

## **DOORSTROMING LAAKKANAAL**

GEMEENTE DEN HAAG

15 oktober 2013

: - Definitief

C03041.003103.





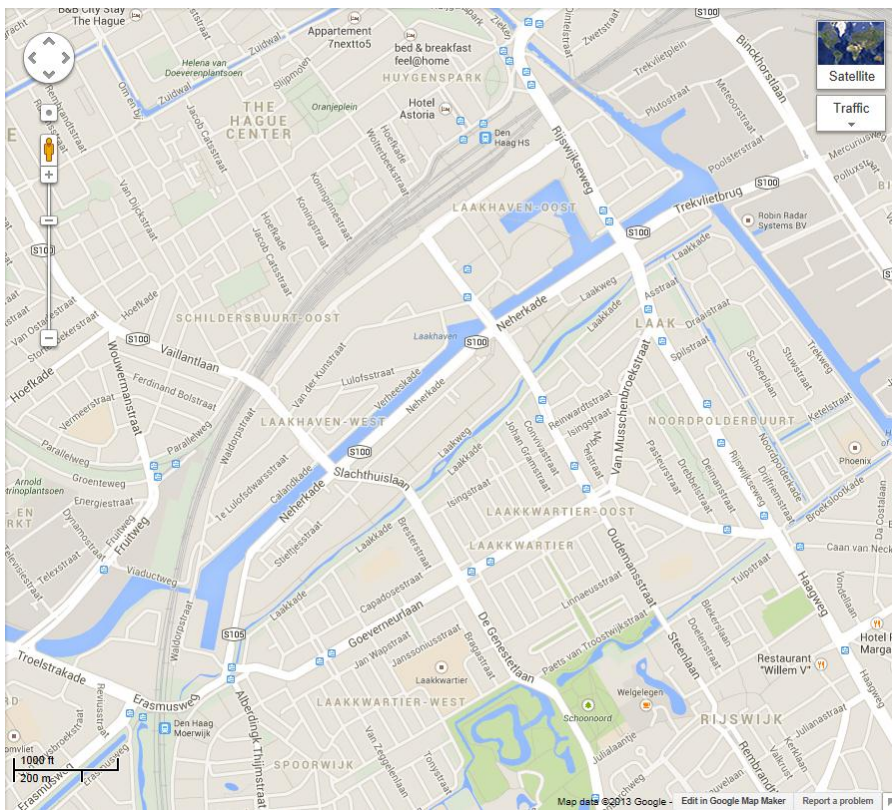
# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Overzicht beschikbare gegevens</b> .....	<b>5</b>
2.1	Geometrie Laakkanaal .....	5
2.2	Bodemprofiel.....	5
2.2.1	Huidige situatie.....	5
2.2.2	Toekomstige situatie met verbreding Neherkade .....	7
2.3	Bruggen.....	8
2.4	Bedrijfsschepen .....	8
<b>3</b>	<b>Modelopzet</b> .....	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Resultaten van simulaties</b> .....	<b>13</b>
4.1	Huidige situatie.....	13
4.2	Verbreding Neherkade .....	17
<b>5</b>	<b>Conclusies</b> .....	<b>20</b>
	<b>Referenties</b> .....	<b>21</b>



# 1 Inleiding

Het Laakkanaal, of de Laakhaven, maakt onderdeel uit van de Delflandse boezem. Via dit stelsel van sloten en kanalen wordt het water in het gebied van Delfland beheerd. Overtollig water wordt op de Nieuwe Waterweg en de Noordzee geloosd. Figuur 1.1 geeft een overzichtskarta van het gebied.



Figuur 1.1 Overzichtskarta Laakkanaal (bron: Google Maps)

De Gemeente Den Haag heeft in het bestemmingsplan Laakhaven West aangegeven dat de bedrijfsschepen aan de Calandkade verplaatst of verwijderd dienen te worden. Omdat de verplaatsing van Coffeeshopboot “Happy Smile” binnen het gebied moet plaatsvinden is verplaatsing naar de nabijgelegen Verheeskade een realistische optie. Daarnaast heeft de Gemeente Den Haag een wijziging van het bestemmingsplan opgesteld voor de verbreding van de Neherkade, gelegen tegenover de aangewezen nieuwe locatie van de bedrijfsschepen. Het Hoogheemraadschap van Delfland vreest dat deze plannen een negatief effect hebben op de waterhuishouding van het Westboezem in Den Haag, doordat de doorstroming wordt gehinderd. In deze studie is dit aspect nader onderzocht.

Het doel van de studie is te bepalen hoe groot het gecombineerde effect is van:

- het verbreden van de Neherkade,
- het verplaatsen van de bedrijfsschepen langs de Calandkade (coffeeshopboot “Happy Smile” en het koffiehuis “De Laak”) naar de Verheeskade, en
- het verwijderen van een ander bedrijfsschip (genaamd “Vosta”)

op de doorstroming van het Laakkanaal tijdens een maatgevende afvoer. Hierbij is ervan uitgegaan dat de bedrijfsschepen van de Stichting “Wereldvrede” en de naastgelegen Partyboot op de huidige locatie blijven liggen.

In deze studie is het hydraulische effect van de bovengenoemde plannen in detail onderzocht met behulp van het numerieke waterbewegingspakket Delft3D. De hoge mate van detaillering is bereikt door met een hoog-resolutie model te werken, zowel in de horizontaal als in de verticaal. Op deze manier is het blokkerende effect van de bedrijfsschepen over slechts een gedeelte van de waterkolom, maar ook dat van de bruggen, realistisch in het model mee te nemen. Hierdoor is het mogelijk een goed beeld te krijgen van het opstuwende effect van elk van deze obstakels.

Voor het opzetten van een dergelijk model, zijn degelijke gegevens noodzakelijk. Het betreft dan de geometrie van het kanaal (zowel locatie als bodemprofiel), de locaties en afmetingen van de bedrijfsschepen en andere obstakels (bijvoorbeeld bruggen). Een overzicht van de beschikbare gegevens wordt gegeven in hoofdstuk 2. Hoofdstuk 3 beschrijft de opzet van het model. In hoofdstuk 4 worden de resultaten van de modelstudie gepresenteerd. Hierbij is voornamelijk gekeken naar het verhang en de stroomsnelheden die door elk van de obstakels apart en in combinatie worden veroorzaakt, en wat het effect is van het verplaatsen van de bedrijfsschepen in combinatie met de versmalling van het kanaal ter plaatse van de Neherkade. Dit alles is gedaan voor een maatgevende afvoer van  $3 \text{ m}^3/\text{s}$ . In hoofdstuk 5 worden de conclusies gegeven.

# 2

## Overzicht beschikbare gegevens

Voor het opzetten van het stromingsmodel is het noodzakelijk om over gedetailleerde informatie te beschikken van de geometrie van het gebied. Hiervoor is informatie beschikbaar uit verschillende bronnen, die niet altijd eenduidig zijn. In dat geval is in overleg met de opdrachtgever een meest realistische aanname gedaan. Het betreft zowel gegevens voor de huidige als de toekomstige situatie.

### 2.1 GEOMETRIE LAAKKANAAL

De geometrie van het Laakkanaal is gegeven in tekening:

- Neherkade, aanvragen watervergunning, Overzicht en Dwarsprofielen (AutoCAD-bestand Neherkade Aanvraagwatervergunning Wijz2 FF .dgn)

De contouren zijn omgezet naar een kml-bestand en ingelezen in Google Earth. De ligging van kades en bruggen komen overeen met de beelden. Op basis van deze constatering is besloten om de gedeeltes waarvan geen contouren beschikbaar zijn, deze te digitaliseren met behulp van Google Earth.

### 2.2 BODEMPROFIEL

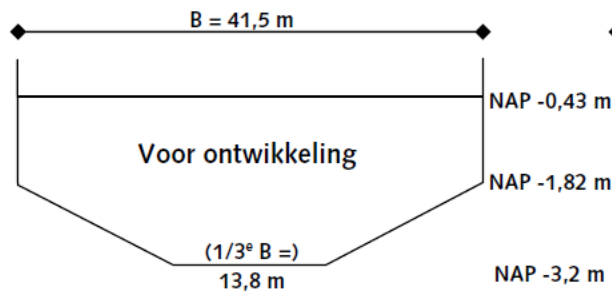
Voor de opzet van een stromingsmodel van het Laakkanaal zijn gegevens nodig van de bodemligging en de taluds van het Laakkanaal. Het gaat hier om zowel de huidige situatie als de toekomstige situatie na de verbreding van de Neherkade. We hebben ons gebaseerd op de volgende bronnen:

1. Achtergrondrapport MER Neherkade, Bijlage I Hydraulische Toetsing Kadeontwerp (Nelen & Schuurmans, 2011)
2. Aanpassing Neherkade, voorlopig ontwerp (Movares, 2013)
3. Tekeningen van afdeling Riolering en Water (jaartallen 1908, 1919, 1932 en recent)

#### 2.2.1 HUIDIGE SITUATIE

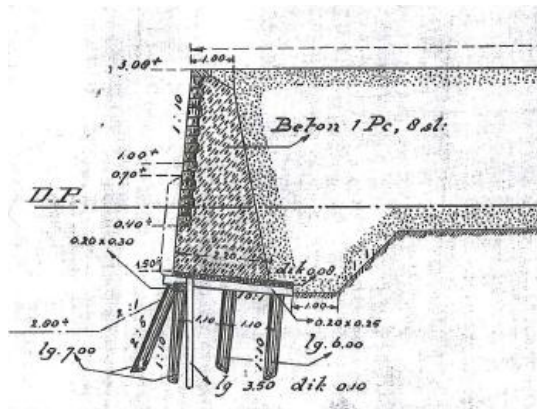
In (Nelen & Schuurmans, 2011) is een geschematiseerd kanaal gemodelleerd, met een breedte van 41,5 m. Voor de diepte wordt verwezen naar dieptemetingen die zijn uitgevoerd voor het Hoogheemraadschap Delfland in 2008, die variëren tussen NAP -2,7 m en NAP -3,6 m. Uiteindelijk is in die studie voor het hele kanaal een diepte van NAP -3,2 m gebruikt.

Voor het gebruikte profiel wordt verwezen naar figuur 2.1. De helling van het profiel is 1,38 m over 13,8 m, dus 1:10.



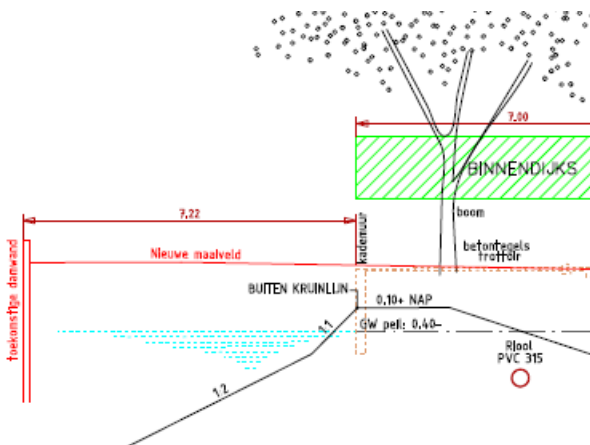
Figuur 2.1 Toegepast huidig profiel in (Nelen & Schuurmans, 2011).

Uit bron 3 valt op te maken dat de geplande diepte van de doorgetrokken Laakhaven ten zuidwesten van het Calandplein NAP -3,2 m bedraagt. Volgens de tekening is er een talud van 1:2, tussen NAP -3,2 m en -2,45 m à -2,40 m (opgemeten van figuur 2.2, in een andere tekening is aangegeven dat niveau +0,4 m overeen komt met NAP, dus -2,8 m met NAP -3,2 m).



Figuur 2.2 Detail van een tekeningen van afdeling Riolering en Water.

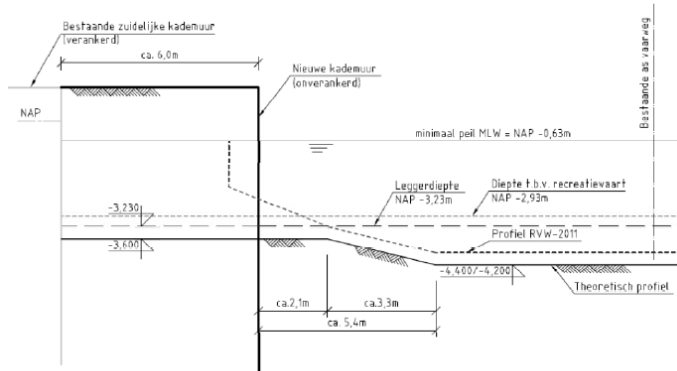
In een andere tekening (95016743-RBNEKA-CTV-WT-004.pdf, zie figuur 2.3), waarin ook de verbreding van de kade is weergegeven, wordt echter weer een ander profiel ter plaatse van de nieuwe kade weergegeven, een deel 1:1 en een deel 1:2.



Figuur 2.3 Geschetst profiel op tekening voor ontwerp Neherkade.







Figuur 11: theoretisch profiel Laakhaven (volgens legger)

Figuur 2.5 Theoretisch profiel Laakhaven (volgens legger).

In de al eerder genoemde tekening (95016743-RBNEKA-CTV-WT-004.pdf, zie figuur 2.3) staat geen verdieping van het kanaal aangegeven.

Volgens de opdrachtgever is er ook geen verdieping voorzien in het plan van de verbreding. Dit is in de simulaties voor de toekomstige situatie aangehouden.

### 2.3 BRUGGEN

In (Nelen & Schuurmans, 2011) worden de dimensies van de bruggen gegeven op basis van kaartmateriaal van de gemeente. Deze zijn overgenomen in tabel 2.1.

naam brug (straat)	breedte (m)	bodem (m NAP)
(Waldorpstraat)	12,00	-3,68
Calandbrug (Calandplein)	18,30	-3,60
Leeghwaterbrug (Leeghwaterplein)	17,95	-3,60
Laakbrug (Rijswijkseweg)	17,88	-3,60

Tabel 2.1 Overzicht van bruggen in het gebied en de afmetingen

### 2.4 BEDRIJFSSCHEPEN

In het westelijke Laakkanaal langs de Calandkade en Neherkade liggen momenteel 5 bedrijfsschepen. De ligplaats en afmetingen van elk van de bedrijfsschepen zijn gegeven op tekening:

- Ligplaatsenplan (4/14) Woon- en/of Bedrijfsschepen Neherkade, Calandkade (pdf-bestand RIS249285\_Bijlage\_4-14\_Neherkade[1].pdf, AutoCAD-bestand Neherkade woonboten.dgn)

Op de tekening zijn de afmetingen weergegeven met een contour. Voor een aantal bedrijfsschepen geeft de tekening de afmetingen ook tekstueel. Opmerkelijk is dat de gegeven afmetingen en de contouren veelal niet met elkaar overeenkomen. De contouren komen echter goed overeen met de beelden op Google Earth, vandaar dat deze afmetingen in het model zijn toegepast. Daarnaast lijkt de gegeven diepgang van de “Happy Smile” groot in vergelijking met een woonboot van dergelijke afmetingen. In de studie is daarom voor de bedrijfsschepen langs de Calandkade de diepgang van de Vosta aangehouden, en voor het bedrijfsschip van Stichting Wereldvrede dezelfde als die van de partyboot. Tabel 2.2 geeft een overzicht

van de aanwezige bedrijfsschepen en hun afmetingen zoals vermeld op de tekening en zoals uiteindelijk toegepast.

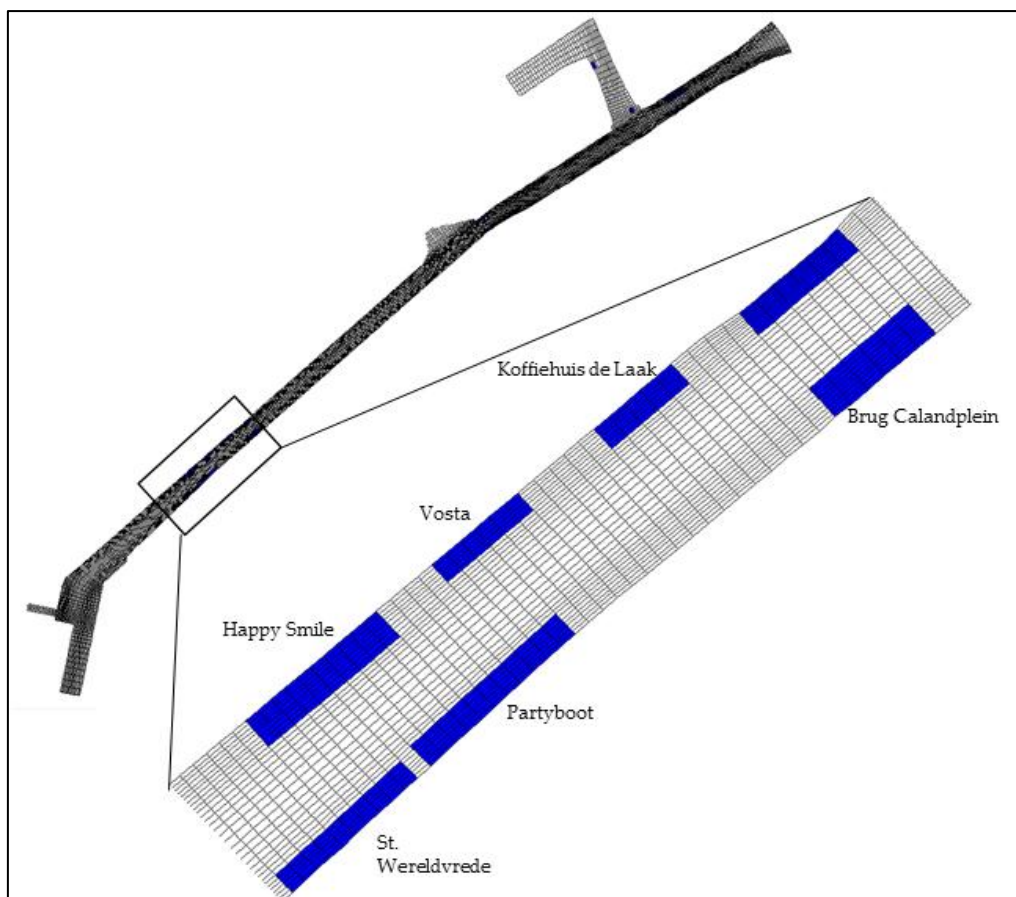
naam	kade	gegeven afmetingen (LxBxD)	aangenomen afmetingen (LxBxD)
de coffeeshopboot "Happy Smile"	Calandkade	39,00 x 6,60 x 1,85 m	40,50 x 8,50 x 1,10 m
de "Vosta"	Calandkade	26,80 x 5,35 x 1,10 m	26,80 x 5,35 x 1,10 m
het koffiehuis "De Laak"	Calandkade	?	22,00 x 6,50 x 1,10 m
Stichting Wereldvrede	Neherkade	?	43,20 x 5,50 x 0,70 m
Partyboot	Neherkade	49,00 x 6,15 x 0,70 m	50,70 x 6,80 x 0,70 m

Tabel 2.2 Overzicht van de bedrijfsschepen

De coffeeshopboot "Happy Smile" en het koffiehuis "De Laak" komen in de nieuwe situatie te liggen aan de Verheeskade, ter hoogte van de Praxis. Hierbij is dezelfde onderlinge afstand aangehouden.

# 3 Modelopzet

Het stromingsmodel is opgezet met behulp van Delft3D en omvat het Laakkanaal met een lengte van ongeveer 2 km. De belijning van het kanaal is bepaald aan de hand van de aangeleverde Autocad tekeningen en aangevuld met satelliet beelden uit Google Earth, zie paragraaf 2.1. De breedte van het kanaal varieert van ongeveer 36 m tot 42 m en ter hoogte van de bruggen is het kanaal smaller (zie tabel 2.1). De totale oppervlakte bedraagt ongeveer 107.395 m<sup>2</sup>. Het rekenrooster is opgebouwd met behulp van het programma RGFgrid en heeft een hoge resolutie zodat het effect van de geplande vernauwing van het kanaal en de verplaatsing van de bedrijfsschepen kan worden bepaald (figuur 3.1).

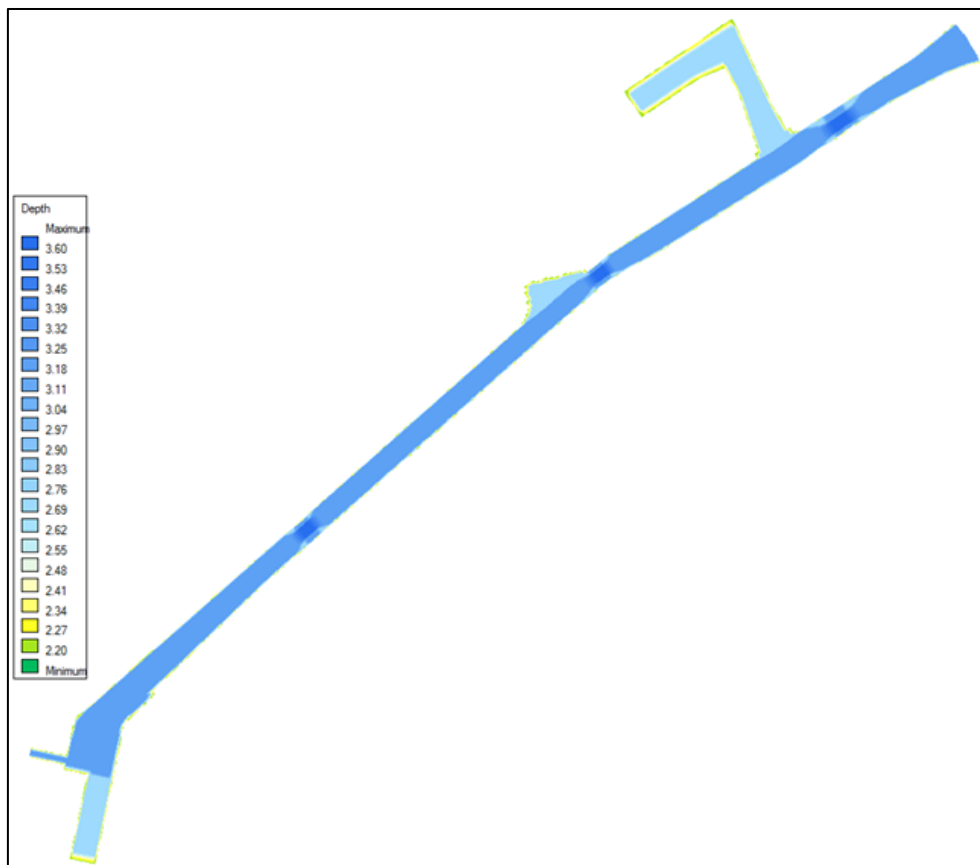


Figuur 3.1: Het rekenrooster van het Laakkanaal met een uitsnede ter hoogte van de Calandkade. De blauwe vlakken markeren de huidige locatie van de boten en rechts bovenin de droge punten van de vernauwing van de brug bij het Calandplein.

Het rooster bevat 10.884 cellen in de horizontaal en 10 lagen die elk 10% van de waterkolom omvatten (sigma lagen) in de verticaal. De bijna rechthoekige cellen liggen georiënteerd in de richting van de

stroming. De breedte van de cellen varieert van ongeveer 2 m in het midden van het kanaal tot ongeveer 1 m aan de randen van het kanaal, waar de versmalling plaats zal vinden en de bedrijfsschepen liggen. De lengte van de cellen varieert van ongeveer 4 m in het interessegebied tot maximaal 13 m in het zuiden van het kanaal. De versmalling van het kanaal ter hoogte van de bruggen is geschematiseerd door het toevoegen van droge cellen. De bedrijfsschepen zijn geschematiseerd door het toevoegen van shotjes in de betreffende cellen tot een diepte conform de aangenomen diepgang.

De modelbodem voor de huidige situatie is opgebouwd op basis van verschillende bronnen (zie 2.2). Er is voor gekozen om de diepte van NAP -3,2 m zoals gebruikt in Nelen & Schuurmans (2011). Voor het talud van de zijanten van het kanaal is op basis van de tekeningen van de afdeling Riolering en Water en Movares (2013) gekozen voor een helling van 1:2 met een diepte van NAP-2,2 aan de bovenkant van het talud. De bodem is lokaal verdiept ter hoogte van de bruggen op basis van de waarden uit tabel 2.1. Voor de bodem van de zijtakken van het kanaal is gekozen voor een diepte van NAP -2,7 m wat overeenkomt met de minimale diepte van de metingen van het Hoogheemraadschap in 2008 (figuur 3.2).

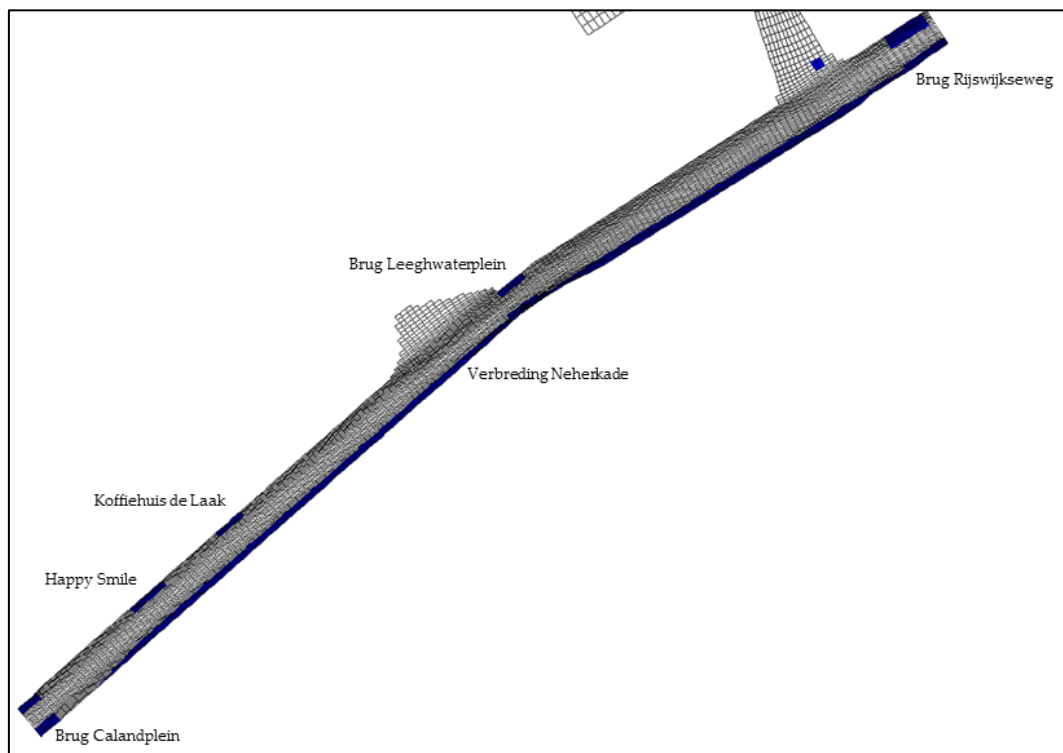


Figuur 3.2: Modelbodem met de diepte als positieve waarde in meters t.o.v. NAP. De donkere gebieden met een diepte van 3,6 m geven de locatie van de verschillende bruggen aan.

Aan de oostelijke modelrand wordt als randvoorwaarde het maatgevende debiet van  $3 \text{ m}^3/\text{s}$  opgelegd en aan de westelijke modelrand wordt als randvoorwaarde het streefpeil van NAP -0,43 m opgelegd. Er wordt een tijdstap van 3 seconden gebruikt. Als initiële conditie wordt een uniforme waterstand van NAP -0,43 m gebruikt en voor de bodemruwheid is gekozen voor een Chézy waarde van  $100 \text{ m}^{1/2}/\text{s}$ . Deze relatief hoge waarde komt overeen met een lage ruwheid zoals verwacht mag worden voor een kanaal met lage stroomsnelheden en een sliblaag op de bodem. De simulatie wordt gestopt als de waterbeweging is ingespeeld, en er een stationaire situatie is ontstaan.

Voor het toekomstige scenario waarin de Neherkade wordt verbreed zijn kleine aanpassingen gedaan aan de referentie situatie. De verbreding is geïmplementeerd door de roosterlijnen zoveel mogelijk over de ontwerpbelijning te leggen en de cellen te vervangen voor dry points. In dit scenario is de boot Vosta verwijderd en zijn de boten "Happy Smile" en koffiehuis "De Laak" verplaatst naar de Verheeskade (figuur 3.3). De "Happy Smile" is op aanwijzing van de opdrachtgever geplaatst tussen de ingang en de parkeerplaats van de Praxis, in de simulaties op een afstand van 120 m vanaf de brug bij het Calandplein. Koffiehuis "De Laak" is ook naar de Verheeskade verplaatst en omdat de exacte locatie niet bekend is, is er voor gekozen om de afstand tussen deze boot en de "Happy Smile" uit de huidige situatie aan te houden. Voor het bepalen van het effect van het verplaatsen van de bedrijfsschepen maakt de exacte locatie niet uit, zolang de schepen liggen daar waar de kade is verbreed. In de praktijk spelen ook andere afwegingen een rol, zoals de juridische eis van dat de loopafstand tussen scholen en koffieshops minimaal 350 m moet zijn.

Er wordt gebruik gemaakt van dezelfde modelbodem. Uit overleg met de opdrachtgever bleek dat er geen verdieping van het Laakkanaal gepland is.



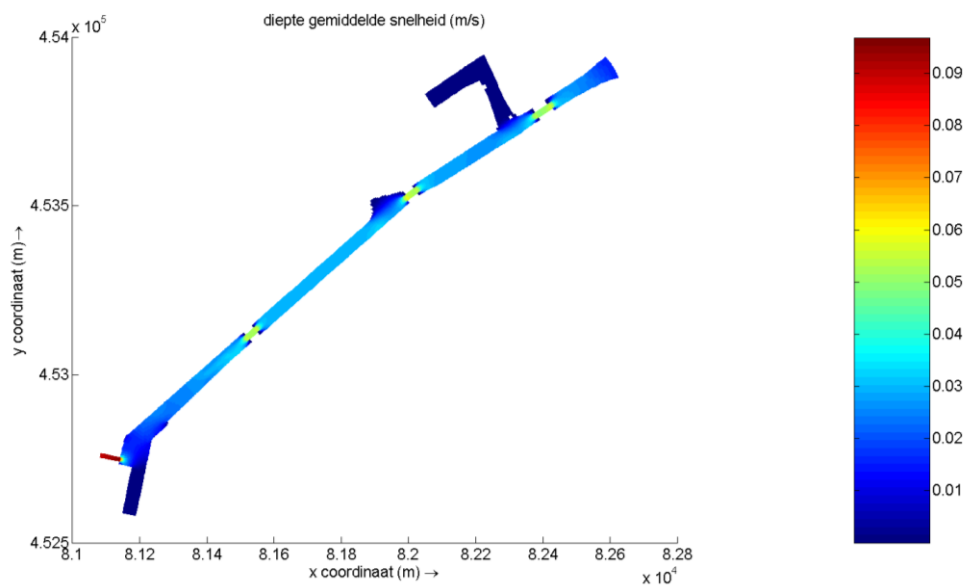
Figuur 3.3: Een uitsnede van het rekenrooster met daarin aangegeven de droge punten voor de verbreding van de Neherkade, de droge punten ter hoogte van de bruggen en de nieuwe locaties van de "Happy Smile" en koffiehuis "De Laak".

# 4

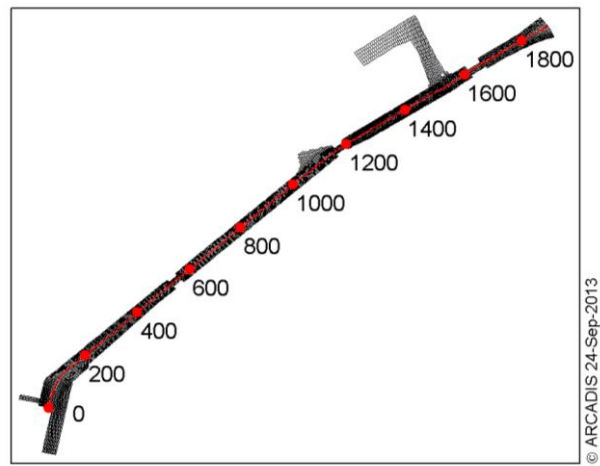
## Resultaten van simulaties

### 4.1 HUIDIGE SITUATIE

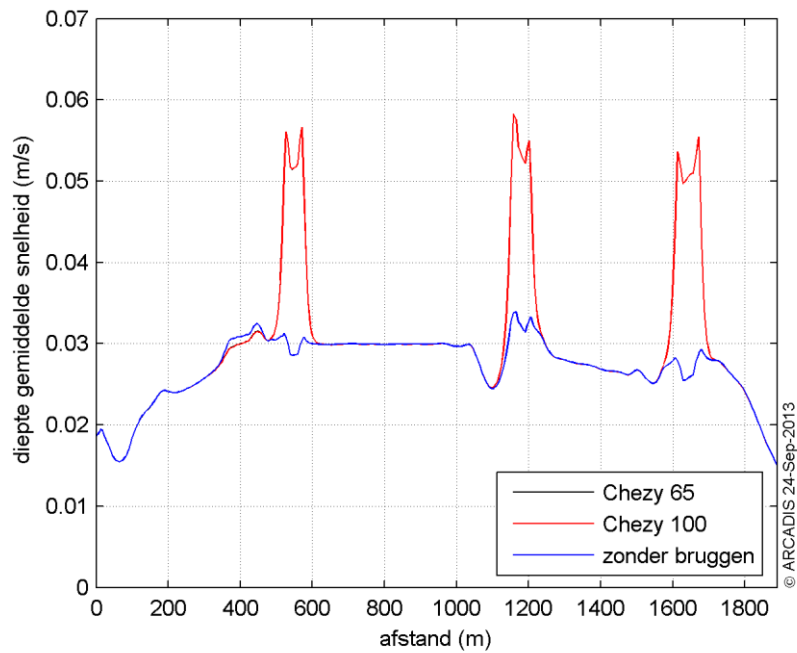
Figuur 4.1 laat zien dat de gebruikte randvoorwaarden resulteren in een stroming in westelijke richting met een diepte gemiddelde snelheid in de orde van 3 cm/s. De snelheden zijn hoger op de smallere delen ter hoogte van de bruggen. De doorsnede langs de as van het kanaal (zie figuur 4.2) geeft een duidelijker beeld van variatie in zowel de diepte gemiddelde stroomsnelheid (figuur 4.3) als de snelheid aan het oppervlak (figuur 4.4). De diepte gemiddelde snelheid is over het algemeen iets lager dan de snelheid aan het oppervlak met uitzondering op de locatie van de boten op ongeveer 400 m. Hier neemt de snelheid af aan het oppervlak ten gevolge van de extra weerstand van de boten.



Figuur 4.1: Diepte gemiddelde snelheid voor de huidige situatie.

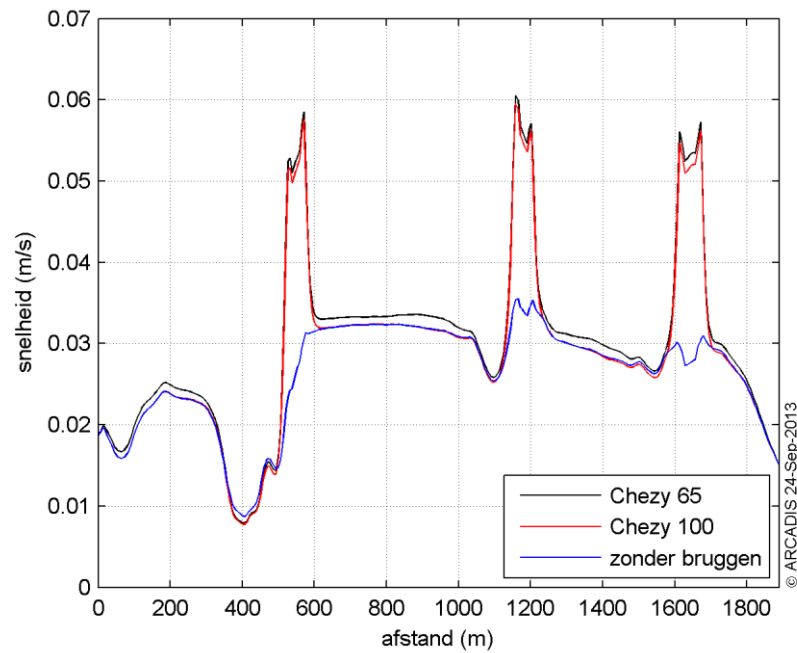


Figuur 4.2: Ligging van de doorsnede langs de as van het Laakkanaal.



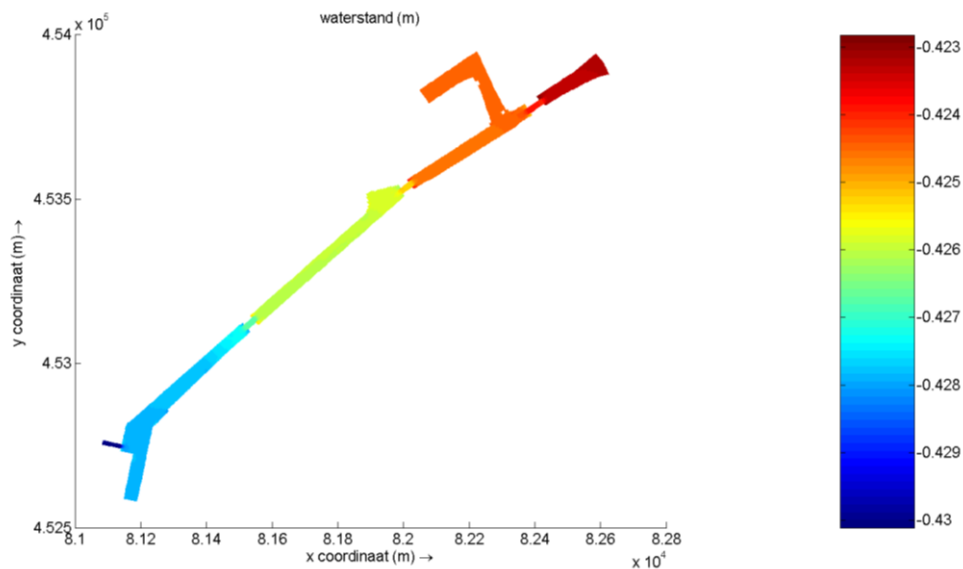
Figuur 4.3: Diepte gemiddelde snelheid langs de as van het Laakkanaal voor de huidige situatie voor 2 verschillende bodemruwheidwaarden (65 en 100  $m^{1/2}/s$ ) en voor de situatie met Chezy 100  $m^{1/2}/s$  zonder de versmallingen ter hoogte van de bruggen.



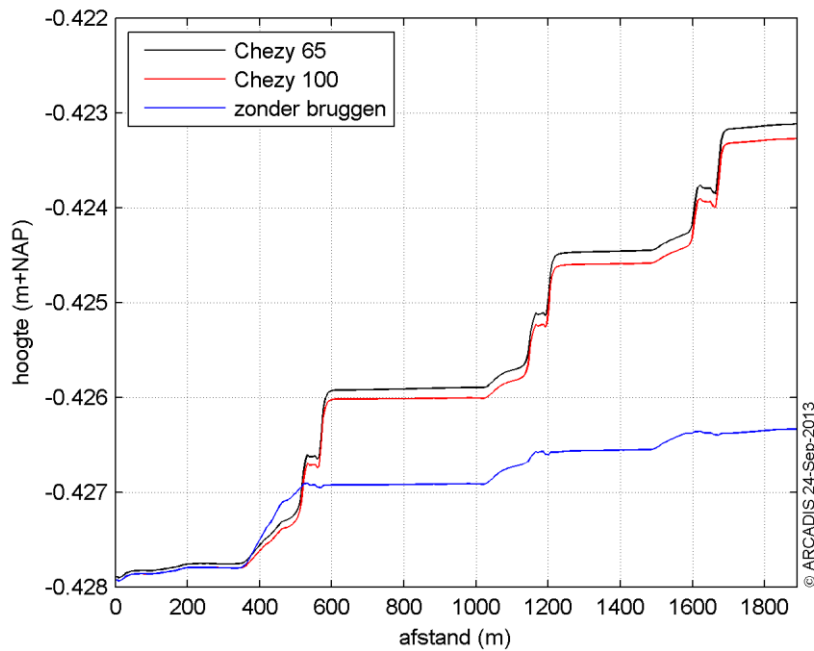


Figuur 4.4: Snelheid aan het oppervlak langs de as van het Laakkanaal voor de huidige situatie voor 2 verschillende bodemruwheid waardes en voor de situatie met Chézy 100 zonder de versmallingen ter hoogte van de bruggen.

Figuur 4.5 geeft een langsdorsnede beeld van de waterstand voor de huidige situatie en figuur 4.6 geeft de doorsnede langs de as van het kanaal weer. Het verhang over de totale lengte van het Laakkanaal is 2.47 mm/km. Het verhang neemt vooral toe bij de bruggen en in mindere mate ter hoogte van de boten op ongeveer 400 m.



Figuur 4.5: Waterstand voor de huidige situatie.



Figuur 4.6: Waterstand langs de as van het Laakkanaal voor de huidige situatie voor 2 verschillende bodemruwheidwaarden en voor de situatie met Chézy  $100 \text{ m}^{1/2}/\text{s}$  zonder de versmallingen ter hoogte van de bruggen.

De gevonden snelheden en het verhang zijn groter dan de waarden uit (Nelen & Schuurmans, 2011),  $2,8 \text{ cm/s}$  en  $0,4 \text{ mm/km}$  respectievelijk. In die studie is gebruik gemaakt van het boezemmodel van het Hoogheemraadschap van Delfland, opgezet in SOBEK. Het feit dat er in die studie vergelijkbare stroomsnelheden zijn berekend bij een lager verhang impliceert dat er gemiddeld een breder dwarsprofiel is gebruikt voor het Laakkanaal. Het lijkt er op dat de versmallingen ter hoogte van de bruggen niet zijn meegenomen en er is uitgegaan van een vast dwarsprofiel met een breedte van  $41 \text{ m}$ . Deze breedte is in werkelijkheid niet alleen ter hoogte van de bruggen maar ook op andere delen minder, onder andere ter hoogte van de bedrijfsschepen waar in deze studie naar wordt gekeken.

Om het effect van de versmallingen ter hoogte van de bruggen te verkennen is er een simulatie gedaan voor de huidige situatie zonder deze versmalling. De blauwe lijn in figuur 4.6 laat zien dat dit resulteert in een aanzienlijke afname van het totale verhang (naar  $0,85 \text{ mm/km}$ ) en dit brengt de resultaten van beide studies dicht bij elkaar. Er zijn echter geen directe metingen beschikbaar van het verval over elk van de bruggen, waarop het model kan worden gekalibreerd. De doorstroombreedtes van de bruggen zijn echter realistisch gemodelleerd in Delft3D.

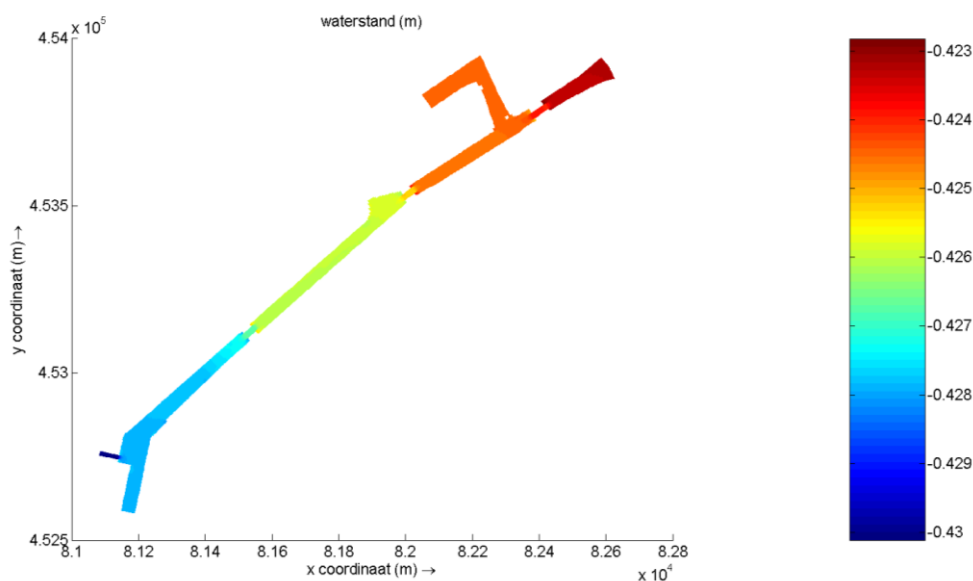
Er is in de huidige studie gebruik gemaakt van een hoge Chézy waarde omdat er vanuit is gegaan dat de ruwheid van de bodem van het Laakkanaal laag is vanwege het slib op de bodem. Om een idee te krijgen van de invloed van de gebruikte ruwheid op de resultaten is er een simulatie gedaan met een lagere Chézy waarde van  $65 \text{ m}^{1/2}/\text{s}$ . De rode lijn in figuur 4.6 laat zien dat een hogere bodemruwheid leidt tot een kleine toename van het verhang tot  $2,54 \text{ mm/km}$ . Ook voor het totale verhang zijn echter geen metingen beschikbaar.

Het model is niet gekalibreerd op basis van metingen, waardoor geen harde uitspraken zijn te doen over de nauwkeurigheid van de modelresultaten. Bovenstaande gevoeligheidsstudie laat echter zien dat de keuze van bepaalde parameters maar een gering effect heeft op de resultaten. Het model is echter wel in staat om de effecten van verschillende varianten onderling te kunnen vergelijken.

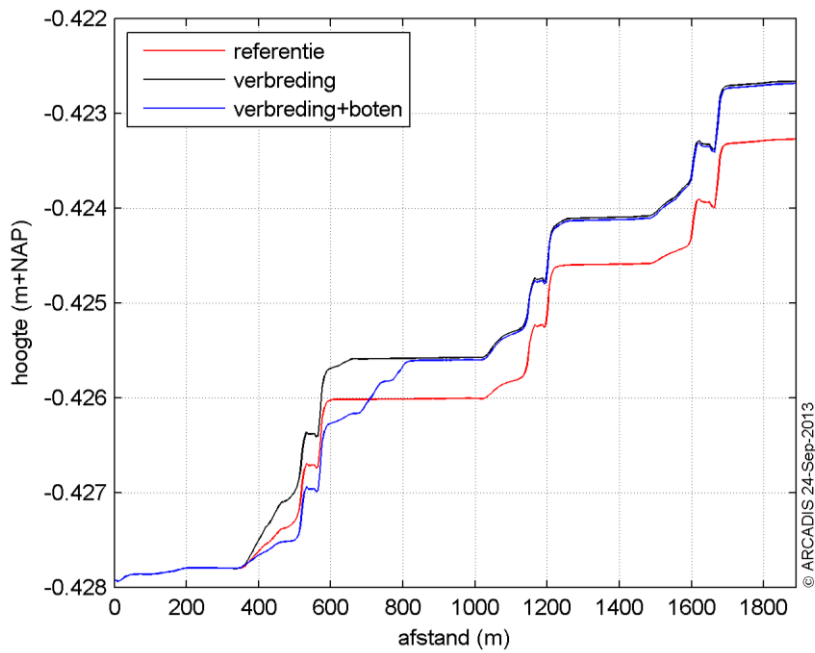
## 4.2 VERBREIDING NEHERKADE

De verbreding van de Neherkade leidt tot een afname van de breedte van het kanaal ter hoogte van de Verheeskade en de Cruquiuskade. Het verplaatsen van de boten "Happy Smile" en "Koffieboot de Laak" en het verwijderen van de Vosta leidt tot een vergroting van het doorstromende oppervlak ter hoogte van de Calandkade en een verdere afname ter hoogte van de Verheeskade. Figuur 4.7 en 4.8 laten zien dat het verhang door deze maatregelen toeneemt tot 2,78 mm/km. Dit is een toename van 0,32 mm/km vergeleken met de simulatie voor de huidige situatie. In (Nelen & Schuurmans, 2011) wordt een verschil van 0,2 mm/km gegeven. Aangezien het relatieve effect van de verbreding van de kade in die studie kleiner is doordat daar een grotere breedte van het kanaal is aangehouden, is het verklaarbaar dat het berekende effect hier groter is.

Figuur 4.8 laat ook de resultaten zien van een simulatie waarin de boten niet zijn verplaatst. Deze vergelijking laat zien dat de verplaatsing van de boten leidt tot een afname van het verhang rond 400 m (oude locatie) en een toename rond 800 m (nieuwe locatie). Over de totale lengte van het kanaal is het verhang echter gelijk.

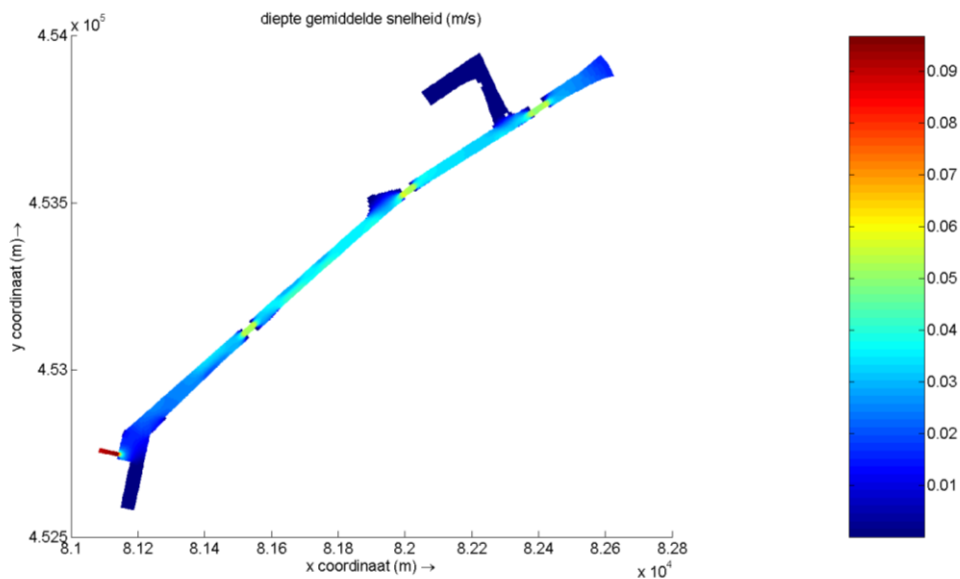


Figuur 4.7: Waterstand voor de verbreding van de Neherkade en verplaatsing van de bedrijfsschepen.

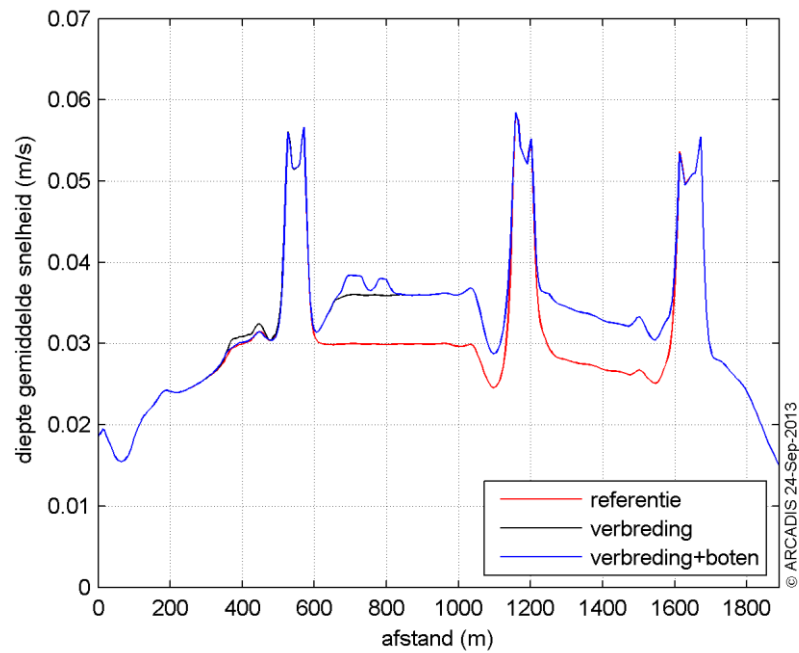


Figuur 4.8: Waterstand langs de as van het Laakkanaal voor de huidige situatie, voor de verbreding van de Neherkade en voor de verbreding in combinatie met de verplaatsing van de boten.

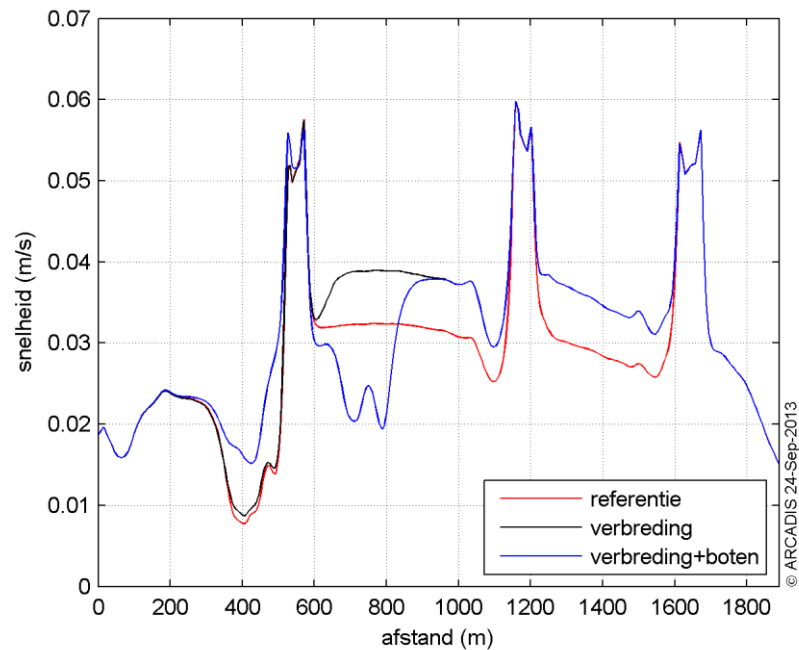
Figuur 4.9 en 4.10 laten de bijbehorende stroomsnelheden zien. De diepte gemiddelde snelheid neemt ter hoogte van de verbreding van de Neherkade toe met ongeveer 0,06 cm/s tot waarden in de orde van 0,36 cm/s. De vergelijking met de simulatie zonder de verplaatsing van de boten laat een kleine afname rond 400 m zien en een kleine toename ter hoogte van de nieuwe ligplaatsen (rond 800 m). De snelheden aan het oppervlak (figuur 4.11) liggen zoals verwacht iets boven de diepte gemiddelde snelheden en net als in de simulaties voor de huidige situatie, is er een afname van de snelheid aan het oppervlak ter plaatse van de boten.



Figuur 4.9: Diepte gemiddelde snelheid voor de verbreding van de Neherkade in combinatie met de verplaatsing van de boten.



Figuur 4.10: Diepte gemiddelde snelheid langs de as van het Laakkanaal voor de huidige situatie, voor de verbreding van de Neherkade en voor de verbreding in combinatie met de verplaatsing van de boten.



Figuur 4.11 Snelheid aan het oppervlak langs de as van het Laakkanaal voor de huidige situatie, voor de verbreding van de Neherkade en voor de verbreding in combinatie met de verplaatsing van de boten.

# 5

## Conclusies

In deze studie is het effect van de geplande verbreding van de Neherkade op de stroomsnelheden en het verhang op het Laakkanaal onderzocht met een 3D stromingsmodel. Na deze verbreding zullen de bedrijfsschepen "Happy Smile" en koffiehuis "De Laak" worden verplaatst van de Calandkade naar de Verheeskade, in combinatie met het verwijderen van de boot Vosta.

Simulaties van de huidige situatie laten een verhang zien van 2,47 mm/km en diepte gemiddelde snelheden in de orde van 3 cm/s. Het verhang wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door de versmallingen van het Laakkanaal ter hoogte van de 3 aanwezige bruggen. Zonder deze versmallingen bedraagt het verhang slechts 0,85 mm/km. Het gevonden verhang is groter dan de 0,4 mm/km uit de studie van (Nelen & Schuurmans, 2011). Dit komt waarschijnlijk doordat in die laatste studie de versmallingen van het Laakkanaal ter hoogte van de bruggen niet is meegenomen en er een andere, vaste breedte is aangenomen. In onze studie is de werkelijke geometrie, inclusief bruggen, geschematiseerd.

Een simulatie voor de verbreding van de Neherkade laat zien dat het verhang ten gevolge van deze ingreep toeneemt tot 2,78 mm/km. Dit is een toename van 0,32 mm/km vergeleken met de simulaties voor de huidige situatie. De diepte gemiddelde stroomsnelheid neemt toe met zo'n 0,06 cm/s tot waarden in de orde van 0,36 cm/s. De aansluitende verplaatsing van de bedrijfsschepen "Happy Smile" en koffiehuis "De Laak" naar de Verheeskade, leidt niet tot een extra toename van het verhang.

# Referenties

Gemeente Den Haag , 2013, Water MER Neherkade, Achtergrondrapport, Gemeente Den Haag, februari 2013

Movares, 2013, Aanpassen Neherkade, Voorlopig ontwerp (VO4), Kademuur - regionale waterkering, NEKA-3-VO-RAP-ZZ-1300007, 17 mei 2013- Versie 1.0

Nelen & Schuurmans, 2011, Vernieuwing Neherkade, Hydraulische toetsing kadeontwerp, November 2011 (bijlage in (Gemeente Den Haag , 2013))

# Colofon

## DOORSTROMING LAAKKANAAL

**OPDRACHTGEVER:**

Gemeente Den Haag

**STATUS:**

Definitief

**AUTEUR:**

Jeroen Adema

Niels van den Berg

**GECONTROLEERD DOOR:**

Gijs van Banning

**VRIJGEGEVEN DOOR:**

Jeroen Adema

15 oktober 2013

:

ARCADIS NEDERLAND BV  
Hanzelaan 286  
Postbus 137  
8000 AC Zwolle  
Tel +31 38 7777 700  
Fax +31 38 7777 710  
www.arcadis.nl  
Handelsregister 09036504

©ARCADIS. Alle rechten voorbehouden. Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document worden veelevoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins.