

BIJLAGE

Riolerings- en drainageplan Oldebroek-West

AANDACHTSPUNTEN VERKOPEN OLDEBROEK-WEST

VERKOPEN 1999

Bouwterrein moet nog op hoogte worden afgewerkt.

In verband hiermee wordt eventueel tekort komende zwarte grond na de bouw van de woning bijgeleverd door de gemeente Oldebroek.

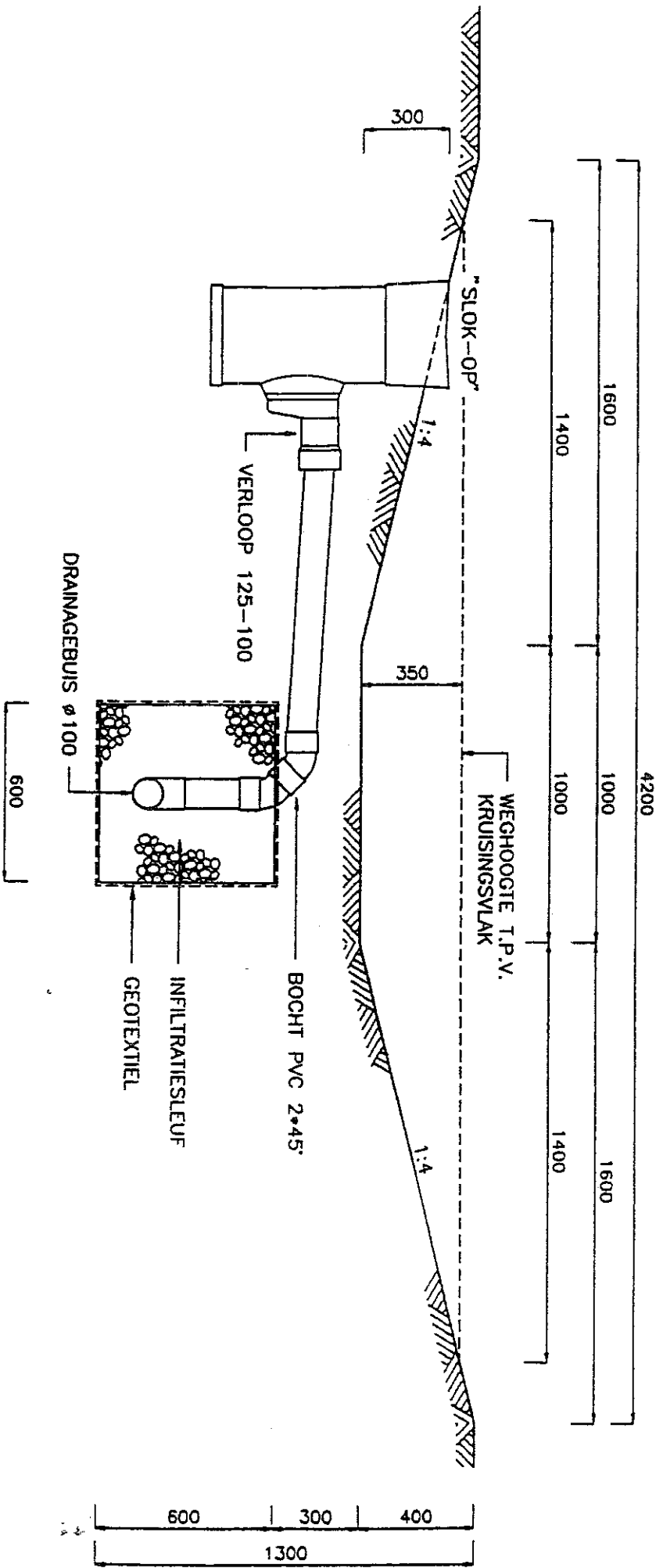
De zogenaamde "WADI" in de groenstrook langs het Wezenwegje wordt in de maand december aangelegd.

In verband met gescheiden rioleringsstelsel moet van te voren een rioleringsplan-
tje worden overlegd aan de afdeling Openbare Werken (Cees Veldman).

In verband met de afvoer van het hemelwater op oppervlaktewater c.q. "WADI"
liever geen zinkendakgoten toepassen.

Voor het autowassen mag één kolk in de oprit worden aangesloten op de vuilwa-
terriolering.

Straatnaam "De Bongerd" is een ambtelijk voorstel. College en Raad (21 december
1999) moeten hier nog over besluiten.





Oldebroek-West

*Waterhuishouding en rioleringsstructuur voor
uitbreiding Oldebroek-West*

Riolerings- en drainageplan

dossier M6507-11-001

datum 30 januari 1999

registratienummer ONA980586

versie 2

© DHV Oost Nederland BV

Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt d.m.v. drukwerk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV Oost Nederland BV. noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitssysteem van DHV Oost Nederland BV is gecertificeerd volgens NEN ISO 9001



INHOUD

BLAD

1	INLEIDING	3
1.1	Opdracht	3
1.2	Projectbeschrijving	3
1.3	Opbouw rapportage	3
2	RANDVOORWAARDEN EN UITGANGSPUNTIEN	5
2.1	Principes van duurzaamheid	6
3	AFKOPPELEN	7
3.1	Verontreiniging van hemelwater	7
3.2	Afkoppelingstechnieken	9
4	BODEMOPBOUW EN GEOHYDROLOGIE	11
4.1	Inleiding	11
4.2	Bodemopbouw	11
4.3	Doorlatendheid	12
4.4	Grondwaterstanden	12
4.5	Mogelijkheden voor infiltratie	13
5	HET WATERHUISHOUDKUNDIG CONCEPT	14
5.2	Keuze voor IT-systeem	16
5.3	Bezwijkingsmechanisme van infiltratie-transport systeem	16
5.4	Functioneren van straatkolken	16
5.5	Drainage en infiltratie worden een gescheiden systeem	17
6	DIMENSIONERING II-SYSTEEM	18
6.1	Leidingdiameter	18
6.2	Diepteligging IT-leidingen	18
6.3	Hoogte overstortdrempel	18
7	UITVOERINGS- EN GEBRUIKSFASE HEMELWATERAFVOER	19
7.1	Bouw- en woonrijpmaken	19
7.2	Aandachtspunten gebruiksfase	19
7.3	Voorlichting	21
7.4	Juridische regelingen	21
8	DIMENSIONERING DWA-AFVOER	22
8.1	Inleiding	22
8.2	Eisen vanuit het waterbeheer	22
8.3	Dimensies en capaciteiten gemaal en persleiding	22
8.4	Structuur en werking	22
9	ONTWATERING	24
9.1	Ontwateringseisen	24
9.2	Realisatie van ontwateringseisen in bestemmingsplan Oldebroek-West	24
9.3	Hydraulisch verloop in drainagestelsel	24

9.4	De benodigde maaiveldhoogtes	26
9.5	Drainageplan	27
10	WATERBALANS	29
10.1	Neerslag	29
10.2	Verliezen	29
10.3	Belasting van waterpartij	30
10.4	Afvoer van het oppervlaktewater	31
10.5	Berging	31
10.6	Uitkomsten van de waterbalans berekening	31
11	HET OPPERVLAKTEWATER SYSTEEM	32
11.1	Natuurvriendelijke oevers	32
11.2	Streefpeilen	35
12	COLOFON	38

BIJLAGE 1 Riolerings-tekening projectgebied Oldebroek-West

BIJLAGE 2 Infiltratie bij woningen

BIJLAGE 3 Infiltratievoorzieningen

BIJLAGE 4 Drainageplan

1 INLEIDING

1.1 Opdracht

Bij brief van 15 december 1997 is door Burgemeester en Wethouders van de gemeente Oldebroek, de opdracht verstrekt aan DHV Oost Nederland BV om een waterhuishoudkundig concept op te stellen ten behoeve van de woonuitbreiding Oldebroek-West. Voorliggend rapport geeft invulling aan bovengenoemde opdracht. Het rapport is gebaseerd op het reeds door DHV verrichte geotechnisch en geohydrologische onderzoek en het voorliggende bestemmingsplan.

Het waterhuishoudkundig concept is een samenhangende geheel van maatregelen, waarmee getracht wordt te voldoen aan de gestelde randvoorwaarden en uitgangspunten. Het vormt een referentiekader, waarbinnen het afstemmingsproces tussen stedenbouwkundigen, gemeente en waterschap kan plaatsvinden.

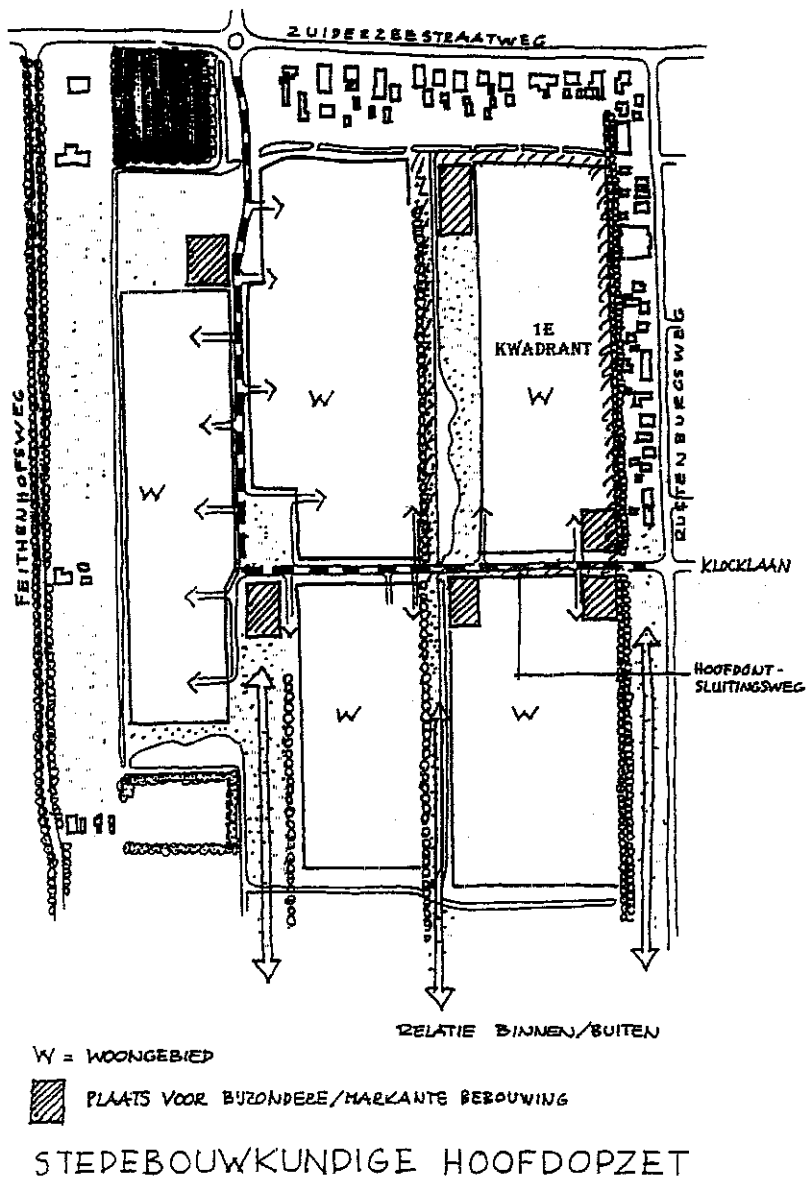
1.2 Projectbeschrijving

De gemeente Oldebroek heeft in het bestemmingsplan Oldebroek-West te kennen gegeven circa 400 woningen te willen realiseren. Het daarvoor toegewezen plangebied heeft een oppervlak van circa 35 hectare. Deze studie richt zich in hoofdzaak op de ontwikkeling van het in de noord-oost hoek gelegen kwadrant, welke als eerste zal worden gerealiseerd (Figuur 1). Het eerste kwadrant beslaat een oppervlak van 6,5 hectare en er worden circa 85 woningen gebouwd.

1.3 Opbouw rapportage

Dit rapport is als volgt opgebouwd: In hoofdstuk 2 worden de randvoorwaarden en uitgangspunten beschreven, die richting geven aan het waterhuishoudkundige concept. Hoofdstuk 3 behandelt de kwalitatieve en kwantitatieve aspecten van afkoppeling. De geohydrologisch onderzoek wordt beschreven in hoofdstuk 4. Op basis van het geohydrologisch onderzoek en de gestelde uitgangspunten zijn in hoofdstuk 5 concrete doelen opgesteld, samengevat in het waterhuishoudkundige concept.

De dimensionering van het hemelwaterafvoer stelsel wordt beschreven in hoofdstuk 6, gevolgd door de aandachtspunten in de uitvoerings- en gebruiksfase hiervan in hoofdstuk 7. Hoofdstuk 8 gaat in op de dimensionering van het vuilwaterafvoer. De ontwatering van de woonwijk en het bijbehorende drainageplan wordt besproken hoofdstuk 9. Een waterbalans is in hoofdstuk 10 opgesteld om de benodigde omvang van de waterpartijen te bepalen. Het rapport sluit af met een beschrijving van een natuurlijke inrichting voor het oppervlakte watersysteem in hoofdstuk 11.



Figuur 1 Afbeelding kwadrant 1

2 RANDVOORWAARDEN EN UITGANGSPUNTEN

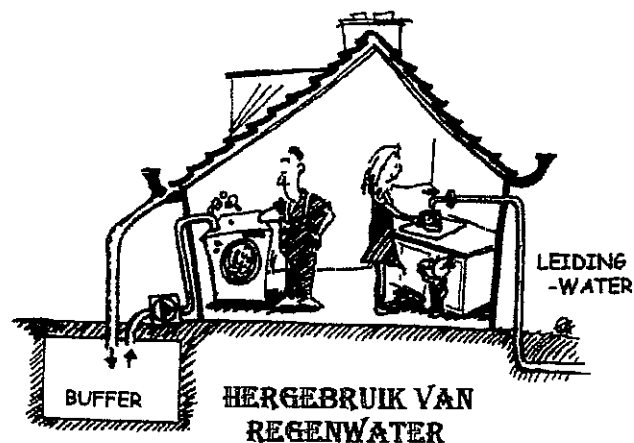
Bij het opstellen van het waterhuishoudkundige concept voor de uitbreidingswijk Oldebroek-West is vanuit het oogpunt van duurzaamheid rekening gehouden met de volgende randvoorwaarden en uitgangspunten. Deze zijn gebaseerd op [1], [2] en [6].

- Geen verlaging van de grondwaterstanden binnen het plangebied en geen verdrogingseffecten in het omliggende gebied.
- Schoon regenwater niet afvoeren naar een rioolwaterzuiveringsinrichting, maar nuttig gebruiken in het plangebied, bijvoorbeeld om de aanvoer van gebiedsvreemd water beperkt te houden.
- Zwart en grijs water wel afvoeren naar de rioolwaterzuiveringsinrichting (bestaande milieu- hygiënische voorzieningen optimaal benutten).
- De afvoer van water uit het plangebied mag niet toenemen ten opzichte van de huidige situatie (landelijk gebied). Het waterschap hanteert hiervoor een afwateringsnorm van 1,5 liter per seconde per hectare bruto oppervlak (l/s/ha). Buien die eens per 10 jaar of vaker optreden, dienen binnen het plangebied te kunnen worden geborgen.
- De hoeveelheid oppervlakteverharding minimaliseren met het oog op zowel het vasthouden van regenwater binnen het plangebied en ter beperking van materiaalgebruik
- Aanwezige hoogteverschillen zo veel mogelijk handhaven/uitbuiten.
- De grondbalans binnen het plangebied dient sluitend te zijn.
- De inrichting en het beheer van het plangebied en het oppervlaktewater dient gericht te zijn op het voldoen aan de grens-/streefwaarden uit de Evaluatienota Water en aanvullende eisen behorend bij functie VIII ('water voor stedelijk gebied'). De verontreinigingen van grond- en oppervlaktewater zoveel mogelijk voorkomen door een geschikte keuze van bouwmaterialen.
- Een samenhangende groenstructuur creëren die tegemoet komt aan de verschillende functies. Hieronder worden verstaan een ecologische functie (verbindingszone in het ecologische netwerk binnen en buiten het gebied), een recreatieve functie, een educatieve functie en een regeneratieve functie (bijvoorbeeld zuiveringsmoerassen).
- Langs te creëren waterpartijen natuurvriendelijke oevers aanleggen, zodat zij een rol kunnen spelen in de ecologische structuur. Geen harde beschoeiingen in het talud aanbrengen.
- De keurafstanden voor watergangen en waterkeringen dienen te worden gehandhaafd
- Drainagebuizen zoveel mogelijk op gemeentelijke gronden aanleggen, en niet onder woningen.

2.1 Principes van duurzaamheid

Voor het verkrijgen van een duurzaam waterhuishoudkundig systeem wordt uitgegaan van de volgende principes:

- **Aanpak van de bron**
Minimaliseer de productie van vuil water door:
 - toepassing van drinkwater besparende maatregelen (bijv. douche/toilet)
 - maatregelen bij de woning t.b.v. retentie van afstromend hemelwater
 - een verantwoorde keuze van bouwmaterialen, type bestrating, straatmeubilair etc.
 - goede voorlichting aan de bewoners
- **Scheiding aan de bron**
Voorkom zoveel mogelijk dat vuil water zich mengt met relatief schoon hemelwater (o.m. door rioolstelsel keuze).
- **Streven naar een "kleine kringloop"**
 - voorkom zoveel mogelijk dat relatief schoon regenwater direct uit het plangebied wordt afgevoerd, maar benut dit water voor het handhaven van een goede waterhuishouding en het bereiken van een gebiedseigen waterkwaliteit
 - voorkom zoveel mogelijk dat 'problemen' worden verplaatst naar andere lokaties (o.a. door onnodige belastingen van AWZI en/of oppervlaktewateren (overstort problematiek))
- Het optimaal gebruik maken van natuurlijke kenmerken van het gebied (zowel biotisch als abiotisch)
- Het behouden of zo mogelijk herstellen van de natuurlijke waterhuishouding
- Minimalisatie van energieverbruik



3 AFKOPPELEN

De gestelde randvoorwaarden en uitgangspunten geven aan dat een nieuwe manier van omgaan met het hemelwaterafvoer gewenst is. Traditioneel gezien worden oppervlakken zoals daken en woonstraten aangesloten op een rioolstelsel, waardoor veel hemelwater getransporteerd wordt naar een zuiveringsinstallatie. Het is echter niet verstandig om regenwater, dat van verhard oppervlak afstroomt en nog relatief schoon is, af te voeren via de riolering naar de AWZI, aangezien het water meestal vuiler de AWZI uitkomt dan dat het de riolering is ingegaan. Schone afvoerende oppervlakken dienen daarom te worden afgekoppeld van het rioolstelsel. Afvoerende oppervlakken mogen afgekoppeld worden, als het hemelwater hiervan niet te vervuild is.

3.1 Verontreiniging van hemelwater

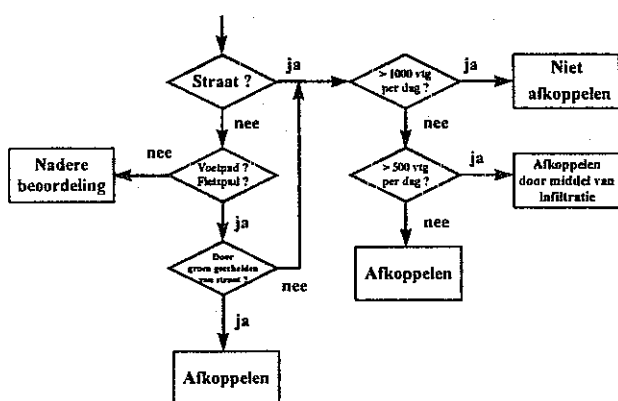
Al het stedelijk verhard oppervlak is licht verontreinigd en deze verontreinigingen stromen af met het hemelwater. Het afstromende regenwater kan verontreinigd zijn ten gevolge van:

1. verkeer;
2. calamiteiten;
3. activiteiten van de gemeente:
 - het gebruik van onkruidbestrijdingsmiddelen;
 - het toepassen van uitlogend straatmeubilair (met name zink);
 - het bestrijden van gladheid (strooien);
4. activiteiten van de bewoners:
 - het toepassing van uitlogende bouwmaterialen (onder andere zink, lood, koper, PAK);
 - het overmatig bemesten van tuinen;
 - het uitlaten van honden;
 - het wassen van auto's;
 - het sleutelen aan bromfiets of auto bij huis;
 - onvoorzichtig omgaan met milieugevaarlijke stoffen zoals verf, olie, verdunningsmiddelen en andere chemicaliën.

In de Leidraad "Aan- en afkoppelen verharde oppervlakken" wordt onderscheid gemaakt in dak- en straatoppervlakken. Voor de afkoppeling van wegen wordt als toetsingscriterium het aantal voertuigbewegingen per dag gebruikt. Voor daken zijn dit de toegepaste materialen. De overige vervuilingen, die hierboven vermeld zijn, zullen incidenteel optreden en kunnen voorkomen worden door in de gebruiksfase maatregelen te treffen. Deze maatregelen worden in hoofdstuk 7 besproken.

3.1.1 Afkoppeling straten

Voor de voorspelling van de emissie ten gevolge van het verkeer, wordt gekeken naar de verkeersintensiteit: het aantal voertuigen dat per dag voorbij rijdt. Figuur 1 is een beslisboom voor een eerste bepaling van de geschiktheid van een straatoppervlak voor afkoppelen. Hieruit volgt dat rustige straten in woonwijken afgekoppeld kunnen worden en grotere ontsluitingswegen, kruispunten en bushaltes niet.



Figuur 1 Beslisboom voor afkoppelen van verhard straatoppervlak [bron: Leidraad Aan- en afkoppelen]

Opgemerkt wordt dat het gebruik van bovenstaande beslisboom een punt van vele discussies is, en in gedacht wordt dat meer voertuigbewegingen toelaatbaar zijn.

3.1.2 Afkoppeling daken

Daken mogen afgekoppeld worden als geen milieubelastende uitlogende materialen worden toegepast. Met name het gebruik van zware metalen zoals zinken dakgoten, loodslabben is ongewenst.

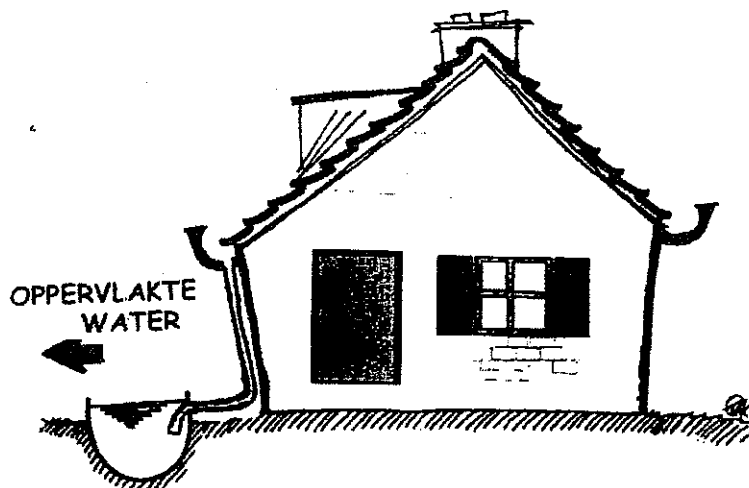
3.2 Afkoppelingstechnieken

Wanneer het regenwater niet naar de zuivering af mag stromen, rijst de vraag: "Waar dient het regenwater dan wel naar toe te stromen?" gekoppeld aan de vraag "Kan het daar dan (tijdelijk) worden geborgen?" De keuze ligt tussen het direct afvoeren van het hemelwater naar dichtbij gelegen oppervlaktewater en tussen het infiltreren in de bodem. Een combinatie van infiltratie en directe afvoer naar oppervlaktewater is ook mogelijk en blijkt vaak zelfs wenselijk.

3.2.1 Direct afkoppelen naar oppervlaktewater

Het hemelwater kan via een ondergronds of bovengronds afwateringsstelsel direct naar een nabij gelegen oppervlaktewater worden afgeleid. Aangezien de afvoer uit het stedelijke gebied naar het landelijke gebied beperkt is tot de landelijke afvoernorm van 1,5 l/s/ha, zal bij de grotere buien het bergend vermogen van het oppervlaktewater worden aangesproken.

Deze berging is uit te drukken in een zekere peilstijging over het beschikbare wateroppervlak. De toelaatbare peilstijging is afhankelijk van eisen vanuit het waterschap en de wenselijkheid van peilschommelingen vanuit ecologisch oogpunt. In het algemeen ligt deze peilstijging tussen de 0,30 en 0,40 meter, die optreedt gedurende een neerslaggebeurtenis die zich eens per 10 jaar optreedt. Door het direct afkoppelen van de afvoerende oppervlakken is relatief veel oppervlaktewater nodig.

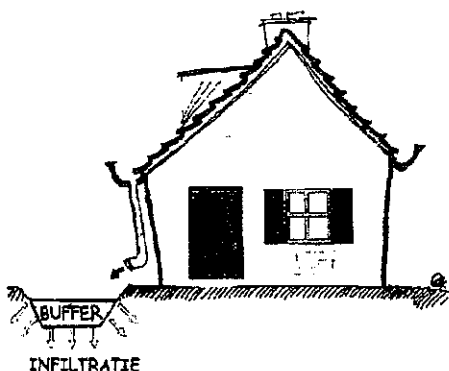


3.2.2 Infiltreren

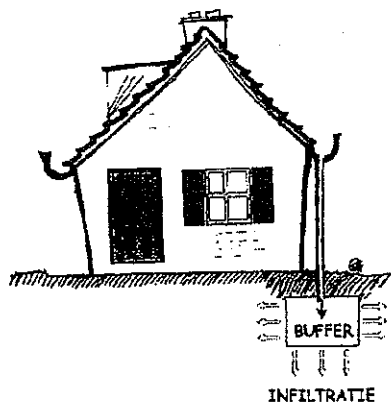
Indien infiltratie van hemelwater mogelijk is, verdient dit de voorkeur boven lozing op oppervlaktewater, omdat:

- dit het natuurlijk hydrologisch systeem ten goede komt. De afvoer van het hemelwater wordt vertraagd. Het effect van de verharding in stedelijk gebied op de piekafvoeren neemt sterk af;
- de verspreiding van eventuele verontreinigingen in het milieu wordt geminimaliseerd door de adsorptie van de verontreinigingen aan het vulmateriaal in infiltratievoorzieningen en door adsorptie in de bodem.

Voor het infiltreren van hemelwater is berging nodig. Het infiltratieproces verloopt in de regel langzamer dan de toevoer van het hemelwater vanaf afvoerende oppervlakken, zodat het hemelwater tijdelijk moeten kunnen worden geborgen in een infiltratievoorziening. Een infiltratievoorziening kan bestaan uit bijvoorbeeld een verlaagde groenzone/grasveld (berging aan het maaiveld) of uit een ondergrondse voorziening (berging in de bodem).



Infiltratie aan het maaiveld



Bodeminfiltratie

Berging aan het maaiveld geeft in het algemeen een groter ruimte beslag dan **berging in de bodem**: grindkoffers of soortgelijke voorzieningen kunnen immers onder de wegverharding worden aangebracht waardoor de openbare ruimte een dubbele functie vervult. Overigens behoort een combinatie van berging aan het oppervlak en in de bodem ook tot de mogelijkheden. Het wadi-systeem is hiervan een voorbeeld.

Voor meer informatie over infiltratievoorzieningen (ondergronds en bovengronds) wordt verwezen naar bijlage 2.

4 BODEMOPBOUW EN GEOHYDROLOGIE

4.1 Inleiding

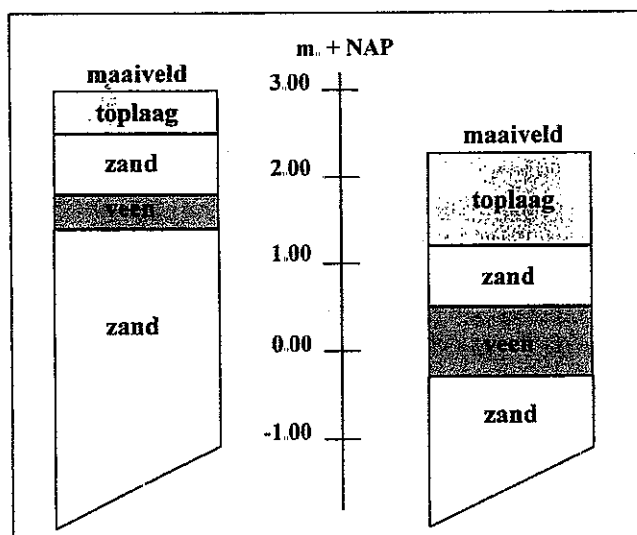
In 1996 is door het Milieuvadvisiebureau "De Klinker" een milieukundig bodemonderzoek op een deel van het bestemmingsplan uitgevoerd. In 1997 is door DHV Milieu & Infrastructuur BV een geotechnisch en geohydrologisch onderzoek verricht, waarbij 33 handboringen werden uitgevoerd tot een diepte van respectievelijk 4 m en 6 m minus maaiveld. Van deze boringen zijn 8 stuks afgewerkt tot peilbuis, waarmee de grondwaterstanden worden opgemeten.

De onderzoeken geven een beeld van de bodemopbouw, doorlatendheid van de grond en de hoogte van de grondwaterstanden. Tezamen zijn deze drie parameters bepalend of infiltratie van hemelwater mogelijk is.

4.2 Bodemopbouw

Het maaiveldniveau varieert globaal tussen NAP+ 2,1 meter en NAP+ 3,1 meter, met een gemiddelde waarde van NAP+ 2,6 meter. Op de bijgevoegde kaart zijn de hoogtelijnen in het plangebied aangegeven. De resultaten van het uitgevoerde grondonderzoek geven aan dat de bodemopbouw in het plangebied (alle vier de kwadranten) vrij constant is, maar wel een verloop in de hoogteligging kent ten opzichte van NAP. In

Tabel 1 en Figuur 2 wordt de opbouw weergegeven van de twee meest uiteenlopende bodemprofielen.



Figuur 2 Bodemopbouw

Tot de verkende diepte van NAP+ 6 meter is voornamelijk zwak siltig zand aangetroffen. In de bovenste top laag is het zand matig tot sterk siltig en zwak tot matig humeus. Op enkele locaties na is overal een veenlaag aangetroffen, met een lagere doorlatendheid. Het aangetroffen zand zou qua opbouw kunnen worden toegepast als cunetzand.

Tabel 1 Bodemopbouw

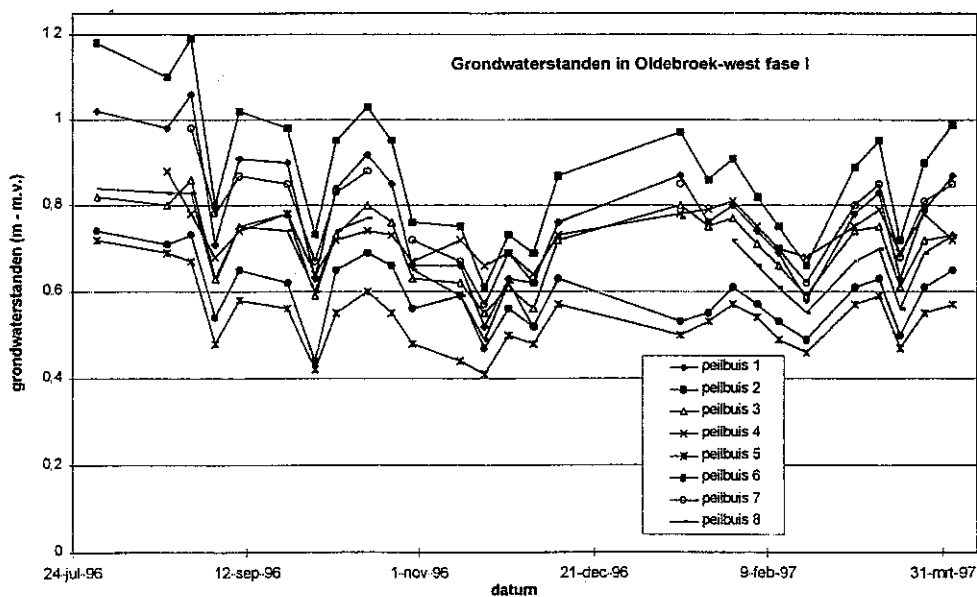
	bodembeschrijving	diepte in m. tov NAP	diepte in m. tov NAP
toplaag	zand, matig tot sterk siltig, zwak tot matig humeus	maaiveld tot 2,5	maaiveld tot 1,2
zand	zwak siltig	2,5 tot 1,8	1,2 tot 0,5
veen	**	1,8 tot 1,4	0,5 tot -0,8
zand	zwak siltig, lokaal een humeus of grindig laagje	1,4 tot metingsdiepte	-0,8 tot metingsdiepte

4.3 Doorlatendheid

De doorlatendheid van de toplaag ligt tussen 1 m/dag en 5 m/dag, wat geïnclassificeerd kan worden als een redelijk goede infiltratiecapaciteit. Op een diepte van 2,0 tot 6,0 meter minus maaiveld blijkt dat de doorlatendheden variëren van circa 4 m/dag tot 10 m/dag, met uitzondering van de hiervoor genoemde veenlaag, die een doorlatendheid heeft van enkele decimeters per dag.

4.4 Grondwaterstanden

In Grafiek 1 worden de peilbuiswaarnemingen afgebeeld, die tussen 1996 en 1997 in het eerste kwadrant zijn verricht. De waarnemingen vertonen een laagste grondwaterstand van 1,19 meter beneden maaiveld en een hoogste grondwaterstand van 0,42 meter beneden maaiveld. Uit de grafiek blijkt dat in de hooggelegen gebieden (peilbuis 5) eveneens hoge grondwaterstanden voorkomen in vergelijking met de lager gelegen delen (peilbuis 7 en 8).



Grafiek 1 Grondwaterstandsverloop in de periode 1996 - 1997, eerste kwadrant

In het geohydrologische rapport zijn op basis van hydromorfe bodemkenmerken de gemiddeld hoogste en gemiddeld laagste grondwaterstanden afgeleid. De gemiddeld hoogste grondwaterstand varieert daarrbij tussen 0,70 en 0,30 meter beneden maaiveld (gemiddeld 0,45 m beneden maaiveld) De gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) ligt 1,15 m à 1,30 m beneden de gemiddeld hoogste grondwaterstand. Er is dus sprake van een behoorlijke variatie. In Tabel 2 worden deze kenmerken van het grondwaterstandsverloop weergegeven.

Tabel 2 Grondwaterstanden

	maximum		minimum		gemiddeld	
	tov NAP	tov mv	tov NAP	tov mv	tov NAP	tov mv
GHG	+2,65	-0,3	+1,8	-0,7	+2,2	-0,45
gemiddelde waterstand	+2,1	-0,5	+1,3	-1,2	+1,7	-0,9
GLG	+1,5	-1,1	+0,5	-2,0	+1,05	-1,55
stijghoogte	+2,1	-0,6	+1,4	-1,3	+1,8	-0,85

4.5 Mogelijkheden voor infiltratie

Gezien het grote verschil tussen de GHG en de GLG is het mogelijk om regenwater te infiltreren in periodes met een lage grondwaterstand. De doorlatendheid van de bodem is voldoende. Alleen daar waar de veenlaag te dicht op het maaiveld zit, zal deze moeten worden verwijderd om problemen ten gevolge van grondwateroverlast te voorkomen.

5 HET WATERHUISSHOUDKUNDIG CONCEPT

Op grond van de gestelde uitgangspunten (ambitieniveau) in hoofdstuk 2, de geohydrologisch onderzoek (hoofdstuk 3) en de wensen vanuit de gemeente en het waterschap is het waterhuishoudkundige concept opgezet. Het waterhuishoudkundige concept beschrijft op welke wijze zal worden omgegaan met het hemelwater en grondwater in de wijk Oldebroek-West. De doelstellingen die zijn vastgesteld worden hieronder in het kort behandeld.

5.1.1 Afwatering

Schone oppervlakken worden afgekoppeld

Het belangrijkste uitgangspunt is dat hemelwater van niet vervuilende oppervlakken binnen het gebied gehouden wordt, en niet meer naar het gemengde rioolstelsel afstroomt. Voor nieuwbouw betekent dit dat rekening dient te worden gehouden met het materiaalgebruik van dakgoten (liefst geen zware metalen), en voor de woonstraten een beperkte doorvoer van het aantal voertuigen per dag.

Zowel infiltratie van hemelwater als drainage van grondwater

Uit het geohydrologisch onderzoek blijkt dat de doorlatendheid van de bodem in de wijk voldoende is om het hemelwater te kunnen infiltreren. Door fluctuaties in het grondwaterstandsverloop zal niet het gehele jaar door geïnfiltreerd kunnen worden. Het blijkt nodig om in sommige perioden van het jaar te draineren.

Afvoer van hemelwater naar openbaar terrein

Op openbaar terrein is controle, beheer en onderhoud van de voorzieningen eenvoudiger te realiseren dan op particulier terrein, dat slechts beperkt toegankelijk is. De hemelwaterafvoer van de woningen dient ingericht te worden op de afvoer naar openbaar terrein.

Ondergrondse afvoer vanaf de woningen naar infiltratievoorzieningen

De gemeente heeft aangegeven te kiezen voor een traditionele hemelwaterafvoer vanaf de woningen met ondergrondse leidingen. In de aanlegfase zal aandacht moeten worden besteed aan het controleren van de aansluitingen.

Keuze voor ondergrondse infiltratievoorzieningen

De hemelwaterafvoer vanaf de woningen loopt via ondergrondse leidingen. Het hemelwater van de woningen zal ondergronds moeten infiltreren, want infiltratie vanaf het maaiveld is niet mogelijk. Gekozen is voor ondergrondse infiltratievoorziening.

Infiltratievoorzieningen onder het wegdek

De woonstraten zijn openbaar terrein en het meest geschikt bevonden om infiltratievoorziening aan te leggen. De infiltratievoorzieningen dienen niet in de nabijheid van bomen te worden geplaatst, daar boomwortels de ondergrondse infiltratievoorziening in kunnen groeien. Het geotextiel dat om de infiltratievoorziening heen zit, zal de omringende grond niet meer tegenhouden, zodat de voorziening tenslotte volloopt met zand. Verder kunnen de infiltratievoorzieningen vaak niet onder voetpaden worden gelegd, vanwege de aanwezigheid van kabels en leidingen. Gekozen is om de infiltratievoorzieningen onder het wegdek aan te leggen.

Afvoer straten via molgoot aan zijkant van de weg

De woonstraten zullen bijdragen aan een zichtbare en begrijpelijke hemelwaterafvoer. De klinkerbestrating wordt gelegd in een bolle vorm. De as van het wegdek is het hoogste punt in het wegprofiel. Aan de zijkant van de straten worden molgoten aangelegd.

Het hemelwater van straten waar mogelijk infiltreren in groenvoorzieningen.

Het hemelwater van de woonstraten zal, waar mogelijk, afstromen naar groenvoorzieningen, alwaar het hemelwater kan infiltreren. Combinaties van infiltratievelden met speel- of groenvoorzieningen dragen bij aan de bewustwording bij de burgers

Afvoer van hemelwater woningen naar groene greppel

Om het gebied heen is een groene greppel geprojecteerd, waar de aanliggende woningen op kunnen afwateren. Hiertoe worden molgoten aangelegd vanaf de woningen naar de groene greppel.

Afvoer van hemelwater naar oppervlaktewater

Gebouwen die direct naast oppervlaktewater staan, kunnen direct afwateren naar open water.

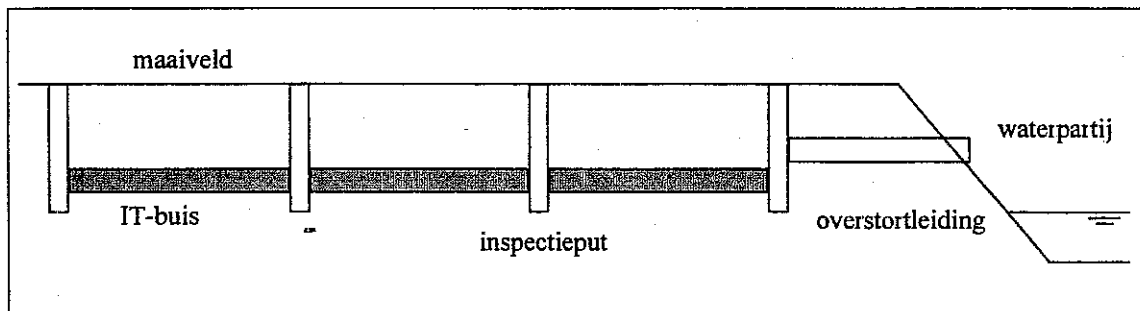
5.1.2 Ontwatering

Bouwen met kruipruimtes

De woningen worden gebouwd met kruipruimtes

5.2 Keuze voor IT-systeem

Op grond van stedenbouwkundige en technische eisen is gekozen voor een Infiltratie-Transportsysteem. Als infiltrerend medium wordt gebruik gemaakt van ronde pvc-buizen. De binnenzijde van deze buizen zijn glad, de buitenzijde is geribbeld. In de ribbels zitten kleine perforaties, waardoorheen het hemelwater naar de omringende bodem kan wegstromen. De infiltrerende rioolbuizen zijn net als bij een traditioneel rioolstelsel door middel van inspectieputten met elkaar verbonden. Hierdoor is het mogelijk om hemelwater door het systeem te transporteren. Het stelsel van infiltrerende rioolbuizen en inspectieputten wordt het infiltratie-transport systeem genoemd (IT-systeem). In Figuur 3 wordt schematisch het stelsel afgebeeld.



Figuur 3 IT-systeem met overstortleiding naar waterpartij

5.3 Bezwijkingsmechanisme van infiltratie-transport systeem

Normaliter zal het buizenstelsel gedurende een neerslaggebeurtenis worden gevuld met hemelwater. Vanuit de buizen infiltreert het hemelwater naar de omliggende bodem. Er wordt gesproken over het bezwijken van het infiltratie-transport systeem als de toevoer van het hemelwater heeft geleid tot een volledige vulling van de buizen, en de toevoer groter is dan de totale infiltratiecapaciteit. Op dat moment treedt de overstort naar het oppervlaktewater in werking. De afvoer naar het oppervlaktewater wordt gebruikt om te voorkomen dat de wijk blank komt te staan. De verwachting is dat de kwaliteit van het hemelwater van dusdanige kwaliteit is dat de waterpartij niet vervuild wordt door het overstortende hemelwater.

5.4 Functioneren van straatkolken

De straatkolken hebben de functie van inlooppunt en van retentie van vuil. Met name het afvangen van fijne (zwevende) deeltjes is een belangrijke taak. Om twee redenen is het wenselijk om fijne deeltjes die met het hemelwater de straatkolken instromen vast te houden. Ten eerste zorgen de fijne deeltjes die neerslaan in de infiltrerende buizen ervoor dat de perforaties in de buizen verstopt raken, waardoor de infiltratiecapaciteit van de buizen langzaam afneemt. Verder blijkt uit diverse metingen dat vervuilende stoffen als zware metalen en minerale oliën zich hechten aan deze fijne deeltjes. Door de fijne deeltjes in de straatkolken achter te houden, wordt vervuiling van de bodem voorkomen. De straatkolken dienen regelmatig schoon te worden gemaakt. Om het afvangen van de fijne deeltjes te bevorderen

kunnen extra maatregelen worden genomen, zoals het plaatsen van een zandvang in de straatkolk.

5.5 Drainage en infiltratie worden een gescheiden systeem

Het II-systeem is voor de gegeven geohydrologische situatie niet geschikt om te worden gebruikt als drainage stelsel.

Gekozen is om een drainage stelsel apart aan te leggen. Door de drainage onder het II-stelsel aan te leggen, wordt getracht de leidingen in het II-systeem zo lang mogelijk droog te houden. Effect is dat de buizen ook bij hoge grondwaterstanden kunnen infiltreren, waardoor het hemelwater zo lang mogelijk in het gebied wordt gehouden.

6 DIMENSIONERING IT-SYSTEEM

Voor de dimensionering van IT-stelselregenwaterriolen is in de berekeningen uitgegaan van de neerslaggebeurtenissen conform de module C2100 "Rioleringsberekeningen, hydraulisch functioneren", van de Leidraad Riolering. Het stelsel is gecontroleerd met de neerslaggebeurtenissen 07 en 08 (zie bijlage 2). Beide neerslaggebeurtenissen hebben een herhalingsdij van 2 jaar.

6.1 Leidingdiameter

De leidingdiameter is enerzijds bepalend voor de afvoercapaciteit van het stelsel, anderzijds voor de hoeveelheid berging in het stelsel. Als regel luidt dat onder gelijke omstandigheden een grotere buisdiameter een grotere afvoercapaciteit heeft en meer hemelwater kan bergen. Gekozen is voor een leidingdiameter van 300 millimeter.

6.2 Diepteligging IT-leidingen

De leidingen hebben een gronddekking nodig van 80 cm. Enerzijds om te voorkomen dat in perioden met vorst de leidingen kapot kunnen vriezen, anderzijds om te voorkomen dat de leidingen een te grote bovendruk krijgen te verduren (de bodem verspreidt de bovendrukken). De leidingen hebben een diameter van 300 millimeter, zodat de binnen onderkant buis (b.o.b.) op een diepte ligt van 1,10 meter. De leidingen kunnen in tegenstelling tot een traditioneel rioolstelsel horizontaal worden aangelegd, daar zij in eerste instantie een bergende en niet een afvoerende werking hebben.

6.3 Hoogte overstortdremmel

Het IT-systeem heeft twee overstortdremfels. Deze dient te worden afgestemd op de twee functies van het IT-systeem: infiltratie en afvoer hemelwater.

Infiltratie: Om in drogere tijden met lage grondwaterstanden maximaal te kunnen infiltreren (aanvulling grondwater) dienen de leidingen van het IT-systeem volledig gevuld te zijn voordat de overstort naar het oppervlaktewater in werking treedt. De overstortdremmel dient ter hoogte van de bovenkant buis te liggen. Uitgaande van een maaiveld hoogte van NAP+2,70 meter, ligt de dremmelhoogte op 1,90 meter of hoger.

Afvoer: Hydraulisch gezien is een hoge overstortdremmel ongunstig voor de afvoer van het hemelwater. De kans bestaat dat hemelwater op de straten blijft staan, vanwege een te geringe afvoercapaciteit in het stelsel. Uit de hydraulische berekeningen blijkt een dremmelhoogte van NAP+ 1,90 meter hanteerbaar. Er treedt geen water op straat op.

7 UITVOERINGS- EN GEBRUIKSFASE HEMELWATERAFVOER

7.1 Bouw- en woonrijpmaken

De infiltratievoorzieningen dienen pas in de woonrijpsituatie aangelegd te worden. Tijdens de bouw van de woningen komt er veel sediment en zwerfvuil vrij dat in korte tijd de infiltratievoorziening kan verstopen.

In de bouwrijpsituatie kan de hemelwaterafvoer plaatsvinden via tijdelijke kolken op het huidige gemengde riool.

7.2 Aandachtspunten gebruiksfase

Materiaalgebruik

Om te voorkomen dat vervuiling door uitloging van toegepaste materialen plaatsvindt, moet worden voorgeschreven welke materialen ongewenst zijn (loodslabben en zink) en welke wel mogen worden toegepast. Bij de keuze van het straatmeubilair dient rekening te worden gehouden met het uitlogingsgedrag van de materialen.

Onkruidbeheersing

Met betrekking tot onkruidbestrijding (cq -beheersing) is het ten eerste van belang om de hoeveelheid verhard oppervlak te beperken. Voorts dient het verharde oppervlak voldoende betredingsdruk te hebben waardoor onkruid minder kans krijgt. De grootste winst wordt behaald door geen gebruik te maken van schadelijke chemische middelen. De gemeente heeft reeds verklaard dat zij deze mening ondersteunt.

Gladheidsbestrijding

Vervuiling veroorzaakt door strooizout in de winter kan worden ondervangen door alternatieven zoals zand te gebruiken. Voor rustige straten die in aanmerking komen voor afkoppelen kan een ander strooiregime worden aangehouden. Gladheidsbestrijding door ruimen en vegen zou de voorkeur kunnen krijgen boven het strooien van zout.

Calamiteiten

Over de bijdrage van calamiteiten en ongevallen aan bodemverontreiniging zijn geen gegevens bekend. Verondersteld wordt dat eventueel optredende verontreinigingen direct worden opgeruimd en dus niet zullen bijdragen aan de vervuiling van de directe leefomgeving.

Beheersmaatregelen tijdens bluswerkzaamheden

Over de te volgen procedures bij bluswerkzaamheden van woonhuizen moeten duidelijke afspraken worden gemaakt. Het doel is om te voorkomen dat het grondwater verontreinigd raakt. Bij bluswerkzaamheden van woonhuizen dient te worden voorkomen dat bluswater naar de straat afstroomd. Mocht er toch bluswater op straat komen, dan zal de brandweer middelen nodig hebben om te voorkomen dat het bluswater in het IT-systeem terecht komt.

Schoonmaken van IT-leidingen

De IT-leidingen dienen schoon gehouden te kunnen worden. De straatkolken dienen twee keer per jaar gezogen te worden. De onderhoudsfrequentie van de IT-leidingen zelf, zal worden afgeleid uit een monitoringsprogramma. Schoonsoelen van de leidingen is nodig als de leidingen niet meer goed infiltreren. In het monitoringsprogramma worden grondwaterstanden bemeaten en de snelheid waarmee de waterstanden in het stelsel dalen na een regenbui. Voordat de leidingen worden schoongespoten worden eerst de inspectieputten gezogen, om te voorkomen dat eventuele verontreinigingen opwervelen.

Bladverwijdering

Bladeren vormen een grote nutriënten belasting en kunnen leiden tot een zuur milieu (dit verhoogt de mobiliteit van zware metalen). In infiltratievelden leidt bladval tot een slecht doorlatende bovenlaag, waardoor hemelwater te lang in de velden blijft staan. Het onderhoud betreft ook het blad en slibvrij houden van goten zodat het water goed kan afstromen.

Op particulier terrein zal het onderhoud door de bewoners gedaan moeten worden. Ook de ligging van de gootverharding (klinkers of betonelementjes) zal door de bewoner zelf in goede staat gehouden moeten worden.

7.3 Voorlichting

De bewoners van Oldebroek-West zullen zich bewust moeten zijn van de wijze waarop met water in hun wijk wordt omgegaan. Stimulering van milieubewust gedrag is mogelijk door een goede communicatie en inzet van praktische instrumenten. Gedacht kan worden aan:

- voorlichting door middel van brochures, informatiepunten, publicaties in (regionale) media en voorlichtingsavonden. Met name de laatste twee roepen een reactie op bij de burgers zodat er een interactie kan plaatsvinden. Voorlichting is ook nodig voor tweede en latere generaties bewoners ;
- het zichtbaar maken van de waterstromen door gebruik te maken van bovengrondse afvoer. Door het regenwater niet in een leiding onder de grond te laten afstromen, maar zichtbaar aan het oppervlak te houden blijft men zich er meer van bewust dat het water in het milieu terecht komt en niet verdwijnt in een "groot gat"
- het aanleggen van proefprojecten in combinatie met voorlichting;
- inspraak van bewoners bij het aanleggen van alternatieve voorzieningen;
- het adviseren bij de uitvoering van de voorzieningen;
- het leveren door de gemeente van prefab-infiltratievoorzieningen.

Voorlichting overige participanten

Naast bewoners is het erg belangrijk dat ook architecten en aannemers op de hoogte zijn van de eisen die aan de nieuwbouw worden gesteld. Aanbevolen wordt om een proefwoning (eventueel als maquette) te bouwen zodat zowel bewoners als architecten en aannemers zien wat de bedoeling is. Hiermee kunnen fouten worden voorkomen

7.4 Juridische regelingen

Om het afkoppelen van regenwater goed te regelen is het gewenst dat de gemeente:

1. Eisen aan de wijze van afwatering naar de straat c.q. infiltratie op eigen terrein als kettingbeding meeneemt in de grondverkoop;
2. Bij het verstrekken van de bouwvergunning de aanvragen specifiek toetst op de uitgangspunten van de gewenste afwatering (ondergronds en bovengronds);
3. Eisen stelt aan bouwmaterialen. Deze kunnen mogelijk worden afgedwongen via de bouwverordening, de verkoop van de grond- en/of de bouwvergunning;
4. En rookgas controle na oplevering uitvoert en periodiek (eens per 5 jaar) herhaalt.

8 DIMENSIONERING DWA-AFVOER

8.1 Inleiding

In Oldebroek-West transporteert het rioelstelsel slechts huishoudelijke afvalwater van de woningen naar de zuiveringsinstallatie. Het straatoppervlak van de ontsluitingsweg door het gebied wordt als te vervuילend aangemerkt en zal dientengevolge worden aangesloten op een regenwaterriool volgens het concept van een verbeterd gescheiden stelsel.

8.2 Eisen vanuit het waterbeheer

Rioleringsplannen moeten voldoen aan de richtlijnen van zowel de waterkwaliteits- als de kwantiteitsbeheerder. In het onderhavige geval wordt het kwaliteits- en kwantiteitsbeheer verzorgd door het Waterschap Veluwe.

Het rioelstelsel moet voldoen aan de volgende richtlijnen:

- een overstortingsfrequentie van 35 keer per jaar;
- een huishoudelijk droogweerafvoer van 15 l/inw/h;
- een ledigingstijd van 24 uur;
- geen berging op straat;
- een afvloeiingscoëfficiënt van 1 voor gesloten verharding.

8.3 Dimensies en capaciteiten gemaal en persleiding

De gemaalcapaciteit wordt berekend op de afvoer van DWA en op de afvoer van hemelwater afkomstig van de ontsluitingsweg. Onderscheid wordt gemaakt in de 1e fase (kwadrant 1) en het totale gebied.

Fase 1

85 woningen * 2,8 inwoner/woning * 15 l/uur/inwoner = 3,6 m3/uur

200 m ontsluitingsweg * 12 meter breed * 0,4 mm/uur poc = 0.96 m3/uur

Afgerond voldoet 5.0 m3/uur.

Eindsituatie

400 woningen * 2,8 inwoner/woning * 15 l/uur/inwoner = 16,8 m3/uur

868 m ontsluitingsweg * 12 meter breed * 0,4 mm/uur poc = 3.12 m3/uur

Afgerond voldoet 20.0 m3/uur.

8.4 Structuur en werking

Door de koppeling tussen het regenwaterriool onder de ontsluitingsweg met het dwa-stelsel van het eerste kwadrant kan veel regenwater worden geborgen.

Fase 1

Berging in DWA-stelsel: 60 m³
Berging in RWA-stelsel: 14 m³
straatoppervlak: 200 * 12 = 2400 m²

Eindsituatie

Berging in DWA-stelsel: 60 m³
Berging in RWA-stelsel: 60 m³
Straatoppervlak: 868 * 12 = 10416 m²

De overstortingsfrequentie van het regenwaterriool zal na realisatie van fase 1 circa 1 keer per jaar zijn. Wanneer de ontsluitingsweg af is, bedraagt de overstortingsfrequentie circa 4 tot 5 keer per jaar.

De persleiding van het gemaal prikt in op het rioolstelsel van Oldebroek op de kruising Tulpstraat / Klocklaan bij putnummer 4019.

Voor meer informatie wordt verwezen naar de tekening in bijlage 1.

9 ONTWATERING

Bij het bouwrijp maken van terreinen moet aan de onderstaande eisen worden voldaan:

- goede berijdbaarheid en begaanbaarheid van het terrein, zowel tijdens als na de bouw;
- voldoende ontwateringsdiepte van wegen, woningen, bedrijfsgebouwen en groenstroken.

9.1 Ontwateringseisen

De hierboven genoemde ontwateringsdiepte is de afstand tussen het maaiveld en de grondwaterspiegel. In het algemeen worden voor de woonfase de in Tabel 3 vernoemde ontwateringseisen gehanteerd.

Tabel 3 Ontwateringseisen

type bebouwing	ontwateringseis
1. doorgaande wegen, woonstraten en wijkonsluitingswegen	0,80 m beneden wegkruin
2. paden, parkeerterreinen en andere verhardingen	0,50 m beneden maaiveld
3. plantsoenen en groenstroken	0,50 m beneden maaiveld
4. woningen met kruipruimtes, waarbij de hoogte van de kruipruimte minimaal 0,75 m. bedraagt	0,15 à 0,20 m beneden kruipvloer
5. woningen zonder kruipruimtes	0,45 m beneden vloerpeil

9.2 Realisatie van ontwateringseisen in bestemmingsplan Oldebroek-West

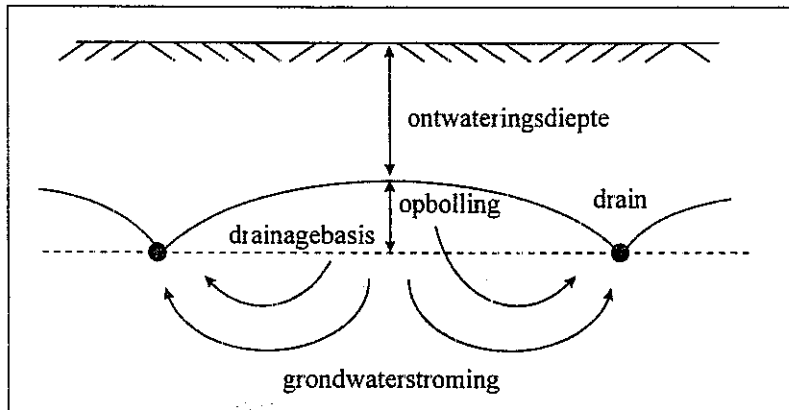
De grondwaterstanden komen op zowel de lager als op de hoger gelegen gronden dicht tot aan het maaiveld. De benodigde ontwateringsdiepten voor stedelijk gebied worden in de natuurlijke situatie over het gehele gebied overschreden. Ter realisatie van een voldoende ontwatering bestaan de volgende maatregelen:

- ophoging van het terrein;
- aanleg van drainage;
- combinatie van beide

In het eerste kwadrant van de uitbreiding Oldebroek-West zal sprake zijn van een combinatie van beide maatregelen. De lager gelegen delen aan de noord- en aan de oostzijde worden opgehoogd. Hiervoor kan het zand worden gebruikt, dat vrijkomt bij het graven van de waterpartijen, die op de wat hoger gelegen westzijde zijn gesitueerd.

9.3 Hydraulisch verloop in drainagesetstel

De ontwatering van het gebied zal plaats vinden middels een drainagesysteem, dat veelal bestaat uit een ondergronds stelsel van geperforeerde plastic ribbelbuizen. Het grondwater treedt de buizen binnen via de perforaties en stroomt vervolgens af naar het nabij gelegen oppervlaktewater.



Figuur 4 Opbolling tussen twee drains

Tussen de drainagebuizen zal de grondwaterstand opbollen. Deze opbolling vormt als het ware de drijvende kracht achter de stroming door de bodem. Hoe groter de weerstand die de bodem levert, des te groter de opbolling. Figuur 4 geeft de opbolling weer tussen twee drains.

Het ingetreden grondwater stroomt door de drainagebuizen onder vrij verval af naar het open water. Dit betekent dat een zeker hoogteverschil nodig is voor het kunnen laten afstromen van het grondwater. Het benodigde hoogteverschil is een sommatie van de volgende twee componenten:

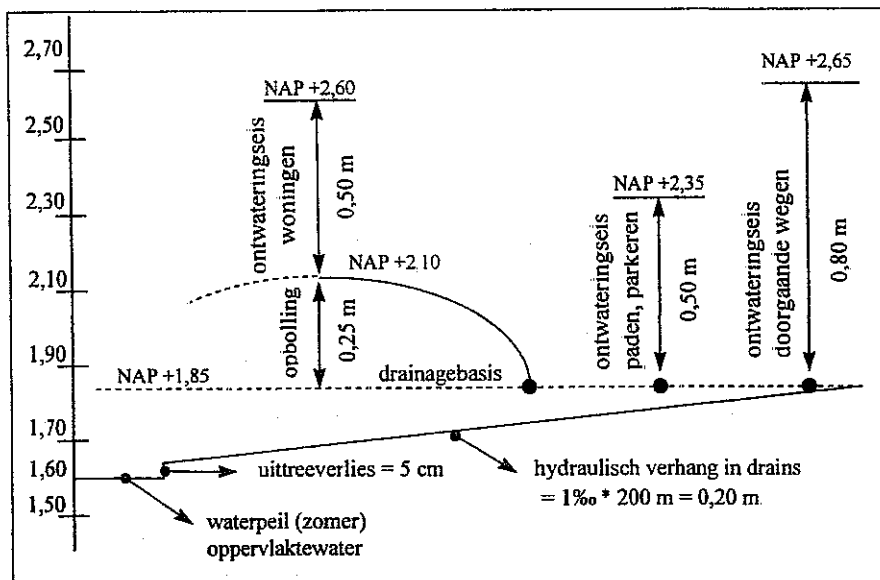
- Hydraulisch verhang in de drains
Hiervoor wordt een waarde van 1 ‰ aangehouden. Om onderhoudstechnische redenen wordt een maximale lengte van de drains aangehouden van 200 meter.
- Vrije afwatering op het oppervlaktewater
Om onder vrij verval te kunnen afwateren op het oppervlaktewater wordt een hoogteverschil gereserveerd van 5 cm. tussen het waterpeil van het oppervlaktewater en de uitmondingsdiepte van de drainagebuis.

9.3.1 Waterpeil waterpartij

Het waterpeil in de waterpartijen, die geprojecteerd zijn aan de zuid-westzijde van het eerste kwadrant, is op een hoogte van NAP+ 1,60 m. gesteld. Dit peil ligt 5 cm. boven het maatgevende zomerpeil in de A-watergang, zodat onder vrij verval hierop kan worden geloosd.

9.3.2 Drainagebasis

De uitmondingsdiepte van de drains ligt 5 cm. boven het waterpeil van de waterpartijen op NAP+ 1,65 m. Het hydraulische verlies in de drains bedraagt 20 cm. over een totale lengte van 200 meter. De drainagebasis komt overeen met de waterdruk aan het einde van de drains en ligt op een hoogte van NAP+ 1,85 meter. De benodigde maaiveldhoogtes worden berekend op basis van de drainagebasis. Het is niet zo dat de drains op deze diepte liggen (zoals in Figuur 4), want meestal liggen deze dieper. De opbolling volgt uit de berekeningswijze van het geohydrologische rapport en bedraagt 25 cm. bij een afstand tussen de drains van 30 meter.



Figuur 5 Ontwateringsnormen

9.4 De benodigde maaiveldhoogtes

Aan de hand van Figuur 5 blijken de volgende maaiveldhoogtes benodigd te zijn om te kunnen voldoen aan de gestelde ontwateringseisen.

Tabel 4 Benodigde maaiveldhoogtes

type oppervlak	drainagebasis (NAP+ m)	opbolling (m)	ontwateringseis (m)	maaiveldhoogte (NAP+ m.)
wegen				
• paden + parkeren	1,85	--	+ 0,50	2,35
• doorgaande wegen + woonstraten *	1,85	--	+ 0,80	2,65
vloerpeil woningen **				
• met kruipruimtes	1,85	+ 0,25	+ 0,15 + 0,75	3,00
• zonder kruipruimtes	1,85	+ 0,25	+ 0,50	2,60
parkeerterreinen en groenstroken	1,85	+ 0,25	+ 0,50	2,60
achtertuinen ***	1,85	+ 0,25/2	+ 0,50	2,50

* Woonstraten worden opgetrokken tot NAP+ 2,70 meter.

** In het geohydrologisch rapport wordt nog uitgegaan van drainagebuizen vlak naast de woningen. Uit bovenstaande tabel blijkt dat wanneer geen drainagesetstel vlak naast de woningen wordt geplaatst, een hoger vloerpeil dient te worden aangehouden.

*** De opbolling in de achtertuin zal niet de maximale waarde van 0,25 meter aannemen, omdat achterin de tuin een drain wordt gelegd.

9.5 Drainageplan

Op basis van de bovenstaande uitgangspunten en het bestemmingsplan is een drainageplan opgesteld, welke wordt weergegeven in bijlage 4.

9.5.1 Uitgangspunten drainageplan

Bij het opstellen van het drainageplan zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De uitmondingsdiepte van de drains ligt op een hoogte van NAP+ 1,65 meter;
- De lengte van een drain bedraagt maximaal 200 meter;
- De afstand tussen twee drains is ongeveer 30 meter;
- Bij voorkeur een zo min mogelijk vertakt drainagesstelsel;
- Drains dienen zoveel mogelijk gelegen te zijn op gemeentelijk terrein;
- Drains niet onder woningen leggen;

9.5.2 Opbouw van het drainagesstelsel

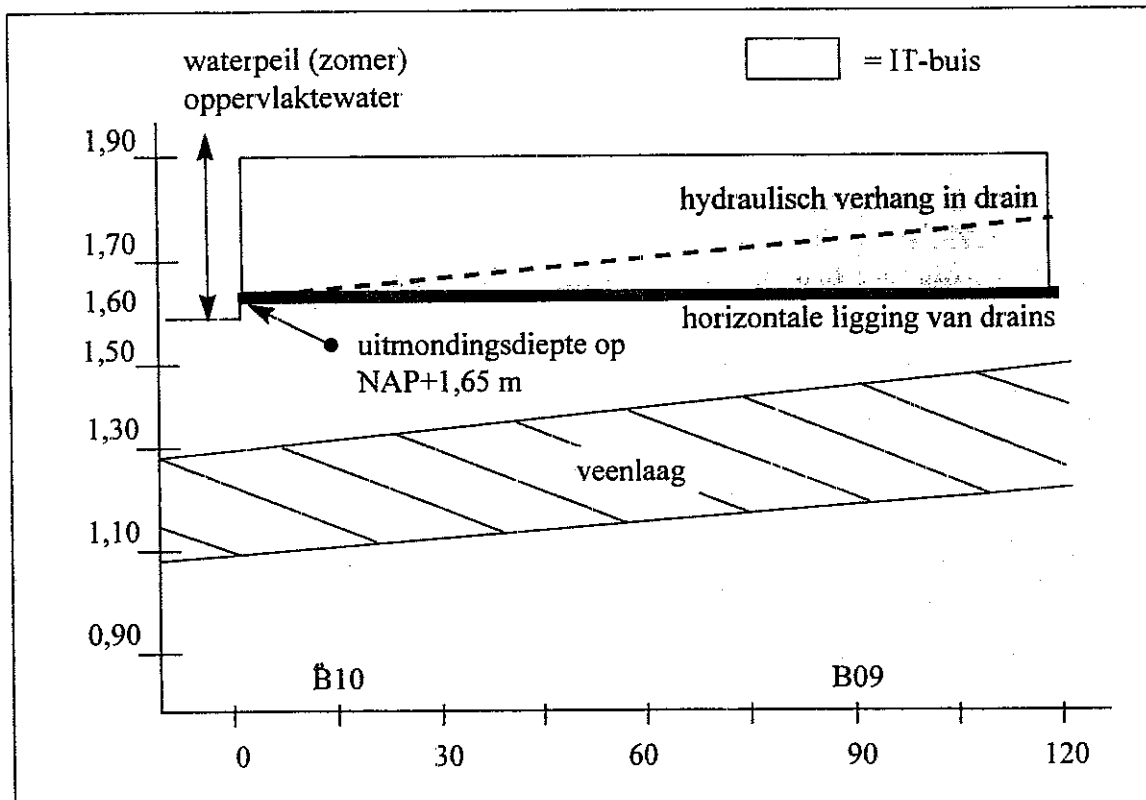
Het drainagesstelsel bestaat uit verzameldrains die loodrecht liggen ten opzichte van as van de waterpartijen. Aan deze verzameldrains worden drains aangesloten die de drooglegging verzorgen voor de aangelegen zijstraten en achtertuinen.

Opgemerkt wordt dat de opbouw van het huidige bestemmingsplan op enkele punten het streven naar een optimaal drainagesstelsel verhindert. Een ideaal drainagesstelsel zou bestaan uit een stelsel van drains dat zonder aantakkingen en zonder omwegen afwatert naar het oppervlaktewater. Aanleg en onderhoud van een dergelijk drainagesstelsel is eenvoudiger.

9.5.3 Diepteligging van de drains ten opzichte van II-stelsel

Infiltratie en drainage hangen nauw samen met elkaar. In Figuur 6 wordt de diepteligging van de drains aangegeven en van het II-stelsel al naar gelang de afstand tot aan de waterpartij. De drains worden horizontaal aangelegd, vanwege de eenvoudigere ontsluiting van het grote aantal aantakkingen op de verzameldrains. Uit de figuur blijkt dat de drains boven de veenlaag blijven liggen

De II-buizen liggen met de binnen onderkant buis op een diepte van XX meter. De grondwaterstanden zullen in tijden met hoge grondwaterstanden tot in de leiding opkomen.



Figuur 6 Ligging van verzameldrains ten opzichte van veenlaag

10 WATERBALANS

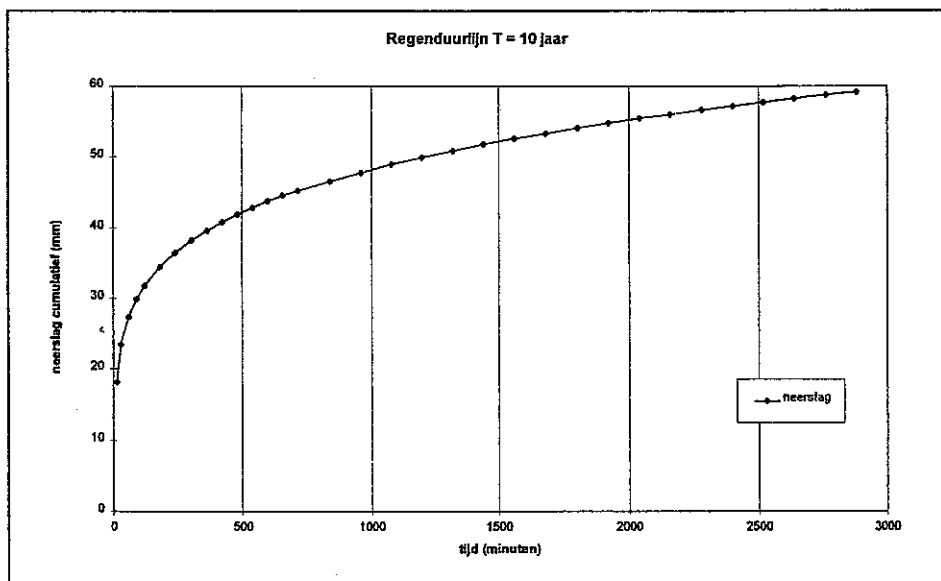
Het doel van het opstellen van een waterbalans is om te bepalen hoeveel oppervlaktewater nodig is om het afstromende hemelwater uit de wijk Oldebroek-West tijdelijk te kunnen bergen. In zijn algemene vorm luidt de waterbalans als volgt:

$$(\text{neerslag} - \text{verliezen}) * \text{afvoerend oppervlak} = \text{bergingsverandering open water} + \text{afvoer}$$

Hieronder worden bovenstaande componenten afzonderlijk uitgewerkt.

10.1 Neerslag

De afvoerende oppervlakken worden belast met een neerslagverloop volgens de regenduurlijn van het KNMI (zie ook: Buishand en Velds), welke een herhalingstijd heeft van 10 jaar. De gebruikte regenduurlijn is geldig voor het zomerhalfjaar, waarin de neerslagen heviger zijn dan in het winterhalfjaar. Figuur 7 geeft het verloop van de betreffende regenduurlijn weer



Figuur 7 Regenduurlijn met een herhalingstijd van 10 jaar, geldig voor zomerhalfjaar

10.2 Verliezen

De neerslag wordt verminderd met een verliesterm, volgens het verliesmodel van Pfeiff. De verliesterm luidt in zijn algemene vorm als volgt:

$$H_{vt} = a * (\text{tijd})^b$$

De termen a en b zijn afhankelijk van het type oppervlak. De waarden die Pfeiff gevonden heeft, corresponderen redelijk met de Nederlandse waarnemingen. In Tabel 5 worden voor een aantal oppervlakken enkele waarden van deze verliesparameters weergegeven. Zowel voor de dak- als voor het straatoppervlak is gerekend met de waarden behorende bij glad asfalt (a = 0,32; b = 0,05)

Tabel 5 Verliesparameters voor het verliesmodel van Pfeiff

type verharding	parameter a	parameter b
glad asfalt	0,32	0,05
klinker bestrating	2,8	0,20
natuurlijk begroeid	7,3	0,20
gras 3 cm lang	8,3	0,20
bewerkte tuin	14	0,20
bos	3,1	0,24

10.3 Belasting van waterpartij

Het oppervlaktewater wordt belast door afstromend hemelwater afkomstig van de volgende oppervlakken:

- De neerslag op het open water;
- Dak- en straatoppervlakken: deze wateren af naar het ondergrondse IT-stelsel;
- De afvoer van drainagewater uit het stedelijke gebied. Aangenomen is dat over het gehele terrein drainage wordt toegepast. De neerslag die op onverhard terrein valt, wordt vertraagd door de bergende werking van de onverzadigde zone. Voor een veilige dimensionering is aangenomen dat meteen na aanvang van de neerslaggebeurtenis een continue afvoer in werking treedt. Uitgegaan is van een neerslagintensiteit van 7 mm/dag.

In de toekomst zullen bovenstroomse wijken eveneens afwateren op de waterpartij. De waterbalans wordt mede opgesteld om te bepalen of in de gesitueerde waterpartijen nog berging over zal zijn voor hemelwater van bovenstrooms gelegen wijken.

De oppervlakteverdeling die is gehanteerd voor de berekening van de waterbalans wordt in Tabel 6 weergegeven. De verdeling is afgeleid uit de stedenbouwkundige tekeningen

Tabel 6 Oppervlakteverdeling Oldebroek-West, eerste kwadrant

soort oppervlak	eenheid	aantal	aandeel
totaal oppervlak	ha	5,78	100 %
verhard oppervlak	ha	1,50	26 %
• daken	ha	0,75	13 %
• wegen	ha	0,75	13 %
waterpartij	ha	0,26	5 %
onverhard terrein	ha	4,0	69 %

10.4 Afvoer van het oppervlaktewater

Aangezien het bestemmingsplan Oldebroek-West een uitbreiding van het stedelijke gebied is, wordt de volgens het waterschap aangeraden afwateringsnorm gehanteerd van 1,5 liter per seconde per hectare bruto oppervlak (l/s/ha). Met deze afwateringsnorm wordt de huidige afvoer uit het gebied niet vergroot ten opzichte van de huidige landelijke afvoer.

10.5 Berging

Gedurende het verloop van een neerslaggebeurtenis wordt bijgehouden hoeveel hemelwater geborgen moet worden. Door deze waarde te delen door de maximaal toelaatbare peilstijging is het benodigde wateroppervlak te bepalen. De maximaal toelaatbare peilstijging is geeikt op de maatgevende neerslaggebeurtenis, die een herhalingstijd heeft van 10 jaar.

In het IT-stelsel is 60 m³ aan statische berging beschikbaar.

10.6 Uitkomsten van de waterbalans berekening

De berekeningswijze is gebaseerd op de hierboven beschreven invoerparamters. Bij een afvoer vanuit het oppervlaktewater van maximaal 1,5 l/s/ha en voor neerslaggebeurtenissen met een herhalingstijd van 10 jaar zijn de volgende benodigde oppervlakken aan open water berekend:

- 1.750 m² bij maximaal 30 cm peilstijging
- 1.250 m² bij maximaal 40 cm peilstijging

De vijver is met circa 0,26 ha. groter dan benodigd. Voor toekomstige bovenstroomse wijken is nog berging beschikbaar.

11 HET OPPERVLAKTEWATER SYSTEEM

De waterpartijen in het Oldebroek-West kunnen voor de bewoners en voor de natuur een belangrijke rol vervullen. Naast deze ecologische en sociale functies hebben de waterpartijen de waterhuishoudkundige functie om overtollig hemelwater tijdelijk te kunnen bergen. In dit hoofdstuk worden enkele suggesties gedaan hoe optimaal gebruik kan worden gemaakt van de wisselwerking tussen land en water. Vanwege de verschillende functies zal de uiteindelijke inrichting van de waterpartijen een afstemmingsproces zijn tussen de beleidsplannen van de afdelingen waterbeheer, milieubeheer en ruimtelijke ordening. De waterhuishoudkundige functie wordt in het volgende hoofdstuk beoordeeld aan de hand van een waterbalans.

11.1 Natuurvriendelijke oevers

Vanuit de gemeente Oldebroek is de voorkeur uitgesproken voor de aanleg van natuurvriendelijke oevers rondom de waterpartijen. Onder natuurvriendelijke oevers worden oevers verstaan waarbij naast de waterkerende functie, nadrukkelijk rekening wordt gehouden met natuur en landschap. Dit geldt zowel bij aanleg, inrichting als onderhoud.

11.1.1 Natuurvriendelijke oevers en de natuur

Natuurvriendelijke oevers dragen in belangrijke mate bij aan een gezonde ecologische ontwikkeling. Met een geleidelijke overgang tussen water en land worden de juiste voorwaarden geschapen voor een gevarieerde oeverbegroeiing, die bijdraagt aan het zelfreinigend vermogen en een aantrekkelijk biotoop biedt voor veel soorten water- of oevergebonden fauna (zoals amfibieën reptielen, kleine zoogdieren, vlinders, insecten en vogels). Daarnaast vormen zij een corridor waarlangs flora en fauna zich kunnen verspreiden, hetgeen met name van belang is als met de betreffende watergang (potentieel) ecologisch waardevolle (kern)gebieden worden verbonden. Tenslotte heeft de begroeiing, bij onbeschoeide oevers, een functie met betrekking tot de stabiliteit van de oever.

11.1.2 Natuurvriendelijke oevers en de mens

Door de nabijheid van de natuur zullen de bewoners van de wijk zich meer verbonden voelen met de natuur en hun eigen leefomgeving. De natuurvriendelijke oevers bieden een ideale plaats om hun vrije tijd door te brengen. De oevers lenen zich goed om langs te fietsen en te wandelen, om te genieten van de natuur en voor de kinderen om er te spelen. Maar ook voor de recreatievisser kan ruimte worden gereserveerd.

Voor kinderen heeft de natuur een educatieve functie, omdat ze door de wisseling van de seizoenen de ritmiek van het leven beter leren begrijpen. Daarnaast zullen zij op oudere leeftijd een milieubewuster gedrag vertonen. Tevens is het voor kinderen door de flauwe overgang van land naar water makkelijker om op de oever te klimmen, wanneer zij op ongelukkige wijze in het water zijn geraakt.

Voor de beeldvorming van de wijk leveren de rijk begroeide oevers een positieve bijdrage aan de belevingswaarde. Als 'zachte', natuurlijke elementen steken zij af tegen de over het algemeen 'harde', kunstmatige vormen van de omgeving.

11.1.3 Inrichting

Eén van de kenmerken van een natuurvriendelijke oever is dat de gradiënt tussen nat en droog (van water naar land) zo geleidelijk mogelijk verloopt. Harde beschoeiing vormen een hoogtesprong in het talud van de oever en vormen als het ware een soort van barrière. Biologisch onderzoek heeft uitgewezen dat het toepassen van beschoeiingen in het algemeen leidt tot een lagere diversiteit in het aantal dier- en plantensoorten.

Door het ontbreken van beschoeiingen bij natuurvriendelijke oevers, zal de waterkerende functie worden overgenomen door de beplanting. In de beginfase, wanneer de oevers nog niet volledig begroeid zijn, kunnen deze worden beschermd door middel van aan te brengen onderwatervedigingen. Hierbij kan worden gedacht aan onverduurzaamd wilgenhout, dat wordt vastgezet met paaltjes en dat continu onder water staat. Een andere mogelijkheid zijn de zogenaamde kokosrollen. Een combinatie met een dras-plasberm behoort tot de mogelijkheden.

Natuurvriendelijke oevers leveren minder bezwaren op bij een variabel waterpeil, zowel constructief als in de beleving van bewoners. Het talud van een natuurvriendelijke oever zal, mede in verband met de stabiliteit, minimaal een helling moeten krijgen van 1 : 2,5 [verticaal : horizontaal]. De voorkeur gaat uit naar een talud van 1 : 4.

11.1.4 Natuurbeheer

Bij het opstellen van het inrichtingsplan dient te worden gestreefd naar de van nature aanwezige terreintypen. Te onderscheiden terreintypen zijn van nat naar droog: waterplanten, helofyten, pioniers, ruigten, grasvegetaties, struweel en bos. Van belang is dat wanneer gekozen wordt voor een terreintype, dat deze voldoende ruimte krijgt om zich te kunnen ontwikkelen. Eén van de voordelen is dat minder beheer hoeft te worden gepleegd. De mate waarin actief vegetatiebeheer nodig zal zijn, is afhankelijk van het de aanwezige terreintypen, de ruimte die aan een terreintype wordt gegeven en welke ontwikkelingen wel of niet gewenst zijn.

11.1.5 Een natuurlijk peilbeheer

Planten en dieren zijn aangepast aan het natuurlijk verloop van waterstanden. In de winter zijn waterstanden van nature hoog door het neerslagoverschot en in de zomer laag, vanwege het neerslagtekort. Om te voldoen aan de wensen vanuit de landbouw wordt het verloop van het waterpeil omgedraaid: in de winter laag en zomers hoog. Deze ingreep in het waterstandsverloop leidt echter tot een verminderde begroeiing van de oevers. Het peilbeheer zal afgestemd moeten zijn op een natuurlijk verloop, waarbij de overgang van hoge naar lage grondwaterstanden slechts zeer gestaag mag plaats vinden (1 cm/dag)

11.1.6 Onderhoud

Het waterschap Veluwe stelt eisen aan de vormgeving, enerzijds gericht op een gezond ecosysteem (bijvoorbeeld minimale diepte van 1,30 m), anderzijds op de mogelijkheid om de wateren op efficiënte wijze te kunnen onderhouden. De eisen gericht op een efficiënt onderhoud zijn afhankelijk van de wijze waarop het onderhoud zal plaatsvinden: vanaf de oever of vanaf het water (met maaiboot).

Onderhoudswerkzaamheden vanaf de landzijde zijn het eenvoudigst en zullen eerder de voorkeur hebben. Om de onderhoudswerkzaamheden vanaf de landzijde goed te kunnen verrichten worden aan een oeverinrichting de volgende eisen gesteld:

- De maaistreek dient een breedte te hebben van 4 meter met, aan de niet-waterzijde een obstakelvrije ruimte van 1 meter voor het zwenken van de kraan.
- Bij watergangen breder dan 6 m dient het onderhoud vanaf beide oevers plaats te kunnen vinden.
- De watergang en de maaistreek mogen hart op hart maximaal 7 meter uit elkaar liggen.
- De maaistreek dient goed bereikbaar te zijn vanaf de openbare weg (inritbanden i.p.v. trottoirbanden).

Een natuurvriendelijke oever is begroeid met velerlei plantensoorten, die te kwetsbaar zijn om onderhoudswerkzaamheden vanaf de landzijde uit te kunnen voeren. Onderhoudswerkzaamheden aan de watergang zullen per boot vanaf de waterzijde moeten worden uitgevoerd. De breedte van de watergang dient hiervoor wel voldoende te zijn. De oever zelf is eveneens ongeschikt om machinaal te worden bewerkt. Slecht met handmatig maaien kan worden voorkomen dat onherstelbare schade wordt aangebracht aan de planten en dieren levend op de oever.

De schouw kan het beste in het najaar plaatsvinden. Bij voorkeur vindt de schouw gefaseerd plaats, waarbij jaarlijks slechts een deel wordt opgeschoond. Jaarlijkse variatie in de te maaien delen heeft grote ecologische voordelen, omdat vissen, waterinsecten e.d. meer mogelijkheden wordt geboden om te overwinteren en organismen met een meerjarige cyclus (bijv. larven en libellen) betere overlevingskansen krijgen. Overjarige rietvegetaties bijvoorbeeld hebben met name langs de waterkant, een belangrijke functie voor tal van dieren (overwintering, dekking, broedplaats).

Door overdimensionering komt de waterhuishoudkundige functie van de watergang niet in het geding, terwijl de onderhoudskosten aanmerkelijk kunnen dalen. Te denken valt aan een strook water van circa 2-3 meter, eventueel in combinatie met een dras-plas berm

Uit het bovenstaande blijkt dat het van belang is om in een vroeg stadium samen met de waterbeheerder (hier: het waterschap Veluwe) een aangepast beheer uit te denken. Daarbij dient ook aandacht te worden besteed aan de plaatsen waar het bagger uit de watergang mag worden gestort. Vermeden dient te worden dat de bagger op oevers of in de dras-plasberm wordt gestort. De bagger is verrijkt met voedingsstoffen welke een negatieve invloed hebben op de diversiteit van de flora van een natuurvriendelijke oever.

Ook vanuit de gemeente is een aangepast onderhoud nodig. Water in stedelijke gebieden is voedselrijk en vaak vervuild. Het betreft de uitspoeling van nutriënten, (hondenpoep en bladeren) en uitspoeling van de straatafwatering met olie, vuil en wegeenzout. Daar planten de voedingsstoffen uit het water opnemen, zal het afvoeren van maaisel noodzakelijk zijn. De voedselrijkdom is een belangrijke factor om rekening mee te houden.

Tenslotte kan nog worden opgemerkt dat de oeervegetatie gevoelig zal zijn voor zwerfvuil. Een scheiding tussen de natuurvriendelijke oevers en drukke recreatie-/ speelvelden is raadzaam.

11.2 Streefpeilen

Het peil van het oppervlaktewater heeft invloed op de grondwaterstand in de directe omgeving. Een hoger waterpeil dan de heersende grondwaterstand betekent dat het oppervlaktewater een infiltrerende werking heeft op het gebied. Deze situatie wordt ongewenst zodra hierdoor problemen optreden ten gevolge van te hoge grondwaterstanden. Voorbeelden hiervan kunnen vochtproblemen in woningen zijn en een slechte begaanbaarheid van paden en wegen.

Een peil in het oppervlaktewater dat lager is dan de grondwaterstand heeft een drainerende werking op het gebied. Hierdoor wordt de ongewenste situatie verkregen dat schoon grondwater uit het gebied wordt onttrokken. Hoe groter het hoogteverschil tussen het waterpeil in het oppervlaktewater en de grondwaterstand, des te groter de drainerende werking. Een minimale beïnvloeding van de grondwaterstand wordt verkregen door een waterpeil dat het natuurlijke grondwaterstandsverloop volgt. De seizoensmatige variatie van de grondwaterstanden in het plangebied is daar echter te groot voor (gemiddeld tussen NAP+ 1,05 m. en NAP+ 2,2 m).

De uiteindelijke keuze voor het te handhaven waterpeil in het eerste kwadrant ligt op NAP+ 1,60 meter. Deze keuze is gemaakt met de overweging dat:

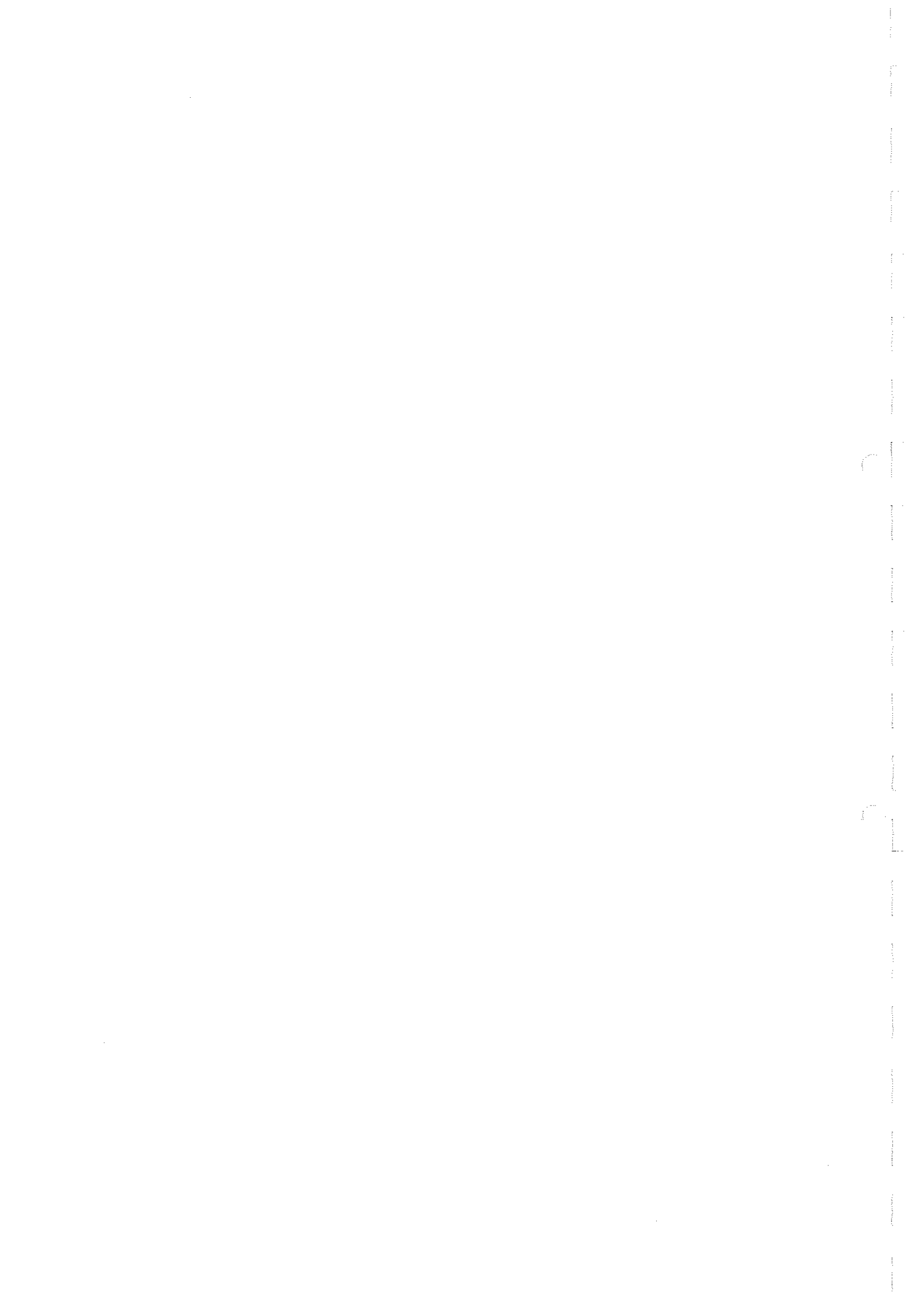
- de grondwaterstand minimaal wordt beïnvloed;
- voldoende drooglegging wordt verkregen voor een goede ontwatering van het gebied;
- onder vrij verval kan worden afgewaterd op de A-watergang.

In de andere kwadranten is sprake van een hoger gemiddeld maaiveldniveau. Bovenstaande afwegingen leiden daar tot een hoger streefpeil. Tussen de watercompartimenten zal een stuw nodig zijn om de verschillende streefpeilen te kunnen handhaven.

Ten tijde van grote neerslaggebeurtenissen kan het peil tijdelijk boven het streefpeil stijgen door de afstroming van hemelwater uit de aanliggende wijk. Een maximale peilstijging van 0,30 meter wordt gehanteerd voor een neerslaggebeurtenis die eens in de 10 jaar voorkomt. Aan de andere kant is het ook mogelijk dat door natuurlijke processen als verdamping en inziging het waterpeil onder het streefpeil zakt. Door in deze situatie een lager waterpeil (bijv. 20 à 30 cm. lager) toe te laten hoeft minder gebiedsvreemd water ingelaten te worden. In feite is sprake van een seizoensgebonden verandering van het gewenste streefpeil, waarbij in de zomer een lager waterpeil wordt nagestreefd dan in de winter.

REFERENTIESLIJST

- [1] Waterschap Noord-Veluwe, augustus 1985.
Algemene keur van het waterschap Noord-Veluwe.
- [2] Discussienotitie, november 1997.
- [3] Stichting RIONED, oktober 1996.
Aandachtspunten aan- en afkoppelen verharde oppervlakken.
ISBN 90-73645-10-7.
- [4] Geotechnisch en geohydrologisch rapport voor uitbreidingsplan Oldebroek-West,
gemeente Olderbroek-West, juni 1997.
- [5] Intergemeentelijk Samenwerkingsverband Noordwest-Veluwe, mei 1997.
Pakket duurzame stedenbouw en openbare werken in het ISV Noordwest-Veluwe.
- [6] Waterschap Veluwe, 1 oktober 1997.
Notitie eisen en wensen ten aanzien van de inrichting van stedelijk gebied (concept).
- [7] Waterschap Veluwe, januari 1998.
Concept Keur van Waterschap Veluwe

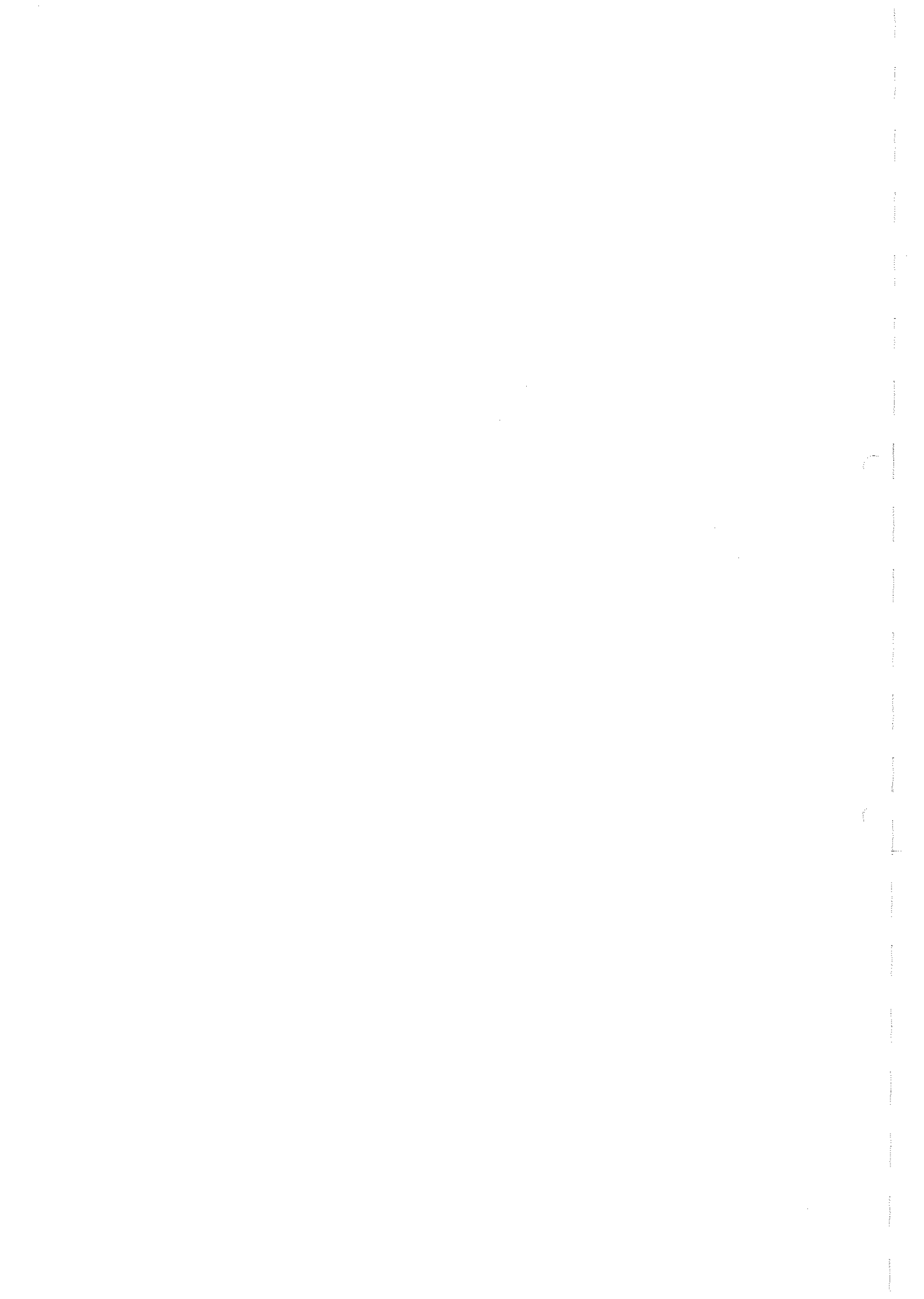


12 COLOFON

Opdrachtgever	: Gemeente Oldebroek	
Project	: Waterhuishoudkundig plan Oldebroek-West	
Dossier	: M6507-11-001	
Omvang rapport	: 38 pagina's	
Auteur	: ir W.L.J.K. Turkensteen	
Bijdrage	: ir H. van Hemert, J.H.E. Schilling	
Projectleider	: ir W.L.J.K. Turkensteen	
Projectmanager	: P.C.A.M. Bovée	
Datum	: 30 januari 1999	
Autorisatie	:	PB



BIJLAGE 1 RIOLERINGSTEKENING PROJECTGEBIED OLDEBROEK-WEST

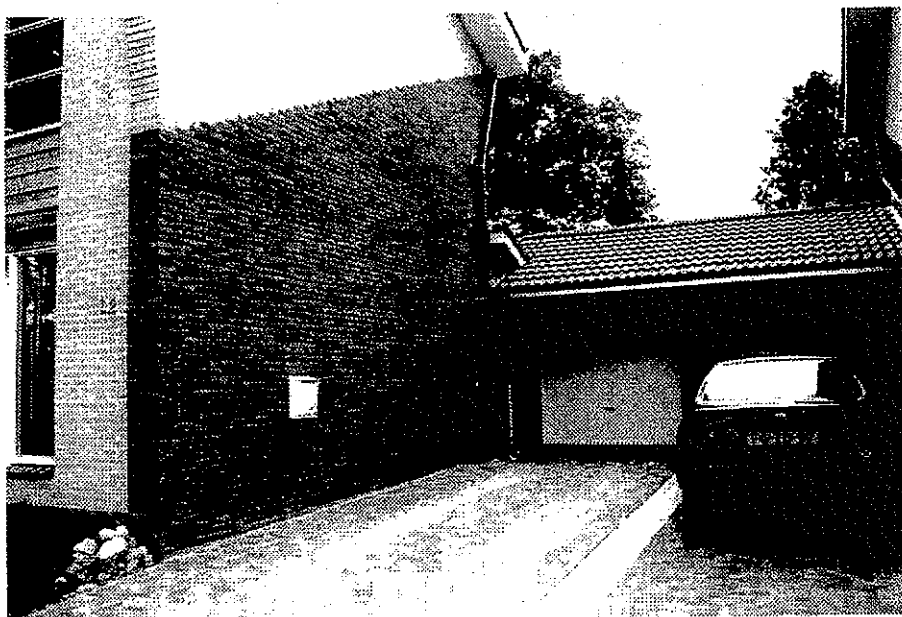


BIJLAGE 2 INFILTRATIE BIJ WONINGEN

In deze bijlage worden enkele voorbeelden gegeven, waarmee ideeën kunnen worden opgedaan voor de inrichting van het hemelwaterafwateringssysteem.



Figuur 8 Afvoer via de regenpijp van de achterzijde via de garage en molgoot naar de voorzijde van de woning



Figuur 9 Afvoer van voorzijde van het dak via molgoten in de tuin en in het wegdek

BIJLAGE 3 INFILTRATIEVOORZIENINGEN

Doorlatende verharding

De meest eenvoudige infiltratievoorziening is het toepassen van open, goed doorlatende verhardingen. Als voorbeelden zijn te noemen: graskeien, grasbetontegels, schelpen, grind, houtspaanders en gewone straattegels gelegd in een open structuur. Deze verhardingen kunnen worden toegepast bij voetpaden, speelplaatsen, brandweergangen, middenbermen, enz... Het kan niet worden gebruikt bij intensief gebruikte parkeerplaatsen vanwege het vervuilingsrisico. Gelet dient ook te worden op het gevaar van verweking van de ondergrond. Vooral in situaties waarbij de ondergrond een dragende functie heeft

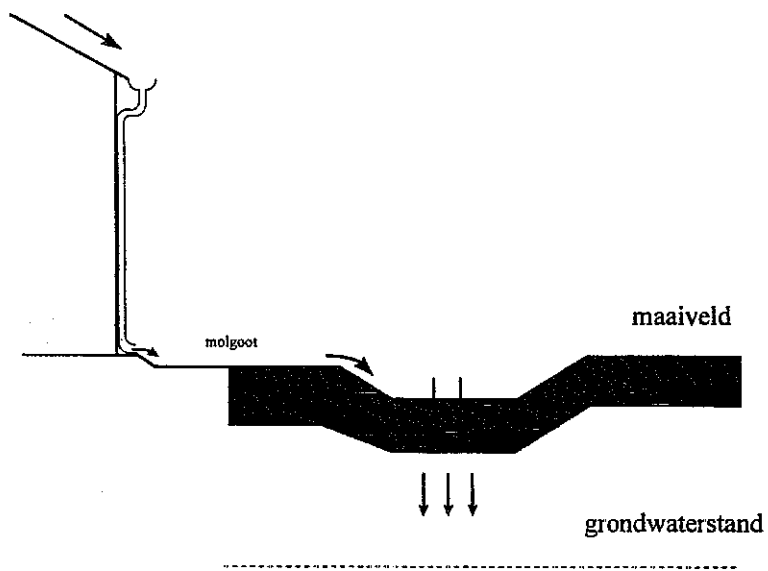
Infiltratieveld

Dit is slechts bij voldoende oppervlak aan verlaagd groen toepasbaar. Door het grote contactoppervlak is deze voorziening ook geschikt voor grondsoorten met lagere doorlatendheden. Langdurige inundatie moet vermeden worden in verband met de beplanting en bodemfauna. Enerzijds wordt dit voorkomen door een maximale peilstijging te hanteren van 0,30 meter, anderzijds door bij te lage doorlatendheden (K-waarde < 0,5 á 1,0 m/dag) grondverbetering toe te passen. De voorziening wordt dan een infiltratiebed genoemd. Bij lage grondwaterstanden zijn geen extra maatregelen nodig. Bij hoge grondwaterstanden dient het drainagesysteem berekend te zijn op de extra belasting.

Infiltratiegreppel

Dit is oppervlakte-infiltratie met behulp van een bovengrondse berging. De bovengrondse berging heeft afhankelijk van de benodigde berging een breedte van 3,0 tot 4,0 meter en een diepte van 0,30 meter. Het bergend vermogen per strekkende meter voorziening is dan gelijk aan $1,0 \text{ m}^2$. Het hemelwater wordt via een molgootje in de bovengrondse berging geleid. Het talud van de berging is flauw en bedekt met gras.

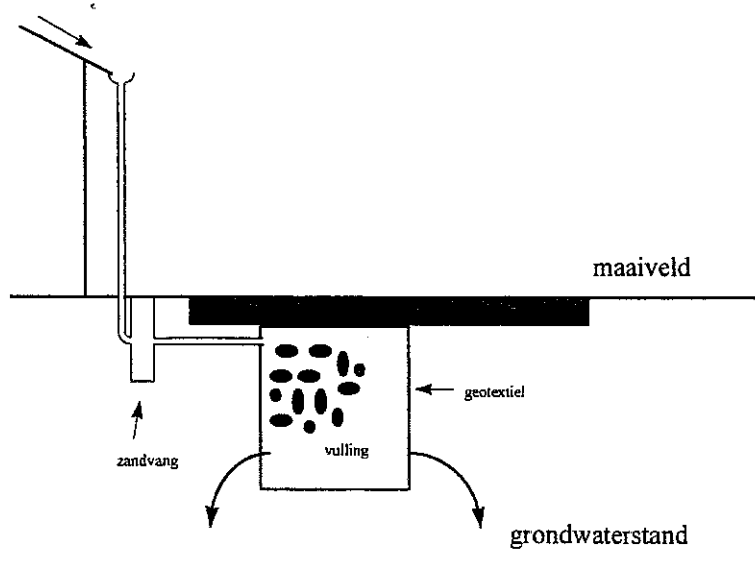
Een bovengrondse berging vraagt een aanzienlijk ruimtebeslag. Het is echter wel zo dat de totale lengte van de voorziening door de toepassing van de bovengrondse berging aanzienlijk afneemt ten opzichte van bijvoorbeeld een infiltratiesleuf. Een tweede voordeel is dat het water via een humuslaag in de bodem infiltreert. Deze humuslaag heeft een filterende en zuiverende werking. Een schematische weergave van deze methode is gegeven in Figuur 10.



Figuur 10 Schematische weergave van oppervlakte-infiltratie met behulp van een bovengrondse berging

Infiltratiesleuf

Dit is een langgerekte ondergrondse infiltratievoorziening. Er zijn hiervoor meerdere systemen toepasbaar, zoals lekke rioolbuizen, drainboxen en grindkoffers. Het hemelwater wordt met een regenpijp via een voorgeschakelde zandvang direct in de ondergrondse voorziening ingevoerd. Een schematische weergave van deze methode is gegeven in Figuur 11

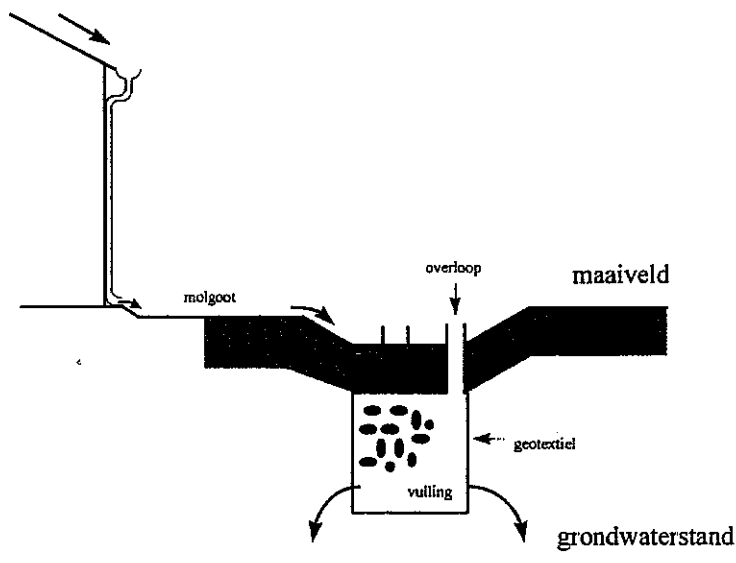


Figuur 11 Schematische weergave van infiltratie met behulp van een infiltratiesleuf

Kenmerkend voor ondergrondse infiltratievoorzieningen is dat deze een open wandstructuur hebben, waardoor het hemelwater kan wegstromen naar de omringende bodem. Verder zijn de voorzieningen omwikkeld zijn met een geotextiel, dat ervoor zorgt dat fijne zanddeeltjes niet de voorziening in kunnen stromen. De bergende werking van de voorziening blijft hierdoor gewaarborgd. Het geotextiel heeft daarnaast nog een reinigende werking op het infiltrerend water, doordat het geotextiel de neiging heeft verontreinigingen aan zich te hechten.

Combinatie: een infiltratiesleuf met bovengrondse berging

De bovengrondse berging heeft een breedte van 2,0 tot 3,0 meter en een diepte van 0,35 meter. Voor de grindkoffer is een dwarsprofiel aangenomen van 0,6 bij 0,5 meter. Het hemelwater wordt via een molgootje bovengronds naar de voorziening geleid. Vandaar infiltreert het direct naar de ondergrond of naar de grindkoffer. Bij overbelasting van de bovengrondse berging wordt de ondergrondse berging aangesproken via een overloop. Deze voorziening wordt in Duitsland het Mulden-Rigolen systeem genoemd. In Enschede heeft een dergelijke combinatie geleid tot het Wadi systeem. Een schematische weergave is gegeven in Figuur 12.



Figuur 12 Schematische weergave van infiltratiesleuf met bovengrondse berging

Optimale benutting van het gekozen systeem

De beschreven infiltratievoorzieningen kunnen hydraulisch door middel van riolen en/of drains worden gekoppeld om de infiltratiecapaciteit in alle voorzieningen gelijkmatig te benutten. Deze koppeling kan worden uitgebreid tot een noodvoorziening om een versnelde afvoer te bewerkstelligen bij overbelasting. De koppeling functioneert dan als een verzamelleiding met een gecontroleerd lozingspunt. Dit kan op open water plaatsvinden maar eveneens op de riolering. Dit leidt tot een rioolstelsel met beperkte afvoer van neerslag. Uitgevoerd met een drainagevoorziening kunnen de voorzieningen opgenomen worden in het totale ont- en afwateringsconcept.

BIJLAGE 4 DRAINAGEPLAN

Handwritten text and markings along the right edge of the page, including a large, stylized character resembling '2' or '3' and other illegible scribbles.