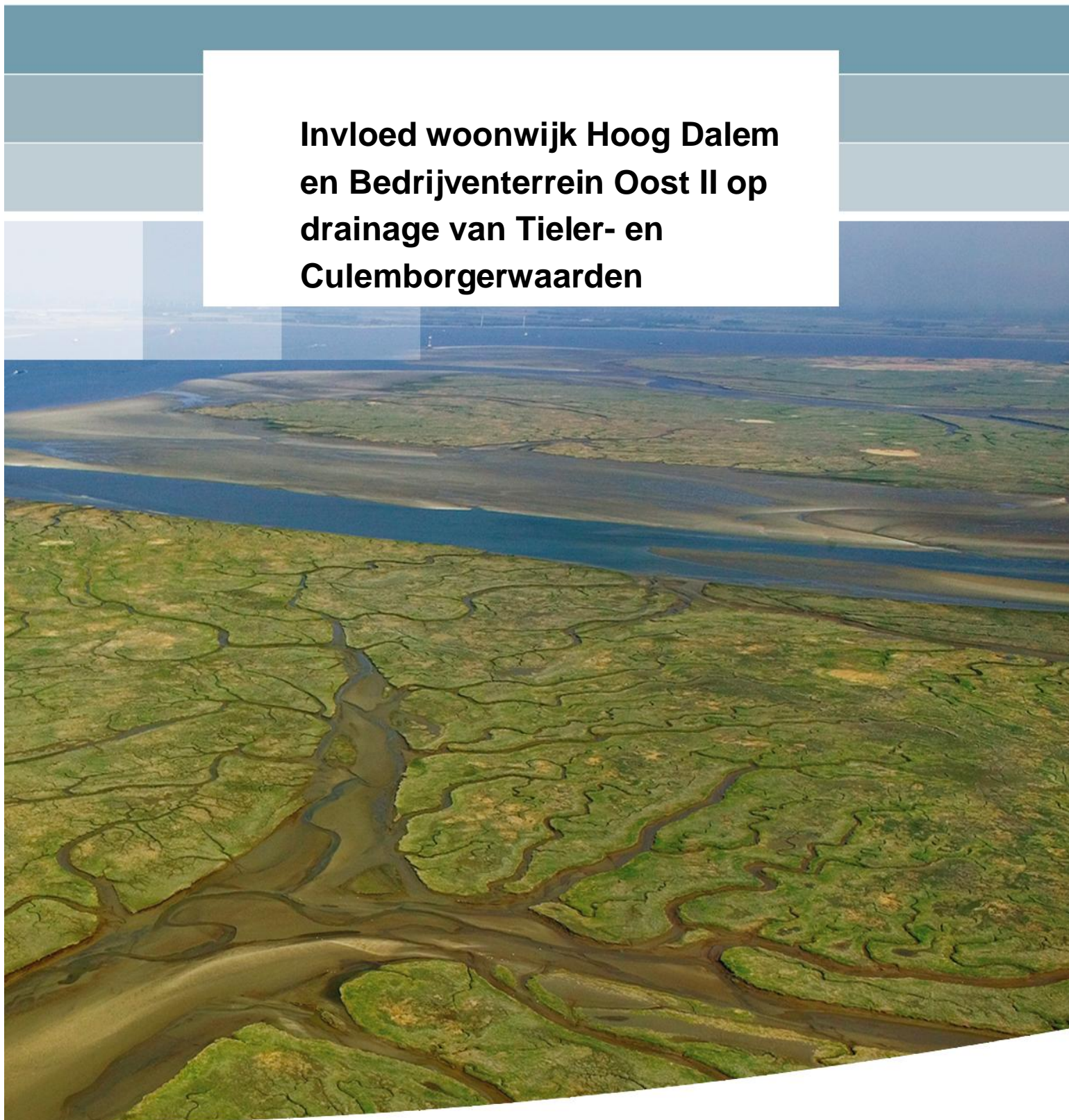


**Invloed woonwijk Hoog Dalem
en Bedrijventerrein Oost II op
drainage van Tieler- en
Culemborgerwaarden**



Invloed woonwijk Hoog Dalem en Bedrijventerrein Oost II op drainage van Tieler- en Culemborgerwaarden

Thieu van Mierlo
Rolf van Buren

1201748-000

Titel

Invloed woonwijk Hoog Dalem en Bedrijventerrein Oost II op drainage van Tieler- en Culemborgerwaarden

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Gemeente Gorinchem	1201748-000	1201748-000-ZWS-0029	43

Trefwoorden

Overstroming, drainage

Samenvatting

De gemeente Gorinchem is voornemens om de nieuw-te-bouwen woonwijk 'Hoog Dalem' aan te leggen alsmede het Bedrijventerrein Oost II uit te breiden. Beide uitbreidingen liggen in de traverse van de Dalemse suatiesluis en overlatten, welke worden gebruikt om een overstroomde Tieler- en Culemborgerwaarden (TCW) te draineren. De gemeente Gorinchem is verzocht bij de aanleg van genoemde uitbreidingen adequate ruimte vrij te houden voor de drainage van een overstroomde TCW en dit tevens in overleg met de betrokken waterbeheerders te doen.

De waterstandverhogingen in het draineren van een overstroomde TCW tengevolge van de aanleg van de nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem en het uit-te-breiden Bedrijventerrein Oost II lijken gering. Hierbij kan een onderscheid worden gemaakt naar:

- Scenario's 6 en 8, waarin de conservatieve hydraulische randvoorwaarden van de WL 2003 studie zijn gehanteerd, conform de PICASO studie (scenario 6: Initiële waterstand in de TCW van NAP +5.5m; scenario 8: max. instroomdebiet bij Tiel van 5958 m³/s). Hierbij traden waterstandsverhogingen voor de Diefdijk op van respectievelijk 1.4 cm in scenario 6 en 1.4 cm in scenario 8.
- Scenario's 7 en 9, waarin minder conservatieve hydraulische randvoorwaarden zijn gehanteerd (scenario 7: Initiële waterstand in de TCW van NAP + 4.8 m; scenario 9: maximum instroomdebiet bij Tiel van 2826 m³/s). Deze randvoorwaarden zijn gebaseerd op recentere inzichten met het HR-C DelftFLS 2006 model. Hierbij traden waterstandsverhogingen voor de Diefdijk op van respectievelijk 0.9 cm in scenario 7 en 0.5 cm in scenario 9.

Referenties

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	juni 2010	Thieu van Mierlo	<i>dm</i>	Marcel van der Doef	<i>MD</i>	Toon Segeren	<i>TS</i>
		Rolf van Buren					

Status

definitief

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Achtergrond	1
1.2	De WL 2003 studie	1
1.3	Verschillen tussen de huidige studie en de WL 2003 studie	2
1.4	Doel en opzet van de huidige studie	3
1.5	Deltares projectteam	3
1.6	Erkenning	3
1.7	Leeswijzer	3
2	Drainagekarakteristieken van de TCW	5
3	Definitie T0 en T2010 situatie	7
3.1	Omvang en ruimtelijke discretisatie van de T0 en T2010 situatie	7
3.2	Beschrijving van de T0 situatie	7
3.3	Beschrijving van de T2010 situatie	9
4	Het SOBEK TCW model	11
4.1	Omvang en opbouw van het SOBEK TCW model	11
4.2	Het 100 m hoogtegrid en bodemruwheidsgrid van het SOBEK TCW model	12
4.2.1	Uitbreiding van het HR-C 2006 DelftFLS model schematisatie	12
4.2.2	Aanvulling van verticale lijnelementen	12
4.2.3	Aanpassingen in de HR-C 2006 bodemruwheidskaart	13
4.3	De 10 m hoogtekaarten en bodemruwheidskaarten van het SOBEK TCW model voor de T0 en de T2010 situatie	13
4.3.1	<u>T0 situatie</u> : de 10 m hoogtekaart en bodemruwheidskaart van het SOBEK TCW model	14
4.3.2	<u>T2010 situatie</u> : de 10 m hoogtekaart en bodemruwheidskaart van het SOBEK TCW model	16
4.4	Dijken en (spoor)wegen	18
4.5	Duikers in het HR-C 2006 DelftFLS model	18
4.6	Overige duikers onder (spoor)wegen in de WL 2003 studie	19
4.7	Dalemse suatiesluis	20
4.8	Dalemse overlaten	20
4.9	Lingedijk overlaten	20
4.10	Zwaluwwand ter hoogte van de derde Dalemse overlaat	21
4.11	Overige waterbouwkundige kunstwerken	21
5	Omschrijving van de drainageberekeningen	23
5.1	Doel en opzet van de drainageberekeningen	23
5.2	Overzicht van drainageberekeningen	23
5.3	Hydraulische randvoorwaarden in de drainageberekeningen	25
5.3.1	Q-h relatie op Waal km 956.1 (benedenstrooms van Dalem)	25
5.3.2	Initiële uniforme TCW waterstand in de leegloopsommen	26
5.3.3	Waalafvoerloop bij Dalem in de leegloopsommen	26
5.3.4	Waalafvoerloop bij Dalem en Instromend bresdebiet bij Tiel in de doorstromsommen	27
5.3.5	Inzet van de Dalemse suatiesluis in de doorstromsommen	29

5.3.6	Inzet van de Dalemse overlaten in de doorstromsommen	29
6	Resultaten van de drainageberekeningen	31
6.1	Resultaten van de leegloopsommen	31
6.2	Resultaten van de doorstromsommen	32
7	Samenvatting en conclusies	35
8	Literatuur	37

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Door de gemeente Gorinchem is het volgende aangegeven. De gemeente Gorinchem is voornemens om de nieuw-te-bouwen woonwijk 'Hoog Dalem' aan te leggen conform het bestemmingsplan 'Hoog Dalem', gewijzigd vastgesteld door de gemeenteraad op 28 januari 2010 en tevens het bestaande Bedrijventerrein 'Oost II' uit te breiden conform het voorontwerp-bestemmingsplan 'Oost II', vastgesteld door het college van burgemeester en wethouders op 4 augustus 2009. De nieuwbouwwijk 'Laag Dalem Zuid' is al aangelegd conform het geldende bestemmingsplan 'Laag Dalem Zuid', vastgesteld door de gemeenteraad op 30 oktober 2003 en deels goedgekeurd door Gedeputeerde Staten (GS) op 8 juni 2004.

De nieuwbouwwijk Laag Dalem Zuid, de nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem en het Bedrijventerrein Oost II liggen in de traverse van Dalemse suatiesluis en overlaten. Via genoemde traverse moet het water uit een deel van een overstroomde Dijkkring 43: Betuwe/Tieler- en Culemborgerwaarden wegstromen naar de Waal. Meer precies omschreven: dat deel van Dijkkring 43 dat ligt ten westen van het Amsterdam-Rijn Kanaal, hierna kort genoemd de TCW.

In een brief van de Hoofdingenieur-directeur van Rijkswaterstaat, Directoraat-generaal Rijkswaterstaat, Directie Zuid-Holland, d.d. 8 juni 2001, is de gemeente Gorinchem verzocht om bij het ontwikkelen van plannen voor bebouwing van het resterende gebied binnen de streekplan countour (waar binnen de geplande nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem en het geplande uit-te-breiden Bedrijventerrein Oost II valt) voldoende ruimte vrij te houden ten einde een adequate drainage van een overstroomde Tieler- en Culemborgerwaarden te garanderen. In genoemde brief wordt de gemeente Gorinchem tevens verzocht om het bepalen van de benodigde ruimte voor een adequate drainage te doen in overleg met betrokken waterbeheerders.

1.2 De WL 2003 studie

In 2003 heeft het toenmalige WL|Delft Hydraulics (per 01-01-2008 opgegaan in Deltares) een analyse uitgevoerd naar de consequenties van de aanleg van de nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem op de drainage van een overstroomde Tieler- en Culemborgerwaarden (TCW).

Zoals in §1.3 hieronder wordt toegelicht, wijken de berekeningen in de huidige studie op een aantal essentiële punten af van de berekeningen in de WL 2003 studie. Dit bemoeilijkt het onderling vergelijken van de resultaten van de huidige studie met de resultaten van de WL 2003 studie. De resultaten van de huidige studie zijn leidend. Dit omdat in de huidige studie de meest actuele gegevens zijn gebruikt. Hiermee rekeninghoudend worden in dit rapport de resultaten van de WL 2003 studie niet gerapporteerd. Voor nadere informatie over de WL 2003 studie wordt verwezen naar (Van Mierlo en Stone, 2003).

1.3 Verschillen tussen de huidige studie en de WL 2003 studie

De huidige studie wijkt op een aantal essentiële punten af van de WL 2003 studie. De belangrijkste verschillen zijn:

Nieuwbouwwijk Laag Dalem Zuid:

- De vormgeving van de huidige nieuwbouwwijk Laag Dalem Zuid wijkt af van de vormgeving zoals aangenomen in de WL 2003 studie. De grootste verschillen betreffen een andere locatie van een deel van de bebouwing in het uiterste zuidwesten van de nieuwbouwwijk, een andere inrichting van de Wadi's, de watergangen en de aanleg van een Zwaluwwand.

Nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem:

- Ten tijde van de WL 2003 studie was de definitieve vormgeving van de nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem nog niet bekend. Derhalve is destijds besloten dat de traditioneel opgezette woonwijk Laag Dalem model kon staan voor de vormgeving van de nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem.
- In de WL 2003 studie was de nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem 48 hectaren groot. In de huidige studie is de nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem 98 hectaren groot.
- In de WL 2003 studie is de nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem gemodelleerd op een 100 bij 100 m grid. In de huidige studie wordt de nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem op een gedetailleerd 10 bij 10 m grid gemodelleerd.

Bedrijventerrein Oost II:

- In de WL 2003 studie is géén rekening gehouden met de uitbreiding van het Bedrijventerrein Oost II. In de huidige studie wordt de uitbreiding van Bedrijventerrein Oost II (totaal ca 47 hectaren) wel meegenomen en op een gedetailleerd 10 bij 10 m grid gemodelleerd.

Waal:

- In de WL 2003 studie is de bodemligging van de Waal identiek aan de PICASO model schematisatie (PICASO, 2000). Tevens is de Waal gekalibreerd op waterstanden, welke zijn berekend het gekalibreerde 1D SOBEK Noordelijk Deltabekken model (NDB) versie v_1_0_0. In de huidige studie is de bodemligging van de Waal identiek aan de HR-C 2006 DelftFLS model schematisatie, welk model is gebruikt in de bepaling van de hydraulische randvoorwaarden voor categorie c-keringen (Achtergrondrapportage Diefdijklinie, 2008). Het HR-C 2006 DelftFLS model betreft een gekalibreerd hydraulisch rivier(o.a. Waal)model.

Tieler- en Culemborgerwaarden (TCW):

- In de WL 2003 studie is de PICASO modelschematisatie voor de Tieler- en Culemborgerwaarden (TCW) gebruikt. Ten tijde van de bouw van het PICASO model was het Algemeen Hoogtemodel Nederland (AHN) nog niet beschikbaar. In de huidige studie is de TCW modelschematisatie gebaseerd op het HR-C 2006 DelftFLS model. De hoogteliggingen in het HR-C 2006 DelftFLS model zijn gebaseerd op de veel nauwkeuriger ingemeten AHN data.

Bovenstroomse hydraulische randvoorwaarden:

- In de WL 2003 studie zijn bovenstroomse hydraulische randvoorwaarden gebruikt in lijn met de uitgangspunten van de PICASO studie.
- In huidige studie zijn bovenstroomse hydraulische randvoorwaarden gebruikt zoals toegepast in de bepaling van de hydraulische randvoorwaarden voor categorie c-keringen (ter info: de Diefdijk is een categorie c-kering). Deze

bovenstroomse hydraulische randvoorwaarden zijn gebaseerd op de nieuwste inzichten. Tevens zijn in de huidige studie vergelijkbare berekeningen gemaakt, maar dan met de eerder genoemde bovenstroomse PICASO hydraulische randvoorwaarden.

Bovengenoemde verschillen bemoeilijkt het onderling vergelijken van de resultaten van de huidige studie met de resultaten van de WL 2003 studie. De resultaten van de huidige studie zijn leidend. Dit omdat in de huidige studie de meest actuele gegevens zijn gebruikt. Meer precies de HR-C 2006 DelftFLS model schematisatie en de gerealiseerde nieuwbouwwijk Laag Dalem Zuid, en de stedenbouwkundig uitgangspunten van de nog te realiseren woonwijk Hoog Dalem en de afronding van de inmiddels in ontwikkeling zijnde uitbreiding van Bedrijventerrein Oost II.

1.4 Doel en opzet van de huidige studie

In de huidige studie zijn de waterloopkundige effecten van de nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem en de uitbreiding van het bedrijventerrein Oost II op de drainage van een overstroomde Tieler- en Culemborgerwaarden (TCW) bepaald. Dit is gedaan middels het analyseren van de resultaten van drainageberekeningen uitgaande van een reeds overstroomde TCW (*leegloopsom*) of een overstromende TCW (*doorstromsom*) voor het geval de nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem en de beoogde uitbreiding van het Bedrijventerrein Oost II *niet* (T0 situatie) en *wel* (T2010 situatie) zijn aangelegd.

Ten behoeve van de drainageberekeningen zijn hydraulische modellen van de Tieler- en Culemborgerwaarden (TCW) gebouwd op basis van de HR-C 2006 DelftFLS model schematisatie en de door de gemeente Gorinchem aangeleverde gegevens voor de T0 en T2010 situatie. De genoemde drainageberekeningen zijn gemaakt middels het software pakket SOBEK, hetgeen is ontwikkeld door Deltares. De modelschematisaties en de hydraulische randvoorwaarden welke in de diverse drainageberekeningen zijn gebruikt, zijn bepaald in nauw overleg met de betrokken waterbeheerders, meer precies: Waterschap Rivierenland, Provincie Zuid-Holland en Provincie Gelderland.

1.5 Deltares projectteam

De onderhavige studie is uitgevoerd door Thieu van Mierlo (projectleider) en Rolf van Buren. De kwaliteitsborging is gedaan door Marcel van der Doef.

1.6 Erkenning

Voor de huidige studie zijn informatie en/of data kosteloos ter beschikking gesteld door de Gemeente Gorinchem, het Waterschap Rivierenland, de Provincie Zuid-Holland en de Provincie Gelderland.

1.7 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de drainagekarakteristieken van de Tieler- en Culemborgerwaarden (TCW) beschreven. In hoofdstuk 3 wordt de T0 situatie en de T2010 situatie omschreven. Hoofdstuk 4 beschrijft het hydraulische SOBEK model dat voor de TCW is ontwikkeld. In hoofdstuk 5 worden de gemaakte drainageberekeningen omschreven. In hoofdstuk 6 worden de resultaten van de drainageberekeningen besproken. In hoofdstuk 7 worden afsluitende conclusies gegeven.

2 Drainagekarakteristieken van de TCW

In de rechter Waaldijk ter hoogte van Dalem bevinden zich vier waterbouwkundige kunstwerken, te weten een suatiesluis en drie overlaten, welke dienen voor het draineren van een overstroomde Tieler- en Culemborgerwaarden (TCW). De Dalemse suatiesluis en overlaten zullen worden geopend zodra overstroomd water in de TCW via de Waal kan wegstromen. Dit ter voorkoming van het overstromen van de Diefdijk, hetgeen zal resulteren in een overstroming van Dijkkring 16: Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden.

In de TCW bevinden zich twee secundaire waterkeringen, te weten:

- a) de Noordelijke Lingedijk van Asperen naar Geldermalsen, welke aansluit op de Aalsdijk van Geldermalsen naar Beusichem; en
- b) de Zuidelijke Lingedijk van Geldermalsen naar Tiel.

In de linker- en rechter Lingedijken tussen Asperen en Geldermalsen bevinden zich een tiental overlaten. Volgens de Provincie Zuid-Holland is het formeel niet geregeld dat deze overlaten ten tijde van een overstroomde TCW kunnen worden ingezet. Naar mening van het Waterschap Rivierenland zullen mogelijk acht van deze Linge overlaten wel worden ingezet ten tijde van een overstroomde TCW. Dit in ogenschouw nemende verdient het aanbeveling om de mogelijke inzet van de Lingedijkoverlaten formeel te regelen.

Genoemde secundaire waterkeringen verdelen de TCW in drie gebieden, zijnde:

- 1) de Nederbetuwe, gelegen ten oosten van de Aalsdijk en ten noorden van de Zuidelijke Lingedijk;
- 2) het Lek- en Lingegebied, gelegen ten noorden van de Noordelijke Lingedijk en ten westen van de Aalsdijk; en
- 3) de Tielerwaard, gelegen ten zuiden van de Zuidelijke Lingedijk.

De Nederbetuwe draineert via de Korne en de Linge over de Zuidelijke Lingedijk (of via de overlaten) naar de Tielerwaard, alwaar het water via de Dalemse suatiesluis en overlaten op de Waal kan wegstromen. Het Lek- en Lingegebied draineert over de Noordelijke- en Zuidelijke Lingedijken (of via de overlaten) op de Tielerwaard en vervolgens via de Dalemse suatiesluis en overlaten op de Waal. De Tielerwaard draineert rechtstreeks via de Dalemse suatiesluis en overlaten op de Waal. Om de effecten van de voorgenomen nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem en het uit-te-breiden Bedrijventerrein Oost II op het functioneren van de Dalemse suatiesluis en overlaten te beschouwen, dienen dus de Nederbetuwe, het Lek- en Lingegebied en de Tielerwaard in de analyse te worden betrokken.

In de TCW bevinden zich waterbouwkundige kunstwerken, zoals de Lingesluizen nabij Asperen, de hefdeuren (welke inmiddels zijn vervangen door schotbalken) in de Diefdijklinie ter hoogte van Rijksweg A2, de uitwateringssluis nabij Fort Everdingen aan de Lek, de grondduiker in de Linge nabij Tiel, de grondduiker in de Korne nabij het Amsterdam-Rijn Kanaal, en de inlaatsluis in het inundatiekanaal. In de Lingedijken nabij Asperen bevinden zich de (restanten van de) Zuidelijke- en Noordelijke Militaire Inundatiesluizen. Deze laatstgenoemde sluisen worden niet meer gebruikt en kunnen worden beschouwd als zijnde permanent gesloten. In de diverse (spoor)wegen bevinden zich duikers, te noemen vallen

o.a. Rijksweg A2 (Utrecht - Den Bosch), Rijksweg A15 (Dordrecht - Arnhem), de spoorlijn Utrecht naar Tiel en de spoorlijn van Dordrecht naar Tiel.

In de TCW bevinden zich ook een viertal gemalen (max. capaciteit 25 m³/s), respectievelijk aan de Noordelijke Lingedijk nabij Beesd, aan de Zuidelijke Lingedijk nabij Gellicum, ter hoogte van Leerdam (ten noorden van de Linge) aan de Diefdijk, en ter hoogte van Leuvensche Veld (ten zuiden van de Linge) aan de Diefdijk.

3 Definitie T0 en T2010 situatie

In dit hoofdstuk worden de T0 en de T2010 situatie nader beschreven. De T0 en T2010 situatie zijn aangeleverd door de Gemeente Gorinchem.

3.1 Omvang en ruimtelijke discretisatie van de T0 en T2010 situatie

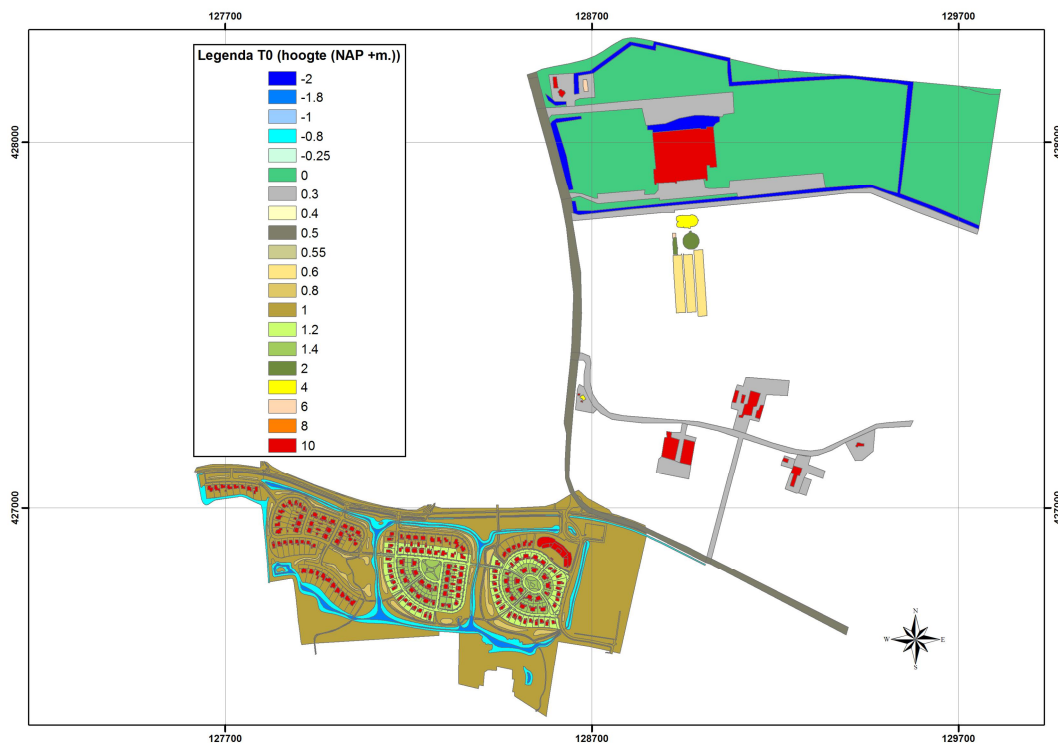
De omvang (het ruimtelijk beslag) van de T0 en T2010 situatie zijn identiek. Beide situaties omvatten de nieuwbouwwijk Laag Dalem Zuid, de nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem en het uit-te-breiden Bedrijventerrein Oost II. In het SOBEK model worden zowel de T0 als de T2010 situatie op een 10 bij 10 m grid gemodelleerd (c.q. ruimtelijke discretisatie van 10 m).

3.2 Beschrijving van de T0 situatie

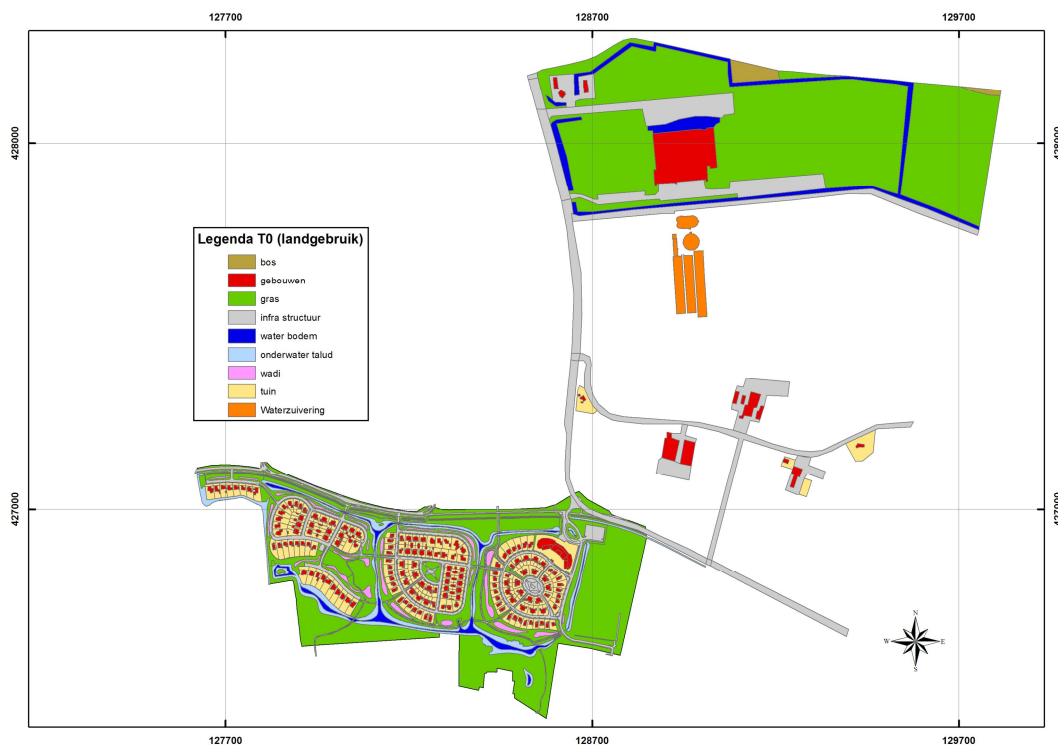
Figuur 3.1 en Figuur 3.2 tonen respectievelijk de hoogteligging en het landgebruik in de T0 situatie. De T0 situatie beschrijft de situatie op 8 juni 2004, zijnde het tijdstip waarop provincie Zuid-Holland het bestemmingsplan Laag-Dalem Zuid heeft goedgekeurd en daarmee heeft ingestemd om de nieuwbouwwijk Laag Dalem Zuid te realiseren.

Nadere toelichting op de T0 situatie:

- In de T0 situatie is de vormgeving van de nieuwbouwwijk Laag Dalem Zuid opgenomen, zoals deze daadwerkelijk is gerealiseerd.
- Ter plaatse van de nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem geldt dat de T0 situatie overeenkomt met de situatie zoals deze op 8 juni 2004 ter plaatse aanwezig was. Op 8 juni 2004 waren enkele verhoogde wegen, de Riolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI), enkele woningen en enkele boerderijen in het gebied aanwezig (zie Figuur 3.1 en Figuur 3.2), welke derhalve in de T0 situatie zijn ingebracht.
- Ter plaatse van het uit-te-breiden Bedrijventerrein Oost II geldt dat de T0 situatie overeenkomt met de situatie zoals deze op 8 juni 2004 ter plaatse aanwezig was. Het betreft de vestiging van Mc Donalds, hotel Campanille en het voormalig distributiecentrum van Compaq met bijbehorende infrastructuur.



Figuur 3.1 Hoogteligging in de T0 situatie



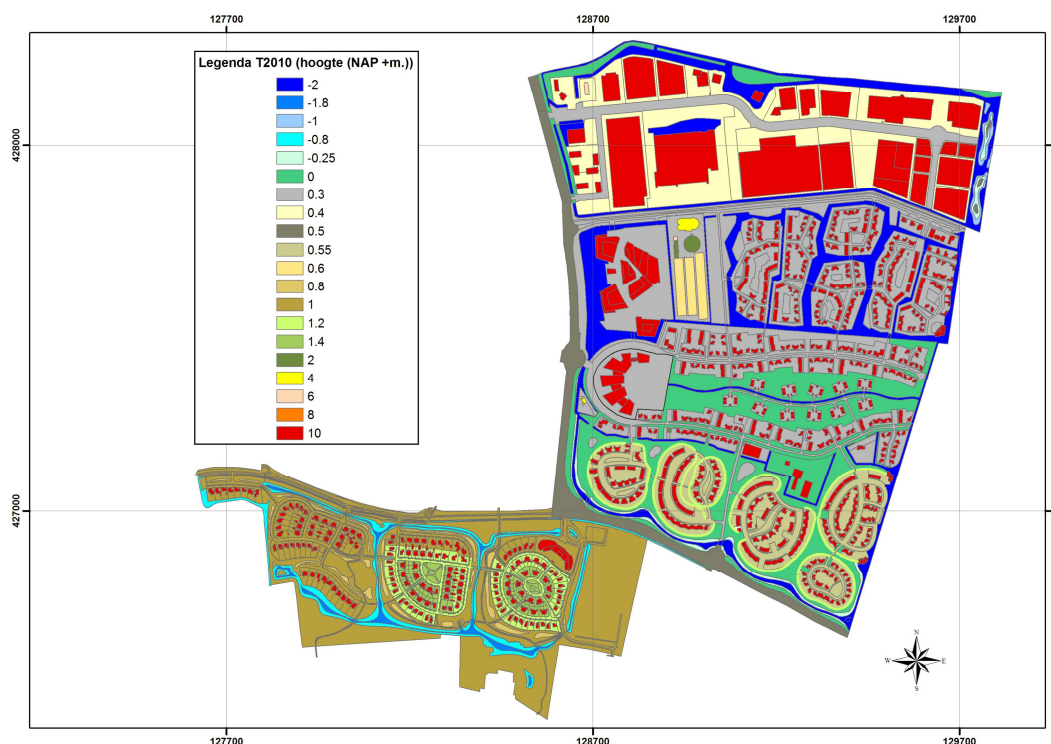
Figuur 3.2 Landgebruik in de T0 situatie

3.3 Beschrijving van de T2010 situatie

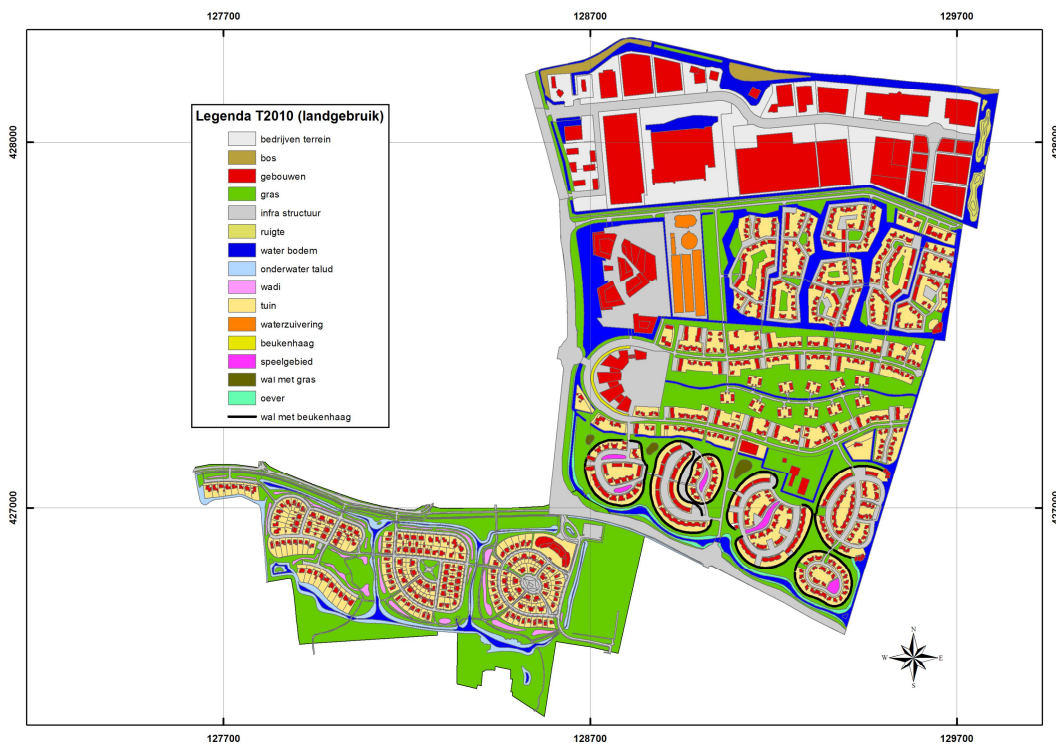
Figuur 3.3 en Figuur 3.4 tonen respectievelijk de hoogteligging en het landgebruik in de T2010 situatie. De T2010 situatie beschrijft de situatie nadat de nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem en het uit-te-breiden Bedrijventerrein Oost II zijn gerealiseerd.

Nadere toelichting op de T2010 situatie:

- In de T2010 situatie is de vormgeving van de nieuwbouwwijk Laag Dalem Zuid opgenomen, zoals deze daadwerkelijk is gerealiseerd. Mogelijk ten overvloede de vormgeving van de nieuwbouwwijk Laag Dalem Zuid in de T2010 situatie is identiek aan de vormgeving in de T0 situatie.
- In de T2010 situatie is de vormgeving van de nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem (ca. 98 hectaren) ingebracht conform het bestemmingsplan 'Hoog Dalem', gewijzigd vastgesteld door de gemeenteraad op 28 januari 2010,
- In de T2010 situatie is de vormgeving van het Bedrijventerrein Oost II (bruto ca. 47 hectaren) ingebracht conform het voorontwerp-bestemmingsplan Oost II, vastgesteld door het college van burgemeester en wethouders op 4 augustus 2009.



Figuur 3.3 Hoogteligging in de T2010 situatie



Figuur 3.4 Landgebruik in de T2010 situatie

4 Het SOBEK TCW model

4.1 Omvang en opbouw van het SOBEK TCW model

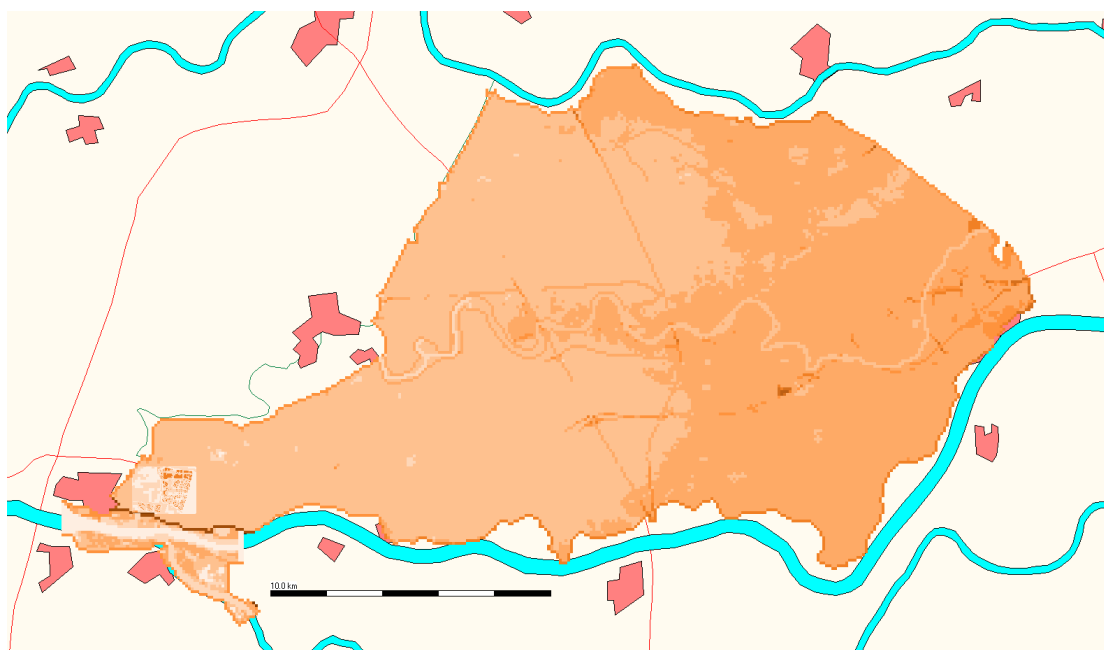
Het hydraulische model voor de Tieler- en Culemborgerwaarden (TCW) omvat ca. 33100 hectaren. Het TCW model wordt in het Noorden door de Nederrijn, in het Zuiden door de Waal, in het Westen door de Diefdijk en in het Oosten door het Amsterdam-Rijn Kanaal begrensd (zie Figuur 4.1). De Nederrijn en het Amsterdam-Rijn Kanaal zijn niet in het SOBEK TCW model opgenomen. Wel is een stuk van de Waal ter hoogte van de Dalemse suatiesluis en overlaten in het SOBEK TCW model meegenomen.

Het SOBEK TCW model is opgebouwd (zie Figuur 4.1) uit:

- Twee hoofdgrids, respectievelijk één hoogtegrid en één bodemruweidsgrid, welke worden gebruikt voor zowel de T0 als de T2010 situatie. Elk hoofdgrid heeft een ruimtelijke discretisatie van 100 m, en
- Vier subgrids, respectievelijk één hoogtegrid en één bodemruweidsgrid voor de T0 situatie en één hoogtegrid en één bodemruweidsgrid voor de T2010 situatie. Elk subgrid heeft een ruimtelijke discretisatie van 10 m.

In een SOBEK berekening worden de gegevens in het subgrid gebruikt op die locaties waar het subgrid en het hoofdgrid elkaar overlappen.

De nieuwbouwwijk Laag Dalem Zuid, de nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem en het uit-te-breiden Bedrijventerrein Oost II zijn op het subgrid ($dx=10$ m) gemodelleerd. De Tieler- en Culemborgerwaarden, inclusief het stukje Waal ter hoogte van Dalem is op het hoofdgrid ($dx=100$ m) gemodelleerd.



Figuur 4.1 Omvang en opbouw van het SOBEK TCW model (100 m hoofdgrid en 10 m subgrid)

4.2 Het 100 m hoogtegrid en bodemruwheidsgrid van het SOBEK TCW model

In de T0 en de T2010 situatie wordt dezelfde 100 m hoogtekaart en dezelfde 100 m bodemruwheidskaart gebruikt. De reden hiervoor is dat alle verschillen tussen de T0 en de T2010 situatie in het gedetailleerde 10 m subgrid zijn ingebracht.

Door de betrokken waterbeheerders is aangegeven dat de HR-C 2006 DelftFLS model schematisatie dient te worden gebruikt in het SOBEK TCW model. Het HR-C 2006 DelftFLS model heeft een ruimtelijke discretisatie van 100 m en is gebruikt in de bepaling van de hydraulische randvoorwaarden voor de categorie c-keringen (Achtergrondrapportage Diefdijklinie, 2008). Het HR-C 2006 DelftFLS model betreft een gekalibreerd hydraulisch rivier(o.a. Waal)model.

In het 100 m hoofdgrid zijn ten opzichte van het HR-C 2006 DelftFLS model de volgende aanpassingen aangebracht:

1. Uitbreiding van het HR-C 2006 DelftFLS model schematisatie,
2. Aanvulling van verticale lijnelementen, en
3. Aanpassingen in de HR-C 2006 bodemruwheidskaart.

4.2.1 Uitbreiding van het HR-C 2006 DelftFLS model schematisatie

Het uiterste westelijk deel van de TCW (c.q. enkele hectaren nabij Gorinchem) bleek niet in de HR-C 2006 DelftFLS model schematisatie te zijn opgenomen. Hiervoor is gecorrigeerd door de ontbrekende hectaren nabij Gorinchem uit de Viking DelftFLS model schematisatie te halen en deze toe te voegen aan het 100 m hoogtegrid en 100 m ruwheidgrid van het SOBEK TCW model.

In het HR-C 2006 DelftFLS model ligt de Q-h benedenrandvoorwaarde op de Waal slechts 200 m benedenstrooms van de Dalemse suatiesluis. Derhalve is besloten om de Waal meer naar het Westen uit te breiden. Hierbij is gebruik gemaakt van de gekalibreerde Viking DelftFLS model schematisatie. In het SOBEK TCW SOBEK model ligt de Q-h rand, conform het Viking DelftFLS model, 2800 m benedenstrooms van de Dalemse suatiesluis.

4.2.2 Aanvulling van verticale lijnelementen

In de 100 m hoogtekaart van de WL 2003 studie zijn een aantal verticale lijnelementen aanwezig, welke ontbreken in de 100 m hoogtekaart van het HR-C 2006 DelftFLS model. In overleg met de betrokken waterbeheerders is besloten om deze ontbrekende verticale lijnelementen conform de WL 2003 studie in de 100 m hoogtekaart van het SOBEK TCW model aan te brengen. Het betreft de volgende verticale lijnelementen:

- Verhoogde ligging van de A15 nabij Gorinchem,
- Verhoogde ligging van de spoorweg Geldermalsen-Tiel nabij Tiel,
- De verhoogde ligging van de Zuiderlingedijk, en
- De verhoogde ligging van de spoorlijn Beesd-Geldermalsen.

4.2.3 Aanpassingen in de HR-C 2006 bodemruwheidskaart

Het bleek dat in het HR-C 2006 DelftFLS model de gemeenten Gorinchem en Dalem niet als bebouwde gebieden waren meegenomen. Meer concreet, in het 100 m bodemruwheidsgrid van het HR-C 2006 DelftFLS model worden ter plaatse van de bebouwing te Gorinchem en Dalem te lage ruwheidswaarden gebruikt.

De ontbrekende bebouwing ter hoogte van de gemeenten Gorinchem en Dalem is als volgt in het 100 m bodemruwheidsgrid van het SOBEK TCW model ingebracht:

- Uit het LGN5 (Landgebruik Nederland, versie 5) bestand is het landgebruik (bebouwing) ter plaatse van Gorinchem en Dalem gehaald. Het LGN5 bestand komt overeen met het landgebruik, zoals bepaald in de periode 2003/2004. Bebouwing ter hoogte van Gorinchem en Dalem zitten ook in het LGN3 (1995/1997) en het LGN4 (1999/2000). Verschillen in de grootte van de bebouwing in LGN3, LGN4, en LGN5 ter hoogte van Gorinchem en Dalem zijn minimaal. Op dit moment is ook het LGN6 (2007/2008) beschikbaar en verschillen tussen het LGN6 en LGN5 ter plaatse van Gorinchem en Dalem zijn ietsjes groter.
- In overleg met de betrokken waterbeheerders is besloten om de in het HR-C 2006 DelftFLS model ontbrekende bebouwing te Gorinchem en Dalem te halen uit het LGN5 bestand. Redenen hiervoor zijn dat:
 - De bodemruwheidskaart van het HR-C 2006 DelftFLS model is gebaseerd op het landgebruik zoals gedefinieerd in het LGN3 bestand.
 - Verschillen in landgebruik (bebouwing) tussen het LGN5 en het LGN3 ter hoogte van Gorinchem en Dalem minimaal zijn.
- Ter plaatse van de ontbrekende bebouwing te Gorinchem en Dalem is in het 100 m bodemruwheidsgrid van het SOBEK TCW model een Nikuradse (k_s) waarde van 10 aangebracht. Deze hoge ruwheidswaarde correspondeert met het modelleren van bebouwing, waarbij de hoogte van de bebouwing (nokhoogte) als zodanig niet in het hoogtegrid is aangebracht. In het HR-C 2006 DelftFLS model is bebouwing ook op deze wijze gemodelleerd.

4.3 De 10 m hoogtekarten en bodemruwheidskaarten van het SOBEK TCW model voor de T0 en de T2010 situatie

De T0 situatie en de T2010 situatie voor de nieuwbouwwijk Laag Dalem Zuid, de nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem en het uit-te-breiden Bedrijventerrein Oost II zijn op gedetailleerde 10 m subgrids gemodelleerd. Deze 10 m subgrids zijn gemaakt op basis van de T0 en T2010 hoogtekarten en landgebruikkaarten (zie §3.2 en §3.3), welke door de gemeente Gorinchem zijn aangeleverd.

Als eerste stap zijn de door de gemeente Gorinchem aangeleverde T0 en T2010 hoogtekarten en landgebruikkaarten verrasterd op een 10 m grid. Vervolgens zijn de 10 m landgebruikkaarten vertaald naar 10 m bodemruwheidskaarten. In deze vertaalslag is per type landgebruik een specifieke Nikuradse (k_s) winterbodemruwheid toegekend. Tabel 4.1 toont de gebruikte winterbodemruwheden per type landgebruik. Uitgangspunten bij het vertalen van de 10 m landgebruikkaarten naar 10 m bodemruwheidskaarten zijn:

- In Nederland zijn winter(rivier)afvoeren maatgevend, derhalve zijn winterbodemruwheden aan elk specifiek type landgebruik toegekend.

- Voor obstakels (wal, bedrijfsgebouwen, huizen, bebouwing), welke verhoogd in de 10 m hoogtekaarten zijn ingebracht, wordt een bodemruwheid gebruikt welke overeenkomt met de bovenkant van het betreffende obstakel. Meer concreet, doordat bebouwing verhoogd in de hoogtekaart is ingebracht, hoeft er géén extra obstakelruwheid te worden meegenomen.
- Door de gemeente Gorinchem is aangegeven dat slootkanten/oevers voor de winter worden gemaaid. Derhalve is voor het type landgebruik “oever” een Nikuradse (k_s) winterbodemruwheid van 0.4 aangehouden.

Hierna worden voor de T0 situatie en de T2010 situatie de bijbehorende 10 m hoogtekaart, de 10 m landgebruikkaart en de 10 m bodemruwheidskaart getoond.

Tabel 4.1 Nikuradse (k_s) winterbodemruwheden als functie van het landgebruik in de 10 m subgrid

Type landgebruik in 10 m subgrid	Nikuradse (k_s) winterbodemruwheid in m
Bedrijven terrein	0.2
Bos	10
Gebouw	0.2
Gras	0.2
Infrastructuur	0.2
Ruigte	5
Waterbodem	0.1
Onderwater talud	0.4
Wadi	0.2
Tuin	5
Waterzuivering	0.2
Beukenhaag	5
Speelgebied	0.2
Wal met gras	0.2
Oever ¹⁾	0.4
Wal met beukenhaag	5

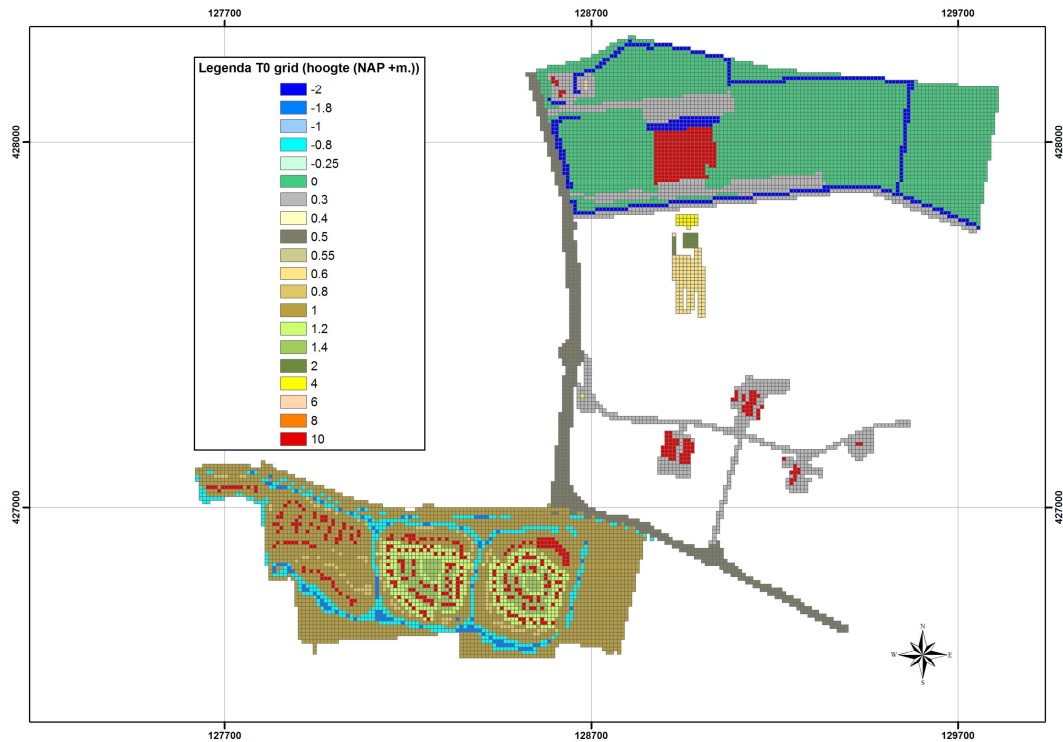
Opm:

1. Door de gemeente Gorinchem is aangegeven dat slootkanten/oever voor de winter worden gemaaid. Derhalve is voor het type landgebruik “oever” een Nikuradse (k_s) winterbodemruwheid van 0.4 aangehouden.

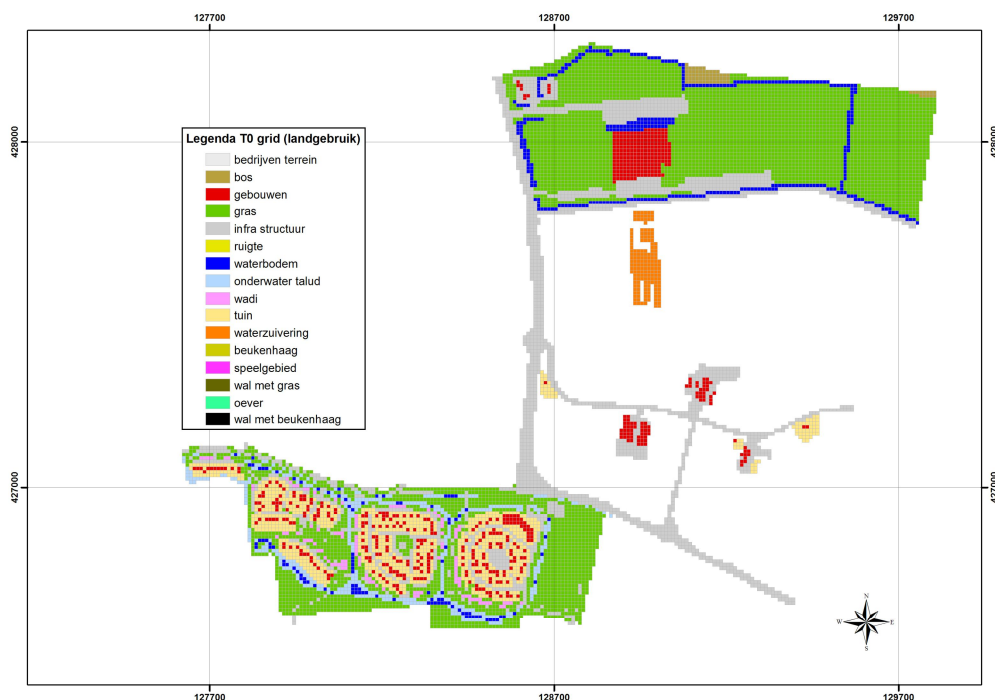
4.3.1 T0 situatie: de 10 m hoogtekaart en bodemruwheidskaart van het SOBEK TCW model

De verrasterde 10 m hoogtekaart, 10 m landgebruikkaart en 10 m bodemruwheidskaart voor de T0 situatie worden respectievelijk getoond in Figuur 4.2, Figuur 4.3 en Figuur 4.4. Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat in de 10 m SOBEK TCW hoogtekaart voor de T0 situatie de

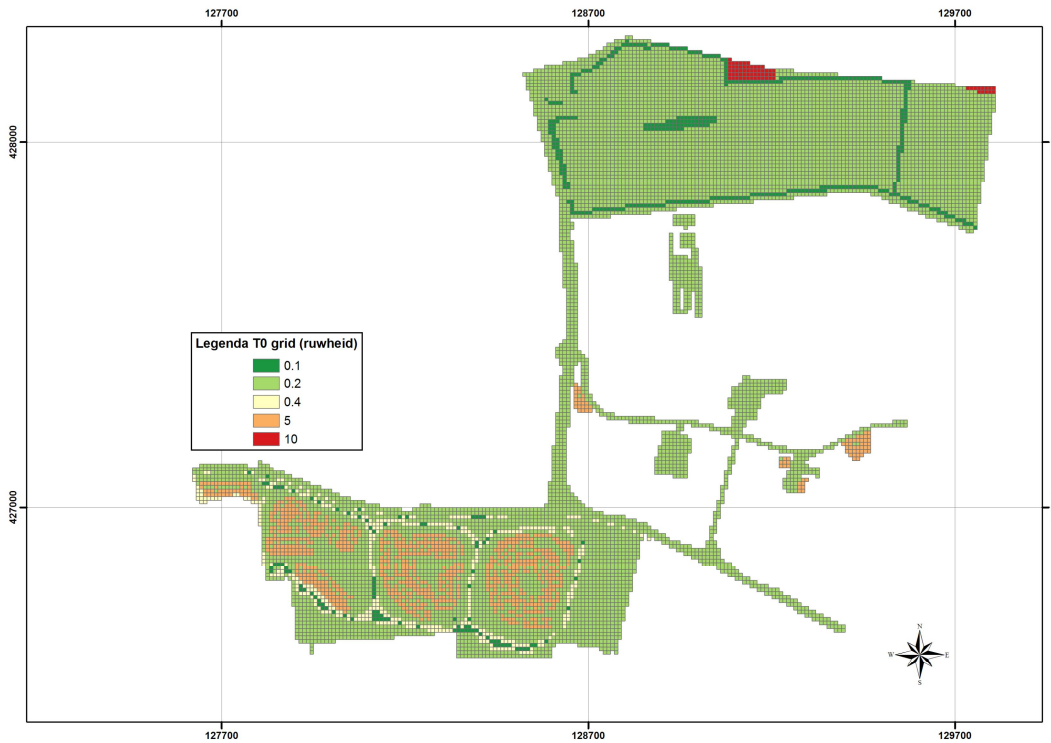
witte vlakken in Figuur 4.2 zijn aangevuld. Dit is gedaan door ter hoogte van deze witte vlakken de hoogten te gebruiken, welke beschikbaar zijn in het HR-C 2006 DelftFLS model. Op vergelijkbare wijze zijn in de 10 m SOBEK TCW bodemruweheidskaart voor de T0 situatie de witte vlakken in Figuur 4.4 aangevuld.



Figuur 4.2 10 m hoogtekaart voor de T0 situatie



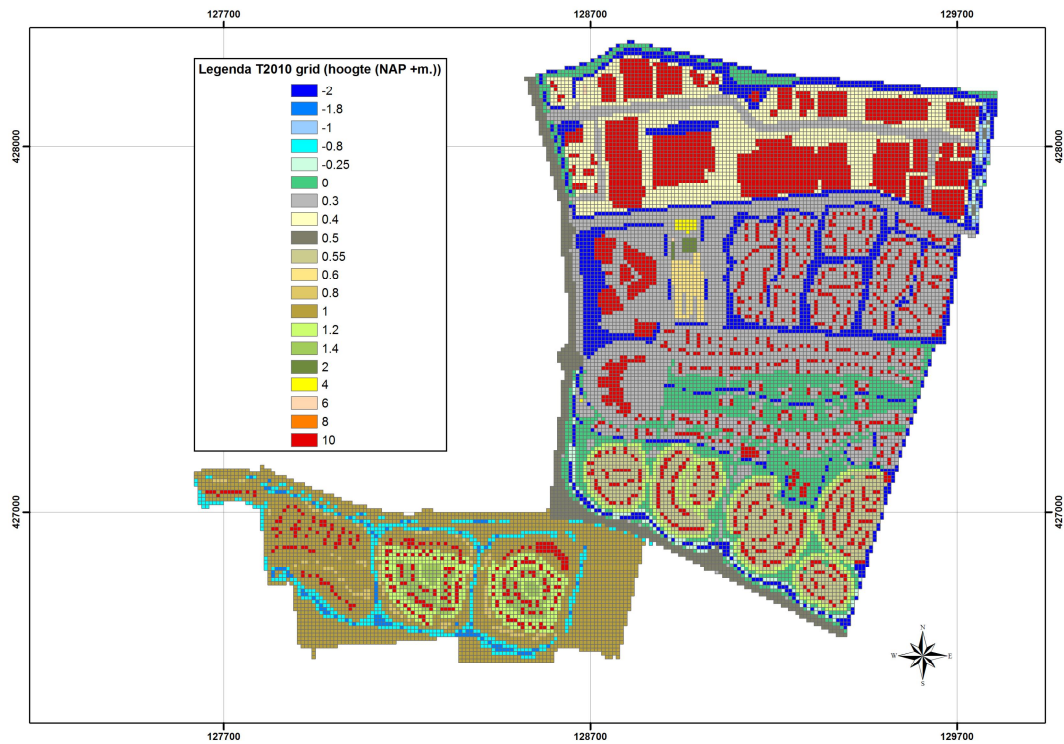
Figuur 4.3 10 m landgebruikkaart voor de T0 situatie



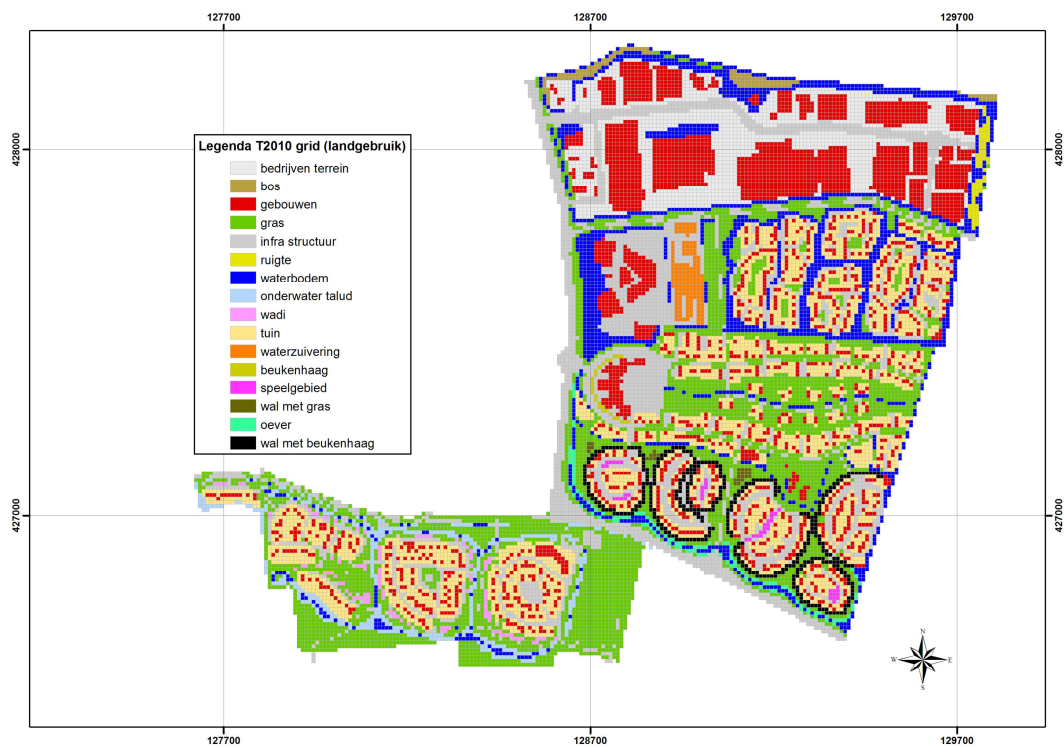
Figuur 4.4 10 m bodemruwheidskaart voor de T0 situatie

4.3.2 T2010 situatie: de 10 m hoogtekaart en bodemruwheidskaart van het SOBEK TCW model

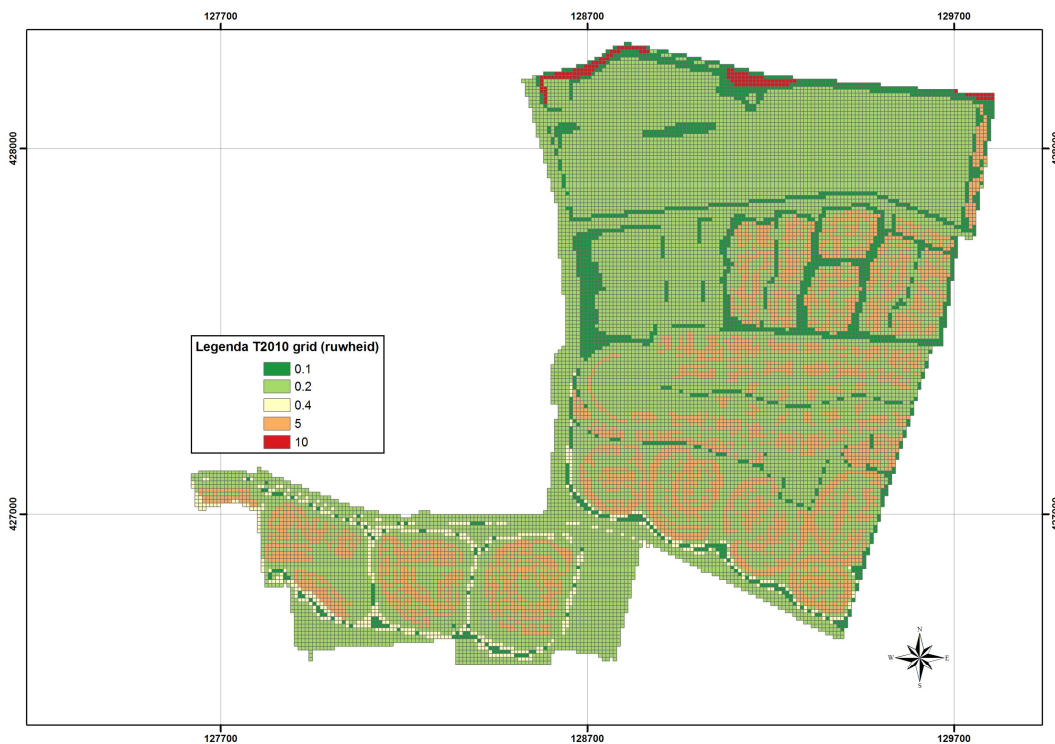
De verrasterde 10 m hoogtekaart, 10 m landgebruikkaart en 10 m bodemruwheidskaart voor de T0 situatie worden respectievelijk getoond in Figuur 4.5, Figuur 4.6 en Figuur 4.7. Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat in de 10 m SOBEK TCW hoogtekaart voor de T2010 situatie de witte vlakken in Figuur 4.5 zijn aangevuld. Dit is gedaan door ter hoogte van deze witte vlakken de hoogten te gebruiken, welke beschikbaar zijn het de HR-C 2006 DelftFLS model. Op vergelijkbare wijze zijn in de 10 m SOBEK TCW bodemruwheidskaart voor de T2010 situatie de witte vlakken in Figuur 4.7 aangevuld.



Figuur 4.5 10 m hoogtekaart voor de T2010 situatie



Figuur 4.6 10 m landgebruikkaart voor de T2010 situatie



Figuur 4.7 10 m bodemruwheidskaart voor de T2010 situatie

4.4 Dijken en (spoor)wegen

Dijken en (spoor)wegen zijn verticale lijnvormige objecten, welke een hydraulische weerstand vormen in het drainage- en overstromingsproces. Volgende dijken en (spoor)wegen zijn meegenomen in het TCW model:

1. Noordelijke en Zuidelijke Lingedijken,
2. Aalsdijk,
3. Rijksweg A2 (Utrecht - Den Bosch),
4. Rijksweg A15 (Dordrecht – Arnhem),
5. Spoorlijn Utrecht naar Tiel,
6. Spoorlijn van Dordrecht naar Tiel, en
7. Betuwe lijn, welke parallel en op gelijke hoogte loopt als de A15.

De hoogten van bovengenoemde dijken en (spoor)wegen in het SOBEK TCW model zijn gelijk aan die in het HR-C 2006 DelftFLS model met uitzondering van de aanvullingen genoemd in §4.2.2.

4.5 Duikers in het HR-C 2006 DelftFLS model

In het HR-C 2006 DelftFLS model bevinden zich een aantal duikers in de Tiel- en Culemborgerwaarden. Deze duikers zijn in het TCW SOBEK model ingebouwd door lokaal de bodemhoogte van de 100 m gridcel te verlagen tot het kruinhoogte niveau van de betreffende duiker (zie Tabel 4.2).

Tabel 4.2 Locaties waar openingen zijn aangebracht ter schematisatie van duikers aanwezig in het HR-C 2006 DelftFLS model

HR-C 2006 DelftFLS model		2D grid cel in TCW SOBEK model		
Duiker name	Kruinhoogte	x-coördinaat	y-coördinaat	celhoogte
Linge09	NAP +2.10 m	157550	436550	NAP +2.10 m
Linge10	NAP +2.10 m	156250	435150	NAP +2.10 m
K4315-1511-4357	NAP +2.32 m	151750 150850	435950 435350	NAP +2.32 m
K4315-1451-4376	NAP +1.26 m	145150	437550	NAP +1.26 m
K4315-1406-4361	NAP +0.70 m	140650	436250	NAP +0.70 m
K4310-1463-4298	NAP +2.15 m	146350	429850	NAP +2.15 m

Opmerking:

1. x,y t.o.v. Rdm: Coördinaten ten opzichte van Rijksdriehoekmeting in meters
2. Duiker K4315-1511-4357 betreft in het TCW SOBEK model een verlaging van een aantal 2D gridcellen tot een hoogte van 2.32m. Deze gridcellen liggen tussen gridcel (x=151750 m, y= 43595 m) en gridcell (x=150850, y=435350).

4.6 Overige duikers onder (spoor)wegen in de WL 2003 studie

In het SOBEK TCW model zijn in aanvulling op de duikers genoemd in §4.5, duikers in (spoor)wegen in het SOBEK TCW model geschematiseerd op basis van informatie, verstrekt door dhr. J van der Meulen van Waterschap Rivierenland ten tijde van de WL 2003 studie. De diverse duikers zijn samengevoegd en op volgende locaties zijn openingen in (spoor)wegen aangebracht (zie Tabel 4.3).

Tabel 4.3 Locaties waar openingen in (spoor)wegen zijn aangebracht ter schematisering van de diverse duikers

Locatie No.	Gridcel centrum t.o.v. Rdm		Hoogte bodem m	(Spoor)weg
	x (in m)	y(in m)		
1	131450	427950	0.07	A15
2	132650	427950	0.20	A15
3	135050	428350	0.57	A15
4	138350	428750	0.87	A15
5	142050	429050	1.25	A15
6	144950	428350	1.85	A2
7	145950	428650	2.12	Spoor Utr - DB

Opm:

- 1) x,y t.o.v. Rdm: Coördinaten ten opzichte van Rijksdriehoekmeting in meters

4.7 Dalemse suatiesluis

De Dalemse suatiesluis in het SOBEK TCW model is geschematiseerd op basis van informatie zoals beschikbaar gesteld door dhr. de Mos van Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland (DZH) ten tijde van de WL 2003 studie. De drie afzonderlijke kolken, hebben elk met een dagmaat van 5.70 m, een lengte van 28 meter en een drempelhoogte van NAP - 0.55 m. Deze drie afzonderlijke kolken zijn geschematiseerd als een kunstwerk met een totale breedte van 17.10 m en een drempelhoogte van NAP - 0.55 m.

4.8 Dalemse overlaten

De Dalemse overlaten in het SOBEK TCW model zijn geschematiseerd op basis van informatie zoals vermeld in "De Lingewerken een waterstaatkundig noodzaak, Technische Rapportage, Provincie Zuid-Holland, juni 1990" (zie Tabel 4.4).

Tabel 4.4 De Dalemse overlaten in het SOBEK TCW model

Dalemse overlaat No.	Middelpunt t.o.v. Waal Kilometrage	Middelpunt t.o.v. Rdm		Afmetingen Overlaat	
		x (in m)	y(in m)	Kruinlengte	Kruinhoogte
1	Km 951.3	129500	426050	282 m	NAP +2.11 m
2	Km 952.0	129150	426250	194 m	NAP +2.01 m
3	Km 952.8	128750	426500	218 m	NAP +2.01 m

Opm:

1) x,y t.o.v. Rdm: Coördinaten ten opzichte van Rijksdriehoekmeting in meters

4.9 Lingedijk overlaten

In totaal acht Lingedijk overlaten zijn in het SOBEK TCW model geschematiseerd op basis van informatie verstrekt door dhr. J. van der Meulen van het Waterschap Rivierenland ten tijde van de WL 2003 studie en op informatie zoals vermeld in "De Lingewerken een waterstaatkundig noodzaak, Technische Rapportage, Provincie Zuid-Holland, juni 1990" (zie Tabel 4.5).

Tabel 4.5 De Linge overlaten in het SOBEK TCW model

Lingedijk overlaat No.	Middelpunt t.o.v. Rdm		Afmetingen Overlaat	
	x (in m)	y(in m)	Kruinlengte	Gem. vloerhoogte
1	137000	431550	1840 m	NAP +2.98 m
3	138600	432250	540 m	NAP +2.98 m
4	138950	433500	1500 m	NAP +2.98 m
5	139800	434350	1570 m	NAP +2.98 m
6	136900	431200	1800 m	NAP +2.67 m
7	138000	431650	587 m	NAP +2.67 m
8	139300	433200	800 m	NAP +2.67 m
10	142300	432400	844 m	NAP +2.67 m

Opm:

1) x,y t.o.v. Rdm: Coördinaten ten opzichte van Rijksdriehoekmeting in meters

4.10 Zwaluwwand ter hoogte van de derde Dalemse overlaat

Ter hoogte van de derde Dalemse overlaat (zie § 4.8 en Tabel 4.4) is een Zwaluwwand aangebracht. Deze Zwaluwwand is niet in de T0 en de T2010 schematisatie meegenomen. Het ruimtelijk beslag van de Zwaluwwand is gering. De Zwaluwwand heeft een hoogte van NAP+2.0 m, hetgeen iets lager is dan de kruinhoogte van de drie Dalemse overlaten in open gegraven toestand (respectievelijk NAP+2.11m, NAP+2.01m en NAP+2.01m, zie Tabel 4.4). De locatie van de Zwaluwwand valt vrijwel geheel samen met de lokale ligging van de Waaldijk op het 100 m hoofdgrid. Deze Waaldijk is in het 100 m hoofdgrid geschematiseerd door lokaal de betreffende 100 m grid cel te verhogen tot de lokale kruinhoogte van de Waaldijk. Het voorgaande in achtnemende en het feit dat het hydraulische effect van de Zwaluwwand zeer gering/verwaarloosbaar is op de drainage van een overstroomde Tieler- en Culemborgerwaarden, is in overleg met betrokken waterbeheerders besloten om de Zwaluwwand niet in de T0 en T2010 schematisatie mee te nemen.

4.11 Overige waterbouwkundige kunstwerken

In het SOBEK TCW model zijn met uitzondering van duikers onder (spoor)wegen (zie § 4.5 en § 4.6) en de Dalemse suatiesluis, alle overige aanwezig waterbouwkundige kunstwerken (zie hoofdstuk 2) niet meegenomen. In concreto betekent dit dat in de drainageberekeningen al deze overige waterbouwkundige kunstwerken (c.q. sluisen, gemalen etc.) dicht staan. Verder is de mogelijkheid van overstrooming van de Diefdijk, de Nederrijn-Lekdijken, de dijken langs het Amsterdam-Rijn Kanaal en de Waaldijken niet in het TCW model gefaciliteerd. Met andere woorden enkel drainage van een overstroomde TCW middels de Dalemse suatiesluis en overlaten is mogelijk.

5 Omschrijving van de drainageberekeningen

5.1 Doel en opzet van de drainageberekeningen

Met het SOBEK TCW model (zie hoofdstuk 4) zijn drainageberekeningen gemaakt. Het doel van de drainageberekeningen is om na te gaan wat de waterloopkundige effecten van de aanleg van de nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem en het uit-te-breiden Bedrijventerrein Oost II zijn op de drainage van een overstroomde Tieler- en Culemborgerwaarden (TCW). Ter bepaling van deze waterloopkundige effecten zijn twee verschillende type drainageberekeningen gemaakt, zijnde:

1. Leegloopsommen, waarin uitgaande van een overstroomde TCW (uniforme initiële waterstand) wordt gekeken in welke mate de drainagecapaciteit van de Dalemse suatiesluis en overlaten wordt beïnvloed door de aanleg van de nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem en het uit-te-breiden Bedrijventerrein Oost II,
2. Doorstromsommen, waarin uitgaande van een dijkdoorbraak nabij Tiel (met bijbehorend instroomdebiet) wordt gekeken in welke mate de overstroming en drainage van de TCW wordt beïnvloed door de aanleg van de nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem en het uit-te-breiden Bedrijventerrein Oost II.

Zowel een leegloopscenario als doorstromscenario bestaat uit berekeningen onder gelijke hydraulische randvoorwaarden, waarin respectievelijk de nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem en het uit-te-breiden Bedrijventerrein Oost II niet (T0 situatie) en wel (T2010 situatie) zijn meegenomen. Voor een beschrijving van de T0 en T2010 situatie wordt verwezen naar hoofdstuk 3.

Door het vergelijken van berekeningsresultaten voor de T0 en de T2010 situatie zijn de waterloopkundige effecten van de aanleg van de nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem en de uitbreiding van het uit-te-breiden Bedrijventerrein Oost II geanalyseerd.

5.2 Overzicht van drainageberekeningen

Door de betrokken waterbeheerders is aangegeven dat er vier sets van berekeningen (hierna ook genoemd scenarios) dienen te worden gemaakt. Elke set van berekeningen bestaat uit twee sommen. In totaal zijn er dus acht sommen gemaakt. Voor elke set van berekeningen geldt dat in de twee bijbehorende sommen dezelfde hydraulische randvoorwaarden zijn gehanteerd. In de eerste som is de T0 situatie (zie §3.2) doorgerekend. In de tweede som is de T2010 situatie (zie §3.3) doorgerekend.

In Tabel 5.1 wordt een overzicht gegeven van de gemaakte drainageberekeningen (sets van leegloopsommen en doorstromsommen). Het betreft scenarios 6 t/m 9. Scenarios 1 t/m 5 zijn gemaakt in de WL 2003 studie (Van Mierlo en Stone, 2003). Zoals toegelicht in §1.2 zijn de resultaten van scenarios 6 t/m 9 leidend. Derhalve worden de resultaten van scenarios 1 t/m 5 niet in dit rapport gepresenteerd.

Tabel 5.1 Overzicht van de gemaakte drainageberekeningen (sets van leegloopsommen en doorstroomsommen)

Scenario No.	Type som	Inzet Lingedijk overlaten	Hoogwatergolf te Dalem op de Waal	Instromend bresdebiet bij Tiel
6	Leegloopsom	ja	Geschaalde 1994/1995 golf (§5.3.3)	n.v.t.
7	Leegloopsom	ja	HR-C 2006 DelftFLS model (§5.3.3)	n.v.t.
8	Doorstroomsom	nee	PICASO studie (§5.3.4)	PICASO studie (§5.3.4)
9	Doorstroomsom	nee	HR-C 2006 DelftFLS model (§5.3.4)	HR-C 2006 DelftFLS model (§5.3.4)

Opm:

Elk scenario (X) bestaat uit twee sommen, respectievelijk:

1. **Xe**: T0 situatie (zie §3.2),
2. **Xf**: T2010 situatie (zie §3.3).

In de scenarios 6 t/m 9 worden de volgende hydraulische randvoorwaarden gehanteerd:

- **Scenario 6, Leegloopsommen:**
De meest maatgevende hydraulische randvoorwaarden, gebruikt in de WL 2003 studie:
 - *Initiële uniforme waterstand in de TCW*: NAP + 5.5 m (zie §5.3.2),
 - *Waalafvoerloop bij Dalem*: Geschaalde 1994/1995 hoogwatergolf (zie §5.3.3 en Figuur 5.2),
 - *Dalemse suatiesluis (§4.7)*: Volledig geopend bij aanvang berekening,
 - *Dalemse overlaten (§4.8)*: Volledig geopend bij aanvang berekening, en
 - *Lingedijkoverlaten (§4.9)*: Volledig geopend bij aanvang berekening,
- **Scenario 7, Leegloopsommen:**
Hydraulische randvoorwaarden gebaseerd op recentere inzichten, verkregen uit de berekeningsresultaten van het HR-C 2006 DelftFLS model:
 - *Initiële waterstand in de TCW*: NAP + 4.8 m (zie §5.3.2).
 - *Waalafvoerloop bij Dalem*: Bepaald met het HR-C 2006 DelftFLS model (zie §5.3.3 en Figuur 5.2),
 - *Dalemse suatiesluis (§4.7)*: Volledig geopend bij aanvang berekening,
 - *Dalemse overlaten (§4.8)*: Volledig geopend bij aanvang berekening, en
 - *Lingedijkoverlaten (§4.9)*: Volledig geopend bij aanvang berekening.
- **Scenario 8, Doorstroomsommen:**
Hydraulische randvoorwaarden zoals gebruikt in WL 2003 studie:
 - *Initiële waterstand in de TCW*: Bij aanvang is de TCW niet overstroomd.
 - *Waalafvoerloop bij Dalem*: Conform de PICASO studie (zie §5.3.4 en Figuur 5.3),

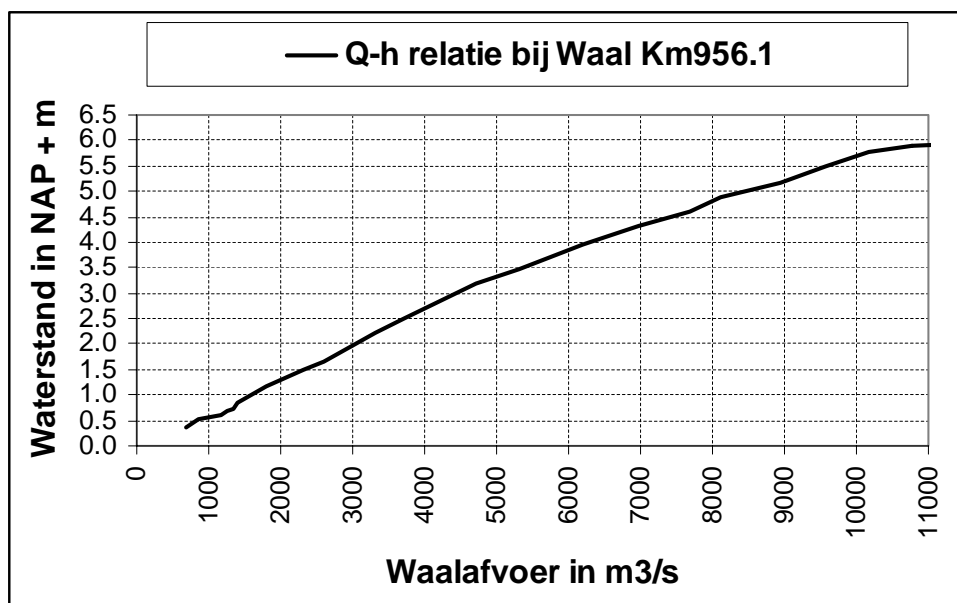
- *Instromend bresdebiet bij Tiel*: Conform de PICASO studie (zie §5.3.4 en Figuur 5.3),
- *Dalemse suatiesluis (§4.7)*: Voor de inzet van de Dalemse suatiesluis wordt verwezen naar §5.3.5
- *Dalemse overlaten (§4.8)*: Voor de inzet van de Dalemse overlaten wordt verwezen naar §5.3.6.
- *Lingedijkoverlaten (§4.9)*: De Lingedijkoverlaten zijn niet ingezet.
- **Scenario 9: Doorstromsommen**:
Hydraulische randvoorwaarden gebaseerd op recentere inzichten, verkregen uit de berekeningsresultaten van het HR-C 2006 DelftFLS model:
 - *Initiële waterstand in de TCW*: Bij aanvang is de TCW niet overstromd.
 - *Waalafvoerloop bij Dalem*: Bepaald met het HR-C 2006 DelftFLS model (zie §5.3.4 en Figuur 5.4),
 - *Instromend bresdebiet bij Tiel*: Bepaald met het HR-C 2006 DelftFLS model (zie §5.3.4 en Figuur 5.4),
 - *Dalemse suatiesluis (§4.7)*: Voor de inzet van de Dalemse suatiesluis wordt verwezen naar §5.3.5
 - *Dalemse overlaten (§4.8)*: Voor de inzet van de Dalemse overlaten wordt verwezen naar §5.3.6.
 - *Lingedijkoverlaten (§4.9)*: De Lingedijkoverlaten zijn niet ingezet.

5.3 Hydraulische randvoorwaarden in de drainageberekeningen

Alle in dit hoofdstuk genoemde hydraulische randvoorwaarden zijn bepaald in nauw overleg met de betrokken waterbeheerders (zie §1.4).

5.3.1 Q-h relatie op Waal km 956.1 (benedenstrooms van Dalem)

De benedenstroomse rand van het SOBEK TCW model ligt ter hoogte van Waal Km 956.1. Dit is ca. 2800 m benedenstrooms van de Dalemse suatiesluis. Op deze benedenstroomse rand wordt de Q-h relatie opgelegd, welke ook in het gekalibreerde Viking DelftFLS model wordt gebruikt (zie Figuur 5.1).



Figuur 5.1 Q-h relatie op de benedenstroomse rand van het SOBEK TCW model ter hoogte van Waal Km 956.1

5.3.2 Initiële uniforme TCW waterstand in de leegloopsommen

De leegloopsommen worden opgestart met een uniforme initiële waterstand in de Tieler- en Culemborgerwaarden (TCW). Bij de leegloopsommen maakt het niet uit ten gevolge van welke dijkdoorbraak de TCW is overstroomd. De initiële waterstand behoort bij de situatie waarbij de maximale waterstand in de TCW is bereikt, m.a.w. het tijdstip waarop de uitstroming via de Dalemse overlaten en suatiesluis gelijk is aan de instroming via het gat in de dijk. De aanname dat er één horizontale waterstand is in de TCW, is een versimpeling van de werkelijke waterstanden in de TCW ten tijde van het bereiken van de maximale waterstand. Echter voor het doel van de leegloopsommen is de aanname van één horizontale waterstand in de TCW te rechtvaardigen.

In scenario 6 wordt een initiële uniforme waterstand in de TCW gebruikt van NAP + 5.50 m. In de WL 2003 studie is voor deze initiële uniforme waterstand gekozen op basis van in het verleden uitgevoerde studies, waaronder ook de PICASO studie. Voor nadere informatie omtrent de keuze die destijds is gemaakt wordt verwezen naar Appendix C in Van Mierlo en Stone (2003).

In scenario 7 wordt een initiële uniforme waterstand in de TCW gebruikt van NAP + 4.80 m. Deze initiële uniforme waterstand is gekozen op basis van recente inzichten verkregen uit berekeningsresultaten van het HR-C 2006 DelftFLS model. Het betreft de ontwerpwaterstand voor 2060. Deze ontwerpwaterstand van NAP + 4.8 m is opgebouwd uit het toetspeil van NAP + 4.4 m, een klimaateffecttoeslag van 0.10 m en een robuustheidstoeslag van 0.3 m.

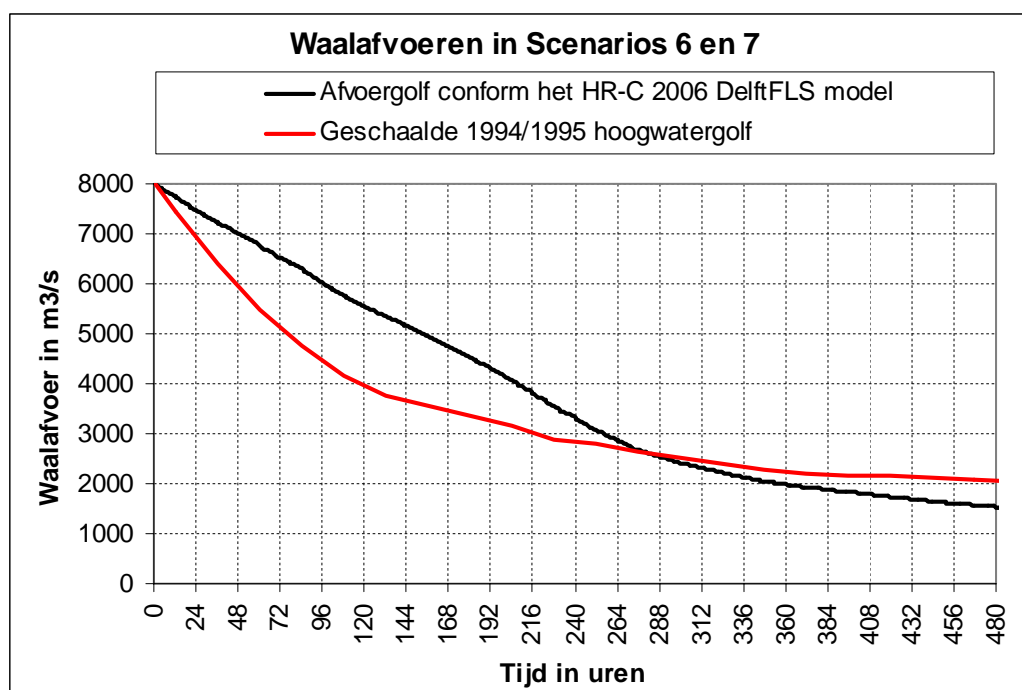
5.3.3 Waalafvoerloop bij Dalem in de leegloopsommen

Uitgangspunt bij de leegloopsommen is dat de berekeningen worden gestart op het moment dat de maximale waterstand in de TCW is bereikt en derhalve de instroom van water door het dijkgat gelijk is aan de uitstroom van water door de Dalemse overlaten en suatiesluis. Op basis van ervaring is geschat dat bij een maximale waterstand in de TCW er nog een debiet

van ca. 2.000 m³/s het dijkgat instroomt. In de leegloopsommen is het totale start debiet over de Dalemse suatiesluis en overlaten ca. 2300 m³/s.

In scenario 6 is een Waalafvoerloop te Dalem gebruikt (zie Figuur 5.2), conform de geschaalde 1994/1995 hoogwatergolf, welke ook in de WL 2003 studie is toegepast. Het schalen van de 1994/1995 hoogwatergolf te Lobith is gedaan omdat slechts een deel van de afvoer te Lobith via de Waal naar zee stroomt, het andere deel stroomt weg via de Nederrijn-Lek en de IJssel. Opgemerkt dient te worden dat in het schalen enkel de afvoeren zijn geschaald en niet de tijdsschaal. Dit betekent dat aangenomen is dat er geen topvervlakking op het traject van Lobith naar Dalem plaatsvindt.

In scenario 7 is een Waalafvoerloop te Dalem gebruikt (zie Figuur 5.2), welke is bepaald uit de berekeningsresultaten van het HR-C 2006 DelftFLS model. In deze DelftFLS berekening is bovenstrooms een afvoergolf te Lobith opgelegd met een herhalingsstijd van 2000 jaar. Verder kunnen in deze DelftFLS berekening de Rijntakkendijken (Bovenrijndijken, Waaldijken, dijken langs het Pannerdensche Kanaal, Nederrijn-lekdijken en IJsseldijken) niet overstromen.



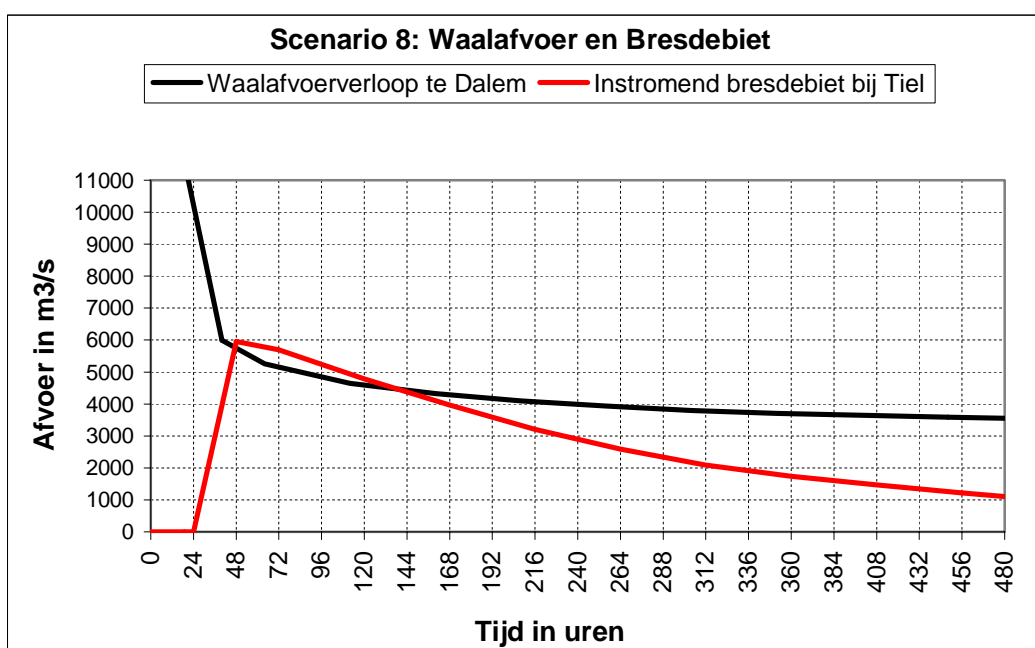
Figuur 5.2 Waalafvoerlopen te Dalem in leegloopsommen, Scenario 6: Geschaalde 1994/1995 hoogwatergolf; Scenario 7: Afvoergolf conform het HR-C 2006 DelftFLS model

5.3.4 Waalafvoerloop bij Dalem en Instromend bresdebiet bij Tiel in de doorstroomsommen

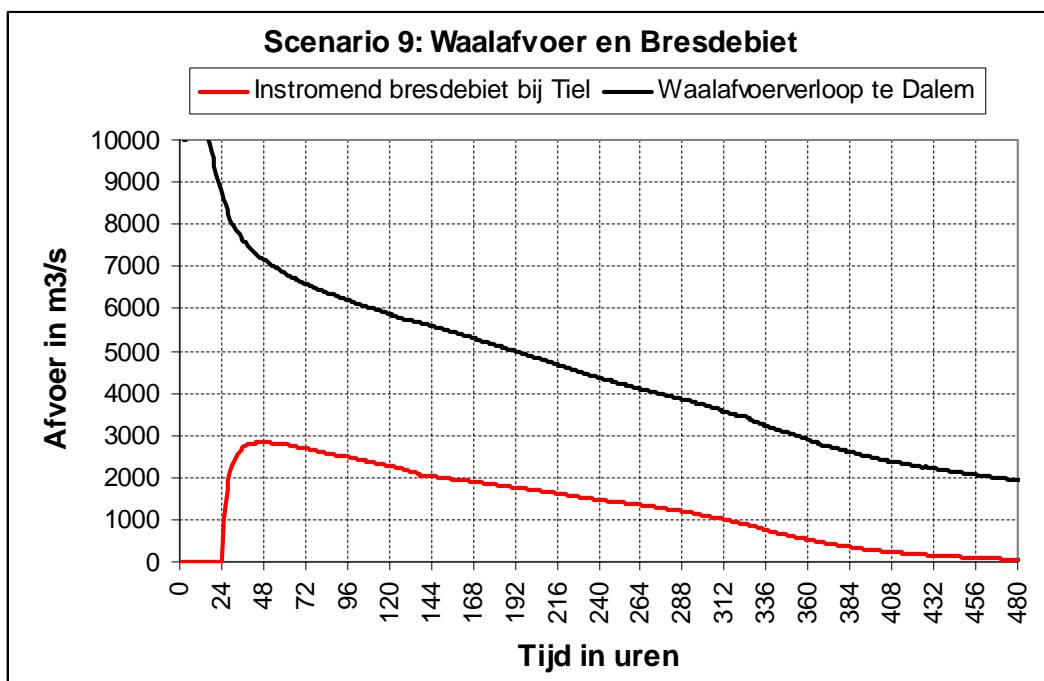
In scenario 8 is een Waalafvoerloop te Dalem en een instromend bresdebiet bij Tiel gebruikt (zie Figuur 5.3), behorende bij een dijkdoorbraak bij Tiel ten gevolge een afvoer te Lobith van 19.676 m³/s. Deze Bovenrijnafvoer hoort bij het ontwerp punt van het PICASO scenario van een dijkdoorbraak bij Tiel-west (PICASO, 2000). Het maximale instroomdebiet bij Tiel bedraagt 5958 m³/s).

In scenario 9 is een Waalafvoerloop te Dalem en een instromend bresdebiet bij Tiel gebruikt (zie Figuur 5.4), welke is bepaald met het HR-C 2006 DelftFLS model. In deze

DelftFLS berekening is bij Lobith een hoogwaterafvoergolf opgelegd met een herhalingsstijd van 2000 jaar. In deze DelftFLS berekening konden Rijntakdijken (Bovenrijndijken, Waaldijken, dijken langs het Pannerdensche Kanaal, Nederrijn-lekdijken en IJsseldijken) niet overstromen. In deze DelftFLS berekening trad wel een dijkdoorbraak bij Tiel op conform het HR-C 2006 DelftFLS dijkdoorbraakprotocol. Dit dijkdoorbraakprotocol behelst: a) tijdstip dijkdoorbraak 5 uur voordat lokaal de hoogste rivierwaterstand wordt bereikt, b) maximale uitschuringsdiepte gelijk aan het maximum van het maaiveld voor en achter de bres, en c) maximale bresbreedte van 210 m, welk in 72 uur wordt bereikt. Het maximale instroomdebiet bij Tiel bedraagt 2826 m³/s.



Figuur 5.3 Scenario 8 (doorstromsom): Waalafvoerloop te Dalem en instromend bresdebiet bij Tiel



Figuur 5.4 Scenario 9 (doorstroomsom): Waalafvoerloop te Dalem en instromend bresdebiet bij Tiel

5.3.5 Inzet van de Dalemse suatiesluis in de doorstroomsommen

In scenario 8 en 9 is de Dalemse suatiesluis geopend, zodra ter hoogte van de suatiesluis de waterstand in de Tieler- en Culemborgerwaarden (TCW) ca. 0.5 m hoger was dan de Waalwaterstand achter de suatiesluis. In scenario 8 en 9 is de suatiesluis geopend, respectievelijk 53.5 en 87.5 uur nadat de Waaldijk bij Tiel is doorgebroken. In scenario 8 is het instromende debiet bij Tiel aanzienlijk hoger (dus ook hogere stroomsnelheden in de TCW) dan in scenario 9. Verder daalt in scenario 8 de Waalafvoer sneller dan in scenario 9 (zie Figuur 5.3 en Figuur 5.4). Dit is waarom in scenario 8 de suatiesluis 53.5 uur nadat de Waaldijk bij Tiel is doorgebroken is geopend, terwijl dit in scenario 9 pas na 87.5 uur is gedaan. In scenario 8 en 9 is de suatiesluis in 0.5 uur volledig opengezet. Voor afmetingen van de Dalemse suatiesluis wordt verwezen naar §4.7.

5.3.6 Inzet van de Dalemse overlaten in de doorstroomsommen

In scenario 8 en 9 zijn alle Dalemse overlaten geopend, zodra ter hoogte van de meest bovenstroomse Dalemse overlaat de waterstand in de Tieler- en Culemborgerwaarden (TCW) ca. 0.25 m hoger was dan de Waalwaterstand achter de meest bovenstroomse Dalemse overlaat. In scenario 8 en 9 zijn de Dalemse overlaten geopend, respectievelijk 53.5 en 87.5 uur nadat de Waaldijk bij Tiel is doorgebroken. In scenario 8 en 9 wordt eerst een opening met een breedte van 5 m gemaakt tot het niveau van de kruinhoogte van de betreffende overlaat, daarna wordt de opening verbreed totdat na 36 uur de kruinbreedte van de overlaat wordt bereikt. Voor de kruinhoogten en kruinbreedten van de Dalemse overlaten wordt verwezen §4.8. Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat de Dalemse suatiesluis en overlaten gelijktijdig zijn geopend. Het verschil in waterstandsverval over Dalemse suatiesluis (0.50 m) en de meest bovenstroomse Dalemse overlaat (0.25 m) is voornamelijk het gevolg van het verschil in de rivierwaterstanden ter plaatse. De benodigde 36 uur voor het

opengraven van een overlaat zijn bepaald rekeninghoudend met een dwarsprofiel van ca. 80 m³ grond per strekkende meter en de inzet van twee kranen per overlaat. Deze schattingen zijn gemaakt door dhr. F.A. van den Berg, Sectiehoofd Dijken van het Hoogheemraadschap van de Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden (nu opgegaan in Waterschap Rivierenland) ten tijde van de WL 2003 studie.

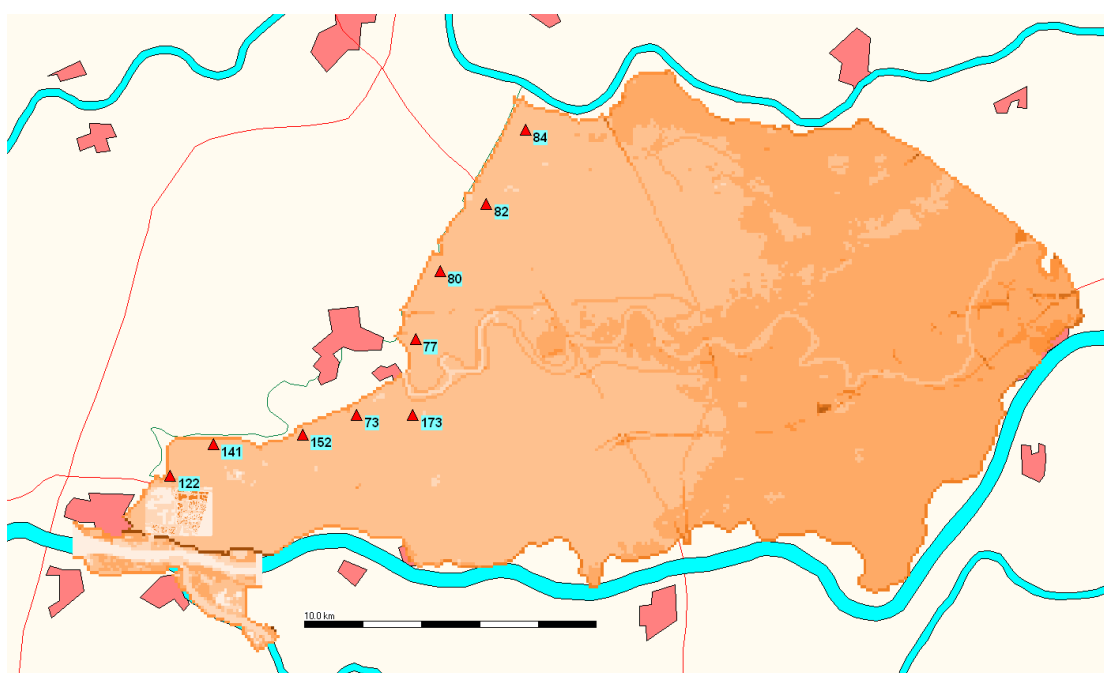
6 Resultaten van de drainageberekeningen

Zoals opgemerkt (zie §1.2) zijn de resultaten van de huidige studie leidend. Derhalve worden enkel de resultaten gegeven van de drainageberekeningen uitgevoerd in de onderhavige studie (scenarios 6 t/m 9, zie §5.2). Voor de resultaten van de drainageberekeningen uitgevoerd in de WL 2003 studie wordt verwezen naar van Mierlo en Stone (2003).

6.1 Resultaten van de leegloopsommen

De resultaten van scenario's 6 en 7 (leegloopsommen, zie Tabel 5.1) zijn als volgt geanalyseerd. Per scenario zijn voor negen locaties in de Tieler- en Culemborgerwaarden (TCW), gelegen nabij de Diefdijk (zie Figuur 6.1), zogenoemde Q-h grafieken gemaakt. De negen locaties worden hierna waterstandspunten genoemd.

In elke Q-h grafiek is voor de T0 en de T2010 situatie de berekende waterstand (h) op het waterstandspunt geplot tezamen met de berekende gezamenlijke afvoer (Q) over de Dalemse suatiesluis en overlaten. De Q-h grafiek toont feitelijk de drainagecapaciteit van de TCW in de T0 en de T2010 situatie. De drainagecapaciteit is immers het totale debiet dat over de Dalemse suatiesluis en overlaten uit de TCW wegstroomt als functie van de waterstand in de TCW. In zo'n Q-h grafiek is te zien hoeveel waterstandsverhoging in de T2010 situatie benodigd is om dezelfde afvoercapaciteit te krijgen als in de T0 situatie. Uit de Q-h relaties is per scenario en per waterstandspunt de benodigde waterstandsverhoging in de T2010 situatie bepaald, welke benodigd is om dezelfde drainagecapaciteit te realiseren als in de T0 situatie (zie Tabel 6.1).



Figuur 6.1 *Locaties (waterstandpunten) in de TCW waarvoor relaties tussen waterstand en drainagecapaciteit over de Dalemse suatiesluis en overlaten zijn bepaald*

Tabel 6.1 Scenario 6 en 7, benodigde waterstandverhogingen in de T2010 situatie dezelfde drainagecapaciteit te realiseren als in de T0 situatie.

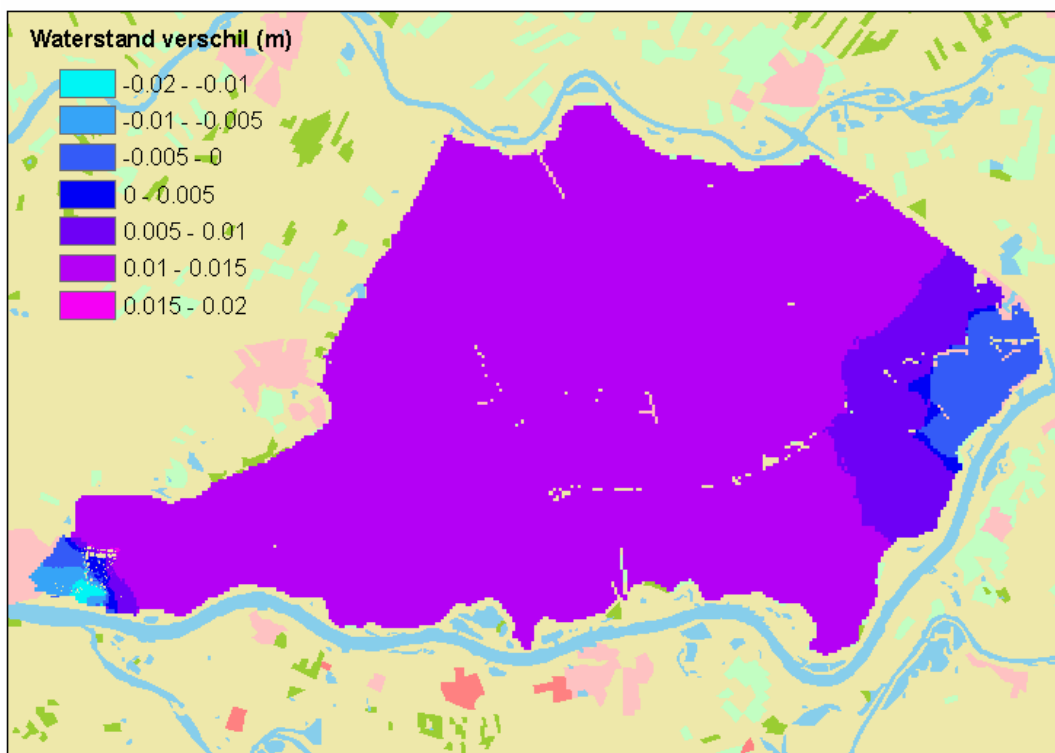
Waterstandspunt (zie Figuur 6.1)	Scenario 6, benodigde waterstand- verhoging (cm)	Scenario 7, benodigde waterstand- verhoging (cm)
73	1.4	0.9
77	1.4	0.8
80	1.4	0.8
82	1.4	0.8
84	1.4	0.8
122	1.3	0.8
141	1.4	0.9
152	1.4	0.9
173	1.4	0.9

6.2 Resultaten van de doorstromsommen

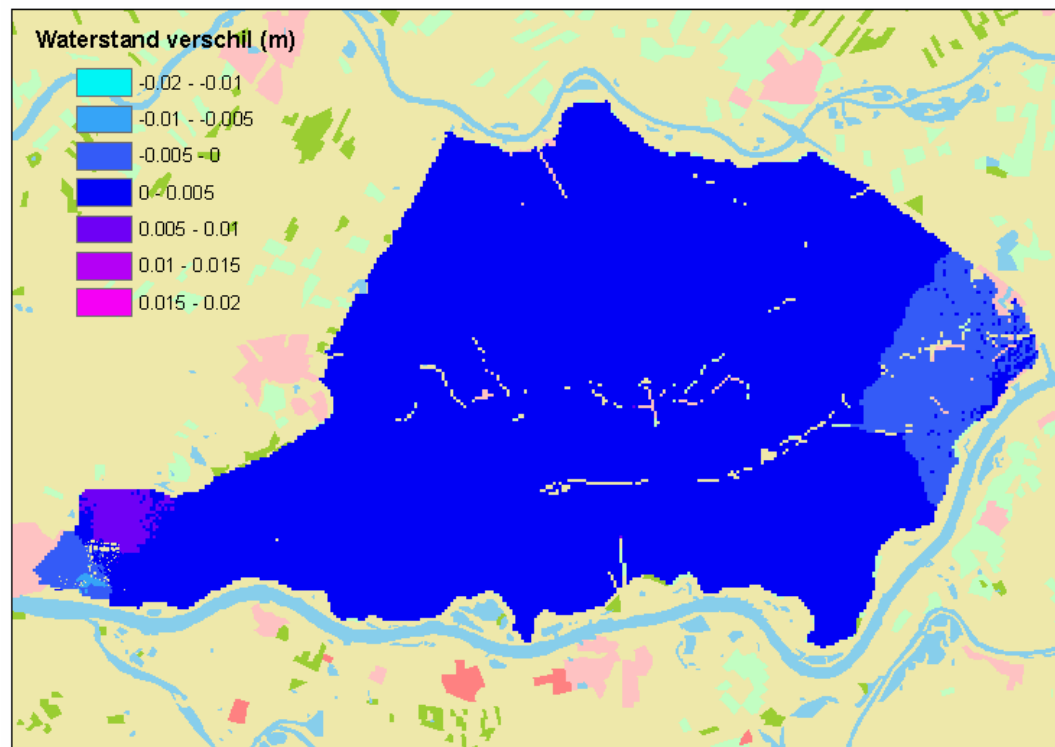
De resultaten van scenario 8 en 9 (doorstromsommen, zie Tabel 5.1) zijn als volgt geanalyseerd. Voor elke berekening zijn de maximale opgetreden waterstanden in elke 2D gridcel bepaald. Vervolgens zijn verschilkaarten in maximale waterstanden tussen de T2010 situatie en de T0 situatie bepaald. De verschilkaarten voor scenario 8 en 9 worden respectievelijk getoond in Figuur 6.2 en Figuur 6.3.

In scenario 8 bedroeg het grootste verschil (T2010 situatie *minus* T0 situatie) in de maximale waterstand voor de Diefdijk 1.4 cm (locatie $x=129550$ m, $y=429850$ m; t.o.v. Rijksdriehoekmeting). Het grootste verschil (T2010 situatie *minus* T0 situatie) bedraagt 1.6 cm en treedt op ter hoogte van $x=129755$ m, $y=428115$ m (t.o.v. Rijksdriehoekmeting).

In scenario 9 bedroeg het grootste verschil (T2010 situatie *minus* T0 situatie) in de maximale waterstand voor de Diefdijk 0.5 cm (locatie $x=130650$ m, $y=429850$ m; t.o.v. Rijksdriehoekmeting). Het grootste verschil (T2010 situatie *minus* T0 situatie) bedraagt 0.6 cm en treedt op ter hoogte van $x=129755$ m, $y=428115$ m (t.o.v. Rijksdriehoekmeting).



Figuur 6.2 Verschilkaart voor scenario 8; maximale T2010 waterstanden minus maximale T0 waterstanden



Figuur 6.3 Verschilkaart voor scenario 9; maximale T2010 waterstanden minus maximale T0 waterstanden

7 Samenvatting en conclusies

Gesteld kan worden dat de resultaten van de doorstromsommen in overeenstemming zijn met de resultaten van de leegloopsommen. Hiermee wordt bedoeld dat de verschillen in maximale waterstanden die optraden in de doorstromsommen vallen binnen de verschillen in waterstanden benodigd om gelijke drainagecapaciteit in de leegloopsommen te kunnen realiseren.

De waterstandverhogingen in het draineren van een overstroomde TCW tengevolge van de aanleg van de nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem en het uit-te-breiden Bedrijventerrein Oost II lijken gering. Hierbij kan een onderscheid worden gemaakt naar:

- Scenario's 6 en 8, waarin de conservatieve hydraulische randvoorwaarden van de WL 2003 studie zijn gehanteerd, conform de PICASO studie (scenario 6: Initiële waterstand in de TCW van NAP +5.5m; scenario 8: max. instroomdebiet bij Tiel van 5958 m³/s). Hierbij traden waterstandsverhogingen voor de Diefdijk op van respectievelijk 1.4 cm in scenario 6 en 1.4 cm in scenario 8.
- Scenario's 7 en 9, waarin minder conservatieve hydraulische randvoorwaarden zijn gehanteerd (scenario 7: Initiële waterstand in de TCW van NAP + 4.8 m; scenario 9: maximum instroomdebiet bij Tiel van 2826 m³/s). Deze randvoorwaarden zijn gebaseerd op recentere inzichten met het HR-C DelftFLS 2006 model. Hierbij traden waterstandsverhogingen voor de Diefdijk op van respectievelijk 0.9 cm in scenario 7 en 0.5 cm in scenario 9.

De vraagstelling van de gemeente Gorinchem aan betrokken waterbeheerders zou kunnen luiden, wat zijn realistische hydraulische randvoorwaarden en wat is een acceptabel waterstandsverhoging als gevolg van de aanleg van een nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem en uit-te-breiden Bedrijventerrein Oost II.

8 Literatuur

Achtergrondrapportage Diefdijklinie, 2008

Hydraulische randvoorwaarden voor categorie c-keringen, Achtergrondrapport Diefdijklinie (dijkkring 16), november 2008, <http://www.helpdeskwater.nl/waterkeringen/primaire/toetsen>.

PICASO, 2000,

Pilot Case Overstromingsrisico PICASO-6-01.001, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Bouwdienst Rijkswaterstaat Waterbouw, december 2000.

Provincie Zuid-Holland,

De Lingewerken een waterstaatskundige noodzaak, Technische rapportage , juni 1990.

Van Mierlo, M.C.L.M. en K. Stone,

Invloed van de nieuw-te-bouwen woonwijk Hoog Dalem op de drainage van een overstroomde Tieler- en Culemborgerwaarden middels de Dalemse suatiesluis en overlaten, WL|Delft Hydraulics, februari 2003.