

Bijlagen

5. Waterhuishouding

- a) Briefrapport 'bouwrijp maken bedrijventerrein Seingraaf', GeoDelft, kenmerk CO-404070/5, 25 april 2002

Gemeente Duiven
Ing. J. Smits
Postbus 6
6920 AA DUIVEN

Akte:	reg. nummer
M 13	02.1916
Gemeente Duiven inz. boek op	
28 JUN 2002	
OB	PL
Kopie:	

Datum
2002-04-25
Ons kenmerk
CO-404070/5

Onderwerp
bouwrijp maken bedrijventerrein Seingraaf

Doorkiesnummer
015 - 26 93 693
E-mail
M.P.Bontenbal
@geodelft.nl

Geachte heer Smits,

1. PROBLEEMSTELLING

De gemeente Duiven is voornemens het bedrijventerrein "Seingraaf" te ontwikkelen. Dit gebied is gelegen tussen de rivier de IJssel, de snelweg A12 en naast de voormalige stortplaats 'Westervoortsedijk' te Westervoort.

Deze voormalige stortplaats is nu een bron van verontreinigd grondwater. Het grondwater in het eerste watervoerende pakket is verontreinigd. Op zich is dit probleem goed beheersbaar. Het wordt pas een probleem op het moment dat kwelwater uit treedt. Dit zou kunnen gebeuren tijdens hoogwater in de IJssel. Hierdoor stijgt de druk van het grondwater en kan opbarsten van de deklaag plaats vinden en zal vervuild kwelwater aan de oppervlakte komen. Dit is een ongewenste situatie voor de gemeente Duiven.

Er zijn drie problemen die in dit rapport aan de orde komen:

- Een onderzoek naar het opbarsten van de deklaag. Tijdens bouw- of graafwerkzaamheden van maximaal één meter onder het nieuwe maaiveld mag geen spanningsbemaling nodig zijn. De ophoging moet dus voldoende hoog zijn om tijdens bouw- of graafwerkzaamheden geen problemen met kwelwater te krijgen. U noemde hierbij een criterium van de rivierwaterstand van 1/25 jaar, op basis van de hydraulische randvoorwaarden.
- Ten tweede wordt gevraagd hoe de grondwaterstanden en het stromingspatroon binnenwaarts, dat wil zeggen op het nieuw aan te leggen bedrijventerrein maar ook op het al bestaande bedrijventerrein, zullen veranderen ten gevolge van de aan te brengen ophoging.
- Ten derde wordt gevraagd of een drainage aan de teen van de dijk de kwelproblematiek kan verminderen. Bovendien wordt kwantitatief aangegeven wat de gevolgen zijn voor de standzekerheid van de IJsseldijk.

2 UITGANGSPUNTEN

Voor dit onderzoek zal worden uitgegaan van:

- Relevante gegevens uit het beschikbare onderzoek (uitgevoerd door IWACO, Grontmij en GeoDelft) naar de sanering van de stortplaats Westervoort.
- Oud onderzoek van Grondmechanica Delft naar de aanleg van de Pleyroute, ons kenmerk CO-251800.
- Relevante geologische en hydrogeologische kaarten en profielen, te weten blad 40 West.
- De door de gemeente Duiven beschikbaar gestelde digitale situatietekening, de maaiveldhoogtes ten opzichte van NAP, de stijghoogtes van het grondwater.
- Hydraulische randvoorwaarden 2001 – 2005, opgesteld door Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouw.
- Stijghoogtegegevens uit het TNO-peilbuizennet.

Bodemopbouw en geohydrologie

Holocene kleilaag (deklaag)

De holocene deklaag is opgebouwd uit licht tot matig zware klei. In de bovenste meters komen lagen matig lichte tot zware zavel of kleiig zand voor. Verder wordt in een aantal boringen tussen een niveau van 3,0 tot 6,0 m beneden maaiveld een veenlaag met een dikte variërend tussen circa 0,3 en 1,0 m aangetroffen. De dikte van de deklaag varieert tussen de 2,5 en 5,2m.

Eerste zandlaag

Deze zandlaag bestaat uit matig tot zeer grof, zeer kleiarm zand. De zanden zijn sterk grindhoudend. Ze vormen het eerste watervoerend pakket en behoren tot de Formatie van Kreftenheye.

Op een diepte van circa –13m onder maaiveld wordt ter plaatse van een aantal boringen een dunne klei of zavellaag aangetroffen. Vanaf dit niveau wordt het zand in het algemeen wat fijner van korrelgrootte en neemt het kleigehalte toe. De afzettingen behoren tot de Formatie van Drente

Diepere lagen

De geologie van dit gedeelte van Nederland wordt in hoofdlijnen gekenmerkt door het landijs (uit de voorlaatste IJstijd) en afzettingen van Rijn en IJssel. Geologisch gezien is het IJsseldal een opgevuld glaciaal bekken, aan weerszijden omgeven door stuwwallen (Zuidelijke Veluwe aan de noordwestzijde en het Montferland aan de oostzijde van het rivierdal). Sinds het afsmelten van het landijs is het IJsseldal met sediment opgevuld.

Vanaf een diepte van -19 à 24m onder maaiveld wordt een ongeveer 15m dikke matig tot zware zavellaag aangetroffen. Deze laag behoort tot de Formatie van Drente; hij vormt de scheiding tussen het eerste en tweede watervoerende pakket.

Vanaf ongeveer 35m diepte wordt een matig fijn tot zeer grof kleiarm zand aangetroffen. Met de diepte wordt het zand grover en neemt het percentage grind toe. Deze laag behoort tot de Formatie van Harderwijk en/of de Formatie van Tegelen; De laag vormt het tweede watervoerende pakket.

Vanaf ongeveer 45m is een dikke kleilaag aangetroffen. Deze kleilaag wordt als de onderzijdse begrenzing van het tweede watervoerende pakket beschouwd. Dieper dan deze laag is geen onderzoek uitgevoerd.

Topografische gegevens

Uit de door de gemeente Duiven aangeleverde topografische kaart is gebleken dat er kleine hoogteverschillen bestaan in het plangebied. Een gemiddelde hoogte is ongeveer 9,5m + NAP. Deze hoogte is opgenomen in de berekeningen naar opbarsten.

Randvoorwaarden

Hydraulische randvoorwaarden

Per 1 januari 2002 zijn de door Rijkswaterstaat opgestelde nieuwe hydraulische randvoorwaarden van kracht geworden. Deze zijn gebaseerd op een hogere maatgevende afvoer van de Rijn bij Lobith. De Maatgevende Afvoer bedraagt nu 16.000m/s (was 15.000m/s). Nota bene, de verwachting voor de toekomst is dat de Maatgevende Afvoer nog verder zal stijgen. Rijkswaterstaat verwacht een verhoging tot 18.000m/s in het jaar 2100. Vooralsnog is in de berekeningen hier geen rekening mee gehouden.

De hiervan afgeleide Maatgevende Waterstand ter hoogte van het aan te leggen bedrijventerrein bedraagt 13,50m +NAP. Dit is op basis van een risico van 1/1250 jaar. Er is nog geen Maatgevend Hoog Water berekend voor 1/25 jaar. Wel is een rivierwaterstand voor 1/100 jaar bekend, op basis van historische meetgegevens. Deze hoogte, beschreven in o.a. het Tienjarig Overzicht van RIZA, is nu aangehouden. Wij gaan er van uit dat dit een veilige hoogte is, vergelijkbaar met de nieuwe hoogte 1/25 jaar.

Het aangehouden Maatgevend Hoog Water voor berekeningen aan de opbarstveiligheid is 13,00m +N.A.P.

Opbarsten

De aan te houden opbarstveiligheidsfactor (N) tijdens de bouwphase is 1,1.

Standzekerheidseisen van de IJsseldijk.

De geprojecteerde ophoging van het terrein beïnvloedt de standzekerheid van de dijk niet in negatieve zin, mits er voor wordt zorggedragen dat er geen lokale instabiliteiten optreden. De ophoging moet dus gelijkmatig worden uitgevoerd.

Een ontgraving van meer dan 1m in de opgehoogde grond heeft geen significante negatieve invloed op de standzekerheid van de dijk.

3. BEREKENING OPBARSTEN

3.1 Stijghoogteberekening binnendijks

Uitgangspunten en aannames

Bij de berekening is uitgegaan van een intreepunt in het zand van de nabijgelegen oude zandwinput. Aangenomen is dat een deklaag het gehele gebied (zowel binnendijks als buitendijks) bedekt. De deklaag bestaat ook uit lutum of silt en heeft bijgevolg een kleine kD -waarde. De kD -waarde van het zand is vele malen (10^6) hoger. De ook nabijgelegen vijvers zijn hoogstwaarschijnlijk te ondiep en te veel opgevuld met bagger. Hun invloed op de intree van grondwater is dus veel geringer dan de oude zandwinput.

De afstand tussen de oude zandwinput en het plangebied is minimaal 175m. Deze afstand is ook aangehouden in de berekeningen.

De kD -waarde van het eerste watervoerende pakket is $1200\text{m}^2/\text{dag}$. Bij een dikte van 15m komt dit uit op een specifiek debiet (q) van 80 m/dag. Deze gegevens komen uit de Grondwaterkaart van Nederland, DGV-TNO, 1981 Bijlage 12.

Voor de kleilaag is een kD -waarde aangehouden van $1 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$ ($= 0.000864\text{m/d}$)

Stijghoogtes binnendijks

De berekening van de stijghoogte c.q. waterdruk binnendijks is gedaan met behulp van de leidraad bovenrivieren en een spreadsheet die in gebruik is bij GeoDelft. Uit deze berekeningen blijkt dat het zand slechts een vrij beperkte weerstand heeft. De stijghoogte binnendijks is ongeveer 2 decimeter lager dan buitendijks, dat wil zeggen 12,8m direct achter de dijk. Verder weg van de dijk neemt de stijghoogte nog licht af, maar dit gaat eerder om centimeters dan om decimeters.

Het volledige berekeningsresultaat van de stijghoogtes treft u aan in bijlage 2.

Bepaling volumegewichten

Voor de boringen die voor de voorgaande onderzoeken (Grontmij, 1993) zijn uitgevoerd, zijn geen volumegewichten bepaald. Voor het berekenen van de opbarstpotentiaal zijn deze wel nodig. Een schatting van de volumegewichten is nu gemaakt met als uitgangspunten gegevens uit eerder onderzoek van GeoDelft en NEN 6740.

Grondsoort	Volumegewicht (droog)	Volumegewicht (nat)
Klei	15	15.0
Klei met silt	17.8	17.8
Klei met zand	18.0	18.0
Pleistoceen zand	18.0	20.0
Veen	11.0	11.0
Ophoogzand	18.0	20.0
Ophoogklei	16.0	16.0

Tabel 1 Volumegewichten grondsoorten.

Opbarsten deklaag

De deklaag zal opbarsten wanneer de druk van het grondwater hoger is dan het gewicht van de deklaag. Wanneer opbarsten optreedt zal kwelwater aan de oppervlakte komen.

Deze berekening toont aan dat er reeds opbarsten moet hebben plaatsgevonden. Hierdoor is de weerstand van de kleilagen door breuken en spleten verder afgenomen. Het is onmogelijk het opbarsten geheel te voorkomen. Aangezien in het verleden al spleten en scheuren zijn ontstaan, zal ook in de toekomst kwelwater hierlangs omhoog komen. Het aanbrengen van extra grond vermindert de hoeveelheid weliswaar, maar kan kwel tijdens hoogwaters niet volledig stoppen.

Zwakste plek

Aangezien de grondwaterdruk afneemt naarmate de afstand tot het intreepunt groter wordt, is het waarschijnlijk dat opbarsten voornamelijk plaats zal vinden aan de zijde van de dijk. Uit bestaande boringen (Nader onderzoek stortplaats Westervoort te Westervoort, Grontmij, 1991) blijkt dat de bodemopbouw ter plaatste van boringen 3 en 4 de kans het grootst is dat de deklaag op zal barsten. Hieronder wordt berekend bij welke van deze twee opbarsten het eerst zal optreden en welke dus aangehouden dient te worden voor verdere berekeningen.

Boring 3

De dikte van de deklaag is 4,1m. Zie voor de volledige berekening bijlage 3.

$$\begin{array}{ll} \text{Totaal volumegewicht deklaag} & : \quad \quad \quad = 67,4 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Totale grondwaterdruk} & : (12,8-4,1)*9,81 = 72,6 \text{ kN/m}^2 \end{array}$$

Wanneer we nu het gewicht van de deklaag delen door de waterdruk, verkrijgen we de opbarstveiligheid.

$$N = G/P_w = 67,4 / 72,6 = 0,93 \text{ [-]}$$

Boring 4

De dikte van de deklaag is hier 4.9m. Zie voor de volledige berekening bijlage 4.

$$\begin{array}{ll} \text{Totaal volumegewicht deklaag} & : \quad \quad \quad = 65,8 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Totale grondwaterdruk} & : (12,8-4,9)*9,81 = 77,5 \text{ kN/m}^2 \end{array}$$

Opbarstveiligheid:

$$N = G/P_w = 65,8 / 77,5 = 0.85 \text{ [-]}$$

Uit deze berekening blijkt dat bij Maatgevend HoogWater (1/25jaar) opbarsten plaats zal vinden en dat bij boring 4 de kans op opbarsten het grootst is. Hier is namelijk de opbarstveiligheid kleiner dan bij boring 3. Hoewel de deklaag bij boring 3 dus dunner is, is het totale gewicht van deklaag daar hoger dan bij boring 4.

Bij boring 4 zal opbarsten het eerst plaats vinden en hier wordt verder mee gerekend. Boring 3 wordt verder buiten beschouwing gelaten.

Opbogen met zand of klei tegen opbarsten

Om te voorkomen dat opbarsten plaats zal vinden is een opbogen met zand of klei voor extra gewicht noodzakelijk. Hieronder wordt uitgerekend hoeveel materiaal nodig is om opbarsten te voorkomen. De volgens NEN 6740 minimaal vereiste opbarstfactor tijdens werkzaamheden is 1,1.

Het in Nederland gangbare ophoogmateriaal is zand. In ons telefoongesprek d.d. 16 juli 2002 sprak u echter een voorkeur uit voor opbogen met klei. Berekeningen hiervoor zijn in dit rapport beschreven.

Zie bijlagen 3a en 4a voor de volledige berekening voor opbogen met zand bij respectievelijk boring 3 en 4. Zie bijlagen 3b en 4b voor opbogen met klei bij respectievelijk boring 3 en 4.

Hoogte maaiveld	Opbogen met zand	Gewicht [kN/m ²]	Waterdruk [kN/m ²]	Opbarstfactor*
Huidig (9,5m)	-	65,80	77,50	0,85
10,0m	0,5 m	75,80	77,50	0,98
10,5m	1,0 m	85,80	77,50	1,11
11,0m	1,5 m	92,80	77,50	1,24
11,5m	2,0 m	105,80	77,50	1,37

Tabel 2a Berekeningsresultaten opbarstveiligheid door opbogen met zand. Opbarstfactor is 'gewicht' gedeeld door 'waterdruk'.

Hoogte maaiveld	Opbogen met klei	Gewicht [kN/m ²]	Waterdruk [kN/m ²]	Opbarstfactor*
Huidig (9,5m)	-	65,80	77,50	0,85
10,0m	0,5 m	73,80	77,50	0,95
10,5m	1,0 m	81,80	77,50	1,06
10,75m	1,25m	85,80	77,50	1,11
11,0m	1,5 m	89,80	77,50	1,16
11,5m	2,0 m	97,80	77,50	1,26

Tabel 2b Berekeningsresultaten opbarstveiligheid door opbogen met klei. Opbarstfactor is 'gewicht' gedeeld door 'waterdruk'.

Bespreking resultaten opbarstberekening

Opbogen met zand

Uit tabel 2a blijkt dat het maaiveld (met 1,0 m) tot 10,50 m opgehoogd moet worden om opbarsten tijdens MHW (1/25 jaar) te voorkomen.

Ophogen met klei

Uit tabel 2b blijkt dat het maaiveld (met 1,25 m) tot 10,75 m opgehoogd moet worden om opbarsten tijdens MHW (1/25 jaar) te voorkomen.

Aangezien klei een lager volumiek gewicht heeft dan zand is meer klei benodigd om hetzelfde gewicht (= tegendruk) te verkrijgen. Dit verklaart de extra dikte die nodig is voor de ophoging met klei.

Opbarsten en de stabiliteit van de IJsseldijk

Door recent (o.a. Proefvak Bergambacht) onderzoek is aangetoond dat er een relatie bestaat tussen opbarsten en afschuiven van de dijk. Wanneer de opbarstfactor N lager is dan 1,2 dan bestaat het gevaar voor opdrijven en vervolgens afschuiven van het dijkvak. Wat er daadwerkelijk gebeurt hangt van meer factoren af zoals van de reductie van de toename van de potentiaal wanneer op de zwakste plek die grenspotentiaal is bereikt.

Een toets op dit mechanisme is op dit moment is echter (nog) niet wettelijk verplicht. Aangezien het hier om een lange termijn project gaat, is het wellicht verstandig om, in samenspraak met het waterschap, naar dit probleem te kijken.

4. VERANDERINGEN IN GRONDWATERSTROMING

Waterkwaliteit van het grondwater

Stortplaats Westervoort is gedurende circa twintig jaar gebruikt voor het storten van huisvuil (tot circa 1975), bouw- en sloopafval, residuen van de vuilverbranding, “inerte” bedrijfsafval, (zuiverings) slib, (verontreinigde) grond, agrarisch afval, wegevuil en papiervuil.

De stortplaats bevindt zich op een voormalige ontgraving. Het stortmateriaal en het percolatiewater staan via een 5.000m² groot gat in direct contact met het eerste watervoerend pakket.

Uit metingen (Actualiserend Onderzoek, IWACO, 2000) blijkt dat de interventiewaarden voor arseen (As), Vanadium (V) en Wolfram (W) bij de meeste onderzochte putten worden overschreden.

Deze putten liggen echter niet in het te ontwikkelen bedrijventerrein, behalve put 6, die ligt in het uiterste zuidwesten van het bedrijventerrein.

Richting grondwaterstroming

De richting van de grondwaterstroming is niet continue, maar varieert afhankelijk van het waterpeil in de IJssel. Tijdens lage waterstand stroomt er water in de rivier, tijdens hoge waterstand stroomt het water uit de rivier. Afhankelijk van de doorlatendheid (kD-waarde) treedt hierbij een bepaalde time-lag op. (Hydrogy of Catchments, rivers and delta's).

Een andere bepalende factor voor de geohydrologie is de aanwezigheid van de vuilstort-heuvel. Deze bevat veel water en functioneert als een radiale uittree. Dat wil zeggen dat in alle richtingen water stroomt. Bij lage grondwaterstanden is dit effect sterker merkbaar.

Hoewel de stort-heuvel met een cement-bentonietlaag is afgedekt, vindt nog steeds radiale uittree plaats onder invloed van het hoogteverschil. Tevens wordt als gevolg van consolidatie van het vuilmateriaal water uit de storthoop geperst. Om welke hoeveelheden het gaat is hier niet te zeggen, maar deze hoeveelheden zullen relatief beperkt zijn.

Hoge IJsselstand.

In het rapport van Grontmij (1990) wordt een en ander vermeld over grondwaterstroming bij een hoge rivierwaterstand. Tijdens perioden van hoogwater 10m +NAP is de grondwaterstroming loodrecht op de rivier, in zuid-oostelijke richting.

Gemiddelde IJsselstand

Tijdens gemiddelde waterhoogtes van de IJssel, tussen 10m en 8m +NAP is de grondwaterstroming min of meer evenwijdig aan de richting van de IJssel.

Lage IJsselstand

Wanneer het waterpeil van de IJssel lager is dan 8m +N.A.P. , wordt de grondwaterstroming richting de rivier steeds overheersender. De voormalige stort functioneert nog steeds als een radiale bron.

Netto grondwaterstroming

Aangezien de grondwaterstroming tijdens perioden van hoog water tegengesteld is aan de stroming bij laag water, is de netto grondwaterstromingsrichting het noord-oosten, evenwijdig aan de rivier.

De vervuiling zal zich dan ook in die richting verspreiden.

Tijdens perioden van hoogwater treedt vermenging op van grondwater en rivierwater. Hierdoor treedt verdunning van de verontreiniging op.

Afwatering

Op dit moment is er nog geen afwateringssysteem voor het oppervlaktewater. Wanneer een voldoende dikke deklaag aangebracht wordt, zal geen kwelwater optreden. Wel zal regenwater afgevoerd moeten worden en hiervoor dient een afwateringssysteem te worden ontworpen.

Benodigde afvoercapaciteit

Tijdens Maatgevend HoogWater (1/1250 jaar) zal wél kwelwater optreden. Bovendien bestaat tijdens hoogwater het gevaar van lek door de dijk. De derde bron van water wordt gevormd door de neerslag.

Bij de berekeningen wordt uitgegaan van een afvoer van 2,0 l/s/ha. Het gebied heeft een oppervlakte van ha.

Huidig afvoersysteem. Op dit moment bestaat er al een beperkt afwateringssysteem met sloten. Voor het bouwrijp maken van de grond is het aanleggen van een drainage systeem met buizen noodzakelijk.

Indicatieve berekening

Voor het berekenen van de minimale drainafstand is de formule van Hooghoudt gebruikt. Deze formule luidt:

$$L^2 = \frac{8k_o * d * h + 4 * k_b * h^2}{q}$$

Met:

L [m] =drainafstand

K_o[m/etm] =doorlatendheid in het vlak onder de drains

K_b [m/etm]=doorlatendheid in het vlak boven de drains

d [m] =equivalentlaag

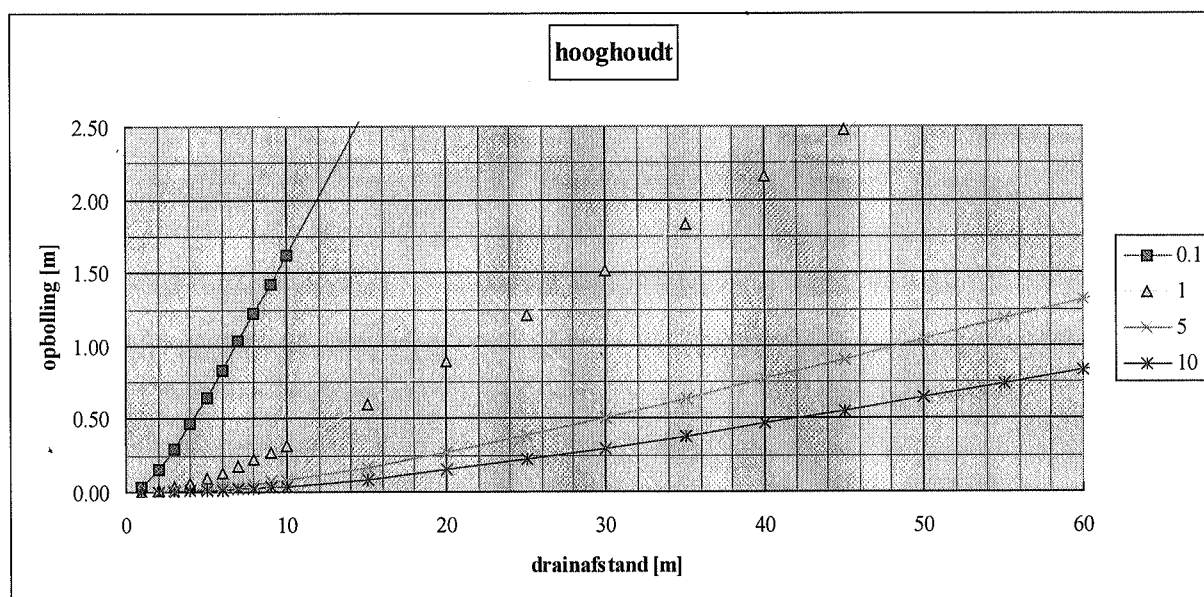
h [m] =hoogte van de maximale opbolling

q [m/etm] =afvoer

- Voor de berekening is gebruik gemaakt van een bij GeoDelft in gebruik zijnde spreadsheet.

Resultaat

Uit de formule blijkt dat de doorlatendheid (K) van het ophoogmateriaal een grote rol speelt bij het bepalen van de benodigde drainafstand. Op dit moment is de doorlatendheid niet bekend, want afhankelijk van welk materiaal gebruikt gaat worden.



Figuur 1: Resultaten berekening drainafstand.

Uit de grafiek kan afgeleid worden wat de afstand tussen de drains moet zijn, wanneer de doorlatendheid bekend is. De bijbehorende opbolling staat aangegeven op de y-as. De waarde 0,1m is een indicatie voor de klei, de waarde 1 m en groter is in het algemeen representatief voor zand.

Het verdient aanbeveling om aan de zijde van de voormalige vuilstort ook een drainbuis aan te leggen, die kan eventueel water opvangen dat uit de richting van de stort komt.

Een onderzoek naar de noodzaak dit water te zuiveren is door ons niet ingesteld.

Verwachtingen voor de toekomst

- De stortheuvel is inmiddels afgesloten met een zand-bentoniet mengsel waardoor geen verdere inzijging van grondwater plaats zal vinden. Op lange termijn zal dus de stortheuvel minder water bevatten en zal er minder uitstroom van vervuild grondwater optreden.

5. BEDREIGINGEN VOOR DE DIJK

Achtergrond

Verschillende waterschappen en hoogheemraden hebben reeds een bouwbeleid opgesteld (of zijn daar mee bezig) om zo na te kunnen gaan in hoeverre bebouwing of ontgravingen de stabiliteit van de dijk kunnen beïnvloeden.

Kwel en lek

Kwel komt vanaf de onderzijde, onder de deklaag door. De verwachting is ook dat de kwel dus uit zal treden op een plek waar de deklaag het dunst (want het lichtst) is. Een drainage in de teen van de dijk is dan ook geen geschikte manier om de kweldruk te verminderen.

De dijk langs de IJssel is een zanddijk. Dat impliceert dat er makkelijk lek door de dijk zou kunnen stromen tijdens een hoge rivierwaterstand. Deze lek is echter rechtstreeks afkomstig uit de rivier de IJssel en is dus niet vervuild.

Door het aanbrengen van klei op / naast het binnentalud kunnen de waterspanningen in de dijk sterk oplopen. Om dit te voorkomen is het noodzakelijk een drainage aan te leggen in de vorm van een sloot of eventueel een drainagebuis.

Teensloot en opbarsten

Door het aanleggen van een teensloot treedt daar een vermindering van het gewicht van de dek- en ophooglaag op. Volgens de Leidraad Toetsen op Veiligheid (TAW, 1999) mag echter gerekend worden met een spreiding van het gewicht van 2:1. Dat wil dus zeggen dat een sloot van 2m breed geen probleem zal vertonen met opbarsten.

Wanneer we aannemen dat 2m grond opgebracht zal worden, is de dikte van de deklaag dus minimaal 6m. Een maximaal brede sloot is dus de helft van de dikte van de deklaag: 3m. Geadviseerd wordt om de sloot maximaal 3m breed te maken, met een diepte van hooguit 1.5m. Er wordt geadviseerd de sloothellingen op 1:1 te kiezen.

Deze sloot zal tijdens hoogwater voornamelijk lekwater bevatten en dit water is niet vermengd met grondwater.

Ook het aanbrengen van een drain is technisch mogelijk. Uit oogpunt van beheer, door visuele controle en een mindere kans op onverwachte verstoppingen, is een sloot beter en wordt derhalve geadviseerd.

Piping volgens Bligh

De regel die aangehouden wordt in de Leidraad Toetsen op Veiligheid is de regel van Bligh. Een dijk is veilig wanneer hij voldoet aan:

$$L_b > 15h - 0,33D$$

Hierin is:

L_b [m] = kwelweglengte (=afstand tussen intreepunt en uitteerpunt)

h [m] = potentiaalverschil

$D [m]$ = dikte van de deklaag

Het getal 15 is een coëfficiënt die afhankelijk is van de mediane korrelgrootte (D_{50}).
De sedimenten hier bestaan uit matig grof zand, dit correspondeert met een coëfficiënt van 15.

Berekening minimale piping:

$L_b = 150m$ (afstand zandwinput tot de binnenzijdse dijkteen)

$H = MHW - \text{hoogte nieuw maaiveld} = 13.0 - 10.5 \text{ m} = 2.5m$

$D = 4m$

Invullen levert het volgende op:

$$150 > 15 * 2.5 - 0,33 * 4$$

$$150 > 36,17$$

Deze bewering klopt; er bestaat geen gevaar voor het optreden van piping

6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Opbarsten / kwel

- Het is noodzakelijk om een ophooglaag van klei van 1,25 m aan te brengen om opbarsten te voorkomen. Deze klei-ophoog-laag moet worden aangebracht tot een hoogte van 10,75 +NAP. Of: het is noodzakelijk om een ophooglaag van zand van 1 m aan te brengen om opbarsten te voorkomen. Deze zand-ophoog-laag moet worden aangebracht tot een hoogte van 10.50 m +NAP.
- U noemde een ontgraving in de ophooglaag. Voor wat betreft het graven van sleuven voor leidingen of buizen, levert dit geen probleem voor kwelwater op aangezien gerekend mag worden met een spreiding van het gewicht van de dek-laag over een helling 2:1.
- Geadviseerd wordt om kruipruimte vrij te bouwen. Aangezien hoge grondwaterstanden hier voor komen verdient het aanbeveling eventuele kelders waterdicht te bouwen.
- Ontraden wordt om vijvers aan te leggen zonder bodemconstructie.

Ophoging

- Met betrekking tot de aard van de klei die voor het ophogen van het terrein mogelijk zal worden gebruikt zijn ons geen gegevens bekend. Belangrijk punt in een dergelijke situatie is de begaanbaarheid van het bedrijventerrein, vooral in perioden met veel neerslag. Ook is er enige zetting van de klei te verwachten, afhankelijk van de klei en hoe deze wordt aangebracht. Naar deze twee factoren is door ons geen onderzoek ingesteld.

Grondwaterstroming en afwatering

- In het eerste watervoerend pakket bevindt zich vervuild grondwater. De stromingsrichting van het grondwater vertoont een correlatie met de afvoer van de IJssel. De storthoop is afgedekt met een cement-bentoniet laag; er bestaat weinig risico op uittreden van vervuild grondwater.
- Voor wat betreft de afwatering van de ophooglaag met zand moet rekening worden gehouden met een drainafstand van 45 m (indicatieve berekening, uitgaande van een doorlatendheid van 5m/dag)
- Voor wat betreft de afwatering van de ophooglaag met klei moet rekening worden gehouden met een drainafstand van 6 m (indicatieve berekening, uitgaande van een doorlatendheid van 0,1m/dag)

Standzekerheid van de dijk

- Door het aanbrengen van extra grond verbetert de stabiliteit van de dijk.
- Er bestaat geen gevaar voor piping.
- Opbarsten deklaag: dit kan gebeuren bij MHW 1/1250, maar wordt door de voorgenomen werkzaamheden niet ongunstiger voor de stabiliteit van de dijk.
- Het aanleggen van een sloot is mogelijk en wordt geadviseerd boven het aanleggen van een drain.

- Indien het terrein met klei wordt opgehoogd, is een sloot (of eventueel een drain) noodzakelijk om de stabiliteit van de dijk te waarborgen.

Algemene opmerkingen

- Gezien de toekomstige stijging van de maatgevende afvoer van de Rijn de komende eeuw, verdient het aanbeveling direct naast de dijk ruimte over te laten voor eventuele toekomstige noodzakelijke versterkingen. Het lijkt ons een goede zaak dat hier goede afspraken over worden gemaakt met het verantwoordelijke Waterschap Rijn en IJssel en eventueel met Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland.
- Een nog niet wettelijk bindend, maar wel al door veel gemeentes en provincies gebruikte handreiking voor ruimtelijke plannen en water is de Watertoets. Deze watertoets is bedoeld om ruimtelijke plannen te beoordelen op de mate waarin zij rekening houden met ruimte voor water. Het is wellicht verstandig hier in de planvorming rekening mee te houden.

Hoogachtend,
GeoDelft


drs. M.P. Bontenbal
projectingenieur

Bijlage(n)

- Bijlage 1 Literatuur
- Bijlage 2 Stijghoogte berekening binnendijks
- Bijlage 3 Opbarstberekening boring 3
- Bijlage 4 Opbarstberekening boring 4
- Bijlage 5 Berekening drainage volgens Hooghoudt

Bijlage 1: LITERATUUR

- Brouwer, R. (2000) Waterbeheersing – Dictaat Faculteit Civiele Techniek en Geotechniek, TU Delft
- Grondmechanica Delft (thans GeoDelft), 1981, Grondmechanisch onderzoek aanleg Pleyroute.
- Grontmij, 1990, Verslag van onderzoek naar bodemverontreiniging in de gemeente Westervoort.
- Grontmij, 1993, Nader onderzoek bodemverontreiniging stortplaats Westervoort te Westervoort.
- Grontmij, 1997, Saneringsonderzoek IJsseldijk te Westervoort.
- Grontmij, 1997, IJsseldijk te Westervoort onderzoek zuivering grondwater
- IWACO, 1998, Second opinion saneringsonderzoek stortplaats Westervoort
- IWACO, 2000, Actualiserend onderzoek voormalige stortplaats Westervoortsedijk te Westervoort
- Rijkswaterstaat, Hydraulische Randvoorwaarden 2001, voor het toetsen van primaire waterkeringen.
- Savenije, H.H.G., Hydrology of catchments, rivers and deltas – Lecture notes TU Delft
- TNO-DGV, 1981, Grondwaterkaart van Nederland, blad 40 West 'Arnhem'.

Bedrijventerrein Seingraaf

stationair. Leidraad 1

Gemeente Duiven

Rekenaar: Michiel Bontenbal

blad1

kD-waarde

1200

[m^2/d]

D pakket

15

[m]

kv voorland

1

[m/d]

kv achterland

0.000864

[m/d]

=doorstroming door het zand
=doorstroming door de klei

gegevensblad

x=0 komt overeen met overgang voorland/ rivier

lokatie	MHW		maaiveld		L1		L2		hoogte		L3		(berm)hoogte		kleidikte		kleidikte		vol.gewicht		phi te berekenen in:						
	(phi)		polder		voorland		dijk		L2		L3		L3		L3		achterland		afdeklaag		x1			x2		x3	
	[m..NAP]	[m..NAP]	[m..NAP]	[m..NAP]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m..NAP]	[m..NAP]	[m]	[m]	[m..NAP]	[m..NAP]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m^3]	[m tov nulpunt]			[m tov nulpunt]		[m tov nulpunt]		
1	13	9.5	75	20	14	80	9.5	4.6	4.6	66	175	200	500														

BIJLAGE 3a: ZAND

Boring 3
Rekenaar bnb
Datum juni 2002

MHW 12.80 [m]
Hoogte MV 10.00 [m]

Berekening gewicht slappe lagenpakket

Laag	naam	dikte [m]	vol. gew. [kN/m3]	Gewicht [kN/m2]
1	matig lichte zavel	0.40	17.00	6.80
2	zwarte zavel	0.80	18.00	14.40
3	lichte klei	1.10	15.00	16.50
4	zwarte zavel	0.90	17.00	15.30
5	zeer lichte zavel	0.90	16.00	14.40
6	ophoogzand	0.50	20.00	10.00
7				0.00
8				0.00
9				0.00
10				0.00
	Totaal	4.60		77.40

Grens slap/zand 5.40 [m +N.A.P.]

Berekening oprijfveiligheid

Grondwaterdruk	72.59 [kN/m2]
Gewicht slappe lagen	77.40 [kN/m2]
Oprijfveiligheid N	1.066 [-]

BIJLAGE 3a: ZAND

Boring 3
Rekenaar bnb
Datum juni 2002

MHW 12.80 [m]
Hoogte MV 10.25 [m]

Berekening gewicht slappe lagenpakket

Laag	naam	dikte [m]	vol. gew. [kN/m3]	Gewicht [kN/m2]
1	matig lichte zavel	0.40	17.00	6.80
2	zwarte zavel	0.80	18.00	14.40
3	lichte klei	1.10	15.00	16.50
4	zwarte zavel	0.90	17.00	15.30
5	zeer lichte zavel	0.90	16.00	14.40
6	ophoogzand	0.75	20.00	15.00
7				0.00
8				0.00
9				0.00
10				0.00
	Totaal	4.85		82.40

Grens slap/zand 5.40 [m +N.A.P.]

Berekening oprijfveiligheid

Grondwaterdruk 72.59 [kN/m2]
Gewicht slappe lagen 82.40 [kN/m2]
Oprijfveiligheid N 1.135 [-]

BIJLAGE 3a: ZAND

Boring 3
Rekenaar bnb
Datum juni 2002

MHW 12.80 [m]
Hoogte MV 10.50 [m]

Berekening gewicht slappe lagenpakket

Laag	naam	dikte [m]	vol. gew. [kN/m3]	Gewicht [kN/m2]
1	matig lichte zavel	0.40	17.00	6.80
2	zware zavel	0.80	18.00	14.40
3	lichte klei	1.10	15.00	16.50
4	zware zavel	0.90	17.00	15.30
5	zeer lichte zavel	0.90	16.00	14.40
6	ophoogzand	1.00	20.00	20.00
7				0.00
8				0.00
9				0.00
10				0.00
	Totaal	5.10		87.40

Grens slap/zand 5.40 [m +N.A.P.]

Berekening oprijfveiligheid

Grondwaterdruk	72.59 [kN/m2]
Gewicht slappe lagen	87.40 [kN/m2]
Oprijfveiligheid N	1.204 [-]

BIJLAGE 3a: ZAND

Boring 3
 Rekenaar bnb
 Datum juni 2002

MHW 12.80 [m]
 Hoogte MV 11.00 [m]

Berekening gewicht slappe lagenpakket

Laag	naam	dikte [m]	vol. gew. [kN/m3]	Gewicht [kN/m2]
1	matig lichte zavel	0.40	17.00	6.80
2	zware zavel	0.80	18.00	14.40
3	lichte klei	1.10	15.00	16.50
4	zware zavel	0.90	17.00	15.30
5	zeer lichte zavel	0.90	16.00	14.40
6	ophoogzand	1.50	20.00	30.00
7				0.00
8				0.00
9				0.00
10				0.00
	Totaal	5.60		97.40

Grens slap/zand 5.40 [m +N.A.P.]

Berekening oprijfveiligheid

Grondwaterdruk	72.59 [kN/m2]
Gewicht slappe lagen	97.40 [kN/m2]
Oprijfveiligheid N	1.342 [-]

BIJLAGE 3a: ZAND

Boring 3
 Rekenaar bnb
 Datum juni 2002

MHW 12.80 [m]
 Hoogte MV 11.50 [m]

Berekening gewicht slappe lagenpakket

Laag	naam	dikte [m]	vol. gew. [kN/m3]	Gewicht [kN/m2]
1	matig lichte zavel	0.40	17.00	6.80
2	zwarte zavel	0.80	18.00	14.40
3	lichte klei	1.10	15.00	16.50
4	zwarte zavel	0.90	17.00	15.30
5	zeer lichte zavel	0.90	16.00	14.40
6	ophoogzand	2.00	20.00	40.00
7				0.00
8				0.00
9				0.00
10				0.00
	Totaal	6.10		107.40

Grens slap/zand 5.40 [m +N.A.P.]

Berekening oprijfveiligheid

Grondwaterdruk	72.59 [kN/m2]
Gewicht slappe lagen	107.40 [kN/m2]
Oprijfveiligheid N	1.479 [-]

BIJLAGE 3b: KLEI

Boring 3
Rekenaar bnb
Datum juli 2002

MHW 12.80 [m]
Hoogte MV 10.00 [m]

Berekening gewicht slappe lagenpakket

Laag	naam	dikte [m]	vol. gew. [kN/m3]	Gewicht [kN/m2]
1	matig lichte zavel	0.40	17.00	6.80
2	zware zavel	0.80	18.00	14.40
3	lichte klei	1.10	15.00	16.50
4	zware zavel	0.90	17.00	15.30
5	zeer lichte zavel	0.90	16.00	14.40
6	ophoogklei	0.50	16.00	8.00
7				0.00
8				0.00
9				0.00
10				0.00
	Totaal	4.60		75.40

Grens slap/zand 5.40 [m +N.A.P.]

Berekening opdrijfveiligheid

Grondwaterdruk	72.59 [kN/m2]
Gewicht slappe lagen	75.40 [kN/m2]
Opdrijfveiligheid N	1.039 [-]

BIJLAGE 3b: KLEI

Boring 3
 Rekenaar bnb
 Datum juli 2002

MHW 12.80 [m]
 Hoogte MV 10.30 [m]

Berekening gewicht slappe lagenpakket

Laag	naam	dikte [m]	vol. gew. [kN/m3]	Gewicht [kN/m2]
1	matig lichte zavel	0.40	17.00	6.80
2	zware zavel	0.80	18.00	14.40
3	lichte klei	1.10	15.00	16.50
4	zware zavel	0.90	17.00	15.30
5	zeer lichte zavel	0.90	16.00	14.40
6	ophoogklei	0.80	16.00	12.80
7				0.00
8				0.00
9				0.00
10				0.00
	Totaal	4.90		80.20

Grens slap/zand 5.40 [m +N.A.P.]

Berekening oprijfveiligheid

Grondwaterdruk	72.59 [kN/m2]
Gewicht slappe lagen	80.20 [kN/m2]
Oprijfveiligheid N	1.105 [-]

BIJLAGE 3b: KLEI

Boring 3
 Rekenaar bnb
 Datum juli 2002

MHW 12.80 [m]
 Hoogte MV 10.50 [m]

Berekening gewicht slappe lagenpakket

Laag	naam	dikte [m]	vol. gew. [kN/m3]	Gewicht [kN/m2]
1	matig lichte zavel	0.40	17.00	6.80
2	zwarte zavel	0.80	18.00	14.40
3	lichte klei	1.10	15.00	16.50
4	zwarte zavel	0.90	17.00	15.30
5	zeer lichte zavel	0.90	16.00	14.40
6	ophoogklei	1.00	16.00	16.00
7				0.00
8				0.00
9				0.00
10				0.00
	Totaal	5.10		83.40

Grens slap/zand 5.40 [m +N.A.P.]

Berekening opdrijfveiligheid

Grondwaterdruk	72.59 [kN/m2]
Gewicht slappe lagen	83.40 [kN/m2]
Opdrijfveiligheid N	1.149 [-]

BIJLAGE 3b: KLEI

Boring 3
Rekenaar bnb
Datum juli 2002

MHW 12.80 [m]
Hoogte MV 11.00 [m]

Berekening gewicht slappe lagenpakket

Laag	naam	dikte [m]	vol. gew. [kN/m3]	Gewicht [kN/m2]
1	matig lichte zavel	0.40	17.00	6.80
2	zware zavel	0.80	18.00	14.40
3	lichte klei	1.10	15.00	16.50
4	zware zavel	0.90	17.00	15.30
5	zeer lichte zavel	0.90	16.00	14.40
6	ophoogklei	1.50	16.00	24.00
7				0.00
8				0.00
9				0.00
10				0.00
	Totaal	5.60		91.40

Grens slap/zand 5.40 [m +N.A.P.]

Berekening opdrijfveiligheid

Grondwaterdruk	72.59 [kN/m2]
Gewicht slappe lagen	91.40 [kN/m2]
Opdrijfveiligheid N	1.259 [-]

BIJLAGE 3b: KLEI

Boring 3
Rekenaar bnb
Datum juli 2002

MHW 12.80 [m]
Hoogte MV 11.50 [m]

Berekening gewicht slappe lagenpakket

Laag	naam	dikte [m]	vol. gew. [kN/m3]	Gewicht [kN/m2]
1	matig lichte zavel	0.40	17.00	6.80
2	zwarte zavel	0.80	18.00	14.40
3	lichte klei	1.10	15.00	16.50
4	zwarte zavel	0.90	17.00	15.30
5	zeer lichte zavel	0.90	16.00	14.40
6	ophoogklei	2.00	16.00	32.00
7				0.00
8				0.00
9				0.00
10				0.00
Totaal		6.10		99.40

Grens slap/zand 5.40 [m +N.A.P.]

Berekening oprijfveiligheid

Grondwaterdruk	72.59 [kN/m2]
Gewicht slappe lagen	99.40 [kN/m2]
Oprijfveiligheid N	1.369 [-]

Boring 4
 Rekenaar bnb
 Datum maart 2002

MHW 12.80 [m]
 Hoogte MV 9.50 [m]

Berekening gewicht slappe lagenpakket

Laag	naam	dikte [m]	vol. gew. [kN/m3]	Gewicht [kN/m2]
1	zware zavel	0.40	15.00	6.00
2	klei	3.10	15.00	46.50
3	veen	0.80	11.00	8.80
4	klei	0.30	15.00	4.50
5				0.00
6				0.00
7				0.00
8				0.00
9				0.00
10				0.00
	Totaal	4.60		65.80

Grens slap/zand 4.90 [m +N.A.P.]

Berekening oprijfveiligheid

Grondwaterdruk	77.50 [kN/m2]
Gewicht slappe lagen	65.80 [kN/m2]
Oprijfveiligheid N	0.849 [-]

Boring 4
 Rekenaar bnb
 Datum maart 2002

MHW 12.80 [m]
 Hoogte MV 10.00 [m]

Berekening gewicht slappe lagenpakket

Laag	naam	dikte [m]	vol. gew. [kN/m3]	Gewicht [kN/m2]
1	zware zavel	0.40	15.00	6.00
2	klei	3.10	15.00	46.50
3	veen	0.80	11.00	8.80
4	klei	0.30	15.00	4.50
5	ophoogzand	0.50	20.00	10.00
6				0.00
7				0.00
8				0.00
9				0.00
10				0.00
	Totaal	5.10		75.80

Grens slap/zand 4.90 [m +N.A.P.]

Berekening oprijfveiligheid

Grondwaterdruk	77.50	[kN/m2]
Gewicht slappe lagen	75.80	[kN/m2]
Oprijfveiligheid N	0.978	[-]

Boring 4
Rekenaar bnb
Datum maart 2002

MHW 12.80 [m]
Hoogte MV 10.50 [m]

Berekening gewicht slappe lagenpakket

Laag	naam	dikte [m]	vol. gew. [kN/m3]	Gewicht [kN/m2]
1	zware zavel	0.40	15.00	6.00
2	klei	3.10	15.00	46.50
3	veen	0.80	11.00	8.80
4	klei	0.30	15.00	4.50
5	ophoogzand	1.00	20.00	20.00
6				0.00
7				0.00
8				0.00
9				0.00
10				0.00
	Totaal	5.60		85.80

Grens slap/zand 4.90 [m +N.A.P.]

Berekening oprijfveiligheid

Grondwaterdruk	77.50 [kN/m2]
Gewicht slappe lagen	85.80 [kN/m2]
Oprijfveiligheid N	1.107 [-]

Boring 4
 Rekenaar bnb
 Datum maart 2002

MHW 12.80 [m]
 Hoogte MV 11.00 [m]

Berekening gewicht slappe lagenpakket

Laag	naam	dikte [m]	vol. gew. [kN/m ³]	Gewicht [kN/m ²]
1	zwarte zavel	0.40	15.00	6.00
2	klei	3.10	15.00	46.50
3	veen	0.80	11.00	8.80
4	klei	0.30	15.00	4.50
5	ophoogzand	1.50	20.00	30.00
6				0.00
7				0.00
8				0.00
9				0.00
10				0.00
	Totaal	6.10		95.80

Grens slap/zand 4.90 [m +N.A.P.]

Berekening opdrijfveiligheid

Grondwaterdruk	77.50 [kN/m ²]
Gewicht slappe lagen	95.80 [kN/m ²]
Opdrijfveiligheid N	1.236 [-]

Boring 4
 Rekenaar bnb
 Datum maart 2002

MHW 12.80 [m]
 Hoogte MV 11.50 [m]

Berekening gewicht slappe lagenpakket

Laag	naam	dikte [m]	vol. gew. [kN/m3]	Gewicht [kN/m2]
1	zware zavel	0.40	15.00	6.00
2	klei	3.10	15.00	46.50
3	veen	0.80	11.00	8.80
4	klei	0.30	15.00	4.50
5	ophoogzand	2.00	20.00	40.00
6				0.00
7				0.00
8				0.00
9				0.00
10				0.00
	Totaal	6.60		105.80

Grens slap/zand 4.90 [m +N.A.P.]

Berekening oprijfveiligheid

Grondwaterdruk	77.50 [kN/m2]
Gewicht slappe lagen	105.80 [kN/m2]
Oprijfveiligheid N	1.365 [-]

Boring 4
 Rekenaar bnb
 Datum juli 2002

MHW 12.80 [m]
 Hoogte MV 10.00 [m]

Berekening gewicht slappe lagenpakket

Laag	naam	dikte [m]	vol. gew. [kN/m3]	Gewicht [kN/m2]
1	zware zavel	0.40	15.00	6.00
2	klei	3.10	15.00	46.50
3	veen	0.80	11.00	8.80
4	klei	0.30	15.00	4.50
5	ophoogklei	0.50	16.00	8.00
6				0.00
7				0.00
8				0.00
9				0.00
10				0.00
	Totaal	5.10		73.80

Grens slap/zand 4.90 [m +N.A.P.]

Berekening opdrijfveiligheid

Grondwaterdruk	77.50 [kN/m2]
Gewicht slappe lagen	73.80 [kN/m2]
Opdrijfveiligheid N	0.952 [-]

Boring 4
 Rekenaar bnb
 Datum juli 2002

MHW 12.80 [m]
 Hoogte MV 10.50 [m]

Berekening gewicht slappe lagenpakket

Laag	naam	dikte [m]	vol. gew. [kN/m ³]	Gewicht [kN/m ²]
1	zwarte zavel	0.40	15.00	6.00
2	klei	3.10	15.00	46.50
3	veen	0.80	11.00	8.80
4	klei	0.30	15.00	4.50
5	ophoogklei	1.00	16.00	16.00
6				0.00
7				0.00
8				0.00
9				0.00
10				0.00
	Totaal	5.60		81.80

Grens slap/zand 4.90 [m +N.A.P.]

Berekening oprijfveiligheid

Grondwaterdruk	77.50 [kN/m ²]
Gewicht slappe lagen	81.80 [kN/m ²]
Oprijfveiligheid N	1.055 [-]

Boring 4
 Rekenaar bnb
 Datum juli 2002

MHW 12.80 [m]
 Hoogte MV 10.75 [m]

Berekening gewicht slappe lagenpakket

Laag	naam	dikte [m]	vol. gew. [kN/m3]	Gewicht [kN/m2]
1	zware zavel	0.40	15.00	6.00
2	klei	3.10	15.00	46.50
3	veen	0.80	11.00	8.80
4	klei	0.30	15.00	4.50
5	ophoogklei	1.25	16.00	20.00
6				0.00
7				0.00
8				0.00
9				0.00
10				0.00
	Totaal	5.85		85.80

Grens slap/zand 4.90 [m +N.A.P.]

Berekening oprijfveiligheid

Grondwaterdruk	77.50 [kN/m2]
Gewicht slappe lagen	85.80 [kN/m2]
Oprijfveiligheid N	1.107 [-]

Boring 4
 Rekenaar bnb
 Datum juli 2002

MHW 12.80 [m]
 Hoogte MV 11.00 [m]

Berekening gewicht slappe lagenpakket

Laag	naam	dikte [m]	vol. gew. [kN/m3]	Gewicht [kN/m2]
1	zwarte zavel	0.40	15.00	6.00
2	klei	3.10	15.00	46.50
3	veen	0.80	11.00	8.80
4	klei	0.30	15.00	4.50
5	ophoogklei	1.50	16.00	24.00
6				0.00
7				0.00
8				0.00
9				0.00
10				0.00
	Totaal	6.10		89.80

Grens slap/zand 4.90 [m +N.A.P.]

Berekening oprijfveiligheid

Grondwaterdruk	77.50 [kN/m2]
Gewicht slappe lagen	89.80 [kN/m2]
Oprijfveiligheid N	1.159 [-]

Boring 4
 Rekenaar bnb
 Datum juli 2002

MHW 12.80 [m]
 Hoogte MV 11.50 [m]

Berekening gewicht slappe lagenpakket

Laag	naam	dikte [m]	vol. gew. [kN/m3]	Gewicht [kN/m2]
1	zware zavel	0.40	15.00	6.00
2	klei	3.10	15.00	46.50
3	veen	0.80	11.00	8.80
4	klei	0.30	15.00	4.50
5	ophoogklei	2.00	16.00	32.00
6				0.00
7				0.00
8				0.00
9				0.00
10				0.00
Totaal		6.60		97.80

Grens slap/zand 4.90 [m +N.A.P.]

Berekening oprijfveiligheid

Grondwaterdruk	77.50 [kN/m2]
Gewicht slappe lagen	97.80 [kN/m2]
Oprijfveiligheid N	1.262 [-]

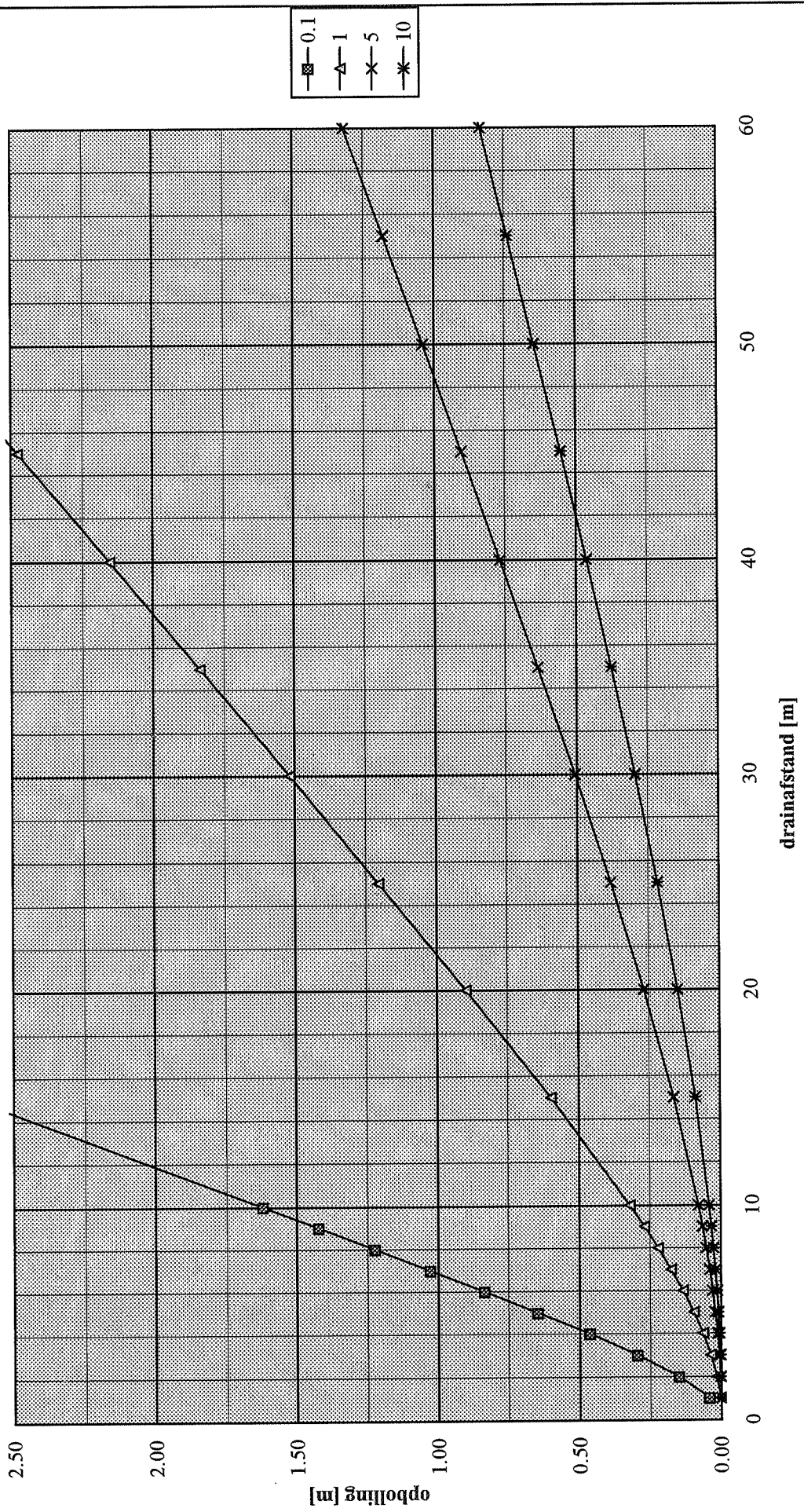
BEREKENING VAN DE OPBOLLING TUSSEN DRAINS vlg. HOOGHOUDT (uitgeb.)

neerslag/kwel	0.017	m/dag =	17	[mm/dag]
h: afst. drain tov. basis	0.5	meter		
verhouding k-boven/k-onder	1			

SITUATIE : 1 drain op basis

berekende opbolling volgens HOOGHOUDT in meters					
k-boven [m/dag]	0.1	1	5	10	20
k-onder [m/dag]	0.10	1.00	5.00	10.00	20.00
slootafstand: L [m]					
1	0.041	0.004	0.001	0.000	0.000
2	0.148	0.017	0.003	0.002	0.001
3	0.295	0.037	0.008	0.004	0.002
4	0.464	0.064	0.013	0.007	0.003
5	0.646	0.097	0.021	0.011	0.005
6	0.834	0.135	0.030	0.015	0.008
7	1.027	0.177	0.040	0.020	0.010
8	1.223	0.222	0.052	0.026	0.013
9	1.422	0.271	0.065	0.033	0.017
10	1.621	0.322	0.079	0.041	0.021
15	2.632	0.598	0.164	0.088	0.046
20	3.653	0.896	0.268	0.148	0.079
25	4.678	1.205	0.384	0.218	0.119
30	5.705	1.519	0.507	0.295	0.164
35	6.733	1.836	0.636	0.378	0.214
40	7.761	2.155	0.769	0.464	0.268
45	8.790	2.476	0.904	0.554	0.325
50	9.820	2.798	1.041	0.646	0.384
55	10.850	3.120	1.180	0.739	0.445
60	11.879	3.443	1.319	0.834	0.507
65	12.909	3.767	1.460	0.930	0.571
70	13.940	4.091	1.601	1.027	0.636
75	14.970	4.415	1.743	1.125	0.702
80	16.000	4.739	1.885	1.223	0.769
85	17.030	5.064	2.028	1.322	0.836
90	18.061	5.389	2.171	1.422	0.904
95	19.091	5.713	2.314	1.521	0.972
100	20.122	6.038	2.458	1.621	1.041
125	25.274	7.664	3.178	2.125	1.390
150	30.427	9.292	3.902	2.632	1.743
200	40.734	12.548	5.352	3.653	2.458

hooghoudt



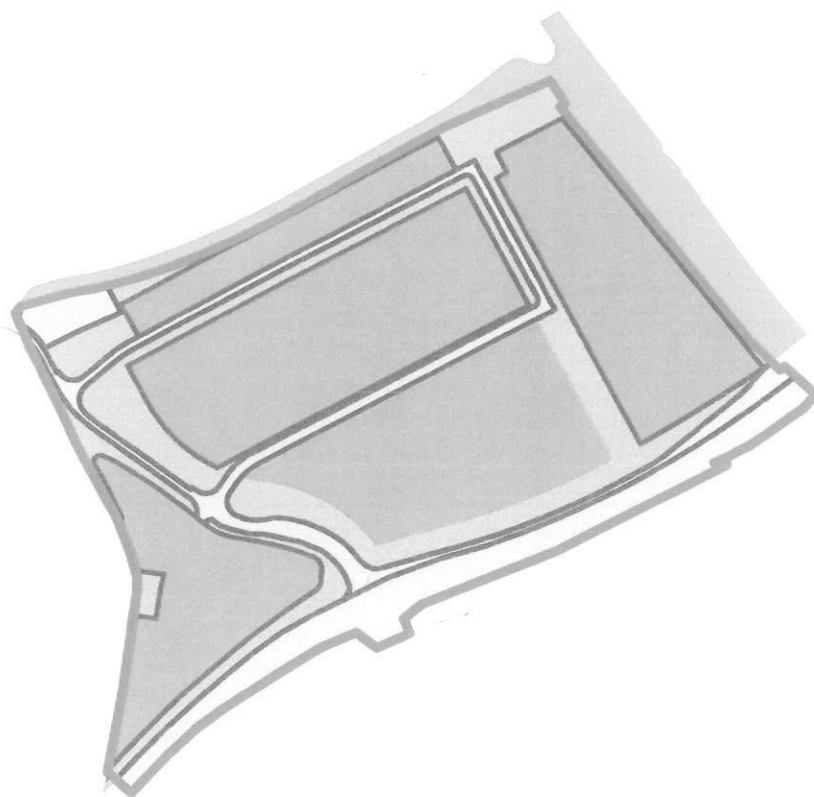
Bijlagen

5. Waterhuishouding

- b) Ontwerp toekomstige waterpartijen en berekening peilstijgingen t.b.v. het ontwerpbestemmings-plan Seingraaf in de gemeente Duiven, AC-2000 software ingenieurs b.v. Houten, kenmerk DUS-GW0408, april 2008

*Ontwerp toekomstige waterpartijen en berekening peilstijgingen
t.b.v. het ontwerpbestemmingsplan SEINGRAAF
in de gemeente DUIVEN.*

Projekt DUSGW0408, april 2008.



AC-2000 software ingenieurs bv. Houten

INHOUDSOPGAVE

INHOUDSOPGAVE	2
ALGEMEEN	3
UITGANGSPUNTEN	3
ALGEMEEN	3
OPPERVLAK	4
<i>Rechtstreeks af te voeren:</i>	4
RIOOLSTELSEL	4
RETENTIEVIJVER	5
<i>Situering</i>	5
<i>Dimensionering</i>	5
<i>Peilen</i>	5
<i>Afvoerkapaciteit</i>	5
WADIES	5
<i>Situering</i>	5
<i>Dimensionering en peilen</i>	5
<i>Afvoerkapaciteit</i>	5
DE BEREKENINGEN	6
CONCLUSIES NAAR AANLEIDING VAN DE BEREKENINGEN VARIANT1	6
CONCLUSIES NAAR AANLEIDING VAN DE BEREKENINGEN VARIANT2	6
CONCLUSIES NAAR AANLEIDING VAN DE BEREKENINGEN VARIANT3A WADIES	7
CONCLUSIES NAAR AANLEIDING VAN DE BEREKENINGEN VARIANT3 WADIES	7
CONCLUSIES NAAR AANLEIDING VAN DE BEREKENINGEN VARIANT4A WADIES	7
CONCLUSIES NAAR AANLEIDING VAN DE BEREKENINGEN VARIANT4 WADIES	7
DE INVOER KOLOMMEN	8
DE UITVOER KOLOMMEN	10
BIJLAGE A : SCHEMA INVOERGEGEVENS WATERPARTIJEN	11
BIJLAGE B : INVOER & BEREKENINGEN VARIANT1 T/M 4 VOOR P= 100	12
INVOER GEGEVENS LEIDINGVAKKEN VARIANT1 RETENTIEVIJVER	13
ALGEMENE REKENGEGEVENS	13
TIJDSTAPPEN EN PERIODICITEITEN	13
INVOER GEGEVENS LEIDINGVAKKEN VARIANT2 RETENTIEVIJVER	15
ALGEMENE REKENGEGEVENS	15
TIJDSTAPPEN EN PERIODICITEITEN	15
INVOER GEGEVENS LEIDINGVAKKEN VARIANT3A (ZONDER GRAS); WADIES BINNEN HET PLAN	17
ALGEMENE REKENGEGEVENS	17
TIJDSTAPPEN EN PERIODICITEITEN	17
INVOER GEGEVENS LEIDINGVAKKEN VARIANT4A (MET GRAS)); WADIES BINNEN HET PLAN	19
ALGEMENE REKENGEGEVENS	19
TIJDSTAPPEN EN PERIODICITEITEN	19

Algemeen

Het uitbreidingsplan Seingraaf met een bruto oppervlak van ca 18 ha. zal voornamelijk worden ingericht als bedrijventerrein. Hierbij kan worden uitgegaan van een aanzienlijk percentage verhard oppervlak voornamelijk bestaande uit dakvlakken, parkeer/opslagplaatsen en toegangswegen.

In het plan zijn voorzieningen opgenomen om een deel van het regenwater op zogenaamde 'grasdaken' op de gebouwen te bergen.

Het rioleringsplan zal worden uitgevoerd als verbeterd gescheiden rioolstelsel. D.w.z. de inhoud van regen- en afvalwaterstelsel zal worden bemalen. De capaciteit van de bemaling, welke wordt aangenomen op 0.3 mm/h, is ten behoeve van het vuilwater en maar in zeer beperkte mate voor de afvoer van regenwater.

Het meeste regenwater zal rechtstreeks en via de regenwateroverlaten van het verbeterd gescheiden stelsel in de omliggende waterpartijen moeten worden opgevangen. Deze waterpartijen fungeren dan ook als regenwater retentievijvers.

Het Waterschap bepaalt dat regenwater terplekke moet worden opgehouden. Hierdoor zijn er beperkingen ten aanzien van de af te voeren hoeveelheden water. Deze is voor het kwelgebied Seingraaf door het Waterschap gesteld op 1,5 l/sek/ha bruto oppervlak, hetgeen bij 18 ha. neerkomt op een piekafvoer 27 l/s.

Het ontwerp van de waterpartijen is dan ook een functie van een aantal factoren. De (beperkte) afvoer capaciteit, de hoeveelheid te verwachten neerslag, het afvoerend oppervlak verhard alswel onverhard en de te accepteren wateroverlast en de daarmee samenhangende maximale peilstijging in de waterpartijen bepalen de vijverdimensies.

In dit rapport wordt aan de hand van gesimuleerde 24-uurs berekeningen voor de periodiciteit $P=100$ het wateroppervlak bepaald.

Uitgangspunten

Algemeen

De berekeningen voor de waterpartijen en wadies in dit rapport werden uitgevoerd met het programma VIJVER, een speciaal voor dit doel door ons bureau ontwikkeld software-pakket voor de PC.

Ter bepaling van de inhoud van de retentievijver en de wadies zijn er elk twee mogelijke varianten. Hierbij is er voor de wadies elk nog een variant namelijk wadie binnen en buiten het plangebied.

Variant1 retentievijver: van het uitgeefbaar terrein voor de bedrijven wordt 10% gezien als onverhard. De retentievijver bevindt zich buiten het plangebied.

Variant2 retentievijver: van het uitgeefbaar terrein voor de bedrijven wordt 50% gezien als onverhard. (gras op de daken van de kantoorgebouwen). De retentievijver bevindt zich buiten het plangebied.

Variant3 wadies: van het uitgeefbaar terrein voor de bedrijven wordt 10% gezien als onverhard. De retentievijver bevindt zich buiten het plangebied.

Variant3A wadies: van het uitgeefbaar terrein voor de bedrijven wordt 10% gezien als onverhard. De retentievijver bevindt zich binnen het plangebied.

Variant4 wadies: van het uitgeefbaar terrein voor de bedrijven wordt 50% gezien als onverhard. (gras op de daken van de kantoorgebouwen). De retentievijver bevindt zich buiten het plangebied.

Variant4A wadies: van het uitgeefbaar terrein voor de bedrijven wordt 50% gezien als onverhard. (gras op de daken van de kantoorgebouwen). De retentievijver bevindt zich binnen het plangebied.

Oppervlak

Het bruto oppervlak van Seingraaf bedraagt ca 18 ha. De verdeling volgens de ontwerper, het SAB te Arnhem is als volgt:

Bruto oppervlak	182007 m2
Bedrijven	109687 m2
Woningen	2379 m2
Groen en water	39996 m2
Wegen	29945 m2

Rechtstreeks af te voeren:

Variant1 en Variant3

	<i>Totaal M2</i>	<i>Verhard M2</i>	<i>Onverhard m2</i>
Bedrijven	109687	98718 (90%)	10969 (10%)
Woningen	2379	1429 (80%)	950 (20%)
Groen en water	39996		39996 (100%)
Wegen	29945	29945 (100%)	
Totaal	182007	130092	51915

Variant2 en variant4

	<i>Totaal M2</i>	<i>Verhard M2</i>	<i>Onverhard m2</i>
Bedrijven	109687	54844 (50%)	54844 (50%)
Woningen	2379	1429 (80%)	950 (20%)
Groen en water	39996		39996 (100%)
Wegen	29945	29945 (100%)	
Totaal	182007	86218	95790

Op het totaal bebouwd oppervlak wordt een afvoerkoefficient van 1 toegepast.

Op het onbebouwd oppervlak wordt een afvoerkoefficient toegepast van 5 mm/etmaal.

Rioolstelsel

Het rioolstelsel zal worden uitgevoerd als verbeterd gescheiden. De onderdrempel berging wordt aangenomen op 4 mm en de pompovercapaciteit op 0.3 mm/h.

Retentievijver

Situering

De situering van de retentievijver is nog niet bekend. Voor deze berekeningen is geen rekening gehouden met afvoer.

Dimensionering

Ter benadering van de realiteit is de retentievijver in de berekeningen benaderd als een 'bak' met een lengte en een breedte. Ten behoeve van de berekeningen is een een reele lengte en breedte aangenomen.

Het beheerspeil bedraagt 8.20 m+Nap. De beschoeiingshoogte = beheerspeil + 0.10 m. Het maaiveld is aangenomen op 9.90 m+ NAP.

De maximale toegestane peilstijging voor P=100 bedraagt 1.50 m.

De taludhellingen bedragen 1 : 2.

Peilen

Het gemiddeld beheerspeil is aangenomen op 8.20 +Nap met een maximale peilstijging tot 9.75 + Nap.
De beschoeiingshoogte is aangenomen op 8.35 + Nap.

Afvoerkapaciteit

De maximaal toegestane afvoer (lozingseis) voor de het gebied is niet van toepassing voor een berekening voor P=100.

Voor P=25 geldt de maximale peilstijging van 0.40 m en een maximaal toegestane afvoer van 27.0 l/s.

Wadies

Situering

De situering van de retentievijver is nog niet bekend. Voor deze berekeningen is vooralsnog geen rekening gehouden met afvoer.

Dimensionering en peilen

Ter benadering van de realiteit is de retentievijver in de berekeningen benaderd als een 'bak' met een lengte en een breedte. Ten behoeve van de berekeningen is een een reele lengte en breedte aangenomen.

Het beheerspeil (wadibodem) bedraagt 9.40 m+Nap. Het maaiveld is aangenomen op 10.00 m+ NAP.

De maximale toegestane peilstijging voor P=100 bedraagt 0.60 m. tot 10.00 m+ NAP.

De taludhellingen bedragen 1 : 4.

Afvoerkapaciteit

De maximaal toegestane afvoer (lozingseis) voor de het gebied is niet van toepassing voor een berekening voor P=100.

De berekeningen

De berekeningen zijn gebaseerd op de 5 minutenregens volgens de 24-uurs duerkrommen voor $P=10$.

Het principe baseert zich op een dynamische berekening waarbij de kleinstmogelijke tijdstap 1 seconde bedraagt, m.a.w. voor iedere tijdstap worden hoeveelheid neerslag met als gevolg daarvan peilstijging bepaald.

Voor de berekeningen worden tijdstappen gehanteerd van 1 seconde.

Voor iedere 40e tijdstap werden de resultaten op dat tijdstip uitgeprint.

De invoergegevens en resultaten voor $P=100$ zijn te vinden in bijlage B.

Conclusies naar aanleiding van de berekeningen variant1.

Variant1: van het uitgeefbaar terrein voor de bedrijven wordt 10% gezien als onverhard.

Totaal oppervlak binnen de beschoeiing bedraagt	7500	m2
Totale hoeveelheid gevallen neerslag	17152	m3
Totale geborgen in de retentievijver na 24 uur bedraagt	12768	m3
Totale afgevoerde hoeveelheid na 24 uur bedraagt	0	m3
Maximale peilstijging in sectie 1 – 2 omstreeks tijdstip $T= 84600$ seconden bedraagt	9.69	+Nap

Bij deze variant is er een groter oppervlak retentievijver (buiten het plan) in vergelijking met variant 2 als gevolg meer meer verhard oppervlak (de vijver zelf) en dus meer neerslag te bergen.

Bij de optredende hoogste waterstand is het tijdstip vermeld waarop deze stand optreedt in seconden tov. het begin van de berekening.

Conclusies naar aanleiding van de berekeningen variant2.

Variant2: van het uitgeefbaar terrein voor de bedrijven wordt 50% gezien als onverhard.

Totaal oppervlak binnen de beschoeiing bedraagt	5000	m2
Totale hoeveelheid gevallen neerslag	16936	m3
Totale geborgen in de retentievijver na 24 uur bedraagt	8845	m3
Totale afgevoerde hoeveelheid na 24 uur bedraagt	0	m3
Maximale peilstijging in sectie 1 – 2 omstreeks tijdstip $T= 84600$ seconden bedraagt	9.68	+Nap

Bij deze variant is er een relatief kleiner oppervlak retentievijver (buiten het plan) in vergelijking met variant 1 als gevolg van minder verhard oppervlak (de vijver zelf) en dus minder neerslag te bergen. Bij de optredende hoogste waterstand is het tijdstip vermeld waarop deze stand optreedt in seconden tov. het begin van de berekening.

De afwijking in de hoeveelheid gevallen neerslag is het gevolg van afrondingen in ha. in de invoer.

Conclusies naar aanleiding van de berekeningen variant3A wadies.

Van het uitgeefbaar terrein voor de bedrijven wordt 10% gezien als onverhard.

Totaal oppervlak op 9.40m+ NAP bedraagt	23000	m2
Totale hoeveelheid gevallen neerslag	15539	m3
Totale geborgen in de retentievijver na 24 uur bedraagt	13927	m3
Totale afgevoerde hoeveelheid na 24 uur bedraagt	0	m3
Maximale peilstijging in sectie 1 – 2 omstreeks tijdstip T= 84600 seconden bedraagt	9.99	+Nap

Conclusies naar aanleiding van de berekeningen variant3 wadies.

Zonder gras, binnen het plangebied.

Beheerpeil wadi 9.40m+ NAP en max peilstijging (= maaiveld) tot 10.00m+ NAP.

Bij het uitgerekende oppervlak van de wadies buiten het plangebied van 27500 m2 is er nog eens 5330 m2 talud = totaal 32830 m2 wadi op 10.00m+ NAP

Als de wadi in het plan wordt opgenomen dient het Onverhard oppervlak te worden verminderd van 5.19 ha naar 1.91 ha. Hiervan zijn in de variant3A de berekeningen te vinden in de bijlagen.

Het wadi oppervlak op 8.40 m+ NAP kan nu terug naar 23000 m2 en de maximale peilstijging is nu 9.99m+ NAP. (P=100) Het wadioppervlak op 10.00m+ NAP bedraagt inclusief de taluds ca. 27000 m2.

Conclusie het maakt hier wel uit of de wadies zich binnen of buiten het plangebied bevinden.

Conclusies naar aanleiding van de berekeningen variant4A wadies.

Van het uitgeefbaar terrein voor de bedrijven wordt 50% gezien als onverhard.

Totaal oppervlak op 9.40m+ NAP bedraagt	16500	m2
Totale hoeveelheid gevallen neerslag	16359	m3
Totale geborgen in de retentievijver na 24 uur bedraagt	10091	m3
Totale afgevoerde hoeveelheid na 24 uur bedraagt	0	m3
Maximale peilstijging in sectie 1 – 2 omstreeks tijdstip T= 84600 seconden bedraagt	9.69	+Nap

Conclusies naar aanleiding van de berekeningen variant4 wadies.

Met gras binnen het plangebied.

Beheerpeil wadi 9.40m+ AP en max peilstijging (= maaiveld) tot 10.00m+ NAP.

Bij het uitgerekende oppervlak van de wadies buiten het plangebied van 16500 m2 is er nog eens 5100 m2 talud = totaal 21600 m2 wadi op 10.00m+ NAP

Als de wadi in het plan wordt opgenomen dient het Onverhard oppervlak te worden verminderd van 9.59 ha naar 7.42 ha. Hiervan zijn in de variant4A de berekeningen te vinden in de bijlagen.

Omdat de wadi als verhard oppervlak wordt beschouwd blijkt dat de peilstijging bij hetzelfde oppervlak nu 9.99m+ NAP is. Het wadioppervlak op 10.00m+ NAP bedraagt inclusief de taluds ca. 21600 m2.

Conclusie het maakt bij deze variant niet uit of de wadies zich binnen of buiten het plangebied bevinden. Wadi blijft 16500 m2. (P=100)

De invoer kolommen

Kolom 1 – strengnummer

Het strengnummer dient slechts voor de volgorde.

Kolom 2 en 3 – knopen

Alleen positieve knoopnummers van 1 tot 9999 kunnen worden ingevoerd.
de leidingvakgegevens kunnen willekeurig worden ingevoerd van Knoop tot Knoop.

Overstortputten inwendige overstorten en uitlaten worden in een ander deel van het programma nader gedefinieerd, echter moeten deze hier als deel van hetleidingvak (duiker) als knoop worden aangegeven.

Indien een knoop slechts een keer voorkomt betekent dit dat dit deel van het leidingvak 'dood' loopt en dus niet verbonden is met andere vakken dan het eigenvak.

Knoppen kunnen maximaal drie keer voorkomen, dat wil zeggen dat op een knoop maximaal drie leidingvakken kunnen samenkomen. Slechts een van die drie kan een waterpartij zijn.

Kolommen 4 en 5 – bob knp1, bob,knp2

De bodem van de waterpartij in meters t.o.v. peil voor respectievelijk knoop1 en knoop2.

De binnenonderkant van de buizen in meters t.o.v. peil voor respectievelijk knoop1 en knoop2.

bob1=bob2 betekent een leidingvak met horizontaal bodemverloop.

Kolom 6 – lengte leidingvak in m1

De kolommen 6, 7 en 8 zijn gebonden, zie ook bij kolom 7 en 8.

Indien het leidingvak een duiker betreft dan hier de afstand knoop1 knoop2 invoeren in meters (en eventueel dm). Is een der knopen een overstort dan het hart hiervan als uitgangspunt nemen. Het verdient aanbeveling de afstanden NIET groter dan 100 m te nemen.

Gaat het echter om de invoer van een waterpartij dan moet deze eerst geschematiseerd worden. Bepaal hiertoe het oppervlak van de waterpartij binnende beschoeiing. Bepaal de beschoeiingslengte. Kies een gemiddelde breedte, waarmee de lengte en daarmee de taludlengte van de waterpartij wordt vastgelegd.

Puur formaliteit, aangezien voor de waterpartijen niet met stromingsbeelden wordt gewerkt, waarmee gesteld wordt dat in de berekeningen theoretisch wordt aangenomen dat de inbreng van EEN eenheid water in dit leidingvak direkt zorgt voor een peilstijging over het gehele oppervlak mits de afmetingen van dat leidingvak beperkt blijven.

Kolom 7 – diameter in mm.

Indien het leidingvak een waterpartij betreft GEEN INVOER.

Indien het leidingvak een duiker betreft dan de diameter van de duiker invoeren in mm.

Kolom 8 – gemiddelde breedte (Gembr.)

Indien het leidingvak een duiker betreft GEEN INVOER.

Indien het leidingvak een waterpartij betreft dan de onder kolom 6 besproken gemiddelde breedte in m. invoeren.

Kolom 9 – beheers-peil (Beh.peil)

Het normaal beheerspeil in meters t.o.v. Peil.

Kolom 10 – maaiveldhoogte knoop1 (Mv.knp1)

De hoogte van het maaiveld om en nabij knoop1 in meters t.o.v. Peil.

Kolom 11 – invoer pomp (Inv.P)

Indien het leidingvak een duiker betreft GEEN INVOER. Een eventuele NEGATIEVEinvoer van een pomp in het leidingvak in liters per seconde. In een laterstadium van het programma zal deze pomp nader moeten worden gedefinieerd.

Kolom 12 – invoer rioleringsgebied (Inv.RG)

Indien het leidingvak een duiker betreft GEEN INVOER.
Het verhard oppervlak van het betreffende rioleringsgebied in ha.

Kolom 13 – invoer verhard oppervlak (Inv.VO)

Indien het leidingvak een duiker betreft GEEN INVOER.
Het verhard oppervlak van het direkt aanliggende gebied in ha.

Kolom 14 – invoer onverhard oppervlak (Inv.OO)

Indien het leidingvak een duiker betreft GEEN INVOER.
Het onverhard oppervlak van het direkt aanliggende gebied in ha.

Kolom 15 – toelaatbaar waterpeil (P.toel)

Indien het leidingvak een duiker betreft GEEN INVOER.
Het maximaal toelaatbare peil in de waterpartij tussen knp1 en knp2 in meters t.o.v. Peil.

Kolom 16 – Talud

Indien het leidingvak een duiker betreft GEEN INVOER.
De helling van het talud in twee decimalen.
Voorbeelden : talud 1 op 4 = 0.25
 talud 4 op 1 = 4.00
 vertikaal = 100 (100 op 1)

Pas op voor talud 1 op 100.

Kolom 17 – beschoeiingspeil. (P.besch)

Indien het leidingvak een duiker betreft GEEN INVOER.
Het peil van de beschoeiing in meters t.o.v. Peil.

De uitvoer kolommen

Rgl KNP1 KNP2

Het regelnummer met de knopen zoals deze werden ingevoerd.

Mv.1 Mv.2

Het maaiveld respectievelijk bij knoop 1 en knoop 2.

Ws.1 Ws.2

De waterstanden bij respectievelijk knoop 1 en knoop 2. Indien het leidingvak een waterpartij betreft dan is $Ws.1 = Ws.2$.

Q.1

Dit is het debiet in M3/s op het tijdstip van rekenen t.p.v. knoop1 - een positief debiet geeft aan dat de stromingsrichting van het debiet intern is gericht, zich dus in het betreffende leidingvak begeeft. Voor een aangeduid negatief debiet geldt dat dat het debiet is dat het leidingvak verlaat. Indien het leidingvak een duiker betreft zal de som van deze debieten 0 (nul) bedragen.

Q.2

Dit is het debiet in M3/sek op het tijdstip van rekenen tpv knoop2. Oerigens geldt hetzelfde als voor Q.1.

Q-vijv. (Q-vijver)

Dit is de hoeveelheid water uitgedrukt in M3 die zich op het betreffende TIJDSTIP over de periode van de voorafgaande TIJDSTAP in de vijver heeft verzameld.

Indien Q-vijver positief is, betekent dit dat het waterpeil relatief is gestegen en zich over die periode zich meer water in het leidingvak verzamelt dan dat water doorstroomt naar andere leidingvakken.

Indien Q-vijver negatief is, betekent dit dat het waterpeil in de periode relatief is gedaald en er dus meer water aan het leidingvak wordt onttrokken (pompen, doorstroming) dan er zich verzamelt.

Q.tot. (Q-totaal)

Dit is de totale som van Q-vijver van alle voorgaande perioden uitgedrukt in M3 op het betreffende tijdstip en kan dus worden voorgesteld als de berging.

Hierin is begrepen het eventueel door de pomp(en) verwerkte debiet.

Q.POMP

Dit is de sommatie van het pompdebiet (pos/neg) uitgedrukt in M3 tot en met het betreffende tijdstip.

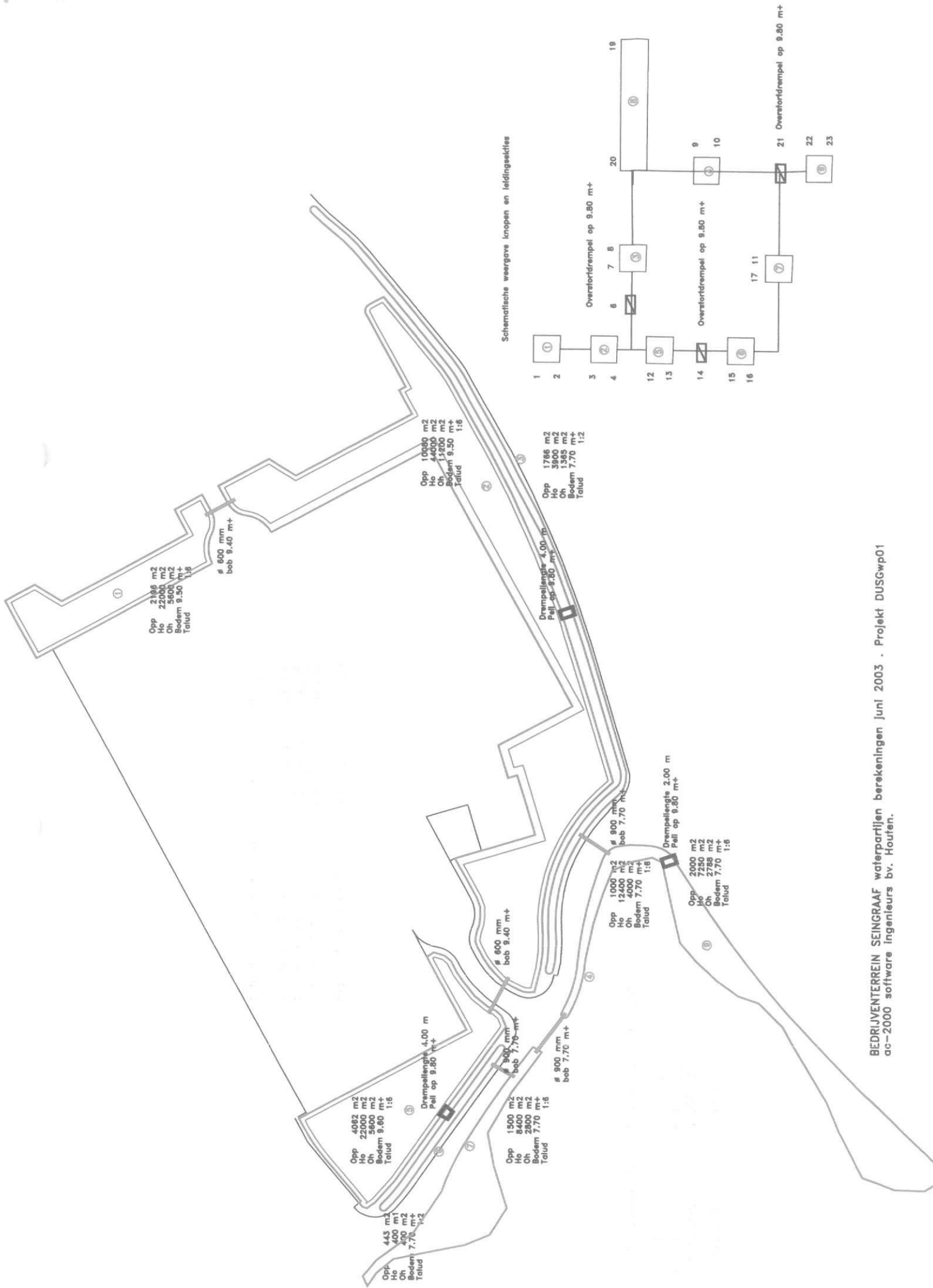
Indien voor dat leidingvak een pomp met een negatief debiet werd opgegeven, dan is dit debiet de sommatie van het volgens het opgegeven regime aan het leidingvak onttrokken debiet.

Tevens wordt per regime (maximaal 3 regimes mogelijk) in seconden de totale pomptijd aangegeven vanaf inslag tot en met het betreffende tijdstip. Het tijdstip van inwerking treden is dus het TIJDSTIP-POMPTIJD indien tussentijdsgeen uitval van de pomp heeft plaatsgevonden.

Ekstra vermeldingen. Indien een rioleringsgebied met berging en/of Pok. werd opgegeven dan zal het - inwerking-treden van de overstort worden vermeld met OST.RG+, vanaf de periodewaarin het inwerking-treden plaatsvond.

Indien een gemaal werd gedefinieerd dan zal per opgegeven regime de sommatie per regime in seconden worden weergegeven met P1 XXXXX P2 XXXXX enz.

Bijlage A : Schema invoergegevens waterpartijen



Bijlagen

5. Waterhuishouding

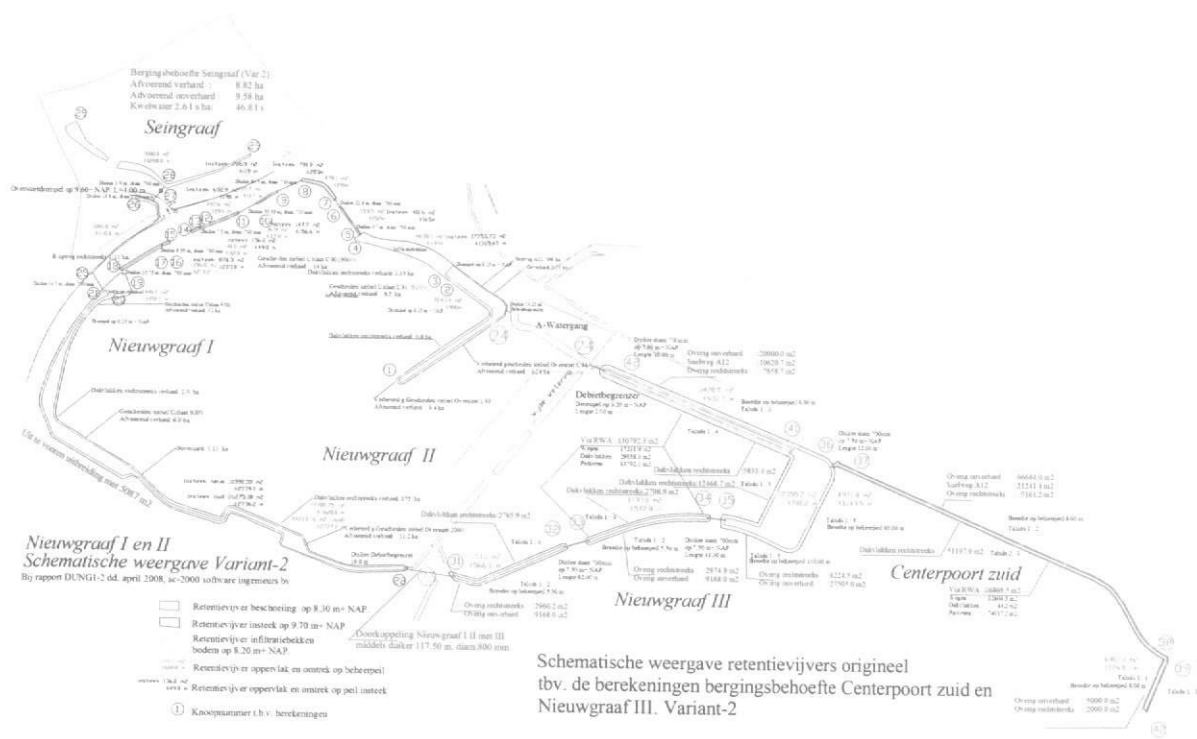
- c) Bepaling bergingsbehoefte voor Seingraaf, Nieuwgraag I-II-III en Centrepoort-Zuid t.b.v. het ontwerpbestemmingsplan Seingraaf in de gemeente Duiven, AC-2000 software ingenieurs b.v. Houten, december 2008.

Bepaling bergingsbehoefte voor Seingraaf, Nieuwgraaf I-II- III en Centerpoort-zuid

t.b.v. het ontwerpbestemmingsplan SEINGRAAF

in de gemeente DUIVEN.

Project Seingraaf incl. Nieuwgraaf I-II-III-Cp-z, juli –december 2008.



ac-2000 software ingenieurs bv. Houten

AC-2000 software ingenieurs bv. Houten

INHOUDSOPGAVE

INHOUDSOPGAVE	2
ALGEMEEN	4
UITGANGSPUNTEN	4
ALGEMEEN	4
SEINGRAAF (VARIANT-1 EN VARIANT-2)	5
Inrichting oppervlak.....	5
Variant-1	5
Variant-2	6
Rioolstelsel	6
Dimensionering retentievijver t.b.v. Seingraaf.....	6
Peilen	7
Kwelwater Seingraaf.....	7
Afvoerkapaciteit	7
VERDELING VAN HET OPPERVAK OVER DE LEIDINGVAKKEN	7
SEINGRAAF	8
Variant-1	8
Variant-2	8
NIEUWGRAAF I,II,III EN CENTERPOORT-ZUID	8
Nieuwgraaf I en II	8
Nieuwgraaf III en centerpoort-zuid.....	9
DE BEREKENINGEN	10
ALGEMEEN	10
DE BEREKENINGEN VOOR P=25	11
DE BEREKENINGEN VOOR P=100	11
CONCLUSIES NAAR AANLEIDING VAN DE BEREKENINGEN	12
VOOR P=25.	12
Voor Seingraaf.....	12
Voor Nieuwgraaf I-II-III en Centerpoort-zuid inclusief Seingraaf.....	12
VOOR P=100.	14
Voor Seingraaf.....	Error! Bookmark not defined.
Voor Nieuwgraaf I-II-III en Centerpoort-zuid inclusief Seingraaf.....	15
DE INVOER KOLOMMEN	16
DE UITVOER KOLOMMEN	18
DE KOLOMMEN EINDRESULTAAT	19
BIJLAGE A : SCHEMA WATERPARTIJEN VOOR VARIANT-1	21
BIJLAGE A1 : SCHEMA WATERPARTIJEN VOOR VARIANT-2	22
BIJLAGE B : BEREKENING PEILSTIJGINGEN VOOR VARIANT-1 EN 2	23
VARIANT-1 :INVOER GEGEVENS LEIDINGVAKKEN RETENTIEVIJVERS VOOR P=25	24

ALGEMENE REKENGEGEVENS	25
OVERSTORT GEGEVENS:	25
TIJDSTAPPEN EN PERIODICITEITEN	25
VARIANT-1 :BEREKENINGEN VOOR P=25	26
Variant-1 :TIJDSTIP: 3600 sek TIJDSTAP GROOTTE: 1 sek.....	26
Variant-1 :TIJDSTIP: 36100 sek TIJDSTAP GROOTTE: 10 sek.....	27
Variant-1 :TIJDSTIP: 86400 sek TIJDSTAP GROOTTE: 10 sek.....	28
Variant-1 :EINDRESULTAAT voor P=100.....	29
VARIANT-1 :INVOER GEGEVENS LEIDINGVAKKEN RETENTIEVIJVERS VOOR P=100... 30	
ALGEMENE REKENGEGEVENS	31
OVERSTORT GEGEVENS:	31
TIJDSTAPPEN EN PERIODICITEITEN	31
VARIANT-1 :BEREKENINGEN VOOR P=100	32
Variant-1 :TIJDSTIP: 2400 sek TIJDSTAP GROOTTE: 1 sek.....	32
Variant-1 :TIJDSTIP: 36100 sek TIJDSTAP GROOTTE: 10 sek.....	33
Variant-1 :TIJDSTIP: 86400 sek TIJDSTAP GROOTTE: 10 sek.....	34
Variant-1 :EINDRESULTAAT voor P=100.....	35
VARIANT-2 :INVOER GEGEVENS LEIDINGVAKKEN RETENTIEVIJVERS VOOR P=25..... 36	
ALGEMENE REKENGEGEVENS	37
OVERSTORT GEGEVENS:	37
TIJDSTAPPEN EN PERIODICITEITEN	37
VARIANT-2 :BEREKENINGEN VOOR P=25	38
Variant-2 :TIJDSTIP: 36100 sek TIJDSTAP GROOTTE: 10 sek.....	38
Variant-2 :TIJDSTIP: 86400 sek TIJDSTAP GROOTTE: 10 sek.....	39
Variant-2 :EINDRESULTAAT voor P=25.....	40
VARIANT-2 :INVOER GEGEVENS LEIDINGVAKKEN RETENTIEVIJVERS VOOR P=100... 41	
ALGEMENE REKENGEGEVENS	42
OVERSTORT GEGEVENS:	42
TIJDSTAPPEN EN PERIODICITEITEN	42
VARIANT-2 :BEREKENINGEN VOOR P=100	43
Variant-2 :TIJDSTIP: 36100 sek TIJDSTAP GROOTTE: 10 sek.....	43
Variant-2 :TIJDSTIP: 86400 sek TIJDSTAP GROOTTE: 10 sek.....	44
Variant-2 :EINDRESULTAAT voor P=100.....	45

Algemeen

In dit rapport wordt gezien of (bij gebrek aan mogelijkheden binnen het bestemmingsplan Seingraaf) retentiecapaciteit kan worden betrokken in het onderliggende terrein van Nieuwgraaf.

De terreinen Nieuwgraaf I en II zijn door een A-watergang gescheiden van de terreinen Nieuwgraaf III en Centerpoort-zuid.

De grootte van retentievijvers van Nieuwgraaf I en II werden vastgesteld in het rapport **Project DUNG1-2-A, april 2008**. De grootte van de retentievijvers van Nieuwgraaf III en Centerpoort-zuid werd vastgesteld in rapport **Project DUCPZN01-A, maart 2008**.

Het uitbreidingsplan **Seingraaf** met een bruto oppervlak van ca 18 ha. zal voornamelijk worden ingericht als bedrijventerrein. Hierbij kan worden uitgegaan van een aanzienlijk percentage verhard oppervlak voornamelijk bestaande uit dakvlakken, parkeer/opslagplaatsen en toegangswegen.

In het plan zijn voorzieningen opgenomen om een deel van het regenwater op zogenaamde 'grasdaken' op de gebouwen te bergen.

De rioleringsplannen voor Seingraaf worden uitgevoerd als gescheiden rioolstelsel.

Het meeste regenwater zal rechtstreeks en via de regenwateruilen van het gescheiden stelsel in de omliggende waterpartij worden opgevangen. Deze waterpartij fungeert dan ook als regenwater retentievijver. De beschikbare oppervlakte hiervoor (op beheerpeil) is 3000 m²

Het ontwerp van retentievijvers is een functie van een aantal factoren. De (beperkte) afvoer capaciteit, de hoeveelheid te verwachten neerslag, de periode waarmee wordt gerekend, het afvoerend oppervlak verhard alswel onverhard en de te accepteren wateroverlast en de daarmee samenhangende maximale peilstijging in de retentievijvers bepalen de dimensie ervan.

In dit rapport wordt aan de hand van gesimuleerde 24-uurs berekeningen voor de periodiciteit $P=25$ en $P=100$ het retentievijver oppervlak bepaald voor twee varianten ten aanzien van de afvoer van Seingraaf.

Uitgangspunten

Algemeen

Het Waterschap bepaalt dat regenwater terplekke moet worden opgehouden. Hierdoor zijn er beperkingen ten aanzien van de af te voeren hoeveelheden water. Deze is voor het kwelgebied Seingraaf door het Waterschap gesteld op 1,5 l/sec/ha bruto oppervlak, wat bij 18 ha. neerkomt op een piekafvoer 27 l/s.

Voor het hele gebied Seingraaf + Nieuwgraaf I,II,III en Centerpoort-zuid bedraagt de maximale afvoer naar de A-watergang 170 l/sec te regelen middels de drie debietbegrenzers.

Daarnaast moet Seingraaf rekening worden gehouden met een debiet aan kwelwater van 2.6 l/s/ha ofwel voor 18 ha bruto oppervlak is dit 46.6 l/sec

In dit rapport wordt gezien of de voor **Seingraaf** noodzakelijke berging opgenomen kan worden in **Nieuwgraaf I + II + III + Centerpoort-zuid**. Als gevolg hiervan wordt de eventuele uitbreiding van het retentievijver oppervlak van Nieuwgraaf bepaald.

De berekeningen voor de waterpartijen in dit rapport werden uitgevoerd met het programma VIJVER, een speciaal voor dit doel door ons bureau ontwikkeld software-pakket voor de PC.

Ter bepaling van de bergingsbehoefte voor Seingraaf in Nieuwgraaf worden hier twee varianten berekend.

Variant-1 retentievijver Seingraaf: van het uitgeefbaar terrein voor de bedrijven wordt 100% gezien als verhard. De retentievijver bevindt zich grotendeels buiten het plangebied n.l. in Nieuwgraaf.

Variant-2 retentievijver Seingraaf: van het uitgeefbaar terrein voor de bedrijven wordt 50% gezien als onverhard. (gras op de daken van de kantoorgebouwen). De retentievijver bevindt zich grotendeels buiten het plangebied n.l. in Nieuwgraaf.

Extra benodigd retentieoppervlak zal kunnen worden gerealiseerd in leidingsectie 21 – 22 in Nieuwgraaf I.

Seingraaf (variant-1 en variant-2)

Inrichting oppervlak

Het bruto oppervlak van Seingraaf bedraagt ca 18 ha. De verdeling volgens de ontwerper, het SAB te Arnhem is als volgt:

Bruto oppervlak	182007 m2
Bedrijven	109687 m2
Woningen	2379 m2
Groen en water	39996 m2
Wegen	29945 m2

Variant-1

Variant-1 retentievijver Seingraaf: van het uitgeefbaar terrein voor de bedrijven wordt 100% gezien als verhard. De retentievijver bevindt zich deels buiten het plangebied n.l. in Nieuwgraaf.

Soort	Totaal M2	Verhard M2	Onverhard m2
-------	--------------	---------------	-----------------

Bedrijven	109687	109687 (100%)	-
Woningen	2379	1429 (80%)	950 (20%)
Groen en water	39996	-	39996 (100%)
Wegen	29945	29945 (100%)	-
Totaal	182007	141061	40946

Op het totaal bebouwd oppervlak wordt een afvoercoëfficiënt van 1 toegepast. Op het onbebouwd oppervlak wordt een afvoercoëfficiënt toegepast van 5 mm/etmaal.

Variant-2

Variant-2 retentievijver Seingraaf: van het uitgeefbaar terrein voor de bedrijven wordt 50% gezien als onverhard (gras op de daken van de kantoorgebouwen) . De retentievijver bevindt zich deels **buiten** het plangebied n.l. in Nieuwgraaf.

<i>Soort</i>	<i>Totaal M2</i>	<i>Verhard M2</i>	<i>Onverhard m2</i>
Bedrijven	109687	54843 (50%)	54844 (50%)
Woningen	2379	1429 (80%)	950 (20%)
Groen en water	39996	-	39996 (100%)
Wegen	29945	29945 (100%)	-
Totaal	182007	86217	95790

Op het totaal bebouwd oppervlak wordt een afvoercoëfficiënt van 1 toegepast. Op het onbebouwd oppervlak wordt een afvoercoëfficiënt toegepast van 5 mm/etmaal.

Rioolstelsel

Het rioolstelsel zal worden uitgevoerd als verbeterd gescheiden. De onderdrempel berging wordt aangenomen op 4 mm en de pompoevercapaciteit op 0.3 mm/h.

Dimensionering retentievijver t.b.v. Seingraaf

Voor de hieronder vermelde leidingvakken zie de schematische weergave in de bijlagen.

- Ter plaatse van Seingraaf bestaat de mogelijkheid een retentieoppervlak aan te leggen van 3000 m2 op een beheerpeil van 9.51 m+ NAP. (*leidingvak 28-29*)
- Het beheerpeil in Seingraaf wordt gerealiseerd door het plaatsen van een drempel met een lengte van 8.00 m op 9.51 m +NAP. ter plaatse van knooppunt 27. (*leidingvak 26-27 en 27 - 28*)
- *Een gedeelte van het overig noodzakelijke oppervlak voor retentie zal worden opgenomen in het retentieoppervlak van Nieuwgraaf I en II. Dit retentieoppervlak zal t.b.v. Seingraaf maximaal kunnen worden uitgebreid met 5087 m2 ter plaatse van leidingvak 21-22.*

- Het daarna nog resterende noodzakelijke retentieoppervlak zal moeten worden gezocht in de overcapaciteit van de retentievijvers van Nieuwgraaf III en Centerpoort-zuid. Hiertoe dient een koppeling te worden gemaakt middels een duiker met diameter 800 mm. en met een lengte van 117.50 m. (*leidingvak 22-31.*)
- De afvoer van het regen- en kwelwater van Seingraaf vindt plaats via een verbindingssloot met een lengte van 500 m' (leidingvak 25-26) en een breedte op beheerpeil van 2.00 m. Het beheerpeil voor de afvoersloot bedraagt 8.20 m + NAP. De doorsteek onder de weg bestaat uit een duiker met diameter 700 mm en een lengte van 34.00 m (*leidingvak 23-21*) Deze sloot wordt ook meegerekend als retentie.

Peilen

Het gemiddeld beheerpeil voor Nieuwgraaf is aangenomen op 8.20 +Nap met een maximale peilstijging tot 9.75 + NAP. Voor Seingraaf is het beheerpeil gelijk aan de hoogte van de drempel in het zandfilter ofwel 9.60 + NAP.

Kwelwater Seingraaf

In het gebied Seingraaf moet rekening worden gehouden met een debiet aan kwelwater van 2.6 l/s/ha ofwel voor 18 ha bruto oppervlak is dit 46.6 l/sec

Afvoerkapaciteit

Voor P=25 geldt de maximale peilstijging van 0.40 m en een maximaal toegestane afvoer van 27.0 l/s voor Seingraaf. Voor het hele gebied Seingraaf + Nieuwgraaf I,II,III en Centerpoort-zuid bedraagt de maximale afvoer naar de A-watgang 170 l/sec te regelen middels de drie debietbegrenzer.

De maximaal toegestane afvoer (lozingseis) voor de het gebied is niet van toepassing voor een berekening voor P=100.

Verdeling van het oppervlak over de leidingvakken

Seingraaf

Variant-1

In de berekening zijn de leidingvakken 21 t/m 29 gereserveerd t.b.v. Seingraaf. De verdeling van de oppervlakken is als volgt:

Gebied	leidingvak	soort oppervlak	aantal M2	totaal M2.	afgerond Ha.
Seingraaf	38*	28-29 Dakvlakken	109687		
		Dakvlakken	1429		
		Wegen	29945	141061	14.11
		Overig onverhard	40946	40946	4.09

*op dit leidingvak is als extra met 46.8 l/s kwelwater gerekend.

Variant-2

In de berekening zijn de leidingvakken 21 t/m 29 gereserveerd t.b.v. Seingraaf. De verdeling van de oppervlakken is als volgt:

Gebied	leidingvak	soort oppervlak	aantal M2	totaal M2.	afgerond Ha.
Seingraaf	38*	28-29 Dakvlakken	54843		
		Dakvlakken	1429		
		Wegen	29945	86217	8.62
		Overig onverhard	95790	95790	9.58

*Op dit leidingvak is als extra met 46.8 l/s kwelwater gerekend.

Nieuwgraaf I,II,III en Centerpoort-zuid

Nieuwgraaf I en II

De terreinen Nieuwgraaf I en II zijn door een A-watergang gescheiden van de terreinen Nieuwgraaf III en Centerpoort-zuid. De oppervlakte verdeling over de leidingvakken van de retentievijvers is rechtstreeks overgenomen van **Project DUNG1-2-A, april 2008**.

Ten behoeve van de berekeningen zijn de retentievijvers schematisch opgedeeld in leidingvakken. Een overzicht hiervan is te vinden in de bijlage B.

In de berekening zijn de leidingvakken 1 t/m 20 gereserveerd t.b.v. Nieuwgraaf I en II. Aldus worden hieronder de ingevoerde waarden per leidingvak vermeld zoals deze in de berekeningen zijn gehanteerd afgerond in ha. Het totaal oppervlak van 66.53 ha is als volgt verdeeld over de secties:

Gebied	leidingvak	soort oppervlak	aantal M2	totaal M2.	afgerond Ha.
Nieuwgraaf I en II	1	1-2	Dakvlakken	9000	
			Snelweg A12	9566	18566
			Overig onverhard	11000	11000
			RWA stelsel	94000	
Nieuwgraaf I	3	3-4	RWA stelsel	32400	126400
			Dakvlakken	31500	31500
			RWA stelsel		20.50
Nieuwgraaf I	5	9-10	Ringweg	2000	0.20
Nieuwgraaf I	11	11-12	Ringweg	3700	0.37
Nieuwgraaf I	13	13-14	Ringweg	1000	0.10
Nieuwgraaf I	17	17-18	Ringweg	4000	0.40
Nieuwgraaf I en II	19	19-20	Dakvlakken	20000	
			Dakvlakken	7500	27500
			RWA stelsel	42000	
			RWA stelsel	60000	
			RWA stelsel	112000	214000
			Overig onverhard	11000	11000

Nieuwgraaf III en Centerpoort-zuid

De oppervlakte verdeling over de leidingvakken van de retentievijvers is rechtstreeks overgenomen van Project DUCPZN01-A, maart 2008.

Ten behoeve van de berekeningen zijn de retentievijvers schematisch opgedeeld in leidingvakken. Een overzicht hiervan is te vinden in de bijlage B.

In de berekening zijn de leidingvakken 31 t/m 42 gereserveerd t.b.v. Nieuwgraaf III en Centerpoort-zuid. Aldus worden hieronder de ingevoerde waarden per leidingvak vermeld zoals deze in de berekeningen zijn gehanteerd afgerond in ha. En inclusief een correctie van 10% op het verhard oppervlak. Het totaal oppervlak van 49.53 ha is als volgt verdeeld over de secties:

Gebied	leidingvak	soort oppervlak	aantal M2	afgerond Ha.	Corr Ha.
Nieuwgraaf III	23	31-32	Dakvlakken	2765.9	
			Overig verhard	2960.2	0.57

Nieuwgraaf III	25	33-34	Overig onverhard	9168.0	0.92	0.86
			Dakvlakken	2708.9		
			Overig verhard	2960.2	0.57	0.63
Nieuwgraaf III	27	25-26	Overig onverhard	9168.0	0.92	0.86
			Dakvlakken	12468.7		
			Overig verhard	6224.5	1.87	2.06
Nieuwgraaf III	30	41-42	Overig onverhard	27505.0	2.75	2.56
			Dakvlakken	5833.4		
			Snelweg A12	10620.7		
			RWA stelsel	130792.3	13.08	14.40
			Overig verhard	7658.7	2.41	2.66
Centerpoort-zuid	29*	37-38	Overig onverhard	20000.0	2.00	0.53
			Dakvlakken	51197.9		
			Snelweg A12	21241.4		
			Overig verhard	9161.2	8.16	8.98
			RWA stelsel	86869.5	8.69	9.56
Centerpoort-zuid	33**	39-40	Overig onverhard	66648.0	6.66	4.97
			Dakvlakken	-		
			Overig verhard	2000.0	0.20	0.22
			Overig onverhard	5000.0	0.50	0.48

***Bij Variant-1 wordt deze leidingsectie ingekort tot een lengte van 700 m.**

****Bij Variant-1 vervalt deze leidingsectie. De oppervlakken worden toegekend aan leidingsectie 37 – 38**

De berekeningen

Algemeen

De berekeningen zijn gebaseerd op de 5 minuten regens volgens de 24-uurs duerkrommen voor P=25 en P=100.

Het principe baseert zich op een dynamische berekening waarbij de kleinst mogelijke tijdstap 1 seconde bedraagt, m.a.w. voor iedere tijdstap worden hoeveelheid neerslag met als gevolg daarvan de peilstijging bepaald.

Voor de berekeningen worden tijdstappen gehanteerd van 1 seconde.

Voor iedere 40e tijdstap werden de resultaten op dat tijdstip uitgeprint.

De invoergegevens en resultaten van Variant-1 voor P=25 en P=100 zijn te vinden in bijlage B.
De invoergegevens en resultaten van Variant-2 voor P=25 en P=100 zijn te vinden in bijlage B.

De berekeningen voor $P=25$

Voor $P=25$ geldt de maximale peilstijging van 0.40 m en een maximaal toegestane afvoer van 27.0 l/s voor Seingraaf. Voor het hele gebied Seingraaf + Nieuwgraaf I,II,III en Centerpoort-zuid bedraagt de maximale afvoer naar de A-watgang 170 l/sec te regelen middels de drie debietbegrenzers naar de A-watgang.

De regels 1 t/m 21 stellen de leidingsecties in Nieuwgraaf I en II voor

De regel 22 geeft de koppeling weer van de retentievijvers van Nieuwgraaf I en II met die van Nieuwgraaf III en Centerpoort-zuid

De regels 23 t/m 33 stellen de leidingsecties in Nieuwgraaf III en Centerpoort-zuid voor

In de regels 34 t/m 36 zijn de debietbegrenzers aangegeven.

Regel 37 stelt de A-watgang voor als een 'bak' van $2000 \times 15 \text{ m} = 30000 \text{ m}^2$

De regels 38 t/m 42 zijn de leidingsecties van Seingraaf waarbij regel 42 (leidingsectie 28 – 29) de retentie in Seingraaf voorstelt.

De berekeningen voor $P=100$

Voor $P=100$ geldt de maximale peilstijging tot 0.20 m onder het laagste maaiveld.
Er is geen afvoer naar de A-watgang.

De regels 1 t/m 21 stellen de leidingsecties in Nieuwgraaf I en II voor

De regel 22 geeft de koppeling weer van de retentievijvers van Nieuwgraaf I en II met die van Nieuwgraaf III en Centerpoort-zuid

De regels 23 t/m 33 stellen de leidingsecties in Nieuwgraaf III en Centerpoort-zuid voor

De regels 34 t/m 38 zijn de leidingsecties van Seingraaf waarbij regel 38 (leidingsectie 28 – 29) de retentie in Seingraaf voorstelt.

Conclusies naar aanleiding van de berekeningen

Voor $P=25$.

Voor Seingraaf

Variant-1

Variant-1: van het uitgeefbaar terrein voor de bedrijven wordt 100% gezien als verhard.
Extra benodigd retentieoppervlak in sectie 21 – 22 is 5087 m²

Totaal oppervlak binnen de beschoeiing in Seingraaf bedraagt	3000 m ²
Totale hoeveelheid gevallen neerslag in Seingraaf na 24 uur	11715 m ³
Waarvan geborgen in de retentie na 24 uur	243 m ³
Totale opgevangen hoeveelheid kwelwater	4043 m ³
Totaal afgevoerd werd in 24 uur	7429 m ³
Totaal oppervlak retentie na peilstijging tot 9.91 m+ NAP.	4966 m ²
Maximale peilstijging in sectie 28 -29 bedraagt ($T = 3600$) (drempel op 9.60 m + NAP)	9.91 m +NAP

De afwijking in de hoeveelheid gevallen neerslag is het gevolg van afrondingen in ha. in de invoer.

Variant-2

Variant-2: van het uitgeefbaar terrein voor de bedrijven wordt 50% gezien als onverhard.
Extra benodigd retentieoppervlak in sectie 21 – 22 is 5087 m²

Totaal oppervlak binnen de beschoeiing in Seingraaf bedraagt	3000 m ²
Totale hoeveelheid gevallen neerslag in Seingraaf na 24 uur	11569 m ³
Waarvan geborgen in de retentie na 24 uur	512 m ³
Totale opgevangen hoeveelheid kwelwater	4043 m ³
Totaal teruggehouden na 24 uur	4555 m ³
Totaal afgevoerd werd in 24 uur	7014 m ³
Totaal oppervlak retentie na peilstijging tot 9.66 m+ NAP.	4559 m ²
Maximale peilstijging in sectie 28 -29 bedraagt (drempel op 9.50 m + NAP)	9.66 m +NAP

De afwijking in de hoeveelheid gevallen neerslag is het gevolg van afrondingen in ha. in de invoer.

Voor Nieuwgraaf I-II-III en Centerpoort-zuid inclusief Seingraaf

Variant-1

Variant-1: van het uitgeefbaar terrein voor de bedrijven in Seingraaf wordt 100% gezien als verhard.

Totaal oppervlak retentie binnen de beschoeiing op beheerpeil bedraagt	69861 m ²
Totaal oppervlak retentie na 24 uur	114926 m ²
Totale opgevangen hoeveelheid kwelwater van Seingraaf	4043 m ³
Totale hoeveelheid aangevoerde neerslag na 24 uur (exclusief kwel Seingraaf)	89509 m ³
Waarvan geborgen in de retentie na 24 uur	68577 m ³
Totaal afgevoerd op A-watgang in 24 uur (18621.8 – 3124.5 m ³)	15497 m ³
Gemiddelde afvoer naar A-watgang	179 l/s
Totaal achtergebleven op het terrein en in de grond	5435 m ³
Maximale peilstijging in sectie 28 -29 (Seingraaf) bedraagt	9.91 m +NAP
Maximale peilstijging in sectie 1 -2 (Nieuwgraaf) bedraagt	9.12 m +NAP
Gemiddelde peilstijging Nieuwgraaf en Centerpoort bedraagt na 24 uur	9.02 / 9.12 m +NAP
• Extra benodigd retentieoppervlak in sectie 21 – 22 is 5087 m² • De drempellengte van de overstort die Seingraaf scheidt van Nieuwgraaf bedraagt 4.00 m. • De leidingsectie 25 -26 moet verbreed naar 2.00 m (was 1.00 m) • De duikersecties 26 – 27 – 28 en 21 – 25 moeten diameter. 1000 mm zijn (was 700 mm) • De afwijking in de hoeveelheid gevallen neerslag is het gevolg van afrondingen in ha. in de invoer. • Peilstijgingen voldoen aan de eisen.	

Variant-2

Variant-2: van het uitgeefbaar terrein Seingraaf voor de bedrijven wordt 50% gezien als onverhard.
Extra benodigd retentieoppervlak in sectie 21 – 22 is 5087 m²

Totaal oppervlak retentie binnen de beschoeiing in bedraagt	71271 m ²
Totaal oppervlak retentie na 24 uur	119352 m ²
Totale opgevangen hoeveelheid kwelwater van Seingraaf	4043 m ³
Totale hoeveelheid gevallen neerslag in na 24 uur (exclusief kwel Seingraaf)	89528 m ³
Waarvan geborgen in de retentie na 24 uur	65845 m ³
Totaal afgevoerd op A-watgang in 24 uur (18245 – 3124.5 m ³)	15120 m ³
Gemiddelde afvoer naar A-watgang	179 l/s
Totaal achtergebleven op het terrein en in de grond	8563 m ³
Maximale peilstijging sectie 28 -29 (Seingraaf) (drempel op 9.60 m + NAP)	9.83 m +NAP
Gemiddelde peilstijging Nieuwgraaf en Centerpoort bedraagt	9.00 / 9.09 m +NAP
De drempellengte van de overstort die Seingraaf scheidt van Nieuwgraaf bedraagt 4.00 m Peilstijgingen voldoen aan de eisen.	

Voor $P=100$.

Voor Seingraaf

Variant-1

Variant-1: van het uitgeefbaar terrein voor de bedrijven wordt 100% gezien als verhard.

Totaal oppervlak binnen de beschoeiing in Seingraaf bedraagt	3000 m ²
Totaal oppervlak retentie na peilstijging tot 9.83 m+ NAP.	4580 m ²
Totale hoeveelheid aangevoerde neerslag in Seingraaf na 24 uur	16898 m ³
Waarvan geborgen in de retentie na 24 uur	117 m ³
Totale opgevangen hoeveelheid kwelwater	4043 m ³
Totaal teruggehouden na 24 uur	4160 m ³
Totaal afgevoerd naar Nieuwgraaf werd in 24 uur	12708 m ³
Maximale peilstijging in sectie 28 -29 bedraagt	9.83 m +NAP
Maximale berging in sectie 28 -29 bedraagt voor 9.83 m +NAP (T = 2400)	1225 m ³

- Extra benodigd retentieoppervlak in sectie 21 – 22 is 5087 m²
- De drempellengte van de overstort die Seingraaf scheidt van Nieuwgraaf dient te worden verlengd van 4.00 m naar 8.00 m.
- De leidingsectie 25 -26 moet verbreed naar 2.00 m (was 1.00 m)
- De duikersecties 26 – 27 – 28 en 21 – 25 moeten diameter. 1000 mm zijn (was 700 mm)
- De afwijking in de hoeveelheid gevallen neerslag is het gevolg van afrondingen in ha. in de invoer.

Variant-2

Variant-2: van het uitgeefbaar terrein Seingraaf voor de bedrijven wordt 50% gezien als onverhard.

Totaal oppervlak binnen de beschoeiing in Seingraaf bedraagt	3000 m ²
Totaal oppervlak retentie na peilstijging tot 9.99 m+ NAP.	5379 m ²
Totale hoeveelheid aangevoerde neerslag in Seingraaf na 24 uur	11569 m ³
Waarvan geborgen in de retentie na 24 uur	512 m ³
Totale opgevangen hoeveelheid kwelwater	4043 m ³
Totaal teruggehouden na 24 uur	4555 m ³
Totaal afgevoerd naar Nieuwgraaf werd in 24 uur	7014 m ³
Maximale peilstijging in sectie 28 -29 bedraagt	9.99 m +NAP
Maximale berging in sectie 28 -29 bedraagt voor 9.99 m +NAP (T=3600)	2016 m ³

- Extra benodigd retentieoppervlak in sectie 21 – 22 is 5087 m².
- De drempellengte van de overstort die Seingraaf scheidt van Nieuwgraaf bedraagt 4.00 m.
- De afwijking in de hoeveelheid gevallen neerslag is het gevolg van afrondingen in ha. in de invoer.

Voor Nieuwgraaf I-II-III en Centerpoort-zuid inclusief Seingraaf

Variant-1

Variant-1: van het uitgeefbaar terrein Seingraaf voor de bedrijven wordt 100% gezien als verhard.

Totaal oppervlak retentie binnen de beschoeiing op beheerpeil bedraagt	69861 m ²
Totaal oppervlak retentie na 24 uur	140803 m ²
Totale opgevangen hoeveelheid kwelwater van Seingraaf	4043 m ³
Totale hoeveelheid aangevoerde neerslag na 24 uur (exclusief kwel Seingraaf)	130472 m ³
Waarvan geborgen in de retentie na 24 uur	117349 m ³
Totaal afgevoerd op A-watgang in 24 uur (18245 – 3124.5 m ³)	0 m ³
Totaal achtergebleven op het terrein en in de grond	13123 m ³
Maximale peilstijging in sectie 28 -29 (Seingraaf) bedraagt	9.83 m +NAP
Maximale peilstijging in sectie 1 -2 (Nieuwgraaf) bedraagt	9.71 m +NAP
Gemiddelde peilstijging Nieuwgraaf en Centerpoort bedraagt na 24 uur	9.42 / 9.48 m +NAP

- Extra benodigd retentieoppervlak in sectie 21 – 22 is 5087 m²
- De drempellengte van de overstort die Seingraaf scheidt van Nieuwgraaf dient te worden verlengd van 4.00 m naar 8.00 m.
- De leidingsectie 25 -26 moet verbreed naar 2.00 m (was 1.00 m)
- De duikersecties 26 – 27 – 28 en 21 – 25 moeten diameter. 1000 mm zijn (was 700 mm)
- De afwijking in de hoeveelheid gevallen neerslag is het gevolg van afrondingen in ha. in de invoer.
- Peilstijgingen voldoen aan de eisen.

Variant-2

Variant-2: van het uitgeefbaar terrein Seingraaf voor de bedrijven wordt 50% gezien als onverhard.

Totaal oppervlak retentie binnen de beschoeiing op beheerpeil bedraagt	71271 m ²
Totaal oppervlak retentie na 24 uur	140638 m ²
Totale opgevangen hoeveelheid kwelwater van Seingraaf	4043 m ³
Totale hoeveelheid aangevoerde neerslag na 24 uur (exclusief kwel Seingraaf)	130976 m ³
Waarvan geborgen in de retentie na 24 uur	116389 m ³
Totaal afgevoerd op A-watgang in 24 uur	0 m ³
Totaal achtergebleven op het terrein en in de grond	14587 m ³
Maximale peilstijging in sectie 28 -29 (Seingraaf) bedraagt	9.83 m +NAP
Maximale peilstijging in sectie 1 -2 (Nieuwgraaf) bedraagt	9.68 m +NAP
Gemiddelde peilstijging Nieuwgraaf en Centerpoort bedraagt	9.00 / 9.09 m +NAP

- Extra benodigd retentieoppervlak in sectie 21 – 22 is 5087 m²
- De drempellengte van de overstort die Seingraaf scheidt van Nieuwgraaf bedraagt 4.00 m.
- De afwijking in de hoeveelheid gevallen neerslag is het gevolg van afrondingen in ha. in de invoer.