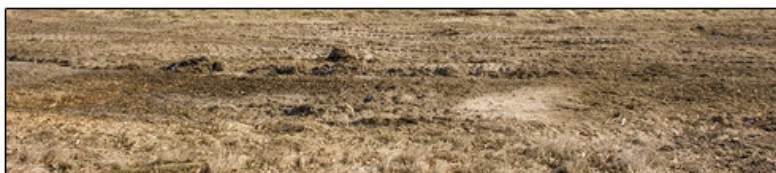


## ***Engineering bouw- en woonrijp maken "De Veldjes"***

Afstudeeropdracht  
Rik van den Berg  
Stijn Schuurman

donderdag 3 juni 2010



Afstudeercommissie:  
Dhr. H. van der Zande  
Dhr. H. de Gelder  
Dhr. P van der Meer  
Dhr. Van Beek

Externe begeleider Copier Adviesburo  
Externe begeleider Copier Adviesburo  
Begeleider van Hall Larenstein  
Externe deskundige

## Voorwoord

In het laatste onderwijsonderdeel van de opleiding Land- en watermanagement aan Hogeschool Van Hall Larenstein moet er een afstudeeropdracht uitgevoerd worden bij een externe organisatie. De afstudeeropdracht wordt in een aaneengesloten periode van een half jaar uitgevoerd en afgerond met een schriftelijke rapportage, een colloquium en een criteriumgericht interview. Onze voorkeur voor een afstudeerbedrijf lag bij een middel groot adviesbureau in de omgeving van Arnhem. We zijn in contact gekomen met Copier Adviesburo BV te Ede. Na een oriënterend gesprek, bood Copier Advies ons een afstudeeropdracht aan met veel variatie, maar wel met bewuste specialisatie en alternatieven. In de afstudeeropdracht komen veel aspecten aan bod die tijdens de opleiding behandeld zijn.

Copier Adviesburo BV bood ons een werkplek aan op het kantoor te Ede met daar de benodigde faciliteiten voor het uitvoeren van de afstudeeropdracht. Tevens is er een afstudeerbegeleider ter beschikking gesteld in de persoon van de heer Harro van der Zande om de voortgang van het afstudeerproject te bespreken.

Via deze weg willen wij Copier Adviesburo BV te Ede bedanken voor de kennis binnen het bedrijf, de gezellige en leerzame periode en het voor ons ter beschikking stellen van de faciliteiten. Ook willen wij vooral de heren Harro van der Zande en Hermen de Gelder bedanken voor de begeleiding tijdens de afstudeerperiode.

Mochten er nog op- en/of aanmerking met betrekking tot het rapport zijn dan houden wij ons hiervoor aanbevelen.

.....  
Rik van den Berg

.....  
Stijn Schuurman

## Samenvatting

In het dorp Twello (gemeente Voorst) wordt het vleesverwerkingsbedrijf Dumeco verhuisd naar een plek buiten het centrum. De kosten van de verhuizing moeten gefinancierd worden met het herontwikkelen van het voormalige terrein. Daarnaast wordt het naast gelegen terrein "de Veldjes" ook meegenomen met het herontwikkelen van het gebied.

De gemeente Voorst heeft enkele stedenbouwkundige architecten benaderd om een ontwerp te maken voor de herontwikkeling van het terrein "de Veldjes". Uiteindelijk is "het palet" van ABC Vastgoed gekozen als beste ontwerp.

De Gemeente Voorst wil graag woningen realiseren op het terrein "de Veldjes". Voor het stedenbouwkundig ontwerp van de architect dient een engineering uitgevoerd te worden voor een uitvoerbaar definitief ontwerp. Door het ontwerp te toetsen aan allerhande eisen en randvoorwaarden, worden bepaalde keuzes gemaakt en onderbouwd. Hieruit voortvloeiend worden er diverse ontwerpen gemaakt voor alle betreffende onderdelen. Al deze keuzes worden samengevoegd tot een definitief uitvoerbaar ontwerp. Indien er tijdens het proces bepaalde gegevens nodig zijn, worden deze opgevraagd bij de juiste instanties (bijv. gemeente, waterschap, provincie e.d.). Het rapport is geschreven bij Copier Adviesburo B.V. te Ede en tevens heeft het bedrijf de faciliteiten beschikbaar gesteld voor het tot stand komen van het resultaat.

Eerst is het vuilwaterriool voor de nieuw te ontwikkelen woonwijk gedimensioneerd. Het stelsel dient aangesloten te worden op de bestaande riolering in de Oude Veldjes. De hoogte is bepaald aan de hand van de bestaande hoogtes, bodemverhang van 1:500 en een minimale gronddekking van 0,80 meter.

Voor het bergen en afvoeren van het hemelwater zijn er enkele infiltratievoorzieningen mogelijk. Er zijn viertal mogelijkheden beschreven, waaruit vervolgens twee varianten nader zijn uitgewerkt voor infiltreren van het hemelwater. Variant 1 is het bovengronds infiltratie (infiltratieveld en waterpasserende bestratingen) en de tweede variant is het ondergronds infiltratie (IT-riool met waar nodig infiltratiekratten). Bovengrondse infiltratie is de beste variant voor het bergen en afvoeren van het hemelwater.

De bouwpeilen binnen het plan liggen op een gemiddelde hoogte van 6.20 + NAP. Er is gestreefd om het bouwpeil op een hoogte van 0,30 meter boven het straatpeil te leggen.

Er worden twee typen wegconstructies (standaard en Aquaflo-systeem) toegepast in het gebied. De beide wegconstructies zijn allebei opgebouwd uit dezelfde lagen, alleen worden er verschillende materialen en laagdiktes toegepast. De opbouw die wordt toegepast is; funderingslaag, straatlaag en de elementen.

De fasering van de bouw- en woonrijpfase zijn omschreven. In de bouwrijpfase worden werkzaamheden uitgevoerd zoals het ontgraven van de beek, cunetten en fundering van de woningen. Vervolgens wordt het terrein afgewerkt en de bouwwegen aangelegd. In de woonrijpfase wordt de bestaande weg en bouwwegen opgebroken, het hemelwaterstelsel aangelegd en de wegen worden opgebouwd naar de definitieve fase.

Aan het realiseren van de beide fases zijn kosten verbonden. Het realiseren van de bouwrijpfase is geraamd op een totaal bedrag van € 239.500,- en de woonrijpfase is geraamd op een totaal bedrag van € 753.500,-.

## Inhoud

<b>VOORWOORD</b> .....	<b>2</b>
<b>SAMENVATTING</b> .....	<b>2</b>
<b>SAMENVATTING</b> .....	<b>3</b>
<b>1 INLEIDING</b> .....	<b>6</b>
1.1 ALGEMEEN .....	6
1.2 PROBLEEMSTELLING .....	7
1.3 DOELSTELLING.....	7
1.4 METHODE .....	7
1.4.1 <i>Werkwijze</i> .....	7
1.4.2 <i>Afbakening</i> .....	7
1.5 LEESWIJZER.....	8
<b>2 GEBIEDSANALYSE</b> .....	<b>9</b>
2.1 LIGGING .....	9
2.2 FLORA EN FAUNA .....	9
2.3 BODEMGEGEVENS.....	10
2.3.1 <i>Terreinhoogtes</i> .....	10
2.3.2 <i>Bodemopbouw</i> .....	10
2.3.3 <i>Waterstanden</i> .....	10
<b>3 TOETSING STEDENBOUWKUNDIG ONTWERP</b> .....	<b>11</b>
3.1 STEDENBOUWKUNDIG ONTWERP .....	11
3.2 RANDVOORWAARDEN .....	11
3.2.1 <i>Vuilwater</i> .....	11
3.2.2 <i>Hemelwater</i> .....	12
3.2.3 <i>Infrastructuur</i> .....	12
3.3 TOETSING STEDENBOUWKUNDIG ONTWERP .....	14
3.3.1 <i>Vuilwater</i> .....	14
3.3.2 <i>Hemelwater</i> .....	14
3.3.3 <i>Infrastructuur</i> .....	15
<b>4 VUILWATER</b> .....	<b>17</b>
4.1 RANDVOORWAARDEN ONTWERP .....	17
4.2 SCHETSONTWERP.....	17
4.2.1 <i>Structuur</i> .....	17
4.2.2 <i>Locatie gemalen/uitlaten</i> .....	17
4.2.3 <i>Vuiluitworp</i> .....	18
4.3 FUNCTIONEEL ONTWERP .....	18
4.3.1 <i>Capaciteit</i> .....	18
4.3.2 <i>BOB's</i> .....	18
4.3.3 <i>Huisaansluitingen</i> .....	19
4.3.4 <i>Aansluiting op bestaand riool</i> .....	19
4.4 DETAIL ONTWERP .....	19
<b>5 HEMELWATER</b> .....	<b>20</b>
5.1 RANDVOORWAARDEN .....	20
5.2 AFVOEREND OPPERVLAK .....	20
5.3 INFILTRATIEVOORZIENINGEN.....	21

5.4	FUNCTIONEEL ONTWERP .....	25
5.4.1	<i>Variant 1 bovengrondse infiltratie</i> .....	26
5.4.2	<i>Variant 2 ondergrondse infiltratie</i> .....	28
5.4.3	<i>Variant keuze</i> .....	30
5.5	DEFINITIEF ONTWERP .....	32
<b>6</b>	<b>INFRASTRUCTUUR</b> .....	<b>33</b>
6.1	RANDVOORWAARDEN ONTWERP .....	33
6.1.1	<i>Weginrichting</i> .....	33
6.1.2	<i>Grondwerk</i> .....	33
6.1.3	<i>Straatmeubilair</i> .....	34
6.2	WEGINRICHTING.....	34
6.2.1	<i>Wegopbouw</i> .....	34
6.2.2	<i>Wegprofiel</i> .....	35
6.2.3	<i>Verhardingsmaterialen</i> .....	35
6.3	GRONDWERK .....	36
6.3.1	<i>Twellose beek</i> .....	36
6.3.2	<i>Vloerpeil</i> .....	37
6.3.3	<i>Kabels en leidingen</i> .....	37
6.3.4	<i>Grondbalans</i> .....	38
6.4	STRAATMEUBILAIR .....	39
<b>7</b>	<b>BESTEK EN TEKENINGEN</b> .....	<b>40</b>
7.1	BOUWRIJP FASE .....	40
7.2	WOONRIJP FASE .....	41
<b>8</b>	<b>KOSTEN</b> .....	<b>41</b>
8.1	KOSTENRAMING BOUWRIJP FASE .....	42
8.2	KOSTENRAMING WOONRIJP FASE.....	42
<b>9</b>	<b>CONCLUSIE</b> .....	<b>43</b>
	<b>BRONVERMELDING</b> .....	<b>45</b>
	<b>OVERZICHT BIJLAGEN</b> .....	<b>46</b>



## 1 Inleiding

### 1.1 Algemeen

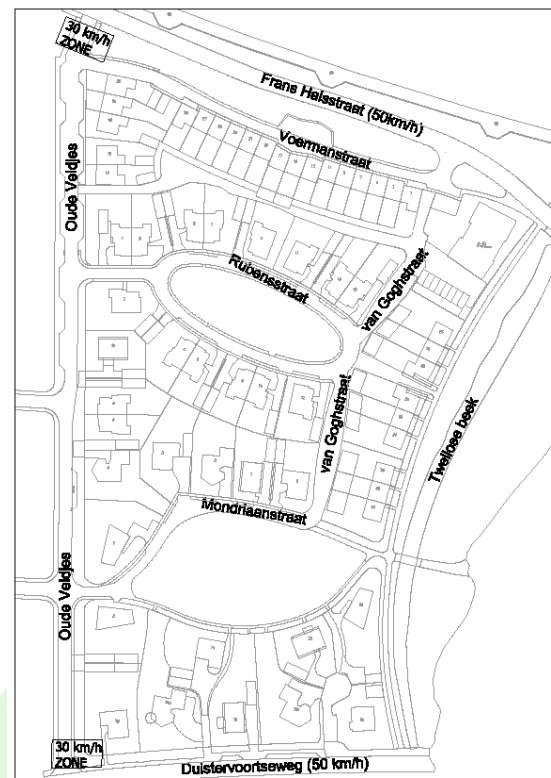
In het vierde jaar van de opleiding land- en watermanagement aan de hogeschool Van Hall Larenstein te Velp is het de bedoeling dat studenten voor het laatste onderwijsonderdeel een afstudeeropdracht gaan uitvoeren. Bij Copier Adviesburo B.V was er een afstudeeropdracht beschikbaar. Het onderwerp van de afstudeeropdracht moet een duidelijk verband hebben met de major. Ook dient het een actueel en origineel onderwerp te zijn. De afstudeeropdracht moet voldoen aan de volgende competenties:

- Een concreet, uitvoerbaar projectplan en rapport schrijven.
- De resultaten van je project presenteren en verdedigen in een discussie.
- Op een gestructureerde manier projectmatig werken en samenwerken.
- Het binnen de competenties realiseren en beheren van een passend beroepsproduct op het niveau van een startende beroepsbeoefenaar.

De afstudeeropdracht omvat de engineering voor het bouw- en woonrijp maken van het terrein "De veldjes" te Twello. Het terrein ligt in het hart van het dorp Twello in de gemeente Voorst. Het terrein is ingesloten door een spoorlijn, de Twellose beek en de oude dorpskern (zie figuur 1.1a). Het terrein omvat circa 4 hectare grond.



Figuur 1.1a; Overzicht projectgebied.



Figuur 1.1b; Overzicht straatnamen.

Het vleesverwerkingsbedrijf Dumeco wordt verhuisd naar een plek buiten het centrum van Twello. De kosten van de verhuizing moeten gefinancierd worden met het herontwikkelen van het voormalige terrein. Daarnaast wordt het naast gelegen terrein "de Veldjes" ook meegenomen met het herontwikkelen van het gebied.

De gemeente Voorst heeft enkele stedenbouwkundige architecten benaderd om een ontwerp te maken voor de herontwikkeling van het terrein "de Veldjes". Uiteindelijk is "het palet" van ABC Vastgoed gekozen als beste ontwerp (zie figuur 1.1b en bijlage 1).

## 1.2 Probleemstelling

De Gemeente Voorst wil graag woningen realiseren op het terrein "de Veldjes". Daarvoor dient het stedenbouwkundig ontwerp verder uitgewerkt te worden. Er dient een engineering uitgevoerd te worden voor het bouw- en woonrijp maken van de wijk.

Voor dit project is de volgende hoofdvraag opgesteld;

- Hoe verloopt de engineering van het stedenbouwkundig ontwerp naar een technisch uitvoerbaar ontwerp voor het bouw- en woonrijp maken van het terrein "de Veldjes"?

Om de hoofdvraag te beantwoorden zijn de volgende deelvragen opgesteld:

- Hoe dient het rioolstelsel in de nieuw te ontwikkelen woonwijk gedimensioneerd te worden?
- Welke infiltratievoorzieningen zijn er mogelijk ten behoeve van het bergen/afvoeren van het hemelwater?
- Welke infiltratievoorziening is het best toepasbaar volgens de gestelde uitgangspunten?
- Wat is de hoogte van het bouwpeil en de aansluitende wegen?
- Hoeveel grond dient er verwerkt en eventueel aan- of afgevoerd te worden?
- Wat is de funderingsopbouw van de wegen binnen het projectgebied?
- Hoe ziet het projectgebied eruit na de engineering van de bouw- en woonrijp fase?
- Wat zijn de globale uitvoeringskosten voor het bouw- en woonrijp maken van het terrein?

## 1.3 Doelstelling

Het doel van de afstudeeropdracht is om het stedenbouwkundig ontwerp van de architect te engineren naar een uitvoerbaar definitief ontwerp. Door het ontwerp te toetsen aan allerhande eisen en randvoorwaarden, worden bepaalde keuzes gemaakt en onderbouwd. Al deze aspecten worden uiteindelijk in dit rapport geformuleerd.

## 1.4 Methode

### 1.4.1 Werkwijze

Op basis van het stedenbouwkundig ontwerp wordt de engineering gedaan voor het bouw- en woonrijp maken van het terrein "de Veldjes" te Twello. Aan de hand van gestelde eisen en randvoorwaarden worden keuzes gemaakt en onderbouwd. Hieruit voortvloeiend worden er diverse ontwerpen gemaakt voor alle betreffende onderdelen. Al deze keuzes worden samengevoegd tot een definitief uitvoerbaar ontwerp.

Indien er tijdens het proces bepaalde gegevens nodig zijn, worden deze opgevraagd bij de juiste instanties (bijv. gemeente, waterschap, provincie e.d.). Tevens zal er gebruik gemaakt worden van diverse literatuur, kennis binnen het bedrijf, technische programma's en software. Het rapport wordt geschreven bij Copier Adviesburo B.V. te Ede en tevens stelt het bedrijf de faciliteiten beschikbaar voor het tot stand komen van het resultaat.

### 1.4.2 Afbakening

De opdracht is zeer breed en bevat veel diepgang. Tijdens het proces worden de aspecten behandeld en uitgewerkt die nodig zijn om de genoemde hoofd- en deelvragen te beantwoorden. Mocht het zo zijn dat gaande het proces er te weinig tijd is om bepaalde aspecten uit te werken, dan wordt dit bij het desbetreffende onderdeel vermeld.

## 1.5 Leeswijzer

In het tweede hoofdstuk wordt het projectgebied geanalyseerd op een aantal punten zoals de ligging, flora en fauna en bodemgegevens. Na een algemeen inleidend stuk wordt de ligging van het projectgebied duidelijk beschreven met de daarbij horende werkgrenzen. Hierna wordt er gekeken naar de wetgeving met betrekking tot de flora en fauna en welke mogelijke consequenties dit heeft. Tot slot worden er diverse bodemgegevens bekeken zoals terreinhoogtes, de bodemopbouw, de grondwaterstand en de waterstanden in de beek.

Het derde hoofdstuk beschrijft de visie van de architect. Daarnaast worden de projecteisen met betrekking tot weginrichting, hulpdiensten en parkeergelegenheid omschreven. De visie van de architect en het stedenbouwkundig ontwerp worden vervolgens getoetst aan de gestelde projecteisen. Hieruit zijn enkele knelpunten geconstateerd, wat geleid heeft tot enkele aanpassingen in het ontwerp.

In het vierde hoofdstuk zijn de uitgangspunten opgesteld voor het dimensioneren van het vuilwaterriool. Er is een schetsontwerp gemaakt en getoetst aan de gestelde uitgangspunten. Na enkele aanpassingen is het schetsontwerp omgezet naar een definitief ontwerp.

In het vijfde hoofdstuk worden er verschillende infiltratievoorzieningen voor het bergen en afvoeren van het hemelwater beschreven. Aan de hand van de uitgangspunten worden er twee varianten verder uitgewerkt. Deze varianten worden getoetst op de voor- en nadelen. Uiteindelijk wordt er één variant aangedragen die goed uitvoerbaar is en het meest voldoet aan de gestelde eisen en uitgangspunten.

Het zesde hoofdstuk beschrijft de infrastructuur van de toekomstige woonwijk. In het ontwerp is gekeken naar het uit te voeren grondwerk en de inrichting van de wegen met de daarbij horende specificaties.

In het zevende hoofdstuk is het definitieve ontwerp met de daarbij horende werkzaamheden toegevoegd. Tevens wordt de fasering van de verschillende werkzaamheden tijdens de bouw- en woonrijpfase nader omschreven.

In het laatste hoofdstuk is een kostenraming gemaakt voor de kosten voor het bouw- en woonrijp maken van "de Veldjes".

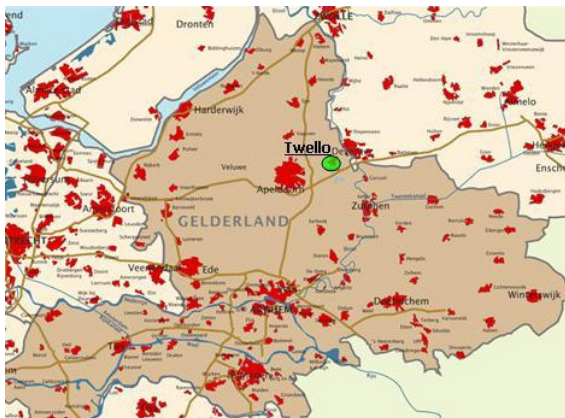


## 2 Gebiedsanalyse

In dit hoofdstuk wordt het projectgebied geanalyseerd op een aantal punten zoals de ligging, flora en fauna en bodemgegevens. De ligging van het projectgebied wordt duidelijk beschreven met de daarbij horende werkgrenzen. Hierna wordt er gekeken naar de wetgeving met betrekking tot de flora en fauna en welke mogelijk consequenties dit heeft. Ook worden er diverse bodemgegevens bekeken zoals terreinhoogtes, de bodemopbouw, de grondwaterstand en de waterstanden in de beek.

### 2.1 Ligging

Het projectgebied is gelegen in Twello (gemeente Voorst) in de provincie Gelderland (zie figuur 2.1a). Twello is een dorp met ruim 13.500 inwoners gelegen midden in de stedendriehoek (Apeldoorn, Deventer en Zutphen) langs de rivier de IJssel. In Twello bevindt zich ook het gemeentehuis van de gemeente Voorst. De belangrijkste verbindingswegen vanuit het dorp zijn de N344, deze verbindt Twello met de rijksweg A50 richting het noorden en het zuiden van het land. Een andere belangrijke verbindingsweg is de N791. Deze weg biedt ontsluiting richting de A1. Deze rijksweg verbindt het oosten met het westen van Nederland. Vanaf het jaar 2006 beschikt Twello weer over een station. Het voormalig station uit 1886 is tijdens de 2<sup>e</sup> wereldoorlog verwoest door bombardementen. De spoorlijn zorgt voor een verbinding tussen Apeldoorn en Deventer.



**Figuur 2.1a; Ligging Twello.**



**Figuur 2.1b; Ligging projectgebied binnen Twello.**

Het projectgebied "de Veldjes" is gelegen in het hart van Twello (zie figuur 2.1b). De werkgrenzen van het projectgebied zijn vooraf bepaald. De grenzen van het terrein zijn aan de noordzijde de spoorlijn, aan de oostzijde de Twellose beek, aan de zuidzijde de Duistervoortseweg en aan de westzijde de Oude Veldjes (zie figuur 1.1a).

### 2.2 Flora en Fauna

Voorafgaand aan het inrichten van het gebied dient onderzoek verricht te worden naar de voorkomende flora en fauna. Nederland en Europa hebben veel wetgeving rondom het beschermen en handhaven van bestaande flora en fauna. De belangrijkste wetten zijn de Natura 2000 en de flora en faunawet.

Natura 2000 is een overkoepelende naam voor verschillende Europese richtlijnen met betrekking tot vogel- en habitatrichtlijnen. In Nederland zijn veel Natura 2000 gebieden aanwezig. Als het project zich bevindt binnen een Natura 2000 gebied dan zijn daar veel wet en regelgevingen aan verbonden. In en rondom de woonkern Twello zijn geen gebieden aanwezig met betrekking tot:

Natura 2000, beschermde natuurmonumenten, Ecologische hoofdstructuren en nationale landschappen.

De flora en faunawet regelt de bescherming van dier- en plantensoorten. De doelstelling van de wet is het beschermen en instandhouden van soorten. Dit betekent dat activiteiten die invloed hebben op beschermde soorten niet toegestaan zijn. Dit kan van grote invloed zijn op mogelijke inrichtingsplannen. In dit plan is geen vooronderzoek meegenomen naar mogelijke beschermde flora en fauna.

## **2.3 Bodemgegevens**

### *2.3.1 Terreinhoogtes*

Om de hoogte van het terrein te bepalen is er een hoogtemeting uitgevoerd. Aan de hand van de meetresultaten is een kaart gemaakt met terreinhoogtes (zie bijlage 2). Uit de kaart blijkt dat het terrein "De Veldjes" weinig tot geen hoogte verschillen heeft. Het terrein heeft een licht afschot in de richting van de Twellose beek.

### *2.3.2 Bodemopbouw*

Om de bodemopbouw te bepalen is er een veldonderzoek uitgevoerd. In het gehele werkgebied zijn verschillende boorprofielen genomen tot een diepte van 2,00 meter. Uit de boorprofielen blijkt dat de bodem voornamelijk uit zand (matig fijn, zwak siltig) bestaat. De eerste laag van 0,50 meter bestaat uit zwart zand (matig humeus). Daarnaast is er geconstateerd dat op sommige plaatsen in de bodem ondoorlatende leemlagen aanwezig zijn. Deze lagen worden in het rapport niet verder meegenomen.

Voor de waterdoorlatendheid van de bodem is een verkennend k-waarde onderzoek<sup>1</sup> uitgevoerd. Uit het onderzoek blijkt dat de ondergrond in het plangebied niet homogeen is en de k-waarden variëren van 1.00 tot 2.60 meter/dag (m/d). In bijlage 3 is het verkennend k-waarde onderzoek inclusief boorprofielen weergegeven.

Om een nauwkeurige bepaling te doen van wat de waterdoorlatendheid van de ondergrond is, is het projectgebied opgedeeld in drie deelgebieden (zie bijlage 4). Om een extra zekerheid betreft de doorlatendheid van de bodem vast te stellen, is er een veiligheidsfactor (factor 1,5) toegepast op de k-waarden.

### *2.3.3 Waterstanden*

Waterstanden kunnen van grote invloed zijn op de inrichting van een gebied. In het projectgebied "de Veldjes" hebben we te maken met een grondwaterstand en een waterstand in de Twellose beek. Voor het bepalen van de waterstanden is er gekeken naar gemiddelde en gemiddelde hoge waarden.

Voor het grondwater is de gemiddelde grondwaterstand aan de hand van metingen bepaald op 3,80 + NAP. De GHG (Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand) is bepaald op 4,10 + NAP. Voor de beek ligt de gemiddelde waterstand op 3.44 + NAP. Gegevens betreft het zomer- en winterpeil van de beek zijn niet beschikbaar. Deze zijn daarom ook niet meegenomen in dit rapport. Hier dient een aanvullend onderzoek naar gedaan te worden.

---

<sup>1</sup> zie bronvermelding (b, f)

### 3 Toetsing stedenbouwkundig ontwerp

De architect heeft bij het maken van dit stedenbouwkundig ontwerp een bepaalde visie. Het ontwerp van de architect wordt getoetst aan de hand van de randvoorwaarden die opgesteld zijn door de betrokken partijen. De randvoorwaarden hebben betrekking op de inrichting van de wegen, nutsvoorzieningen, Twellose beek en het grondwerk. Uit de toetsing van het stedenbouwkundig ontwerp zijn enkele knelpunten geconstateerd en deze zijn nader beschreven.

#### 3.1 Stedenbouwkundig ontwerp

Het ontwerp is gemaakt door vier architecten. De vier architecten hebben met uiteenlopende ontwerpen het karakter van de wijk vorm gegeven. De woonwijk krijgt een landelijke architectuur in een hedendaagse vorm, het wordt een woonwijk met veel variëteit. Om deze landelijke architectuur te creëren, wil de architect gebruik maken van gebakken klinkers voor de wegen en de trottoirs. De kantopsluitingen worden uitgevoerd in een donkere kleur en om een bepaald contrast te krijgen, komen er straatstenen in de Oude Veldjes van een andere kleur en een ander type.

De manier waarop de architect een veilige woonwijk wil realiseren, is door het creëren van onoverzichtelijke situaties. De situaties worden gecreëerd door de aanleg van smalle wegen en het beletten van het zicht doormiddel van muurtjes, gevels en schuren. Hierdoor zal de weggebruiker zijn snelheid afnemen en alert blijven reageren op de omgeving.

In het stedenbouwkundig plan staan de twee groenstroken centraal in de groenvisie. Dit waren vroeger twee grote open plekken langs de Twellose beek. Nu zullen deze twee plekken het hart vormen van de wijk waaraan de huizen grenzen en de kinderen kunnen spelen.

Naast de plekken staan er ook veel grote bomen van de vroegere gemeentekwekerij. Deze bomen worden zoveel mogelijk behouden om zo een kwaliteit te krijgen die normaal anders pas na tientallen jaren zou worden bereikt. Ook zullen er veel hagen en groenstroken worden aangelegd om zo een groen- en landelijk karakter aan de wijk mee te geven.

#### 3.2 Randvoorwaarden

##### 3.2.1 Vuilwater

De gemeente draagt de zorg voor het binnen gemeentelijk gebied geproduceerde afvalwater. Zij hebben een wettelijke verplichting om al het vuilwater binnen de gemeente in te zamelen en te transporteren naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie.

Binnen de gemeente Voorst zijn voor de rioleringszorg een aantal doelen en randvoorwaarden opgesteld in relatie met het gestelde in de Leidraad Riolerings <sup>2</sup>:

- Inzameling van het binnen gemeentelijk gebied geproduceerde afvalwater <sup>3</sup>;
- Inzameling van het hemelwater dat niet mag of kan worden gebruikt voor lokale waterhuishouding;
- Transport van het ingezamelde water naar een geschikt lozingspunt;
- Ongewenste emissies naar oppervlaktewater, bodem en grondwater verkomen;
- Zo min mogelijk overlast voor de omgeving (anders dan door water op straat);
- Schoon- en vuilwaterstromen moeten volledig worden gescheiden;
- In het terrein worden 61 woningen en 10 appartementen gerealiseerd. Deze dienen aan de voorzijde op het riool aangesloten te worden;

<sup>2</sup> zie bronvermelding (g)

<sup>3</sup> zie bronvermelding (c)

- Het riool dient aangesloten te worden op het bestaande riool in de Oude Veldjes en de Duistervoortseweg.

### 3.2.2 Hemelwater

De gemeente Voorst en Waterschap Veluwe streven bij inrichting van stedelijk gebied naar volledige afkoppeling van het hemelwater. Beiden werken volgens het volgende principe: het water vasthouden waar het valt, het water gecontroleerd bergen en daarna pas afvoeren (zie figuur 3.2.2).



**Figuur 3.2.2; Vasthouden, bergen en afvoeren (bron: WB21)**

Pas als het niet mogelijk is om schoon hemelwater te infiltreren in de bodem of te bergen, kan het geloosd worden op het oppervlaktewater. Hierbij dient wel rekening gehouden te worden met de natuurlijke afvoer van een bepaald gebied. Als het lozen op het oppervlaktewater niet mogelijk, gewenst of toegestaan is kan het schone hemelwater afgevoerd worden via het rioolstelsel naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie.

Vanuit de gemeente is de eis opgesteld dat hemelwater binnen de perceelgrens opgevangen dient te worden door de desbetreffende eigenaar. Hemelwater binnen de percelen valt dus buiten de zorg van de gemeente.

### 3.2.3 Infrastructuur

Het inrichten van de infrastructuur in het gebied is afhankelijk van verschillende randvoorwaarden die opgesteld zijn door de: gemeente Voorst <sup>4</sup>, ASV 2004 <sup>5</sup>, Waterschap Veluwe <sup>6</sup>, nutsbedrijven, e.d.):

#### Weginrichting

In de ASVV 2004 (Aanbevelingen voor Stedelijke Verkeersvoorzieningen) zijn richtlijnen opgesteld voor verkeertechnische aspecten binnen de bebouwde kom. Tevens zijn er in het programma van Eisen van de Gemeente Voorst diverse randvoorwaarden opgesteld met betrekking tot de inrichting van de wegen:

De wijkwegen worden ingericht als 50 km/uur zone, de overige wegen dienen ingericht te worden als een 30 km/uur zone. De inrichting heeft de volgende randvoorwaarden;

- Er mogen geen doodlopende straten voorkomen;

<sup>4</sup> zie bronvermelding (i)

<sup>5</sup> zie bronvermelding (a)

<sup>6</sup> zie bronvermelding (j)



- Bij kruispunten van 50 km/uur naar 30 km/uur wegen een plateau toepassen met een sinushelling.

Ruimte voor voetgangers/fietsverkeer:

- De langzaamverkeerswegen dienen indien mogelijk zeer duidelijk te worden verdeeld in een voet- en een fietspad;
- Langs alle wegen dient een trottoir of soort gelijke voetgangersvoorziening aanwezig te zijn.

De minimale eisen waaraan deze wegtypen moeten voldoen zijn:

	Wegbreedte (m <sup>1</sup> )		Parkeerhaven (m <sup>1</sup> )	
	krap profiel	ruim profiel	breedte	lengte
Enrichtingsverkeer auto + fiets	3,40 – 3,60	4,00 - 4,20	1,80 - 2,00	5,00
Enrichtingsverkeer auto + tweerichting fiets	4,40 – 4,60	5,00 - 5,20	1,80 - 2,00	5,00
Partieel eenrichtingsverkeer	3,40 - 3,60	4,40 - 4,60	1,80 - 2,00	5,00
Tweerichtingsverkeer auto	4,60 - 4,80	5,20 - 5,40	1,80 - 2,00	5,00
Tweerichtingsverkeer auto + vrachtauto	5,50 – 6,00	6,10 – 6,60	1,80 - 2,00	5,00

**Tabel 3.2.3; Minimale eisen wegbreedte rijbaan gemengd verkeer met parkeerhaven (bron: ASVV 2004 12.2.11/12.2.14).**

Voor parkeren gelden de volgende eisen:

- De parkeernorm is 1,5 parkeervoorziening per woning voor de huursector en 1,6 parkeervoorziening per woning voor de overige woningen;
- De uitstraling van het terrein moet een zodanige sfeer oproepen dat mensen het eigenlijk niet kunnen maken om te parkeren op daar niet voor bestemde plaatsen;
- Ter hoogte van de uitritten dient het trottoir door te lopen tot aan de rijbaan, zodat er lobben ontstaan tussen de parkeervakken;
- De parkeerplaatsen mogen niet worden gesitueerd op uitzicht belemmerende plaatsen, zoals dicht bij een kruising (ook met langzaam verkeer) en dichtbij een uitrit.

Er zijn eisen opgesteld met betrekking tot de bereikbaarheid van de hulpdiensten bij eventuele calamiteiten;

- Gebouwen hoger dan 13 meter dienen te zijn voorzien van opstelplaatsen;
- De gebouwen dienen vanuit twee richtingen te benaderen zijn, tenzij de beschikbare rijbreedte groter dan 5,50 meter is;
- Er dient een vrije doorrijbreedte en – hoogte te zijn van 4,50 meter;
- Woningen dienen bereikbaar te zijn voor een brandweerauto met ladderwagen;
- De wijk dient bereikbaar te zijn voor het inzamelen van huishoudelijk afval;
- Groenstroken dienen bereikbaar te zijn voor onderhoudsmachines.

#### Nutsvoorziening

Voor de nutsvoorzieningen gelden de volgende eisen:

- Er dient rekening gehouden te worden met de voorwaarden en voorschriften van de nutsbedrijven;
- Tracering is opgenomen in het algemene profiel voor nutstracés binnen de bebouwde kom.
  - breedte nutstracé 1,50 meter;
  - afstand tot hart rioolbuis minimaal 1,50 meter.



### Twellose beek

Waterschap Veluwe heeft enkele richtlijnen opgesteld voor de (her)inrichting van stedelijk water. In het algemeen streeft het waterschap naar:

- Integratie van water en groen;
- Sluitende waterkringlopen binnen het gebied;
- Schoon water schoon houden;
- Gebiedsvreemd water vermijden;
- Voldoende ruimte creëren om water vast te houden. Wanneer dit niet mogelijk is moet er ruimte gecreëerd worden om water te bergen.

### Grondwerk

Zowel om de kosten van grondtransporten te beperken dient er gestreefd te worden naar een gesloten grondbalans.

## **3.3 Toetsing stedenbouwkundig ontwerp**

### *3.3.1 Vuilwater*

In het stedenbouwkundig ontwerp is geen rekening gehouden met het inzamelen van vuilwater. Het inpassen van een vuilwater riool in een ontwerp kan echter voor veel knelpunten zorgen. Doordat de architect erg smalle en zo min mogelijk rechte wegen wil toepassen, vermindert de beschikbare ruimte voor het riooltracé. Het vuilwater riool dient bij voorkeur onder de weg aangelegd te worden. Kruisende kabels en leidingen en een eventuele infiltratievoorziening vormen een knelpunt voor het bepalen van de diepte van het vuilwaterriool.

Een ander belangrijk aandachtspunt is dat woningen altijd aan de voorzijde aangesloten dienen te worden op het riool. Dit betekent, dat het riool voor de woningen aan de van Goghstraat niet onder de rijbaan zal lopen maar onder het trottoir. Dit omdat hier geen rijbaan aanwezig is. De aansluiting van het nieuwe riool op het bestaande riool vormt een duidelijk knelpunt. De gemeente heeft aangegeven dat het nieuwe riool aangesloten kan worden op het bestaande riool in de Oude Veldjes en de Duistervoortseweg. Of het bestaande riool ook daadwerkelijk genoeg capaciteit heeft om de nieuwe wijk op te vangen is niet getoetst in dit rapport. In het ontwerp van het vuilwaterriool dient rekening gehouden te worden met de knelpunten. De dimensionering en ligging van het vuilwaterriool met bijbehorende specifieke randvoorwaarden worden nader uitgewerkt in hoofdstuk 4.

### *3.3.2 Hemelwater*

De gemeente en het waterschap hebben de eis dat het hemelwater niet aangesloten wordt op het vuilwater riool. Dit betekent dat hemelwater in het terrein opgevangen dient te worden. Hier zal het hemelwater in de bodem infiltreren of worden afgevoerd naar het oppervlakte water. In het stedenbouwkundig ontwerp is naast waterpasserende bestrating in de van Goghstraat en Voermanstraat geen rekening gehouden met het bergen en infiltreren van hemelwater. In hoofdstuk 5 worden voorzieningen omschreven welke het best toepasbaar zijn met de bijbehorende voor- en nadelen. De eis van de gemeente dat bewoners zorg dragen voor het hemelwater binnen de eigendomsgrenzen kan voor mogelijke problemen zorgen. De kans is groot dat een groot deel van de percelen het hemelwater afvoert op de weg. Je kunt hierbij denken aan opritten die onder afschot liggen naar de weg. Indien tijdens het dimensioneren van een infiltratievoorziening hier geen rekening mee gehouden wordt, kan dit voor problemen zorgen. De voorziening wordt niet op de juiste hoeveelheden gedimensioneerd en kan de hoeveelheid hemelwater niet aan. Tijdens het ontwerpen van een infiltratievoorziening komen er mogelijke knelpunten naar voren, in hoofdstuk 5 worden deze mogelijke knelpunten meegenomen in het dimensioneren van de voorziening.

### 3.3.3 Infrastructuur

#### Weginrichting

Het stedenbouwkundig ontwerp is getoetst (zie bijlage 5) betreft het inrichten van de wegen. De toetsing is gedaan aan den hand van de eerder vermeldde algemene randvoorwaarden. De specifieke randvoorwaarden voor het inrichten van de wegen, worden nader omschreven in hoofdstuk 6.2.

De inrichting van de wegen is afhankelijk van het snelheidsregime dat toegepast dient te worden. Het huidige ontwerp voldoet aan de randvoorwaarden die gesteld zijn. Bij kruispunten van 50 km/uur naar 30 km/uur wegen worden plateaus toegepast, er worden snelheidsremmers gezocht en er komen geen doodlopende straten.

In het stedenbouwkundig ontwerp is geen ruimte beschikbaar gesteld voor de voetganger. In de visie van de architect dient de voetganger zich te verplaatsen over de rijbaan. Om aan beide randvoorwaarden uit het programma van eisen van de gemeente te voldoen, dient er een trottoir toegevoegd te worden aan het ontwerp. De trottoirs worden zo gesitueerd dat er een logische looproute wordt gecreëerd richting de winkels en het centrum.

De wegbreedte binnen het ontwerp dient te voldoen aan de minimale eisen van de ASV 2004 (zie tabel 3.3.3). Om de benodigde wegbreedte te bepalen, dient eerst vastgesteld te worden welke maatgevende situatie er van toepassing is. Om de snelheid van het verkeer zo veel mogelijk te remmen, worden de straten binnen de wijk uitgevoerd in een partieel eenrichtingsverkeer. Partieel betekent dat de wegen ingericht worden als een eenrichtingsweg, maar dat verkeer in tegengestelde richting is toegestaan. Wel dienen er mogelijkheden gecreëerd te worden om conflicten tussen verkeer in tegengestelde richting tegen te gaan. Voor de straten buiten de wijk zal er tweerichtingsverkeer met parkeerhavens worden gerealiseerd. In onderstaande tabel is per straat weergegeven welke maatgevende situatie er van toepassing is.

Straatnaam	Maatgevende situatie	Ontwerp wegbreedte minimaal [m <sup>1</sup> ]
Mondriaanstraat	partieel eenrichtingsverkeer	3,50
Van Goghstraat (noord)	partieel eenrichtingsverkeer	3,50
Van Goghstraat (zuid)	partieel eenrichtingsverkeer	3,50
Voermansstraat (voor)	partieel eenrichtingsverkeer	3,50
Voermansstraat (achter)	partieel eenrichtingsverkeer	3,50
Rubensstraat	partieel eenrichtingsverkeer	3,50
Oude veldjes (met parkeerhaven)	tweerichtingsverkeer	5,00
Franshalsstraat	tweerichtingsverkeer	6,00
Duistervoortseweg	tweerichtingsverkeer	6,00

**Tabel 3.3.3; Maatgevende situatie en ontwerp breedte per straat.**

Uitgaande van een parkeernorm van 1,6 parkeervoorziening per woning, dienen er in de gehele wijk (61 woningen) circa 96 parkeerplaatsen gerealiseerd te worden. Alle bewoners, met uitzondering van de bewoners aan de Voermansstraat, hebben voldoende ruimte om op eigen terrein te parkeren. Aan de achterzijde van de Voermanstraat is wel de beperkte mogelijkheid voor de bewoners om te parkeren. Om aan de randvoorwaarde te voldoen, dienen er nog circa 35 parkeerplaatsen in of rondom de wijk aanwezig te zijn. Het stedenbouwkundig ontwerp voldoet niet aan deze randvoorwaarde, door de aanwezigheid van de vele bomen langs de Oude Veldjes en de visie van de architect om geen parkeerhaven in de wijk te realiseren. Daarom zijn er weinig mogelijkheden om extra parkeerplaatsen in het ontwerp te realiseren.

Uit de toetsing is geconstateerd dat het stedenbouwkundig ontwerp niet voldoet aan de gestelde randvoorwaarde van de hulpdiensten wat de rijbreedte betreft. Doordat de wegen vanuit twee richtingen te benaderen zijn, worden er geen aanpassingen gedaan in het ontwerp. Om de

bereikbaarheid van de hulpdiensten in de nieuwe wijk te bepalen, is er een analyse gedaan. De bereikbaarheid is bepaald door middel van het simuleren van rijcurven door de verschillende wegen. Er is een rijcurve simulatie gedaan voor de brandweerauto en een vuilniswagen. In de simulatie zijn de voertuigen toegepast die binnen de gemeente gebruikt worden. Uit de simulatie van de verschillende rijcurven van de verschillende voertuigen, zijn er enkele knelpunten in het ontwerp geconstateerd (zie figuur 3.3.3a en 3.3.3b). Zo kunnen de vuilniswagen en de brandweerauto ter hoogte van Mondriaanstraat / van Goghstraat de huidige bocht niet nemen. Ter hoogte van de uitrit Voermansstraat / Franshalsstraat is eveneens een knelpunt geconstateerd. Beide voertuigen kunnen de bocht in het huidige ontwerp niet nemen. De knelpunten zijn verholpen door het vergroten van de boogstralen. Het knelpunt in de Voermansstraat is aangepast om te voldoen aan de rijcurven. Doordat de curve van de brandweer niet uitvoerbaar is, is de bocht zo aangepast dat de vuilniswagen de bocht kan nemen. In noodgevallen kan de brandweer door de groenstrook. Wel dient er rekening mee gehouden te worden dat hier geen obstakels worden geplaatst zoals bijvoorbeeld straatmeubilair.



**Figuur 3.3.3a; aanpassing in ontwerp begin situatie Figuur 3.3.3b; aanpassing in ontwerp nieuwe situatie**

Om de groenstroken binnen de wijk te onderhouden, dienen de groenstroken bereikbaar te zijn voor de onderhoudsmachines. In het stedenbouwkundig ontwerp zijn alle groenstroken goed bereikbaar, alleen de groenstrook in de Rubenstraat is een aandachtspunt tijdens het ontwerp.

#### Nutsvoorziening

Uit de toetsing met de randvoorwaarden van de betrokken nutsbedrijven zijn er knelpunten geconstateerd met betrekking tot de beschikbare ruimte. Bij de inrit van de Mondriaanstraat is onvoldoende ruimte voor de aanleg van een nuts- en riooltrace. Eveneens zijn dezelfde knelpunten in de van Goghstraat en de achterzijde van de Voermanstraat aanwezig. Ter hoogte van de inrit van de Mondriaanstraat is een groenstrook gesitueerd om aan de benodigde ruimte van het nutstracé te voldoen. In hoofdstuk 6.3.3 wordt de ligging en het profiel van het nieuwe nutstracé met bijbehorende specifieke randvoorwaarden nader uitgewerkt.

#### Twellose beek

Het ontwerp van de Twellose beek in het stedenbouwkundig ontwerp is getoetst aan de gestelde randvoorwaarden van het waterschap Veluwe. Het ontwerp van de beek voldoet aan de algemene randvoorwaarden. Er is integratie van water en groen, er wordt geen gebiedsvreemd water ingelaten en er is ruimte voor het bergen van water. De specifieke randvoorwaarden met betrekking tot het ontwerpen van de beek worden nader uitgewerkt in hoofdstuk 6.3.1.

#### Grondwerk

Uit de toetsing van het ontwerp met de gestelde randvoorwaarden met betrekking tot het grondwerk zijn er geen zichtbare knelpunten geconstateerd. In hoofdstuk 6.3 wordt het aspect grondwerk nadere uitgewerkt.

## 4 Vuilwater

In het ontwerpproces onderscheiden we een drietal stappen voor het verzamelen en het transport van vuilwater. De eerste stap, het schetsontwerp is gericht op de inrichting van het systeem en de bestemming in relatie met het stedenbouwkundig ontwerp. De tweede stap, het functioneel ontwerp is gericht op de dimensionering van het systeem. De laatste stap is het detailontwerp. Deze is gericht op de dimensionering van de verschillende onderdelen van het systeem. In dit hoofdstuk worden de drie stappen behandeld en gekoppeld aan de gestelde technische randvoorwaarden.

### 4.1 Randvoorwaarden ontwerp

Voor het ontwerp van het rioelstelsel moet er rekening gehouden worden met een aantal specifieke technische uitgangspunten. Deze uitgangspunten zijn opgesteld vanuit de gemeente, Waterschap en de Leidraad riolering:

- Schoon- en vuilwaterstromen moeten volledig worden gescheiden;
- Geen riooloverstorten vanuit het (gemengde) rioelstelsel. Als het maken van een nieuwe overstort niet te voorkomen is, moet deze voorzien zijn van de geëigende randvoorzieningen;
- Gewenste maximale diepte hoofdriool is 3,00 – 4,00 meter t.o.v. maaiveld;
- Maximale strenglengte is 50 meter;
- Minimale diameter rioelbuis rond 200 mm;
- Een bodemverhang van 1:250 – 1:1.000;
- De maximale putafstand bedraagt 50 meter;
- Het hoofdriool moet uitgevoerd worden in beton of PP (polypropyleen) in de kleur bruin;
- Minimale gronddekking 0,80 meter op de perceelgrens;
- Minimale gronddekking hoofdstreng 1,40 meter;
- Aansluitingen op het rioel dienen aan de bovenkant van een buis aangesloten te worden;
- Elke woning dient afzonderlijk te worden aangesloten op het vuilwaterriool;
- De huisaansluitingen van het rioel dienen aan de voorzijde van de woningen aangesloten te worden;
- Afvoercapaciteit en wandruwheid is 3 mm;
- Gemiddelde bezettingsgraad van 2,5 inwoner per woning;
- Hoeveelheid huishoudelijk afvalwater van 12 L/inw/uur (periode 10 uur/dag);
- Afvoeren van vuilwater naar de riolering in de straat de Oude Veldjes is toegestaan, mits de kolkafvoeren worden afgekoppeld.

### 4.2 Schetsontwerp

#### 4.2.1 Structuur

Het vuilwaterriool is voornamelijk gesitueerd in de weg. Dit om extra graafwerkzaamheden te vermijden. Om de 50 meter of in hoekverdraaiingen dienen inspectieputten aangebracht te worden. Daarnaast dienen de woningen aan de voorzijde op het rioel aangesloten te worden. Al deze randvoorwaarden hebben geleid tot de voorlopige ligging van het rioel (zie bijlage 6).

#### 4.2.2 Locatie gemalen/uitlaten

Zoals eerder genoemd, wordt het nieuwe vuilwaterstelsel aangesloten op de bestaande riolering in de Oude Veldjes en Duistervoortseweg. In de nieuwe woonwijk hoeft geen gemaal geplaatst te worden. Er is genoeg hoogte verschil om het nieuwe rioel onder vrijverval aan te sluiten op het bestaande rioel.

In het schetsontwerp zijn mogelijke riool uitlaten niet meegenomen. Dit is een eis vanuit de gemeente en hier dient rekening mee gehouden te worden tijdens het dimensioneren.

#### 4.2.3 Vuiluitworp

In de toekomstige woonwijk wordt het hemelwater niet aangesloten op het vuilwater riool. Het vuile water krijgt een eigen stelsel. Om de buisdiameter te bepalen, dient de vuiluitworp bepaald te worden. Het uitgangspunt van de opdrachtgever is een vuiluitworp van 12 L/inw/uur (periode 10 uur/dag). Omdat de bezetting van de woonwijk nog niet bekend is, wordt als uitgangspunt genomen dat er 2,5 inwoners per woning zijn. In het plan "de Veldjes" worden 61 woningen en 10 appartementen gerealiseerd. Aan de hand van die gegevens komt er een totale vuiluitworp van 2,13 m<sup>3</sup>/uur.

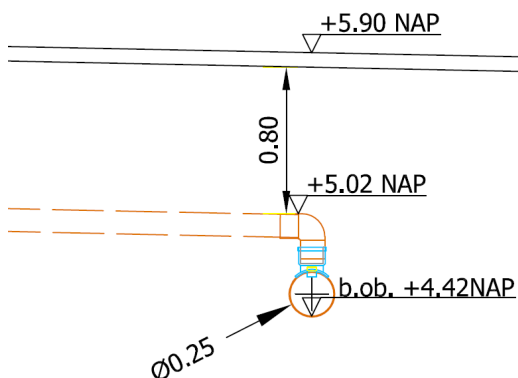
### 4.3 Functioneel ontwerp

#### 4.3.1 Capaciteit

In het ontwerp zijn drie hoofdstrengen gesitueerd. Er ligt een hoofdstreng vanaf het appartementen complex onder het voetpad naar de kruising Mondriaanstraat-Oude Veldjes. Tevens zijn er een hoofdstrengen gesitueerd in de Rubensstraat, Duistervoorsteweg en aan de voorzijde van de Voermansstraat. Aan de hand van de technische randvoorwaarden zijn de strengen gedimensioneerd. In bijlage 7 zijn de resultaten weergegeven. Er wordt een bodemverhang van 1:500 gehanteerd met een buisdiameter van rond 250 mm. Dit om het bodemverhang zo flauw mogelijk te houden en om het grondwerk te besparen. De woningen aan de Oude Veldjes worden rechtstreeks aangesloten op het bestaande riool en zijn daarom niet in de dimensionering meegenomen.

#### 4.3.2 BOB's

Om de juiste hoogte te bepalen voor je BOB's (Binnen Onderkant Buis) is de minimale diepte bepaald aan het einde van iedere hoofdstreng, rekening houdend met de minimale dekking en de aansluiting op de hoofdstreng (zie figuur 4.3.2). Vanaf de BOB tot aan de onderkant van de verharding dient een hoogte van minimaal 1,40 meter aangehouden te worden.



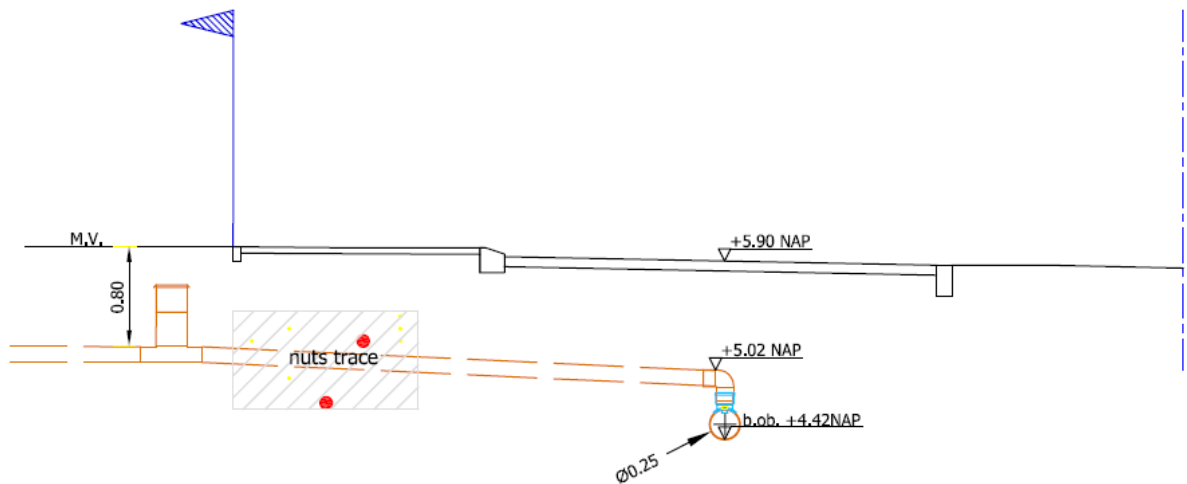
**Figuur 4.3.2; Principe situatie bepaling BOB.**

Vanuit het hoogste punt is er met het in hoofdstuk 4.3.1 bepaalde bodemverhang terug gerekend tot aan het bestaande riool. Aan de hand van de lengte van de streng, wordt de bob van elke put bepaald. In bijlage 7 en 8 zijn de verschillende BOB's weergegeven.



#### 4.3.3 Huisaansluitingen

De huisaansluiting moet een minimale dekking hebben bij de erfgrans van 0,80 meter. Een bijkomend conflictpunt bij veel woningen is dat de huisaansluiting het nuts tracé doorkruist. Om tijdens de uitvoering problemen te voorkomen is er besloten om de huisaansluiting net boven de waterleiding te dimensioneren. Hierdoor wordt de minimale dekking gehaald en is er een minder grote kans op problemen tijdens de uitvoering (zie afbeelding 4.3.3).



**Figuur 4.3.3; Doorsnede vuilwaterriool met huisaansluiting.**

De huisaansluitingen aan de Oude Veldjes worden aangesloten op het bestaande riool. Dit is mogelijk doordat de kolken in de Oude Veldjes worden afgekoppeld (zie Hoofdstuk 5.4).

#### 4.3.4 Aansluiting op bestaand riool

Het nieuwe riool dient op een inspectieput van het bestaande riool aangesloten te worden. Hiervoor wordt een gat geboord in de bestaande put waar doormiddel van een stortmof het nieuwe riool op aansluit. Dit geldt voor de aansluitingen aan de Voermanstraat-Oude Veldjes, Rubensstraat-Oude Veldjes, Mondriaanstraat-Oude Veldjes en de Duistervoortseweg (zie bijlage 8).

### 4.4 Detail ontwerp

Het vuilwaterriool wordt uitgevoerd met een pp buis (polypropheen) met een diameter van 250 m. Vanuit de gemeente is een eis gesteld aan de kleur van de riolering. Zo dient de riolering voor het vuilwater uitgevoerd te worden in de kleur bruin. Het riool wordt aangelegd op de traditionele manier. Hierbij wordt een rioolsleuf gegraven en worden de rioolbuizen onder vrij verval aangebracht. De ligging van het hoofdriool is voornamelijk gesitueerd in de as van de weg. Vanaf het hoofdriool worden huisaansluitingen gemaakt voor de woningen. Er wordt een inlaat gemaakt door middel van boren en door het plaatsen van een knevelinlaat. Vervolgens wordt er een rioolbuis (pp-buis met een diameter van 125 mm) aangelegd met een minimale dekking van 0,8 meter op de erfgrans. Aan het einde van leiding wordt er een ontstoppingsput geplaatst op 0,5 meter over de erfgrans. Het ontstoppingsstuk dient om in toekomst bij eventuele verstoppingen de leiding te kunnen doorspuiten. De bouwaannemer is verantwoordelijk voor het aansluiten van het riool vanaf het ontstoppingsstuk tot aan de woning.

Voor het uiteindelijke definitieve ontwerp zie bijlage 8.

## 5 Hemelwater

De gemeente Voorst en waterschap Veluwe streven er bij de inrichting van stedelijk gebied naar om het hemelwater te infiltreren binnen het gebied zelf. Er worden verschillende infiltratievoorzieningen voor het bergen en afvoeren van het hemelwater beschreven. Aan de hand van de gestelde randvoorwaarden worden er twee varianten verder uitgewerkt. Deze varianten worden getoetst op de voor- en nadelen. Uiteindelijk wordt er één variant aangedragen die goed uitvoerbaar is en die het meest voldoet aan de gestelde randvoorwaarden.

### 5.1 Randvoorwaarden

Voor het ontwerp van een variant voor het bergen en afvoeren van het hemelwater, dient er rekening gehouden te worden met een aantal specifieke technische randvoorwaarden. Deze randvoorwaarden zijn opgesteld vanuit de gemeente, het Waterschap en de Leidraad riolering:

- Peilverlaging van het oppervlaktewater binnen het in te richten gebied is niet toegestaan;
- Streven naar een grondwaterneutrale inrichting;
- Geen verdroging effecten in het omliggende gebied;
- Een bui van 35,7 mm/45 min (neerslaggebeurtenis 10 uit Leidraad Riolering) moet binnen het gebied geborgen worden;
- Bestaande milieuhygiënische voorzieningen dienen optimaal te worden benut;
- Bij de inrichting moet gedacht worden aan fysieke veiligheid;
- Lozingen op het oppervlaktewater dienen via een bodempassage te worden afgevoerd;
- Het hemelwaterriool dient uitgevoerd te worden in beton of PE (polyethyleen) in de kleur groen;
- Minimale buis diameter van 250 mm;
- De afvoer op de Twellose beek is beperkt tot maximaal 1,5 l/sec/ha;
- Minimaal 1 kolk per 100 m<sup>2</sup> verharding;
- De maximale inspectieputafstand bedraagt 50 meter;
- Hemelwater infiltreren op eigen terrein;
- Rekenen met een gemiddelde hoogste grondwaterstand van 4.10 + NAP;
- Lediging infiltratievoorziening binnen 24 uur.

Uit de randvoorwaarden blijkt dat er gestreefd wordt naar het vasthouden van hemelwater om zo het relatief schone water te benutten of te laten infiltreren. Als dit niet meer lukt, kan het water geborgen of afgevoerd worden naar het oppervlakte water. Indien dit niet mogelijk is en er geen andere oplossingen zijn om het hemelwater te infiltreren, kan het water afgevoerd worden naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie.

### 5.2 Afvoerend oppervlak

Zoals in de randvoorwaarde is vermeld, dient het hemelwater op eigen terrein geïnfiltereerd te worden. Voor het afvoeren en bergen van het hemelwater, dat op de openbare ruimte (groenstroken, wegen en trottoirs) valt, dient een voorziening getroffen te worden. Het afvoerend oppervlak is bepaald aan de hand van enkele uitgangspunten:

- Woningen zullen volledig afgekoppeld worden op eigen terrein behalve aan de Voermanstraat. Hier wordt de voorzijde van het dakoppervlak aangesloten op de infiltratievoorziening, omdat er onvoldoende ruimte is op eigen terrein;
- Wegen en trottoirs worden volledig geïnfiltereerd;
- Opritten worden voor de helft meegenomen. De afvoerend oppervlak op de percelen dient op eigen terrein te infiltreren. De meeste opritten zullen deels hun hemelwater afvoeren naar de weg, het overige deel dient op eigen terrein te gebeuren;
- Er wordt gerekend met een afvloeiingscoëfficiënt voor verhardingen van 80%;
- Voor het openbaar groen wordt gerekend met een afvloeiingscoëfficiënt van 8%.

Aan de hand van de oppervlaktes en de daarbij horende afvloeiingscoëfficiënt van de verschillende wegen, zijn in onderstaande tabel de afvoerende oppervlaktes weergegeven.

<b>Straatnaam:</b>	<b>Afvoerend oppervlak [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Afvoerend oppervlak x bui T= 10 [m<sup>3</sup>]</b>
Duistervoortseweg. 66-70A	300	10.71
Duistervoortseweg. 672-74A	236	8.43
Van Goghstraat 30-40	380	13.56
Van Goghstraat 2-28	510	18.20
Voermansstraat (voorzijde)	1710	61.05
Voermansstraat (achterzijde)	780	27.85
Rubensstraat	1320	47.43
Mondriaanstraat	780	27.85
Oude Veldjes	2600	92.82

**Tabel 5.2; Overzicht hoeveelheden afvoerend oppervlak.**

### 5.3 Infiltratievoorzieningen

Voor het bergen en afvoeren van het hemelwater binnen het gebied, zijn er verschillende infiltratievoorzieningen mogelijk om toe te passen. Hieronder wordt beknopt de algemene werking en de voor- en nadelen van de verschillende voorzieningen beschreven:

#### Oppervlakte infiltratie

De aanleg van infiltratievelden is een infiltratievoorziening die toegepast kan worden voor het bergen en afvoeren van het hemelwater. In het infiltratieveld wordt het hemelwater geborgen en vervolgens infiltreert het in de ondergrond. Het hemelwater kan afgevoerd worden naar de infiltratievelden, door goten en onder afschot. Het toepassen van deze voorziening is afhankelijk van de ondergrond en de beschikbare ruimte in het gebied.



**Figuur 5.3a; Impressie infiltratieveld.**

#### Calamiteiten:

Als er zich eventuele calamiteiten voordoen zoals hevige regenval of het dichtslibben van de voorziening, dan zijn er enkele maatregelen om de eventuele calamiteiten te verhelpen. Om water op straat te voorkomen bij hevige neerslag dient er een overloop gerealiseerd te worden, om het overtollige water af te voeren naar een watergang of riool. Om dichtslibben van de voorziening te voorkomen dienen de bladeren van de bomen tijdig verwijderd te worden en tevens dient er goed onderhoud gepleegd te worden.

#### Aanleg en onderhoud:

De aanleg van de infiltratievelden is relatief eenvoudig, maar het ruimtebeslag is relatief groot. Er dient eventueel grondverbetering toegepast te worden om de doorlatendheid van de bodem te vergroten. De infiltratievoorziening is goed te onderhouden. Het onderhoud omvat het maaien en het afvoeren van het groen en het voorkomen van het dichtslibben van de voorziening.

#### Levensduur:

De levensduur van deze voorziening is groot, omdat de voorziening weinig tot geen materialen bevat. Daardoor zal er weinig slijtage zijn. Wel bestaat de kans dat de toplaag in de loop der tijd vervangen dient te worden.

#### Bergend vermogen:

Het bergend vermogen van een infiltratieveld wordt bepaald door de afmetingen van het veld. De afmeting is afhankelijk van de infiltratiecapaciteit, doorlatendheid van de bodem, maximale waterhoogte en de hoeveelheid afvoerend oppervlak.

#### Voordelen oppervlakte infiltratie:

- Hoge belevingswaarde voor het omgaan met hemelwater;
- Lage kosten en makkelijk in aanleg, beheer en onderhoud;
- Maakt bewoners bewuster met het omgaan met water;
- Lange levensduur.

#### Nadelen oppervlakte infiltratie:

- Geen zuiverende functie;
- Veel en zorgvuldig onderhoud nodig;
- Voorziening neemt relatief veel ruimte in beslag;
- Afhankelijk van de doorlatendheid van de ondergrond.

#### Ondergrondse infiltratie

Een andere mogelijkheid voor het bergen en afvoeren van het hemelwater is om al het hemelwater ondergronds te laten infiltreren. Hierbij kan gedacht worden aan de aanleg van bijvoorbeeld infiltratie-units, een infiltratieriool of infiltratiekoffers. Bij ondergrondse infiltratie wordt het hemelwater opgevangen en ondergronds afgevoerd naar de voorziening die er vervolgens voor zorgt dat het water infiltreert in de bodem. Ondergrondse infiltratie is geschikt om toe te passen in bestaande situaties. Door grondverbetering (zand met een grote doorlatendheid) toe te passen kan eventueel de infiltratiecapaciteit vergroot worden.

#### Calamiteiten:

Wanneer de voorziening dichtslibt door de inspoeling van zand of andere sedimenten of als er eventueel ruimtegebrek door obstakels ontstaat, zijn er enkele maatregelen om de daar eventueel op volgende calamiteiten te voorkomen. Om inspoeling van omringend zand en doorworteling tegen te gaan, wordt rondom de voorzieningen geotextiel aangebracht. Ook het aanbrengen van een zandvang zorgt ervoor dat de voorziening minder snel dichtslibt.

#### Aanleg en onderhoud:

De aanleg van deze voorziening is relatief duur en arbeidsintensief. De kosten van de materialen (buizen, kratten of units) zijn erg hoog. De voorziening is goed toepasbaar in gebieden met een doorlatendheid van 1,5 à 2 meter per dag. De gemiddelde grondwaterstand dient meer dan 0,70 meter beneden het straatpeil te liggen. De aanleg wordt op een traditionele manier gedaan. De beheerkosten voor deze ondergrondse infiltratievoorzieningen zijn gering. Er dient periodiek gecontroleerd en gereinigd te worden.

**Levensduur:**

Doordat de afkoppelvoorziening voornamelijk bestaat uit kunststof materialen, heeft de voorziening een lange levensduur. Mogelijke inspoeling van zand of andere sedimenten kan de levensduur verkorten.

**Bergend vermogen:**

Bij een infiltratierioolbuis is de inhoud van de buis het bergend vermogen. Hetzelfde geldt ook voor de infiltratiekoffers en -units (circa 95% holle ruimte).

**Voordelen ondergrondse infiltratie:**

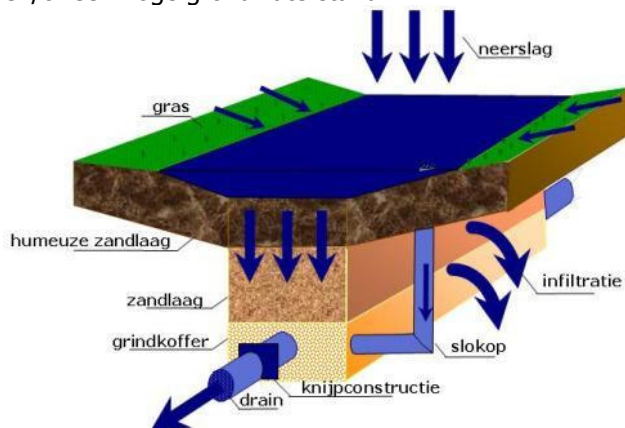
- Geen bovengrondse ruimte nodig;
- Lange levensduur;
- Neemt relatief weinig ruimte in beslag;
- Onderhoud is gering.

**Nadelen ondergronds infiltratie:**

- Minder ruimte in de ondergrond door aanwezigheid van overige kabels en leidingen;
- Relatief duur en arbeidsintensief;
- Niet toepasbaar bij hoge grondwaterstanden;
- Geen zuiverende functie.

Combinatie oppervlakte en ondergrondse infiltratie

Voor het afvoeren en bergen van het hemelwater is er de mogelijkheid om een combinatie van oppervlakte- en ondergrondse infiltratie toe te passen. Door middel van een wadi systeem wordt het hemelwater geborgen en afgevoerd. Een wadi is een verlaging in een groenstrook waar het hemelwater wordt opgevangen. Vervolgens wordt het hemelwater afgevoerd naar de onder gelegen zand of grind koffer, waar het water in de ondergrond infiltreert of wordt afgevoerd door de drain. Wadi's kunnen toegepast worden in gebieden met een slechte doorlatende ondergrond en/of een hoge grondwaterstand.



**Figuur 5.3b: Doorsnede werking wadi systeem.**

**Calamiteiten:**

Als er zich eventuele calamiteiten voordoen zoals mogelijke verontreinigingen in de bodem of hevige regenval, dan zijn er enkele maatregelen om de eventuele calamiteiten te voorkomen. De toplaag van de wadi bestaat uit een humeuze zandlaag. Deze laag heeft een zuiverende werking door de aanwezigheid van organische deeltjes. Het is mogelijk om bij hevige regenval het overtollige hemelwater af te voeren, door de aanleg van slokop kolken en een afvoerleiding richting een watergang of het riool.



**Aanleg en onderhoud:**

De aanleg van een wadi is relatief goedkoper dan een ondergrondse voorziening. De realisatie van een wadi bestaat uit het toepassen van grondverbetering (humeuze zandlaag) en de eventuele aanleg van slokop kolken en afvoerleidingen.

Het onderhoud van de wadi is minimaal. Het onderhoud bestaat voornamelijk uit het maaien van groen en het voorkomen dat de bodem dichtslibt. Het onderhoud van de voorziening kan gecombineerd worden met het plaatselijke groenbeheer.

**Levensduur:**

De levensduur van deze voorziening is lang, omdat er weinig tot geen materialen aanwezig zijn. Alleen verzadiging van de bodem kan de levensduur van deze voorziening verkorten.

**Bergend vermogen:**

Door de combinatie van ondergrondse en oppervlakte infiltratievoorzieningen, heeft het wadi systeem een groot bergend vermogen. Het bergend vermogen wordt bepaald door de afmeting van het systeem. De afmeting van een wadi is afhankelijk van de beschikbare ruimte en de hoeveelheid afvoerend oppervlak.

**Voordelen aanleg wadi's:**

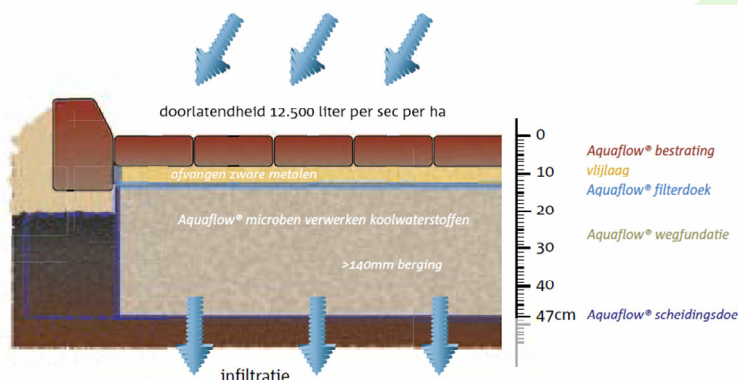
- Minder hoge kosten voor de aanleg, beheer en onderhoud;
- Maak bewoners bewuster in de omgang met water;
- Onderhoud is gering, mogelijk te combineren met groenonderhoud;
- Een wadi heeft een natuurlijk karakter;
- Voorziening beschikt over een zuiverende functie.

**Nadelen aanleg wadi's:**

- De aanleg van een wadi vereist de nodige ruimte;
- Er is kans op afspoelend wegafval in de voorziening.

Waterpasserende verharding

Voor het afvoeren en het bergen van het hemelwater is er de mogelijkheid om waterpasserende verharding toe te passen. Waterpasserende verharding bestaat uit twee onderdelen, namelijk de top laag (elementen, straatlaag en filterdoek) en de funderingslaag. De elementen zijn voorzien van grote voegen en een split met een hoge doorlatendheid. Hierdoor zal de neerslag direct infiltreren in de funderingslaag waar het hemelwater geborgen wordt. Vanuit de funderingslaag zal het hemelwater infiltreren in de ondergrond.



**Figuur 5.3c; Opbouw van waterdoorlatende verharding (Aquaflow).**

**Calamiteiten:**

Als er zich eventuele calamiteiten voordoen, zoals mogelijke verontreinigingen in de bodem of het dichtslibben van de voorziening, dan zijn er enkele maatregelen om de eventuele calamiteiten te voorkomen. Om te voorkomen dat er verontreinigende stoffen doordringen tot de ondergrond,

bevat het een zuiveringssysteem voor schadelijke stoffen. De vlijlaag en het filterdoek vormen een beheersbare, kunstmatige bodempassage. De zware metalen worden verzameld in een dun, geconcentreerd filterdoek (vlijlaag). Om dichtslibben van de voorziening te voorkomen dient er een aantal keer per jaar een veeg- en zuigauto het oppervlak te reinigen.

#### Aanleg en onderhoud:

De aanleg van deze voorziening is relatief duur en erg arbeidsintensief. Voor de aanleg dienen veel handelingen uitgevoerd te worden, zoals het ontgraven van het cunet en het aanbrengen van de fundering en de elementen. Ook de aankoop van materialen is een grote investering. Het onderhoud is redelijk groot. Er dient jaarlijks een aantal keer een veeg- of zuigauto te komen om het vuil van de verharding te verwijderen en de voegen dienen weer te worden aangevuld.

#### Levensduur:

Waterdoorlatende verharding heeft slechts een beperkte levensduur. De norm is dat deze verharding dezelfde levensduur heeft als een traditionele bestrating (circa 15 jaar). De levensduur is afhankelijk van een drietal zaken: De natuurlijke of verbeterde ondergrond moet van een goede kwaliteit zijn, de funderingslaag dient goed verdicht te worden en de ondergrond dient voldoende draagkracht te bevatten om de wegconstructie te dragen.

#### Bergend vermogen:

Het bergend vermogen van waterdoorlatende verharding is erg groot. Het hemelwater infiltreert direct in het systeem. De infiltratievoorziening heeft een bergend vermogen van circa 140 l/m<sup>2</sup>.

#### Voordelen waterdoorlatende verharding:

- Door het ontbreken van kolken wordt er een rustig straatbeeld gecreëerd;
- Het hemelwater wordt direct geïnfiltreerd in de ondergrond;
- Het heeft een groot bergend vermogen;
- Toe te passen in situaties met een hoge grondwaterstand en een slecht doorlatende ondergrond.

#### Nadelen waterdoorlatende verharding:

- Het inpassen van een waterdoorlatende verharding is minder geschikt voor locaties waar veel organische stoffen aanwezig zijn. Hierdoor verstopt de toplaag snel;
- Aanlegkosten zijn relatief hoog;
- Relatief korte levensduur;
- Hoge kosten voor onderhoud aan onderliggende kabels en leidingen.

## 5.4 Functioneel ontwerp

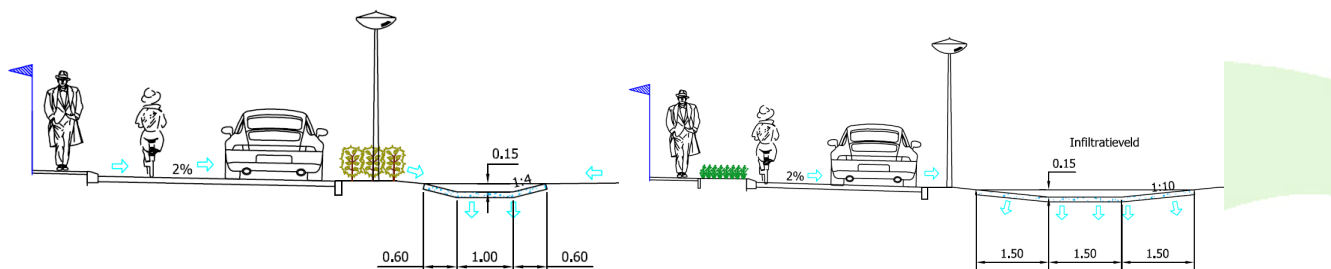
Zoals in de eerdere randvoorwaarden (3.3.2) is vermeld, dient het hemelwater in het terrein vastgehouden te worden om het vervolgens gecontroleerd te bergen en om het daarna pas af te voeren. Voor het bergen en afvoeren van het hemelwater in de wijk "De Veldjes" worden twee varianten geadviseerd. De varianten worden ontworpen aan de hand van de gestelde randvoorwaarden uit paragraaf 5.2. De twee varianten hebben betrekking op de wegen binnen de wijk (Mondriaanstraat, van Goghstraat, Rubensstraat, Voermanstraat en Duistervoortseweg). Voor de omringende wegen worden geen varianten uitgewerkt, omdat daar andere omstandigheden (asfaltverharding, bestaande weg) gelden. Er wordt beknopt een keuze onderbouwd wat de mogelijk toe te passen infiltratievoorziening betreft. De twee varianten worden hieronder nader uitgewerkt en onderbouwd.

#### 5.4.1 Variant 1 bovengrondse infiltratie

De eerste variant voor het afvoeren en bergen van het hemelwater, is om het hemelwater bovengronds te laten infiltreren (zie bijlage 9) in de bodem. Deze variant is een combinatie van twee bovengrondse infiltratievoorzieningen. Door het grote oppervlakte aan openbaar groen in de woonwijk, worden er twee infiltratievelden aangelegd in de groenstroken van de Mondriaanstraat en Rubensstraat. Uit het onderzoek (zie hoofdstuk 2.3.2) blijkt dat de doorlatendheid van de bodem geschikt is om een infiltratieveld aan te leggen. Door het ruimtegebrek in de overige straten (Voermansstraat, van Goghstraat en Duistervoortseweg) voor de aanleg van een infiltratieveld, worden er in deze straten aanvullende voorzieningen getroffen. De overige straten worden uitgevoerd met waterpasserende bestrating. Door het toepassen van deze infiltratievoorziening, wordt het hemelwater ter plekke geborgen en afgevoerd.

#### Capaciteiten

Aan de hand van het afvoerend oppervlak (zie hoofdstuk 5.2) is het infiltratieveld gedimensioneerd. Het infiltratieveld aan de Rubensstraat, is gesitueerd aan de buitenzijde van de groenstrook om zodoende ruimte te behouden voor spelende kinderen. Langs de Mondriaanstraat is eveneens een infiltratieveld gesitueerd, om het hemelwater van de verharding direct af te voeren. Een randvoorwaarde van de gemeente is dat de bewoners het hemelwater op eigen terrein dienen te infiltreren. De voorzieningen dienen al het hemelwater, afkomstig uit de openbare ruimte, te bergen en af te voeren. Voor de Rubensstraat dient er 1320 m<sup>2</sup> afvoerend oppervlak geïnfilteerd te worden. In de Mondriaanstraat behoort er circa 1000 m<sup>2</sup> geïnfilteerd te worden. Om het hemelwater bij een bui van T=10 (35.7 mm/45min) te bergen, zijn er de volgende profielen ontworpen (figuur 5.4.1a en 5.4.1b). Het hoogteverschil en de waterdiepte is zo klein mogelijk ontworpen om te voldoen aan de randvoorwaarde omtrent de fysieke veiligheid. Bij een te hoge waterstand in het infiltratieveld is de kans op verdrinking bij spelende kinderen groter.

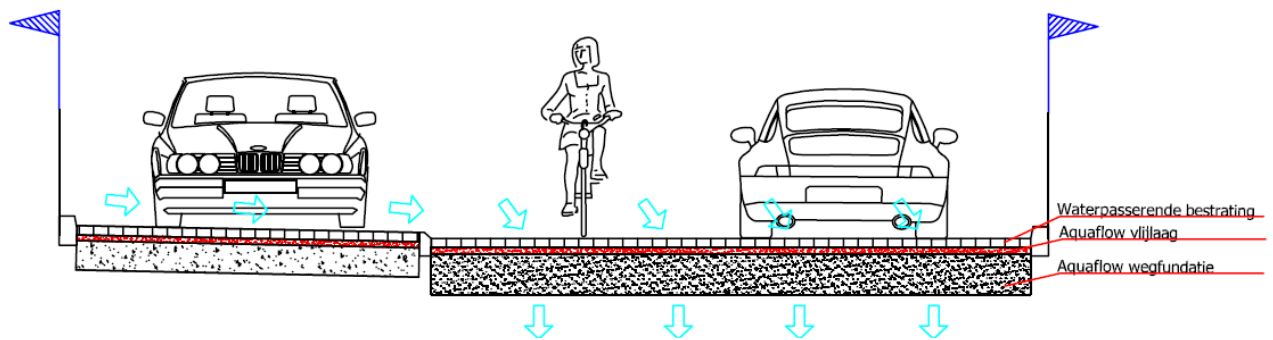


Figuur 5.4.1a; Dwarsprofiel infiltratieveld Rubensstraat.

Figuur 5.4.1b; Dwarsprofiel infiltratieveld Mondriaanstraat.

De dimensionering van de beide velden is bepaald aan de hand van de verschillende doorlatendheidsfactoren en de inloopmodule van een bui T=10 (zie bijlage 10). Aan de hand van regenduurlijnen is de bergingscapaciteit en de ledigingstijd bepaald. De totale bergingscapaciteit van het infiltratieveld aan de Rubensstraat is 34,80 m<sup>3</sup> en een ledigingstijd van 2,4 uur. Het infiltratieveld in de Mondriaanstraat heeft een bergingscapaciteit van 27,00 m<sup>3</sup> en de ledigingstijd bedraagt 3,2 uur.

De andere bovengrondse infiltratievoorziening is het toepassen van waterpasserende bestrating. Er wordt geadviseerd om gebruik te maken van het Aquaflow-systeem (zie figuur 5.4.1c). Het systeem bestaat uit waterpasserende elementen waaronder een straatlaag met filterdoek komt dat dient als zuivering van verontreinigde stoffen. Vervolgens wordt er een funderingslaag aangebracht van natuurlijke gebroken stenen; deze laag dient als berging van het hemelwater. Het systeem heeft een hoog rendement en een groot bergend vermogen van 140 liter per m<sup>2</sup>. Het Aquaflow-systeem dient gedimensioneerd te worden op een bui T=10. In bijlage 10 zijn de berekeningsresultaten opgenomen. Er worden twee typen Aquaflow-systemen toegepast (Regular en Street). Het Regular systeem wordt over de gehele breedte uitgevoerd. Bij het Street systeem wordt een gedeelte van de weg uitgevoerd in Aquaflow en het overige deel aangevuld met een standaard fundatie. Een aandachtspunt bij deze voorziening is dat er een verhoogde kantopsluiting aangebracht dient te worden om te voorkomen dat het water afstroomt naar de naast gelegen percelen.



**Figuur 5.4.1c: Dwarsdoorsnede Aquaflow regular-systeem t.h.v. van Goghstraat**

#### Afwatering

De aanleg van een infiltratievoorziening voor het bergen en afvoeren van hemelwater heeft gevolgen voor de afwatering binnen het plangebied. In deze variant dienen de rijbaan en de trottoirs in de Rubenstraat en Mondriaanstraat onder afschot aangelegd te worden, om het hemelwater af te voeren naar de voorziening. De wegen met waterpasserende verharding worden nagenoeg vlak aangelegd. De aangrenzende wegen die niet uitgevoerd worden met waterpasserende bestrating, dienen onder afschot het hemelwater af te voeren naar het Aquaflow-systeem.

#### Overige voorzieningen

Om bij hevige neerslag het overtollige water te lozen, zijn er in de infiltratievelden slokop kolken geplaatst. Met een leiding wordt het hemelwater afgevoerd richting de Twellose beek. Voor de waterpasserende bestrating wordt er geen overstortvoorziening getroffen, omdat de voorziening ruim genoeg is gedimensioneerd.

#### Kosten

Om inzicht te krijgen in de kosten voor het realiseren van deze variant, zijn de indicatieve kosten beschreven. Voor de aanleg van de infiltratievelden zijn er nagenoeg geen materialen van toepassing. De aanleg bestaat voornamelijk uit graafwerkzaamheden. Het Aquaflow-systeem wordt uitgevoerd in twee typen (Regular en Street zie bijlage 20). Hieronder is een overzicht weergegeven met de indicatieve kosten:

Omschrijving	hoeveelheid	eenheidsprijs	totaal
Aquaflow Regular	1400,00 m2	€ 50,00	€ 70.000,00
Aquaflow Street	600,00 m2	€ 21,50	€ 12.900,00
Leveren zand/puin	600,00 m2	€ 5,00	€ 3.000,00
Aanleg voorziening	2000,00 m2	€ 15,00	€ 30.000,00
Aanbrengen bouwweg	129,00 ton	€ 96,20	€ 12.409,80
		<i>subtotaal</i>	<i>€ 128.309,80</i>
Aanbrengen best. Verharding	2000,00 m2	-€ 29,00	-€ 58.000,00
			€
		<b>Totaal:</b>	<b>70.309,80</b>

Onderhoud per jaar incl. invegen	2000,00 m2	€ 0,50	€ 1.000,00
----------------------------------	------------	--------	------------

Tabel 5.4.1d: Indicatieve kostenoverzicht aanleg en onderhoud Aquaflow systeem.

Omschrijving	hoeveelheid	eenheidsprijs	totaal
Aanleg infiltratieveld Rubensstr.	1320,00 m2	€ 5,40	€ 7.128,00
Aanleg infiltratieveld Mondriaanstr.	1000,00 m2	€ 5,40	€ 5.400,00
		<b>Totaal:</b>	<b>€ 12.528,00</b>

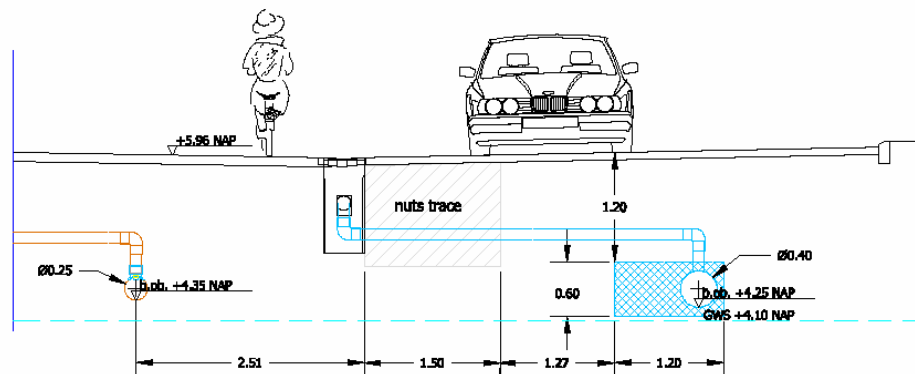
Onderhoud Rubensstraat per jaar	1320,00 m2	€ 0,38	€ 501,60
Onderhoud Mondriaanstraat per jaar	1000,00 m2	€ 0,38	€ 380,00
		<b>Totaal:</b>	<b>€ 881,60</b>

Tabel 5.4.1e indicatieve kostenoverzicht aanleg en onderhoud infiltratieveld.

De kosten van deze variant over een periode van 30 jaar inclusief het onderhoud bedraagt circa € 140.000,-. In het kostenoverzicht is ook een minpost weergegeven voor de bestrating die in deze variant niet wordt aangebracht.

#### 5.4.2 Variant 2 ondergrondse infiltratie

De tweede variant bedraagt een voorziening die het hemelwater ondergronds bergt en laat infiltreren in de bodem (zie bijlage 11). Er wordt een IT-riool (infiltratie transport riool) aangebracht. Met behulp van trottoir- en straatkolken wordt het hemelwater opgevangen en via de leiding geïnfilteerd in de bodem (zie figuur 5.4.2a). Waar de hoeveelheid water groter is dan de capaciteit van het stelsel worden er infiltratiekratten geplaatst. Hierdoor wordt er extra berging en infiltratieoppervlak gecreëerd.



Figuur 5.4.2a; Doorsnede Voermanstraat (doorsnede B-B, bijlage 11).



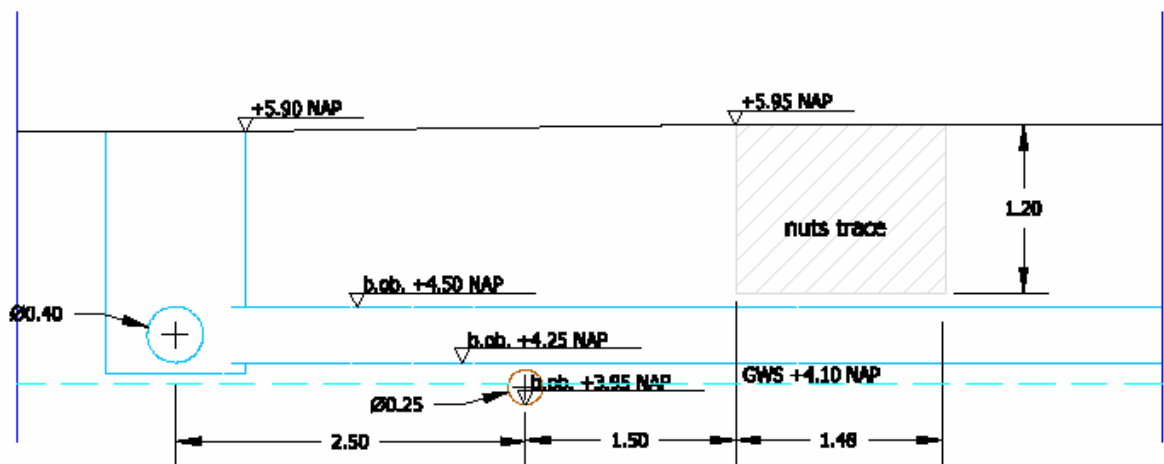
### Capaciteiten

Om het hemelwater te bergen en af te voeren, is het hemelwaterstelsel gedimensioneerd volgens de randvoorwaarde van een bui T=10. In bijlage 12 zijn de berekeningsresultaten toegevoegd. De dimensionering is gedaan aan de hand van een spreadsheet met een inloopmodule en het opstellen van regenduurlijnen. Er zijn gegevens gebruikt zoals aan- en afvoer, berging en de k-waarde van de bodem. Bij het bepalen van de benodigde diameter dient er rekening gehouden te worden met de randvoorwaarde van een minimale diameter van 250 mm. Het hemelwaterstelsel in de wijk "De Veldjes" voldoet met een IT-buis met een diameter van 400 mm. Een buis van rond 400 mm geeft een berging van 125 liter en heeft een infiltratiecapaciteit van 1,76 liter/min per strekkende meter. Indien er geen ruimte (Duistervoortseweg) is voor de aanleg van een IT-riool, worden er infiltratiekratten toegepast.

Op verschillende plaatsen in de wijk worden extra infiltratiekratten geplaatst. De infiltratiekratten zorgen voor extra berging en een grotere infiltratieoppervlak. Dit zorgt er voor dat er een kleinere diameter IT-riool toegepast kan worden. De kratten worden aangebracht aan de Voermanstraat, Rubensstraat en Mondriaanstraat.

### Hoogte ligging

Het IT-stelsel wordt aangebracht zonder afschot. Zoals in hoofdstuk 3.2.2 is behandeld zorgt de aanwezigheid van kabels en leidingen voor de nodige knelpunten. De hoogte van het IT-riool is bepaald aan de hand van de grondwaterstand, DWA-stelsel en het nuts tracé. Er dient ruimte beschikbaar te zijn tussen het riool en de grondwaterstand om het stelsel optimaal te laten functioneren. Om het knelpunt te voorkomen met het kruisende DWA riool ter hoogte van de kruising tussen de Mondriaanstraat/van Goghstraat is het IT stelsel ontworpen op een hoogte van 4.25 + NAP (zie figuur 5.4.2b).



Figuur 5.4.2b: Doorsnede kruising Mondriaanstraat/van Goghstraat.

### Overige voorzieningen

Aan het eind van de Mondriaanstraat wordt een overstort gecreëerd om zo het overtollige hemelwater af te voeren. Het stelsel is berekend op een T=10, deze bui dient het stelsel te kunnen bergen. De overstort dient als extra veiligheid voor zwaardere buien zodat er geen water op straat komt te staan. De overstort drempel ligt op een hoogte van 4,65 + NAP.

### Kosten

Om goed inzicht te krijgen en om een goede afweging te maken tussen de beide varianten zijn er indicatieve kosten bepaald. In tabel 5.4.2c zijn de kosten weergegeven voor de aanleg van het IT-riool met de daar bijbehorende onderdelen.

Omschrijving aanleg	Hoeveelheid	Prijs/Eenheid	Totaal
Aanbrengen put incl. grondwerk	17,00 st	€ 1.000,00	€ 17.000,00
Aanbrengen IT-riool rond 400 incl. grondwerk	586,00 m	€ 75,00	€ 43.950,00
Aanbrengen infiltratiekrat incl. grondwerk	100,00 st	€ 300,00	€ 30.000,00
Aanbrengen pvc-buis rond 125 incl. grondwerk	200,00 m	€ 15,00	€ 3.000,00
Aanbrengen kolken incl. grondwerk	37,00 st	€ 250,00	€ 9.250,00
<b>Totaal:</b>			<b>€ 103.200,00</b>

**Tabel 5.4.2c; Indicatieve kosten voor de aanleg van het IT-riool.**

Om een goed totaal beeld te krijgen dient er ook rekening gehouden te worden met de kosten voor het beheer en het onderhoud van de voorziening. Het onderhoud bestaat uit het inspecteren en reinigen van de IT-leidingen. In tabel 5.4.2d zijn de kosten weergegeven:

Omschrijving onderhoud per jaar	Hoeveelheid	Prijs/Eenheid	Totaal
Onderhoud IT-riool	586,00 m	€ 7,00	€ 4.100,00
Onderhoud infiltratiekratten	100,00 st	€ 20,00	€ 2.000,00
<b>Totaal:</b>			<b>€ 6.100,00</b>

**Tabel 5.4.2d ; Globale kosten voor het onderhoud van het IT-riool.**

### 5.4.3. Variant keuze

Om een keuze tussen beide varianten voor het bergen en afvoeren van het hemelwater te maken, zijn de voor- en nadelen van de twee varianten hieronder in tabel 5.4.3a weergegeven:

<b>Variant 1 (bovengronds)</b>		<b>Variant 2 (ondergronds)</b>	
<b>Voordelen</b>	<b>Nadelen</b>	<b>Voordelen</b>	<b>Nadelen</b>
Door ontbreken van kolken wordt rustig straatbeeld gecreëerd	Relatief korte levensduur	Relatief lange levensduur	Straatbeeld veranderd door komst van kolken
Aquaflow heeft een zuiverende werking	Neemt relatief veel ruimte in beslag.	Geen zichtbaar water op straat	Aanzienlijk meer grondverzet door de aanleg van HWA-riool
Grote bergingscapaciteit	Hoge onderhoudskosten bij onderliggende kabels en leidingen	Openbare ruimte blijven behouden	DWA-riolering aanbrengen onder de grondwaterstand, extra kosten (bemaling, grondwerk)
Voorziening is goed toe te passen in de omgeving	Verhoogde kantopsluiting aanbrengen tegen het afstromen van het water	Makkelijk te onderhouden, reinigen en inspecteren	Hoge aanlegkosten
DWA-riool kan aangelegd worden met een minimale dekking en boven grondwaterstand			Weinig berging tussen IT-riool en grondwaterstand
Lagere aanlegkosten			

**Tabel; 5.4.3a; Voor- en nadelen varianten.**

De keuze voor één van beide varianten brengt enkele knelpunten met zich mee. In tabel 5.4.3a zijn de knelpunten van de twee varianten met de mogelijke oplossingen beschreven.

Variant 1	Knelpunten en Oplossingen Oplossing	Variant 2	Oplossing
Afvoerend hemelwater in Rubensstraat gaat door groenplantsoen.	De aanleg van een constructie om erosie te voorkomen.	Kruisingen van kabels en leidingen t.h.v. Mondriaanstraat- van Goghstraat.	Hoogte IT-riool bepaald aan de hand van hoogte van het nuts- en vuilwatertracé.
Noodvoorziening treffen in de bouwrijpfase voor Aquaflow-systeem.	In bouwrijpfase wegfundatie aanbrengen en afdekken met een asfaltlaag / puinfundatie.	Een te kleine berging bij een bepaalde diameter.	Extra berging creëren door middel van het toepassen van infiltratie kratten.

Tabel 5.4.3b; Knelpunten en oplossingen varianten.

Voor het bergen en afvoeren van het hemelwater in het plangebied "De Veldjes" wordt geadviseerd om variant 1 (bovengrondse infiltratie) toe te passen. De infiltratievoorzieningen zijn gedimensioneerd voor een periode van 30 jaar. Over deze periode zijn de aanleg- en onderhoudskosten voor variant 1 lager. Het bovengrondse infiltreren geeft ook minder knelpunten in de ondergrond wat eventuele kabels en leidingen betreft. Tevens wordt het vuilwaterriool hoger boven de grondwaterstand gesitueerd waardoor eventuele bemalingskosten bespaard worden. Eventuele calamiteiten kunnen opgevangen worden door het groot bergend vermogen van de voorzieningen.

#### Omringende wegen

Het hemelwater van de omringende wegen dienen ook geborgen en afgevoerd te worden. Doordat er andere uitgangspunten gelden voor de omringende wegen, zijn er andere infiltratievoorzieningen van toepassing. De Frans Halsstraat dient uitgevoerd te worden met een asfaltverharding. Hierdoor is het systeem van waterpasserende bestrating niet meer van toepassing. Het toepassen van een infiltratieveld of wadi is niet mogelijk door de aanwezigheid van kantopsluiting en een grondwal. Om het hemelwater in de Frans Halsstraat te bergen en afvoeren dient er een IT-riool toegepast te worden. Het hemelwaterstelsel is gedimensioneerd met een diameter van 500 mm (zie bijlage 12).

Er zijn beperkte mogelijkheden om het hemelwater te infiltreren in de Oude Veldjes. Door het ontbreken van openbare ruimte in en rondom de weg, is het toepassen van een infiltratieveld of een wadi uitgesloten. De overige twee mogelijkheden zijn het toepassen van een ondergronds hemelwaterstelsel of een waterpasserende bestrating. De globale kosten van de aanleg van de beide infiltratievoorziening zijn geanalyseerd. Om het afvoerend oppervlak van de Oude Veldjes (zie hoofdstuk 5.2) te bergen, dient er circa 665 m<sup>2</sup> waterpasserende bestrating of circa 475 meter infiltratieriool aangelegd te worden. Aan de hand van de eerder genoemde eenheidsprijzen, bedraagt de totale aanlegkosten voor waterpasserende bestrating circa € 43.225,- en IT-riool € 35.625,-. Er wordt geadviseerd om in de Oude Veldjes een IT-riool aan te brengen om de aanlegkosten te beperken. Uit de berekening blijkt dat het hemelwaterriool met een diameter van 500 mm volstaat om het afvoerend oppervlak te bergen.

## 5.5 Definitief ontwerp

Voor de aanleg van de infiltratievoorziening worden enkele aanbevelingen gedaan aan de hand van de randvoorwaarden wat de materialen betreft die toegepast dienen te worden. Een randvoorwaarde van de gemeente is dat het hemelwaterstelsel dient uitgevoerd te worden in beton of PE. Er wordt aanbevolen om het hemelwaterstelsel uit te voeren met PE-buizen. Door het lichtgewicht van de buis is tijdens de aanleg minder zwaar materieel nodig. Het IT (infiltratie transport) riool wordt uitgevoerd met een Azura IT-buis of gelijkwaardig met een diameter van 500 mm. De Azura buis is een kunststof buis met hoge stijfheidsklasse en een ribbelstructuur. De IT-buis kan infiltreren, transporteren, bufferen en draineren. De buis is omwikkeld met een hoogwaardig geotextiel om zandinspoeling te voorkomen en het vermindert de kans op ingroei van wortels. De buizen worden verbonden door kunststof putten. Door het lichte gewicht zijn de putten gemakkelijk te plaatsen en tevens zijn investeringskosten lager dan bij prefab betonnen putten.

In het Aquaflo-systeem wordt het hemelwater gebufferd in een funderingslaag van 0,35 meter, dat bestaat uit meervoudig gebroken hardsteen 8-32 mm. Vervolgens wordt er een filterdoek (type Aquaflo F50) aangebracht. Op het filterdoek wordt een straatlaag aangebracht van 0,05 meter, die bestaat uit een fijnere gradering van het meervoudig gebroken hardsteen (2-8 mm). Uiteindelijk wordt de bestrating aangebracht op de straatlaag. De stenen zijn voorzien van brede voegen met split, om het hemelwater te bergen in de funderingslaag en om het vervolgens af te voeren naar de bodem.

De infiltratievelden in de Mondriaan- en Rubensstraat worden voorzien van een humeuze zandlaag met een dikte van 0,10 meter.

## 6 Infrastructuur

In dit hoofdstuk worden de knelpunten betreft infrastructuur uit hoofdstuk 3 omgezet naar een technisch uitvoerbaar ontwerp. Daarnaast worden de verschillende onderdelen met betrekking tot weginrichting en grondwerk verder ontworpen.

### 6.1 Randvoorwaarden ontwerp

#### 6.1.1 *Weginrichting*

De gemeente heeft enkele randvoorwaarden opgesteld met betrekking tot de weginrichting van de wijk. Het is mogelijk om van de randvoorwaarden af te wijken, mits het beoogde effect vergelijkbaar is.

Randvoorwaarden met betrekking tot het technisch ontwerp weginrichting zijn:

- Er dient een goede aansluiting gecreëerd te worden tussen het reeds bestaande en het nieuw aan te leggen gebied;
- Drooglegging dient voor de wegen minimaal 0,70 meter te zijn en voor de bebouwingen 1,00 meter;
- Het peil van de bebouwing dient 0,30 meter boven het peil van de aansluitende weg te liggen;
- De hoogte van de kruin van de weg dient in verband met de minimale dekkingseis te worden afgestemd op het rioleringsplan, het waterhoudingsplan en het nuts tracé;
- Het standaard afschot voor wegen bedraagt 1:50 (2 cm per meter);
- De rijbaan dient in een ander verband gestraat te worden dan de parkeervakken en de inritten;
- Klinkers en betonstraatstenen moeten een minimale dikte hebben van 7 cm;
- Snelheidremmers dienen primair gezocht te worden in de vormgeving. Indien dit niet mogelijk is, zijn dempels en plateaus toegestaan;
- Drempels en plateaus dienen in sinusvorm uitgevoerd te worden met zwart/wit gestrate taludmarkering;
- Aansluiting van de 30 km/uur straten op 50 km/uur straten dienen uitgevoerd te worden in een uitritconstructie. Beide zijden uitvoeren met prefab inritblokken;
- In- en uitritconstructies dienen minimaal 5,00 meter breed te zijn;
- 50 km/uur wegen dienen uitgevoerd te worden in asfaltverharding, 30 km/uur in elementenverharding;
- Het voetgangersverkeer dient via een duidelijke scheiding afgezonderd te worden van gemotoriseerd verkeer;
- Er dient een afrit bij oversteekplaatsen gemaakt te worden voor minder validen, rekening houdend met logische looproutes. De afrit uitvoeren in verlaagd trottoir of met inritblokken;
- Indien er geen trottoir aanwezig is, dient de openbare weg mede voor invaliden begaanbaar te zijn;
- Bochtstralen dienen te voldoen aan de ASVV 2004 normen;
- Parkeerplaatsen dienen herkenbaar te zijn ten opzichte van weggedeelten;
- De parkeerplaatsen mogen niet worden gesitueerd op uitzicht belemmerende plaatsen.

#### 6.1.2 *Grondwerk*

Zowel om de kosten van grondtransporten te beperken als van milieutechnisch belang dient te worden gestreefd naar een gesloten grondbalans.



Daarnaast dient te worden voldaan aan de volgende randvoorwaarden:

- Grondtransport over de terreingrenzen heen, moet voldoen aan de wettelijke voorschriften;
- Bij invoering van grond op het terrein dient bij de levering voorafgaand aan de toepassing een certificaat van herkomst en samenstelling dan wel een bewijs van partijkeuring aanwezig te zijn, conform de eisen van het bouwbesluit;
- Er mag uitsluitend schone grond worden aangevoerd.
- Voor de fundering en kruipruimtes dient een ontgravingdiepte van 0,80 meter onder het vloerpeil aangehouden te worden.

### 6.1.3 *Straatmeubilair*

Onder straatmeubilair wordt verstaan: huisvuilcontainers, brandweervoorzieningen, openbare verlichting, hekwerk/metselwerk, speelvoorzieningen en bebording.

De randvoorwaarden die gesteld worden aan het straatmeubilair zijn:

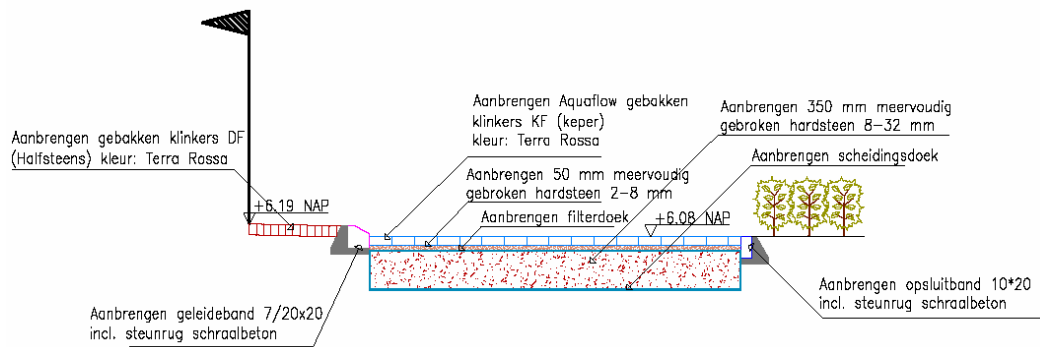
- Bereikbaarheid van gebouwen voor hulpdiensten dient gegarandeerd te blijven;
- In de straten dient rekening gehouden te worden met opstelplaatsen voor rolemmers ter grootte van 0,50 m<sup>2</sup> per woning;
- Een opstelplaats voor rolemmers mag niet gecombineerd worden met een parkeerplaats;
- Plaatsing van brandkranen maximaal 80 meter van elkaar;
- Brandkranen niet plaatsen op plekken waar geparkeerd kan worden;
- Verlichtingsplan wordt door een derde partij opgesteld;
- Voor hekwerk en metselwerk dient een schuttingsplan te worden gemaakt dat voldoet aan de eisen van de Woningwet;
- Bebording dient te voldoen aan de NEN 1772 en de NEN 3381;
- Het gebruik van het aantal borden dient zo beperkt mogelijk te zijn;
- Markering dient uitgevoerd te worden in thermoplastisch markeringsmateriaal.

## 6.2 **Weginrichting**

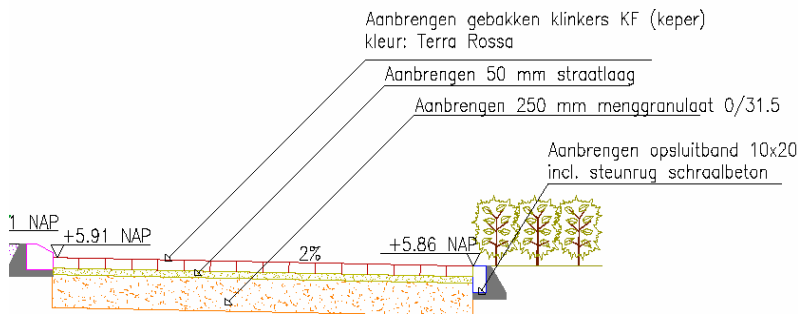
### 6.2.1 *Wegopbouw*

De wegconstructie wordt opgebouwd uit verschillende lagen. De opbouw die wordt toegepast in het project is: funderingslaag, straatlaag en een verhardingslaag. Er wordt begonnen met de aanleg van een funderingslaag op de vaste ondergrond. De wegen die uitgevoerd worden met het Aquaflo-systeem (zie figuur 6.2.1a) worden voorzien van een fundering die bestaat uit natuurlijk gebroken hardsteen met een laagdikte van circa 0,35 meter. De overige wegen (zie figuur 6.2.1b) worden uitgevoerd met een laag menggranulaat 0/31 met een dikte van circa 0,25 meter. Vervolgens wordt er op de funderingslaag een straatlaag aangebracht. De straatlaag bestaat uit scherp zand, dat gemakkelijk te egaliseren is. Deze laag dient als ondergrond voor de elementverharding. De dikte van de straatlaag is circa 50 mm. In het Aquaflo-systeem wordt op het filterdoek een straatlaag aangebracht van meervoudig gebroken hardsteen 2-8 mm. De beide lagen moeten goed worden verdicht om een stabiele constructie te realiseren.

De elementenverharding wordt op de funderingslagen aangebracht indien deze de juiste verdichting heeft behaald. In onderstaande figuren zijn de profielen weergegeven van de standaard funderingsopbouw en die van het Aquaflo-systeem.



**Figuur 6.2.1a; Doorsnede aquaflow funderingsopbouw Voermansstraat (zie bijlage 23).**



**Figuur 6.2.1b; Doorsnede standaard funderingsopbouw Rubensstraat (zie bijlage 23).**

## 6.2.2 Wegprofiel

Om het hemelwater af te voeren naar de infiltratievelden of naar het naast gelegen openbaar groen, wordt er een bepaald afschot in het wegprofiel aangebracht. De rijbaan van de Mondriaanstraat en Rubenstraat wordt aangelegd met een profiel (op een oor) waarbij het hemelwater afstroomt richting de infiltratievoorziening. Het wegprofiel wordt aangelegd met een hellingspercentage van 2% (1:50). Hetzelfde geldt ook voor de aangrenzende voetpaden. De voetpaden langs de Twellose beek worden ook onder een afschot van 2% aangelegd, waarbij het hemelwater afstroomt richting de beek. De wegen die uitgevoerd worden met waterdoorlatende bestrating worden niet aangebracht onder een afschot, om zodoende het hemelwater in de voorziening te bergen.

Om de afwatering binnen het gebied goed te regelen, zijn er straatpeilen bepaald. Het straatpeil is de hoogtemaat van de weg in de uiteindelijke situatie. Er is gestreefd om de bestaande weghoogte van de Oude Veldjes te handhaven, in verband met aangrenzende wegaansluitingen. Vanuit de Oude Veldjes zijn de overige straatpeilen van de wegen bepaald (zie bijlage 13).

## 6.2.3 Verhardingsmaterialen

### Elementenverharding

Er zijn verschillende keuzes gemaakt wat betreft de type en kleuren van de toe te passen verhardingselementen binnen de wijk. De architect heeft in het stedenbouwkundig ontwerp al aangegeven welk type en welke kleur zijn voorkeur heeft.

In de wijk wordt de rijbaan en het trottoir uitgevoerd in gebakken stenen (kleur: Terra Rossa). Wel wordt er onderscheid gemaakt in de grootte van de steen. Voetpaden worden uitgevoerd in dikformaat en de rijbanen in keiformaat. Voor de rijbanen met het Aquaflow-systeem dient er een waterpasserende steen toegepast te worden.

De rijbanen worden in keperverband aangelegd. Parkeervakken en geleidestroken worden in elleboogverband aangelegd. De voetpaden worden in de lengterichting in een halfsteens verband aangelegd.

De rijbaan van de Oude Veldjes wordt uitgevoerd in een betonstraatsteen (keiformaat) met de kleur paars. Dit om een duidelijke scheiding te maken tussen de nieuwe woonwijk en de bestaande weg. De parkeervakken langs de Oude Veldjes worden in dezelfde steen uitgevoerd, alleen in een ander verband (elleboog).

Tussen het voetpad en de rijbaan wordt een geleideband (7/20\*20) toegepast, om zodoende een visuele afscheiding te maken. De overige wegdelen worden opgesloten door opsluitbanden (10/20 rijbaan, 6/20 voetpad en erfgrans). Alle kantopsluitingen binnen het plangebied die in het zicht liggen worden uitgevoerd in de kleur antraciet, om zodoende de landschappelijke architectuur te versterken. De kantopsluitingen die niet in het zicht liggen, worden uitgevoerd in de kleur grijs.

De Oude Veldjes en de Frans Halsstraat worden uitgevoerd met trottoirbanden (13/15\*25) in de kleur grijs. Ter plaatse van de inritten worden inritblokken geplaatst.

#### Asfaltverharding

In het plangebied ligt één 50 km/uur weg (Franshalsstraat). Deze weg dient uitgevoerd te worden in een asfaltverharding. De Franshalsstraat dient als ontsluitingsweg voor de wijk. De weggopbouw met de daarbij horende laagdiktes en materialen is bepaald aan de hand van "handboek asfaltverhardingen" VBW Asfalt. De Franshalsstraat heeft de wegcode F. Dit zijn wegen met een gemiddelde standaardaslast van 13.000 tot 110.000 per jaar en 3-30 vrachtwagens per etmaal (zie bijlage 16). Aan de hand van de wegcode en de functie van de weg is er een opbouw van de asfaltverharding bepaald (zie tabel 6.3.3). Sinds januari 2008 is er een Europese regelgeving ingevoerd wat betreft de verschillende asfalmengsels. De asfalmengsels moeten voorzien zijn van een CE-markering en de daarbij horende benamingen.

### Wijkontsluitingsweg

laag	wegcode	materiaal	laagdikte (mm)
deklaag	E+F	DAB 0/11	35
	E+F	SMA 0/8	25
	E+F	SMA 0/6	20
	E+F	ZOAB 2-laags	70 - 80
onderlaag	E+F	GAB 0/32	60 - 90

**Tabel 6.2.3; Mogelijke opbouw wijkontsluitingsweg (bron: bronvermelding e).**

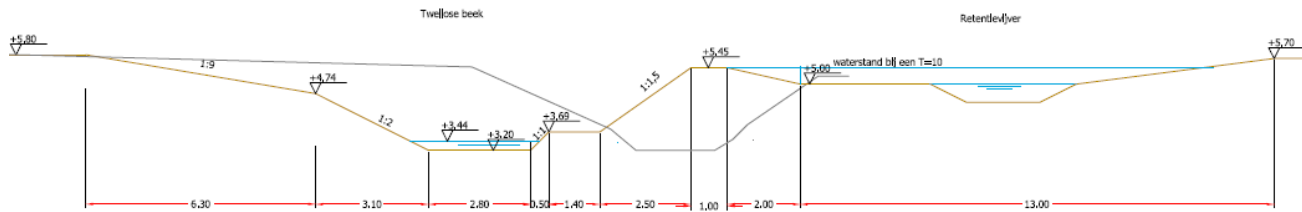
De onderlaag bestaat uit een laag van Grindasfaltbeton 0/32 (CE benaming: AC 32 base, 70/100, O3) met een laagdikte van 90 mm, omdat de weg intensief gebruikt gaat worden. De deklaag bestaat uit een laag van steenmastiekasfalt 0/8 (CE- benaming: SMA- NL 8A, 70/100) in de kleur zwart, met een laagdikte van 25 mm. SMA heeft een gladde afwerking waardoor een strak wegbeeld gecreëerd wordt.

## 6.3 Grondwerk

### 6.3.1 Twellose beek

#### Ligging

De ligging van de beek verandert ten opzichte van de bestaande situatie (zie figuur 6.3.1). In het ontwerp van de architect krijgt de beek een meer natuurlijke vorm die meeloopt met de woningen gelegen aan de beek.



**Figuur 6.3.1; Doorsnede bestaande en nieuwe watergang zie bijlage 15.**

### Ontwerp

De natuurlijke vorm wordt ontworpen door het toepassen van flauwe taluds en de aanleg van een terras naast de watergang. De hoogte van de bestaande slootbodembodem wordt meegenomen in de nieuw te realiseren watergang. Het slootprofiel is over de gehele watergang in principe hetzelfde, alleen varieert de breedte van de talud aan de linkerkant van het profiel. Ook ligt een deel van de watergang aan een dijkje naast de retentievijver. In bijlage 15 is het ontwerp van de beek weergegeven.

### Retentievijver

In de nieuw te ontwikkelen woonwijk op het voormalig dumeco-terrein wordt ook het hemelwater van de openbare ruimte afgekoppeld. Het water wordt afgevoerd naar een retentievijver. Deze vijver is gesitueerd in het westelijke deel van het plangebied. Het ontwerp van deze retentievijver is meegenomen in dit ontwerp, omdat deze directe invloed heeft op het ontwerp van de Twellose beek. De functie van de vijver is om het hemelwater te bergen en vervolgens te laten infiltreren in de bodem. Bij een grote aanvoer van hemelwater moet er de mogelijkheid zijn, dat de vijver het overtollig water over het dijkje kan lozen in de Twellose beek. Er mag echter geen water op straat komen te staan. Door het bepalen van bergingscapaciteit kan de hoogte van de dijk bepaald worden. Het oppervlak van de toekomstige retentievijver is al bepaald (1160 m<sup>2</sup>). Het totaal afvoerend oppervlak in het gebied bedraagt 13.915 m<sup>2</sup>. De vijver moet gedimensioneerd worden voor een bui T=10 (35,7 mm). De maximale waterhoogte van de retentievijver bij een T=10 bedraagt 0,43 meter. Hierdoor komt de dijk op een hoogte van 5,45 + NAP en de bodem van de retentievijver op 5,00 + NAP. Er wordt in de dijk een overlaatconstructie geplaatst om het water gecontroleerd te lozen en om wegspoeling van de dijk te voorkomen. De overstort hoogte van de overlaat ligt op 5,45 + NAP.

### 6.3.2 *Vloerpeil*

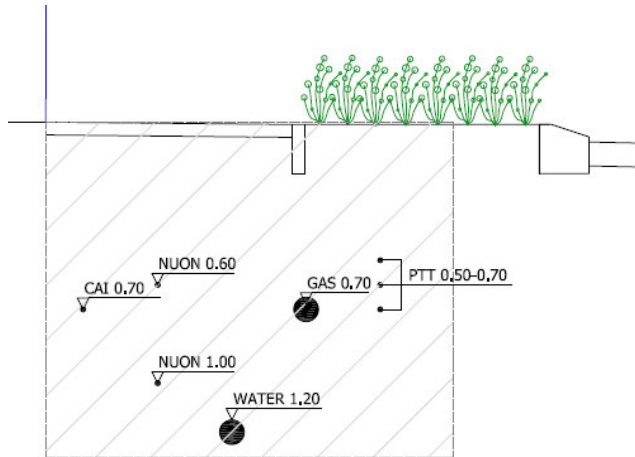
Aan de hand van het straatpeil (zie hoofdstuk 6.2.2) zijn de vloerpeilen van de woningen bepaald. Het vloerpeil is de hoogte waarop de bouwer de bovenkant van de vloeren moet aanbrengen. Zoals in de randvoorwaarden is vernoemd, dient het vloerpeil 0,30 meter boven het peil van de aansluitende weg te liggen. Er wordt zoveel mogelijk hetzelfde vloerpeil gehanteerd. Indien het verschil met de aansluitende weg te groot of te klein is, wordt het vloerpeil aangepast. Tevens is er een vloerpeil toegewezen aan de schuren en bijgebouwen. Het vloerpeil van de schuren en bijgebouwen ligt gelijk of 0,05 meter hoger dan het vloerpeil van de woningen. In bijlage 13 zijn de desbetreffende vloerpeilen weergegeven.

Ten behoeve van de funderingen en kruipruimtes van de woningen, dient er voor aanvang van de bouwwerkzaamheden het cunet gegraven te zijn. De ontgravingsdiepte voor deze cunetten ligt 0,80 meter onder het vloerpeil.

### 6.3.3 *Kabels en leidingen*

Vanuit de gemeente zijn er enkele standaard nuts profielen opgesteld (zie figuur 6.3.3). In het profiel is de ligging zichtbaar van de verschillende kabels en leidingen. De telecom- en elektriciteitskabels liggen het hoogst in het profiel. De gas- en waterleiding liggen het diepst om bevriezing en eventuele schades te voorkomen. De benodigde ruimte voor het nutstracé is 1,50

meter in de breedte. Tijdens het ontwerp is er rekening gehouden met eventuele conflictpunten bij bijvoorbeeld kruisende huisaansluitingen. In overleg met de betrokken nutsbedrijven is het definitieve nutstracé bepaald (zie bijlage 14).



Figuur 6.3.3; Doorsnede bestaande en nieuwe watergang.

#### 6.3.4 Grondbalans

Zoals omschreven in paragraaf 2.1.2 bevat de ondergrond een humeuze toplaag van 0,50 meter onder het maaiveld. Onder deze laag ligt een vaste ondergrond die bestaat uit zand. De slechte toplaag is niet draagkrachtig genoeg voor het bouwen van de woningen en de aanleg van een wegconstructie. Hierdoor dient deze laag op de plek van woningen en cunetten te worden verwijderd.

Tijdens de aanleg van het vuilwater- en infiltratieriool komt er zand vrij. De hoeveelheid vrijgekomen zand staat gelijk aan de inhoud van het riool en de putten. Voor de putten is er een aanname gedaan (1,00 m<sup>3</sup> per put), omdat per put de hoogte varieert.

Bij het ontgraven van de kruipruimtes en de wegcunetten wordt de eerste 0,50 meter zwarte grond ontgraven. Deze cunetten worden waar nodig aangevuld met zand tot de gewenste hoogte. Naast het ontgraven van de cunetten komt er ook grond vrij bij het ontgraven en dempen van de beek en het ontgraven van de infiltratievelden.

De nieuwe watergang wordt deels omgelegd ten opzichte van de bestaande beek. De nieuwe beek krijgt een natuurlijke uitstraling door het aanleggen van natuurvriendelijke oevers. De nieuwe beek krijgt een breder profiel dan de bestaande beek. Hierdoor komt er extra grond en zand vrij. Alle grondstromen zijn weergegeven in de grondbalans (zie bijlage 17).

Het streven is om het werk uit te voeren met een gesloten grondbalans, zodat de vrijgekomen grond verwerkt kan worden in het terrein. Een deel van de grond wordt verwerkt in het ophogen van de percelen. De percelen worden afgewerkt op 0,10 meter onder het vloerpeil van de woningen, waarbij de laatste 0,10 meter bestaat uit teelaarde. De teelaarde wordt aangebracht, omdat de vrijgekomen grond niet geschikt is als tuingrond. Er wordt ook een zandbed aangebracht ten behoeve van de toekomstige opritten van de woningen. De minimale dikte van het zandbed bedraagt 0,20 meter. Door de grote hoeveelheid vrijgekomen grond dient de rest van de grond verwerkt te worden in het terrein. Tussen de Frans Halsstraat en Voermansstraat dient een afscheiding gecreëerd te worden om een duidelijke scheiding te krijgen tussen de ontsluitingsweg en de wijk. Deze afscheiding wordt gecreëerd doormiddel van een grondwal. De hoogte en inhoud van de grondwal is afhankelijk van de hoeveelheid vrijgekomen grond. De grondwal wordt afgewerkt op een hoogte van 7.40 + NAP met aan weerszijde een talud van 1:2. In de groenstrook aan de Mondriaanstraat wordt extra reliëf aangebracht om de overgebleven grond te verwerken.



Hieronder is een overzicht weergegeven met de grondstromen in het terrein.

	Hoeveelheid ontgraven (m3)		
	grond	zand	
Riolering	0,00	120,19	
Bouwkavels	2500,88	129,50	
Bouwwegen	2972,25	0,00	
Twellose beek	987,50	1869,50	
Infiltratievelden	354,03	0,00	
<b>Totale te ontgraven:</b>	<b>6814,66</b>	<b>2119,19</b>	
	Hoeveelheid aanvullen (m3)		
	grond	zand	teelaarde
Groenstrook Voermanstraat	1891,01	0,00	0,00
Bouwkavels + inritten	2562,00	468,25	1293,00
Twellose beek	1499,00	0,00	0,00
Bouwwegen en voetpad	0,00	1694,25	0,00
Middenterrein Mondriaanstraat	850,00	0,00	0,00
<b>Totaal aanvullen:</b>	<b>6802,01</b>	<b>2162,50</b>	<b>1293,00</b>
<b>Verskil:</b>	<b>-12,65</b>	<b>43,31</b>	<b>1293,00</b>

Afvoeren  
 Aanvoeren

Tabel 6.3.4; Overzicht van grondbalans.

In het overzicht komt naar voren dat de grondbalans zo goed als gesloten is, op een paar kleine hoeveelheden na. In de praktijk wordt de grond in het terrein weggewerkt. Wel dient er circa 1300 m<sup>3</sup> teelaarde aangevoerd te worden voor het afwerken van de percelen.

#### 6.4 Straatmeubilair

Wegens tijdgebrek is het straatmeubilair niet meegenomen in het ontwerp.

## 7 Bestek en tekeningen

Het realiseren van het ontwerp voor het project "De Veldjes" wordt in verschillende fases uitgevoerd. De eerste fase is het bouwrijp maken van het terrein. In de bouwrijp fase wordt het terrein gereed gemaakt voor de bouwer. Ook worden de kabels en leidingen in het plangebied aangelegd. Zodra de bouwrijp fase en de woningen gerealiseerd zijn, wordt er gestart met de woonrijp fase. In deze fase wordt het definitieve ontwerp gerealiseerd. Alle werkzaamheden die in de beide fases worden uitgevoerd, worden in de volgende paragrafen beschreven.

### 7.1 Bouwrijp fase

De bouwrijp fase bestaat uit verschillende werkzaamheden die uitgevoerd dienen te worden. In het bestek (zie bijlage 18) met de bijbehorende tekeningen (zie bijlage 19 en 20) zijn alle specifieke handelingen beschreven om de bouwrijp fase te realiseren. De fasering van de verschillende werkzaamheden worden hieronder nader belicht:

- Opschonen terrein;
- Ontgraven bovengrond ter plaatse van cunetten, woningen en de beek;
- Grond vervoeren naar plaats van verwerking of depot;
- Zand verwerken in cunetten, percelen en de beek;
- Aanleg vuilwaterriolering;
- Aanleg bouwwegen.

Het braakliggende terrein wordt eerst opgeschoond (bomen, hekwerk, e.d.), om vervolgens te beginnen met het ontgraven van de wegcunetten en trottoirs. De toplaag (0,50 meter) bestaat uit zwart zand, wordt volledig ontgraven. De vrijgekomen grond wordt vervoerd naar een depot of naar de plaats van verwerking. De wegcunetten en trottoirs worden aangevuld met zand tot aan de aangegeven hoogte. Het ontgraven van de nieuwe beek en het dempen van de bestaande beek wordt ook uitgevoerd tijdens de bouwrijp fase. Hier komt een grote hoeveelheid grond en zand vrij dat later verwerkt wordt, voor het aanvullen van de percelen en cunetten. Om de woningen te realiseren worden de funderingen uitgegraven. De minimale ontgravingsdiepte voor de woningen bedraagt 0,80 meter. De vrijgekomen grond wordt indien mogelijk direct verwerkt op de kavels.

In de bouwrijp fase wordt het riool aangelegd. In het projectgebied hebben we twee verschillende types riolering, namelijk het vuilwaterriool en het hemelwaterriool. Normaal gesproken dienen beide systemen in de bouwrijp fase aangelegd te worden. Het hemelwaterriool wordt pas in de woonrijp fase aangelegd, omdat de huidige weg en kolkaansluitingen in de bouwrijp fase gehandhaafd dienen te worden. Dit heeft als voordeel dat de civiele- en de bouwaannemer de beschikking heeft over een degelijke asfaltweg, als toevouerroute voor materiaal en materieel. Hiermee wordt voorkomen dat er tijdens de bouwrijp fase nog een tijdelijke bouwweg aangebracht dient te worden. Schade die eventueel zou ontstaan door intensief bouwverkeer, wordt op deze manier ook voorkomen.

Tijdens de bouwrijp fase wordt het vuilwaterriool aangelegd. Het nieuwe vuilwaterriool wordt aangesloten op het bestaande riool in de Duistervortseweg en de Oude Veldjes. Voor de aansluiting van het vuilwaterriool op het bestaande riool, wordt een gat geboord in de bestaande inspectieputten. In de bestaande put wordt een stormmof in de wand geplaatst, waar de rond 250 mm buis op aangesloten dient te worden.

Om de percelen toegankelijk te maken voor de bouwer, worden er diverse bouwwegen aangelegd. De bouwwegen bestaan uit een tijdelijke constructie en worden op dezelfde locatie aangelegd als de toekomstige weg. Niet alle bouwwegen worden op de plek van de toekomstige wegen aangelegd, zoals aan de achterzijde van de Voermanstraat en een gedeelte van de van

Goghstraat. In het projectgebied worden twee verschillende typen wegen toegepast, waaronder wegen (Voermansstraat, van Goghstraat en Duistervoortseweg) die uiteindelijk uitgevoerd worden in waterpasserende verharding. De overige wegen worden uitgevoerd met een standaard wegopbouw. Bij de wegen die uitgevoerd worden met het Aquaflow-systeem, wordt de funderingslaag al aangelegd op de definitieve hoogte. Op deze laag wordt een scheidingsdoek aangebracht met daarop een tijdelijke laag menggranulaat van minimaal 0,10 meter. In de woonrijp fase wordt de tijdelijke laag menggranulaat en het scheidingsdoek verwijderd en de definitieve wegconstructie opgebouwd. De wegen (Rubensstraat en Mondriaanstraat) die bestaan uit een standaard wegconstructie, worden opgebouwd uit een scheidingsdoek met daarbovenop een laag menggranulaat van 0,25 meter. In de gehele breedte van de rijbaan en een gedeelte van de groenstrook wordt het menggranulaat aangebracht. De bouwweg krijgt een breedte van 4,00 meter.

Nadat de woningen en de beek zijn ontgraven en de bouwwegen zijn aangelegd, worden ook door derden de kabels en leidingen aangelegd. Onder het trottoir en in de opritten zal geen puinfundatie aangebracht worden, wat de aanleg van de kabels en leidingen bevordert. In de voorbereidingsfase is in overleg met de nutsbedrijven een nuts tracé bepaald. In het nuts tracé worden alle kabels en leidingen aangelegd die nodig zijn voor gas, water, elektra, telefoon en cai (zie bijlage 14).

## 7.2 Woonrijp fase

In de woonrijp fase zijn de woningen gebouwd en kan er begonnen worden met het realiseren van de uiteindelijke situatie. Tijdens deze fase worden de bouwwegen verwijderd en wordt de definitieve wegopbouw gerealiseerd. Het woonrijp maken bevat alle overige werkzaamheden tot de uiteindelijke situatie. In het bestek (zie bijlage 21) met de bijbehorende tekeningen (zie bijlage 22 en 23) zijn alle specifieke handelingen beschreven om de woonrijp fase te realiseren. De fasering van de verschillende werkzaamheden worden hieronder nader belicht.

In de woonrijp fase dient begonnen te worden met het opbreken van de Oude Veldjes in verschillende fases in verband met de bereikbaarheid van de bewoners. De bestaande asfalt- en puinverharding wordt opgebroken en afgevoerd. Vervolgens wordt er in de omringende wegen (Oude Veldjes en Franshallsstraat) het infiltratieriool aangelegd. Het hemelwater in de omringende wegen wordt opgevangen door straat- en trottoirkolken. Deze dienen aangesloten te worden op het infiltratieriool.

De bouwwegen die bestaan uit een tijdelijke constructie worden verwijderd en het cunet wordt afgewerkt op de juiste hoogte. De vrijgekomen puinfundatie wordt hergebruikt in de nog te realiseren wegvakken (Oude Veldjes, Frans Halsstraat en aangrenzende wegvakken). Zodra de funderingen in alle wegen en trottoirs gereed zijn, wordt de definitieve verharding aangebracht. Tevens worden de infiltratievelden in de groenstroken gerealiseerd. Ook het afwerken van de groenstroken wordt in deze fase gedaan. Ten slotte wordt het straatmeubilair zoals de bebording en de afzetpalen binnen de woonwijk aangebracht. Ook worden alle groenvoorzieningen in de vorm van planten, hagen en het gazon gerealiseerd.

## 8 Kosten

In dit hoofdstuk wordt er aan de hand van de bestekken voor het bouw- en woonrijp maken een kostenraming gemaakt. Per bestekspost is een eenheidsprijs bepaald met behulp van GWW kosten<sup>7</sup>. Na het vermenigvuldigen met de hoeveelheid leidt dit tot een totaal bedrag per bestekspost. Door alle besteksposten bij elkaar op te tellen wordt het subtotaal berekend. Het subtotaal plus de eenmalige kosten, uitvoeringskosten, algemene kosten, winst en risico, stelposten en bijdragen RAW-systematiek vormt het totale bedrag.

### 8.1 Kostenraming bouwrijp fase

De kostenraming voor het bouwrijp maken van "de Veldjes" is opgesteld vanuit de inschrijfstaat van het RAW bestek: B18 bouwrijp maken (bijlage 18). Het bouwrijp maken van het terrein wordt geraamd op een bedrag van 239.500,- euro (zie bijlage 24).

### 8.2 Kostenraming woonrijp fase

De kostenraming voor het woonrijp maken van "de Veldjes" is opgesteld vanuit de inschrijfstaat van het RAW bestek: B21 bouwrijp maken (bijlage 21). Het bouwrijp maken van het terrein wordt geraamd op een bedrag van 753.500,- euro (zie bijlage 25).

---

<sup>7</sup> Zie bronvermelding (d)

## 9 Conclusie

De gemeente Voorst heeft plannen voor het realiseren van woningen op het terrein "De Veldjes". Uit het rapport blijkt wat het verloop is van de engineering van het stedenbouwkundig ontwerp, naar een technisch uitvoerbaar ontwerp voor het bouw- en woonrijp maken van het terrein. Om tot een technisch uitvoerbaar ontwerp te komen, is het stedenbouwkundig ontwerp getoetst aan allerlei eisen en randvoorwaarden.

Het vuilwaterriool voor de nieuw te ontwikkelen woonwijk is gedimensioneerd aan de hand van de technische randvoorwaarden. Het nieuwe DWA-stelsel wordt aangesloten op de bestaande riolering in de Oude Veldjes. Door het geringe hoogteverschil in het terrein, wordt het riool aangesloten op het bestaande riool met een bodemverhang van 1:500 en een minimale gronddekking van 1,40 meter. Het vuilwaterstelsel is voornamelijk gesitueerd in de weg. Om de vuiluitworp van 2,14 m<sup>3</sup> per uur te verwerken, volstaat een DWA-riool met een diameter van 250 mm.

Voor het bergen en afvoeren van het hemelwater zijn meerdere infiltratievoorzieningen afgewogen op toepasbaarheid. Diverse varianten van bovengrondse en ondergrondse infiltratie zijn bekeken. Gebleken is dat niet elke voorziening geschikt is om toe te passen. Bepalend hiervoor zijn: de ruimte, de kosten, de capaciteit en dergelijke. Uiteindelijk zijn twee varianten nader uitgewerkt die toepasbaar zijn gebleken binnen het projectgebied voor het bergen en afvoeren van het hemelwater. Variant 1 is het bovengronds infiltreren (toepassen van infiltratieveld en waterpasserende bestrating) en variant 2 is het ondergronds infiltreren (IT-riool met waar nodig infiltratiekratten). Uit het onderzoek blijkt dat variant 1 de beste mogelijkheid is voor het bergen en afvoeren van het hemelwater, omdat onder andere de aanlegkosten lager zijn en er minder knelpunten in de ondergrond zijn.

Om de hoogte van het bouwpeil en de aansluitende wegen te bepalen, zijn er enkele randvoorwaarden waaraan de peilen moeten voldoen. De bouwpeilen binnen het plan liggen op een gemiddelde hoogte van 6.20 + NAP. Er is gestreefd om het bouwpeil op een hoogte van 0,30 meter boven het straatpeil te leggen. Indien het niet mogelijk is om deze hoogte te realiseren, omdat sommige woningen direct aan het trottoir grenzen, wordt het verschil zo beperkt mogelijk gehouden.

Er worden twee typen wegconstructies (standaard en Aquaflow-systeem) toegepast in het gebied. De beide wegconstructies zijn opgebouwd uit dezelfde lagen, alleen worden er verschillende materialen en laagdiktes toegepast. De opbouw zoals voorzien in het project, is een funderingslaag bestaand uit menggranulaat met een laagdikte van 0,25 meter of 0,35 meter natuurlijk gebroken hardsteen. Ten behoren van het straatwerk wordt er een 0,05 meter dunne straatlaag aangebracht, bestaand uit straatzand of een fijnere gradatie van het natuurlijke gebroken hardsteen. Uiteindelijk wordt de elementverharding aangebracht.

In de bouwrijp fase wordt het terrein gereed gemaakt voor de aannemer om van start te gaan met het bouwen van de woningen. Er wordt begonnen met het ontgraven van het cunet, de rioolsleuf en de Twellose beek. De vrijgekomen grond wordt vervoerd naar het depot of wordt verwerkt op het terrein. Ook de funderingen van de woningen worden in deze fase ontgraven. Het project is ontworpen met een gesloten grondbalans. Dat betekent dat er in principe grond aan- of afgevoerd dient te worden. Er dient echter wel teelaarde voor de kavels aangevoerd te worden. Uiteindelijk worden er bouwwegen aangelegd, bestaand uit een puinfundatie.

Zodra de woningen gerealiseerd zijn, is het woonrijp maken van het terrein de volgende fase. In deze fase wordt het definitieve ontwerp uitgevoerd. De woonrijp fase begint met het opbreken van de bouwwegen en de bestaande weg de Oude Veldjes. In deze fase wordt er in de



omringende wegen het hemelwaterstelsel aangelegd. Vervolgens worden alle wegen opgebouwd naar de definitieve fase. De infiltratievelden en grondwallen dienen ook in deze fase aangebracht te worden.

De kosten voor het realiseren van de bouwrijp fase worden geraamd op een bedrag van 239.500,- euro. Het realiseren van de woonrijp fase wordt geraamd op een bedrag van 753.500,- euro.

## Bronvermelding

- a) ASVV 2004, Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom, uitgever CROW, april 2004, 6.3 .... , 12.2.... , 10.8 Geraadpleegd in februari 2010.
- b) Bodemkwaliteitskaart Dumeco-oude veldjes te Twello, ing M. Klomps, ing K.B Willemsen, De Klinker Milieu Adviesbureau, 16 oktober 2002. Geraadpleegd in februari 2010
- c) Gemeentelijk Rioleringsplan Voorst 2005-2009, Gemeente Voorst, GRontmij Nederland bv, Arnhem, 04 juli 2005. GRP176267.04. Geraadpleegd in februari 2010.
- d) GWW Kosten, Reeds BusinessBV 23<sup>e</sup> editie, E.J Lamfers, Amsterdam 2008, geraadpleegd in mei 2010.
- e) Handboek Asfaltverhardingen, VBW Asfalt, oktober 1995, ISDN 90-752323-02-0, geraadpleegd in april 2010.
- f) K-waarde onderzoek "De Veldjes" te Twello, A. Roelevink, J. Ros, Ingenieursbureau Land, projectcode 75287, 25 januari 2005. Geraadpleegd in maart 2010.
- g) Leidraad riolering, ontwerpgrondslagen deel B en C, Stichting RIONED, jaar van uitgave 2000, Ede.Geraadpleegd in maart 2010
- h) Productinformatie:
  - o Doorlatende verharding: Aquaflo B.V
  - o Riolering: Wavin Azura IT-Riool  
Wavin Tegra Putten  
Wavin Azura Q-bic  
Streek Beton Putten  
De Hamer permeo buizen
  - o Betonverharding: Struyk Verwo Infra
- i) Programma van Eisen voor de inrichting van de openbare ruimte, Gemeente Voorst, 20 juni 2005. Geraadpleegd in april 2010.
- j) Richtlijnen voor herinrichting van stedelijk water, waterschap Veluwe, juli 2005. Geraadpleegd in maart 2010.
- k) Standaard constructies, Gemeente Voorst, februari 2004. Geraadpleegd in april 2010.

## Overzicht bijlagen

<b>Nr.</b>	<b>Bijlage</b>
1	Presentatietekening stedenbouwkundig ontwerp
2	Tekening terreinhoogtes
3	K-waarden onderzoek (boringen, grondwater en K-waarden)
4	K-waarden kaart
5	Voorlopig ontwerp
6	Voorlopig ontwerp vuilwaterriool (DWA)
7	Berekeningsresultaten vuilwaterriool (DWA)
8	Definitief ontwerp vuilwaterriool (DWA)
9	Voorlopig ontwerp hemelwater variant 1 (bovengrondse infiltratie)
10	Berekeningresultaten variant 1 (bovengrondse infiltratie)
11	Voorlopig ontwerp hemelwater variant 2 (ondergrondse infiltratie)
12	Berekeningresultaten variant 2 (ondergrondse infiltratie)
13	Tekening weg- en bouwpeilen
14	Tekening kabels en leidingen tracé
15	Definitief ontwerp Twellose Beek
16	Handboek asfaltverhardingen
17	Grondbalans
18	RAW bestek bouwrijp fase
19	Situatie tekening (bouwrijp fase)
20	Tekening dwarsprofielen (bouwrijp fase)
21	RAW bestek woonrijp fase
22	Situatie tekening + opruimtekening (woonrijp fase)
23	Tekening dwarsprofielen + details (woonrijp fase)
24	Kostenraming bouwrijp fase
25	Kostenraming woonrijp fase