

# WATERHUISHOUDINGSPLAN HET HANZEKWARTIER

Transformatie van industrie naar aantrekkelijk woon- en  
werkgebied

15 JANUARI 2016

**Arcadis Nederland B.V.**

Postbus 137  
8000 AC Zwolle  
Nederland  
+31 (0)88 4261 261

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)

Projectnummer: c01031.000338  
Onze referentie: 078676131 0.18

## Contactpersonen

**DERJAN WELLEWEERD**  
Projectleider Stedelijk Water

**T** +31 88 4261 261  
**M** +31 6 2706 0243  
**E** [derjan.welleweerd@arcadis.com](mailto:derjan.welleweerd@arcadis.com)

Arcadis Nederland B.V.  
Postbus 137  
8000 AC Zwolle  
Nederland

**RUUD KLOOSTERMAN**  
Specialist Stedelijk Water

**T** +31 88 4261 261  
**M** +31 6 2706 0877  
**E** [ruud.kloosterman@arcadis.com](mailto:ruud.kloosterman@arcadis.com)

Arcadis Nederland B.V.  
Postbus 137  
8000 AC Zwolle  
Nederland

---

# Inhoudsopgave

<b>1 INLEIDING</b>	<b>6</b>
1.1 Doelstelling	6
1.2 Aanpak	7
1.3 Leeswijzer	8
<b>2 HUIDIGE GEBIEDSKENMERKEN</b>	<b>9</b>
2.1 Hoogteligging	9
2.2 Bodemopbouw	9
2.3 Grondwaterhuishouding	10
2.4 Kwel en infiltratie	10
2.5 Oppervlaktewaterhuishouding	11
2.6 Waterkeringen	11
2.7 Riolering	11
<b>3 BELEID EN ONTWERPUITGANGSPUNTEN</b>	<b>13</b>
3.1 Europees beleid	13
3.2 Rijksbeleid	13
3.3 Beleid Provincie Flevoland	13
3.4 Beleid Waterschap Zuiderzeeland	14
3.5 Beleid Gemeente Dronten	14
3.6 Structuurplan en beeldkwaliteitsplan	16
3.7 Ontwerputgangspunten	19
3.7.1 Wateraspecten	19
<b>4 ONTWERPKEUZES</b>	<b>21</b>
4.1 Inleiding	21
4.2 Oppervlaktewaterkwaliteit	21
4.2.1 Stuurfactoren oppervlaktewaterkwaliteit	21
4.2.2 Doorstroming	22
4.2.3 Kwelsituatie	27
4.2.4 Oeverinrichting	28
4.3 Oppervlaktewaterkwantiteit	30
4.3.1 Effecten van een passerend schip	30
4.3.2 Peilstijgingen door neerslag	34
4.4 Ontwatering	35

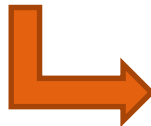
4.5 Regenwaterstructuur (RWA)	36
4.6 Vuilwaterafvoer (DWA)	36
4.7 Ontwerphoogtes	38
4.7.1 Peilenplan	38
<b>5 AANDACHTSPUNTEN BIJ UITWERKING</b>	<b>41</b>
5.1 Inleiding	41
5.2 Oppervlaktewaterkwaliteit	41
5.3 Oppervlaktewaterkwantiteit	41
5.4 Ontwatering	42
5.5 Regenwaterstructuur	42
5.6 Vuilwaterstructuur	43
5.7 Ontwerphoogtes	43
<b>BIJLAGE 1 HUIDIGE RIOOLSITUATIE</b>	<b>44</b>
<b>BIJLAGE 2 MODELLERING WATERSYSTEMEN</b>	<b>45</b>
2.2 Uitgangspunten	45
2.3 Modelopzet	49
2.4 Resultaten verversingsstudie	50
2.4 Resultaten effect passerend schip	56
<b>BIJLAGE 3 VERHARDINGSHOEVEELHEDEN</b>	<b>60</b>
<b>BIJLAGE 4 OVERZICHT RWA STRUCTUUR</b>	<b>61</b>
<b>BIJLAGE 5 OVERZICHT DWA STRUCTUUR</b>	<b>62</b>
<b>BIJLAGE 6 ONTWERPHOOGTES</b>	<b>63</b>

## 1 INLEIDING

Vanaf december 2012 rijden de eerste treinen over de Hanzelijn. De Hanzelijn heeft een station in Dronten, waardoor Dronten aangesloten is op het landelijke spoornet. Het station ligt nabij een gebied dat grotendeels bestaat uit een verouderd bedrijventerrein. Het station biedt kansen het verouderde bedrijventerrein te transformeren in een nieuw en aantrekkelijk woon- en werkgebied met een hoogwaardige ruimtelijke kwaliteit. Om deze ontwikkelingen te begeleiden heeft de gemeente Dronten een Structuurvisie Hanzekwartier vastgesteld. Dit is opgevolgd door een beeldkwaliteitplan. In juni 2015 is een bestemmingsplan vastgesteld waarin een wijzigingsbevoegdheid is opgenomen, met als kader de structuurvisie en het beeldkwaliteitplan. In deze fase van de planontwikkeling is behoefte aan inzicht in het waterhuishoudkundig en riooltechnisch functioneren voor de toekomst. Dit waterhuishouding- en rioleringsplan gaat hier op in.



Luchtfoto van het Hanzekwartier (2014)



### 1.1 Doelstelling

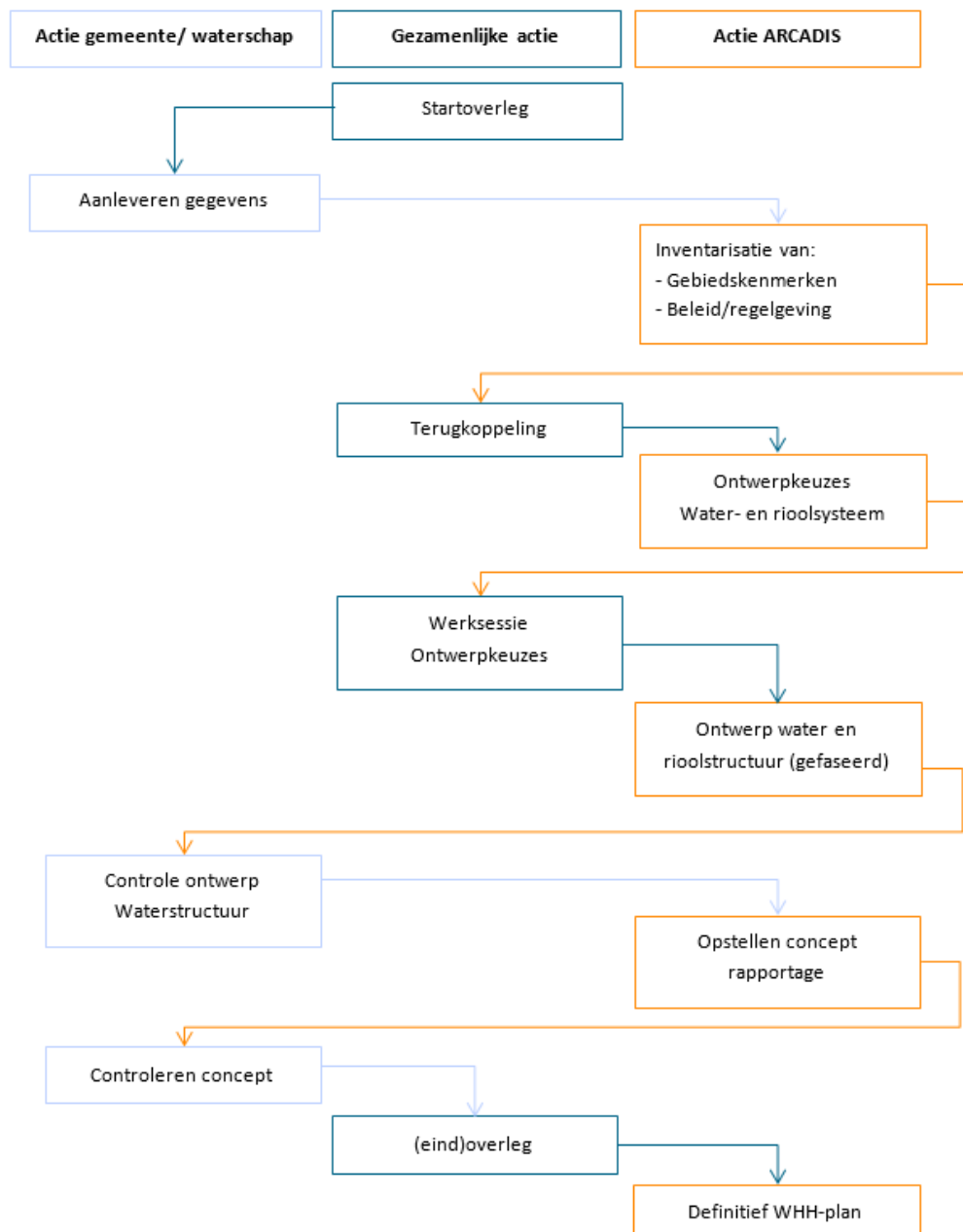
De doelstelling voor dit plan is het op hoofdlijnen ontwerpen van de waterhuishouding en riolering voor de planologische ontwikkeling van het Hanzekwartier in Dronten, waarbij inzicht ontstaat in:

- de inrichtingsmogelijkheden van de waterinhammen in open verbinding met de Lage Vaart. Dit in relatie tot de thema's als waterveiligheid, waterkwaliteit en -kwantiteit en het beheer en onderhoud;
- de toekomstige maaiveldhoogtes in relatie tot ontwatering en drooglegging;
- het toekomstig regen- en vuilwater rioolstelsel in relatie tot de deelgebieden.

## 1.2 Aanpak

De ontwikkeling van het Hanzekwartier is een langdurig proces, dat over vele jaren, verspreid plaats zal vinden. Om een kader te scheppen, die de wijzigingen in de tijd aan kunnen, is in het beeldkwaliteitplan (BKP) een zekere mate van speelruimte en flexibiliteit opgenomen. Het beeldkwaliteitplan, met bijbehorende structuurvisie, geldt met het waterbeleid van de gemeente en het waterschap als belangrijk startpunt (bouwsteen) voor de verdere uitwerking van de waterhuishouding en riolering.

Het waterhuishouding- en rioleringsplan komt tot stand met een dynamisch en interactief proces. In de tijd wordt kennis opgebouwd (bouwstenen) die voortdurend met de projectgroep wordt geverifieerd. Mede door deze interactieve kennisopbouw in de tijd kunnen verantwoorde keuzes worden gemaakt over de inrichting van de verschillende deelgebieden in het te transformeren voormalig bedrijventerrein naar een aantrekkelijk woon- en werkgebied. Het dynamisch proces is vertaald in het onderstaande stappenplan.



### 1.3 Leeswijzer

Na de inleiding in hoofdstuk één zijn in hoofdstuk twee de gebiedskenmerken beschreven. Gevolgd door het vigerend waterbeleid in hoofdstuk drie met concrete ontwerpuitgangspunten geformuleerd. In hoofdstuk vier is ingegaan op de ontwerpkeuzes die ontstaan met het volgen van de basiskaarten uit het structuurplan. Na het vaststellen van ontwerpkeuzes tijdens de werksessie zijn in hoofdstuk vijf aandachtspunten & aanbevelingen gegeven op het verkregen ontwerp op hoofdlijnen.

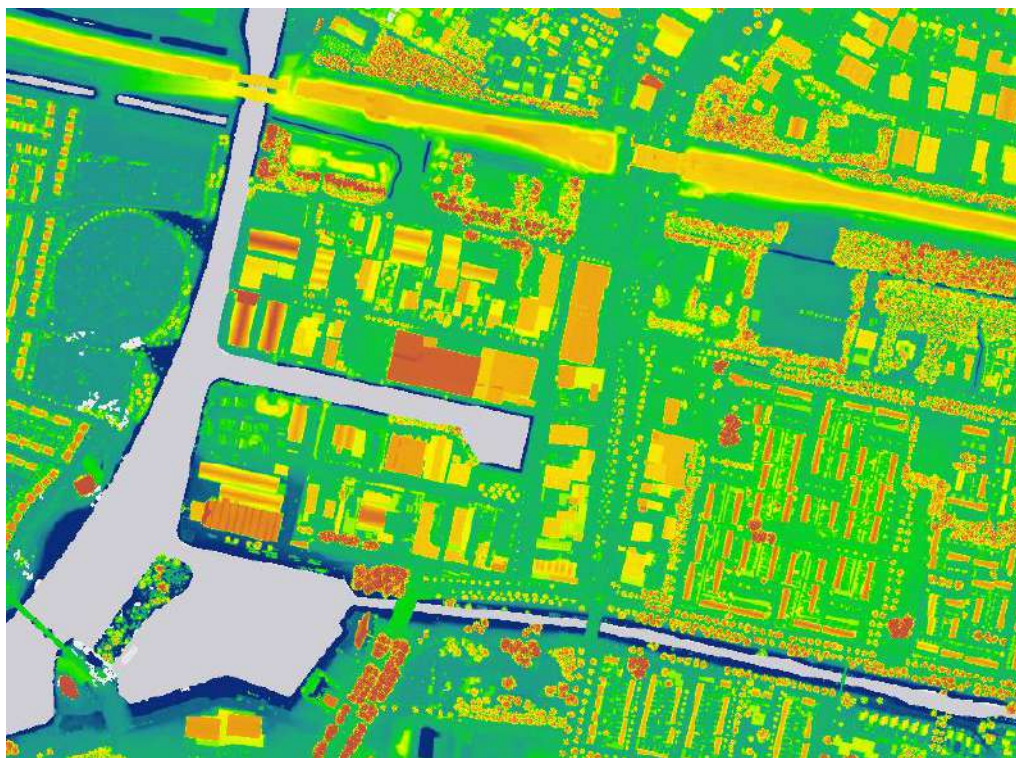


## 2 HUIDIGE GEBIEDSKENMERKEN

### 2.1 Hoogteligging

Uit de Algemene Hoogtekaart Nederland (AHN) blijkt dat het maaiveld in het plangebied op 3,10 m à 3,30 m - NAP ligt. Er zijn relatief weinig hoogteverschillen in het plangebied.

De rioolputdeksels uit het gemeentelijk rioolbeheerbestand bevestigen dit beeld. De weg 'De Noord' ligt op circa 3,00 m – NAP, de puthoogtes lopen richting de Lage Vaart af tot 3,20 á 3,40 m – NAP.



Afbeelding 1 Uitsnede van de AHN2 voor het projectgebied

### 2.2 Bodemopbouw

De gemeente Dronten heeft een peilbuis staan aan de Bedrijfsweg (peilbuis 1.19). de bodem ter plaatse van deze peilbuis bestaat uit circa 0,75 m zand. Daaronder bevindt zich tot 1,7 m-mv siltige klei. Van 1,7 tot 2,7 m-mv is een slappe veenlaag aanwezig. Daaronder bevindt zich tot de maximale boordiepte van 3,0 m-mv zeer fijn zand.

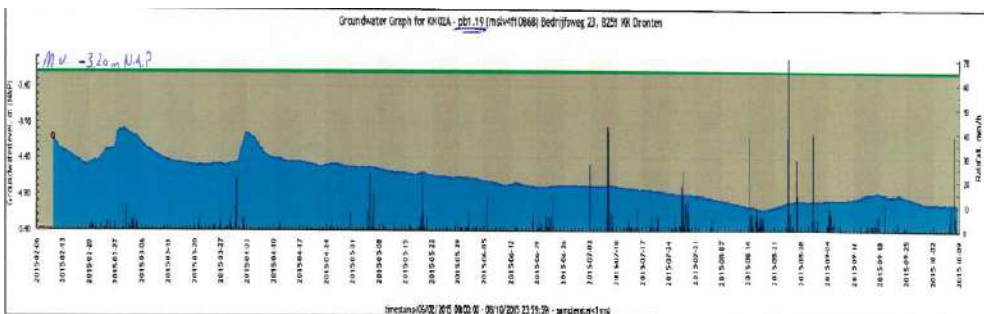
In Dinoloket van TNO-NITG is een dwarsdoorsnede gemaakt van de regionale bodemopbouw. Hieruit blijkt dat de regionale bodemopbouw in het plangebied uniform is. De dunne Holocene deklaag is 4 m dik (NAP -3 m tot NAP -7 m). Daaronder bevindt zich de zandformatie, bestaande uit de formaties van Boxtel, Kreftenheye, Drenthe, Eem, Peize/Waalre, Urk en Appelscha. Deze laag heeft een dikte van circa 153 m (NAP -7 m tot circa NAP -160 m). Hieronder bevinden zich tot de maximaal bekende diepte van NAP -259 m zandformaties van Peize, Peize/Waalre en Maassluis.

Een boring midden in het gebied, opgenomen in het Dinoloket, vertoont vanaf maaiveld tot circa 1,5 m-mv een zandlaag. Daaronder bevindt zich tot circa 4 m-mv klei. Vanaf 4 m-mv tot de maximale boordiepte van 16 m-mv is wederom zand aangetroffen.

De locatie is op de Bodemkaart van Nederland niet gekarteerd. Rondom de haven is de bodem wel gekarteerd en geclassificeerd als een Kalkrijke poldervaaggrond bestaande uit lichte klei.

## 2.3 Grondwaterhuishouding

De gemeente Dronten heeft een peilbuis staan aan de Bedrijfsweg (peilbuis 1.19), gelegen in het plangebied. Het maaiveld is hier NAP – 3,20 m. De beschikbare meetperiode is van februari t/m oktober 2015. De hoogste grondwaterstanden (februari en april) zijn gemeten op circa NAP – 4,1 m of 0,9 m-mv. De laagste grondwaterstanden in deze periode (augustus) zijn circa NAP – 5,2 m of 2,0 m-mv.



Afbeelding 2 grondwaterstanden peilbuis 1.19

Peilbuis 1.19 geeft een goed beeld van de ontwaterings situatie (0,90 m-mv in natte periode van het jaar). De Lage Vaart (streefpeil op -6,20 m NAP) heeft hier een belangrijke rol in.

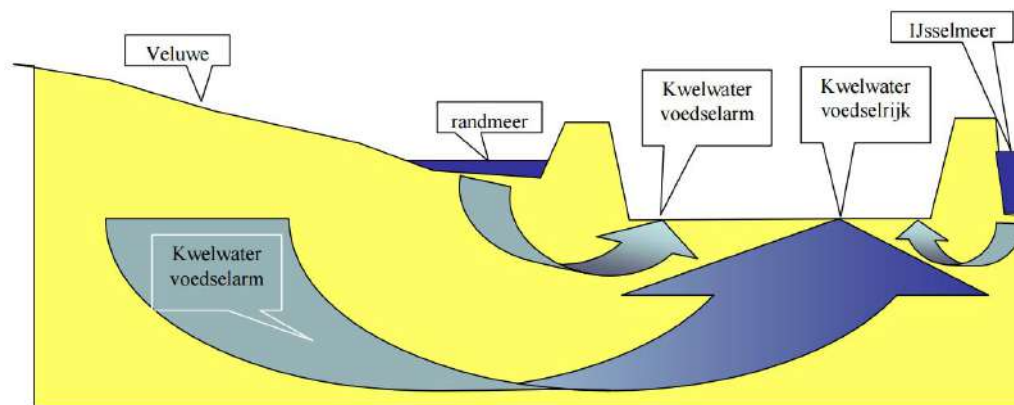
Op de Bodemkaart van Nederland is geen grondwatertrap gekarteerd voor het gebied. Rondom het gebied is grondwatertrap VI gekarteerd met een GHG (Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand) van 0,4 tot 0,8 m-mv. De GLG (Gemiddelde Laagste Grondwaterstand) is gekarteerd als dieper dan > 1,2 m-mv. In peilbuis 1.19 is de gemeten hoogste grondwaterstand 0,9 m-mv, dit is dieper (gunstiger) dan de grondwatertrap VI.

Het verschil tussen de hoogst en laagst gemeten grondwaterstand in peilbuis 1.19 is 1,1 m. Dit is echter niet het verschil tussen de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). Peilbuizen in de buurt (B20H0363 en B20H0010 uit Dinoloket) laten een fluctuatie zien van ongeveer 0,3 m. Deze peilbuizen zijn dicht bij een watergang gelegen. Omdat het Hanzekwartier gekenmerkt wordt door vele waterlopen wordt een zelfde stijghoogte fluctuatie verwacht. Tevens worden de waterpeilen in de watergangen gestuurd, waardoor er een kleine grondwaterfluctuatie wordt verwacht in het plangebied.

## 2.4 Kwel en infiltratie

De Lage en Hoge vaart zijn de grootste wateren binnen de gemeente Dronten. Biddinghuizen ligt aan de Hoge vaart, Dronten wordt doorsneden door de Lage vaart en Swifterbant heeft via de Swiftervaart een verbinding met de Lage vaart. Binnen het stedelijke gebied zijn tochten en droge en natte sloten aanwezig. De watergangen in Dronten en Swifterbant behoren tot de Lage afdeling (laag waterpeil) en de watergangen in Biddinghuizen tot de Hoge afdeling (hoog waterpeil).

Het water in de Lage afdeling wordt beïnvloed door diepe voedselrijke en ijzerrijke kwel. Dit is water dat vanuit de ondergrond naar de watergangen stroomt (zie ook onderstaande figuur). Dit heeft een negatieve invloed op het oppervlaktewater.



Afbeelding 3 Schematische kwelsituaties

## 2.5 Oppervlaktewaterhuishouding

De Lage Vaart maakt deel uit van het oppervlaktewaterlichaam Noorderplassen. Het loopt van het Ketelmeer ten noorden van Dronten naar het Markermeer bij Almere. Het plangebied ligt in peilvak LVA.01. Dit peilvak heeft een zomer- en winterpeil van NAP -6,20 m.

De kernen van de gemeente Dronten voldoen op dit moment aan het criterium voor wateroverlast ( $T=100$ ). In de kernen is minder dan eens per 100 jaar wateroverlast te verwachten door inundatie door te hoge peilen in het oppervlaktewater. De maximale waterstand in de Vaart is bij  $T=100$  in Dronten NAP -5,34 m (bron: Stedelijk waterplan Dronten).

De Lage vaart is een KRW-waterlichaam dat valt in het beheergebied van Waterschap Zuiderzeeland. Bij de laatste beoordeling van de waterkwaliteit voldeden meerdere biologische kwaliteit elementen niet aan de beoogde KRW-norm. Dit is belangrijk in het verwachtingspatroon van betrokken partijen. De chemische kwaliteit voor onder andere nutriënten voldoet wel aan de gestelde normen.

## 2.6 Waterkeringen

Veiligheid tegen overstromen is een belangrijk waterthema. In poldergebieden is de zorg voor de dijken en de gemalen een belangrijke taak van het waterschap. Gemeente Dronten is gelegen in Oostelijk Flevoland. De dijken die Oostelijk Flevoland omringen zijn de IJsselmeerdijk, Ketelmeerdijk, Vossemeerdijk, Drontermeerdijk, Harderdijk, Knardijk en Oostvaardersdijk. De Knardijk vormt de scheiding tussen Oostelijk en Zuidelijk Flevoland.

In het plangebied zijn geen waterkeringen gelegen.

## 2.7 Riolering

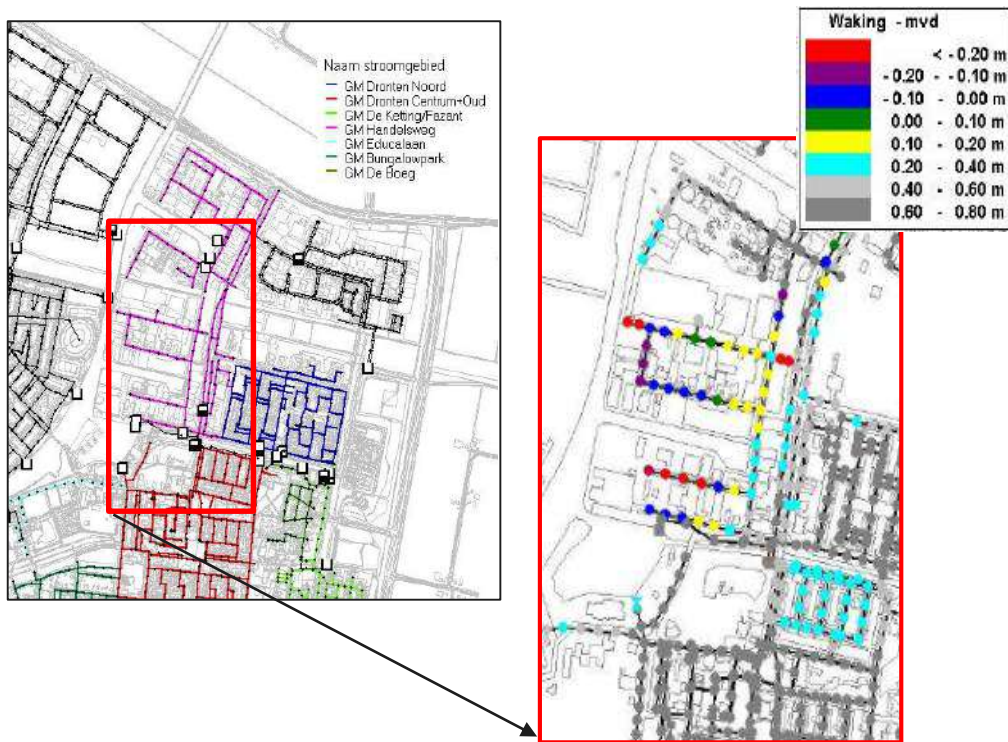
Het bestaande rioolstelsel in het plangebied is gemengd gerioleerd en is in 1960 en 1961 aangelegd. Het riool ligt in het bemalingsgebied Handelsweg en voert af naar het hoofdgemaal van het waterschap gelegen aan de Noord. In het zuiden van het plan, ter hoogte van de kruising Havenweg – De Noord, is een interne overstort op een bergbezinkriool (BBL) aangesloten. De BBL heeft een overstort op de Lage vaart in de Havenkade.

Uit het basisrioleringsplan blijkt het Hanzekwartier gevoelig is 'voor water op straat' tijdens hevige neerslag. Het gebied is aangewezen als 'af te koppelen in de toekomst' in relatie met de geplande ontwikkeling.



De riolering, gelegen in de Noord, heeft een belangrijk transportfunctie voor het bovenstroomse rioleringsgebied naar het hoofdgemaal. Deze functie moet behouden blijven. De overige riolen in de zijwegen hebben geen belangrijke transportfunctie voor de riolering buiten het plangebied. Wel is aandacht nodig voor het behouden van het bergbezinkriool ten zuiden van de Havenweg.

In bijlage 1 is de bestaande riolering geprojecteerd over het verkavelingsplan. Het is goed te zien dat de toekomstige wegenstructuur de huidige rioolstructuur volgt.



Afbeelding 4 Hydraulisch functioneren (bron BRP 2005)

## 3 BELEID EN ONTWERPUITGANGSPUNTEN

### 3.1 Europees beleid

De Europese Kaderrichtlijn Water is in december 2000 vastgesteld door het Europees Parlement en geïmplementeerd in de Wet op de Waterhuishouding. Het doel van deze richtlijn is het beschermen en verbeteren van de kwaliteit van oppervlaktewateren en grondwater en het bevorderen van duurzaam gebruik van water.

De Kaderrichtlijn Water gaat ervan uit dat water geen gewone handelswaar is, maar een erfgoed dat moet worden beschermd en verdedigd. Het hoofddoel van de richtlijn is daarop gebaseerd. De Kaderrichtlijn Water geeft het kader voor de bescherming van landoppervlaktewater, overgangswater, kustwater en grondwater. Dat moet ertoe leiden dat:

- Aquatische ecosystemen en gebieden die rechtstreeks afhankelijk zijn van deze ecosystemen, voor verdere achteruitgang worden behoed;
- Verbetering van het aquatisch milieu (=natte milieu) wordt bereikt, onder andere door een forse vermindering van lozingen en emissies;
- Duurzaam gebruik van water wordt bevorderd op basis van bescherming van de beschikbare waterbronnen op lange termijn;
- Er wordt gezorgd voor een aanzienlijke vermindering van de verontreiniging van grondwater.

### 3.2 Rijksbeleid

In de Vierde Nota Waterhuishouding, de Nota Ruimte (2006), de Startovereenkomst 'Waterbeleid 21e eeuw' (WB21), de Bestuurlijke Notitie Watertoets en het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW), komt het streven naar een veilig, gezond en duurzaam waterbeheer naar voren. Thema's zoals 'water in de stad' en 'water als ordenend principe' zijn als speerpunten in het vigerende beleid beschreven. Basisprincipes van dit beleid zijn: 'meer ruimte voor water' en het 'voorkomen van afwenteling van de waterproblematiek in ruimte of tijd'.

### 3.3 Beleid Provincie Flevoland

In het Provinciaal Omgevingsplan (2009) is het integrale omgevingsbeleid van de provincie Flevoland voor de periode 2006-2015 neergelegd, met een doorkijk naar 2030. In het omgevingsplan is de volgende tekst (samenvatting) opgenomen ten aanzien van water binnen stedelijke gebieden. De provincie Flevoland streeft naar aantrekkelijk, toegankelijk, veilig en schoon water in woongebieden, met een diversiteit aan waterplanten en -dieren en betrouwbare gebruiksmogelijkheden. In gemeentelijke waterplannen worden de diverse sub-functies van stedelijk water vastgelegd, van doelstellingen voorzien en in maatregelen uitgewerkt.

Bij de planning, inrichting en vernieuwing van stedelijk gebied moet rekening worden gehouden met de kenmerken van de watersystemen. Water van goede kwaliteit moet in de wijk worden vastgehouden, waarbij een zelfvoorzienend en gesloten watersysteem mogelijk is. Wateroverlast mag niet worden afgewenteld op andere gebieden. Het aandeel open water hangt mede af van de lokale situatie: hoe laag ligt het betreffende stedelijk gebied, is er veel overlast te verwachten? Schone en vuile waterstromen worden gescheiden gehouden en mogelijkheden voor natuurlijke (deel)zuivering worden benut. Om de waterkwaliteit te verbeteren is het terugdringen van diffuse verontreinigingsbronnen noodzakelijk: hemelwaterlozingen vervuild door verkeeremissies en bestrijdingsmiddelen, uitlogende bouwmaterialen, chemisch bestrijdingsmiddelengebruik in stedelijk groen en op straatverhardingen en riooloverstorten.

Voor wateroverlast geldt in bebouwd gebied een inundatiekans van 1/100 per jaar. Bij het bepalen van de wateropgave om wateroverlast tegen te gaan, is uitgegaan van de huidige ruimtelijke inrichting. Bij de toekomstige inrichting en ontwikkeling van het bebouwde gebied moet rekening gehouden worden met de normering voor wateroverlast, zodat ook dan het watersysteem op orde blijft. Afwenteling van wateroverlast moet worden voorkomen zodat ook gebieden met de meest kritische norm (de bebouwde gebieden) op orde blijven. Dit betekent dat, bij neerslagomstandigheden die gemiddeld 1 keer per 100 jaar voorkomen, in 2050 (uitgaande van 10% extra neerslagintensiteit) de piekafvoer niet mag toenemen ten opzichte van de huidige ruimtelijke inrichting, wanneer eenzelfde bui zou vallen.

### 3.4 Beleid Waterschap Zuiderzeeland

Het nationaal en provinciaal beleid is door het waterschap Zuiderzeeland in het Waterkader en Waterbeheerplan 2010-2015 vertaald naar meer specifieke uitgangspunten en randvoorwaarden. Daarnaast heeft het waterschap het Waterbeheerplan 2016-2021 (ontwerp) opgesteld. De belangrijkste punten hiervan ten aanzien van de ontwikkeling van het Hanzekwartier zijn hieronder opgenomen.

Waterschap Zuiderzeeland zorgt voor veiligheid, voldoende en schoon water in zijn beheergebied. Kernwoorden daarbij zijn innovatie, empathie, maatschappelijk verantwoord, kostenbewust en doelmatig. Het waterschap beheert een uniek en relatief jong gebied dat een grote ontwikkeldynamiek met zich meebrengt. Dit stelt het waterschap voor de uitdaging om evenwicht te vinden tussen het mede mogelijk maken van ontwikkelingen en om ervoor te waken dat het systeem efficiënt te beheren blijft.

De ruimtelijke ontwikkelingen in Flevoland gaan in sneltreinvaart door. Speciale aandacht gaat uit naar klimaatbestendigheid, zowel bij de ontwikkeling als bij herstructurering van de steden. Elke ruimtelijke functie stelt andere eisen aan het watersysteem. Daarnaast maakt klimaatverandering het nog urgenter om ruimtelijke plannen te toetsen op waterrobuustheid en klimaatbestendigheid. In de toekomst komen periodes van hevige neerslag en droogte namelijk vaker voor. De betrokkenheid bij ruimtelijke ordening en ruimtelijke inrichting was, is en blijft dan ook een speerpunt voor het waterschap. Het waterschap ziet water graag als integraal onderdeel van ruimtelijke plannen.

In het Waterkader van het waterschap (juli 2013) is opgenomen dat voor de bebouwde kom van Dronten 5% extra waterberging gerealiseerd dient te worden indien er sprake is van een toename van verharding. Dit is 5% extra wateroppervlak ten opzichte van de hoeveelheid toename verhard oppervlak. Bij toepassing van taluds van 1:4 mag 0,5 % in mindering worden gebracht.

### 3.5 Beleid Gemeente Dronten

De gemeente Dronten heeft in samenwerking met het waterschap het Stedelijk Waterplan opgesteld. Het 'Stedelijk waterplan gemeente Dronten' biedt een visie op het watersysteem van de kernen van de gemeente Dronten. Deze visie is vertaald naar een maatregelenpakket voor de periode 2007 – 2016.

Ten aanzien van nieuwe stedelijke ontwikkelingen geldt dat de maximale afvoer vanuit die gebieden beperkt moet worden. De normafvoer is 1,5 l/(s.ha) bij T=100. Dit wil zeggen dat geaccepteerd wordt dat de normafvoer minder dan eens per 100 jaar wordt overschreden. Of anders geformuleerd: de geaccepteerde kans op overschrijding is 1% per jaar.

De gemeente Dronten heeft in het waterplan een pakket aan maatregelen staan om de Lage vaart meer te integreren in het beeld van Dronten en niet enkel meer als een doorsnijding van het stedelijk gebied. De aanleg van natuurvriendelijke oevers is zo'n maatregel die de gemeente heeft uitgevoerd. Binnen de ontwikkeling van het

Hanzekwartier is integratie van de Lage vaart meegenomen door oppervlaktewater het plangebied in te trekken (waterinhammen).

In de onderstaande tabel zijn de randvoorwaarden vanuit het Waterplan opgenomen, ten aanzien van nieuwe stedelijke ontwikkelingen.

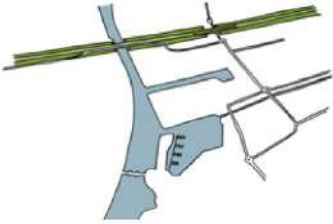
Onderwerp	Randvoorwaarden
Waterbeheer	Binnen de keur zijn randvoorwaarden opgenomen betreffende werkzaamheden en activiteiten rond waterkeringen. Kindvriendelijke oevers aanleggen.
Wateroverlast	De maximale waterafvoer is 1,5 l/s/ha bij T=100 vanuit nieuw aan te leggen stedelijk gebied. Dit betekent dat er waterberging in het gebied moet worden aangelegd.
Riolering	Trits schoonhouden, scheiden en reinigen.
Watervoorziening	Noodzaak tot wateraanvoer minimaliseren.
Volksgezondheid	Zorgen dat contactkans met kwalitatief slecht water minimaal is. Dit geldt vooral bij overstorten vanuit de gemengde riolering.
Bodemdaling	0-10 cm in plangebied (2050)
Grondwateroverlast	Zorgen voor voldoende drooglegging of aangepast gaan bouwen.
Oppervlakte-waterkwaliteit	Anticiperen op de regelgeving vanuit de KRW. Goede en minder goede watersystemen van elkaar scheiden. Zorgen dat vanuit stedelijk gebied geen diffuse lozingen plaatsvinden. Duurzaam Bouwen (Dubo) richtlijn opvolgen. Geen uitlogbare bouwmaterialen gebruiken.
Grondwaterkwaliteit	Zorgen dat het water vanaf vervuilde verharde oppervlakken niet kan infiltreren. In gebieden met voedselarme kwel, deze optimaal benutten. In gebieden met voedselrijke kwel, deze zoveel als mogelijk terugdringen.
Verdroging/ natte natuur	Water in het gebied zolang mogelijk vasthouden. Aanvoer van gebiedsvreemd water proberen te voorkomen.

### 3.6 Structuurplan en beeldkwaliteitsplan

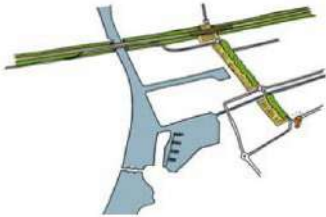
In het Structuurplan zijn 7 dragers voor de ruimtelijke transformatie onderscheiden.

Deze 7 dragers vormen samen het concept welke aan de ruimtelijke basistructuur ten grondslag liggen.

1. De komst van de Hanzelijn verandert de context van het Hanzekwartier. Door de ligging van het station aan één zijde van De Noord en het centrum aan de andere zijde, komt het gebied ineens op een centrale plek tussen deze twee knooppunten te liggen.



2. De Noord wordt omgevormd tot een brede looper, een aantrekkelijke route voor fietsers, voetgangers en gemotoriseerd verkeer, die het centrum van de kerktoren met het station verbindt. Op de kop van de looper komt het stationsplein te liggen. De looper wordt helder begrensd door nieuwe bebouwing die met de voorkanten op de looper gericht is. Deze nieuwe bebouwing omvat, naast woningen, ook kleinschalige voorzieningen en kantoren in de plint. Aan de oostkant van De Noord is grootschalige detailhandel mogelijk.



3. De bestaande groenstructuren in en om het plangebied blijven behouden en worden versterkt. De groene vinger tussen het spoortalud en De Morinel, wordt doorgetrokken langs de Energieweg. De kade langs de Lage Vaart wordt net als de westoever van de Lage Vaart als een groene parkstrook ingericht en krijgt een openbaar karakter met een wandelroute langs het water. De kade ten noorden van de haven wordt als boulevard ingericht en koppelt zo de parkstrook langs de Lage Vaart met Het Gangboord en de Dierenweide. Op het einde van de boulevard, in de knik van de Lage Vaart, komt een landmark te staan.



4. Een nieuwe noord-zuidroute koppelt de overheersende oost-west lijnen in het plangebied. Het hart van het plangebied wordt zo verbonden met de westelijke uitbreidingsgebieden (via de brug over de Lage Vaart) en met het centrum. De slinger loopt als langzaam verkeeroute door de Dierenweide naar het centrum. Op deze manier krijgt de Dierenweide een sterke relatie met de omliggende gebieden.





5. De ligging van het plangebied aan het water van de Lage Vaart wordt versterkt door het water het plangebied in te trekken. Hierdoor kan een groter deel van de bebouwing direct aan het water worden gesitueerd. Door in de diverse watergangen te kiezen voor verschillende bebouwingstypes en sferen ontstaat er variatie in het aanbod.



6. De groene strook langs het spoor wordt op een bijzondere manier bebouwd, waarbij het groene karakter van dit gebied zoveel mogelijk behouden blijft. Dit gebeurt door de bebouwing als losse volumes tussen de bestaande bomen te plaatsen. Ten oosten van De Noord komt een scholenzone. Dit gebied wordt als een groene campus ingericht, waarbij het autoverkeer tot de randen van het gebied wordt beperkt zodat de scholieren zich op een autovrije campus kunnen bewegen.



7. Het plangebied wordt met De Noord verbonden door enkele langzaam verkeer verbindingen. Hierdoor ligt het plangebied niet meer achter De Noord, maar worden beide gekoppeld. De bijzondere kwaliteiten van het Hanzekwartier worden zo zichtbaar vanaf De Noord.



Het plan kent een aantal ruimtes die helder afgebakend zijn en die op de schaal van Dronten als geheel een belangrijke rol vervullen. Deze gebieden zijn het stationsplein, De Noord, Het Gangboord en de boulevard langs de haven. In de strook langs het spoor en langs het water is juist sprake van een meer open structuur. In de overige gebieden is sprake van bouwblokken met een informele uitstraling.

De ruimte voor het station wordt ingericht als plein waar de reiziger ontvangen wordt en prettig kan verblijven. De ruimte wordt begrensd door bebouwing ten oosten en westen van De Noord, met een hoogteaccent aan de westzijde op de hoek bij het spoor. De bebouwing aan de oostzijde wordt zo geplaatst dat de scholenzone vanaf het stationsplein zichtbaar is.

Vanuit het stationsplein wordt de route naar het centrum, De Noord, heringericht. Deze looper wordt begrensd door bebouwing die met de voorzijde op de looper gericht is. Op een tweetal plaatsen (ter hoogte van de binnenhaven en bij de Dierenweide) worden bescheiden accenten geplaatst. Ter hoogte van deze accenten verspringt de rooilijn naar voren, zodat de ruimte iets versmald wordt. Door de looper geleidelijk te versmallen ontstaat het gevoel dat men het centrum nadert, een ruimtelijk kenmerk van alle vier de hoofdroutes naar het centrum. De accenten maken de ruimte ook meetbaar en indeelbaar, waardoor de afstand tussen station en centrum als korter wordt ervaren.

Een andere belangrijke ruimte in het plan is de boulevard langs de haven. De bebouwing komt hier op een heldere rooilijn te staan, met op het einde een accent. De kade wordt ten opzichte van de huidige maat versmald, om zo een intiemer karakter te krijgen.

De zone langs het spoor wordt ingericht als een groene bosstrook, waar ruimte is voor woningen, kantoren en scholen. De gebouwen komen als losse elementen tussen de bomen te staan, zodat het groene karakter de sfeer van het gebied blijft bepalen.

Langs de Lage Vaart komt ook een groene ruimte, die echter een meer open en parkachtig karakter heeft. In deze parkstrook komen enkele appartementengebouwen als losse elementen vrij in de ruimte te staan, waarbij de openbare toegankelijkheid gewaarborgd blijft.

Om de kwaliteit van het water verder te benutten, wordt het water van de Lage Vaart het gebied in getrokken. De bebouwing reageert hier op verschillende wijze op. De bestaande binnenhaven heeft een meer openbaar karakter, passend bij de grote schaal van het water. Hier komen solitaire gebouwen langs het water te staan, waarbij het gebouw op het einde van de zichtas van het Gangboord iets hoger mag zijn. De waterkant van de nieuwe inhammen is meer privé, zodat de woningen een optimale relatie met het water kunnen krijgen.

De slinger in het plan verbindt de overwegend oost/west liggende plandelen. Deze slinger krijgt een ruime maat en groene uitstraling met een stevige laanbeplanting. De bebouwing begeleidt de weg op een informele en soepele manier, zonder de slinger een stedelijk karakter te geven.

## 3.7 Ontwerputgangspunten

### 3.7.1 Wateraspecten

In deze paragraaf zijn de wateraspecten beschreven die een rol spelen in de keuzes, hoe om te gaan met de waterhuishouding en riolering binnen het plangebied. Doelen en maatstaven

Aspect	Waterdoelstelling	Maatstaf
Grondwater-kwantiteit	Bouwwijze, functies en bouwrijp maken relateren aan optredende grondwaterstanden.	Grondwaterneutraal bouwen. Ontwateringseisen: - Wegen: 0,70 m – wegpeil . - Woningen: 1,00 m – vloerpeil  (parkeer)kelders waterdicht
Grondwaterkwaliteit	Geen activiteiten toestaan die de grondwaterkwaliteit kunnen aantasten.	Geen uitloogbare materialen toepassen bij infiltratie van regenwater naar de ondergrond en bij afvoer naar oppervlaktewater.
Oppervlaktewater-kwaliteit	Streven naar een goede oppervlaktewaterkwaliteit	Watersysteem inrichten met minimaal gelijke kwaliteit als huidige insteekhaven.  Watersysteem (aantoonbaar) inrichten met voldoende doorstroming
Hemelwater-kwantiteit	‘Vasthouden-Bergen-Afvoeren’.	Nieuwe ‘afgekoppelde’ verhardingssituatie met een toename van hemelwaterafvoer naar de Lage Vaart is toegestaan.  Er is (aantoonbaar) geen sprake van een toename aan verharding in het plan. Compensatie (T=100 ) is niet aan de orde.
Hemelwater-kwaliteit	Geen verslechtering van het huidige functioneren van het watersysteem.  ‘Schoonhouden-Scheiden-Zuiveren’.	Regenwater van daken, fiets- en voetgangerszones zijn schoon, rechtstreeks afvoer op oppervlaktewater is toegestaan  Regenwater van hoofdweg De Noord is vervuild. Zuivering voorafgaand aan de afvoer en lozing op oppervlaktewater is vereist.  Regenwater van de wegen in het woongebied is voldoende schoon. Rechtstreeks afvoer op het oppervlaktewater is toegestaan.  Regenwater van parkeerzones > 49 plaatsen is vervuild, zuivering voorafgaand aan de afvoer en lozing op oppervlaktewater is vereist.

Aspect	Waterdoelstelling	Maatstaf
Veiligheid	Geen wateroverlast. (veilig ontwerp).  Minimaliseer verdrinkingsgevaar	Geen water op straat bij een 'Bui 09' van de Leidraad Riolering <sup>1</sup> .  Rekening houden met de waterstanden T=100 op de Lage Vaart.  Rekening houden met opstuwning en wegzijging door Scheepvaart op de Lage Vaart  Rekening houden met (kind)veiligheid bij inrichten van kades en oevers
Volksgezondheid	Minimaliseren risico op water gerelateerde ziekten en plagen.	Geen verslechtering waterkwaliteit door afstroming vervuilende stoffen of eutrofiëring.  Geen 'stilstaand' water ontwerpen.
Beheer en onderhoud	Beheer- en onderhoudsvriendelijk ontwerp.	Voldoen aan (Programma van Eisen) PvE Inrichting Openbare Ruimte van gemeente Dronten  Bij maaien rekening houden met taluds 1: 4 of 5 m obstakelvrije zone
Afvalwatersysteem	Voorkomen afvoer (schoon) hemelwater naar de zuivering.	Gemengd rioelstelsel ombouwen naar een gescheiden rioelstelsel.
Ecologie (natte natuur)	Ontwikkeling/bescherming van gevarieerde en natuurlijk karakteristieke aquatische natuur.	Voorkom een toename aan voedselrijke kweldruk  Voorkom 'wilde' Rietgroei in de natuurvriendelijke zones
Woongenot / Beleving	Woongebied moet aantrekkelijk zijn om te willen wonen (aanname)	Inzetten op wonen aan het water en ruimte voor openbaar groen

<sup>1</sup> Ontwerpbui met een piekintensiteit 160 l/sec/ha.

## 4 ONTWERPKEUZES

### 4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de onderzoeksresultaten beschreven van de wateraspecten van invloed op het waterhuishoudkundig en riooltechnisch ontwerp. De resultaten leveren aandachtspunten op voor de nadere ruimtelijke uitwerking en bieden oplossingsrichtingen om voorziene knelpunten tijdig te tackelen.

De wateraspecten zijn:

- Par 4.2. Oppervlaktewaterkwaliteit doorstroming, kwelsituatie, oeverinrichting
- Par 4.3. Oppervlaktewaterkwantiteit peilstijgingen door neerslag en scheepvaart
- Par 4.4. Ontwatering optredende grondwaterstanden
- Par 4.5. Regenwaterafvoer afvoer/bergen, schoonhouden, zuiveren
- Par 4.6. Vuilwaterafvoer afvoerstructuur (riolering nieuw / behouden)
- Par 4.7. Ontwerphoogtes openbare ruimte, vloerpeilen, oevers

### 4.2 Oppervlaktewaterkwaliteit

In deze paragraaf is een doorkijk naar de waterkwaliteit in het beoogde plangebied gegeven. Daarbij is het uitgangspunt dat het woonplezier bij wonen aan het water toeneemt als er sprake is van een goede waterkwaliteit en bijbehorend aquatisch milieu. Echter, als de waterkwaliteit slecht is (mogelijke gevolgen zijn stankoverlast, vissterfte) lijdt het woonplezier daar onder. Hieronder zijn eerst de algemene aandachtspunten op waterkwaliteitsgebied beschreven. Vervolgens zijn specifieke aandachtspunten voor het Hanzekwartier toegelicht.

#### 4.2.1 Stuurfactoren oppervlaktewaterkwaliteit

Problemen met oppervlaktewaterkwaliteit in stedelijk gebied hebben op hoofdlijnen doorgaans een of meer van de volgende oorzaken:

- Een te lange verblijftijd van het water als gevolg van onvoldoende doorstroming;
- Opwarming als gevolg van een te geringe waterdiepte en te veel warmte instraling;
- Een te grote belasting met organisch materiaal, bijvoorbeeld als gevolg van bladnval, watervogels (en eenden voeren), honden, sportvissers (aas) en riooloverstorten;
- Een te grote belasting met opgeloste voedingsstoffen (nutriënten), bijvoorbeeld als gevolg van doorspoeling met nutriëntenrijk water of inspoeling van nutriënten via voedselrijk grondwater, of vanuit de waterbodem;
- Inspoeling van verontreinigd hemelwater (olieachtige verontreinigingen, metalen, organisch materiaal).

Eutrofiëring in combinatie met onvoldoende doorstroming kan leiden tot overlast van algen en kroos, of tot blauwalgproblemen en stankoverlast. Een te geringe waterdiepte leidt bij hoge luchttemperaturen snel tot een te hoge watertemperatuur, waardoor het zuurstofgehalte afneemt en het gehalte aan ongewenste bacteriën toeneemt. Dit kan leiden tot vissterfte of botulisme.

Om dergelijke problemen te voorkomen moet bij het inrichten van de watergangen in ieder geval rekening worden gehouden met de volgende stuurfactoren:

- Voldoende doorstroming, met zo schoon mogelijk water;
- Een voldoende (permanente) waterdiepte, van minimaal 1,0 meter (wens gemeente 1,20 m);
- Zo min mogelijk belasting met organisch materiaal en nutriënten.

### *Doorstroming*

Door middel van (kunstmatige) doorstroming kan de hydraulische verblijftijd van het oppervlaktewater in het watersysteem worden beïnvloed. Dit is met name van belang in situaties met een relatief hoge belasting met nutriënten en organisch materiaal en relatief hoge temperaturen. Door de verblijftijd van het water te verkorten wordt opwarming van het water tegengegaan en krijgen (blauw)algen, kroos en bacteriën minder kans om tot grootschalige ontwikkeling te komen. Algen en bacteriën worden bovendien uit het systeem gespoeld. Dit is vooral van belang in de zomerperiode.

Voor het Hanzekwartier adviseren wij het watersysteem dusdanig in te richten dat een doorstroming wordt gehaald, die de verblijftijd van stoffen tot maximaal 10 dagen beperkt. Dit is volgens verschillende bronnen een veilige grens om problemen met snelgroeiende (blauw)algen te voorkomen (Scheffer, 2004; Whitton & Potts, 2000).

De doorstroming wordt met name bepaald door de Lage Vaart, aanvullend kan de aanvoer van (schoon) hemelwater en kwel voor een verbetering zorgen. Ook zijn kunstmatige ingrepen als de aanleg van fonteinen denkbaar.

### *Waterdiepte*

Door voldoende waterdiepte te realiseren kan de watertemperatuur niet te snel oplopen en zullen zuurstofarme of zelfs zuurstofloze omstandigheden mindersnel optreden. In verband met de waterkwaliteit adviseren wij een permanente waterdiepte van tenminste 1,00 meter. Daarbij geldt in principe, dat hoe dieper een watergang, hoe kleiner de kans op problemen met de waterkwaliteit is. De gemeente heeft aangegeven minimaal 1,20 m als uitgangspunt te willen hanteren.

### *Beperken systeembelasting*

De belasting van het watersysteem met organisch materiaal moet zoveel mogelijk worden beperkt. Voorlichting en het verbieden van eenden voeren, honden uitlaten en sportvissen zijn belangrijke middelen. Het inwaaien van blad en zwerfafval moet zoveel mogelijk worden voorkomen door bomen niet te dicht op de waterpartij te plaatsen en door een opstaande rand rondom de waterpartij te creëren. Om de belasting met nutriënten te beperken is het van belang zo schoon mogelijk water te gebruiken om de waterpartij door te spoelen.

## **4.2.2 Doorstroming**

Voor het bepalen van de doorstroming (verversing) van het watersysteem in de nieuwe plansituatie is een model opgezet met het numerieke waterbewegingsmodel Delft3D. In deze paragraaf zijn de resultaten samengevat. In bijlage 2 zijn de modelresultaten en gehanteerde rekenparameters nader onderbouwd.

### *Referentie*

Als uitgangspunt is gehanteerd dat de verversing van de nieuwe inhammen niet slechter moet zijn dan die van de bestaande insteekhaven. In het model is daarom gekeken hoe groot de verversing bedraagt voor de bestaande insteekhaven in de huidige situatie. Vervolgens is de toekomstige (versmalde) insteekhaven en elk van de inhammen gemodelleerd op verversing.

### *Model*

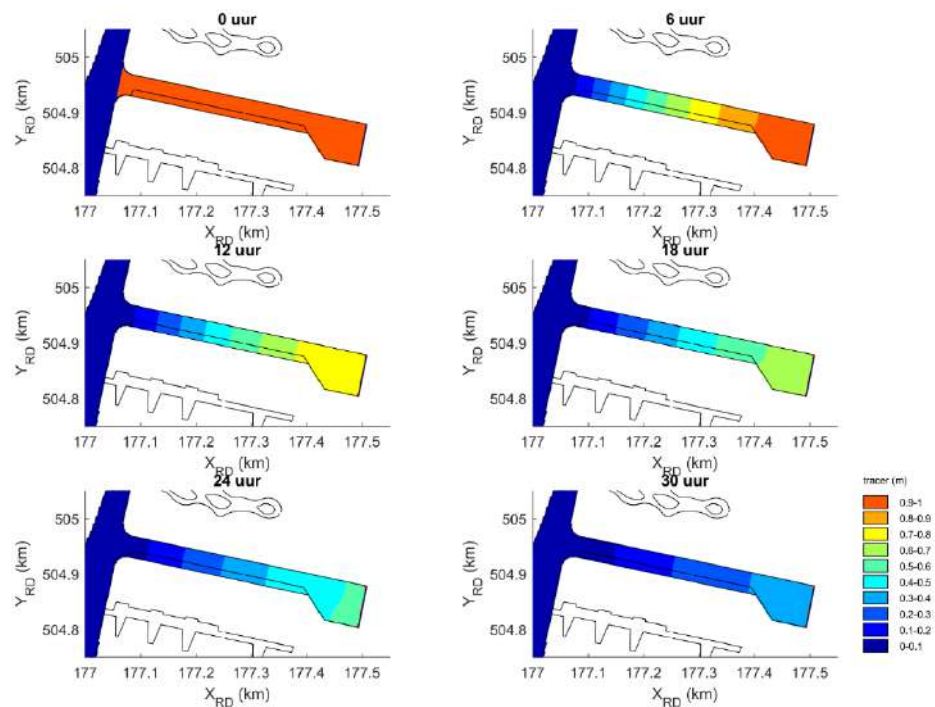
Stroomsnelheden in de Lage Vaart bij 17,25 m<sup>3</sup>/s variëren tussen de 0,06 m/s in de brede gedeelten (typische breedte 100 m) en 0,22 m/s waar die het smalst is (breedte 35 m).

Om te kijken naar de verversing van de bestaande insteekhaven (in bestaande en toekomstige situatie) en elk van de nieuwe inhammen is in elk gebied een tracer aangebracht met een initiële constante concentratie. Er is aangenomen dat deze stof

niet afbreekt, niet reageert met andere stoffen en dat deze onder invloed van advectie en diffusie zich verspreidt (de zogenaamde conservatieve tracer benadering).

### Resultaten verversingsstudie

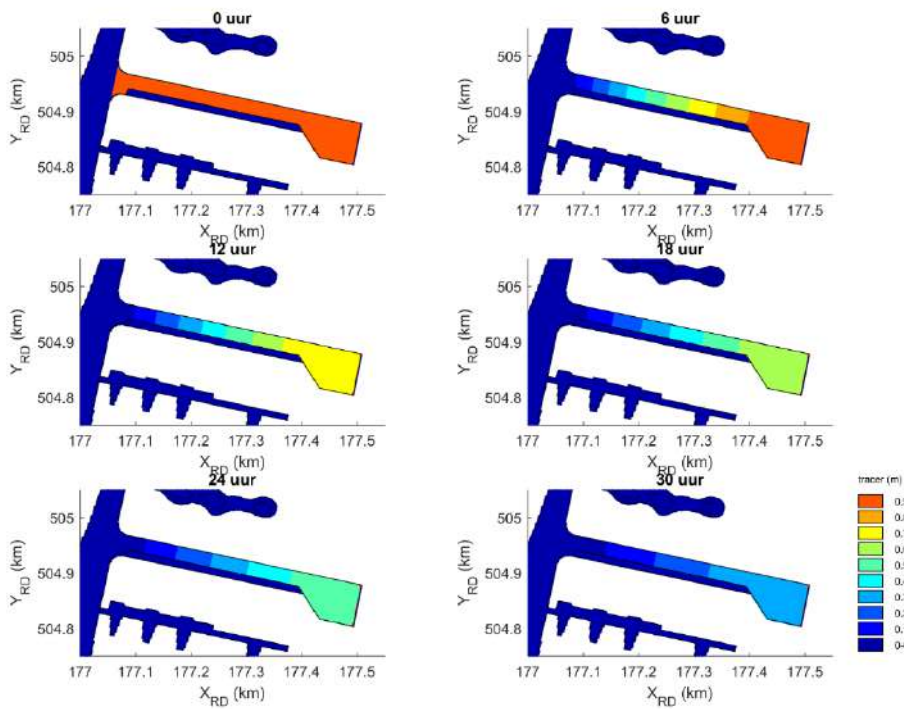
In figuur 4.1 is het verloop van de relatieve concentratie ten opzichte van de initiële concentratie in de bestaande insteekhaven weergegeven in de tijd. Met andere woorden, je ziet hoe snel (verversingstijd) de beginconcentratie uit de haven verdwijnt. Aan de zijde van de Lage Vaart verdunt de tracer het snelst achterin gaat het een stuk langzamer.



Figuur 4.1: Relatieve tracer concentraties in de tijd, bestaande insteekhaven, huidige situatie.

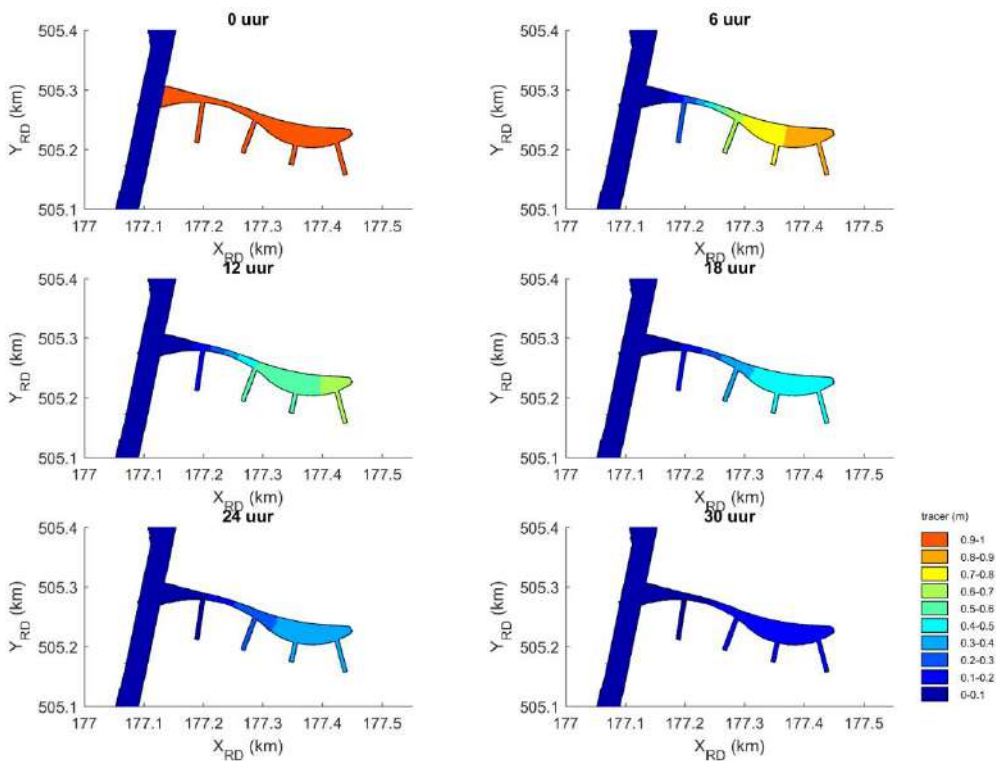
Figuur 4.2 laat hetzelfde zien voor de insteekhaven in de toekomstige situatie. De vernauwing langs de zuidelijke kade is meegenomen. Hierdoor neemt de verversing af; de concentraties liggen hoger dan in de bestaande situatie.





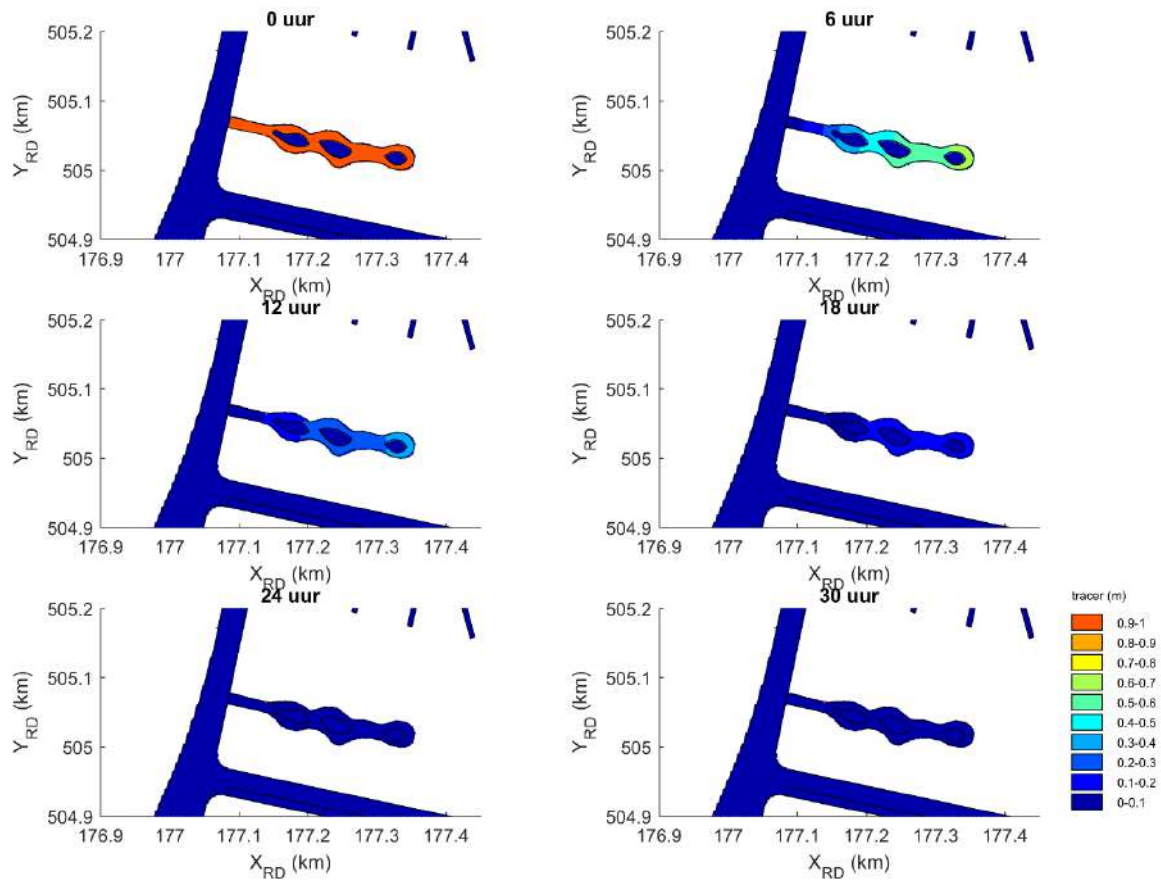
Figuur 4.2: Relatieve tracer concentraties in de tijd bestaande insteekhaven, toekomstige situatie.

Figuren 4.3 tot en met 4.5 tonen het verloop van de concentraties voor de andere inhammen. Bij de noordelijke en zuidelijke inhammen ligt de concentratie na 6 uur achterin tussen de 80 en 90% van de initiële waarde, terwijl dat bij de bestaande insteekhaven nog boven de 90% is. In de middelste inham is de verversing zelfs nog beter; na 6 uur komt de concentratie niet uit boven de 70%.

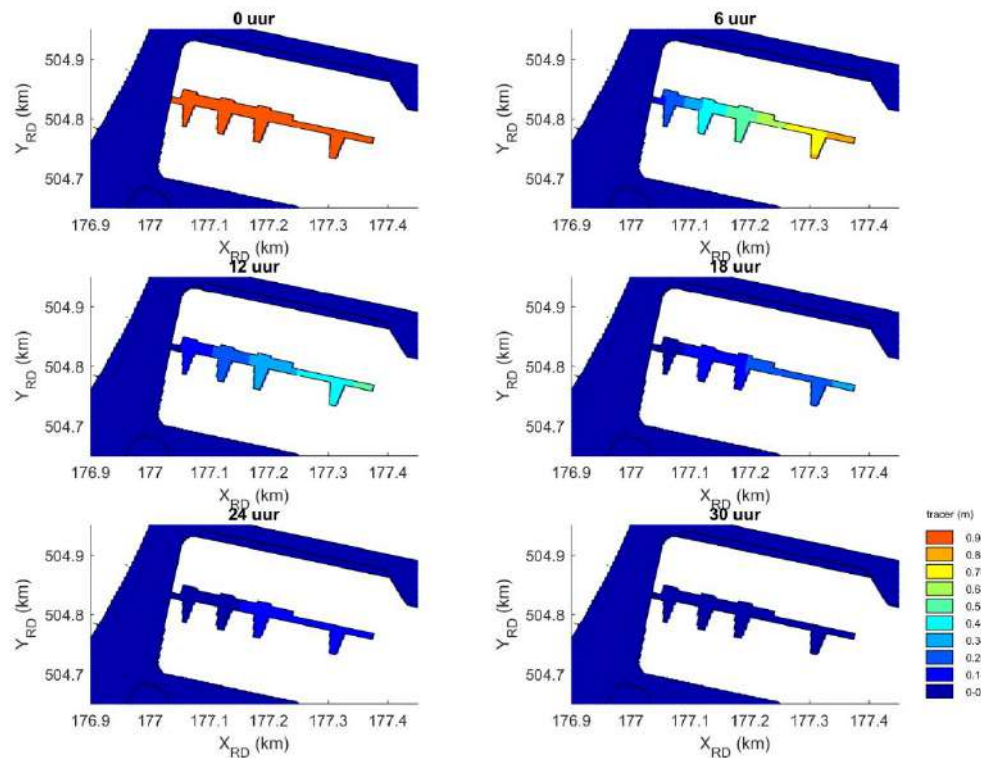


Figuur 4.3: Relatieve tracer concentraties in de tijd in de noordelijke inham, toekomstige situatie.



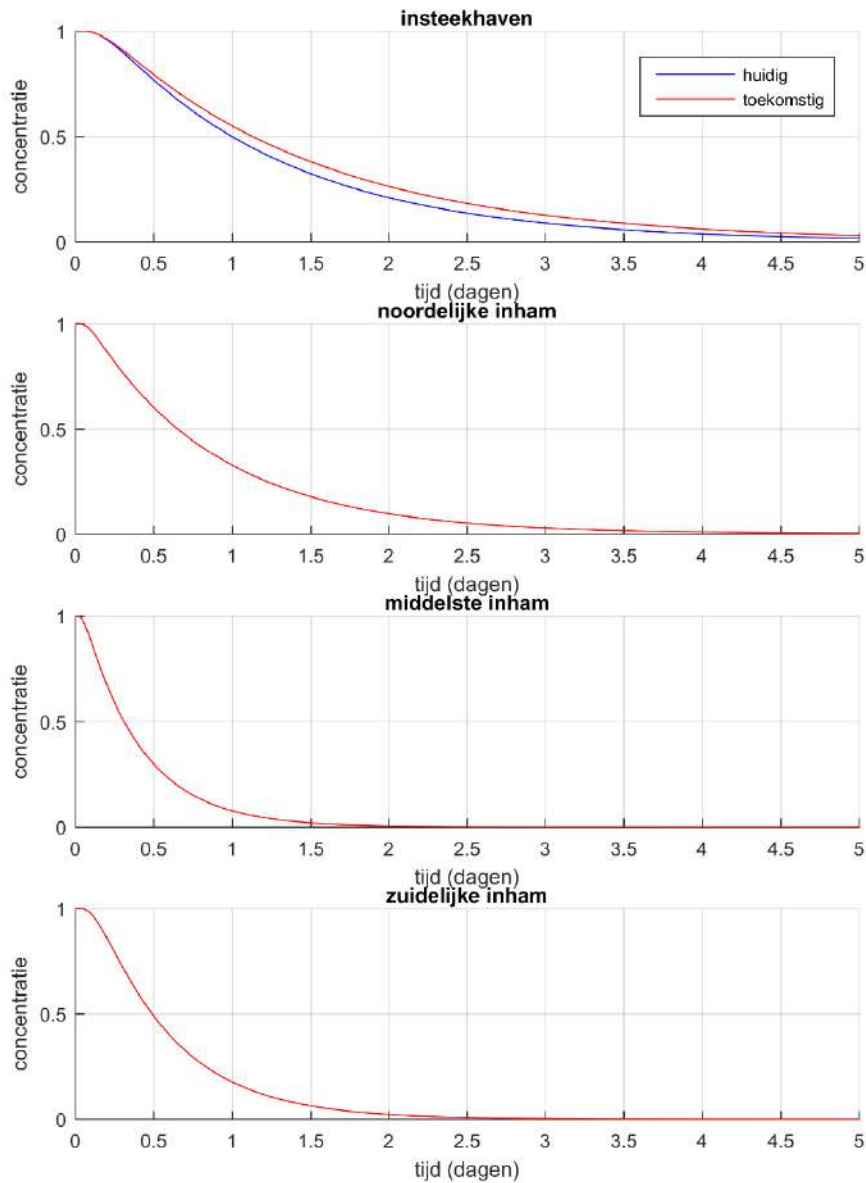


Figuur 4.4: Relatieve tracer concentraties in de tijd in de middelste inham, toekomstige situatie.



Figuur 4.5: Relatieve tracer concentraties in de tijd in de zuidelijke inham, toekomstige situatie.

In figuur 4.6 is de concentratie achter in de insteekhaven en de inhammen als functie van de tijd weergegeven. Deze figuur laat op een andere manier de mate van verversing zien.



Figuur 4.6: Relatieve tracer concentraties achter in de insteekhaven en de verschillende inhammen.

De resultaten van de verversingsstudie laten zien dat:

- de verversing van de bestaande insteekhaven verslechtert door de vernauwing van de toegang;
- de verversing van de nieuwe inhammen beter is dan de insteekhaven, zowel in de huidige situatie als in de toekomstige. Verklaring zit hem in het minder grote watervolume van de waterinhammen, zie ook onderstaande nadere onderbouwing.

#### **Nadere onderbouwing resultaten**

*Een belangrijke aandrijving van de verversing is een neer (tegenstroom) die in de ingang van de inhammen ontstaat. Deze wordt aangedreven door de stroming in de vaart en zorgt ervoor dat er schoon water vanuit de vaart de inhammen instroomt en de tracer de inhammen uit. Een maat voor de verversingstijd is dan het volume van de inham gedeeld door het debiet van de neer. Als je dit toepast op de modeluitkomsten, volgt daar uit dat de verversingstijd voor de bestaande insteekhaven het grootst is, en voor de nieuwe inhammen kleiner.*

Op basis van de berekende verblijftijden zijn aanvullende maatregelen zoals het onderling verbinden van water inhammen om de verversing te verbeteren niet vereist. De verblijftijd van de tracerconcentratie zit immers beneden de grens van 10 dagen.

De modelresultaten geven echter onvoldoende zekerheid over de te verwachten waterkwaliteit, omdat hier geen aanvoer van vervuiling is meegenomen, noch zichtbare vervuiling als drijvend afval, wat veelal achter in de bassins zal blijven hangen.

Wij adviseren om bij het ontwerp maatregelen te stimuleren die de verversing bevorderen en vervuiling en drijfvuil tegengaan. Dit kan bijvoorbeeld eenvoudig door een regenwaterstelsel te ontwerpen met een afvoer op de inhammen en/of insteekhaven. Het doorspoelen met regenwater zal de verversing positief beïnvloeden.

### 4.2.3 Kwelsituatie

De Lage Vaart wordt het plangebied ingetrokken door nieuwe watergangen in het plangebied aan te leggen. De Lage Vaart heeft een zomer- en winter streefpeil van NAP -6,20 m. Zoals in paragraaf 2.3 is beschreven, ligt de huidige grondwaterstand tussen de NAP -4,1 (0,9 m-mv) en NAP -5,2 (2,0 m-mv). Het vergroten van het oppervlaktewatersysteem, dat een lager waterpeil heeft dan de gemiddelde grondwaterstanden, zal de kwelstroom vergroten.

De toename aan kweldruk is niet te voorkomen bij het realiseren van extra oppervlaktewater in open verbinding met de Lage Vaart. Tegelijkertijd is de toename niet per definitie een knelpunt. De kweltoename kan op de volgende manieren invloed hebben op het watersysteem:

- Extra kwelaanvoer verbeterd de verversing van het oppervlaktewater (positief)
- De voedselrijke kwelstroom vergroot de belasting van het water door nutriënten (negatief)
- Het ijzerrijke kwelwater kan het water een bruiner/rode kleur geven (negatief)

De nutriëntenbelasting door kwel wordt door de berekende gunstige verblijftijden en de minimale waterdieptes van 1,2 m niet als bedreigend gezien voor de waterkwaliteit.

De kans op verkleuring door aanvoer van ijzerrijk water is als laag ingeschat door de vergelijking te maken met de huidige insteekhaven waar geen bruin rode kleuring is waargenomen. Zowel de insteekhaven als de nieuwe waterlopen doorsnijden de aanwezige kleilaag en hebben daarmee een vergelijkbare geohydrologische basis.

De te verwachten toename aan kwelstroom geeft geen aanleiding om de kweldruk te verminderen met (kunstmatige) ingrepen als:

- Het verminderen van het oppervlak van de nieuwe watergangen.
- Het verhogen van het waterpeil, waardoor de het stijghoogteverschil afneemt (geen open verbinding met de Lage Vaart).
- Het verhogen van de drainageweerstand door de bodem af te dichten met een kleilaag.
- Ook het afdichten van de bodem met klei om ijzer aan zich te binden en daarmee eventuele (lichte) verkleuring tegen te gaan, wordt niet noodzakelijk geacht.

## 4.2.4 Oeverinrichting

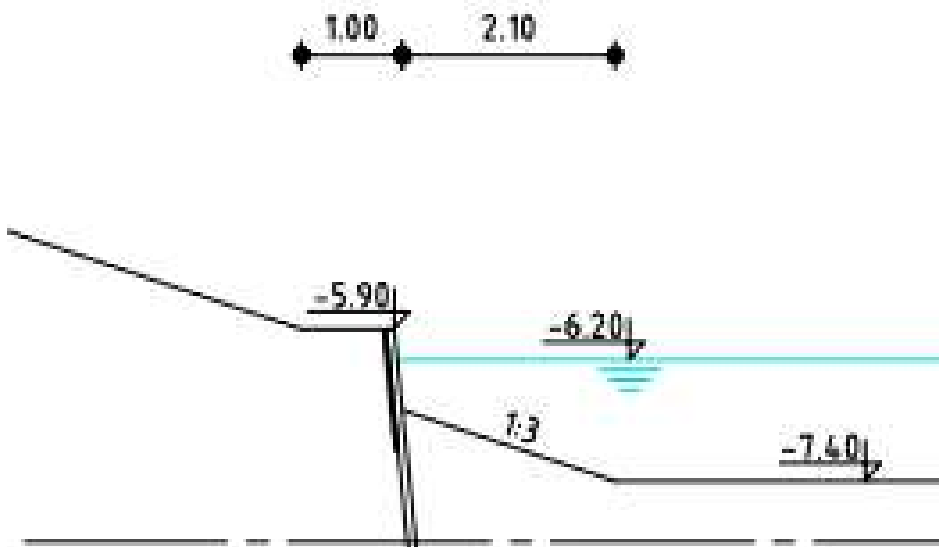
De Lage Vaart wordt gebruikt door beroepsscheepvaart. De boten zorgen voor golfslag, die ook in de aftakkingen merkbaar zal zijn (zie paragraaf 4.3.1). Deze golfslag zal, meer dan de invloed van wind, werveling van sediment veroorzaken. Dit hoeft geen directe problemen voor de waterkwaliteit op te leveren. Er zijn veel troebele wateren, waar de kwaliteit in orde is.

Bij de planvorming moet worden nagedacht over de inrichting van de oevers en waterbodem om werveling van sediment als gevolg van golfslag tegen te gaan. Beschoeide oevers zijn vaak beter bestendig tegen golfslag. Echter, in het kader van het gehele aquatische milieu is het wenselijk dat oevers een flauw talud hebben, waar flora en fauna kans heeft zich te ontwikkelen. Dit zal een positieve invloed hebben op de ecologie en belevingswaarde. Vanuit (aquatisch) ecologisch oogpunt is het wenselijk dat als men beschoeide oevers toepast, hier ten minste tredelanken voor watervogels bij worden aangebracht.

Bij het doorzetten van het flauwe talud onder water moet rekening worden gehouden met het halen van voldoende waterdiepte. Met name in de smalle waterinhammen lijkt dit problemen op te leveren. Bij een natuurvriendelijk talud, van minimaal 1:4, is aan beide zijden van de bodem al 4,80 meter talud nodig. Ter plaatse van de smalle waterinhammen is er sprake van, in verhouding veel ondiep water, wat niet ten goede komt aan de waterkwaliteit.

Ook de kans op rietvorming in het ondiepe water is aanwezig. Riet groeit alleen als er peilwisselingen in het water zijn. De Lage Vaart heeft weliswaar een streefpeil van 6,20 m – NAP, maar het peil kan door bemaling en scheepvaart schommelen. Ook is rietgroei op de oever te verwachten.

Geadviseerd wordt om bij de smalle waterinhammen oeverbeschoeiing toe te passen tot circa 0,5 m onder waterpeil en vandaar uit een talud van 1:3 naar de bodem aan te brengen. De oeverbeschoeiing kan op plekken gecombineerd worden met een tredelank voor vogels. Om hoogteverschil met het maaiveld (zie paragraaf 4.7) op te vangen en tegelijkertijd afkalving van het talud door golfslag (zie paragraaf 4.3) tegen te gaan is het advies om ook beschoeiing boven waterpeil aan te brengen (minimaal 30 cm).



Afbeelding 5 Principe profiel toe te passen beschoeiing

Op plekken met een breed wateroppervlak (noordelijk waterinham en de huidige insteekhaven aan de kopse kant) kan eventueel een natuurvriendelijke oever (flauw talud) beneden waterpeil doorgezet worden. In afbeelding 6 is een voorstel gedaan van het hanteren oeverinrichting.

De afdeling beheer van de gemeente adviseert aanvullende de beschoeiing grenzend aan particulier terrein mee te verkopen inclusief 2,0 m water. Dit moet worden opgenomen bij de grondverkoop.



Afbeelding 6 Overzicht oeverinrichting



### 4.3 Oppervlaktewaterkwantiteit

In deze paragraaf is een doorkijk naar de waterkwantiteit in het beoogde plangebied gegeven. Daarbij is het uitgangspunt dat wateroverlast bij het wonen aan het water moet worden voorkomen. Een robuust en te onderhouden watersysteem is hierbij van essentieel belang. Hieronder zijn specifieke aandachtspunten voor het Hanzekwartier toegelicht.

#### 4.3.1 Effecten van een passerend schip

Een varend schip door de Lage Vaart zorgt voor opstuwning bij de boeg en de hek. Naast het schip daalt de waterstand doordat het water langs het schip terugstroomt. De hoogte van de golf en de waterstandsverlaging is afhankelijk van de vorm van het schip, de vaarsnelheid en de geometrie van het kanaal (breedte, diepte). De golf plant zich voort in de inhammen, waardoor ook daar stroomsnelheden en waterstandsverlagingen en –verhogingen optreden.

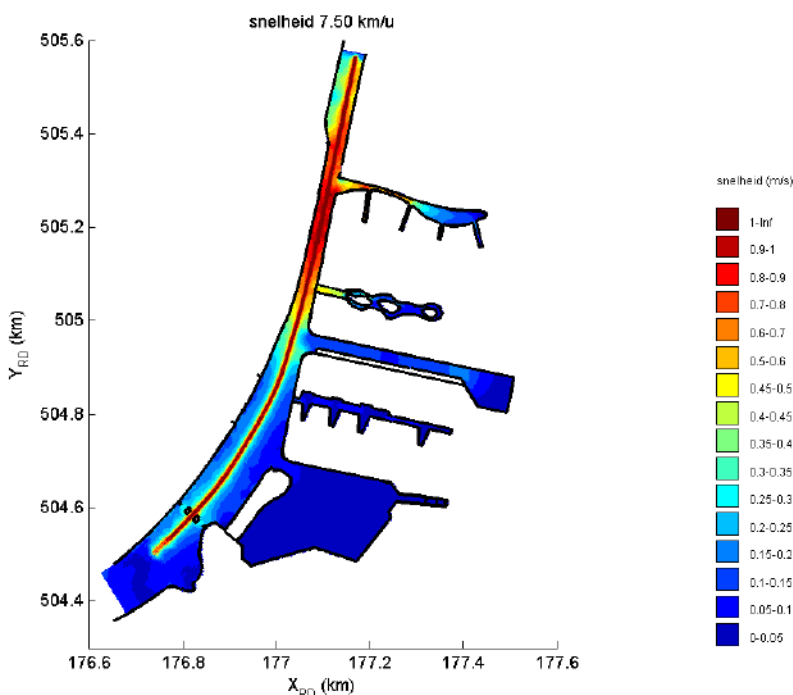
##### Model

Voor het bepalen van de effecten van een passerend schip op het watersysteem in de nieuwe plansituatie, is een model opgezet met het numerieke waterbewegingsmodel Delft3D. In deze paragraaf zijn de resultaten samengevat. In bijlage 2 zijn de modelresultaten en gehanteerde rekenparameters nader onderbouwd.

Voor de studie naar de effecten van een passerend schip is een typisch schip genomen die wordt verondersteld op de Lage Vaart te varen. Aangezien het effect van het passerende schip sterk afhankelijk van de vaarsnelheid, zijn er simulaties gedraaid met een vaarsnelheid van 9 km/u, 8,75 km/u en 7,5 km/u. Daarnaast is er onderscheid gemaakt tussen een schip dat van noord naar zuid of dat van zuid naar noord vaart.

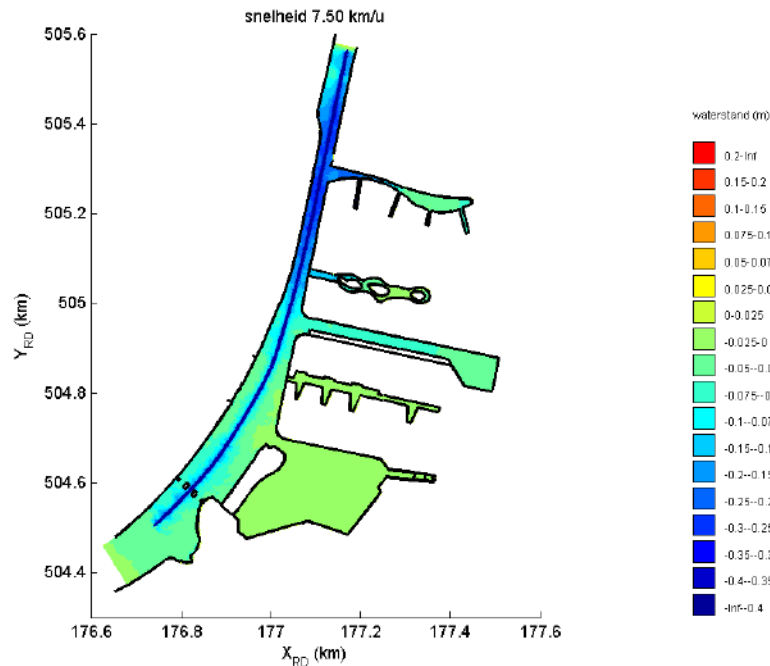
##### Resultaten

Figuren 4.7 tot en met 4.9 tonen voor het noordwaarts varende schip met 7,5 km/u de maximaal opgetreden stroomsnelheden en de minimaal en maximaal opgetreden waterstanden.

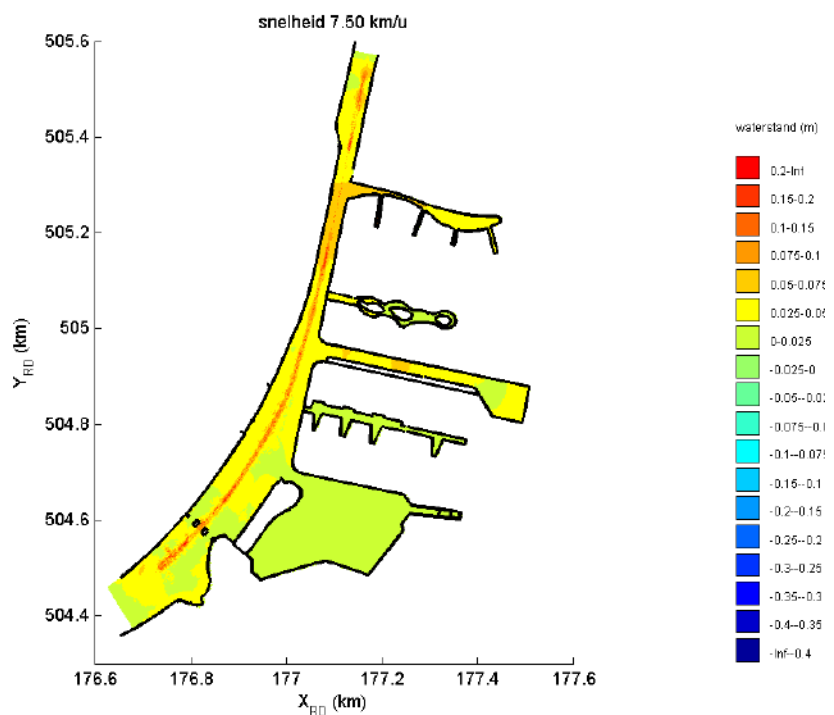


Figuur 4.7: Maximaal optredende stroomsnelheden ten gevolge van het passerende (noordwaarts varende) schip met een vaarsnelheid van 7,5 km/u.

Op het moment dat het schip in het nauwe gedeelte van de Lage Vaart komt, ter hoogte van de bestaande insteekhaven, nemen de snelheden naast het schip significant toe: van 0,15 m/s tot tegen de 1 m/s. Zodra het schip de noordelijke inham is gepasseerd en de vaart zich weer verbreedt, nemen de snelheden weer snel af.

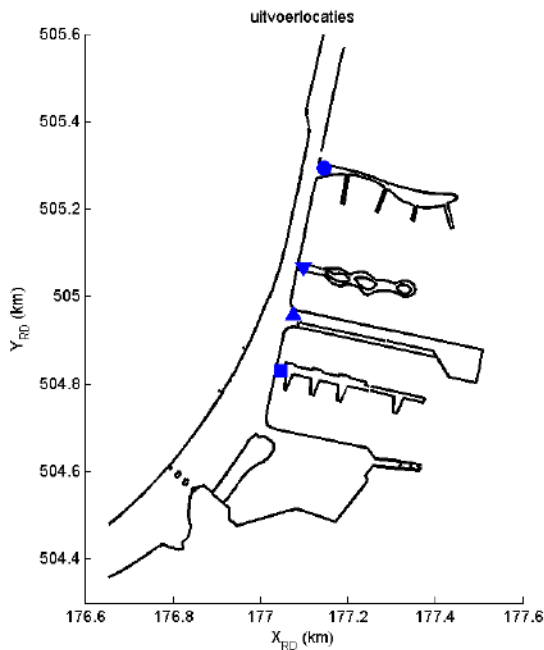


Figuur 4.8: Minimaal optredende waterstanden ten gevolge van het passerende (noordwaarts varende) schip met een vaarsnelheid van 7,5 km/u.



Figuur 4.9: Maximaal optredende waterstanden ten gevolge van het passerende (noordwaarts varende) schip met een vaarsnelheid van 7,5 km/u.

Voor een locatie in de ingang van de verschillende inhammen (zie figuur 4.10) zijn in tabel 2.1 de resultaten voor waterstanden en stroomsnelheden gepresenteerd voor verschillende vaarsnelheden.



Figuur 4.10: Locaties waarvoor snelheden en waterstanden staan gepresenteerd in tabel 2.1.

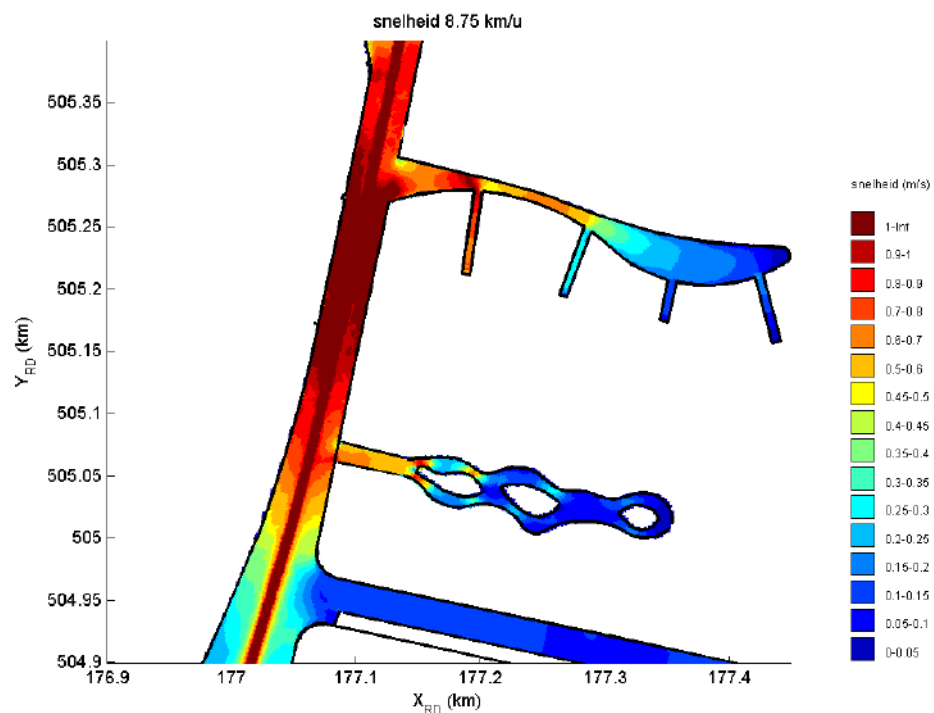
inham	vaarsnelheid	max. snelheid (m/s)		min. waterstand (m)		max. waterstand (m)	
		N	Z	N	Z	N	Z
noordelijke inham	9.00 km/u	0.82	0.76	-0.27	-0.21	0.11	0.13
	8.75 km/u	0.61	0.72	-0.23	-0.18	0.09	0.11
	7.50 km/u	0.43	0.60	-0.20	-0.18	0.05	0.09
middelste inham	9.00 km/u	0.74	1.17	-0.20	-0.30	0.08	0.10
	8.75 km/u	0.61	0.84	-0.16	-0.22	0.07	0.08
	7.50 km/u	0.47	0.50	-0.12	-0.14	0.04	0.07
insteek haven	9.00 km/u	0.16	0.21	-0.07	-0.10	0.04	0.07
	8.75 km/u	0.11	0.16	-0.05	-0.09	0.03	0.05
	7.50 km/u	0.12	0.18	-0.06	-0.04	0.03	0.04
zuidelijke inham	9.00 km/u	0.18	0.38	-0.03	-0.05	0.02	0.04
	8.75 km/u	0.13	0.29	-0.02	-0.04	0.02	0.03
	7.50 km/u	0.13	0.21	-0.02	-0.03	0.02	0.03

Tabel 1 Extreme stroomsnelheden en waterstanden als gevolg van het passerende schip met verschillende vaarsnelheden en vaarrichtingen



Tabel 1 laat duidelijk zien dat de resultaten heel sterk afhankelijk zijn van de vaarsnelheid; een toename van de vaarsnelheid met 20% (van 7,5 naar 9 km/u) zorgt in het algemeen voor een veel grotere stijging van de stroomsnelheden: bijvoorbeeld bij de middelste inham van 0,47 naar 0,74 m/s (+56%) of van 0,5 naar 1,17 m/s (+133%). Ook laat de tabel zien dat de effecten bij de noordelijke en middelste inhammen groter zijn dan voor de zuidelijke inham en de insteekhaven. Dit wordt veroorzaakt doordat de Lage Vaart daar smaller is. De insteekhaven zelf, is ook dieper dan de inhammen, waardoor het effect van de kleinere breedte van de Lage Vaart ten opzichte van de zuidelijke inham voor een deel worden gecompenseerd.

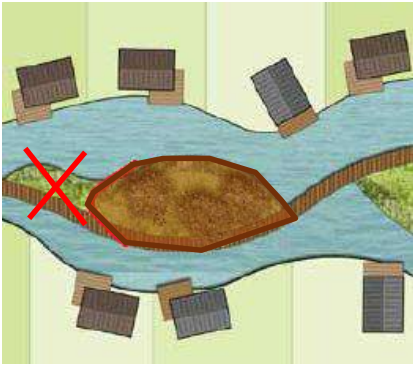
In figuur 4.11 is weergegeven dat bij de noordelijke inham de snelheden in de ingang nog verder toenemen daar waar de inham vernauwt. Na de vernauwing dalen de stroomsnelheden sterk. Bij de middelste inham treden de hoogste stroomsnelheden op, daar waar de toegang zich splitst ter hoogte van het eerste eiland. Doordat in deze inham taluds aanwezig zijn, ligt het doorstroomoppervlak daar lager dan in de ingang.



Figuur 4.11: Maximaal optredende stroomsnelheden ten gevolge van het passerende (noordwaarts varende) schip met een vaarsnelheid van 8,75 km/u in de noordelijke en middelste inhammen.

De modelstudie geeft voor dit onderdeel vooral de relatieve effecten weer voor hoe de inhammen zich onderling verhouden. Met name de noordelijke inham vergt aandacht. Doordat de Lage Vaart daar smal is, wordt de golf die het schip opwekt al versterkt. De vormgeving van de ingang (trechtervormig) verstrekt het effect. Een mogelijke oplossing hiervoor is het aanpassen van de vormgeving, door bijvoorbeeld de ingang te vernauwen of de versmalling van de inham ruimer te maken. Hiermee wordt echter de oorzaak van de waterstandsval en -stijging en de hoge stroomsnelheden niet aangepakt, namelijk de geringe breedte van de Lage Vaart ter plaatse.

Bij de middelste inham treden de grootste snelheden op ter plaatse van het eerste eiland. Om dit effect te reduceren kan waarschijnlijk worden volstaan door de vormgeving aan te passen, bijvoorbeeld zoals weergegeven in afbeelding 7.



Afbeelding 7 Aanpassing aan het westelijke eiland in de middelste inham

Met de optredende snelheden bij het passeren van het schip is er geen noodzaak om damwanden te plaatsen. Wel moet er rekening worden gehouden met deze snelheden bij het ontwerp van de beschoeiing. Voor de inrichting van de oevers is het advies om minimaal de middelste en noordelijke inham van oeverbeschoeiing te voorzien, tot 30 cm boven het waterpeil (zie afbeelding 5). Dit om afkalving van het talud door golfslag tegen te gaan, ongeacht de vormgeving van de ingang. Achteraan (aan de kopse kant) van beide inhammen is de golfslag minimaal en is beschoeiing voor dit aspect niet een vereiste.

### 4.3.2 Peilstijgingen door neerslag

De optredende waterpeilen in het watersysteem zijn naast de scheepvaart afhankelijk van de neerslagsituaties. Zoals genoemd in paragraaf 2.5 voldoen de kernen van de gemeente Dronten op dit moment aan het criterium voor wateroverlast (T=100). In de kernen is minder dan eens per 100 jaar wateroverlast te verwachten door inundatie door te hoge peilen in het oppervlaktewater. De maximale waterstand in de Vaart is bij T=100 in Dronten 5,34 m - NAP (bron: Stedelijk waterplan Dronten). Dit is een peilstijging van 87 cm ten opzichte van het streefpeil 6,20 m - NAP.

In de plansituatie wordt het huidige rioolstelsel ontvlecht (afkoppelen). Er is dan geen sprake meer van een afvoer van verhard oppervlak naar het hoofdgemaal van het waterschap gelegen aan De Noord. Verhardingen gaan rechtstreeks afvoeren naar het oppervlaktewater. Dit levert een toename van regenwaterbelasting op de Lage vaart. Tegelijkertijd stort het resterende gemengde rioolgebiet bij hevige buien minder snel over door het grootschalig afkoppelen.

De verwachting is dat het grootschalig afkoppelen, het minder terugbrengen van verhardingen en het realiseren van extra oppervlaktewater geen verslechtering veroorzaakt in de huidige optredende peilstijging (90 cm) bij een T=100 situatie.

Deze verwachting is verder onderbouwd met onderstaande statische berekening.

- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| • Nieuw verhard oppervlak   | 23 ha ( <i>bestaand is 28,6 ha</i> ) |
| • Extra wateroppervlak (waterinhammen)  | 2,4 ha                               |
| • Neerslag (T=100 in het eerste uur)  | 40 mm                                |
| • Berekende peilstijging ( $23 \text{ ha} \cdot 40 \text{ mm} / 2,4 \text{ ha}$ ) | 38 cm                                |

De peilstijging (zonder afvoernorm) is ruim minder dan huidige 90 cm aan peilstijging waarmee aangetoond is dat de planontwikkeling geen verslechtering in functioneren veroorzaakt maar juist een verbetering in het waterbergend vermogen. Daarbij is het genoemde positieve effect van het toekomstig rioolfunctioneren (minder volume aan vervuilde riooloverstorting) niet meegenomen.

Wij adviseren om bij de inrichting van oevers en kades rekening te houden met de berekende peilstijging van 90 cm bij een T=100 regenduurlijn, conform het stedelijk waterplan Dronten. In bijlage 3 zijn de vlakkenkaarten met verhardingshoeveelheden van de huidige en toekomstige situatie opgenomen.

## 4.4 Ontwatering

Het toevoegen van de nieuwe watergangen zal de grondwaterstand verlagen vanwege de volgende redenen:

- De nieuwe watergangen zullen een streefpeil hebben lager dan de huidige grondwaterstand (streefpeil = NAP -6,2 m). Voornamelijk dicht bij de nieuwe watergangen zullen de grondwaterstanden lager worden dan voorheen.
- Doordat de onderlinge afstand tussen de watergangen wordt verkleind zal er een lagere opbolling ontstaan tussen de watergangen, waardoor ook verder van de watergangen af de grondwaterstanden zullen afnemen.
- Het drainerende vermogen is vergroot, waardoor water sneller wordt afgevoerd en minder wordt geborgen in de bodem.

Het toekomstige gemiddelde grondwaterniveau zal hierdoor tussen de huidige gemiddelde grondwaterstand (NAP -4,65 m, schatting) en het streefpeil van de watergangen komen te liggen. De ontwateringsnormen komen op basis van de huidige maaiveldniveaus niet in gevaar.

Aandachtspunt zijn de ontworpen verlaging in weghoogtes (zie paragraaf 4.7). In het geval dat waterinhammen komen te vervallen is aandacht nodig voor deze lagere weghoogtes in relatie tot het blijven voldoen aan de ontwateringsnormen.

Voor de wegen en voetgangerszones langs het oppervlaktewater (waaronder de boulevard) moet rekening worden gehouden met een minimale drooglegging van 1,0 m ten opzichte van streefpeil, of te wel 5,20 m - NAP. Enerzijds om de ontwatering van 0,70 m-wegniveau te halen en anderzijds om bij de T=100 neerslagsituatie geen overlast door overstroming te veroorzaken. In paragraaf 4.7 ontwerphoogtes gaan wij nader in op het beoogde peilenplan met de bijbehorende aandachtspunten.

### *Grondwaterfluctuatie*

Het verschil tussen de hoogst en laagst gemeten grondwaterstand in peilbuis 1.19 is 1,1 m. Dit is echter niet het verschil tussen de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). Peilbuizen in de buurt (B20H0363 en B20H0010 (Dinoloket)) laten een fluctuatie zien van ongeveer 0,3 m. Deze peilbuizen zijn dicht bij een watergang gelegen. Omdat het plangebied straks ook gekenmerkt wordt door vele waterlopen wordt een zelfde stijghoogte fluctuatie verwacht.

### **Opbarsting**

Wanneer de watergang in het klei wordt gegraven (de kleilaag niet doorsnijdt) bestaat er een risico op opbarsten. Wanneer de nieuwe watergangen de kleilaag doorsnijden, is de verwachting dat dit risico niet meer aanwezig is.

In onderstaande opsomming valt te concluderen dat de kleilaag ruimschoots wordt doorsneden en daarmee het gevaar van opbarsten niet aan de orde is.

- Huidig Maaiveld 3,20 m – NAP
- Aangetroffen kleilaag van 1,7 m dik tot 5,90 m – NAP
- Waterpeil 6,20 m – NAP
- Waterdiepte 1,20 m levert een bodempeil van 7,40 m – NAP.

## 4.5 Regenwaterstructuur (RWA)

Het Hanzekwartier krijgt een gescheiden rioolstelsel. Het regenwater voert af naar het oppervlaktewater in plaats van naar de rioolwaterzuivering. Om de instroom van verontreinigd hemelwater op het oppervlaktewatersysteem (olie, zware metalen, organisch materiaal) te voorkomen is in de uitgangspunten vastgelegd dat het regenwater van de hoofdontsluitingsweg 'De Noord' een vervuilend karakter heeft. Zuivering voorafgaand aan de lozing op oppervlaktewater is vereist.

Het regenwater van daken, fiets- en voetgangerszones is schoon en kan rechtstreeks afvoeren op het oppervlaktewater. Ook de wegen in de woonwijk zijn als voldoende schoon beschouwd. Voor de parkeerzones heeft het waterschap als beleid (Waterkader) dat bij meer dan 49 (aaneengesloten) nieuwe parkeerplaatsen een verhoogd risico bestaat op vervuiling van het afstromende hemelwater ter plaatse. Het toepassen van een zuiveringstechnische voorziening van hemelwater is dan het advies.

In bijlage 4 is een overzichtstekening weergegeven met daarop een regenwaterstructuur zoals besproken tijdens een gezamenlijke werksessie. Er is onderscheid gemaakt naar de volgende onderdelen:

- Regenwaterriool met diameteropbouw en uitstroomlocaties
- Bempassage met overloop op regenwaterriool
- Wadi's met een overloop op het regenwaterriool
- Oppervlakkige afvoer via taluds naar oppervlaktewater

De regenwaterstructuur is flexibel in aanlegvolgorde zonder dat het functioneren in het geding komt. Dit komt met name door het aantal uitstroomlocaties verspreid in het plangebied. De uitstroomlocaties voorkomen het moeten toepassen van grote diameters (max 500mm) en maakt het niet noodzakelijk om in de eerste fase een hoofdtransportriool aan te leggen.

Een belangrijke ontwerpkeuze die wij voorstellen is om de afwatering van de busbaan en hoofdrijbaan 'De Noord' op het (te behouden) gemengd riool aan te sluiten. De hoofdrijbaan en busbaan is als vervuild beschouwd hiervoor zou een apart regenwatersysteem met zuiverende voorzieningen nodig zijn.

In het kader van vervuilde oppervlakken is aandacht nodig voor de afwatering van de vele parkeerhofjes. De hofjes zijn nu aangesloten op het regenwaterriool met een rechtstreekse afvoer naar oppervlaktewater. Zodra het aantal 49 plaatsen overschrijdt moet rekening worden gehouden met een zuiveringstechnische voorziening. Als zuiveringstechnische voorziening voldoet een olie/slibafscheider. De gemeente is geen voorstander van zuivering door middel van infiltratie via waterpasserende bestrating.

*N.B. Het deelgebied Campus is al in ontwikkeling. Er ligt een gescheiden rioolsysteem waarbij het regenwater op de spoorloot is aangesloten en het DWA op het gemengd riool is aangesloten.*

## 4.6 Vuilwaterafvoer (DWA)

Het Hanzekwartier krijgt een gescheiden rioolstelsel. Het huishoudelijke afvalwater krijgt een afvoer naar de rioolwaterzuivering via het hoofdgemaal aan 'De Noord' in beheer van het Waterschap Zuiderzeeland.

In het bepalen van de structuur zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd

- Afvoer onder vrij verval naar het hoofdgemaal aan 'De Noord'
- Behoud van riolering (aanleg 1960) in te behouden wegtracés is wenselijk.
- Ligging riolering op openbaar terrein: inspectieputten toegankelijk voor onderhoud.
- De hoofdrijbaan en busbaan blijven aangesloten op het gemengd riool

In bijlage 5 is een overzichtstekening weergegeven met daarop de vuilwaterstructuur met bepalende rioolhoogtes, diameters en putniveaus. Onderscheid is gemaakt in:

- Nieuw aan te leggen riolering
- Te behouden riolering

Het nieuwe droogweerafvoer riool is ontworpen met een afschot van 2‰ (1:500), een dekking van 1,20 m op bovenkant buis en een diameter 250 mm.

*Een afschot van 2‰ is in afwijking van de standaard landelijk ontwerprichtlijnen uit de Leidraad riolering (Stichting Rioned). De gemeente Dronten heeft ervaring met een afschot van 2‰ in de beginstrengen en stelt voor dit afschot te hanteren in Hanzekwartier om de wegniveaus niet onnodig hoog aan te leggen.*

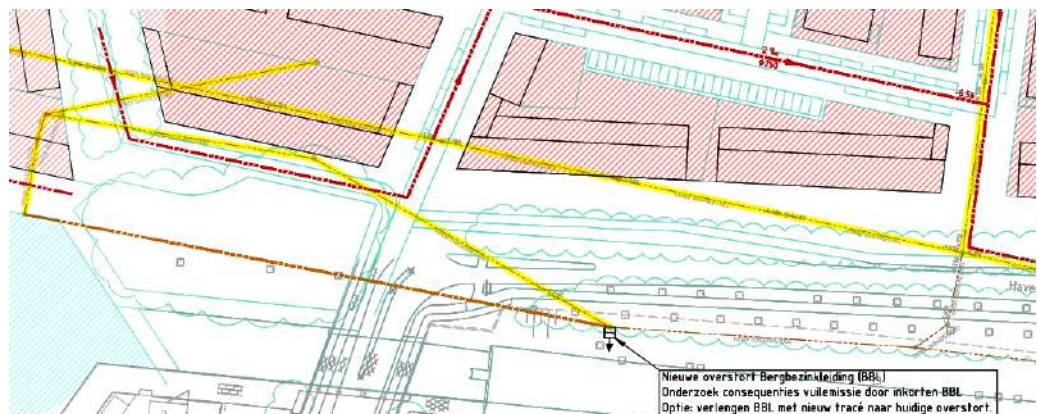
Voor de te behouden riolering zijn tijdens de werksessie keuzes gemaakt in het wel of niet behouden van riolering. De keuzes zijn verwerkt op de overzichtstekening. Zo is de riolering in de 'Handelsweg Zuid' en 'Havenweg' tot aan De Noord qua ligging en rioolhoogte in eerste instantie te behouden. De diameter in de Handelsweg-Zuid is echter erg groot (800mm) voor zijn toekomstige droogweer afvoerfunctie. Daarnaast zorgt het vervangen voor het dieper kunnen aanleggen van het vrij verval riool en daarmee het lager kunnen aanleggen van wegen ter plaatse van oppervlaktewater

In de vuilwaterstructuur is gekozen om het hoofdtransportriool gelegen in de parallelweg langs "de Noord" te behouden. Dit gemengd riool heeft een belangrijke transportfunctie voor het bovenstroomse rioolgebied naar het hoofdgemaal maar ook naar de riooloverstort. Het te allen tijden blijven functioneren van dit riool is van belang. De ligging van dit hoofdtransportriool lijkt geen knelpunt op te leveren met de toekomstige inrichting. Het blijft onder de verhardingen liggen.

Zo lang het hoofdriool in tact blijft kunnen tijdens sloop en realisatie bestaande en nieuwe huisaansluitingen onafhankelijk van elkaar worden afgekoppeld en aangesloten. Aandachtspunt is wel in hoeverre het te behouden riool aangetast wordt door het opheffen en maken van nieuwe rioolaansluitingen op de buis.

De overige nevenriolen in "De Noord" zijn eveneens aangegeven als mogelijk te behouden. In het deelgebied levert dit, behoudens de aanleg van regenwaterriolen, een minimale inspanning in de ondergrond met een minimaal risico op conflicten met de NUTS leidingen.

In het plangebied (nabij de Havenweg) is een bergbezinkleiding (BBL) gelegen met uitstroom in de passantenhaven. Op basis van het huidige inrichtingsplan moet dit riool worden verlegd. Er zijn twee mogelijkheden. De BBL wordt verlegd of de BBL wordt ingekort en krijgt een nieuwe uitstroomlocatie. In het laatste geval moet onderzocht worden in hoeverre er sprake is van een ongewenste vuilvrachtoename op oppervlaktewater.



Afbeelding 8 Vereiste aanpassing BBL nabij de Havenweg



## 4.7 Ontwerphoogtes

De minimaal benodigde ontwerphoogtes van het plan worden door meerdere aspecten bepaald, te weten:

- Aansluiting op de omgeving
- Het halen van voldoende ontwatering
- Het halen van voldoende drooglegging (geen overstroming)
- Haalbaarheid vrij verval riolering (DWA)

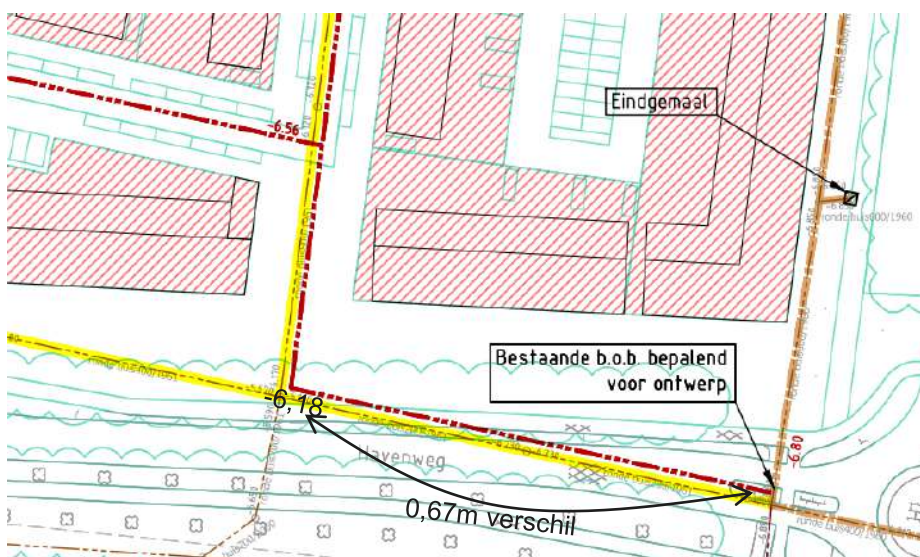
Naast de minimale benodigde ontwerphoogtes ten aanzien van bovengenoemde aspecten speelt ook de beeldvorming een belangrijke rol. Het gaat hier met name om het hoogteverschil tussen het wateroppervlak en het benodigde wegniveau en bijbehorende vloerpeilen van bouwblokken. Het huidige wegpeil is circa 3,0 m – NAP, terwijl het streefpeil 6,20 m – NAP is. Een hoogteverschil van 3,20 m!

Uitgaande van een drooglegging van 1,0 m, om overstroming uit te sluiten bij een T=100 neerslagsituatie en het halen van een goede ontwatering, is een minimale hoogte van 5,20 m – NAP nodig bij insteek talud en op de kade. Dit levert nog altijd een hoogteverschil van ruim 2,0 m met de huidige weghoogtes.

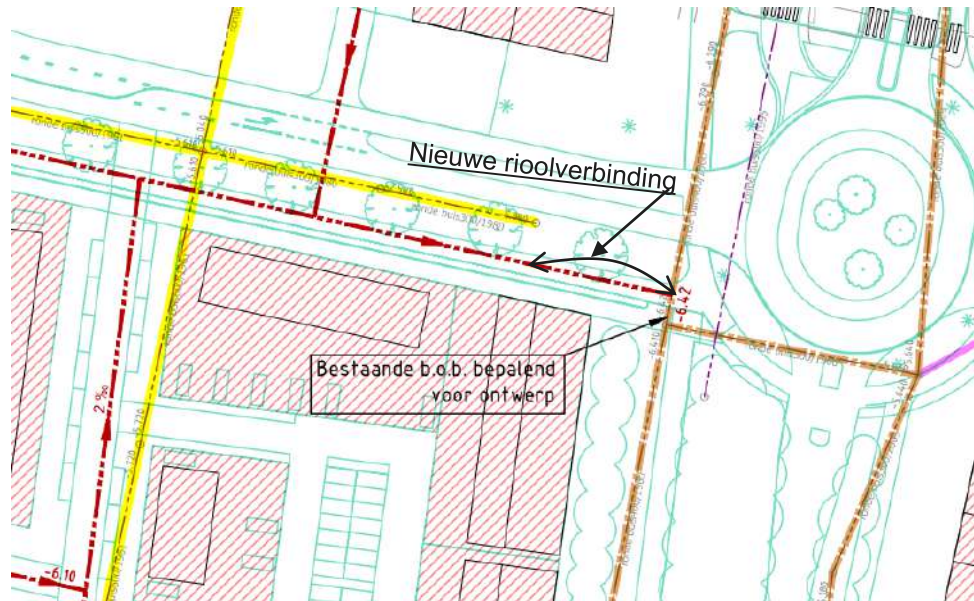
Onderzocht is in hoeverre de toekomstige wegstructuur nabij oppervlaktewater verlaagd kan worden om de overgang naar oppervlaktewater beter vorm te geven. Het onderzoek heeft geresulteerd in een peilenplan weergegeven in bijlage 6 en hieronder kort toegelicht.

### 4.7.1 Peilenplan

De minimaal benodigde weghoogtes hebben relatie met de uitwerking van de vuilwaterstructuur. Naast de gehanteerde ontwerpuitgangspunten als rioolafschot blijkt het vervangen van de riolering in de 'Havenweg' en het realiseren van een rioolverbinding van uit de Energieweg op De Noord bepalend voor de minimale weghoogtes. Nabij de Lage Vaart (eindputten) zijn benodigde weghoogtes op circa 4,0 m – NAP berekend. Dit is ongeveer 1,0 m beneden huidige hoogteligging.



Afbeelding 9 Te vervangen riool levert lager aansluit rioolhoogte (geel is verwijderen riolering)



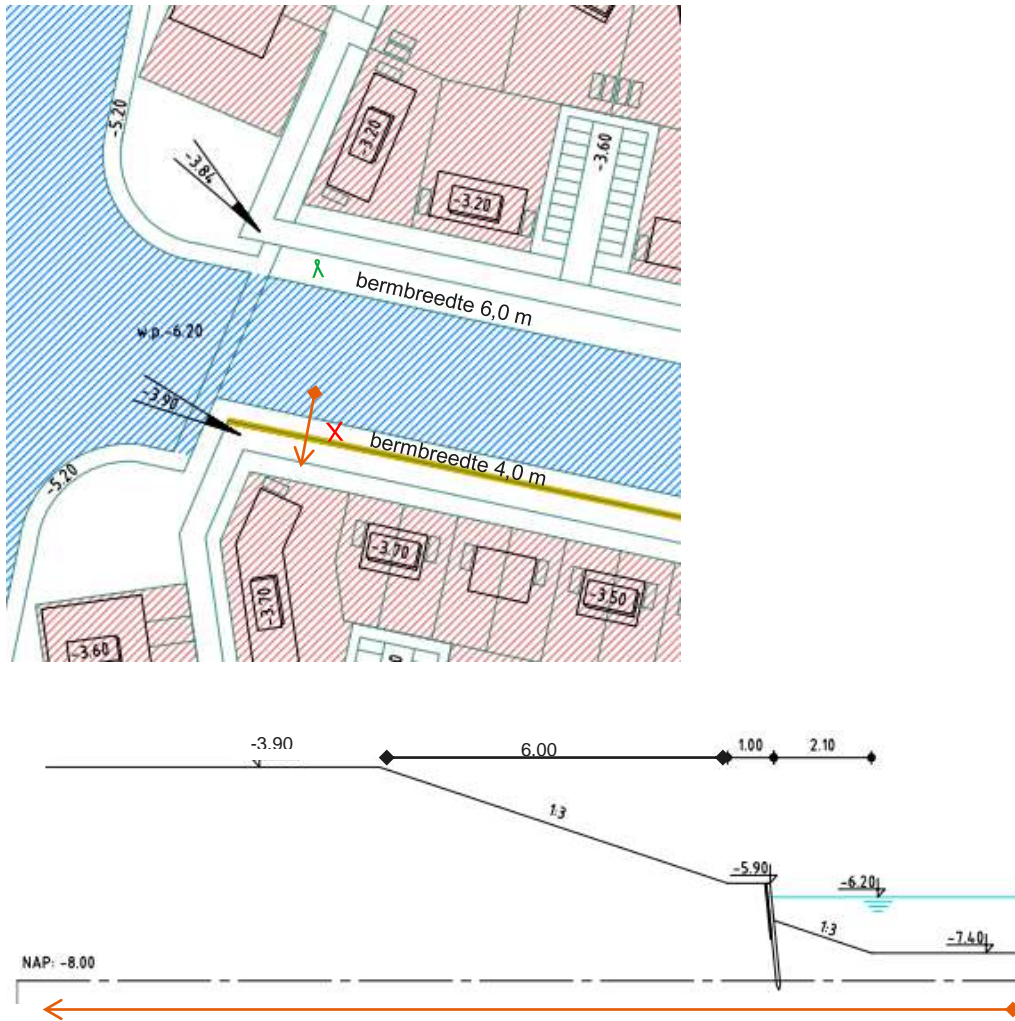
Afbeelding 10 Extra rioolverbinding Energieweg met De Noord

De Noord blijft op huidige wegniveau liggen en bepaald daarmee ook het peil van de aanliggende bouwblokken. De Handelsweg-zuid ligt aan de andere zijde van deze bouwblokken en kan daarmee niet veel zakken in hoogte. In het peilenplan is als uitgangspunt gehanteerd dat de Handelsweg-zuid in hoogte blijft liggen op circa NAP -3,15 m (bron putniveaus). De zijwegen vanuit Hanzekwartier kunnen vervolgens geleidelijk aflopen richting de Lage Vaart tot aan de minimale berekende weghoogtes in relatie tot het vuilwaterstelsel.

De weghoogtes bepalen de hoogteligging van aanliggende percelen. Om afwenteling naar percelen tegen te gaan liggen percelen doorgaans hoger dan de openbare weg. Voor de percelen betekent dit dat het bouwblokniveau hoger is gelegen dan de wegpeilen. Het bouwblokniveau (vloerpeil) bepaald de inrichting van de (achter)tuinen (terrassvorming, vlonders, taluds etc). Tuinen moeten zodanig ingericht worden dat ze aansluiten op het oppervlaktewater, aangrenzende tuinpercelen en (openbare) verhardingen..

De locaties waar het hoogteverschil tussen maaiveld en oppervlaktewater groot blijft is aangegeven op tekening. Daarbij is verschil gemaakt in hoogteverschil op te lossen op perceelniveau en hoogteverschil op te lossen op openbaar terrein.

Met name de hoogteverschillen op openbaar terrein kan een aanpassing van het inrichtingsplan als gevolg hebben, omdat meer ruimte nodig is om hoogteverschillen minder opvallend te maken.



Afbeelding 11 voorbeeld van een aandachtspunt mogelijke ruimtelijke aanpassing.



## 5 AANDACHTSPUNTEN BIJ UITWERKING

### 5.1 Inleiding

In hoofdstuk vier zijn ontwerpkeuzes toegelicht met aansluitend het ontwerp op hoofdlijnen. In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste aandachtspunten voor de nadere uitwerking eenduidig per wateraspect samengevat.

### 5.2 Oppervlaktewaterkwaliteit

- Doorstroming bevorderen door aanvoer vanuit regenwaterstelsel te realiseren.
  - *Door de verblijftijd van het water te verkorten wordt opwarming van het water tegengegaan en krijgen (blauw)algen, kroos en bacteriën minder kans om tot grootschalige ontwikkeling te komen. Algen en bacteriën worden bovendien uit het systeem gespoeld. Dit is vooral van belang in de zomerperiode.*
- Een waterdiepte van 1,20 meter
  - *Door voldoende waterdiepte te realiseren kan de watertemperatuur niet te snel oplopen en zullen zuurstofarme of zelfs zuurstofloze omstandigheden mindersnel optreden*
  - *Met name in de smalle waterinhammen is aandacht nodig voor het halen van de waterdiepte in relatie tot het doorzetten van het onderwatertalud van 1:3. Geadviseerd wordt om bij de smalle waterinhammen oeverbeschoeiing toe te passen tot circa 0,5 m onder waterpeil en vandaar uit een talud van 1:3 naar de bodem aan te brengen.*
- Zo min mogelijk belasting met organisch materiaal en nutriënten.
  - *Het inwaaien van blad en zwerfafval moet zoveel mogelijk worden voorkomen. Concreet moet worden overwogen om de bomensituatie langs de waterinhammen achterwege te laten*
  - *Het verbieden van eenden voeren, honden uitlaten en sportvissen is belangrijk om de onnodige nutriëntenbelasting op het watersysteem tegen te gaan.*

### 5.3 Oppervlaktewaterkwantiteit

- Vormgeving ingang noordelijke waterinham wijzigen
  - *De inrichting van de noordelijk waterinham (trechtersvorming) zorgt in combinatie met het smalle waterprofiel van de Lage Vaart ter plaatse, voor flinke stroomsnelheden en waterstand schommeling bij passerende schepen. Het advies is de ingang te vernauwen en/of de versmalling van de inham ruimer te maken.*
- Vormgeving ingang middelste waterinham wijzigen
  - *Bij de middelste inham treden de grootste snelheden op ter plaatse van het eerste eiland. Om dit effect te reduceren is het advies het eiland niet door te zetten in de smalle waterverbinding met de Lage Vaart.*
- Rekening houden met het toepassen van beschoeiing vanwege optredende stroomsnelheden
  - *Voor de inrichting van de oevers is het advies om minimaal de middelste en noordelijke inham van oeverbeschoeiing te voorzien. Het toepassen van damwanden is niet noodzakelijk.*

- Het grootschalig afkoppelen, het minder terugbrengen van verhardingen en het realiseren van extra oppervlaktewater veroorzaakt geen toename in de berekende peilstijging (90 cm) bij een T=100 situatie.
  - *Wij adviseren een minimale hoogte van 5,20 - NAP (1,0 m drooglegging) te hanteren bij insteek talud en bij de kades.*

## 5.4 Ontwatering

- Het toevoegen van nieuwe watergangen zal de grondwaterstand doen verlagen.
  - *Aandachtspunt zijn de ontworpen verlaging in weghoogtes. In het geval dat waterinhammen komen te vervallen is aandacht nodig voor deze verlaagde weghoogtes in relatie tot het blijven voldoen aan de ontwateringsnormen.*

## 5.5 Regenwaterstructuur

- Het Hanzekwartier krijgt een gescheiden rioolstelsel gelegen in openbaar terrein.
  - *Op basis van de gekozen regenwaterstructuur om de doorstroming van de waterinhammen te bevorderen is een aanpassing vereist van het inrichtingsplan bij de noordelijke waterinham*



Afbeelding 12 Uitstroomriool door particulier terrein niet toegestaan

- Regenwater van de hoofdonthoudingsweg 'De Noord' inclusief busbaan blijft aangesloten op het huidige gemengd rioolstelsel.
  - *De hoofdrijbaan en busbaan is als te vervuילend beschouwd om zonder zuiverende voorzieningen te lozen op oppervlaktewater.*
- De parkeerzones met meer dan 49 (aaneengesloten) nieuwe parkeerplaatsen moet worden voorzien van zuivering van hemelwater vooraf aan de afvoer op oppervlaktewater.
  - *Wij adviseren om rekening te houden met kleinschalige parkeerzones zodat rechtstreekse afvoer naar oppervlaktewater toegestaan is.*
- Wegprofielen uitwerken met oppervlakkige afvoer naar oppervlaktewater
  - *In het inrichtingsplan zijn de wegprofielen tonrond met trottoirbanden getekend. Het advies is het regenwaterstructuurplan aan te houden en in te zetten op bovengrondse afwatering waar mogelijk.*
- (laan)Beplanting in de 'De Slinger' combineren met wateropvang in de berm
  - *Wij adviseren om de bermen in de Slinger met een hol profiel aan te leggen zodanig dat regenwater oppervlakkig kan afstromen en infiltreren in de berm. Dit kan in combinatie met (laan)beplanting.*
  - *Een overloopvoorziening in de berm zorgt voor afvoer bij hevige neerslag naar oppervlaktewater al dan niet via een regenwaterriool.*

- Bij de ruim opgezette groene onverharde ruimtes is het advies om het toepassen van een wadi te overwegen. Dit kan eventueel in combinatie met bomen worden uitgevoerd.
  - *De wadi's zijn ondiep (circa 40 cm) en hebben flauw maaibaar talud (1:4). De ondergrond is bewerkt en voorzien van drainage aangesloten, net als de overloopvoorziening, op het regenwaterstelsel.*

## 5.6 Vuilwaterstructuur

- In de vuilwaterstructuur is gekozen om het hoofdtransportriool gelegen in de parallelweg langs "de Noord" te behouden.
  - *Dit gemengd riool heeft een belangrijke transportfunctie voor het bovenstroomse rioolgebied naar het hoofdgemaal maar ook naar de riooloverstort. Het te aller tijden blijven functioneren van dit riool is van belang.*
  - *Aandachtspunt is in hoeverre het te behouden riool aangetast wordt door het opheffen en maken van nieuwe rioolaansluitingen op de buis.*
- De riolering in de 'Handelsweg Zuid' en Havenweg tot De Noord moet worden vervangen
  - *De diameter is te groot (800mm) voor zijn toekomstige droogweer afvoerfunctie. Daarnaast zorgt de rioolvervanging voor het dieper kunnen aanleggen van het nieuwe rioolstelsel wat wenselijk is in relatie tot het lager aanleggen van de wegniveaus.*
- De riolering in de Energieweg moet worden vervangen.
  - *Vervanging zorgt ervoor dat het nieuwe riool dieper kan worden aangelegd wat wenselijk is in relatie tot het lager aanleggen van de wegniveaus.*
- Op basis van het huidige inrichtingsplan moet de Bergbezinkleiding (BBL) worden verlegd.
  - *De BBL wordt verlegd of de BBL wordt ingekort en krijgt een nieuwe uitstroomlocatie. In het laatste geval moet onderzocht worden in hoeverre er sprake is van een ongewenste vuilvrachtoename op oppervlaktewater.*

## 5.7 Ontwerphoogtes

- De Noord blijft op huidige wegniveau liggen en bepaald daarmee ook het peil van de aanliggende bouwblokken en de Handelsweg-zuid.
  - *Als uitgangspunt geldt dat de Handelsweg-zuid in hoogte blijft liggen.*
  - *De zijwegen vanuit Hanzekwartier lopen geleidelijk af richting de Lage Vaart tot circa 3,80 a 4,0 m – NAP. Dit is circa 1,0 m beneden huidig wegniveau!*
  - *De verlaging nabij de Lage Vaart en waterinhammen moet op haalbaarheid worden onderzocht in relatie tot:*
    - *Het borgen van een goede ontsluiting op de (tijdelijke) bestaande omgeving*
    - *Het grondtransport wat er mee op gang komt.*
- Er blijft een hoogteverschil aanwezig tussen wegniveau en waterpeil.
  - *Ten behoeve van de verkoopbaarheid van de kavels moet vroegtijdig uitgewerkt worden op welke wijze de hoogteverschillen worden opgevangen*
  - *Voor de hoogteverschillen op openbaar terrein moet rekening worden gehouden met aanpassing van het inrichtingsplan door meer ruimte te creëren om hoogteverschillen minder opvallend te maken.*

## **BIJLAGE 1 HUIDIGE RIOOLSITUATIE**

## BIJLAGE 2 MODELLERING WATERSYSTEMEN

### 2.1 Inleiding

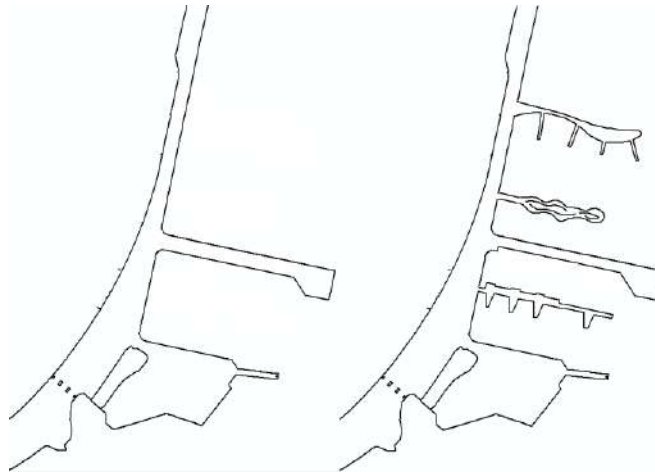
Voor de modellering van de waterverversing en het effect van passerende schepen op de stroomsnelheden en waterstanden in de nieuwe situatie is een model opgezet met het numerieke waterbewegingsmodel Delft3D. Dit model, ontwikkeld door Deltares, lost de 2D ondiepwater-vergelijkingen (impuls en continuïteit) op, op een (kromlijng) rekenrooster. Middels het rekenrooster en de bodemschematisatie wordt de geometrie van het gebied gedefinieerd. Een model bestaat verder onder andere uit randvoorwaarden en initiële waarden.

### 2.2 Uitgangspunten

Voor de opzet van het model is uitgegaan van:

#### *Geometrie*

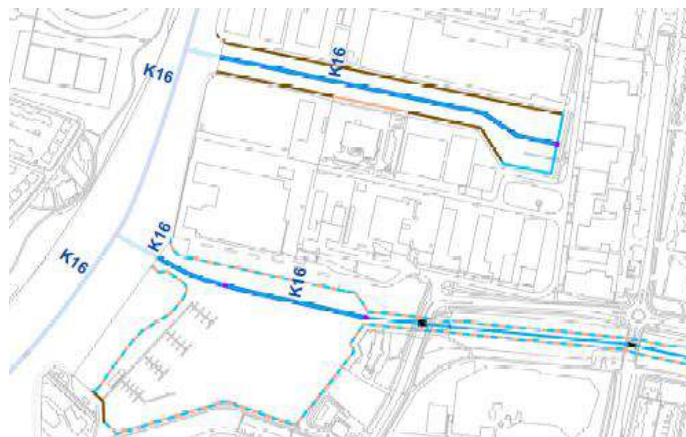
Uit de toegeleverde Autocad bestanden '100203\_Hanzekwartier.dwg' en '141105\_Hanzekwartier\_stand van zaken.dwg' is de bestaande en toekomstige geometrie van de waterlopen gehaald.



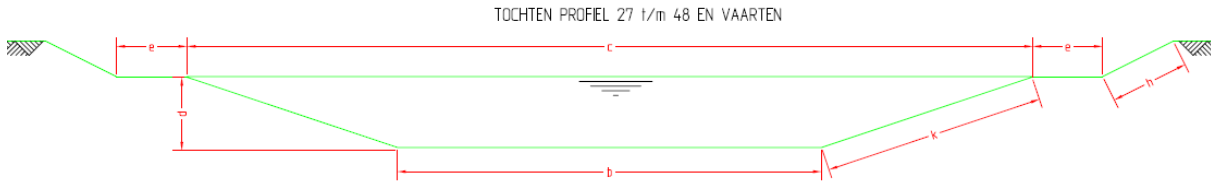
Figuur 2.1: Geometrie huidig (links) en toekomstig (rechts).

#### *Profiel Lage Vaart en bestaande havens:*

Van de website van het Waterschap Zuiderzeeland is informatie over het profiel van de Lage Vaart gehaald. De kaart 'legger waterlopen stedelijk' geeft aan dat het profiel type K16 betreft. Op de kaart 'leggertabel Waterschap Zuiderzeeland' staat dit profiel nader gespecificeerd, in termen van diepte en taluds: diepte = 3 m, talud = 1:3.



Figuur 2.2: Uitsnede kaart 'legger waterlopen stedelijk'.



AFMETINGEN VAARTEN									
OMSCHRIJVING	b	d	f	g	h	k	a	c	e
	Bodembreedte	Bodemdiepte	Helling talud	Helling talud	Helling talud	Helling talud	Breedte op d/2	Breedte op d	Bembreedte
S10	10,0	2,5			1:2	1:1		25,0	2,00
K16	16,0	3,0			1:2	1:1		34,0	3,00

Figuur 2.3: Uitsneden kaart 'leggertabel Waterschap Zuiderzeeland', profiel (boven) en karakteristieken (onder).

**NB**

De gemeente heeft na de modelstudie de opmerking geplaatst dat het getoonde profiel van de Lage Vaart ter plaatse niet juist is. Er staan stalen damwanden en betonnen cassetteplanken. De diepte in de Havenkom is wel 16 m. Arcadis heeft hier als volgt op gereageerd met goedkeuring van de gemeente: .

De waterdiepte van de havenkom (waarin wij aannemen dat de kom met aanlegplaatsen bedoeld wordt en niet de insteekhaven) heeft geen directe invloed op de resultaten. De waterdiepte heeft onvoldoende invloed op de Lage Vaart en daarmee het gedrag van de nieuwe waterinhammen.

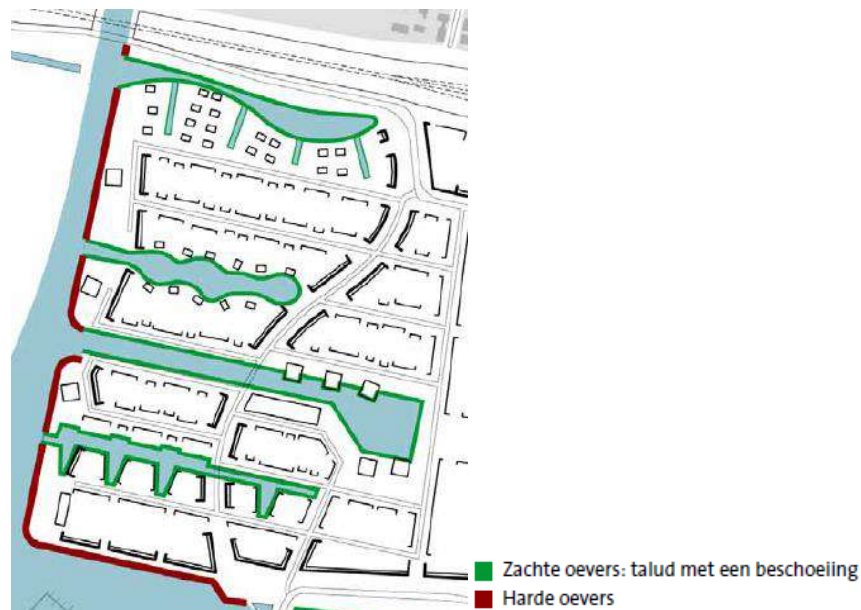
De aanpassing van onderwater taluds naar damwanden zorgt voor een groter beschikbaar watervolume. De berekende hoge waterstanden door scheepvaart zullen mogelijk iets lager liggen en de berekende laagste waterstanden iets hoger. Dit is positief. De verversingstijd zal daarentegen iets langer zijn. Echter de verhouding met de huidige insteekhaven zal niet verschillen. De langere verversingstijd zal daarbij niet zodanig toenemen dat de verblijftijd van opgeloste delen de gestelde norm van 10 dagen gaat overschrijden.



*Profiel inhammen:*

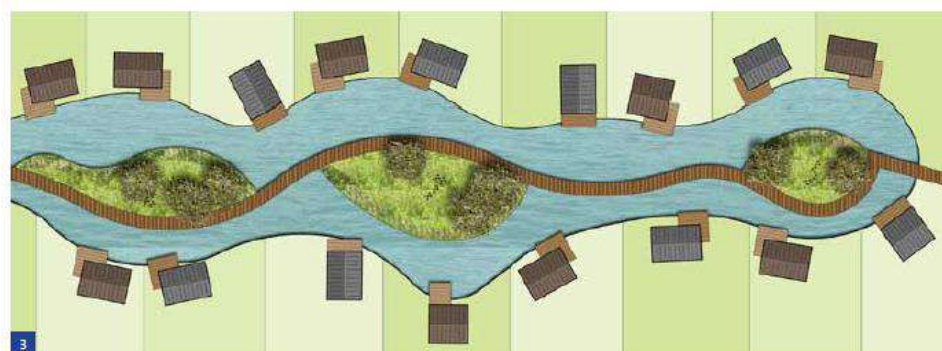
Van de drie nieuwe inhammen is weinig informatie bekend. Er is aangenomen (dat de diepte 1 m is. Dit is gelijk aan de minimale waterdiepte geadviseerd ten behoeve van de waterkwaliteit.

In 'Beeldkwaliteitsplan Hanzekwartier Dronten' staat een figuur dat alle nieuwe waterpartijen zijn voorzien van zachte oevers, bestaande uit een talud en een beschoeiing.



Figuur 2.4: 'Beeldkwaliteitsplan Hanzekwartier Dronten', blz. 42, 43.

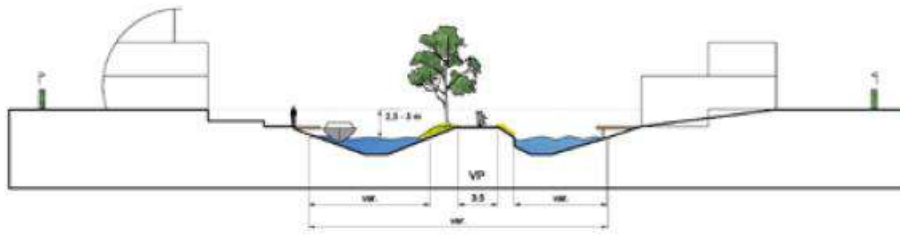
In de middelste van de drie nieuwe inhammen zijn eilandjes gepland, verbonden met een vlonder. Uit 'Beeldkwaliteitsplan Hanzekwartier Dronten' is onderstaande figuur genomen, waarin wordt gesuggereerd dat dit losse eilanden betreft, die onder water niet onderling zijn verbonden.



Figuur 2.5: 'Beeldkwaliteitsplan Hanzekwartier Dronten', blz. 127.

Figuur 2.6 toont een doorsnede door deze inham uit de 'Structuurvisie Hanzekwartier Dronten'. Hierin zijn duidelijk wel onderwatertaluds opgenomen. Op basis van deze informatie is aangenomen dat de noordelijke en zuidelijke inhammen worden uitgevoerd met een beschoeiing, en alleen de middelste is voorzien van een talud onder water, waarbij ook 1:3 is aangehouden, net als voor de Lage Vaart.





Doorsnede CC : Waterwonen aan de noordelijke inham

Figuur 2.6: 'Structuurvisie Hanzekwartier Dronten', blz. 51, 52.

**Afvoer:**

Via het Waterschap Zuiderzeeland is informatie verkregen over het maximale doorstroomdebiet van de Lage Vaart ter plaatse. Bij streefpeil bedraagt dit 17,25 m<sup>3</sup>/s.

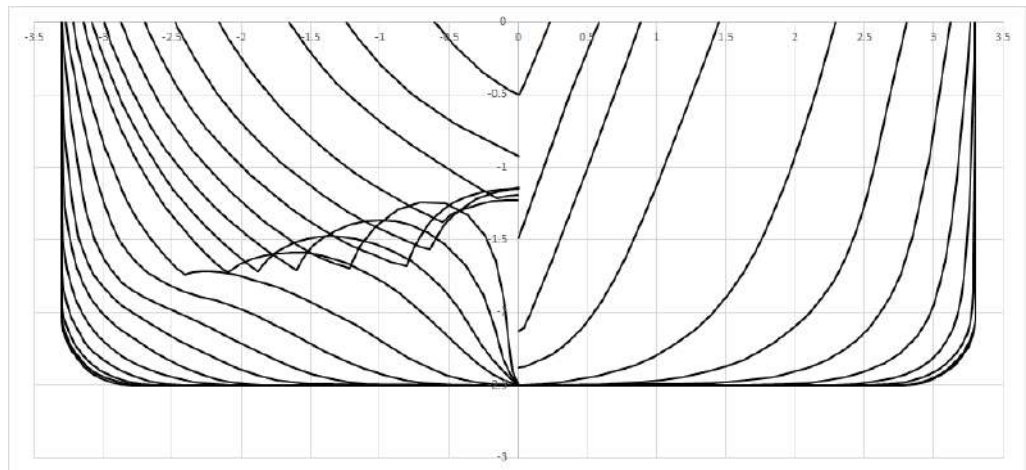
**Scheepvaart:**

We hebben informatie ontvangen over het aantal passeerbewegingen bij de verschillende sluisen. In figuur 2.7 zijn de locaties aangegeven. Voor de Flevopolder zijn alleen Zuidersluis, Vaartsluis, Noordersluis, Ketelsluis en Kampersluis van belang (Blauwe Dromer heeft alleen recreatievaart). Deze informatie bevatte geen informatie over het type schepen dat hier passeert.



Figuur 2.7: Ligging van sluisen en bruggen in de Flevopolder.

Wel is voor de Hoge Vaart informatie gevonden dat deze vaart wordt bevaren door CEMT-klasse II (Kempenaar) type schepen. Wikipedia geeft de afmetingen voor dit type schepen, het spantenplan uit figuur 2.8 is gebaseerd op literatuur. Bij het achterstevan is duidelijk de vorm te zien die wordt gebruikt om het water naar de propeller te leiden.

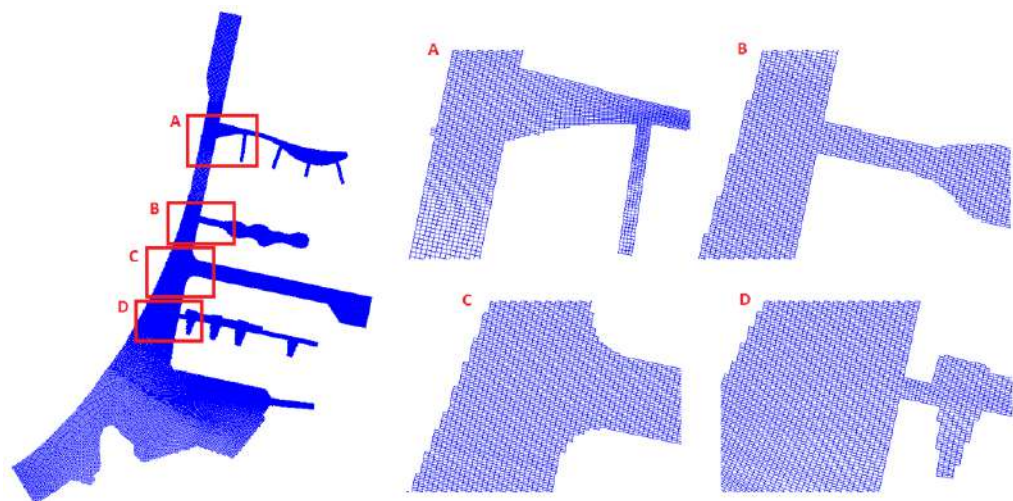


Figuur 2.8: Vorm van een CEMT-klasse II (Kempenaar) type schip, vanaf achtersteven (links) en vanaf boeg (rechts).

De Provincie Flevoland geeft aan dat er (nog) geen vastgestelde maximale vaarsnelheid is vastgelegd, maar dat daar momenteel naar wordt gekeken.

## 2.3 Modelopzet

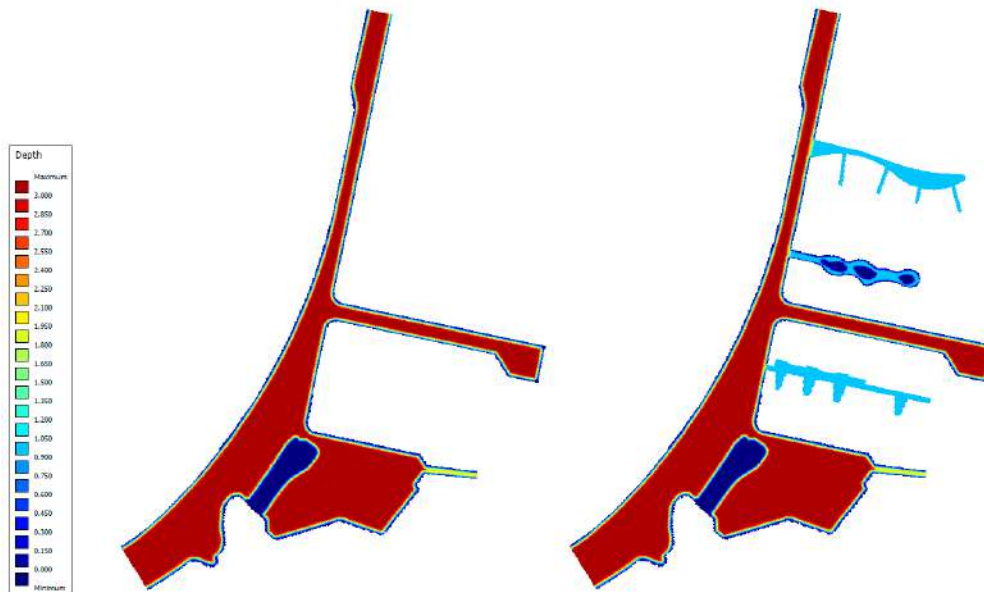
Ten behoeve van deze studie is een model opgezet van de Lage Vaart ter plaatse van het projectgebied ter lengte van circa 1300 m. Voor de huidige situatie is alleen de bestaande insteekhaven meegenomen, in de toekomstige situatie zijn alle drie de inhammen ook in de schematisatie opgenomen. Op basis van de in Bijlage 2.2 gegeven beschikbare informatie van geometrie en bodemligging is het model opgezet. Figuur 2.9 toont het gehele rooster en enkele details van het rooster bij de insteekhaven en de inhammen. Het rooster heeft als basismaten 2,5 m bij 2,5 m, maar ter plaatse van de inhammen is het celgrootte in de lengterichting van de Lage Vaart gehalveerd, om meer rekencellen in de dwarsrichting van de inhammen ter beschikking te hebben.



Figuur 2.9: Bodem-schematisatie bestaande (links) en toekomstige situatie (rechts).

Ten behoeve van de modellering van de passage van het schip is een resolutie van 2,5 m relatief grof ten opzichte van de breedte van het schip (ca. 6,5 m), vandaar dat voor die berekeningen het aantal cellen in de dwarsrichting is verdrievoudigd.

Figuur 2.10 geeft beide bodem-schematisaties weer, voor de bestaande en de toekomstige situatie.



Figuur 2.10: Bodem-schematisatie bestaande (links) en toekomstige situatie (rechts).

Het model is zoals in de inleiding genoemd, voor twee doeleinden gebruikt.

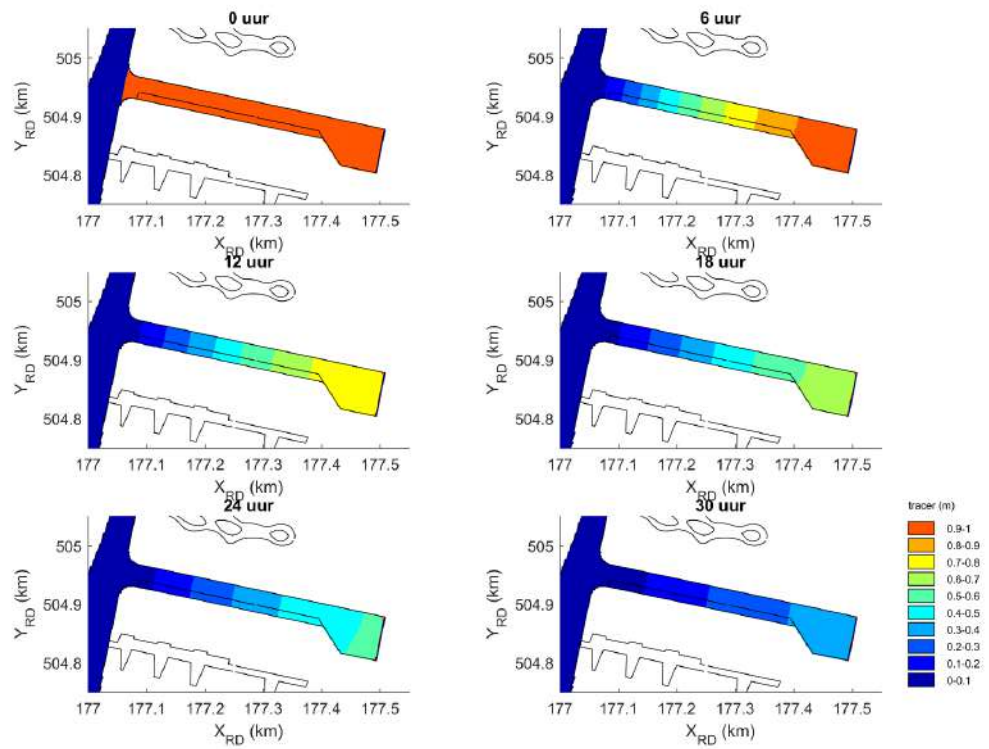
- **Verversingsberekeningen:**  
Er is in de doelstellingen gesteld dat de verversing van de nieuwe inhammen niet slechter moet zijn dan die van de bestaande insteekhaven. Dit hebben we gemodelleerd door te kijken hoe groot de verversing bedraagt voor de bestaande insteekhaven in de huidige situatie en de toekomstige haven, en elk van de inhammen, ten gevolge van de doorstroming.
- **Passerend schip:**  
Als een schip door een kanaal vaart, is de hoogte van de boeg- en hekgolf en de waterstandsverlaging naast het schip een functie van de vorm van het schip, de vaarsnelheid en de geometrie van het kanaal (breedte, diepte). Deze golf plant zich voort in de inhammen, waardoor ook daar stroomsnelheden en waterstandsverlagingen en –verhogingen optreden.

## 2.4 Resultaten verversingsstudie

Stroomsnelheden in de Lage Vaart bij  $17,25 \text{ m}^3/\text{s}$  variëren tussen de  $0,06 \text{ m/s}$  in de brede gedeelten (typische breedte  $100 \text{ m}$ ) en  $0,22 \text{ m/s}$  waar die het smalst is (breedte  $35 \text{ m}$ ).

Om te kijken naar de verversing van de bestaande insteekhaven (in bestaande en toekomstige situatie) en elk van de nieuwe inhammen is in elk gebied een tracer aangebracht met een initiële constante concentratie. Er is aangenomen dat deze stof niet afbreekt, niet reageert met andere stoffen en dat deze onder invloed van advectie en diffusie zich verspreidt (de zogenaamde conservatieve tracer benadering).

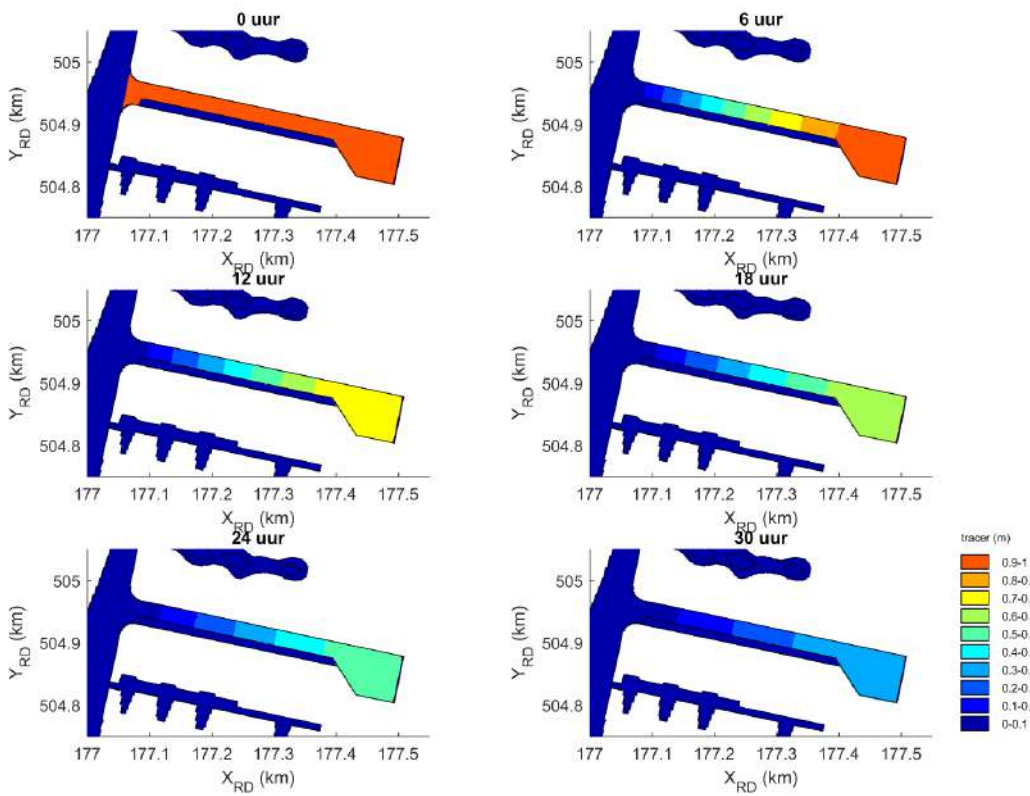
In figuur 2.11 is het verloop van de relatieve concentratie ten opzichte van de initiële concentratie in de bestaande insteekhaven weergegeven in de tijd. Aan de zijde van de Lage Vaart verdunt de tracer het snelst, achterin gaat het een stuk langzamer.



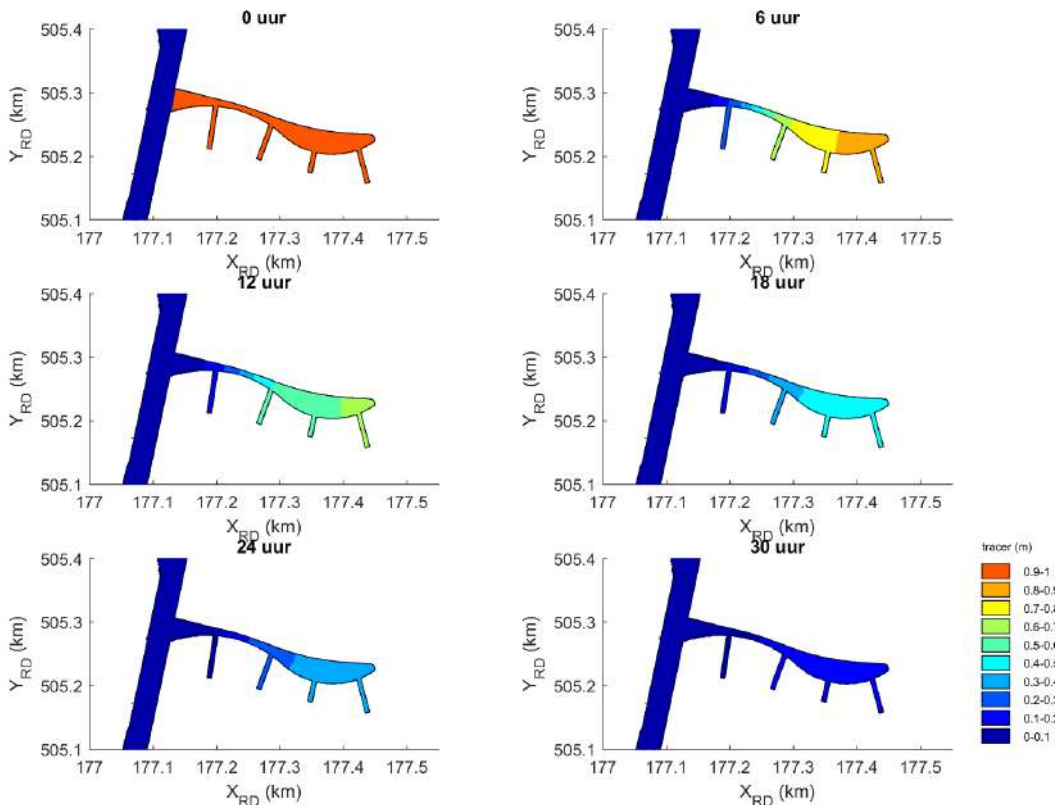
Figuur 2.11: Relatieve tracer concentraties in de tijd in de bestaande insteekhaven, in de huidige situatie.

Figuur 2.12 laat hetzelfde zien voor de insteekhaven in de toekomstige situatie. De vernauwing langs de zuidelijke kade is meegenomen. Hierdoor neemt de verversing af; de concentraties liggen hoger dan in de bestaande situatie. Figuren 2.13 tot en met 2.15 tonen het verloop van de concentraties voor de andere inhammen. Bij de noordelijke en zuidelijke inhammen ligt de concentratie na 6 uur achterin tussen de 80 en 90% van de initiële waarde, terwijl dat bij de bestaande insteekhaven nog boven de 90% is. In de middelste inham is de verversing zelfs nog beter; na 6 uur komt de concentratie niet uit boven de 70%.

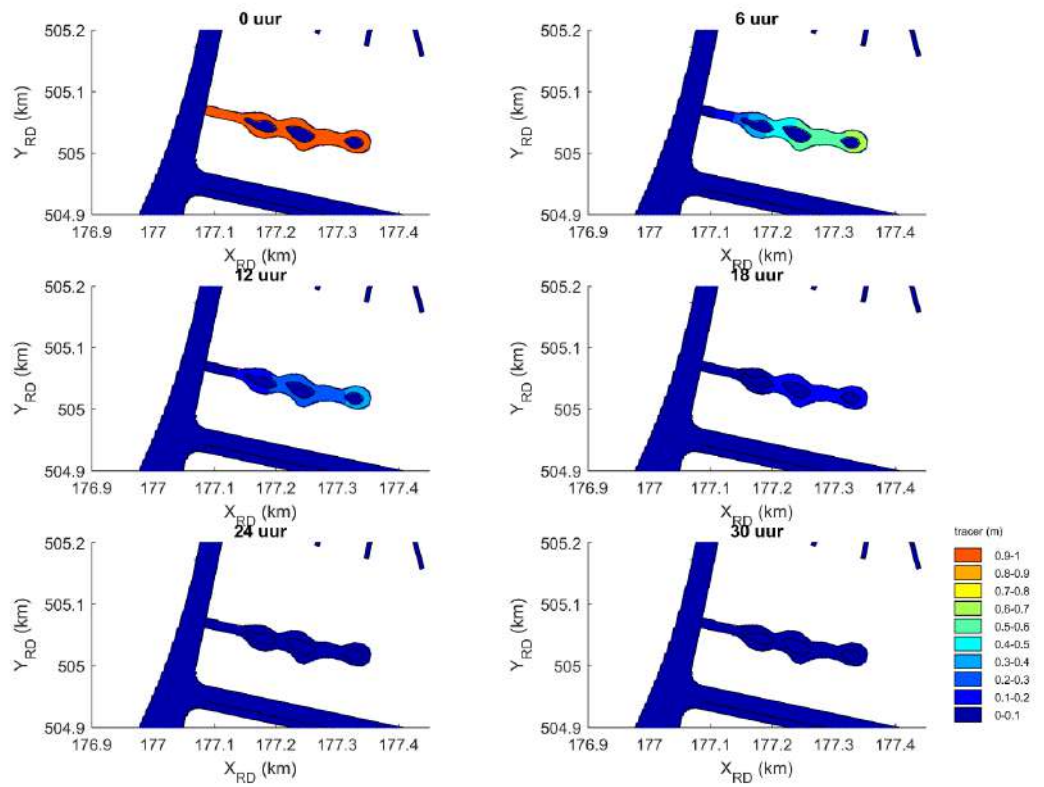




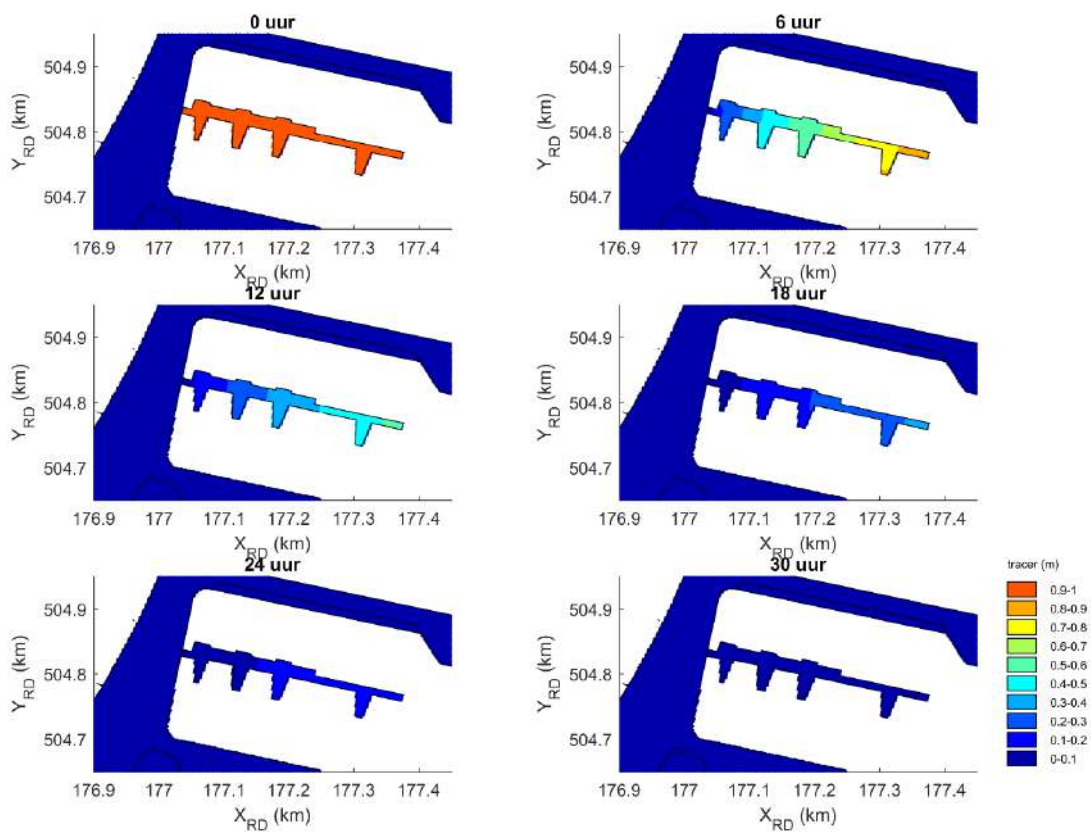
Figuur 2.12: Relatieve tracer concentraties in de tijd in de bestaande insteekhaven, in de toekomstige situatie.



Figuur 2.13: Relatieve tracer concentraties in de tijd in de noordelijke inham, in de toekomstige situatie.



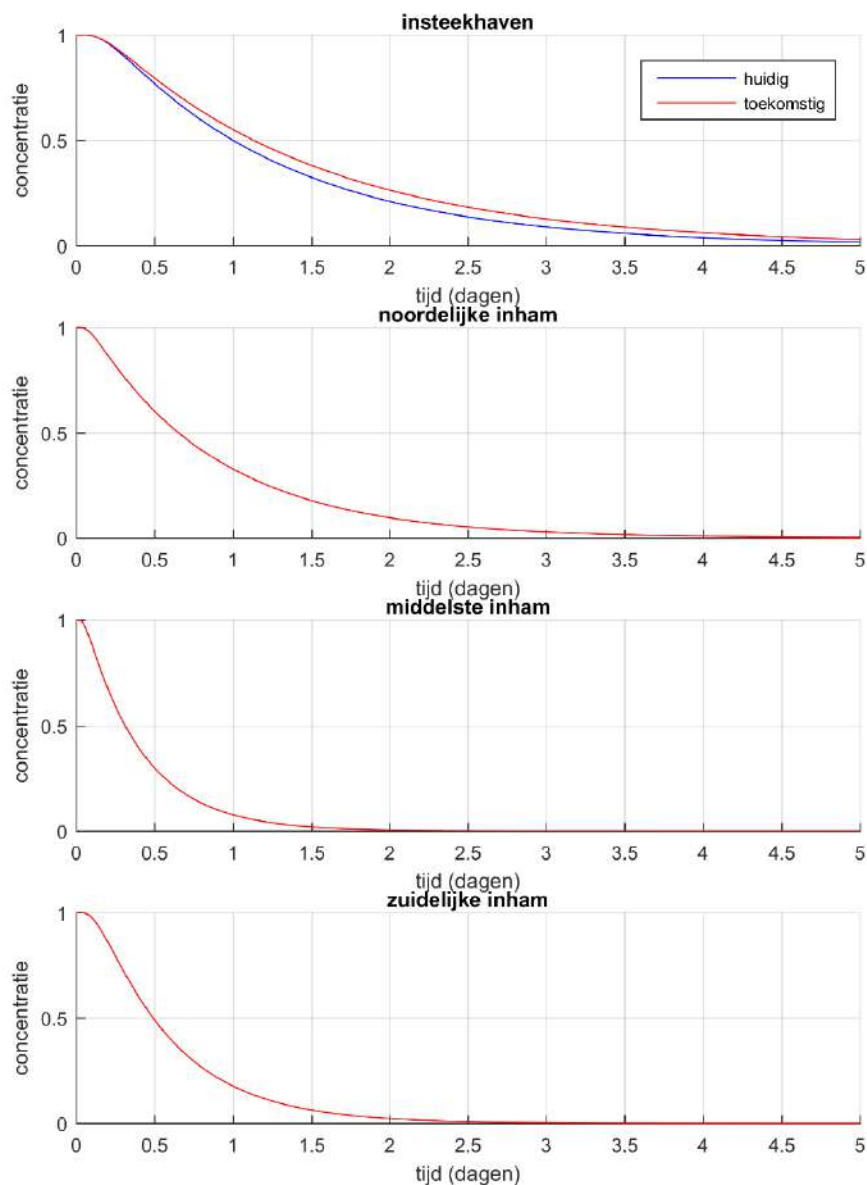
Figuur 2.14: Relatieve tracer concentraties in de tijd in de middelste inham, in de toekomstige situatie.



Figuur 2.15: Relatieve tracer concentraties in de tijd in de zuidelijke inham, in de toekomstige situatie.

In figuur 2.16 is de concentratie achterin de insteekhaven en de inhammen als functie van de tijd weergegeven. Deze figuur laat op een andere manier de mate van verversing zien.





Figuur 2.16: Relatieve tracer concentraties achterin de insteekhaven en de verschillende inhammen, bestaande en toekomstige situatie.

De resultaten van de verversingsstudie laten duidelijk zien dat:

- de verversing van de bestaande insteekhaven verslechtert door de vernauwing van de toegang;
- de verversing van de nieuwe inhammen is beter dan de insteekhaven, zowel in de huidige situatie als in de toekomstige.

#### Nadere onderbouwing resultaten

Een belangrijke aandrijving van de verversing is een neer (tegenstroom) die in de ingang van de inhammen ontstaat. Deze wordt aangedreven door de stroming in de vaart en zorgt ervoor dat er schoon water vanuit de vaart de inhammen instroomt en de tracer de inhammen uit. Een maat voor de verversingstijd is dan het volume van de inham gedeeld door het debiet van de neer. Als je dit toepast op de modeluitkomsten, volgt daar uit dat de verversingstijd voor de bestaande insteekhaven het grootst is, en voor de nieuwe inhammen kleiner.

Belangrijk hierbij is dat deze resultaten niets zeggen over de waterkwaliteit op zich, omdat hier geen aanvoer van vervuiling wordt meegenomen, noch zichtbare vervuiling als drijvend afval, wat veelal achterin de bassins zal blijven hangen.

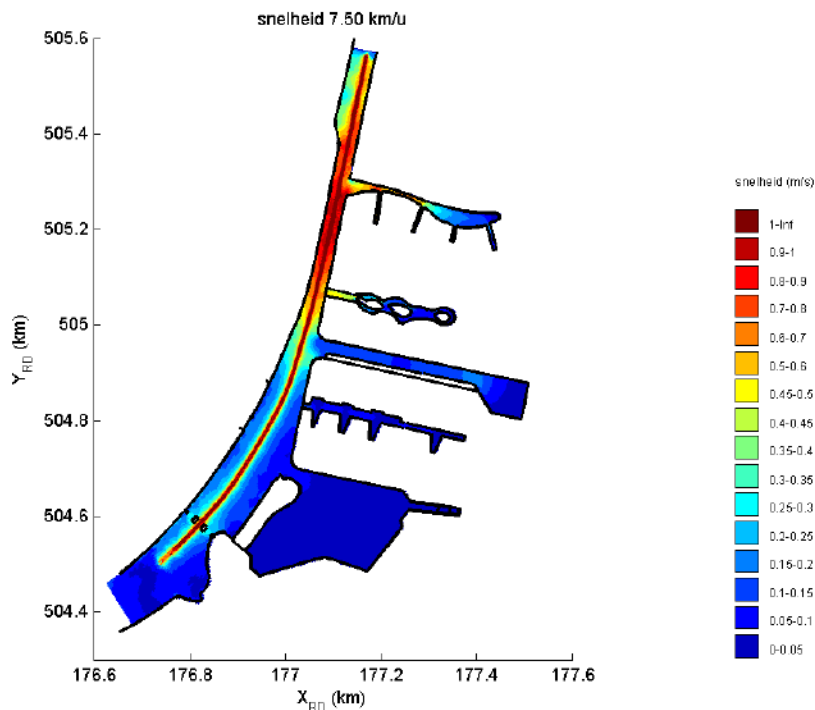
## 2.4 Resultaten effect passerend schip

Een passerend schip zorgt voor opstuwing bij de boeg en de hek, en naast het schip daalt de waterstand doordat het water langs het schip terugstroomt.

Het effect van een passerend schip is gemodelleerd als een druk op het wateroppervlak, in de vorm van het spantenplan uit figuur 2.8, die met een vaste snelheid langs de as van het kanaal voortbeweegt. Aangezien de snelheden die naast het schip ontstaan veel groter zijn dan de snelheden die het gevolg zijn van het doorstroomdebiet, is deze hier niet meegenomen, en dus worden alleen de snelheden en waterstanden die het gevolg zijn van het passeren van het schip gemodelleerd.

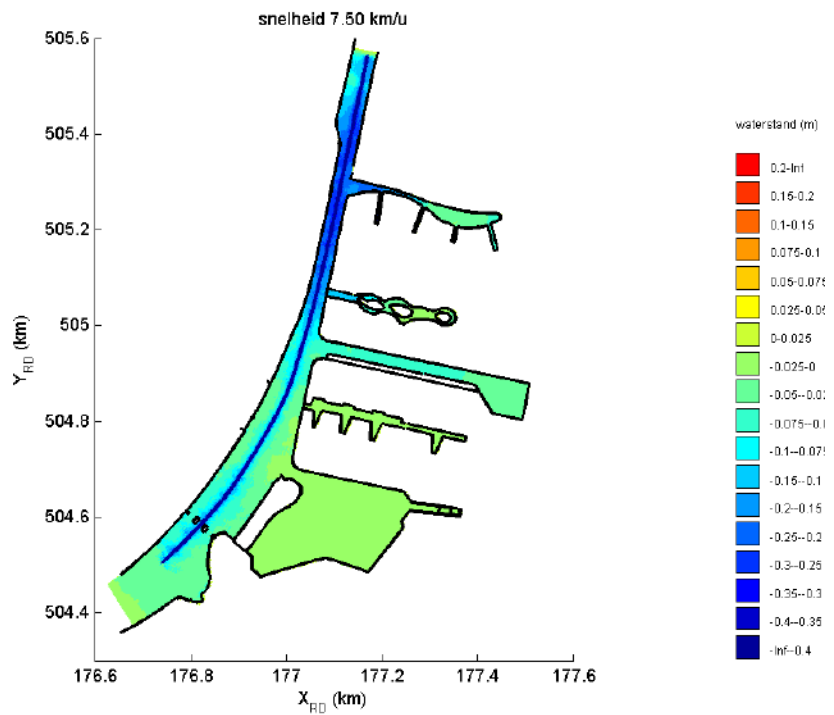
Aangezien het effect van het passerende schip sterk afhangt van de vaarsnelheid, zijn er simulaties gedraaid met een vaarsnelheid van 9 km/u, 8,75 km/u en 7,5 km/u. Daarnaast is er onderscheid gemaakt tussen een schip dat van noord naar zuid of dat van zuid naar noord vaart.

Figuren 2.17 tot en met 2.19 tonen voor het noordwaarts varende schip met 7,5 km/u de maximaal opgetreden stroomsnelheden en de minimaal en maximaal opgetreden waterstanden.



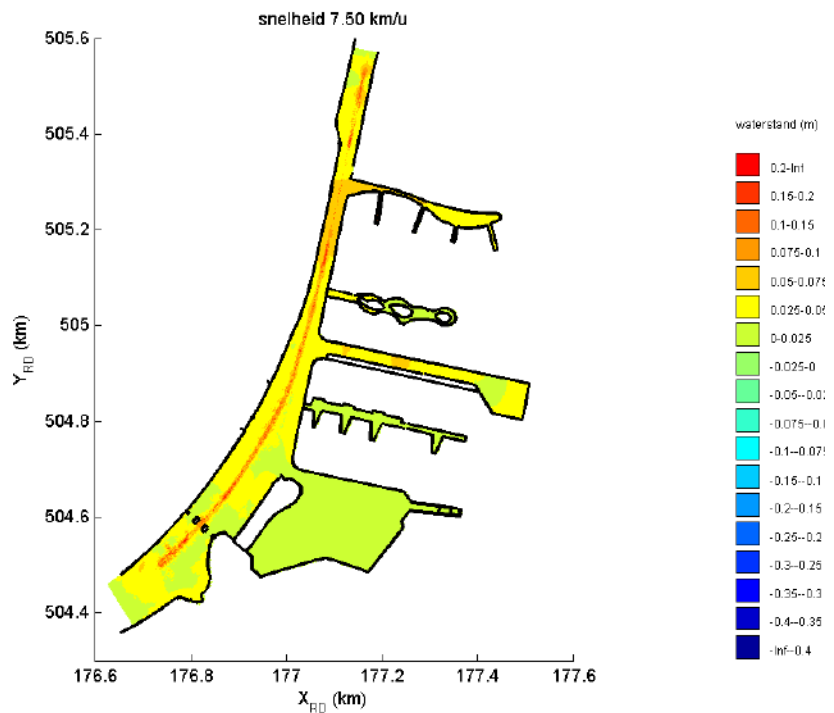
Figuur 2.17: Maximaal optredende stroomsnelheden ten gevolge van het passerende (noordwaarts varende) schip met een vaarsnelheid van 7,5 km/u.

Op het moment dat het schip in het nauwe gedeelte van de Lage Vaart komt, ter hoogte van de bestaande insteekhaven, nemen de snelheden naast het schip significant toe; van 0,15 m/s tot tegen de 1 m/s. Zodra het schip de noordelijke inham is gepasseerd en de vaart zich weer verbreedt, nemen de snelheden ook weer snel af.



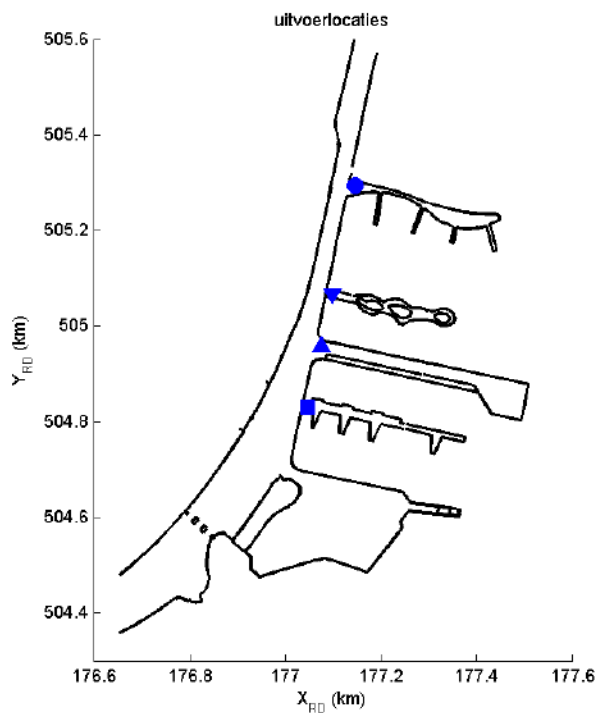
Figuur 2.18: Minimaal optredende waterstanden ten gevolge van het passerende (noordwaarts varende) schip met een vaarsnelheid van 7,5 km/u.

De trek van het schip is duidelijk zichtbaar daar waar de minimale waterstand overeenkomt met de diepgang van het schip.



Figuur 2.19: Maximaal optredende waterstanden ten gevolge van het passerende (noordwaarts varende) schip met een vaarsnelheid van 7,5 km/u.

Voor een locatie in de ingang van de verschillende inhammen (zie figuur 2.10) zijn in tabel 2.1 de resultaten voor waterstanden en stroomsnelheden gepresenteerd voor verschillende vaarsnelheden.



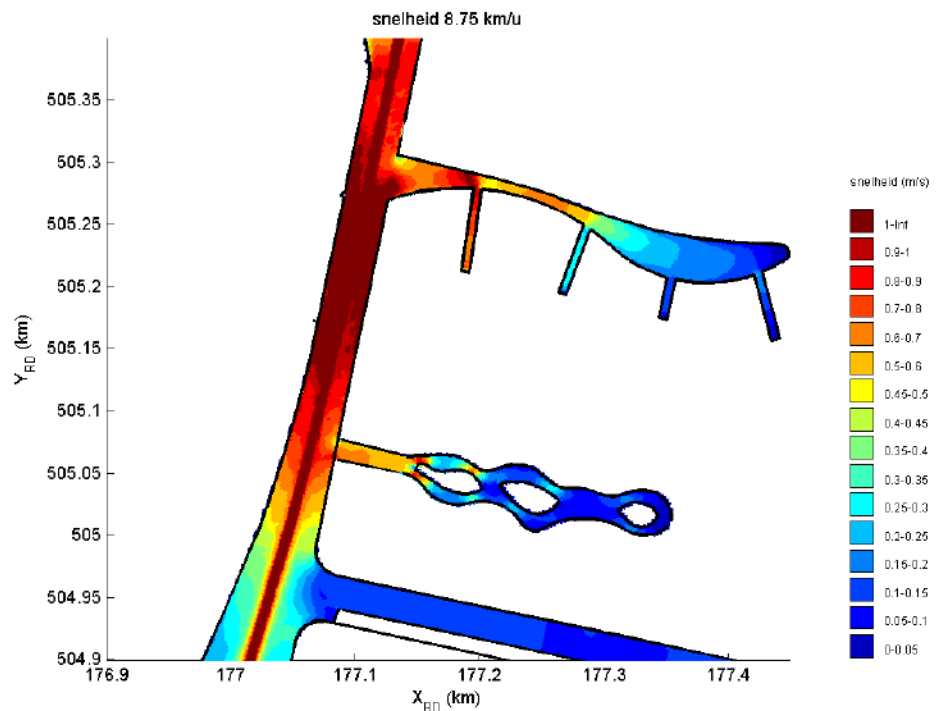
Figuur 2.20: Locaties waarvoor snelheden en waterstanden staan gepresenteerd in tabel 2.1.

inham	vaarsnelheid	max. snelheid (m/s)		min. waterstand (m)		max. waterstand (m)	
		N	Z	N	Z	N	Z
noordelijke inham	9.00 km/u	0.82	0.76	-0.27	-0.21	0.11	0.13
	8.75 km/u	0.61	0.72	-0.23	-0.18	0.09	0.11
	7.50 km/u	0.43	0.60	-0.20	-0.18	0.05	0.09
middelste inham	9.00 km/u	0.74	1.17	-0.20	-0.30	0.08	0.10
	8.75 km/u	0.61	0.84	-0.16	-0.22	0.07	0.08
	7.50 km/u	0.47	0.50	-0.12	-0.14	0.04	0.07
insteek haven	9.00 km/u	0.16	0.21	-0.07	-0.10	0.04	0.07
	8.75 km/u	0.11	0.16	-0.05	-0.09	0.03	0.05
	7.50 km/u	0.12	0.18	-0.06	-0.04	0.03	0.04
zuidelijke inham	9.00 km/u	0.18	0.38	-0.03	-0.05	0.02	0.04
	8.75 km/u	0.13	0.29	-0.02	-0.04	0.02	0.03
	7.50 km/u	0.13	0.21	-0.02	-0.03	0.02	0.03

Tabel 2.1: Extreme stroomsnelheden en waterstanden als gevolg van het passerende schip met verschillende vaarsnelheden en vaarrichtingen.

De tabel laat duidelijk zien dat de resultaten heel sterk afhangen van de vaarsnelheid; een toename van de vaarsnelheid met 20% (van 7,5 naar 9 km/u) zorgt in het algemeen voor een veel grotere stijging van de stroomsnelheden, bijvoorbeeld bij de middelste inham van 0,47 naar 0,74 m/s (+56%) of van 0,5 naar 1,17 m/s (+133%). Ook laat de tabel zien dat de effecten bij de noordelijke en middelste inhammen groter zijn dan voor de zuidelijke inham en de insteekhaven. Dit wordt veroorzaakt doordat de Lage Vaart daar smaller is. De insteekhaven zelf is ook dieper dan de inhammen, waardoor het effect van de kleinere breedte van de Lage Vaart ten opzichte van de zuidelijke inham voor een deel worden gecompenseerd.

In figuur 2.21 is weergegeven dat bij de noordelijke inham de snelheden in de ingang nog verder toenemen daar waar de inham vernauwt. Na de vernauwing dalen de stroomsnelheden sterk. Bij de middelste inham treden de hoogste stroomsnelheden op daar waar de toegang zich splitst ter hoogte van het eerste eiland. Doordat in deze inham taluds aanwezig zijn, ligt het doorstroomoppervlak daar lager dan in de ingang.



Figuur 2.21: Maximaal optredende stroomsnelheden ten gevolge van het passerende (noordwaarts varende) schip met een vaarsnelheid van 8,75 km/u in de noordelijke en middelste inhammen.

## **BIJLAGE 3 VERHARDINGSHOEVEELHEDEN**



## **BIJLAGE 4 OVERZICHT RWA STRUCTUUR**

## **BIJLAGE 5 OVERZICHT DWA STRUCTUUR**

## **BIJLAGE 6 ONTWERPHOOGTES**