier	3
2.3	Afvoerverdeling bij MHW	4
2.4	Afvoerverdeling bij normaal hoogwater	4
2.5	Waterstanden en/of inundatiefrequentie van de uiterwaard	4
2.6	Stroombeeld in de uiterwaard	5
2.7	Stroombeeld in hoofdgeul bij de aan- en aftakking van nevengeul	7
2.8	Afvoerverdeling bij normaal hoogwater	7
2.9	Afvoerverdeling bij lage afvoeren	7
2.10	Aanzanding en erosie van het zomerbed (+ oevers)	7
2.11	Aanzanding en erosie van uiterwaard en nevengeulen	7
3	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	8
	BIJLAGE 1 – ONTWERP	1
	BIJLAGE 2 - VEGETATIEKAART	1

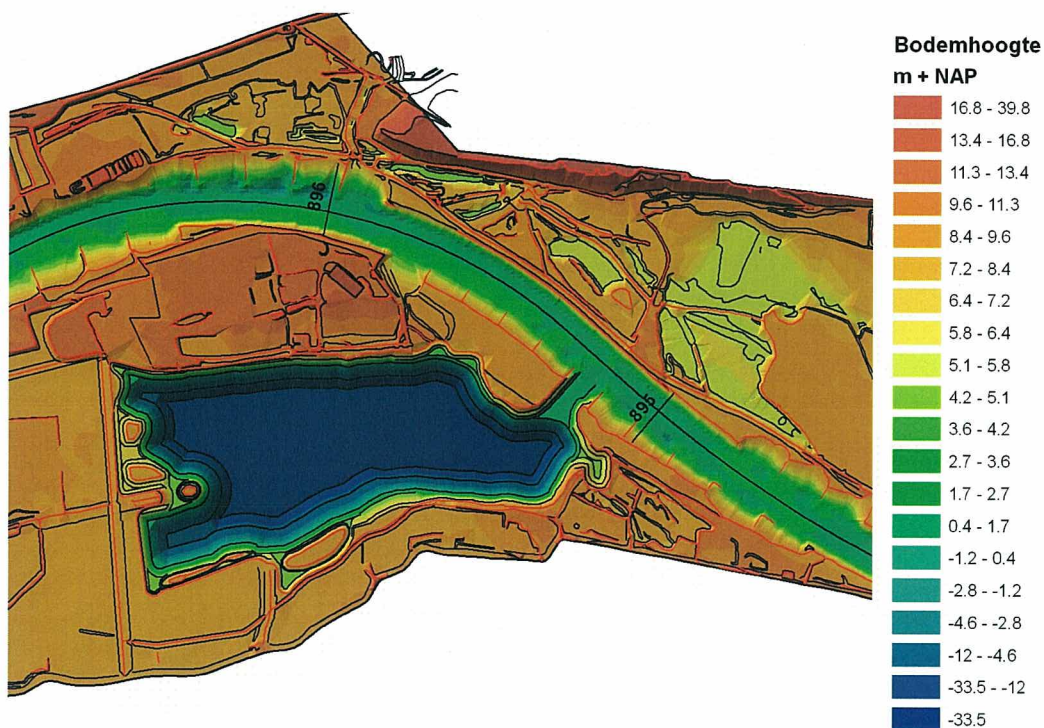
1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Ten behoeve van het inrichtingsplan voor de Randwijkse Waard (gelegen langs de Nederrijn, kmr. 895-897) zijn in het recente verleden rivierkundige berekeningen uitgevoerd in het kader van de Wbr (per 22 december 2009 onderdeel van de Waterwet) om de haalbaarheid van het ontwerp te toetsen. Het plan is in de loop der tijd geoptimaliseerd en hiervoor is een nieuwe rivierkundige beoordeling noodzakelijk volgens het nieuwe beoordelingskader (versie 2.01 d.d. 1 juli 2009) om te komen tot een vergunning in het kader van de Waterwet. In dit kader zijn rivierkundige berekeningen uitgevoerd bij MHW-condities (vaste en vrije afvoerverdeling) en bij normaal hoogwater (vaste afvoerverdeling).

1.2 Initiatief

Figuur 1 toont het Baseline bodemmodel van het inrichtingsplan voor de Randwijkse Waard. Voornaamste ingreep is de westelijke uitbreiding van de Randwijkse Plas. De plas wordt maximaal verdiept tot -18m + NAP.



Figuur 1: Geplande aanleg van Randwijkse Waard (Baseline bodemhoogte model)

Daarnaast worden enkele veranderingen voorgesteld ten aanzien van de vegetatie in het gebied. Bijlage 2 toont de vegetatiekaart van het gebied. Deze vegetatietypes zijn vertaald naar het ecoruwbestand in Baseline gebaseerd op het handboek stromingsweerstand (RIZA-RWS).

1.3 Uitgangspunten

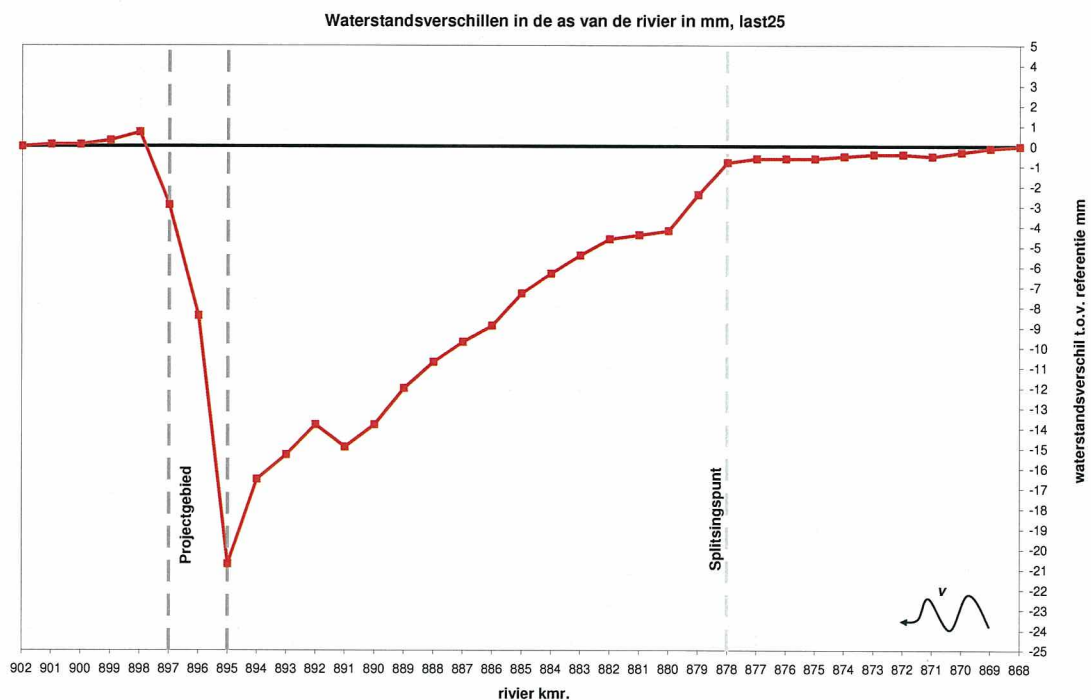
Voorafgaand aan de rivierkundige berekeningen zijn de volgende uitgangspunten in overleg met RWS Oost-Nederland bepaald:

- De schematisatie is aangemaakt met behulp van Baseline 4.03. De plannen zijn volgens de eisen en richtlijnen van Rijkswaterstaat Oost-Nederland (“Baseline eisen – richtlijnen en maatregelen”) geschematiseerd;
- Uitgangspunt voor de Baseline schematisatie vormt de aangeleverde plantekening van Meet B.V.;
- Het referentiemodel is: simona_rijn_wbr08_4 plus twee nabij gelegen initiatieven: nr_schout_v01 en nr_randw_v01;
- Alle Baseline schematisaties zijn geconverteerd naar het rivierkundige 2D stromingsmodel WAQUA. De gebruikte WAQUA versie is Simona2007-01;
- Er zijn drie berekeningen uitgevoerd:
 1. Een MHW-berekening bij een constante afvoer van 15.000 m³/s bij Lobith, met vast afvoerverdeling;
 2. Een berekening met een constante afvoer van 15.000 m³/s bij Lobith, met vrij afvoerverdeling;
 3. Een berekening bij normaal hoog water (Lobith 10.000 m³/s) met vaste afvoerverdeling;
- De rivierkundige beoordeling is gebaseerd op het Rivierkundig beoordelingskader voor ingrepen in de Grote Rivieren versie 2.01 (RWS-WD, 01 juli 2009); afgekort RBK;
- Modelcodering: initiatief: p52 en referentie: refv1.

2 RIVIERKUNDIGE BEOORDELING

2.1 MHW stand op de as van de rivier

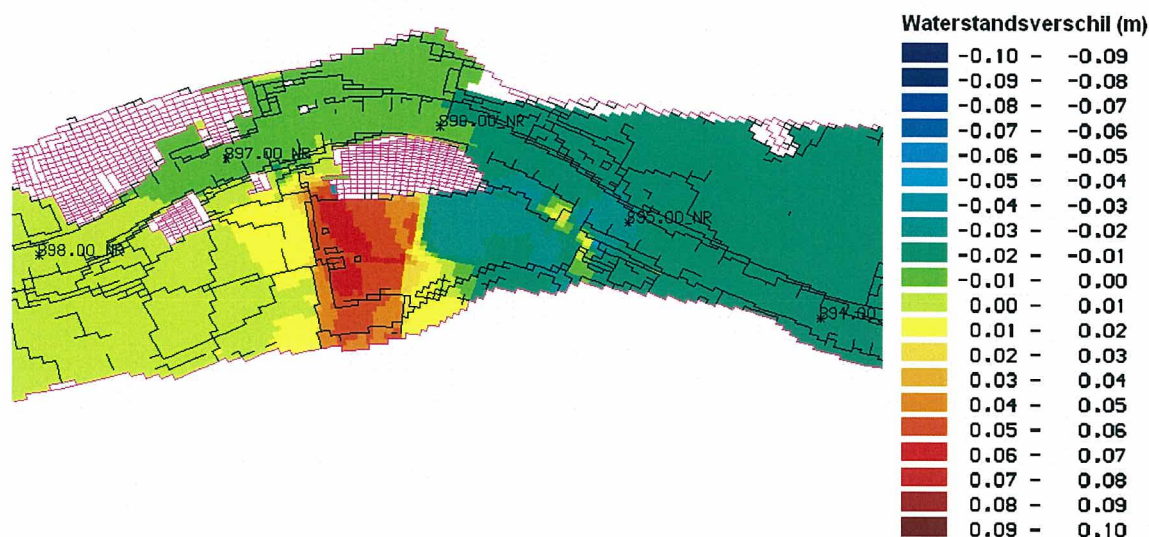
Figuur 2 toont het waterstandsverschil in millimeters op de as van de rivier ten gevolge van het initiatief. Het projectgebied bevindt zich in de zuidelijke uiterwaard van de Rijn tussen kmr. 895 en 897. De maximale waterstandsdeling van 20,7 mm is bepaald ter hoogte van kmr. 895. Direct benedenstrooms neemt de waterstand over een kort traject toe met minder dan een millimeter (0,5mm) doordat het rivierwater weer terugstroomt vanuit de verruimde Randwijkse Plas naar de hoofdgeul. Bovenstrooms neemt tot aan kmr. 868 de waterstand af. Er is echter met een vaste afvoerverdeling gerekend, dit is te zien aan de sprong in de curve nabij kmr. 878 (splittingspunt). De getoonde curve is dus onbetrouwbaar vanaf kmr 879 tot verder bovenstrooms omdat dit resultaat niet gerelateerd is aan de ingreep maar aan de geforceerde afvoerverdeling.



Figuur 2: Waterstandsverschil op de as van de rivier ten gevolge van het initiatief.

2.2 MHW stand buiten de as van de rivier

Figuur 3 toont het waterstandsverschil in het platte vlak (2D) ten gevolge van het initiatief. Bovenstrooms daalt de MHW-stand met maximaal 2 cm door de aanleg van de Randwijkse Waard vooral bij de ingang van de plas. Ter plaatse van de westelijke plasuitbreiding neemt de MHW-stand toe met maximaal 7cm ten gevolge van het initiatief. Ook lokaal aan de bandijk ter hoogte van de Randwijkse Plas neemt de waterstand toe met 5cm.



Figuur 3: Waterstandsverschil in het platte vlak (2D) ten gevolge van het initiatief.

2.3 Afvoerverdeling bij MHW

Een mogelijke verschuiving in de afvoerverdeling over de verschillende rijntakken als gevolg van de ingreep in de Randwijkse Waard is onderzocht door middel van een WAQUA MHW-som met een vrije afvoerverdeling (zie DVD). Tabel 1 toont de uitvoer van de WAQUA resultaten. Uit deze analyse blijkt dat de verschuiving van de afvoerverdeling 2 m³/s bedraagt, dit valt binnen de gestelde grenzen van het RBK van 5 m³/s.

Tabel 1: berekende WAQUA afvoeren gebaseerd op MHW met vrije afvoerverdeling

Debiet (m ³ /s)	P52	Referentie	Resultaat
Q-Waal	9485	9485	0
Q-Pankanaal	5515	5515	0
Q-Nederrijn	3164	3162	+2
Q-Yssel	2351	2353	-2
Q-Lobith	15000	15000	0
Q-Pannerdenschekop	15000	15000	0

2.4 Afvoerverdeling bij normaal hoogwater

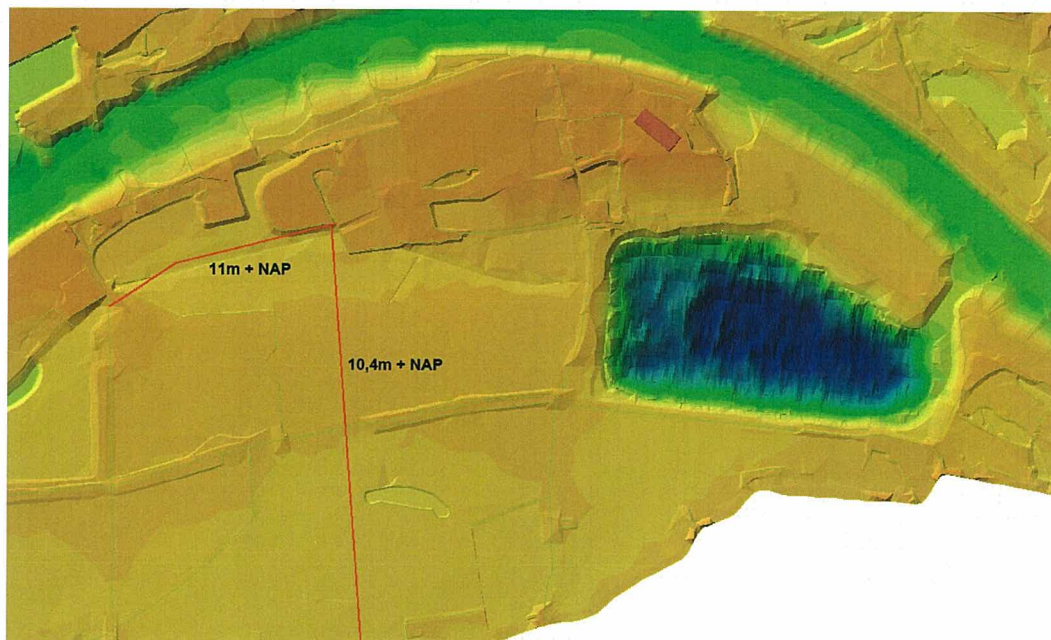
Bij een normaal hoogwater (10.000 m³/s te Lobith) zullen de nieuw aangelegde kades (hoogte minimaal 10,4m + NAP) net meestromen en mogelijk een verandering op de afvoerverdeling veroorzaken. Gezien het resultaat tijdens MHW-condities is de verwachting dat de een eventuele verschuiving van de afvoerverdeling minder zal bedragen dan 20 m³/s (RBK-eis). Een onderbouwing wordt gegeven in §2.6.

2.5 Waterstanden en/of inundatiefrequentie van de uiterwaard

Figuur 4 toont de twee belangrijkste kades die worden aangelegd in het gebied als onderdeel van de herinrichting geplaatst op het terreinhoogte model van de referentie. Deze twee kades worden in de herinrichting op een hoogte gelegd van minimaal 10,4m + NAP (deze waterstand komt 0,25 dagen per jaar voor). De huidige terreinhoogte is 7,8m + NAP (deze waterstand komt 30 dagen per jaar voor).

Het gebied is uiteraard niet volledig afgesloten door de nieuwe kades maar de inschatting is wel dat de inundatiefrequentie in het gebied benedenstrooms van de kades zal afnemen.

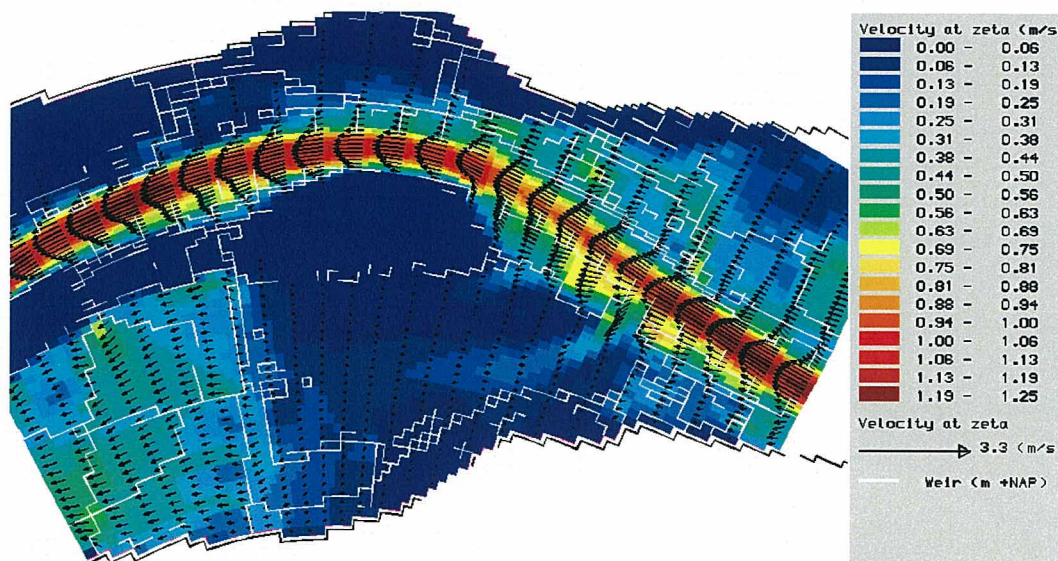
De verwachting is deze afname niet zal leiden tot 'hinder aan derden'. Zie ook de volgende paragraaf.



Figuur 4: Aanleg kades binnen het initiatief geplot op het DTM van de referentiesituatie. De hoogtegegevens refereren naar de dichtstbijzijnde kade.

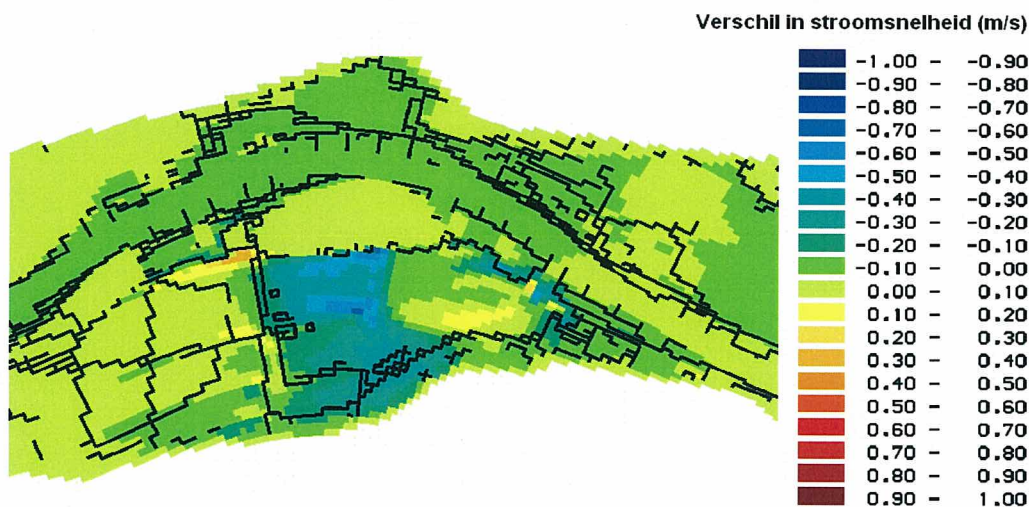
2.6 Stroombeeld in de uiterwaard

Figuur 5 toont het stroombeeld tijdens normaal hoogwater (Lobith $10.000 \text{ m}^3/\text{s}$) in de omgeving van de Randwijkse Waard na aanleg van de herinrichting. *Opvallend is dat bij deze condities het water hoofdzakelijk door de vaargeul stroomt en in minder mate door de het plangebied.* De maximale stroomsnelheid wordt berekend nabij de instroomopening van de Randwijkse Plas en bedraagt circa $0,7 \text{ m/s}$. Benedenstrooms van de Plas stroomt het water met een snelheid van minimaal $0,3 \text{ m/s}$, toenemend naar $0,5 \text{ m/s}$.



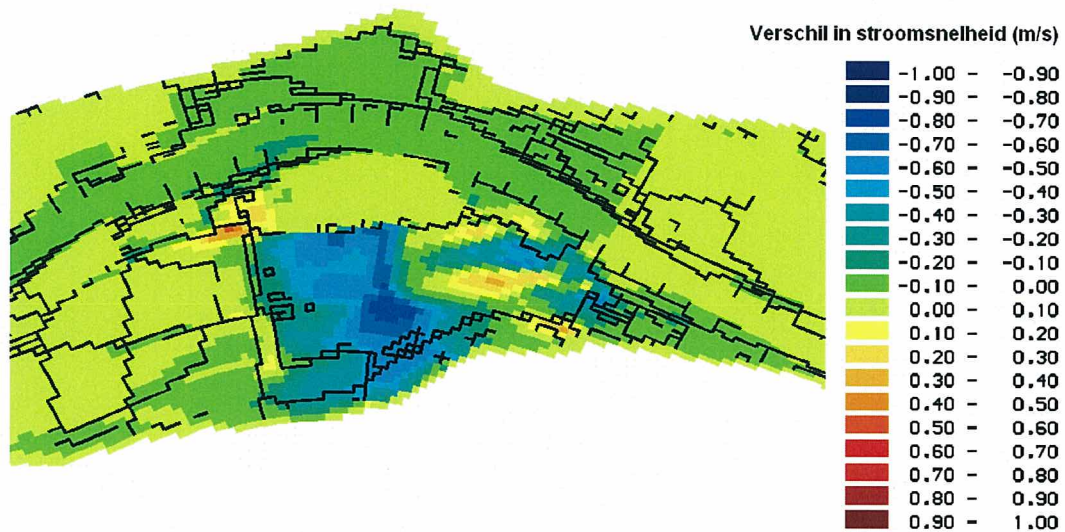
Figuur 5: Stroombeeld in de uiterwaard na aanleg van het initiatief bij normaal hoogwater.

Figuur 6 toont het berekende verschil in stroomsnelheid tijdens MHW-condities. De grootste stroomsnelheidsverschillen treden voornamelijk op in de Randwijkse Plas. Voorbij de instroomopening neemt de stroomsnelheid toe met maximaal 0,3 m/s. In het gebied dat extra wordt toegevoegd aan de plas neemt de stroomsnelheid juist af met maximaal 0,6 m/s door een toename van de waterdiepte.



Figuur 6: Verskil in stroomsnelheid in de uiterwaard ten gevolge van het initiatief tijdens normaal hoogwater.

Figuur 7 toont ter volledigheid het berekende verschil in stroomsnelheid tijdens MHW-condities. Belangrijk is op te merken dat de ingreep klaarblijkelijk meer effect heeft op de hydraulica tijdens MHW-situaties dan tijdens normaal hoogwater (vergelijk Figuur 6 & Figuur 7). Dit bevestigt dat de afvoerverschuiving bij 10.000 m³/s beperkt zal zijn tot minder dan 20 m³/s (zie § 2.4).



Figuur 7: Vershil in stroomsnelheid in de uiterwaard ten gevolge van het initiatief tijdens MHW.

2.7 Stroombeeld in hoofdgeul bij de aan- en aftakking van nevengeul

Niet van toepassing: initiatief bevat geen nevengeul

2.8 Afvoerdeling bij normaal hoogwater

Zie tekst en uitleg § 2.4.

2.9 Afvoerdeling bij lage afvoeren

Tijdens OLR¹ condities (Boven-Rijn afvoer van 1020 m³/s) is de uiterwaard inclusief ingrepen niet geïndundeerd waardoor er geen effect op afvoerdeling wordt verwacht.

2.10 Aanzanding en erosie van het zomerbed (+ oevers)

Gezien de berekende geringe verandering in het stroombeeld van het zomerbed of oevers is de verwachting dat het initiatief niet zal leiden tot extra aanzanding of erosie vergeleken met de referentie situatie (Figuur 7).

2.11 Aanzanding en erosie van uiterwaard en nevengeulen

Figuur 7 toont dat de snelheidsveranderingen tengevolge van de ingreep hoofdzakelijk plaatsvinden in de uitbreidingen van de plas. Op deze locaties wordt geen aanzanding verwacht.

¹ OLR: Overeengekomen Laagste Rivierstand.

3 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

De analyse van de rivierkundige effecten van de geplande herinrichting in de Randwijkse Waard leidt tijdens MHW-condities (15.000 m³/s bij Lobith) tot de volgende resultaten/conclusies:

- De ingreep leidt op de as van de rivier tot een waterstandsdeling van 20,7mm nabij kmr. 895;
- De berekende waterstandsverhoging is minder dan 1 mm;
- Ten gevolge van de ingreep verschuift de afvoerverdeling met 2m³/s tijdens MHW-condities. Dit valt binnen de RBK-grens van 5 m³/s;
- De verwachting is dat ten gevolge van de ingreep de afvoerverdeling tijdens normaal hoogwater zal verschuiven binnen de RBK-grens van 20 m³/s;
- De inundatiefrequentie van het benedenstroomse gebied zal naar verwachting afnemen. De inschatting is dat dit niet zal leiden tot 'hinder aan derden';
- Gezien de berekende geringe verandering in het stroombeeld van het zomerbed of oevers is de verwachting dat het initiatief niet zal leiden tot extra aanzanding of erosie vergeleken met de referentie situatie;
- De stroomsnelheid in de Randwijkse Plas neemt toe met 0,3 m/s bij normaal hoogwater. Dit is verder zonder gevolgen voor de uiterwaard (erosie / sedimentatie).

Samengevat in onderstaande tabel 1:

Tabel 1: beoordelingstabel gebaseerd op het vigerende RBK.

§*	Te beoordelen effect	Criterium	Resultaat	§**
1.1	Maatregel in stroomvoerend deel rivier: MHW stand op de as van de rivier	Stroomvoerend: geen waterstandsverhoging (bij 15.000 m ³ /s Boven-Rijn)	- 13,7mm op kmr 895 + 0,5mm op kmr 898 VOLDOET	2.1
	Maatregel in bergend deel rivier: volume waterberging	Bergend: geen vermindering bergend volume		
1.2	MHW stand buiten as van de rivier	Toename waterstand (bij 15.000 m ³ /s Boven-Rijn)	Ter plaatse van de westelijke plasuitbreiding neemt de MHW-stand toe met maximaal 7cm ten gevolge van het initiatief. Aan de bandijk neemt de waterstand toe met 5cm. Deze toename zal beoordeeld moeten worden door de dijkbeheerder. VOLDOET onder voorwaarden	2.2
1.3	Afvoerverdeling bij MHW (bij Pannerdensche Kop en IJsselkop)	Project binnen enkele km splitsing: verandering afvoerverdeling < 5 m ³ /s bij Boven-Rijn afvoer van 15.000 m ³ /s Project verder weg: geen verandering waterstand bij splitsing	De rivierkundige berekeningen laten een toename van de afvoer van 2m ³ /s zien op de Neder-Rijn en een zelfde afname op de IJssel en voldoet daarmee aan de gestelde eis. VOLDOET	2.3

§*	Te beoordelen effect	Criterium	Resultaat	§**
1.4	Afvoerverdeling bij normaal hoogwater (bij Pannerdensch Kop en IJsselkop)	Verandering afvoerverdeling < 20 m ³ /s bij Boven-Rijn afvoer van 10.000 m ³ /s	De rivierkundige berekeningen zijn vooralsnog uitgevoerd met een Boven-Rijn afvoer van 10.000 met een vaste afvoerverdeling. Deze resultaten laten zien dat de stroming in de vaargeul is geconcentreerd en minder in de uiterwaard waard waar de ingreep zal plaatsvinden. Er is dan ook geen reden aan te nemen dat de ingreep leidt tot een verandering van de afvoerverdeling groter of gelijk aan 20 m ³ /s bij de Boven-Rijn VOLDOET	2.4
2.1	Waterstanden en/of inundatiefrequentie van de uiterwaard	Verandering waterstanden en/of inundatiefrequentie bij afvoeren die afhankelijk zijn van lokale omstandigheden. Standaard is Boven-Rijn afvoer van 15.000 m ³ /s, plus vaak ook de Boven-Rijn afvoer van 10.000 m ³ /s	De inundatiefrequentie zal in het benedenstroomse gebied iets afnemen door de aanleg van twee kades. De verwachting is dat dit geen hinderlijke effecten veroorzaakt VOLDOET	2.5
2.2	Stroombeeld in de uiterwaard	Verandering grootte en richting stroomsnelheden bij Boven-Rijn afvoer van 10.000 m ³ /s	De stroomsnelheid neemt toe met 0,3 m/s ter plaatse van het initiatief. In het gebied dat extra wordt toegevoegd aan de plas neemt de stroomsnelheid juist af met maximaal 0,6 m/s. De verwachting is dat dit geen hinderlijke effecten veroorzaakt VOLDOET	2.6
2.3	Stroombeeld in hoofdgeul bij de aan- en aftakking van nevengeul	Bankfull afvoer nevengeul < 50 m ³ /s: dwarsstroming vaarweg ≤ 0,3 m/s Bankfull afvoer nevengeul > 50 m ³ /s: dwarsstroming vaarweg ≤ 0,15 m/s	Niet van toepassing: initiatief bevat geen nevengeul VOLDOET	2.7
2.4	Afvoerverdeling bij normaal hoogwater	Verandering afvoerverdeling bij Boven-Rijn afvoer van 10.000 m ³ /s	De rivierkundige berekeningen zijn vooralsnog uitgevoerd met een Boven-Rijn afvoer van 10.000 met een vaste afvoerverdeling. Deze resultaten laten zien dat de stroming in de vaargeul is geconcentreerd en minder in de uiterwaard waard waar de ingreep zal plaatsvinden. Er is dan ook geen reden aan te nemen dat de ingreep leidt tot een verandering van de afvoerverdeling groter of gelijk aan 20 m ³ /s bij de Boven-Rijn. VOLDOET	2.8

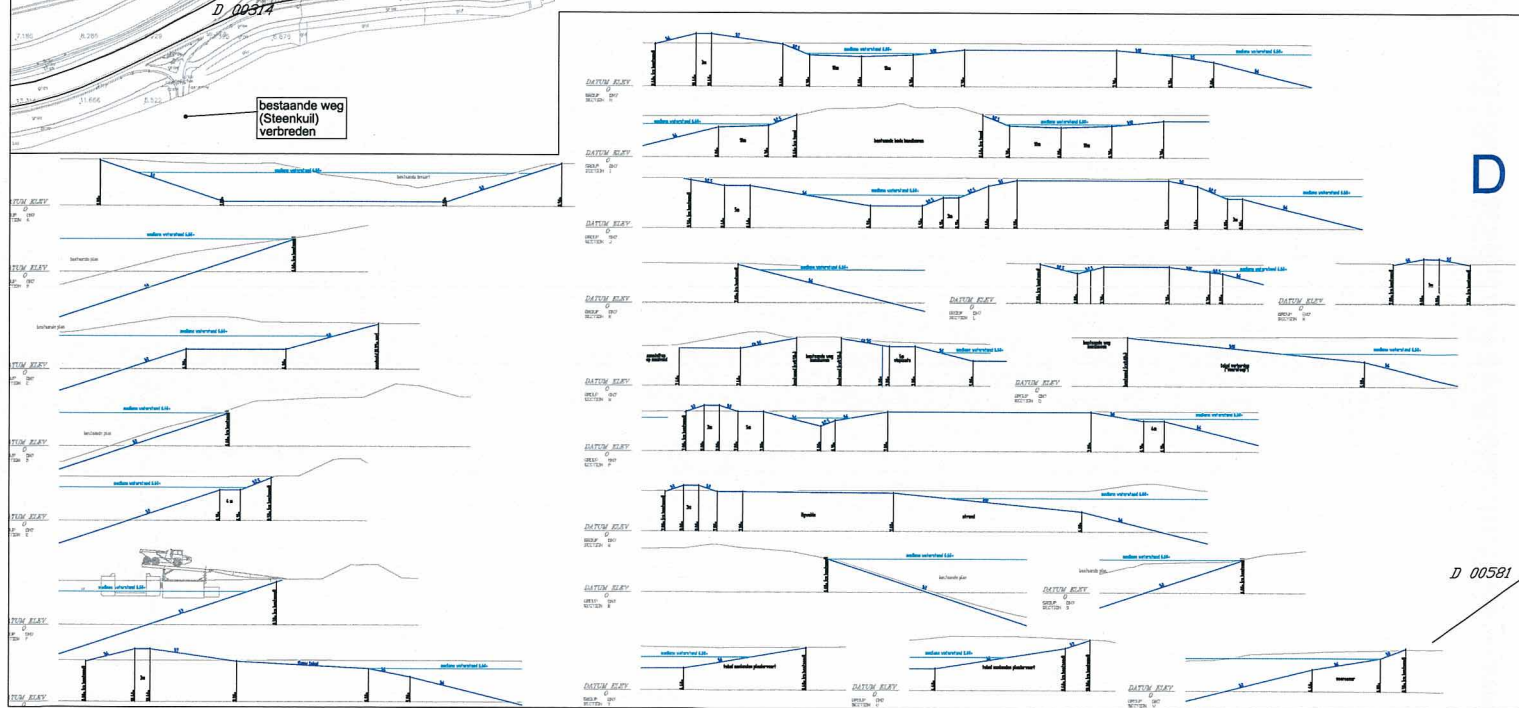
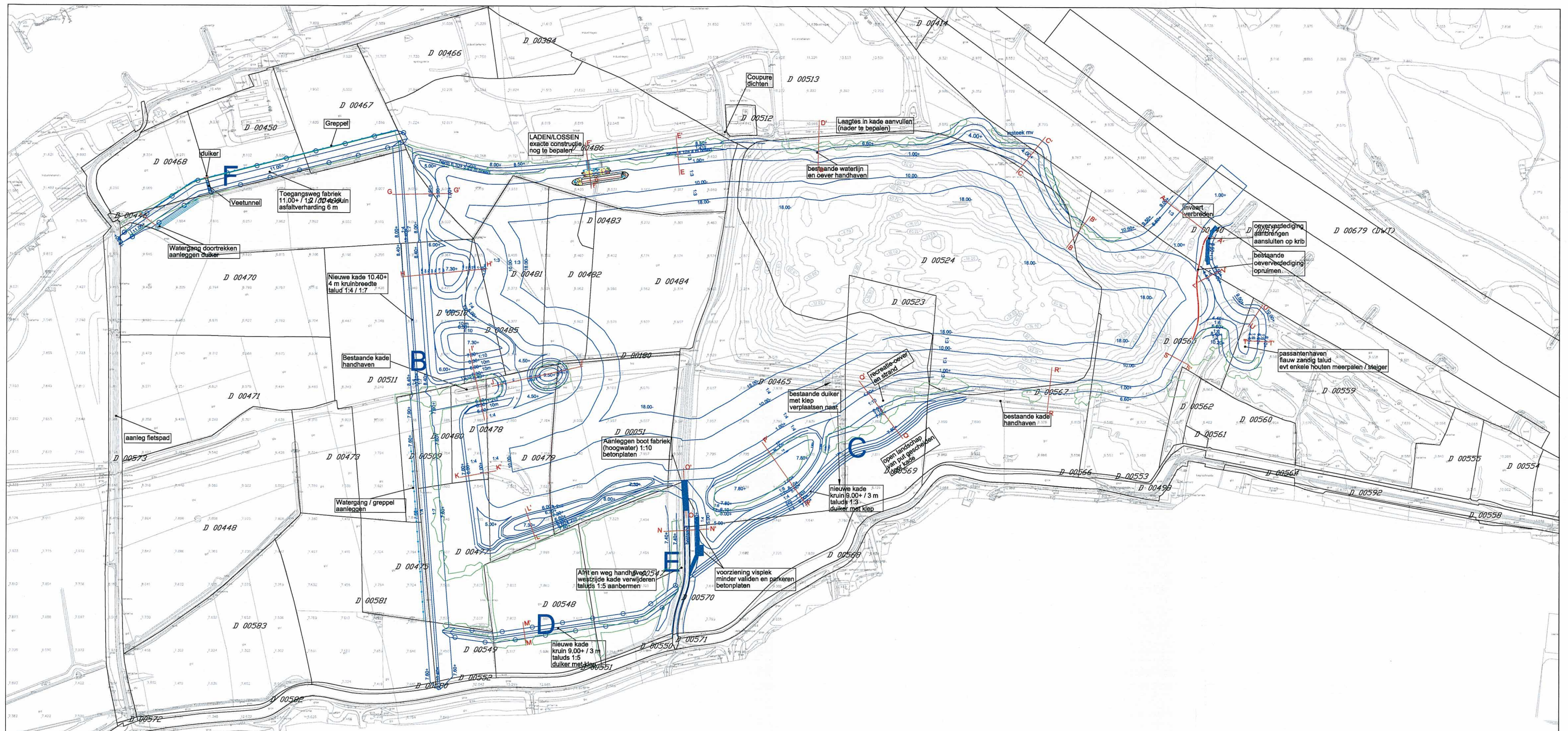
§*	Te beoordelen effect	Criterium	Resultaat	§**
2.5	Afvoerverdeling bij lage afvoeren	Afwijking afvoerverdeling < 1 m ³ /s bij Boven-Rijn afvoer van 1020 m ³ /s (OLR)	Het initiatief betreft een ingreep in de uiterwaard die niet inundeert bij deze afvoer. Er wordt daardoor geen effect verwacht. VOLDOET	2.9
§*	Te beoordelen effect	Criterium	Resultaat	§
3.1	Aanzanding en erosie van het zomerbed (+ oevers)	<p>Bij erosie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • geen verlaging gemiddelde bodemligging; • geen oevererosie; • beperkte ontgroning bij constructies per hoogwater. <p>Bij sedimentatie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • geen vermindering vaargeulafmetingen bij lage tot gemiddelde rivierafvoeren; • geen verhoging MHW op lange termijn; <p>In het algemeen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • beperkte hinder door baggeren en/of terugstorten en behouden veiligheid scheepvaartverkeer; • geen onacceptabele terugschrijdende erosie of sedimentatie i.v.m. risico verandering afvoerverdeling bij MHW of OLR. 	Gezien de berekende geringe verandering in het stroombeeld van het zomerbed of oevers is de verwachting dat het initiatief niet zal leiden tot extra aanzanding of erosie vergeleken met de referentie situatie (Figuur 7). VOLDOET	2.10
3.2	Aanzanding en erosie van uiterwaard en nevengeulen	<p>Bij sedimentatie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • beperkte sedimentatie t.o.v. beheerskosten; <p>Bij erosie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • geen ongewenste zijdelingse verplaatsing van de nevengeul / nevengeul minimaal 50 - 200 m van waterkering / geen bodemerosie langs waterkering; • stroomsnelheid nevengeul bankfull < 0,3 m/s; 	Figuur 7 toont dat de snelheidsveranderingen tengevolge van de ingreep hoofdzakelijk plaatsvinden in de uitbreidingen van de plas. Op deze locaties wordt geen aanzanding verwacht. VOLDOET	2.11

§*	Te beoordelen effect	Criterium	Resultaat	§**
		<ul style="list-style-type: none"> • geen bodemerosie langs waterkering. 		

*Paragraafnummers verwijzen naar overeenkomstige paragraafnummers uit deel 1B van het RBK.

**Paragraafnummers verwijzen naar overeenkomstige paragraafnummers in de onderhavige rapportage

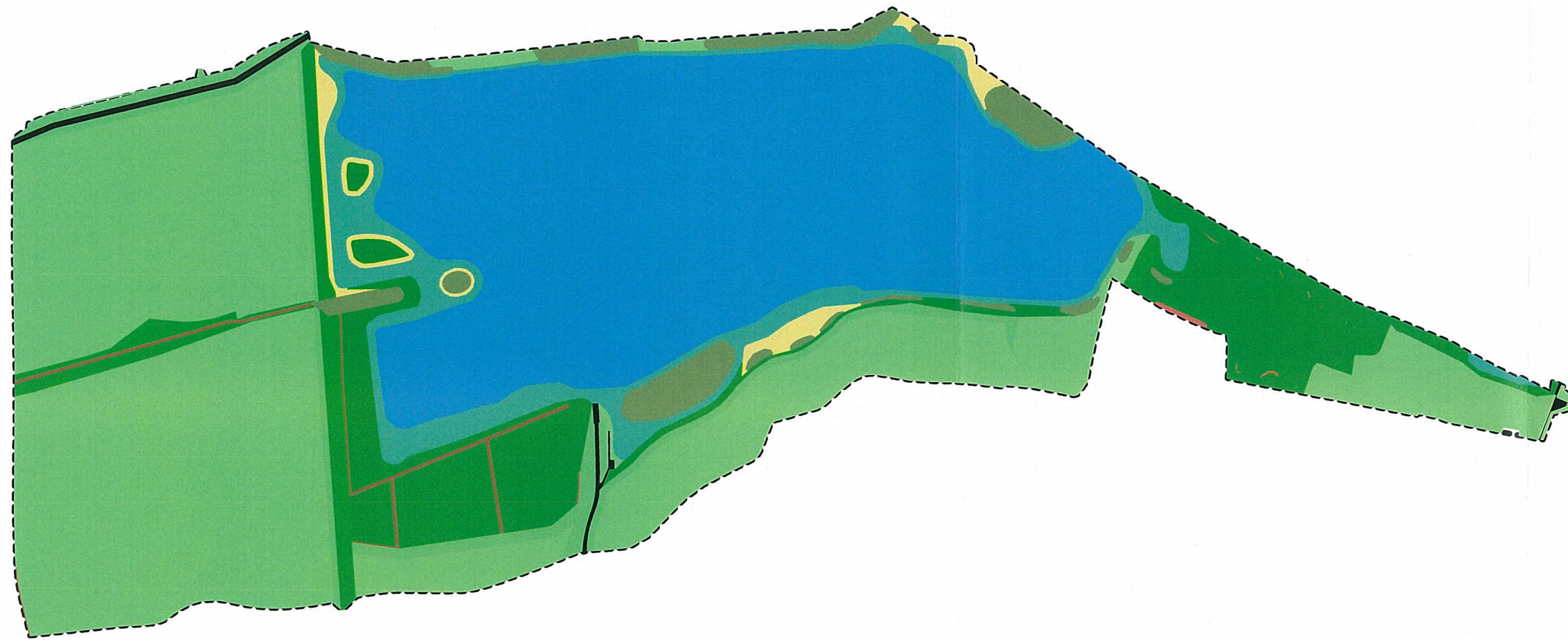
BIJLAGE 1 – ONTWERP











opdrachtgever:	Dekker van de Kamp LO
taakwerk opdrachtgever:	Randwijse Wierwaard
project:	Randwijse Wierwaard
onderdeel:	Technische tekening omgranding
omschrijving:	WERKTEKENING met 2009
tek. nr.:	0143-DKT-002 0
blad:	1/1
bestand:	0143-DKT-0020.dwg
datum:	11 januari 2010
schaal:	SITUATIE 1:2000 / PROFIELEN 1:500
formaat:	A-0
status:	gepland
getekend:	EK
gecontroleerd:	
datum:	11-01-10





















BIJLAGE 2 - VEGETATIEKAART



- | | | | |
|---|--|--|---------------------------|
|  | DO-veg-bmstrk-bossage-struweel |  | DO-veg-gras-2-ruig |
|  | DO-veg-bmstrk-houtsingel |  | DO-veg-gras-2-ruig-opkade |
|  | DO-veg-bmstrk-laanbeplanting-populier-HOH10m |  | DO-veg-verharding |
|  | DO-veg-bmstrk-solitaire-of-open |  | DO-veg-waterdiep |
|  | DO-veg-gras-1-prod-enakker |  | DO-veg-waterondiep |
|  | DO-veg-gras-1-prod-opkade |  | DO-veg-zand |



- LEGENDA**
-  Gravel en bosveld (openbaar)
 -  Maasbeplanting
 -  Gravel (natuurbos)
 -  Tuin, open, bebouwing
 -  Beplanting (openbaar)
 -  Six, trillingen, struik (bestand en nieuw)
 -  Nieuw landschap met bomen
 -  Zonterreinen met struiken (openbaar)
 -  Overname / opslag (openbaar)
 -  Wegen, verkeersvoering
 -  Verkeersvoering (openbaar)
 -  Openbaar verkeersvoering
 -  Ploeg met natuur
 -  Zandvelden en gras (openbaar)
 -  Lijst (openbaar)
 -  Aandrijving
 -  Verkeersvoering
 -  Land / bos
 - (natuur) veld
 - (natuur) veld
 - (natuur) veld
 - (natuur) veld