

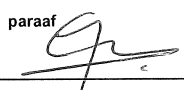
Gemeente Deventer

Uitwerking waterhuishouding Spijkvoorderenk

**Witteveen+Bos
van Twickelostraat 2
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
telefax 0570 69 73 44**

Uitwerking waterhuishouding Spijkvoorderenk

referentie DV737-11/bote/002	projectcode DV737-11	status definitief
projectleider ir. J.D. Klein	projectdirecteur prof.dr.ir. F.H.L.R. Clemens	datum 29 januari 2010

autorisatie goedgekeurd	naam Ir. J.D. Klein	paraaf 
-----------------------------------	-------------------------------	--

Witteveen+Bos
van Twickelostraat 2
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
telefax 0570 69 73 44



Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001

© Witteveen+Bos

Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

INHOUDSOPGAVE	blz.
1 INLEIDING	1
2 HUIDIGE SITUATIE	2
2.1 Bodemopbouw	2
2.2 Grondwater	2
2.3 Oppervlaktewater	4
3 TOEKOMSTIGE SITUATIE	5
3.1 Algemeen	5
3.2 Toekomstige maaiveldhoogte	6
3.3 Benodigde waterberging	6
3.3.1 Waterberging	6
3.3.2 Infiltratie op eigen terrein	7
3.3.3 Infiltratie in openbare voorzieningen	7
3.4 Hemelwaterafvoer en berging	7
3.4.1 Wijze van hemelwaterafvoer	7
3.4.2 Beschikbare berging en infiltratie in plan Spijkvoorderenk	9
3.5 Indicatie investeringskostenkosten	10
3.6 Afwatering	11
3.7 Advies	11
4 REFERENTIES	12
laatste bladzijde	12
bijlagen	aantal bladzijden
I Mogelijke bergingsvoorzieningen Spijkvoorderenk	2
II Investeringskosten per voorziening	1

1 INLEIDING

Voor de uitbreiding Spijkvoorderenk te Deventer zijn in 2001 een eerste uitwerking van de waterhuishouding en in 2008 een globaal waterhuishoudingsplan opgesteld [ref. 1 en 2]. In het oorspronkelijke plan uit 2001 zou een deel van het gebied via een verbeterd gescheiden stelsel afwateren en een deel via molgoten en greppels naar een wadi in het noorden en naar een infiltratierool in het zuiden. De stedenbouwkundige opzet is inmiddels gewijzigd en meer gedetailleerd dan in de eerdere waterhuishoudingsplannen. Een verbeterd gescheiden stelsel past niet meer binnen het huidige inzicht van het waterschap. Voor het in 2008 voorgestelde wadisysteem is niet overal voldoende ruimte beschikbaar binnen het plan. In dit rapport wordt daarom een nieuw waterhuishoudingsplan op hoofdlijnen opgesteld. Er zullen verschillende alternatieven voor de afwatering en waterberging worden aangegeven. De alternatieven zullen op de volgende punten vergeleken worden:

- onderhoudsaspecten;
- inpasbaarheid;
- risico's;
- kosten.

leeswijzer

De belangrijkste gegevens uit voorgaande onderzoeken ten aanzien van de bodemopbouw, geohydrologie, grondwater en oppervlaktewater in het plangebied Spijkvoorderenk worden weergegeven in hoofdstuk 2 aangevuld met de recente gegevens en uitgangspunten. In het derde hoofdstuk worden verschillende alternatieven beschreven en advies gegeven voor de invulling van de toekomstige waterhuishouding. Daarbij is ook een indicatie van de investeringskosten gegeven.

2 HUIDIGE SITUATIE

De Spijkvoorderenk is gelegen ten oosten van de wijk 't Fetlaer en omvat ongeveer 25 hectare. De maaiveldhoogte varieert van NAP +5,9 meter in de zuidwestpunt tot NAP +6,5 meter in het noordoosten met uitschieters tot NAP +7,0 meter in het oosten.

2.1 Bodemopbouw

Volgens de bodemkaart van Nederland komen voornamelijk lemige, leemarme en zwaklemige veldpodzolgronden (Hn23 en Hn21) en lemige beekerdgronden (Zg23) voor. Ten zuiden van het gebied komen hogere gelegen zwarte enkeerdgronden gelegen op dekzandruggen voor. Uit veldonderzoek in 1994 en 2001 door Witteveen+Bos volgt dat de ondiepe bodem (tot 2 m diepte) bestaat uit fijn zand met enkele klei en leemlaagjes.

tabel 2.1. Geohydrologische opbouw

pakket	diepte m (t.o.v. NAP)	geologische formaties	geohydrologische parameter*
eerste watervoerend pakket	circa +6 tot -3	Twente en Kreftenheye	kD=300 m ² /d
scheidende laag (kan plaatselijk ontbreken)	circa -3 tot -5	Eem	c=10 tot 500 d
tweede watervoerend pakket	circa -5 tot -35	Kreftenheye	k=2.000 m ² /d
geohydrologische basis	circa -35 tot -75	Drenthe	c> 10.000 d

* c= weerstand verticale grondwaterstroming en kD= doorlaatvermogen

Voor Spijkvoorderenk is een matige doorlatendheid van 0,44 tot 1,47 m/dag afgeleid uit omgekeerde hooghoudmetingen. Voor de eventuele toepassing van infiltratievoorzieningen zal gerekend worden met een doorlatendheid van 0,5 m/dag.

2.2 Grondwater

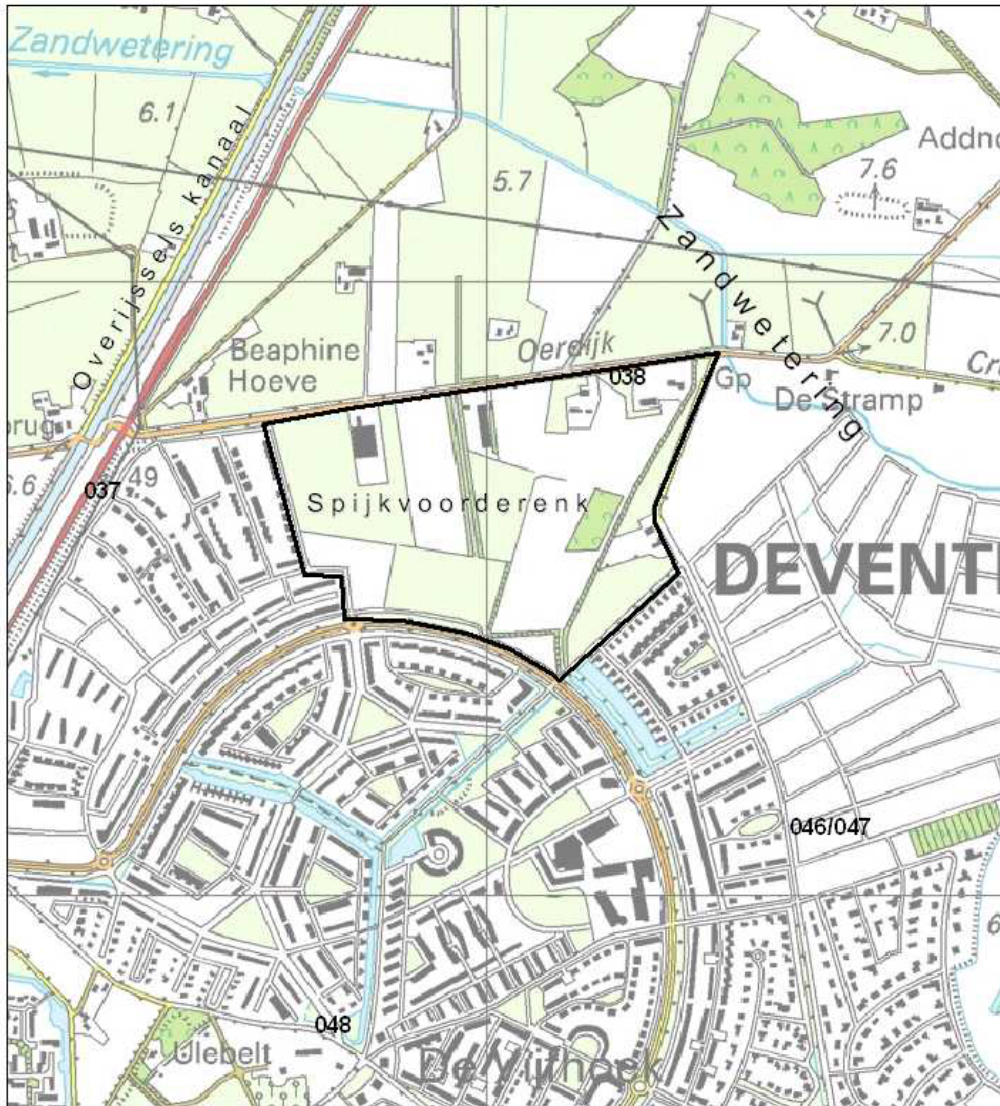
Volgens de bodemkaart worden ter plaatse van de veldpodzolgronden grondwatertrappen V en VI aangetroffen (tabel 2.2). Ter plaatse van de beekerdgronden in het oosten van de Spijkvoorderenk komt grondwatertrap III voor. De grondwaterstroming in Spijkvoorderenk is noordwestelijk gericht.

tabel 2.2. Grondwatertrappen

grondwatertrap	III	V	VI
GHG cm-mv	<40	<40	40-80
GLG cm-mv	80-120	>120	>120

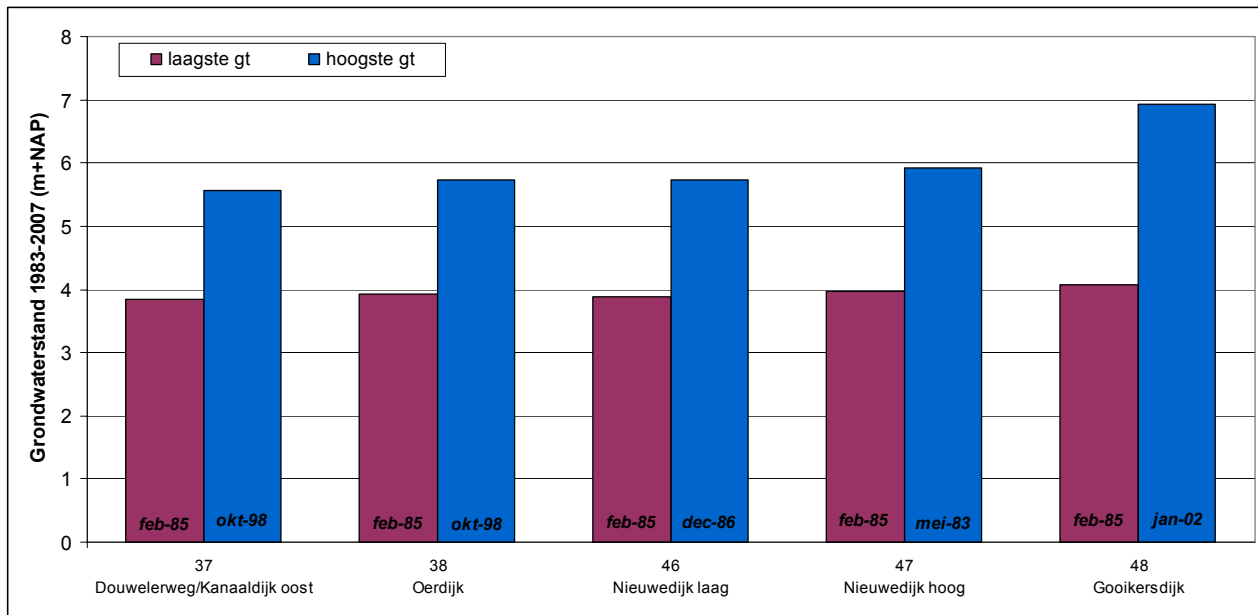
In de gemeentelijke peilbuizen in de buurt van Spijkvoorderenk is de grondwaterstand gemeten in de periode 1983-2007, zie afbeelding 2.1.

afbeelding 2.1. Ligging Spijkvoorderenk en de peilbuizen



In afbeelding 2.2 zijn de hoogste en laagste grondwaterstanden over deze periode gegeven. De laagste grondwaterstanden in de drie putten verschillen niet veel van elkaar. Langs de Gooikersdijk, ten zuiden van het plangebied, zijn de hoogste grondwaterstanden hoger (meer dan 100 cm) dan langs het Overijssels kanaal en langs de Oerdijk in het studiegebied. De hoogst waargenomen grondwaterstand blijkt sinds 2001 alleen veranderd in peilbuis 48 (Gooikersdijk) van NAP +6,75 meter (1998) naar NAP +6,93 meter (2002). In de putten 36 en 37 is in de afgelopen 25 jaar slechts zeven keer een hogere grondwaterstand dan 5,50 m waargenomen.

afbeelding 2.2. Hoogste en laagste grondwaterstanden ten opzichte van NAP in periode 1983-2007 in de omgeving van Spijkvoorderenk



In de studie ‘Hydrologisch onderzoek Linderveld’ is met behulp van MODFLOW de grondwaterhuishouding van een groter gebied rond de Vijfhoek in kaart gebracht. De berekende grondwaterstanden in ‘t Fetlaer/Spijkvoorderenk lopen van NAP +5 meter langs het Overijssels Kanaal tot NAP +5,25 meter in het oostelijk deel [ref. 3]. Deze waarden komen goed overeen met de grondwaterstanden uit de gemeentelijke peilbuizen. In die studie is ook het effect van het uitbaggeren van het Overijssels Kanaal op de lokale grondwaterstanden onderzocht. Dit is gedaan voor een deel van het Overijssels Kanaal dat ten noorden van de Vijfhoek ligt. Daar wordt een verhoging van de grondwaterstand van 10 cm nabij het kanaal en van 5 cm op 500 m vanaf het kanaal voorspeld. De verwachting is dat ook in Spijkvoorderenk het effect in dezelfde orde van grootte zal liggen.

2.3 Oppervlaktewater

In de huidige situatie watert Spijkvoorderenk af richting de Zandwetering [ref. 2 en 3], zie afbeelding 2.1. Het theoretische zomerpeil in de Zandwetering is NAP +5,70 meter in het oosten en NAP +5,0 meter in het westen. Ter hoogte van Spijkvoorderenk is het theoretische zomerpeil NAP +5,0 meter. Het oppervlaktewaterpeil in Spijkvoorderenk ligt op NAP +5,1 tot + 5,2 meter. Ten westen van Spijkvoorderenk ligt het Overijssels kanaal. Het zomer en winterpeil ligt hier op NAP +5,80 meter.

3 TOEKOMSTIGE SITUATIE

3.1 Algemeen

Het plangebied Spijkvoorderenk is in de huidige situatie in gebruik door de landbouw. Het gebied zal ingericht worden als woongebied met voorzieningen. In het oostelijke deel van het gebied (3,7 ha) blijft de huidige inrichting gehandhaafd. Het gebied is opgedeeld in drie delen met een verschillende stedenbouwkundige opzet (zie afbeelding 3.1):

- West: in het westelijke deel zullen deels twee onder een kap woningen en deels dichte bebouwing gerealiseerd worden, evenals een school;
- Zuid: Het zuidelijke deel bestaat uit dichte bebouwing en een appartementencomplex;
- Centraal: Het centrale deel is ruim van opzet. Er zal een zorgcomplex worden gerealiseerd evenals vrijstaande woningen en een speel- en sportvoorziening.

In tabel 3.1 zijn de verschillende oppervlakken aangegeven. Door de ontwikkeling van Spijkvoorderenk zal het percentage verhard oppervlak in het gebied toenemen, zie afbeelding 2.1. Voor het centrale deel is 10% extra verhard oppervlak gerekend voor opritten en dergelijke.

tabel 3.1. overzicht toekomstige oppervlakken per deelgebied

toekomstige situatie	west	zuid	centraal	totaal
bebouwing	13.400	4.400	12.000	29.800
wegen en trottoirs	18.800	5.200	21.000	45.000
onverhard	44.500	11.500	78.200	134.200
totaal	76.700	21.100	111.200	209.000

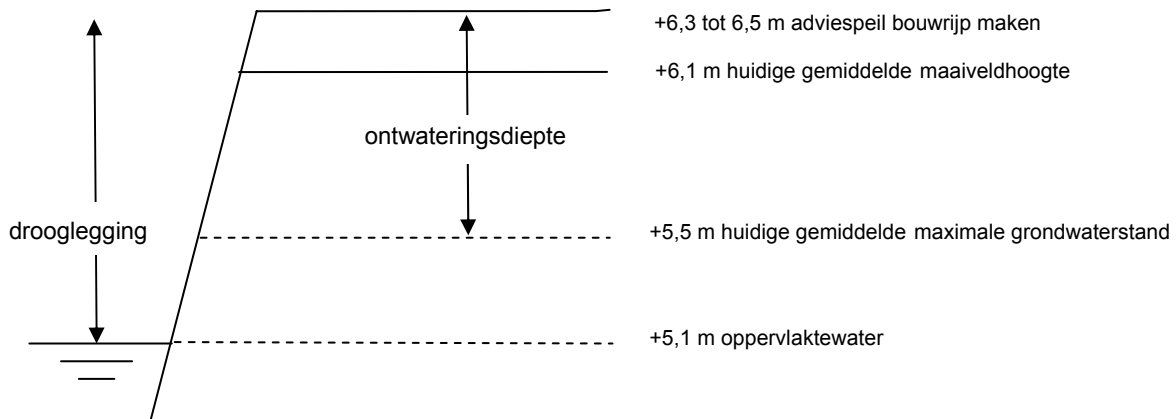
afbeelding 3.1. Overzichtskaart toekomstige situatie Spijkvoorderenk



3.2 Toekomstige maaiveldhoogte

Om grondwateroverlast in de toekomst te voorkomen geldt voor de aanleg van wegen een ontwateringseis van 0,8 meter beneden het wegpeil. De ontwateringsdiepte is het verschil tussen de maximale grondwaterstand en de maaiveldhoogte, zie afbeelding 3.2. Over het algemeen wordt geëist dat de grondwaterstand maximaal eenmaal per jaar de ontwateringsdiepte bereikt. Het wegpeil wordt zodoende geadviseerd op NAP +6,3 meter. Het vloerpeil van woningen met kruipruimte wordt bij voorkeur 20 cm boven het wegpeil aangelegd (NAP +6,5 meter). De huidige maaiveldhoogte varieert van ongeveer NAP +5,9 meter in het zuidwesten tot NAP +6,5 meter in het noorden en noordoosten van het gebied met enkele uitschieters naar NAP +7,0 meter.

afbeelding 3.2. Schematische weergave grondwaterstand, oppervlaktewaterpeil en draindieptes



Wij adviseren het huidige maaiveld ter plaatse van toekomstige woningen en wegen waar nodig op te hogen tot NAP +6,3 tot +6,5 meter. Voor groenstroken en tuinen is een maaiveldniveau van NAP +6,0 meter voldoende. Vrijkomende grond uit wegcunetten en wadi's kan daarvoor gebruikt worden.

3.3 Benodigde waterberging

3.3.1 Waterberging

Omdat de huidige landbouwgrond wordt omgevormd tot woningbouw neemt het percentage verhard oppervlak toe. Berging moet gerealiseerd worden om de neerslag die op het verharde oppervlak valt op te kunnen vangen. 100% Van het verhard oppervlak zal worden afgekoppeld om te voldoen aan de huidige uitgangspunten van Waterschap Groot Salland. De benodigde waterberging is indicatief berekend met een standaardbui met een herhalingsstijd van 2, 10 en ook van 100 jaar. Bij de indicatieve berekening is uitgegaan van:

- een initiële berging van 2 mm;
- 10% extra neerslag als gevolg klimaatverandering;
- afvoer uit het plangebied 1,1 l/s/ha;

In tabel 3.2 zijn de benodigde hoeveelheden waterberging aangegeven per deelgebied. Hierbij is de infiltratie die plaats vindt in de aan te leggen voorzieningen nog niet meegenomen. Dit komt in de volgende paragrafen aan de orde.

tabel 3.2. Overzicht benodigde waterberging per deelgebied (m³)

	verhard	totaal	T=2 jaar	T=10 jaar	T=100 jaar
west	32.200	76.700	765	1.325	2.040
zuid	9.600	21.100	230	400	650
centraal	33.000	111.200	740	1.280	1.960
totaal	74.800	209.000	1.735	3.005	4.650

3.3.2 Infiltratie op eigen terrein

In het nieuwe GRP 2010-2015 van de gemeente is als beleid opgenomen dat er bij nieuwbouw 10 mm neerslag op het eigen terrein geborgen moet worden in een infiltratievoorziening. Vanwege de lastige inpasbaarheid bij dichte bebouwing wordt voorgeschreven dat hier de achterzijde van de woning afvoert op een infiltratievoorziening van 20 mm. Zodoende hoeft geen aansluiting op de riolering gerealiseerd te worden. De voorzijde van rijenbebouwing voert af naar de straat.

In tabel 3.3 is weergegeven wat de benodigde berging in particuliere infiltratievoorzieningen is. In totaal moet circa 300 m³ infiltratievoorziening op eigen terrein uitgevoerd worden.

tabel 3.3. Overzicht benodigde infiltratie voorzieningen op eigen terrein (m³)

	rijenbebouwing (m ²)	infiltratievoorziening achterkant 20mm (m ³)	overige bebouwing (m ²)	infiltratievoorziening 10 mm (m ³)	totaal (m ³)
west	9.745	97,5	3.655	36,6	134
zuid	2.255	22,6	2.145	21,5	44
centraal	-	-	12.000	120	120
totaal	12.000	120	17.800	178	298

In de contracten met aannemers en andere partijen en in de koopcontracten moet de particuliere infiltratievoorziening opgenomen worden. Om dichtslibben van de voorzieningen te voorkomen, is de toepassing van een bijvoorbeeld bladvang nodig. Voorlichting aan de (toekomstige) bewoners over het beheer en onderhoud van de voorzieningen is van belang om de werking ook op langere termijn te behouden.

3.3.3 Infiltratie in openbare voorzieningen

Naast de verplichte infiltratie op eigen terrein zijn aanvullende voorzieningen op openbaar terrein nodig om voldoende waterberging te realiseren. In deze voorzieningen vindt ook infiltratie plaats. Uitgaande van een doorlatendheid van 0,5 m/dag (paragraaf 2.1) en het in tabel 3.4 genoemde infiltratie oppervlak is nog 3.390 m³ waterberging nodig in openbare bergingsvoorzieningen.

tabel 3.4. Overzicht benodigde waterberging inclusief infiltratie per deelgebied (m³)

deelgebied	geschat infiltratie- oppervlak (m ²)	T=2 jr (m ³)	T=10 jr (m ³)	T=100 jr (m ³)	berging in particuliere infiltratie (m ³)	totaal benodigde berging in openbare voorzienin- gen (m ³)
west	2.000	530	985	1.550	134	1.415
zuid	500	165	305	475	44	430
centraal	1.200	595	1.070	1.665	120	1.545
totaal		1.290	2.360	3.690	298	3.390

3.4 Hemelwaterafvoer en berging

3.4.1 Wijze van hemelwaterafvoer

Er zijn verschillende mogelijkheden voor berging en infiltratie in het plangebied. In bijlage I worden enkele alternatieven voor de hemelwaterafvoer en hun voor- en nadelen aangegeven. De afvoer van het hemelwater van de achterkant van woning is een aandachtspunt, maar zal hier aangesloten worden op particuliere infiltratievoorzieningen. Het hemelwater van de voorkant van de woningen moet zoveel mogelijk oppervlakkig afgevoerd worden om verkeerde rioolaansluitingen te voorkomen.

Infiltratie en berging van hemelwater kan op vele manieren plaatsvinden. Naast berging in open water behoren onder andere berging en infiltratie in wadi's en in ondergrondse bergingsvoorzieningen en doorlatende verharding tot de mogelijkheden. Ook zouden eventueel openbare groenvoorzieningen ge-

bruikt kunnen worden als infiltratieveld. Hieronder zijn de voor- en nadelen van verschillende bergings- en infiltratievoorzieningen in het gebied weergegeven in tabel 3.5. In bijlage I is een beschrijving van deze voorzieningen gegeven.

tabel 3.5. Overzicht bergings- en infiltratievoorzieningen

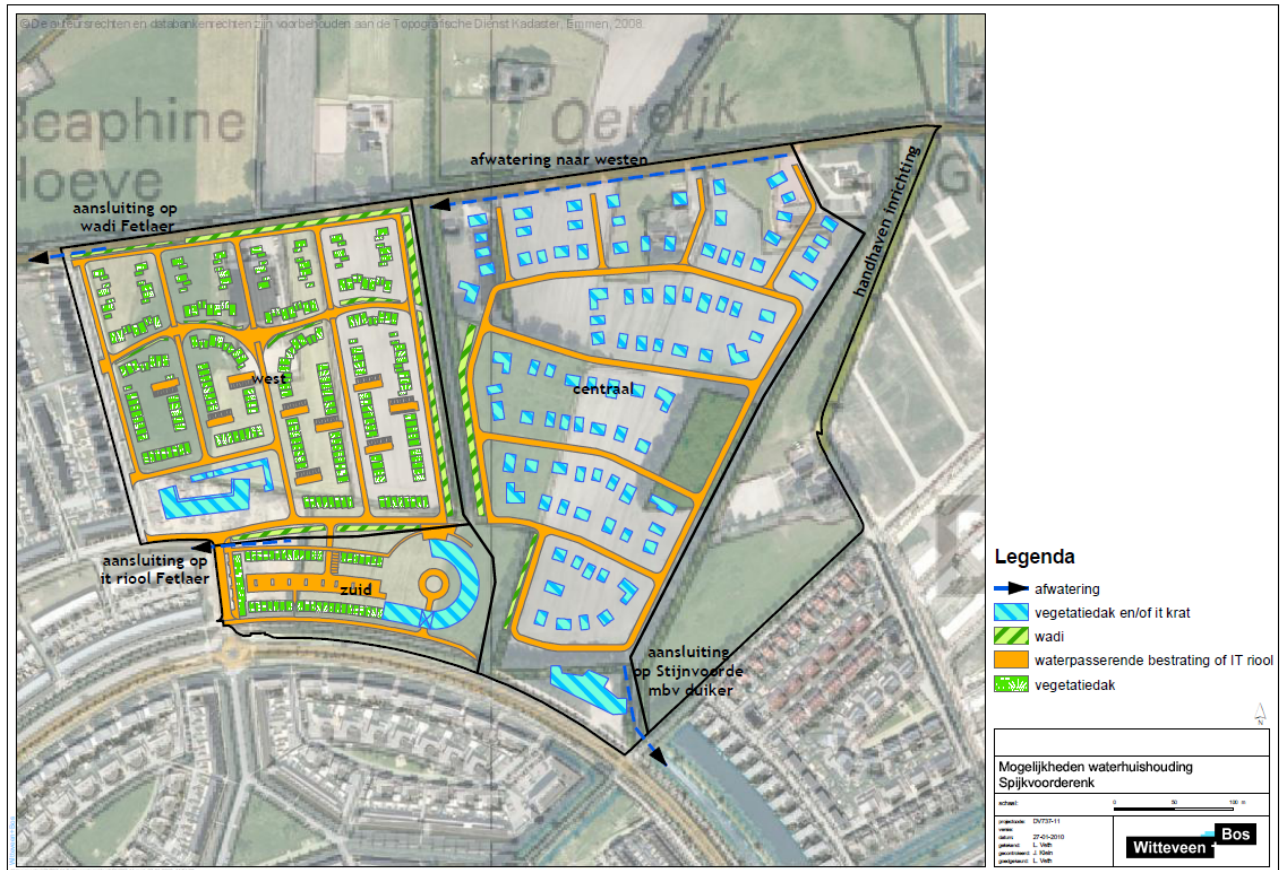
voorzieningen	voordelen	nadelen
ondergronds infiltreren (onder andere infiltratierool, infiltratiekragen, ...)	<ul style="list-style-type: none"> - minder ruimtebeslag bovengronds - zuivering door bodempassage - mogelijk op eigen terrein 	<ul style="list-style-type: none"> - niet zichtbaar in verband met beleving, maar ook in verband met instromen van verontreinigingen - extra leidingen - voldoende gronddekking - aanleg boven GHG - voldoende drooglegging en doorlatendheid van de bodem benodigd - op termijn (langer dan 20 jaar) mogelijke bodemverontreiniging
waterpasserende bestrating	<ul style="list-style-type: none"> - weinig extra ruimte nodig - zuivering door bodempassage 	<ul style="list-style-type: none"> - aandacht voor kabels en leidingen - beperkte keuze in verhardingsmaterialen - aandacht voor onkruidbestrijding - aandacht voor de aanlegfase
vegetatiedak (extensief, intensief, daktuin met bomen en struiken)	<ul style="list-style-type: none"> - bijdrage klimaatbeheersing binnen gebouw en aan de luchtkwaliteit - reduceren van het jaarlijkse overstortvolume - vergroten leefbaarheid - langere levensduur daken 	<ul style="list-style-type: none"> - voor de intensieve en daktuin versie is een zwaardere dakconstructie nodig en onderhoud, maar tegenwoordig bestaan zijn er ook al ervaringen met lichte dakconstructies - beperkingen aan vormgeving woningen - voor het ontwerp en de aanleg is een specialist nodig
infiltratievoorziening in groenstroken (wadi's, etc)	<ul style="list-style-type: none"> - goed zichtbaar en veel beleving - groen in de wijk - toepasbaar bij matige doorlatendheid - ook drainerende werking in natte tijden - zuivering door bodempassage 	<ul style="list-style-type: none"> - ruimte beslag bovengronds - op termijn (langer dan 20 jaar) mogelijke bodemverontreiniging
open water	<ul style="list-style-type: none"> - goed zichtbaar en veel beleving 	<ul style="list-style-type: none"> - ruimte beslag bovengronds - aansluiten op bestaand watersysteem tbv waterkwaliteit
(verbeterd) gescheiden stelsel en berging elders	<ul style="list-style-type: none"> - geen ruimtebeslag 	<ul style="list-style-type: none"> - bergingslocatie elders zoeken - transport hemelwater naar RWZI



3.4.2 Beschikbare berging en infiltratie in plan Spijkvoorderenk

Naast de vereiste particuliere infiltratie moeten er aanvullende voorzieningen in het openbaar gebied aangelegd worden. In afbeelding 3.3 is voor de wijk Spijkvoorderenk aangegeven wat de mogelijkheden zijn voor hemelwaterberging en afvoer. In tabel 3.6 is de beschikbare waterberging weergegeven.

afbeelding 3.3. Overzicht beschikbare berging en infiltratie Spijkvoorderenk



tabel 3.6. Overzicht beschikbare waterberging Spijkvoorderenk

west	berging m ³
ondergronds infiltreren- IT riool (overloop 1x2jaar, l = 1900 m, diameter 400 mm, dak oppervlak 8000 m ²)	240
waterpasserende bestrating (lengte 1900 m, breedte 5m (excl trottoirs), 9500 m ²)	1.330
infiltratievoorziening in groenstroken (wadi) (l=750 m, 2800 m ²)	380
vegetatiedaken	
<i>school</i>	18
<i>woningen</i>	116
zuid	berging m3
ondergronds infiltreren- IT riool (overloop 1x2jaar, l = 600 m, diameter 400 mm, dak oppervlak 2500 m ²)	75
waterpasserende bestrating (lengte 600 m, breedte 5m (excl trottoirs), 3000 m ²)	420
infiltratievoorziening in groenstroken (wadi) (l=150 m, 650 m ²)	100
vegetatiedaken woningen	45
centraal	berging m3
ondergronds infiltreren- IT riool (overloop 1x2jaar, l = 2000 m, diameter 400 mm, dak oppervlak 7500 m ²)	225

west	berging m ³
waterpasserende bestrating (lengte 2000 m, breedte 5m (excl trottoirs), 10.000 m ²)	1.400
infiltratievoorziening in groenstroken (wadi) (l=250 m, 1050 m ²)	165
vegetatiedaken	
zorgcentrum	13
woningen	107

* unit 600x600x1200 mm

Op basis van tabel 3.6 zijn er een aantal opties mogelijk om de waterhuishouding voor Spijkvoorderenk in te richten, naast de verplichte particuliere infiltratie, zie tabel 3.7. Deze opties zijn:

1. een combinatie van infiltratie, riolering, waterpasserende bestrating en wadi's in groenstroken;
2. waterpasserende bestrating;
3. waterpasserende bestrating met overloop naar wadi's in de groenstroken (eventueel worden wegen en daken nabij de wadi rechtstreeks op de wadi afgevoerd, zodat er minder waterpasserende verharding nodig is).

tabel 3.7. Opties hemelwaterafvoersysteem

deelgebied	optie	Infiltratieriolering (m ³)	waterpasserende bestrating (m ³)	wadi's in de groenstroken (m ³)	totaal berging (m ³)	berging benodigd (m ³)
west	1	240	795	380	1.415	1.415
	2	-	1.330	-	1.330	1.415
	3	-	1.035	380	1.415	1.415
zuid	1	75	255	100	430	430
	2	-	420	-	420	430
	3	-	330	100	430	430
centraal	1	225	1.155	165	1.545	1.545
	2	-	1.400	-	1.400	1.545
	3	-	1.380	165	1.545	1.545

De toepassing van vegetatiedaken is optioneel voor alle opties. De overige voorzieningen zullen door de toepassing van vegetatiedaken kleiner worden gedimensioneerd. Voor de toepassing van wadi's is weinig ruimte in het plan. De toepassing van infiltratieriolering biedt niet voldoende waterberging, ook niet in combinatie wadi's. Om voldoende waterberging te realiseren zou een combinatie van infiltratieriolering, waterpasserende bestrating en wadi's in groenstroken (optie 1) in voldoende waterberging voorzien. Echter in het kader van beheer en onderhoud is deze optie (met gebruik van meerdere systemen) niet gewenst. De toepassing van waterpasserende bestrating biedt in de meeste gevallen net niet voldoende berging, maar in combinatie met wadi's (optie 3) wordt hierin voldoende voorzien.

3.5 Indicatie investeringskostenkosten

In tabel 3.8 zijn voor de verschillende opties per deelgebied de investeringskosten globaal ingeschat. Deze kosten zijn exclusief BTW, algemene kosten, uitvoeringskosten, en beheer -en onderhoudskosten en inclusief vtu (voorbereiding toezicht en uitvoering), grondverzet, arbeidsuren. Deze kosten zijn indicatief en kunnen verschillen per locatie door de bodemopbouw, gebruik van andere materialen, etc. De kostenraming is gebaseerd op de eenheidsprijzen van Rioned en de afdeling bouwkosten, zie bijlage II. Deze kosten zijn exclusief de reguliere bestratingkosten. Het toepassen van infiltratieriolering kost circa EUR 117/m. De extra kosten van waterpasserende bestrating ten opzichte van reguliere bestrating is circa EUR 35/m (uitgaande van een 5 m brede weg exclusief trottoirs). De aanlegkosten van een 4 meter brede wadi zijn circa EUR159/m, inclusief zand, grind, filterdoek, drain en arbeid.

Vanwege beheer, onderhoud en de aanwezige waterberging wordt optie 3 (waterpasserende bestrating met overloop naar wadi's in de groenstroken) geadviseerd (paragraaf 3.4). De investeringskosten voor

dit alternatief zijn in totaal EUR 588.450 voor het hele plangebied. Voor de verschillende deelgebieden bedraagt de investering dan circa EUR 140 tot 207 per m³ berging.

tabel 3.8. Globale investeringskosten per deelgebied (excl bestratingskosten)

deelgebied	infiltratie-riolering (EUR)	waterpasserende bestrating (EUR)	wadi's in de groenstroken (EUR)	particuliere infiltratie-units (EUR)	totaal (EUR)	EUR/m ³ berging
west	-	51.750	120.000	120.600	292.350	207
zuid	-	16.500	24.000	39.600	80.100	186
centraal	-	69.000	39.000	108.000	216.000	140
totaal optie 3	-	137.250	183.000	268.200	588.450	174

3.6 Afwatering

De afwatering van het gebied vindt plaats in drie richtingen, zie afbeelding 3.3. Deelgebied centraal wtert deels af richting de wadi langs de Oerdijk en voor het overige deel naar de singel van de oostelijk gelegen wijk. Een duiker onder de Vijfhoeksweg door is nodig om deze afvoer mogelijk te maken. Deze duiker moet 20 meter lang en met een diameter van 400 meter uitgevoerd worden (afvoer 1,5 l/s/ha).

3.7 Advies

De berging van het hemelwater tijdens een extreme bui (T=100 jaar) is van belang voor een robuust watersysteem. Voor het plangebied biedt naast de verplichte particuliere infiltratie de combinatie van infiltratieriolering en wadi's niet voldoende berging. In het kader van beheer en onderhoud en kosten is het gebruik van meerdere systemen niet gewenst, zoals de combinatie van infiltratieriolering, waterpasserende bestrating en wadi's. Er wordt hier dan ook geadviseerd om een systeem aan te leggen van waterpasserende bestrating met overloop naar wadi's in groenstroken en de vereiste particuliere infiltratie-units. In de fundering van de waterpasserende bestrating kan een drain aangelegd worden voor de afvoer naar de wadi's.

De woningen zullen waar mogelijk bovengronds aangesloten worden op de hemelwatervoorzieningen. De achterkant van woning is een aandachtspunt, maar zal hier aangesloten worden op particuliere infiltratievoorzieningen.

In de contracten met aannemers en andere partijen en in de koopcontracten moet de particuliere infiltratievoorzieningen opgenomen worden. Voorlichting over de particuliere en openbare infiltratievoorzieningen aan (toekomstige bewoners) is gewenst.

4 REFERENTIES

1. W+B (november 2008), Waterhuishouding Spijkvoorderenk.
2. W+B (2001), Technische uitwerking waterplan Fetlaer/Spijkvoorderenk i.o.v. Apeldoornse Ontwikkelings Maatschappij.
3. Rioned, Leidraad riolering.

BIJLAGE I Mogelijke bergingsvoorzieningen Spijkvoorderenk

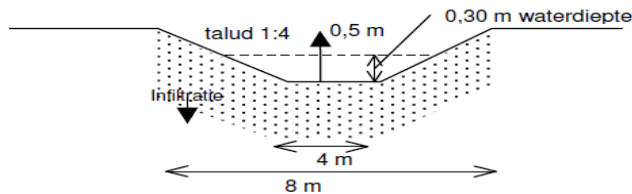
MOGELIJKE BERGINGSVOORZIENINGEN SPIJKVOORDERENK

Onderstaand zijn de kansrijke mogelijkheden voor hemelwaterafvoer en berging in de wijk Spijkvoorderenk aangegeven.

aanleg van wadi's in groenstroken

Wadi's zijn toepasbaar in de groenstroken in de wijk en ten noorden van het gebied langs de Oerdijk, zie afbeelding I.1. Aansluiting kan plaatsvinden op de bestaande wadi van de wijk het Fetlaer.

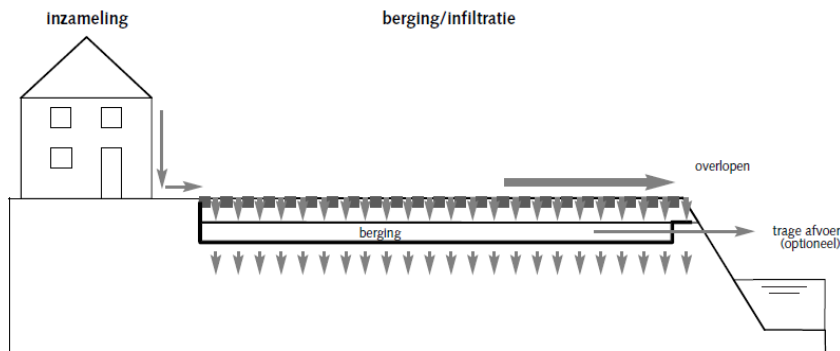
afbeelding I.1. Schematische dwarsdoorsnede wadi



waterpasserende bestrating

De straten in de wijk kunnen uitgevoerd worden met waterpasserende bestrating, zie afbeelding I.2. In de poriën van de fundering van de weg is het mogelijk om circa $0,14 \text{ m}^3$ water te bergen per vierkante meter. Vanuit de fundering vindt geleidelijke infiltratie van water naar de ondergrond plaats. Een overloopvoorziening moet worden gerealiseerd naar bijvoorbeeld de wadi's voor het geval dat de verharding onvoldoende infiltratiecapaciteit heeft of de funderingslaag onvoldoende berging heeft.

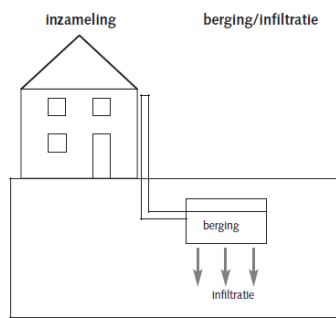
afbeelding I.2. Principe waterpasserende bestrating (bron Rioned)



infiltratie-units

In centrale deel van de wijk kunnen bij de vrijstaande woningen en bij de openbare voorzieningen (school en het zorgcentrum) infiltratie-units geplaatst worden om lokaal het hemelwater te infiltreren, zie afbeelding I.3. Eventueel kan een overloop gerealiseerd worden naar de waterpasserende bestrating of wadi's. Bij de toepassing van losstaande infiltratie-units zonder overloopvoorziening moet bij de detaillering rekening gehouden worden om schade te voorkomen.

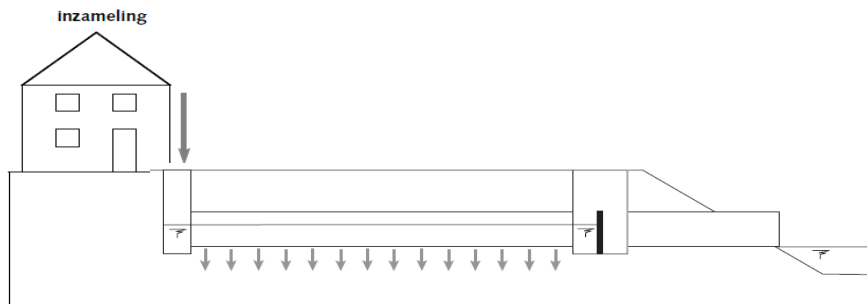
afbeelding I.3. Principe losstaande infiltratie-units (bron Rioned)



infiltratieriool

In de wijk onder de weg is het mogelijk om infiltratieriool aan te leggen om het hemelwater te kunnen infiltreren in droge tijden en afvoeren in natte tijden, zie afbeelding I.4. Voor deze optie geldt dat de berging in het infiltratieriool niet voldoende is om een extreme bui te kunnen bergen. Vaak wordt 15 mm berging als ondergrens van de voorziening aangegeven. Aanvullende voorzieningen zoals wadi's zijn daarom nodig. Een drempel overlooptrempel zorgt ervoor dat de berging in en de infiltratiecapaciteit van het riool benut wordt en voorkomt dat het riool direct leegloopt. Het riool kan horizontaal aangelegd worden en bij voorkeur boven de GHG.

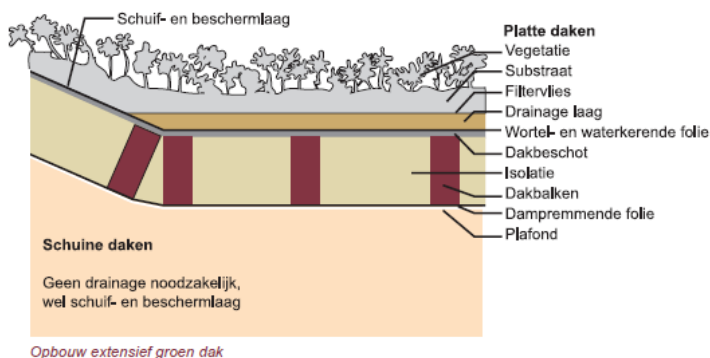
afbeelding I.4. Principe infiltratieriool (bron Rioned)



vegetatiedak

In de wijk is het mogelijk om vegetatiedaken toe te passen vooral bij bebouwing waar platte daken zijn voorzien, zie afbeelding I.5. Ongeveer 10 mm water kan worden geborgen, afhankelijk van het type vegetatiedak. Deze daken dragen bij aan een duurzame ontwikkeling van de wijk, omdat ze o.a. water bufferen, geluid dempen, isolerend werken en bijdragen aan de belevingswaarde van het stedelijk gebied.

afbeelding I.5. Principe vegetatiedak (bron Rotterdam groen van boven)



BIJLAGE II Investeringskosten per voorziening

tabel II.1. Investeringskosten aanleg voorzieningen (bron Rioned, afd. bouwkosten)

voorziening	opbouw		aanlegkosten inclusief be- strating	aanlegkosten exclusief be- strating	eenheid
infiltratierolering 400 mm be- ton	400 mm buis en aanbrengen	60			euro/m
	grondwerk sleuf	7.5			euro/m
	verharding (bestrating) en fundering + aanbrengen (5m breed)	237.5			euro/m
	diversen (zoals filterdoek, grindomstor- ting)	15			euro/m
	toeslag (factor 0,417)	x1.417			-
	totaal		453	117	euro/m
infiltratie-unit	€9/m2 aangesloten verhard oppv			9	euro/m
waterpasserende bestrating (breedte weg 5 m, exclusief trot- toirs)	verharding (bestrating) en fundering (0.3 m lava) + aanbrengen (EUR 54,5/m2)	272.5			-
	toeslag (factor 0,417)	x1.417			euro/m
	totaal		386	35	euro/m
wadi 4m breed	humus verrijkt zand, grind, filterdoek, drain en arbeid (ontgraven, aanbrengen en afwerken) en toeslag (factor 0,417)			159	euro/m wadi
Sedum-vegetatiedak	grasdak tussen €40 en €100 /m2			70	euro/m2 dak