
Waterstructuurplan Tramdijk-Oost, Lemmer

28 oktober 2008

Verantwoording

Titel	Waterstructuurplan Tramdijk-Oost, Lemmer
Opdrachtgever	Gemeente Lemsterland
Projectleider	Martijn van Houten
Auteur(s)	Liesbet Timan, Michiel de Koning, Vincent van der Neut
Projectnummer	4567699
Aantal pagina's	48 (exclusief bijlagen)
Datum	28 oktober 2008
Handtekening	

Colofon

Tauw bv
Vestiging Assen
Transportweg 12
Postbus 722
9400 AS Assen
Telefoon (0592) 39 13 00
Fax (0592) 39 13 25

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom. De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001.

Inhoud

Verantwoording en colofon	3
1 Inleiding.....	7
2 Huidige situatie.....	9
2.1 Ligging	9
2.2 Maaiveldhoogten	9
2.3 Oppervlaktewatersysteem	10
2.3.1 Waterkwantiteit	10
2.4 Bodem	11
2.4.1 Geohydrologie	11
2.4.2 Bodemkaart	11
2.4.3 Lokale bodemopbouw	11
2.4.4 Doorlatendheid	12
2.5 Grondwater	12
2.5.1 Systeem	12
2.5.2 Ondiep grondwater	12
2.5.3 Stijghoogte	13
3 Ambities en uitgangspunten	15
3.1 Ambities.....	15
3.2 Uitgangspunten en randvoorwaarden	15
4 Bouwstenen watersysteem	17
4.1 Watersysteem en peilbeheer.....	17
4.2 Hemelwater en riolering	18
4.3 Waterkwaliteit en ecologie.....	19
4.4 Bouwrijp maken en infrastructuur	20
4.5 Beheer en onderhoud.....	21
5 Functioneren watersysteem	23
5.1 Uitgangspunten berekeningen	23
5.2 Waterstandsverloop	25
5.2.1 Gebied I (Hoogwatercircuit).....	25
5.2.2 Gebied IIa (Centraal gebied)	27
5.2.3 Gebied III (Zuidzijde plangebied)	29

5.3	Waterbalans	31
5.3.1	Gebied I	31
5.3.2	Gebied IIa	32
5.3.3	Gebied III	32
5.4	Samenstelling water	33
5.4.1	Gebied I	33
5.4.2	Gebied IIa	34
5.4.3	Gebied III	35
5.5	Conclusie	36
6	Waterstructuurplan	37
6.1	Watersysteem en peilbeheer	37
6.1.1	Beschrijving watersysteem	37
6.1.2	Dimensionering watergangen voor afvoer	39
6.1.3	Dimensionering stuwen	40
6.1.4	Dimensionering duikers	41
6.2	Regenwaterafvoer en riolering	41
6.2.1	Hemelwaterafvoer	41
6.2.2	Riolering	44
6.3	Waterkwaliteit en ecologie	45
6.4	Bouw- en woonrijp maken	47
6.5	Beheer en onderhoud	47

Bijlage(n)

1. Gebiedskenmerken
2. Watersysteem en regenwaterafvoer

1 Inleiding

De gemeente Lemsterland is voornemens een de uitbreiding Tramdijk-Oost te realiseren. Een woonwijk waarbij volgens het huidige plan circa 300 woningen worden gerealiseerd binnen een periode van vijf à tien jaar. Hierbij kiest de gemeente voor een hoog ambitieniveau voor deze wijk voor wat betreft duurzaamheid en energiebesparing. De gemeente Lemsterland heeft Tauw opdracht gegeven voor het opstellen van een waterplan voor de uitbreiding Tramdijk-Oost aan de noordzijde van Lemmer.

De gemeente heeft bureau Witpaard en Partners een stedenbouwkundig plan op laten stellen voor de toekomstige woonwijk. Binnen de randvoorwaarden van dit plan wordt een water(structuur)plan opgesteld, waarbij een duurzame en klimaatbestendige invulling het uitgangspunt vormt. Voor de afvoer van het regenwater wordt hierbij zoveel mogelijk aangesloten op de tritsen Vasthouden-Bergen-Afvoeren en Schoonhouden-Scheiden-Zuiveren, zoals geformuleerd in het Waterbeleid 21^e eeuw. Met het opstellen van het water(structuur)plan en het betrekken van de waterbeheerder wordt invulling gegeven aan de watertoets voor het bestemmingsplan en bestemmingsplanwijzigingen. Het waterstructuurplan zal in een vervolgstadium nader uitgewerkt moeten worden naar een waterhuishoudings- en rioleringsplan.

Leeswijzer

De rapportage is als volgt opgebouwd. Hoofdstuk 2 geeft een beschrijving van de huidige situatie. Hoofdstuk 3 gaat in op de ambities en randvoorwaarden. In hoofdstuk 4 worden de verschillende duurzame bouwstenen van het watersysteem op hoofdlijnen beschreven, waarna in hoofdstuk 5 het functioneren van het watersysteem wordt doorgerekend. Hoofdstuk 6 sluit af met de nadere detaillering en dimensionering van het plan.

Kenmerk R001-4567699MHU-afr-V02-NL

2 Huidige situatie

2.1 Ligging

Het plangebied van de nieuwbouwwijk Tramdijk-Oost (Figuur 1.1) zal gebouwd worden aan de oostkant van de Tramdijk. De begrenzingen van het gebied worden gevormd door:

- In het noorden: de Wielewei
- In het oosten: de Tramdijk
- In het zuiden: de Melkweg
- In het westen: de Straatweg



Figuur 2.1 Ligging plangebied Tramdijk-Oost

Ten oosten van het plangebied, tussen de straatweg en de A6, zal een bedrijventerrein gerealiseerd worden.

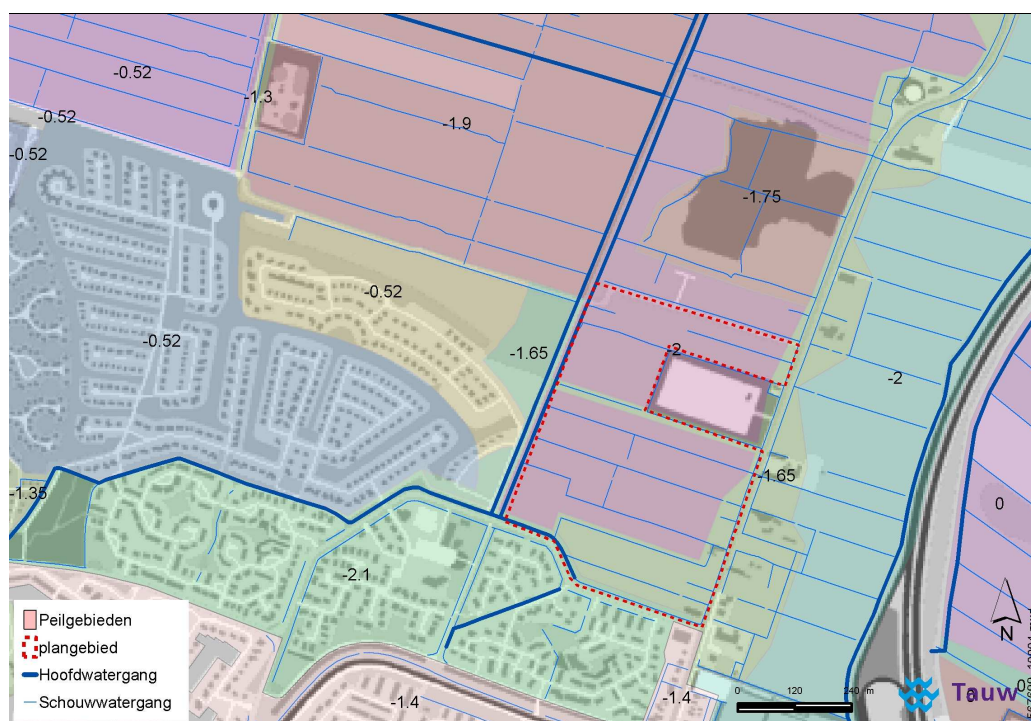
2.2 Maaiveldhoogten

Het maaiveld in het gebied varieert tussen de -1,50 en -1,25 m NAP. De begraafplaats ligt aanzienlijk hoger op circa 0 m NAP.

2.3 Oppervlaktewatersysteem

2.3.1 Waterkwantiteit

Figuur 1.3 laat zien dat ten westen en deels ten zuiden van het plangebied een hoofdwatgang ligt. Hiervan is het peil onbekend. In het plangebied liggen enkel kleinere watergangen, die grotendeels een peil hebben van -2 m NAP. Dwars door het plangebied ligt een sloot met een hoger peil (-1,65 m NAP) dat de watergangen ten oosten en westen van het plangebied verbindt. Ook aan de zuidkant liggen schouwsloten met een peil van -1.65 m NAP. De gegevens van de watergangen en peilhoogten zijn afkomstig van het Wetterskip Fryslân.



Figuur 2.2 Hoofdwatgangen, schouwwatergangen en peilgebieden

2.4 Bodem

2.4.1 Geohydrologie

Uit REGIS is de opbouw van de bodem in het plangebied onderzocht en deze blijkt grotendeels hetzelfde voor het hele plangebied. De opbouw wordt in de tabel hieronder beschreven:

Tabel 2.1 Geohydrologische bodemopbouw

Diepte (m –mv)	Geohydrologische eenheid	Samenstelling	Formatie
0 – 0,5 à 1	deklaag	klei, veen	Haloceen
0,5 - 30	watervoerende pakketten	veen, zand	Twente/Drente
30 - 160	watervoerend pakket	zand	Urk
160 - 200	slecht doorlatende laag	klei	Peize en Waalre
200 - 250	watervoerend pakket	zand	Maassluis
> 250	slecht doorlatende laag	klei	-

2.4.2 Bodemkaart

Volgens de bodemkaart van Nederland, kaartblad 15 West en 15 Oost komt in het plangebied voornamelijk koopveengrond op veenmosveen voor. Dit zijn veengronden met een venige kleibovengrond van ongeveer 25 cm dikte.

2.4.3 Lokale bodemopbouw

Er zijn in het verleden twee boringen uitgevoerd in en net naast het plangebied. Eén boring (B15F0511) ligt net naast de Straatweg aan de oostkant van het gebied en de ander (B15F0509) ter hoogte van de Wielewei in het zuiden. De boringgegevens in de tabel komen uit het Dinoloket van TNO. Uit de boringen blijkt dat de bovenste laag van de bodem in het plangebied bestaat uit een kleilaag van ongeveer 0,4 – 0,7 m –mv. Daaronder ligt een laag veen dat tot ongeveer 2 meter onder maaiveld doorloopt. Daaronder bevindt zich een laag zand.

Tabel 2.2 Boringgegevens

B15F0509			B15F0511		
Bovenkant laag (m -mv)	Onderkant laag (m -mv)	Hoofd- grondsoort	Bovenkant laag (m -mv)	Onderkant laag (m -mv)	Hoofd- grondsoort
0,00	0,50	klei	0,00	0,40	Klei
0,50	0,70	klei	0,40	0,70	Veen
0,70	0,90	veen	0,70	1,40	Veen
0,90	1,30	veen	1,40	1,60	Veen
1,30	1,60	veen	1,60	2,30	Veen
1,60	2,00	zand	2,30	2,60	Zand

2.4.4 Doorlatendheid

De doorlatendheid van de onverzadigde zone is ingeschat op basis van de bodemopbouw. Op basis van de TNO-boringen lijkt infiltratie in de bodem niet kansrijk, aangezien er klei en veen tot 1,5 m onder maaiveld is gevonden. De ervaring is dat de doorlatendheid in de onverzadigde zone, bestaande uit klei en veen, veelal kleiner is dan 0,1 m/dag.

2.5 Grondwater

2.5.1 Systeem

De grondwaterstanden in het plangebied zijn afhankelijk van de peilhoogten. Hoe hoger het peil, hoe hoger de grondwaterstand zal zijn. In het plangebied is het peil -2 m NAP (0,5 tot 1,5 m -mv) en de grondwaterstand zal minimaal op die hoogte liggen.

2.5.2 Ondiep grondwater

De grondwatersituatie en hoogte van de grondwaterstanden kunnen getypeerd worden door de indeling in grondwatertrappen. De indeling vindt plaats aan de hand van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GH) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). Voor een ruimtelijk beeld van de grondwatertrappen is uitgegaan van de bodemkaart van Nederland, kaartblad 15 West en 15 Oost. Het plangebied, maar eigenlijk het hele omliggende gebied, bevindt zich in Grondwatertrap II. Dit betekent een GHG tot 40 cm onder maaiveld en een GLG tussen de 50 – 90 cm onder maaiveld. Dit zijn zeer natte gronden, vaak met kwel en dit betekent zeer grote kans op wateroverlast voor bebouwing.

2.5.3 Stijghoogte

Uit de grondwaterkaart van Nederland Stavoren/Steenwijk 15 Oost 15 West blijkt dat de gemiddelde stijghoogte in het plangebied tussen de -2,00 m – mv en -2,5 m –mv valt. Aangezien het peil in het plangebied nu -2 m NAP is zal de stijghoogte mogelijk nog wat dichterbij het maaiveld liggen. Peilbuizen van TNO-NITG, die in de buurt liggen, liggen in andere peilgebieden en kunnen zodoende niet direct iets vertellen over de stijghoogte in het plangebied. Indirect kan er wel een vergelijking worden gemaakt tussen peilbuismetingen elders, de maaiveldhoogte en het aanwezige peil. Hieruit blijkt dat in andere peilgebieden de hoogste grondwaterstanden tot ongeveer 0,25 m onder maaiveld komen.

Kenmerk R001-4567699MHU-afr-V02-NL

3 Ambities en uitgangspunten

Eén van de vertrekpunten voor het toekomstige waterhuishoudingsplan zijn de ambities en randvoorwaarden. In voorliggend hoofdstuk wordt hier kort op ingegaan.

3.1 Ambities

De gemeente Lemsterland wil een duurzame woonwijk aanleggen. Het watersysteem dat daarmee wordt aangelegd zal eveneens een duurzaam en robuust karakter krijgen. Het watersysteem draagt hierin ook bij aan het creëren van een aantrekkelijke woonomgeving en past naadloos in de huidige omgeving. Dit laatste betekent dat het geen negatieve effecten heeft en eerder nog een positieve bijdrage aan de omgeving. Principes als Vasthouden-Bergen-Afvoeren en Schoonhouden-Scheiden-Zuiveren zijn vanzelfsprekend. Ook wordt nu al rekening gehouden met klimaatsveranderingen zodat het systeem een stootje kan hebben.

3.2 Uitgangspunten en randvoorwaarden

In het kader van de ontwikkeling van de wijk heeft meerdere malen overleg plaatsgevonden tussen de gemeente en het waterschap. Dit overleg heeft geresulteerd in de volgende randvoorwaarden en uitgangspunten:

- Het gebied wordt onderscheiden in drie peilgebieden:
 - Een peil van -2,10 m NAP in het meest zuidelijk gelegen deel
 - Een peil van -2,00 m NAP in het grootste deel van het plangebied
 - Een peil van -1,65 m NAP voor aanvoer van het hoogwatercircuit langs de Straatweg
- Maaiveldhoogte van 1 m boven het streefpeil in oppervlaktewater (ophoging tot -0,65 – -1,00 m NAP)
- Droogleggingseis: bij een bui T=100 mag geen inundatie van het maaiveld optreden
- Debietbegrenzing stuw op 1,33 l/s/ha (bij bui T=2 en bui T=10)
- Debietbegrenzing stuw op 2,66 l/s/ha bij T=100
- Slootdiepte 0,5 tot 1 m

Bijzondere aandacht in het gebied gaat uit naar archeologische vindplaatsen. Dit levert fysieke beperkingen op voor het creëren van water, doordat hier niet mag worden afgegraven.

Kenmerk R001-4567699MHU-afr-V02-NL

4 Bouwstenen watersysteem

In voorliggend hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de bouwstenen waarmee het watersysteem wordt samengesteld. Hierbij worden de volgende bouwstenen onderscheiden:

- Watersysteem en peilbeheer
- Hemelwater en riolering
- Waterkwaliteit en ecologie
- Bouwrijp maken en infrastructuur
- Beheer en onderhoud

De uitwerking van de bouwstenen vindt plaats aan de hand van het benoemde ambitieniveau, en de randvoorwaarden zoals geformuleerd in hoofdstuk 3. Aan de hand van de bouwstenen wordt het watersysteem doorgerekend in hoofdstuk 5 en nader uitgewerkt tot een waterstructuurplan in hoofdstuk 6.

4.1 Watersysteem en peilbeheer

Het toekomstige watersysteem wordt opgedeeld in een viertal gebieden:

- Centrale deel plangebied
- Begraafplaats
- Hoogwatercircuit
- Zuidelijk deel plangebied

Door deze indeling te kiezen wordt zoveel mogelijk aangesloten op de bestaande situatie en wordt aangesloten op de omliggende poldersystemen.

Voor het zuidelijke deel en het centrale deel van het plangebied wordt voorgesteld om een flexibel peilbeheer toe te passen. Dit betekent dat het peil mag stijgen in natte perioden en met de grondwaterstand mee uit kan zakken in de droge perioden. Dit leidt ertoe dat er geen of beperkte aan- of afvoer plaats dient te vinden, hetgeen bemaling en daarmee energie bespaart. Dit heeft tevens als voordeel dat er sprake is extra bergingsmogelijkheden.

Door de specifieke gebruiksfunctie van de begraafplaats en het hoogwatercircuit wordt hier geen peilfluctuatie toegestaan. Daarbij wordt in de waterstructuur eveneens rekening gehouden met de aanwezigheid van archeologische vindplaatsen.

Door voldoende water te creëren wordt een klimaatbestendig watersysteem ingericht dat in staat is piekbuien op te vangen zonder dat er overlast optreedt. De watergangen krijgen hierbij eveneens voldoende hydraulisch profiel. In het volgende hoofdstuk wordt het functioneren van het watersysteem nader onderzocht.

4.2 Hemelwater en riolering

De bouwsteen hemelwater en riolering is bij uitstek geschikt om duurzaam in te vullen. Het stedenbouwkundige plan geeft goede mogelijkheden om duurzaam met water om te gaan. De basisprincipes voor deze bouwsteen worden gevormd door de trits Vasthouden-Bergen-Afvoeren ten aanzien van de kwantiteit. Voor de kwaliteit geldt de trits Schoonhouden-Scheiden-Zuiveren.

Hemelwater

Bij de afvoer van regenwater wordt gestreefd naar zo weinig mogelijk regenwaterriool en het optimaal benutten van maaiveldverloop. Hierbij kan gedacht worden aan het verlaagd aanleggen van groenzones. Dakoppervlaktes en wegen kunnen hierbij afvoeren naar deze zones, die vervolgens via een bodempassage afvoeren naar het oppervlaktewater. Het water zal vanuit de groenzones, gezien de bodemopbouw, niet infiltreren naar het diepere grondwater, maar af worden gevoerd door middel van een drain (filtratie). Hiermee wordt het water vertraagd afgevoerd en wordt invulling gegeven aan het principe Vasthouden-Bergen-Afvoeren. De groenzones zouden hierdoor niet opgehoogd te hoeven worden, waardoor ook grondverzet wordt bespaard.

De woningen die niet grenzen aan groenzones, voeren oppervlakkig af naar de wegen. De wegen worden zoveel mogelijk op één oor gelegd, waardoor water wordt afgevoerd naar de berm en infiltreert via bodempassages. Het aantal voertuigbewegingen in het gebied staat dit toe. Wegen die niet aan groenzones grenzen worden zodanig aangelegd dat het water wordt afgevoerd door middel van goten via het maaiveldverhang.



Figuur 4.1 Oppervlakkige afvoer via goten

Riolering

Vuilwater wordt gescheiden van het regenwater en getransporteerd naar de rwzi. Het transporteren van vervuild rioolwater naar de zuivering kost door het toepassen van rioolgemalen energie. Door het aantal gemalen te beperken of het water in de woonwijk zelf te zuiveren door middel van een decentrale zuivering, kan op dit punt een duurzame bijdrage worden geleverd. Het beperken van het aantal gemalen kan worden gerealiseerd door de woonwijk zodanig in te richten dat afvoer van oppervlaktewater onder vrijverval mogelijk is.

Bovenstaande uitwerking heeft een duurzaam watersysteem tot resultaat afgestemd op de hydrologische omstandigheden. Met name op woningniveau zou een stap verder kunnen worden gegaan door onder andere:

- Toepassen scheidingstoiletten in woningen
- Vegetatiedaken (afhankelijk van beeldkwaliteitsplan)
- Brongerichte sanitatie (scheiden van zwart water, grijs water en hemelwater)



Figuur 4.2 Vegetatiedak als duurzame maatregel op woningniveau

4.3 Waterkwaliteit en ecologie

In een duurzaam watersysteem is er sprake van een goede waterkwaliteit en worden ecologische potenties benut.

Brongerichte maatregelen

Een belangrijke bouwsteen voor een goede waterkwaliteit wordt gevormd door het toepassen van brongerichte maatregelen. Dit betekent onder andere voorwaarden stellen aan de toe te passen bouwmaterialen, niet toepassen van bestrijdingsmiddelen en het voorkomen van autowassen op straat.

Doorspoeling en voorkomen inlaat van gebiedsvreemd water

Voor een goede waterkwaliteit dient stilstaand water te worden voorkomen. Verder wordt er naar gestreefd om zo weinig mogelijk gebiedsvreemd water in te laten. Dit wordt gerealiseerd door het voeren van flexibel peilbeheer, waarbij het peil mag zakken in droge perioden en stijgen in natte perioden. Dit principe wordt niet toegestaan bij het hoogwatercircuit en rondom de begraafplaats. De mate waarin dit plaats zal vinden wordt berekend in hoofdstuk 5.

Profiel van de watergangen

Het profiel van de watergangen heeft invloed op de waterkwaliteit en ecologische waarden van het gebied. Door met name ter plaatse van de bredere waterpartijen flauwe oevers aan te leggen met plasdraszones wordt de waterkwaliteit in het gebied positief beïnvloed. Hierbij is ook variatie in de diepte van het water gewenst, waarbij enkele zones met een diepte van 1 à 1,5 m gewenst zijn. Bij toepassing van natuurvriendelijke oevers zullen deze ook ruimtelijk in de breedte variëren.

4.4 Bouwrijp maken en infrastructuur

Gedeeltelijke ophoging van het terrein

Door het grondverzet zoveel mogelijk te beperken wordt een duurzame invulling gegeven aan het bouwrijp maken van het plangebied. Dit kan betekenen dat het terrein alleen wordt opgehoogd ter plaatse van de directe omgeving van de woningen. Ter plaatse van de geprojecteerde groenzones blijft dan een laagte behouden in het plangebied, waar water oppervlakkig naar toe kan afstromen. Voor de directe omgeving van de bebouwing wordt een drooglegging van 1 meter aangehouden. Bij toekomstige peilen variërend van -2,10 m NAP tot -1,65 m NAP zal het maaiveld dan op moeten worden gehooft naar -1,00 m NAP tot -0,65 m NAP. Berekeningen in hoofdstuk 5 zullen aan moeten tonen welke peilstijgingen verwacht kunnen worden in pieksituaties.

Door deze wijze van bouwrijp maken is minder grondverzet nodig en dit zal energiebesparend en kostenverlagend werken. Tevens is er door oppervlakkige afvoer geen riolering nodig voor de afvoer van schoon hemelwater wat een duurzame maatregel is.

Kruipruimteloos bouwen

Voorgesteld wordt te overwegen om kruipruimteloos te bouwen. Door kruipruimteloos te bouwen is een verlaging van de grondwaterstand door middel van drainage niet nodig. Daarnaast zijn woningen zonder kruipruimte energiezuiniger dan woningen met kruipruimte.

4.5 Beheer en onderhoud

Bij het thema 'Beheer en onderhoud' moet gedacht worden aan kostenefficiënte uitvoering zodat in de beheer- en onderhoudsperiode een onderhoudsarm systeem wordt gecreëerd.

Het stedenbouwkundige plan kenmerkt zich door drie verschillende 'eilanden', deze zijn verbonden door middel van (fiets)bruggen. Aandachtspunten hierbij zijn het onderhoud en de mogelijke doorvaarbaarheid bij onderhoud met behulp van maaiboten. Anderzijds kan ervoor worden gekozen om de waterpartijen zodanig in te richten dat kan worden volstaan met extensief onderhoud vanaf landzijde.

Door te zorgen voor een goede doorspoeling en toepassing van de juiste beplanting kan de slibaanwas beperkt worden. Het toepassen van natuurvriendelijke oevers kan ook in de onderhoudsfase zorgen voor een onderhoudsarm systeem. Bijkomend voordeel van een onderhoudsarm watersysteem zal de belevingswaarde van de bewoners van de wijk zijn.

Kenmerk R001-4567699MHU-afr-V02-NL

5 Functioneren watersysteem

Op basis van de in voorgaand hoofdstuk genoemde bouwstenen is het watersysteem doorgerekend met het hydrologische simulatiemodel Tauwsim op basis van het stedenbouwkundige plan opgesteld in het kader van het bestemmingsplan (tekening LM0069, januari 2008). Hierbij is onderzocht wat de waterhuishoudkundige effecten zijn in termen van grondwaterstanden, oppervlaktewaterpeilen, waterbalans en de samenstelling van het oppervlaktewater.

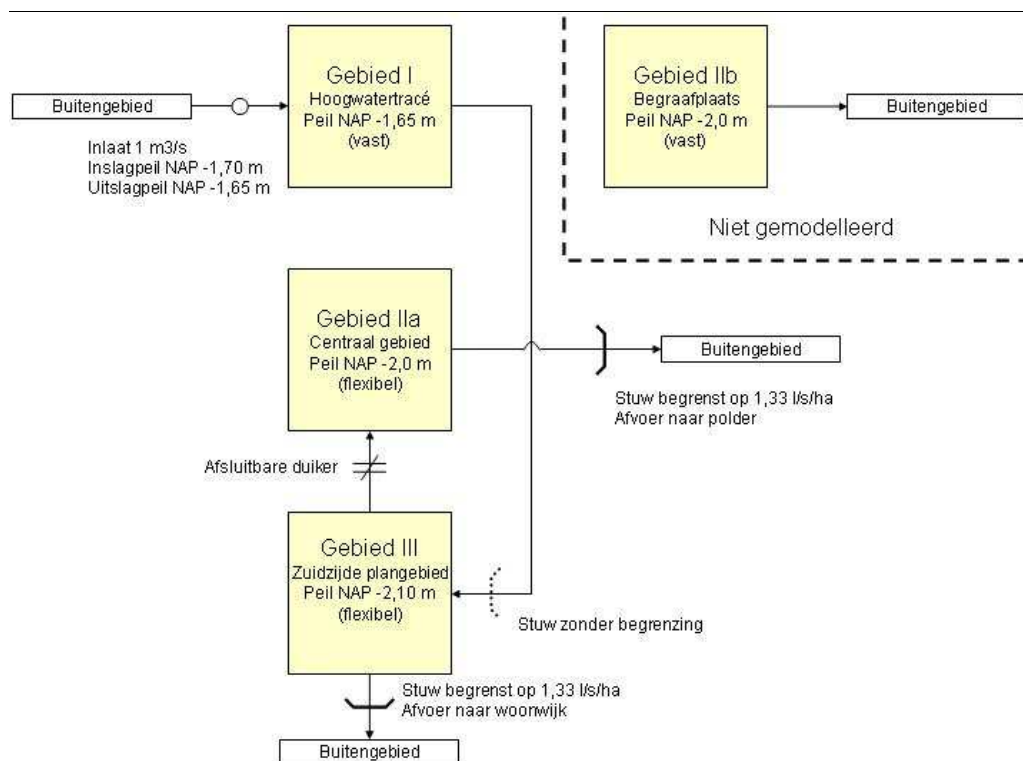
5.1 Uitgangspunten berekeningen

Ten behoeve van de berekeningen in Tauwsim (bakkenmodel) worden in voorliggende paragraaf kort de uitgangspunten beschreven aan de hand van de bouwstenen (voor zover relevant voor de berekening)

Er wordt uitgegaan van vier peilgebieden:

- I. Hoogwatercircuit
- IIa. Centraal deel
- IIb. Begraafplaats
- III. Zuidzijde plangebied

De gebruikte gebiedskenmerken zijn opgenomen in bijlage 1.



Figuur 5.1 Schematisatie modellering Tauwsim

Gebied IIb, de begraafplaats, is niet gemodelleerd, omdat dit gebied alleen een verbinding heeft met het buitengebied (de polder) en een vast peil behoudt.

Het doel van de berekeningen is te bekijken wat de gevolgen van neerslaggebeurtenissen zijn op de ontwatering en drooglegging in het gebied als gevolg van peilstijgingen en de noodzaak tot inlaat- en uitlaat. Het beschreven ambitieniveau is hiervoor doorgerekend met een hydrologisch jaar met een 10 % droge zomer (1982), een gemiddeld jaar (1990) en een jaar met een 10 % natte winter (1986). Aanvullend zijn twee piekgebeurtenissen doorgerekend. Een bui T=10 +10 % en een bui T=100 +10 %.

Bij de berekeningen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Verdeling oppervlakken (zie ook bijlage 1)

Tabel 5.1 Oppervlakken plangebied

	Bruto-oppervlak	Verhard oppervlak	Onverhard oppervlak	Water
Gebied I	2,9	0,5	1,0	1,4
Gebied IIa	16,8	10,2	5,7	0,9
Gebied III	3,5	1,0	1,9	0,6

- Maaiveldhoogte van 1 m boven het streefpeil in oppervlaktewater
- Droogleggingseis: bij een bui T=100 mag geen inundatie van het maaiveld optreden
- Debietbegrenzing stuw op 1,33 l/sha (jaren, 1982, 1986 en 1990 en bui T=10)
- Debietbegrenzing stuw op 2,66 l/s/ha bij T=100
- Het peil mag in de gebieden met een flexibel peil stijgen tot maximaal 30 cm in pieksituaties
- Stijghoogte van het diepe grondwater is NAP -2,00 m. Er is sprake van een afwisseling van kwel en infiltratie
- Voor de c-waarde van de eerste scheidende laag is 600 dagen aangehouden. Indien een kleinere weerstand wordt aangehouden zal de infiltratie in de zomer toenemen, waardoor de inlaatbehoefte voor gebied I (hoogwatercircuit) met een vast waterpeil wordt vergroot. Een hoge weerstand is daarmee een gunstige aanname
- Verhard oppervlak wordt via een gescheiden stelsel rechtstreeks afgevoerd naar oppervlaktewater

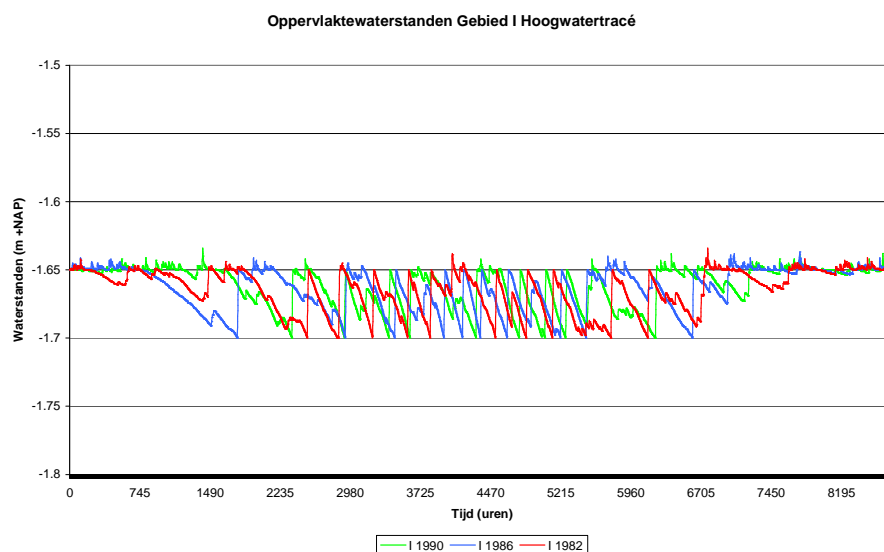
5.2 Waterstandsverloop

Per deelgebied is in de onderstaande paragrafen het waterstandsverloop beschreven.

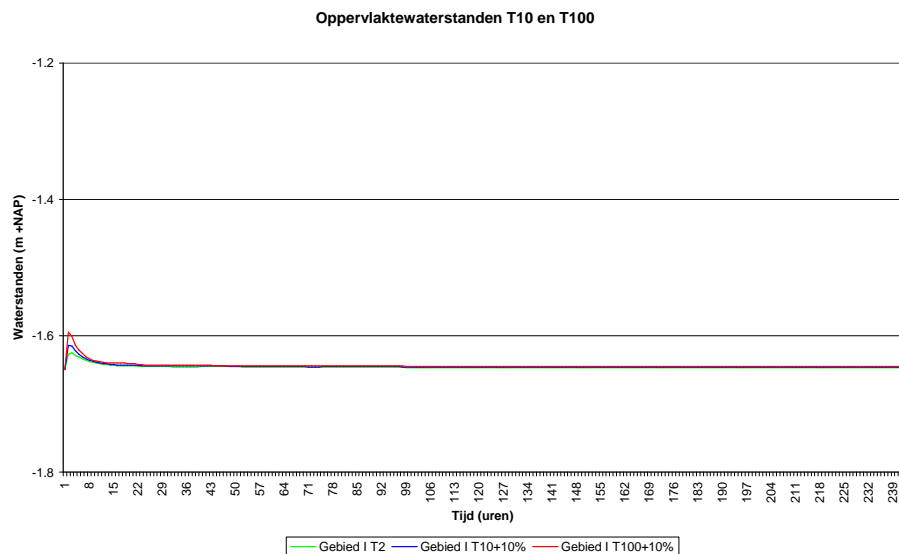
5.2.1 Gebied I (Hoogwatercircuit)

In figuur 5.2 is het verloop van het oppervlaktewaterpeil weergegeven voor de jaren 1982 (droog), 1990 (gemiddeld) en 1986 (nat). De waterstand varieert van NAP -1,64 m tot -1,70 m. Het gebied heeft een vast peil van NAP - 1,65 m. In Tauwsim is gemodelleerd dat water ingelaten worden van buiten het gebied wanneer het peil uitzakt tot NAP -1,70 m. Uit de grafiek blijkt dat in de zomerperiode de pomp continu aan het pompen is om het water op peil te houden.

In figuur 5.3 is het verloop van het oppervlaktewaterpeil weergegeven voor de piekgebeurtenissen T=2 +10 %, T=10 +10 % en T=100 +10 %. Uit de modelberekeningen blijkt dat bij een bui T=2 een peilstijging optreedt van circa 2,5 cm. Bij een bui T=10 treedt een peilstijging op van circa 3,5 cm. Bij een bui T=100 treedt een peilstijging op van circa 5 cm. Na een dag is het peil weer teruggezakt naar het oorspronkelijke peil van NAP -1,65 m.



Figuur 5.2 Waterstanden vergelijking situatie 1982, 1990 en 1986, gebied I

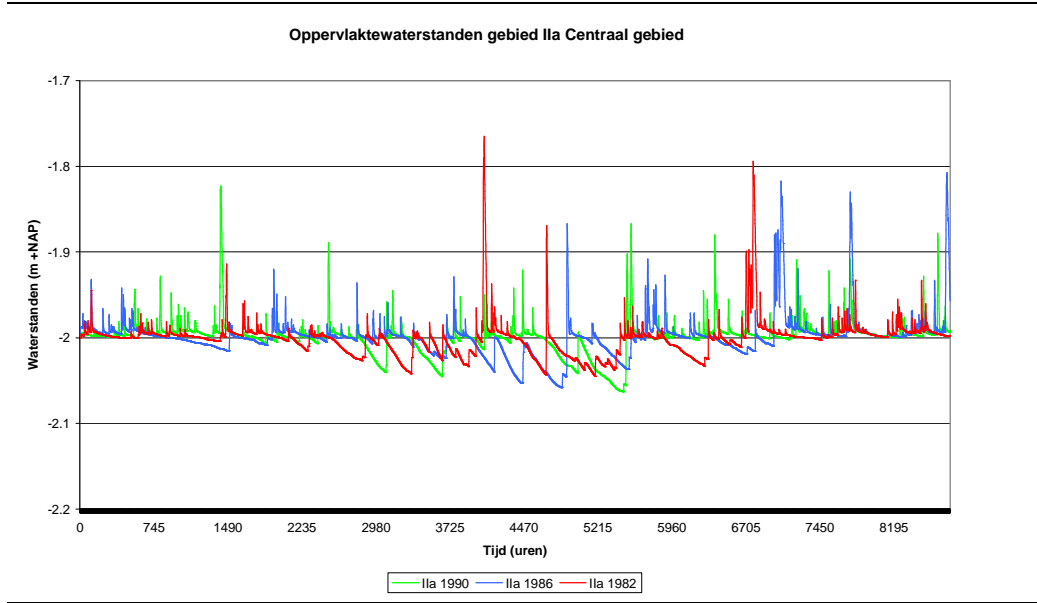


Figuur 5.3 Waterstanden vergelijking situatie bui T=2 +10 %, T=10 +10 % en T=100 +10 %, gebied I

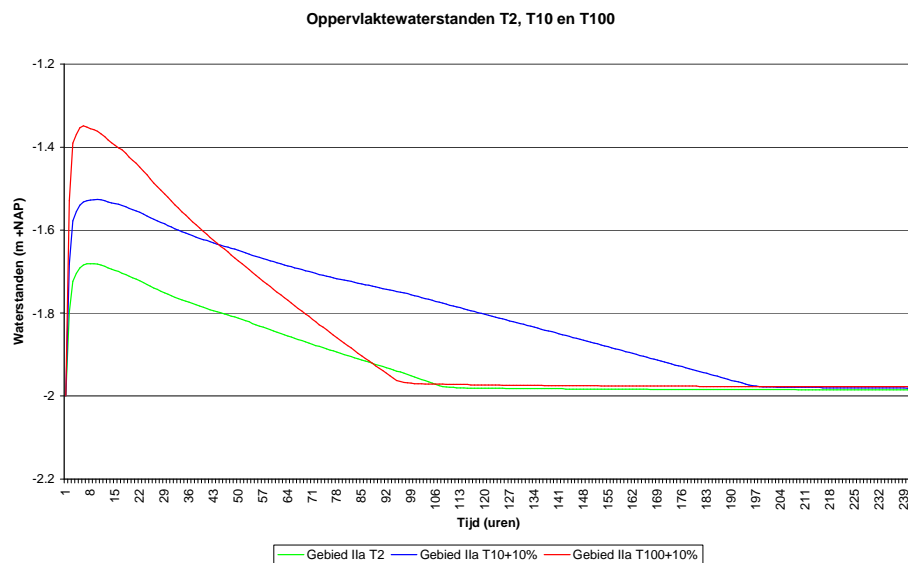
5.2.2 Gebied IIa (Centraal gebied)

In figuur 5.4 is het verloop van het oppervlaktewaterpeil weergegeven voor de jaren 1982 (droog), 1990 (gemiddeld) en 1986 (nat). De waterstand varieert van NAP -1,77 m tot -2,05 m. Het gebied heeft een streefpeil van NAP - 2,00 m. In natte perioden stijgt het peil met circa 23 cm. Het peil zakt in droge perioden uit met 5 cm. Dit is zo weinig, dat inlaat van water niet noodzakelijk is. Het peil reageert sterk op regenbuien, omdat het hemelwater rechtstreeks naar oppervlaktewater wordt afgevoerd.

In figuur 5.5 is het verloop van het oppervlaktewaterpeil weergegeven voor de piekgebeurtenissen T=2 +10 %, T=10 +10 % en T=100 +10 %. Uit de modelberekeningen blijkt dat bij een bui T=2 een peilstijging optreedt van circa 30 cm. Bij een bui T=10 treedt een peilstijging op van circa 50 cm. Bij een bui T=100 treedt een peilstijging op van circa 70 cm. De drooglegging bij een T=100 is dan nog minimaal 30 cm ten opzichte van het laagste maaiveld. Bij een T=2 is na circa acht dagen het peil weer teruggezakt naar het oorspronkelijke peil van NAP -2,00 m. Dit duurt circa vier dagen bij de buien T=10 en T=100.



Figuur 5.4 Waterstanden vergelijking situatie 1982, 1990 en 1986, gebied Ila



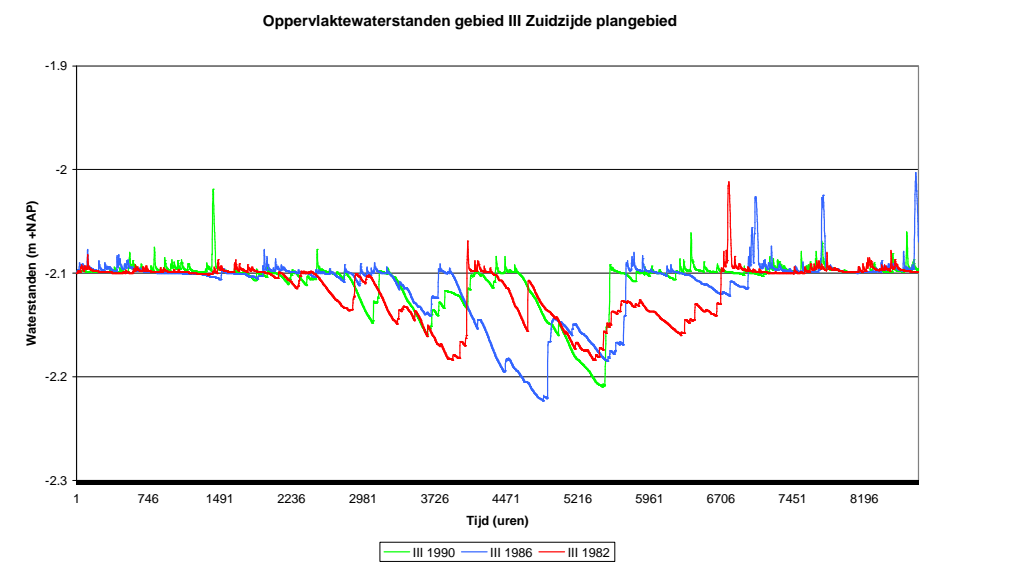
Figuur 5.5 Waterstanden vergelijking situatie bui T=2 +10 %, T=10 +10 % en T=100 +10 %, gebied Ila

5.2.3 Gebied III (Zuidzijde plangebied)

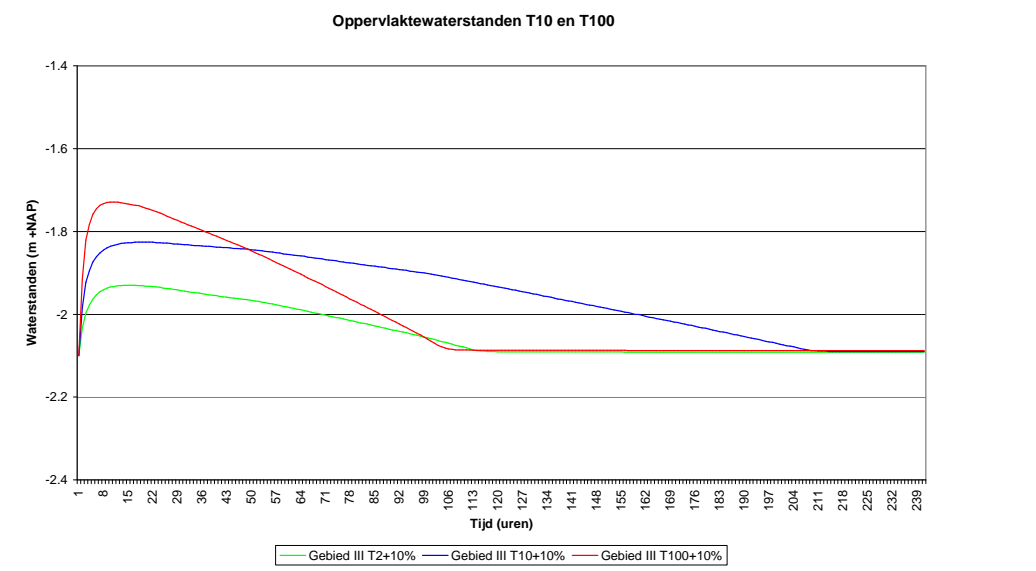
In figuur 5.6 is het verloop van het oppervlaktewaterpeil weergegeven voor de jaren 1982 (droog), 1990 (gemiddeld) en 1986 (nat). De waterstand varieert van NAP -2,02 m tot -2,22 m. Het gebied heeft een streefpeil van NAP - 2,10 m. In natte perioden stijgt het peil met circa 8 cm.

De peilstijging is minder dan in gebied Ila omdat in gebied III verhoudingsgewijs minder verhard oppervlak afwatert op het oppervlaktewater. Het peil zakt in droge perioden uit met 12 cm.

Met het waterschap moet overlegd worden of inlaten van water noodzakelijk is. Het peil zakt hier meer uit ten opzichte van gebied Ila om dezelfde reden dat het peil minder stijgt in natte perioden. Omdat minder verhard oppervlak op het oppervlaktewater afwatert, vindt minder aanvulling van het oppervlaktewater plaats in droge tijden als het regent.



Figuur 5.6 Waterstanden vergelijking situatie 1982, 1990 en 1986, gebied III



Figuur 5.7 Waterstanden vergelijking situatie bui T=2 +10 % , T=10 +10 % en T=100 +10 % , gebied III

In figuur 5.7 is het verloop van het oppervlaktewaterpeil weergegeven voor de piekgebeurtenissen T=2 +10 %, T=10 +10 % en T=100 +10 %. Uit de modelberekeningen blijkt dat bij een bui T=2 een peilstijging optreedt van circa 15 cm. Bij een bui T=10 treedt een peilstijging op van circa 30 cm. Bij een bui T=100 treedt een peilstijging op van circa 40 cm. Bij een T=100 bui bedraagt de drooglegging nog 60 cm. Bij een T=2 is na circa negen dagen het peil weer teruggezakt naar het oorspronkelijke peil van NAP -2,00 m. Dit duurt circa vijf dagen bij de buien T=10 en T=100.

5.3 Waterbalans

5.3.1 Gebied I

In tabel 5.2 is de waterbalans voor Gebied I Hoogwatertracé weergegeven voor respectievelijk een jaar met een 10 % droge zomer, een gemiddeld jaar en een jaar met een 10 % natte winter.

Tabel 5.2 Waterbalans voor de jaren 1982, 1990 en 1986, Gebied I

		Hoeveelheden in kubieke meters x 1000		
		1982	1990	1986
IN	Neerslag	17.4	20.7	20.8
	Inlaat	7.6	6.8	7.5
	Kwel	0.0	0.0	0.0
UIT	Verdamping	14.8	14.8	14.1
	Wegzijging	5.8	6.2	6.2
	RWZI	0.0	0.0	0.0
	Afvoer	4.5	6.6	8.0
dB	Vershil in berging	-0.01	-0.01	-0.01

In alle doorgerekende situaties is inlaat noodzakelijk om het water op peil te houden. De inlaat maakt circa 30 % uit van de totale aanvoer naar het gebied. Door het hogere waterpeil is de kwelstroom niet aanwezig. Het gebied voert het overtollige water af naar gebied III. De afvoer maakt circa 20 % uit van de totale afvoer uit het gebied.

De restterm in de balans is de som van alle positieve en negatieve balansposten. Van invloed op de grote van de restterm zijn de verschillen in grondwaterstand, oppervlaktewaterpeil en bodemvochtgehalte tussen het begin en einde van het jaar. Een negatieve restterm betekent dat er op jaarbasis meer water naar het gebied is aangevoerd dan uit het gebied is afgevoerd. Bij een positieve restterm is meer water afgevoerd dan aangevoerd.

5.3.2 Gebied IIa

In tabel 5.3 is de waterbalans voor Gebied IIa Centraal gebied weergegeven voor respectievelijk een jaar met een 10 % droge zomer, een gemiddeld jaar en een jaar met een 10 % natte winter.

Tabel 5.3 Waterbalans voor de jaren 1982, 1990 en 1986, Gebied IIa

		Hoeveelheden in kubieke meters x 1000		
		1982	1990	1986
IN	Neerslag	100.7	119.9	120.1
	Inlaat	0.0	0.0	0.0
	Kwel	0.6	0.3	0.5
UIT	Verdamping	38.5	39.9	37.1
	Wegzijing	2.0	2.5	2.7
	RWZI	0.0	0.0	0.0
	Afvoer	61.1	78.1	80.8
dB	Vershil in berging	-0.01	0.00	-0.01

In geen van de doorgerekende situaties is inlaat noodzakelijk. De kwelstroom maakt circa 0,5 % uit van de totale aanvoer naar het plangebied.

De restterm in de balans is de som van alle positieve en negatieve balansposten. Van invloed op de grote van de restterm zijn de verschillen in grondwaterstand, oppervlaktewaterpeil en bodemvochtgehalte tussen het begin en einde van het jaar. Een negatieve restterm betekent dat er op jaarbasis meer water naar het gebied is aangevoerd dan uit het gebied is afgevoerd. Bij een positieve restterm is meer water afgevoerd dan aangevoerd.

5.3.3 Gebied III

In tabel 5.4 is de waterbalans voor Gebied III (Zuidzijde plangebied) weergegeven voor respectievelijk een jaar met een 10 % droge zomer, een gemiddeld jaar en een jaar met een 10 % natte winter.

Tabel 5.4 Waterbalans voor de jaren 1982, 1990 en 1986, Gebied III

		Hoeveelheden in kubieke meters x 1000		
		1982	1990	1986
IN	Neerslag	21.1	25.1	25.1
	Inlaat	4.5	6.6	8.0
	Kwel	1.9	1.7	1.8
UIT	Verdamping	12.3	12.6	11.7
	Wegzijing	0.1	0.1	0.1
	RWZI	0.0	0.0	0.0
	Afvoer	15.2	20.8	22.7
dB	Verskil in berging	0.01	0.01	0.00

In geen van de doorgerekende situaties is inlaat noodzakelijk van buiten het plangebied. De inlaat van water komt uit gebied I (Hoogwatercircuit). De afvoer vanuit gebied I naar gebied III bedraagt circa 20 % van de totale aanvoer van gebied III. De kwelstroom maakt circa 5 % uit van de totale aanvoer naar het plangebied.

De restterm in de balans is de som van alle positieve en negatieve balansposten. Van invloed op de grote van de restterm zijn de verschillen in grondwaterstand, oppervlaktewaterpeil en bodemvochtgehalte tussen het begin en einde van het jaar. Een negatieve restterm betekent dat er op jaarbasis meer water naar het gebied is aangevoerd dan uit het gebied is afgevoerd. Bij een positieve restterm is meer water afgevoerd dan aangevoerd.

5.4 Samenstelling water

In het hydrologische model Tauwsim kunnen waterstromen gelabeld worden.

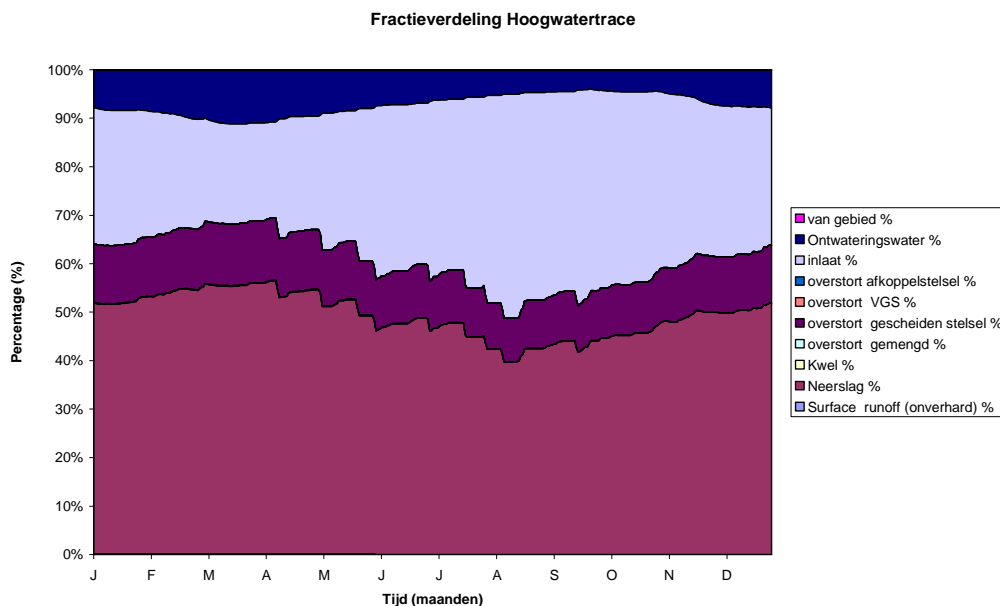
De te onderscheiden waterstromen naar het oppervlaktewater zijn: neerslag rechtstreeks op het open water, aanvoer van water uit stedelijk of landelijk gebied, water afstromend van verharde oppervlakken en kwel- en ontwateringswater.

5.4.1 Gebied I

In figuur 5.8 is de samenstelling van het oppervlaktewater weergegeven voor het jaar 1990 (gemiddeld jaar).

Alle drie de grafieken geven een relatief hetzelfde beeld. Het grootse deel (circa 50 %) van het oppervlaktewater bestaat uit neerslag. Een groot deel bestaat ook uit inlaat van water, circa 30 %. Een deel komt via het gescheiden stelsel in het oppervlaktewater terecht (circa 13 %). Verder bestaat het oppervlaktewater uit ontwateringswater (circa 7 %).

De term ontwatering is representatief voor water dat na een relatief korte verblijftijd in de bodem in het oppervlaktewater terechtkomt.

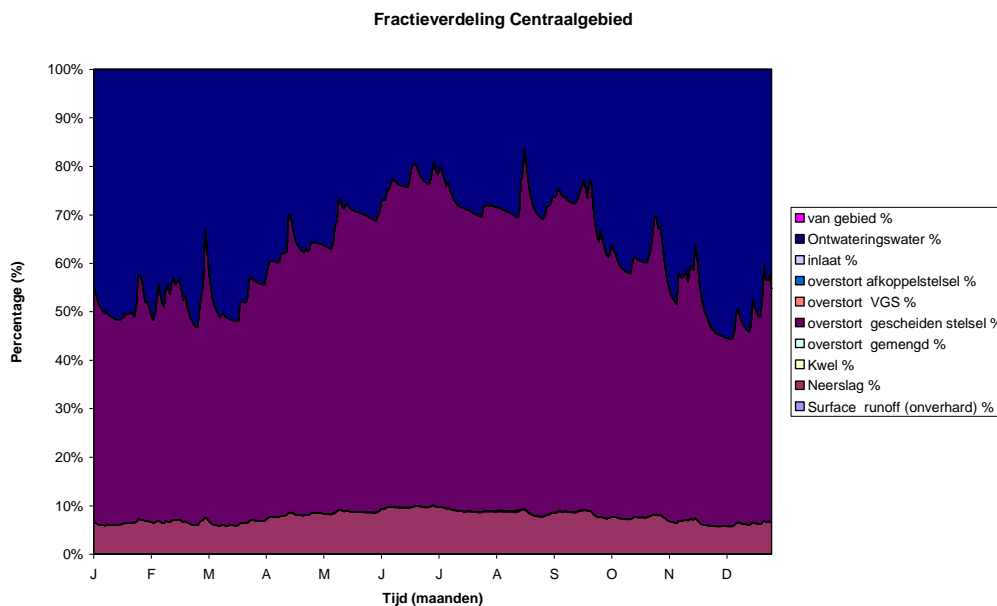


Figuur 5.8 Samenstelling water, Gebied I

5.4.2 Gebied Ila

In figuur 5.9 is de samenstelling van het oppervlaktewater weergegeven voor het jaar 1990 (gemiddeld jaar).

Alle drie de grafieken geven een relatief hetzelfde beeld. Het grootste deel (circa 50 %) van het oppervlaktewater bestaat uit water van de verharde oppervlakken dat via het gescheiden stelsel op het oppervlaktewater wordt geloosd. Een deel komt via ontwatering van het gebied in het oppervlaktewater terecht (circa 40 %). Verder bestaat het oppervlaktewater uit neerslag (circa 10 %).

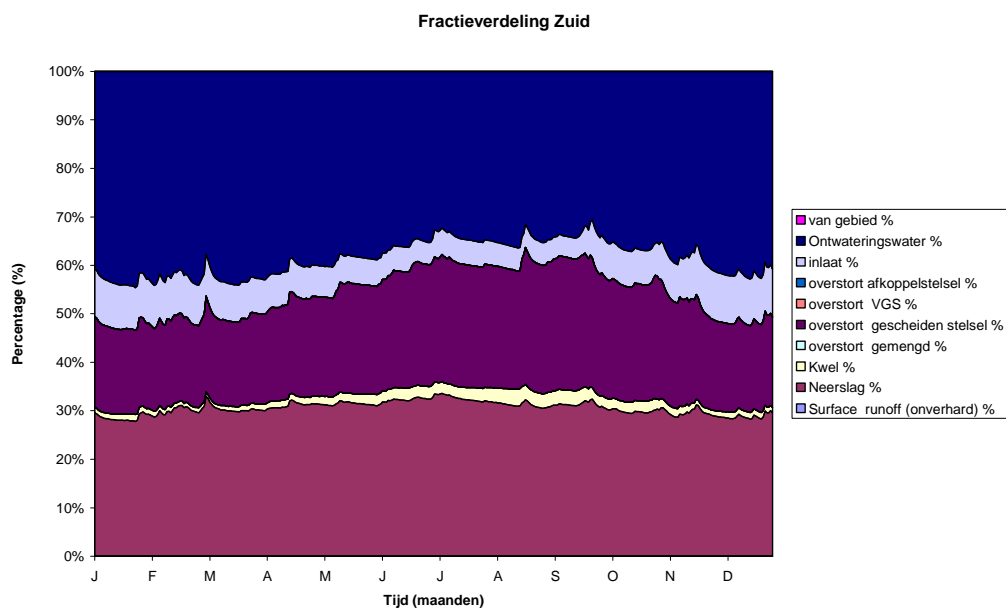


Figuur 5.9 Samenstelling water, Gebied Ila

5.4.3 Gebied III

In figuur 5.10 is de samenstelling van het oppervlaktewater weergegeven voor het jaar 1990 (gemiddeld jaar).

Alle drie de grafieken geven een relatief hetzelfde beeld. Het grootste deel (circa 40 %) van het oppervlaktewater bestaat uit ontwateringswater. De term ontwatering is representatief voor water dat na een relatief korte verblijftijd in de bodem in het oppervlaktewater terecht komt. Een deel komt via neerslag in het oppervlaktewater terecht (circa 30 %). Verder bestaat het oppervlaktewater uit water afkomstig van het gescheiden stelsel (circa 20 %), inlaat van water (circa 8 %) en kwel (circa 2 %).



Figuur 5.10 Samenstelling water, Gebied III

5.5 Conclusie

In pieksituaties vindt geen inundatie plaats van het maaiveld. De 2,9 ha water die is opgenomen in het stedenbouwkundige plan is voldoende oppervlaktewater. In droge perioden kan het peil uitzakken. In gebied I (Hoogwatertracé), waar een vast peil wordt gehanteerd, moet water worden ingelaten om het peil te kunnen handhaven. De inlaat maakt hier circa 30 % uit van de totale aanvoer in het gebied. In gebied IIa (Centraal gebied) en gebied III (Zuidzijde plangebied) zakt het water in droge perioden uit tot respectievelijk 5 tot 10 cm. Dit is acceptabel en in deze gebieden hoeft daarom geen water ingelaten te worden.

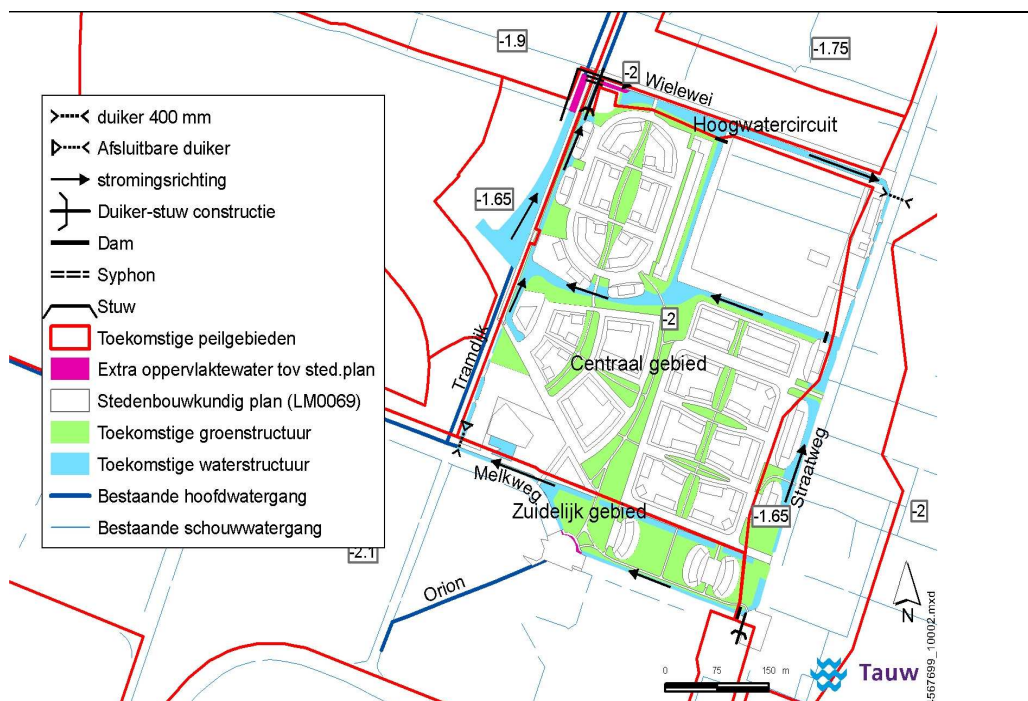
6 Waterstructuurplan

Voorliggend hoofdstuk geeft een nadere detaillering van het watersysteem op basis van de uitkomsten van de voorgaande hoofdstukken.

6.1 Watersysteem en peilbeheer

6.1.1 Beschrijving watersysteem

Het watersysteem van Tramdijk-Oost bestaat uit drie peilgebieden. In totaal wordt er 2,9 ha oppervlaktewater gerealiseerd in het stedenbouwkundige plan. Per peilgebied is in deze paragraaf het watersysteem en peilbeheer verder uitgewerkt. Het watersysteem wijzigt iets ten opzichte van de berekeningen in hoofdstuk 5. De afvoer van het hoogwatercircuit vindt plaats naar het buitengebied in plaats van het zuidelijke gebied. Dit heeft tot gevolg dat de berekende geringe peilstijging in het zuidelijke gebied nog geringer is. In onderstaande figuur zijn het watersysteem en de peilregulerende kunstwerken ruimtelijk weergegeven. Deze figuur is tevens in bijlage 2 opgenomen.



Figuur 6.1 Toekomstig watersysteem plangebied

Hoogwatercircuit

Het hoogwatercircuit met vast peil NAP -1,65 m wordt langs de noord- en ooststrand van het plangebied geleid. De watergang langs de Wielewei, (gelegen binnen het plangebied) staat in verbinding met de bestaande watergang ten westen van de Tramdijk. Ter hoogte van het perceel van de familie Tichelaar kruist het hoogwatercircuit de Tramdijk middels een sifon.

Het hoogwatercircuit voert het water af naar het buitengebied door middel van een duiker ter plaatse van de rotonde Wielewei/Straatweg. Het water zal vervolgens via de watergang ten oosten van de straatweg worden afgevoerd. De bestaande overstortduiker tussen het hoogwatercircuit en het zuidoostelijk gelegen peilgebied met een peil van -1,40 m NAP blijft gehandhaafd.

Het peil van het hoogwatercircuit kan bij opstuwing tot circa -1,55 m NAP stijgen.

De drooglegging van de Wielewei is een aandachtspunt. De Wielewei heeft een hoogte van 0,75 tot -1,00 m NAP. Het deel ten noorden van de begraafplaats (momenteel nog landbouw) is relatief laag. Ter plaatse van het hoogwatercircuit is de maaiveldhoogte circa -1,10 tot -1,25 m NAP en aan de noordzijde van de begraafplaats is de maaiveldhoogte circa -1,50 m NAP. Aangezien de hoogte ter plaatse van het hoogwatercircuit hoger is dan -1,55 m NAP, zal bij deze waterstand geen inundatie plaatsvinden.

Centraal deel

Het gebied met streefpeil NAP -2,0 m voert af op de bestaande hoofdwatergang langs de Tramdijk door middel van een duiker-stuwconstructie. Door de stuw kan in natte perioden water worden vastgehouden binnen het plangebied.

Zuidelijk deel

Het zuidelijke deel van het plangebied maakt onderdeel uit van het peilgebied met peil NAP -2,10 m. Het water in dit gebied stroomt richting het noordwesten via een bestaande watergang die parallel langs de Melkweg loopt. Het feit dat het peilvak door de ontwikkeling van de wijk vergroot wordt zal voor de capaciteit van het gemaal geen bezwaar zijn.

In de huidige situatie loopt een hoofdwatergang langs de oostzijde van de Tramdijk binnen het plangebied. In het zuiden is deze watergang door een duiker gescheiden van de oost-west lopende watergang langs de Melkweg. De laatste watergang ontwaterd een NAP -2,10 m peilvak dat wordt bemalen door een ander gemaal dan dat van de Lemsterpolder. Op het punt waar beide watergangen bij elkaar komen moet een afsluitbare duiker van minimaal 500 mm diameter komen, zodat het NAP -2,10 m peilvak kan worden bemalen door de Lemsterpolder in geval van calamiteiten.

Begraafplaats

De watergangen bij de begraafplaats staan in open verbinding met het peilvak NAP -2,0 m ten oosten van de Straatweg.

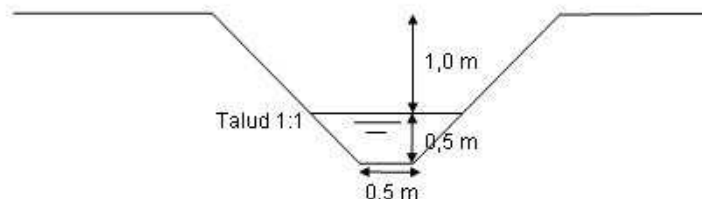
6.1.2 Dimensionering watergangen voor afvoer

Op basis van de toegestane afvoer uit het gebied van 1,33 l/s/ha is voor de deelgebieden binnen het plangebied bepaald wat het minimale profiel van de watergangen is om het water te kunnen afvoeren. In tabel 6.1 is de afvoer per deelgebied opgenomen.

Tabel 6.1 Afvoer uit het plangebied per deelgebied

Deelgebied	Bruto-oppervlak	Afvoer [l/s]	Afvoer [m ³ /s]
Hoogwatercircuit	2.9	4.3	0.004
Centraal gebied	16.8	18.1	0.018
Zuidelijk plangebied	6.4	8.5	0.009

De afvoeren uit de verschillende deelgebieden zijn laag. Het waterschap beschouwd watergangen als hoofdwatgangen als het debiet door een watergang groter is dan 50 liter per seconde. Is het debiet minder, dan wordt de watergang een schouwwatergang. Voor schouwwatergangen heeft het waterschap een minimaal profiel. Zie figuur 6.2.



Figuur 6.2 Minimaal profiel watergangen voor afvoer

Met behulp van het programma Profile is berekend wat de stroomsnelheid en het verhang in de watergangen wordt op basis van het profiel van figuur 6.2 en de maatgevende afvoer per deelgebied. Uit de berekening blijkt dat de stroomsnelheid in de watergangen niet boven de 0,04 meter per seconde ligt en het verhang niet meer dan 1 cm per kilometer. Het minimale profiel zoals in de legger is opgenomen voor schouwwatergangen is voldoende om het water uit de deelgebieden zonder problemen te kunnen afvoeren.

In deze paragraaf is het minimale profiel voor de watergangen in verband met de afvoer beschreven. Los hiervan staat het benodigde oppervlak aan open water om voldoende berging te creëren voor de opvang van afstromend hemelwater (2,9 ha).

6.1.3 Dimensionering stuwen

Om het peil te reguleren en water vast te houden tijdens piekbuien wordt een stuw geplaatst tussen de verschillende peilgebieden en bij afvoer buiten het plangebied. In totaal betreft het één stuw:

- Stuw Centraal gebied: flexibel peil NAP -2,0 m (afvoer buiten plangebied)

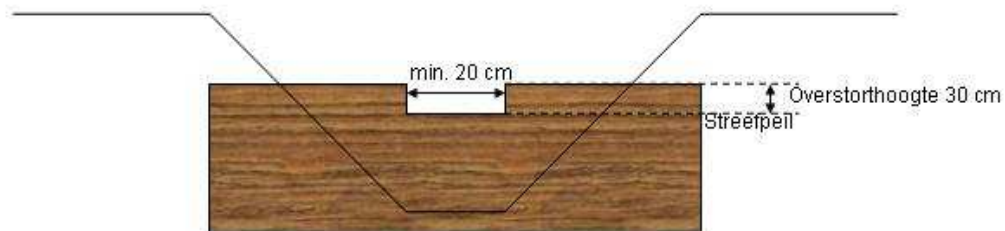
Stuw Centraal gebied

De stuw in het Centrale gebied moet bij piekbuien het water zo lang mogelijk vasthouden. Voor deze stuwen is berekend wat de stuwbreedte moet zijn bij een vaste stuw. Om een indicatie van de stuwbreedte te geven is berekening uitgevoerd bij de maatgevende afvoer bij een bui $T=10+10\%$. Hiervoor zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Berekening stuwbreedte voor een vaste stuw
- Oppervlakte Centraal gebied is 16,8 ha
- Maatgevende afvoer is 1,33 l/s/ha
- Overstorthoogte is 30 cm

Met behulp van eerdergenoemde formule is een stuwbreedte van 0,07 meter berekend voor het Centrale gebied.

In de praktijk is een minimale stuwbreedte van 0,2 m noodzakelijk om verstopping van de stuw te voorkomen. Zie ook figuur 6.3. De stuwen zullen dan meer afvoeren bij een overstorthoogte van 30 cm. In plaats van vaste stuwen kunnen in het gebied ook debietregulerende stuwen worden toegepast. De kosten hiervoor zijn groter dan voor een vaste stuw. Hierover moet overleg plaatsvinden met het waterschap.



Figuur 6.3 Dwarsprofiel stuw

6.1.4 Dimensionering duikers

Wetterskip Fryslân stelt als eis dat de duikers in het plangebied minimaal een diameter van 500 mm moeten hebben. Middels een berekening voor een extreme situatie is gecontroleerd of een diameter van 500 mm voldoende is binnen het plangebied.

Bij een duiker met een lengte van 40 m en een afvoer van $0,036 \text{ m}^3/\text{s}$ (Centraal gebied, T=100-afvoer $2,66 \text{ l/s/ha}$) bedraagt de stroomsnelheid in de duiker $0,3 \text{ m/s}$ en de opstuwung $0,01$. Bij een maatgevende afvoer van $0,018 \text{ m}^3/\text{s}$ ($1,33 \text{ l/s/ha}$) bedraagt de stroomsnelheid in de duiker $0,15 \text{ m/s}$ en de opstuwung $0,003 \text{ m}$.

Uit de berekening blijkt dat een grotere duikerdiameter dan 500 mm niet noodzakelijk is binnen het plangebied.

6.2 Regenwaterafvoer en riolering

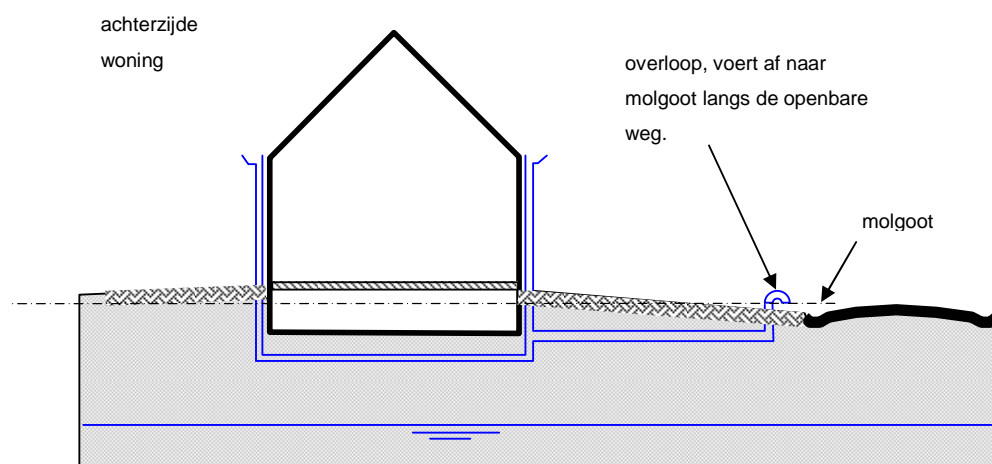
6.2.1 Hemelwaterafvoer

Voor de hemelwaterafvoer wordt zoveel mogelijk uitgegaan van oppervlakkige afvoer via maaiveldverhang. In figuur 6.4 staan de principes voor de regenwaterafvoer weergegeven. Deze figuur is tevens in bijlage 2 opgenomen.



Figuur 6.4 Voorstel afvoer hemelwater

De woningen voeren oppervlakkig af naar de groenzone dan wel de wegen of het aanliggende oppervlaktewater. Regenwater dat valt op de daken van de rijwoningen wordt naar de straatzijde van de woning gebracht. In figuur 6.5 is een methode weergegeven hoe de afvoer van water van de daken van rijwoningen kan worden uitgevoerd. Voorwaarde hierbij is dat de achtertuinen hoger moeten liggen dan de overloop aan de voorzijde van de woning. Het is van belang om deze bouwmethode op te nemen in het bestemmingsplan, zodat de bouwer hiermee rekening kan houden.



Figuur 6.5 Afvoer hemelwater van achterzijde van de woning naar voorzijde van de woning bij rijwoningen

De wegen worden op één oor en/of zodanig aangelegd dat deze afvoeren naar de centraal gelegen groenzones die verlaagd zijn aangelegd en via filtratie afvoeren naar het oppervlaktewater. De groenzones worden aflopend aangelegd in de richting van de gewenste afvoer, zodat het water richting het oppervlakte water toe stroomt. De verlaagde groenzones vormen geen belemmering voor eventuele speelgebieden, deze kunnen hoger worden aangelegd. De groenzones hoeven niet op te worden gehooft en kunnen gehandhaafd blijven op het huidige maaiveld peil van circa -1,25 - tot -1,50 m NAP.

Uit de berekeningen bij piekbuien die één keer in de 100 jaar voorkomen volgt dat het waterpeil niet hoger komt dan circa -1,40 m NAP. Dit is ruim voldoende voor de woningen die worden aangelegd op een peil van -1,0 m NAP. De wegen kunnen dan op circa -1,20 m NAP worden aangelegd en aflopen naar het verlaagde maaiveld.



Figuur 6.6 Voorbeeld van een verlaagde groenzone

6.2.2 Riolering

De insteek voor een duurzame inrichting van het gebied is het beperken van het aantal benodigde rioolgemaal. Voorgesteld wordt om het water door middel van een rioolgemaal uit het plangebied af te voeren naar de persleiding in de Flevoweg. Alternatief zou zijn om het water onder vrijerval naar het rioolgemaal Tramdijk-West af te voeren en vervolgens op de persleiding. Echter door de lagere ligging van het plangebied ten opzichte van Tramdijk-West is dit onmogelijk.

In principe zouden voor het gebied een tweetal rioolgemaal noodzakelijk zijn: een gemaal voor het centrale deel van het gebied en een rioolgemaal voor het noordwestelijke ovale deel, dat is omringd door water. Het water dat moet worden gekruist maakt het niet mogelijk om het afvalwater vanaf hier naar het centrale rioolgemaal af te voeren. Wordt ervoor gekozen om een brug uit te voeren als dam, dan kan zeer waarschijnlijk een rioolgemaal worden uitgespaard doordat de riolering in de dam kan worden aangelegd en afvoer onder vrijerval plaats kan vinden.

6.3 Waterkwaliteit en ecologie

Doorspoeling en inlaat van water

Doordat er verschillende peilen worden gehanteerd in het stedenbouwkundige plan ontstaan er doodlopende einden. Dit betreft de watergangen aan de zuidzijde en de westzijde van de begraafplaats en de watergang ter plaatse van de melkweg. Hier wordt een dam gerealiseerd tussen de watergangen en het hoogwatercircuit. Door het aanleggen van brede watergangen en gebruik te maken van natuurlijke oevers wordt verwacht dat de waterkwaliteit voldoende zal zijn. Het creëren van doorspoeling is daarmee niet noodzakelijk en als onwenselijk aangemerkt door Wetterskip Fryslân.

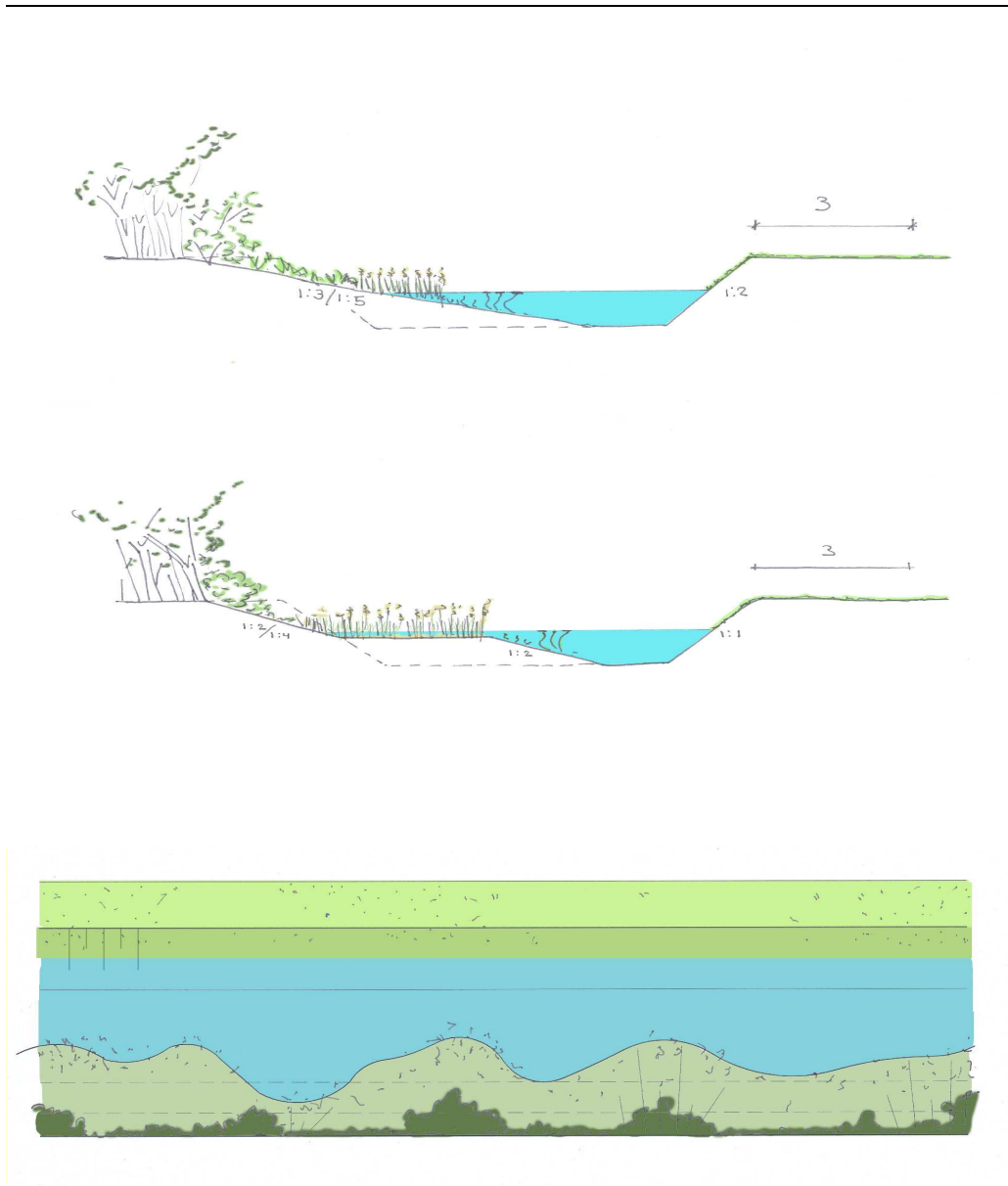
De berekeningen tonen aan dat in het centrale deel en het zuidelijke deel de waterstand beperkt uitzakt. Hierdoor is inlaat in principe niet noodzakelijk, waardoor geen gebiedsvreemd water in hoeft te worden gelaten. Voor het hoogwatercircuit geldt dat continu inlaat van water gewenst is om het waterpeil in stand te kunnen houden.

Dwarsprofielen

In paragraaf 6.1.2 is een voorstel gedaan voor de minimale dwarsprofielen ten behoeve van de afvoer van water. De waterkwaliteit in het gebied wordt positief beïnvloed indien flauwere taluds worden toegepast en gebruik wordt gemaakt van plasdraszones. Hieronder staan de voorstellen op hoofdlijnen beschreven. Ter illustratie zijn in figuur 6.6 principeprofielen weergegeven.

Met name in de bredere delen van het Centrale deel van het plangebied wordt voorgesteld om watergangen met aan twee zijden natuurvriendelijke oevers. De natuurvriendelijke oevers kunnen hierbij worden afgewisseld met plasdraszones en oplopend talud, waarbij zich in de ondiepe zones vegetatie ontwikkeld. Variatie in het talud leidt tot een groter belevingswaarde. Voor de kleinere watergangen wordt een watergang met aan weerszijden een talud van 1:1 – 1:2 voorgesteld.

Ter plaatse van het Hoogwatercircuit langs de Straatweg wordt aan de wegzijde een steiler talud van 1:2 voorgesteld en aan de bebouwingszijde waar de waterpartijen breder worden een natuurlijke oever.



Figuur 6.7 Principeprofielen natuurvriendelijke oevers Hoogwatercircuit

6.4 Bouw- en woonrijp maken

Voor duurzaam bouw- en woonrijp maken wordt gestreefd naar een minimaal grondverzet en een gesloten grondbalans. Onder 6.2 is al aangegeven dat met selectief ophogen hemelwater duurzaam kan worden afgevoerd.

De grondbalans kan definitief worden opgesteld zodra de dwarsprofielen voldoende zijn uitgewerkt van het plan, dan kunnen ook de aanleghoogtes worden bepaald.

De aanwezigheid van veen in de ondergrond is een aandachtspunt bij het bouwrijp maken. Door ophogen zal dit veen inklinken, waardoor extra ophoging gewenst is (voorbelasting). Vanuit dat oogpunt is geringe ophoging gewenst. Aanbevolen wordt om in een vervolgstadium een ophoogadvies uit te laten voeren. Daarnaast zal de aanwezigheid van het slechtdoorlatende veen en klei in de ondergrond mogelijk kunnen leiden tot grondwateroverlast als gevolg van stagnerend infiltrerend regenwater. Dit kan worden tegengegaan door grondverbetering en/of drainage. Indien kruipruimteloos wordt gebouwd zal drainage niet meer noodzakelijk zijn hetgeen een duurzamere maatregel betreft.

6.5 Beheer en onderhoud

Door Wetterskip Fryslân is aangegeven dat de aanvoer van het Hoogwatercircuit voor rekening van het Wetterskip komt.

Doordat grotendeels flauwe oevers wordt toegepast met vegetatie, is hier extensief onderhoud benodigd. De flauwe oevers bieden goede mogelijkheden voor het beheer vanaf landzijde. Voor alle oevers geldt dat bij de realisatie aandacht moeten worden besteed aan de bereikbaarheid van de watergangen voor onderhoud en dat duidelijke afspraken moeten worden gemaakt met eventueel direct aanliggende bewoners.

Kenmerk R001-4567699MHU-afr-V02-NL

Bijlage

1

Gebiedskenmerken

Gebied		GEB1	GEB2	GEB3
Land				
Verhard oppervlak	[ha]	0.5	10.2	1
Onverhard oppervlak (exclusief oppervlaktewater)	[ha]	0.95	5.64	1.88
Bestandsnaam bodembestand (CAPSEV)	[geen extensie]	TRAMDIIJK	TRAMDIIJK	TRAMDIIJK
Maaiveldhoogte	[m+NAP]	-0.65	-1	-1.1
Maximale infiltratie in maaiveld	[mm/uur]	10	10	10
Begin grondwaterstand	[m+NAP]	-1.47	-1.94	-2
Ontwateringsbasis hoofdwatrgang (bodemhoogte)	[m+NAP]	-2.65	-3	-3.1
Ontwateringsbasis perceelsloten	[m+NAP]	-2.15	-2.5	-2.6
Ontwateringsbasis drainage	[m+NAP]	-1.65	-2	-2.1
Ontwateringsweerstand hoofdwatrgang ? open water	[dagen]	200	200	200
Infiltratieweerstand open water ? hoofdwatrgang	[dagen]	400	400	400
Ontwateringsweerstand perceelsloten ? open water	[dagen]	1000000	1000000	1000000
Infiltratieweerstand open water ? perceelsloten	[dagen]	1000000	1000000	1000000
Ontwateringsweerstand drainage ? open water	[dagen]	1000000	50	50
Infiltratieweerstand open water ? drainage	[dagen]	1000000	100	100
Percentage van het verhard oppervlak met gemengd stelsel	[%]	0	0	0
Percentage van het verhard oppervlak met gescheiden stelsel	[%]	100	100	100
Percentage van het verhard oppervlak met verbeterd gescheiden stelsel	[%]	0	0	0
Percentage van het verhard oppervlak zonder rioolstelsel	[%]	0	0	0
Berging op oppervlak	[mm]	3	3	3
Ontwateringsbasis greppels	[m+NAP]	-1.15	-1.5	-1.6
Ontwateringsweerstand greppels ? open water	[dagen]	1000000	1000000	1000000
Infiltratieweerstand open water ? greppels	[dagen]	1000000	1000000	1000000
Open water				
Oppervlak	[ha]	1.45	0.93	0.63
Oeverlengte	[km]	2.34	2.38	1.85
Beginwaterstand	[m+NAP]	-1.65	-2	-2.1
Hoogte knik in talud	[m+NAP]	-0.65	-1	-1.1
Bodemhoogte	[m+NAP]	-2.65	-3	-3.1
Taludgetal boven knik	[-]	2	3	2
Taludgetal beneden knik	[-]	2	3	2
Diep grondwater				
Stijghoogte diep grondwater	[m+NAP]	-2	-2	-2
c-waarde waterscheidende pakket	[dagen]	600	600	600
naam diepgrondwaterbestand	[geen extensie]			

Bijlage

2

Watersysteem en regenwaterafvoer

