

Afkoppelen op een hoger niveau

Onderzoek naar de technische haalbaarheid van een alternatieve bergingsmethode voor hemelwater in opbarstingsgevoelige gebieden

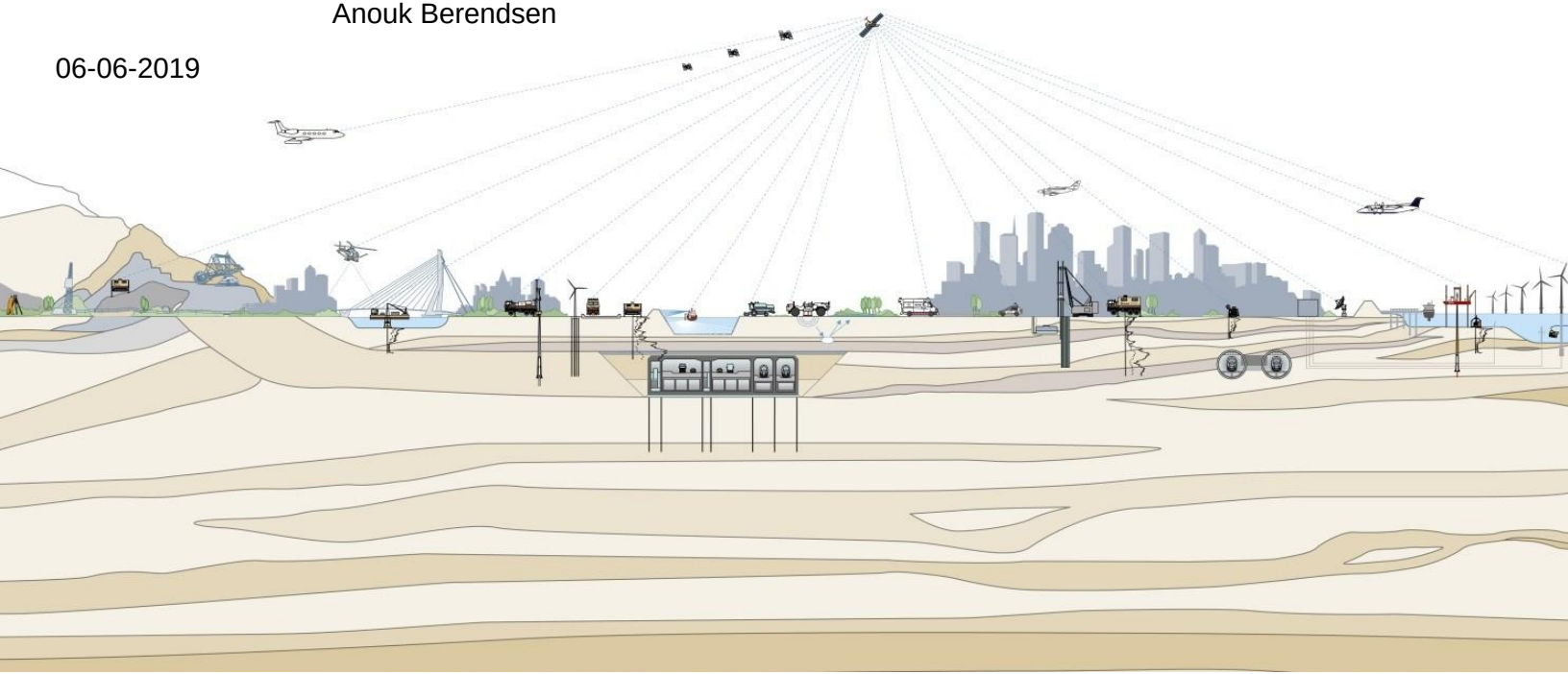
BIJLAGERAPPORT

Opgesteld door: Jelle Assen
Gemma Nieuwenhout

Opdrachtgever: Fugro NL Land B.V.

Begeleiders: Mark de Kwaadsteniet
Anouk Berendsen

06-06-2019



INHOUDSOPGAVE

INHOUDSOPGAVE	2
<u>1</u> ACHTERGROND GROOTE HAAR	<u>1</u>
1.1 GEBIED GROOTE HAAR	1
1.2 WATERHUISHOUDING GROOTE HAAR	1
<u>2</u> GROOTE HAAR IN VERGELIJKING MET AMSTERDAM	<u>3</u>
<u>3</u> BALLASTBEDDEN	<u>4</u>
<u>4</u> NAT OPPERVLAKE RINGLEIDINGPUTTEN	<u>5</u>
<u>5</u> AFVOEREND OPPERVLAKE	<u>10</u>
<u>6</u> VERWORPEN MODELONTWERPEN	<u>11</u>
6.1 UITERSTE INVOERPARAMETERS	11
6.2 TWEEDELIG STELSEL	12
6.3 OPSTUWING DOOR LANGE AFVOERLEIDING	13
<u>7</u> INTERVIEW GLASTUINBOUWBEDRIJF BOER & DEN HOEDT	<u>14</u>
<u>8</u> EISEN EN RANDVOORWAARDEN LEDINGSTELSEL	<u>17</u>
8.1 EISEN LEIDINGSTELSELS	17
8.2 HOOGTELIKKING BIJ DUIKERS EN GASLEIDING	17
<u>9</u> VERKAVELINGSSTRUCTUUR	<u>18</u>
<u>10</u> BEBOUWINGSSCENARIO'S	<u>19</u>
<u>11</u> METEOROLOGIE	<u>20</u>
<u>12</u> LOCATIE FOLIEBASSIN	<u>23</u>

<u>13</u>	<u>ZONERING FOLIEBASSIN</u>	<u>26</u>
13.1	ONDERBOUWING ZONES	26
13.2	AANGEPASTE ZONERING	27
<u>14</u>	<u>RESULTATEN DAKWATERSYSTEEM</u>	<u>29</u>
14.1	VERBETERDE MODELGEGEVENS	29
14.2	TOETSING KLEINSTE LEIDINGDIAMETERS	29
14.3	KANTTEKENING GEBRUIKTE LEIDINGDIAMETERS	31
<u>15</u>	<u>UITSTROOMSNELHEID</u>	<u>32</u>
<u>16</u>	<u>DIMENSIES FOLIEBASSIN</u>	<u>33</u>
<u>17</u>	<u>GRAFIEKEN T=100 TOETSING</u>	<u>37</u>
<u>18</u>	<u>WATERBALANSEN JAARTOETSING</u>	<u>40</u>
18.1	WATERBALANSEN JAARTOETSING	40
18.2	BERGINGSVERSCHIL 1998	40
18.3	GRAFIEKEN JAARTOETSING	42
<u>19</u>	<u>TABEL LEDIGINGSTIJD</u>	<u>45</u>
<u>20</u>	<u>AFVOER UIT FOLIEBASSIN EN TERREIN 'GROOTE HAAR'</u>	<u>46</u>

1 ACHTERGROND GROOTE HAAR

In deze bijlage wordt ingegaan op de pilotlocatie 'Groote Haar'. De pilotlocatie wordt gebruikt als basis voor de toetsing van het dakwatersysteem. Enkele specifieke kenmerken van het gebied worden bij de toetsing weggelaten of algemener behandeld. Dit is gedaan omdat de toetsing niet enkel voor dit gebied is, maar voor meerdere gebieden met een risico op opbarsten.

1.1 Gebied Groote Haar

Het gebied 'Groote Haar' ligt in de gemeente Gorinchem. De locatie 'Groote Haar' heeft momenteel een agrarische bestemming. Langs de percelen liggen kleine en grote watergangen en er is sprake van een verspreide bebouwing. De gemeente Gorinchem heeft plannen om ten noorden van Gorinchem een regionaal bedrijventerrein te ontwikkelen. Behorend tot de ontwikkeling van het bedrijventerrein 'Groote Haar' zijn op- en afritten van de A27 ten behoeve van de ontsluiting van het bedrijventerrein en een windturbinepark ten noorden van het bedrijventerrein waar twee windturbines geplaatst worden. Te midden van het bedrijventerrein ligt een bestaand bedrijf (Flow27, 2016).

In het oorspronkelijk waterhuishoudingsplan van de 'Groote Haar' wordt uitgegaan van één groot watersysteem. Dwars door het bedrijventerrein ligt een ondergrondse gasleiding van de Gasunie waarboven geen watergang gegraven mag worden. In figuur 1 is de locatie van de gasleiding met 'Noord' en 'Zuid' aangegeven. Bij de kruising met de A27 ligt de gasleiding diep. Verder van de A27 vandaan ligt de gasleiding ondieper en mag binnen een stook van 8 meter breed boven de gasleiding geen watergang gegraven worden. In deze strook is in het ontwerp van het watersysteem op het bedrijventerrein daarom een overstromingsvlakte opgenomen. De huidige maaiveldhoogte is circa -1,00 m t.o.v. NAP en wordt nabij de gasleiding niet opgehoogd zoals de rest van het bedrijventerrein. Bij extreme neerslagsituaties kan dit gebied worden gebruikt als extra berging maar in de uitgangssituatie is hier geen water aanwezig (Flow27, 2016).

1.2 Waterhuishouding Groote Haar

Voor het bedrijventerrein 'Groote Haar' zijn meerdere waterhuishoudingsplannen gemaakt. In deze paragraaf wordt het eerste waterhuishoudingsplan, in het hoofdrapport is het huidige waterhuishoudingsplan met parallel gelegen watergangen behandeld.

Waterhuishoudingsplan 2016

In 2016 is een ontwerp van de waterhuishouding (afgekort met WHP) op de locatie 'Groote Haar' opgeleverd door het samenwerkingsverband Flow27, in figuur 1 is de plattegrond van het toenmalige ontwerp weergegeven (Flow27, 2016). De toename van het verharde oppervlak moet worden gecompenseerd door nieuw oppervlaktewater volgens het beleid van waterschap Rivierenland. Voor dit gebied geldt 436 m³ nieuwe berging per hectare toegenomen verhard oppervlak. Dit moet binnen het bedrijventerrein gerealiseerd worden binnen een maximale peilfluctuatie van 30 centimeter. In dit waterhuishoudingsplan is dit gerealiseerd door grote waterpartijen met natuurlijke oevers. Het zomerpeil in deze watergangen bedraagt -1,56 m t.o.v. NAP en het winterpeil bedraagt 1,46 m t.o.v. NAP.

Het watersysteem heeft een eigen peil ten opzichte van het bemalingsgebied waarin het gebied gelegen is. De maximale afvoer van het bedrijventerrein naar het bemalingsgebied bedraagt 1,5 l/s/ha (Flow27, 2016).



figuur 1. Waterhuishoudingsplan bedrijventerrein 'Groote Haar'. Bron: (Flow27, 2016)

Naar aanleiding van de aanwezigheid van een gasleiding in het gebied is door Fugro NL Land B.V. geotechnisch onderzoek uitgevoerd naar de zetting en de stabiliteit van de ondergrond (Fugro NL Land B.V., 2017). Vanuit dat onderzoek is een aanvullend onderzoek gedaan naar de ondergrond in het gebied op de toekomstige waterstructuur (Fugro NL Land B.V., 2018). De deklaag bleek dermate slap en de stijghoogte uit het eerste watervoerende pakket hoog dat er een groot risico op opbarsten is bij de aanleg van watergangen in het gebied. Vanuit dit onderzoek is het ontwerp met parallel gelegen watergangen en ballastbedden ontstaan dat is beschreven in het hoofdrapport. Het nieuwe ontwerp van de waterhuishouding opgeleverd 2019, heeft geleid tot een verandering van de inrichting van de 'Groote Haar' hierdoor is de oppervlakteverdeling het gebied veranderd, zie tabel 1.

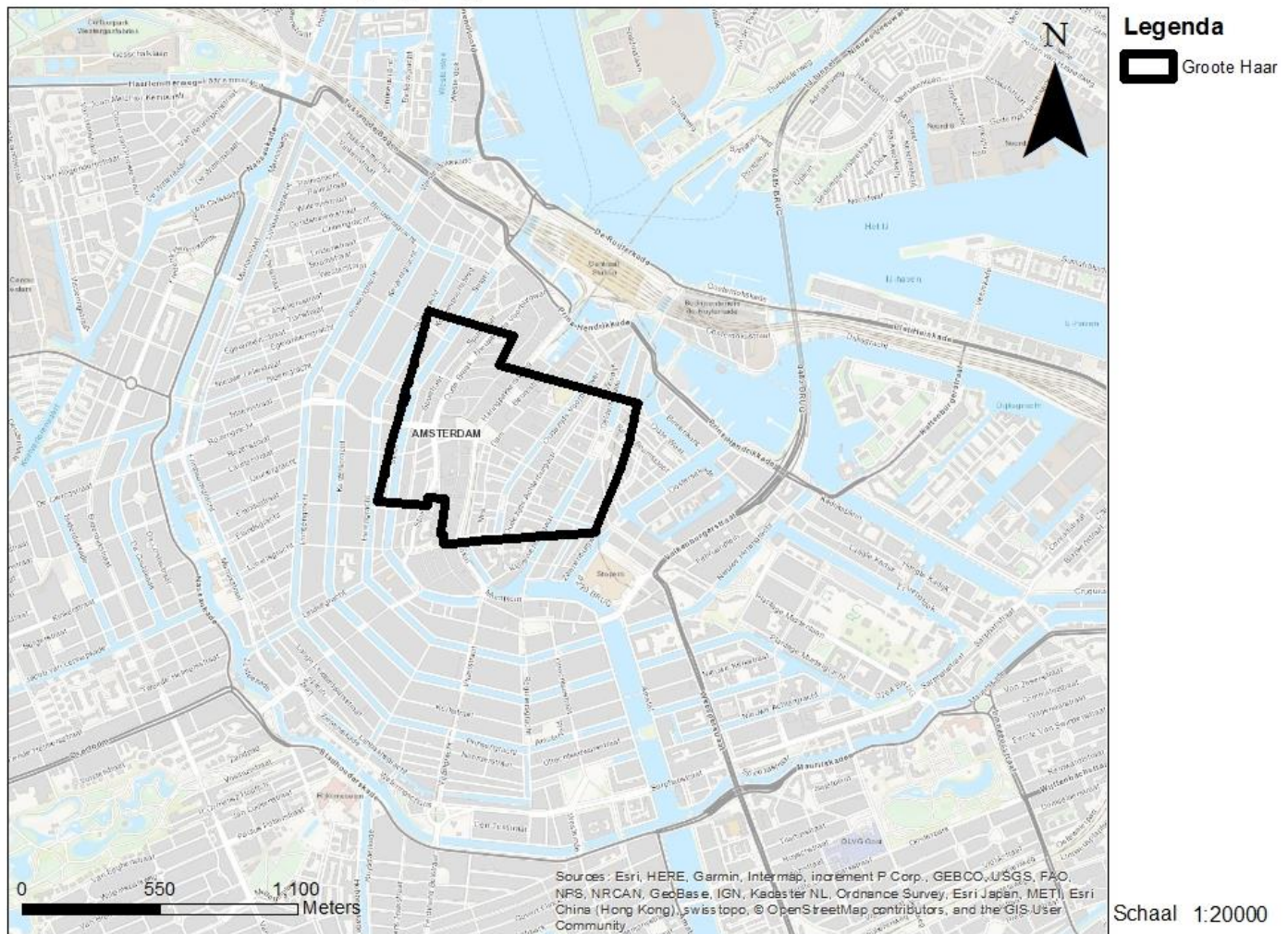
tabel 1. Oppervlakte verdeling bedrijventerrein 'Goote Haar'. Bron: (Flow27, 2016) en (Fugro NL Land B.V., 2019)

Gebieden	Oppervlakte WHP 2016	Oppervlakte WHP 2019
Uitgeefbaar	367.951 m²	367.951 m²
Bestaand bedrijf	5.974 m²	5.974 m²
Verharding	41.084 m²	47.594 m²
Water (exclusies talud en natuurzone)	94.313 m²	60.132 m²
Waterberging natuurzone (exclusief talud)	-	3.531 m²
Groen	164.017 m²	181.041 m²
Totaal oppervlakte	673.885 m²	666.223 m²

2 GROOTE HAAR IN VERGELIJKING MET AMSTERDAM

In figuur 2 is de omlijning van het wateropgave terrein van de pilotlocatie 'Groote Haar' weergegeven boven het centrum van Amsterdam. Dit geeft een indicatie van de grootte van het gebied voor de aanleg van de waterhuishouding.

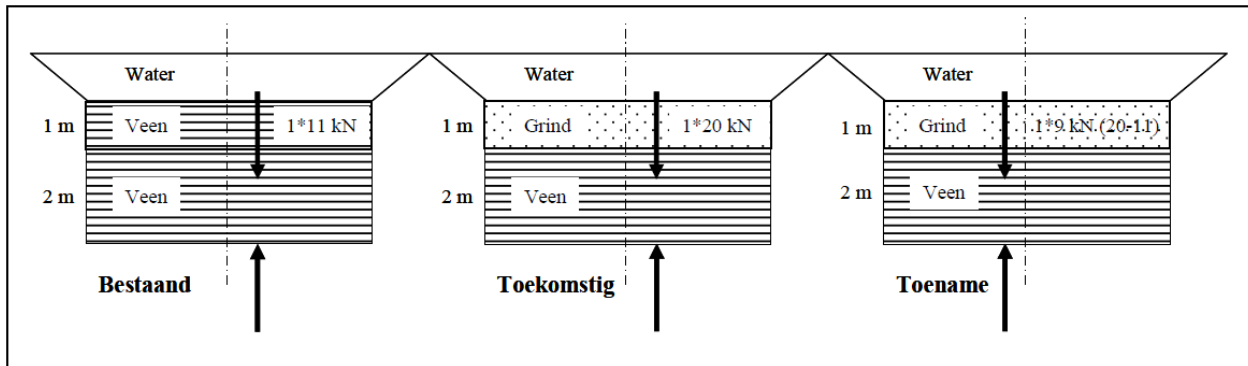
Groote Haar in vergelijking met de binnenstad van Amsterdam



figuur 2. Bedrijventerrein 'Groote Haar' in vergelijking met Amsterdam. Bron: Eigenwerk

3 BALLASTBEDDEN

In deze bijlage worden ballastbedden nader uitgelegd. Ballastbedden onder de watergangbodem worden aangelegd om opbarsten van de watergang te voorkomen. Het ballast dient ter compensatie van het ontgraven bodemmateriaal door de bodem te verzwaren en daarmee de neerwaartse kracht te vergroten. Onder de watergangbodem wordt een extra laag slappe bodem verwijderd en vervangen door zwaarder materiaal, het ballast. Zie figuur 4. Zie figuur 3. Bij het aanleggen van de ballast laag wordt op de ontgraven slappe bodem eerst een zandlaag van 5 cm dikte aangebracht met daarop een goed waterdoorlatend geotextiel. In figuur 4 is een foto weergegeven van de aanleg van een betonmat onder een ballastbed ter stabilisatie. Doordat het opbarstingsrisico vaak over grote lengte een probleem vorm moeten ballastbedden vaak op grote schaal worden toegepast, hierdoor is deze maatregel tegen opbarsten erg kostbaar is (Fugro NL Land B.V., 2009).



figuur 3. Toename neerwaartse kracht door vervanging van bodemmateriaal. Bron: (Fugro NL Land B.V., 2009)



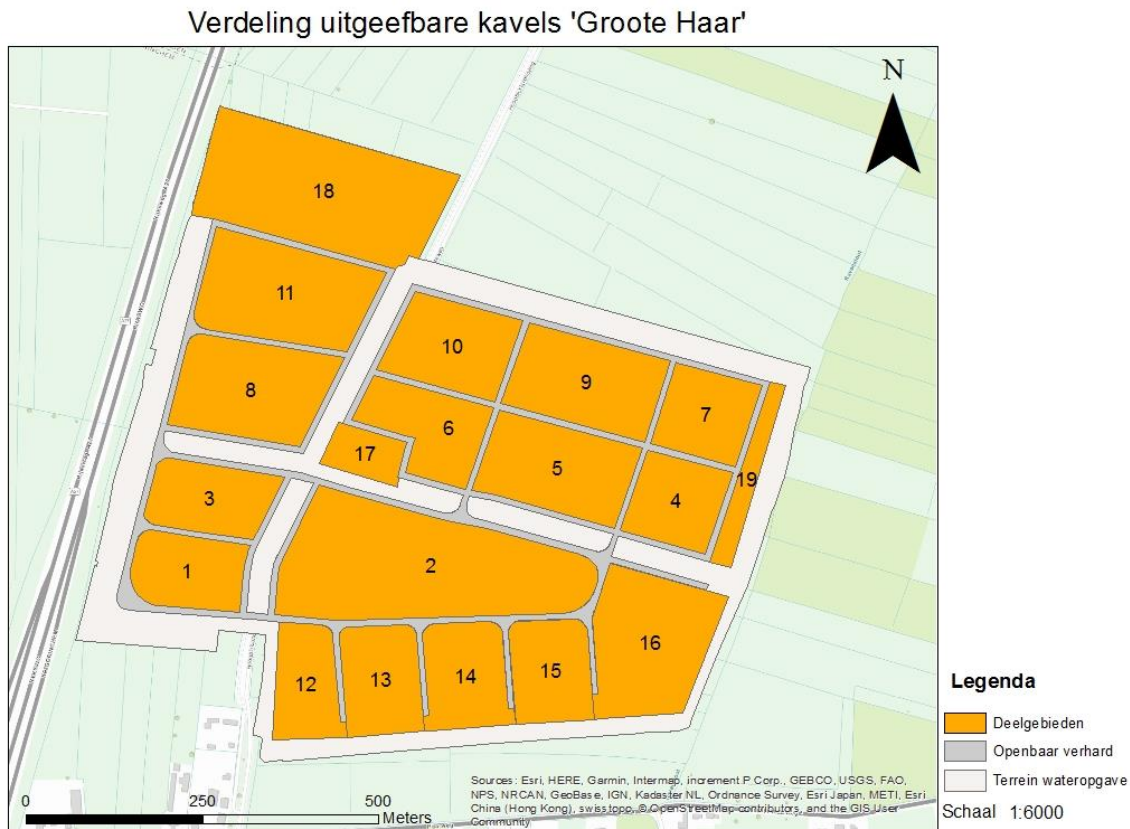
figuur 4. Aanleg betonmat onder de waterbodem. Bron: (Fugro NL Land B.V., 2011)

4 NAT OPPERVLAKE RINGLEIDINGPUTTEN

In deze bijlage wordt achtergrond gegeven over het oppervlak van de ringputten die de regenpijpen in het gebied simuleren.

Nat oppervlak ringleidingputten

Het uitgeefbaar terrein op pilotlocatie Groote Haar is verdeeld in negentien uitgeefbare kavels, zie figuur 5. Iedere uitgeefbare kavel heeft vier of vijf ringleidingputten. Deze putten simuleren de regenpijpen in het uitgeefbaar terrein. Het aantal regenpijpen is berekend aan de hand van het maximaal afvoerend oppervlak en de hoeveelheid dakoppervlak. Het afvoerend oppervlak is bij bedrijventerrein hoger dan bij woonwijken, respectievelijk 525 m² en 395 m² per regenpijp (Wavin, 2017). Het gezamenlijke natte oppervlak van de regenpijpen is verdeeld over het aantal regenputten. In de tabellen is per scenario in de meest rechtse



figuur 5. Verdeling van pilotlocatie 'Groote Haar' in uitgeefbare kavels. Bron: Eigenwerk

kolom het toegepast oppervlak op de ringleidingputten weergegeven, zie tabel 2 tot en met tabel 5.

Effect van het aantal regenpijpen op de waterhoogte

Voor het doen van de hydraulische toetsing is het effect van het aantal regenpijpen in het gebied berekend doormiddel van een gevoeligheidsanalyse. Bij het bedrijventerrein is een maximaal afvoerend oppervlak per regenpijp van 200 m² getoetst in plaats van 520 m² hiermee neemt het aantal regenpijpen toe en wordt het natte oppervlak per ringleidingput vergroot. Het effect van het aantal regenpijpen op de waterhoogte in de regenpijpen bleek verwaarloosbaar. Door deze bevinding is in de verdere toetsing gefocust op het creëren van meer afvoercapaciteit door het variëren in de diameter van rioleringsleidingen in horizontale richting.

tabel 2. Bepaling nat oppervlak per ringleidingput in Bv scenario. Bron: Eigenwerk

Bv										
ID uitgeefbaar terrein	Oppervlakte uitgeefbaar terrein per ID (m²)	Dakoppervlak per ID (m²)	Afvoerend oppervlak per regenpijp (m²)	Aantal regenpijpen	Aantal regenpijpen afgerond	Diameter regenpijp (mm)	Nat oppervlak regenpijp (m²)	Totaal nat oppervlak regenpijpen (m²)	Aantal ringleiding putten	Nat oppervlak per ringleidingput (m²)
1	15692.2	15252.8	525	29.1	30	100	0.0079	0.24	4	0.06
2	59763.4	58090.0	525	110.6	111	100	0.0079	0.87	5	0.17
3	16258.6	15803.4	525	30.1	31	100	0.0079	0.24	4	0.06
4	15069.1	14647.2	525	27.9	28	100	0.0079	0.22	4	0.05
5	25109.1	24406.0	525	46.5	47	100	0.0079	0.37	4	0.09
6	17241.5	16758.7	525	31.9	32	100	0.0079	0.25	4	0.06
7	15219.2	14793.1	525	28.2	29	100	0.0079	0.23	4	0.06
8	27852.5	27072.6	525	51.6	52	100	0.0079	0.41	4	0.10
9	25289.1	24581.0	525	46.8	47	100	0.0079	0.37	4	0.09
10	20279.4	19711.6	525	37.5	38	100	0.0079	0.30	4	0.07
11	31761.4	30872.1	525	58.8	59	100	0.0079	0.46	4	0.12
12	14354.5	13952.6	525	26.6	27	100	0.0079	0.21	4	0.05
13	16865.8	16393.6	525	31.2	32	100	0.0079	0.25	4	0.06
14	17250.9	16767.9	525	31.9	32	100	0.0079	0.25	4	0.06
15	16164.6	15712.0	525	29.9	30	100	0.0079	0.24	4	0.06
16	30933.5	30067.4	525	57.3	58	100	0.0079	0.46	5	0.09
17	6825.4	6634.3	525	12.6	13	100	0.0079	0.10	4	0.03
18	52231.7	50769.2	525	96.7	97	100	0.0079	0.76	4	0.19
19	7174.6	6973.7	525	13.3	14	100	0.0079	0.11	4	0.03

tabel 3. Bepaling nat oppervlak per ringleidingput in Bw scenario. Bron: Eigenwerk

Bw										
ID uitgeefbaar	Oppervlakte uitgeefbaar terrein per ID (m ²)	Dakoppervlak per ID (m ²)	Afvoerend oppervlak per regenpijp (m ²)	Aantal regenpijpen	Aantal regenpijpen afgerond	Diameter regenpijp (mm)	Nat oppervlak regenpijp (m ²)	Totaal nat oppervlak regenpijpen (m ²)	Aantal ringleiding putten	Nat oppervlak per ringleidingput (m ²)
1	15692.2	11219.9	525	21.4	22	100	0.0079	0.17	4	0.04
2	59763.4	42730.8	525	81.4	82	100	0.0079	0.64	5	0.13
3	16258.6	11624.9	525	22.1	23	100	0.0079	0.18	4	0.05
4	15069.1	10774.4	525	20.5	21	100	0.0079	0.16	4	0.04
5	25109.1	17953.0	525	34.2	35	100	0.0079	0.27	4	0.07
6	17241.5	12327.7	525	23.5	24	100	0.0079	0.19	4	0.05
7	15219.2	10881.7	525	20.7	21	100	0.0079	0.16	4	0.04
8	27852.5	19914.5	525	37.9	38	100	0.0079	0.30	4	0.07
9	25289.1	18081.7	525	34.4	35	100	0.0079	0.27	4	0.07
10	20279.4	14499.8	525	27.6	28	100	0.0079	0.22	4	0.05
11	31761.4	22709.4	525	43.3	44	100	0.0079	0.35	4	0.09
12	14354.5	10263.5	525	19.5	20	100	0.0079	0.16	4	0.04
13	16865.8	12059.0	525	23.0	23	100	0.0079	0.18	4	0.05
14	17250.9	12334.4	525	23.5	24	100	0.0079	0.19	4	0.05
15	16164.6	11557.7	525	22.0	23	100	0.0079	0.18	4	0.05
16	30933.5	22117.5	525	42.1	43	100	0.0079	0.34	5	0.07
17	6825.4	4880.2	525	9.3	10	100	0.0079	0.08	4	0.02
18	52231.7	37345.7	525	71.1	72	100	0.0079	0.57	4	0.14
19	7174.6	5129.8	525	9.8	10	100	0.0079	0.08	4	0.02

tabel 4. Bepaling nat oppervlak per ringleidingput in Wv scenario. Bron: Eigenwerk

Wv										
ID uitgeefbaar	Oppervlakte uitgeefbaar terrein per ID (m²)	Dakoppervlak per ID (m²)	Afvoerend oppervlak per regenpijp (m²)	Aantal regenpijpen	Aantal regenpijpen afgerond	Diameter regenpijp (mm)	Nat oppervlak regenpijp (m²)	Totaal nat oppervlak regenpijpen (m²)	Aantal ringleiding putten	Nat oppervlak per ringleidingput (m²)
1	15692.2	8975.9	395	22.7	23	100	0.0079	0.18	4	0.05
2	59763.4	34184.7	395	86.5	87	100	0.0079	0.68	5	0.14
3	16258.6	9299.9	395	23.5	24	100	0.0079	0.19	4	0.05
4	15069.1	8619.5	395	21.8	22	100	0.0079	0.17	4	0.04
5	25109.1	14362.4	395	36.4	37	100	0.0079	0.29	4	0.07
6	17241.5	9862.1	395	25.0	25	100	0.0079	0.20	4	0.05
7	15219.2	8705.4	395	22.0	23	100	0.0079	0.18	4	0.05
8	27852.5	15931.6	395	40.3	41	100	0.0079	0.32	4	0.08
9	25289.1	14465.4	395	36.6	37	100	0.0079	0.29	4	0.07
10	20279.4	11599.8	395	29.4	30	100	0.0079	0.24	4	0.06
11	31761.4	18167.5	395	46.0	46	100	0.0079	0.36	4	0.09
12	14354.5	8210.8	395	20.8	21	100	0.0079	0.16	4	0.04
13	16865.8	9647.2	395	24.4	25	100	0.0079	0.20	4	0.05
14	17250.9	9867.5	395	25.0	25	100	0.0079	0.20	4	0.05
15	16164.6	9246.2	395	23.4	24	100	0.0079	0.19	4	0.05
16	30933.5	17694.0	395	44.8	45	100	0.0079	0.35	5	0.07
17	6825.4	3904.1	395	9.9	10	100	0.0079	0.08	4	0.02
18	52231.7	29876.5	395	75.6	76	100	0.0079	0.60	4	0.15
19	7174.6	4103.9	395	10.4	11	100	0.0079	0.09	4	0.02

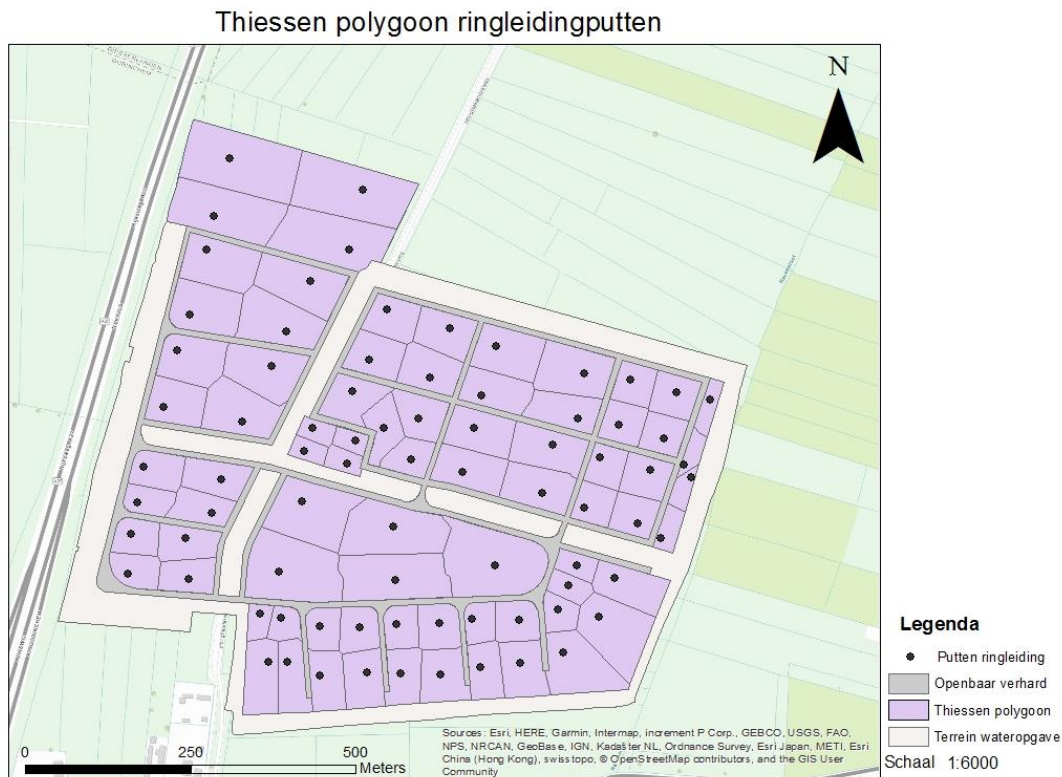
tabel 5. Bepaling nat oppervlak per ringleidingput in Bv scenario. Bron: Eigenwerk

Ww										
ID uitgeefbaar	Oppervlakte uitgeefbaar terrein per ID (m²)	Dakoppervlak per ID (m²)	Afvoerend oppervlak per regenpijp (m²)	Aantal regenpijpen	Aantal regenpijpen afgerond	Diameter regenpijp (mm)	Nat oppervlak regenpijp (m²)	Totaal nat oppervlak regenpijpen (m²)	Aantal ringleiding putten	Nat oppervlak per ringleidingput (m²)
1	15692.2	6732.0	395	17.0	18	100	0.0079	0.14	4	0.04
2	59763.4	25638.5	395	64.9	65	100	0.0079	0.51	5	0.10
3	16258.6	6974.9	395	17.7	18	100	0.0079	0.14	4	0.04
4	15069.1	6464.6	395	16.4	17	100	0.0079	0.13	4	0.03
5	25109.1	10771.8	395	27.3	28	100	0.0079	0.22	4	0.05
6	17241.5	7396.6	395	18.7	19	100	0.0079	0.15	4	0.04
7	15219.2	6529.0	395	16.5	17	100	0.0079	0.13	4	0.03
8	27852.5	11948.7	395	30.2	31	100	0.0079	0.24	4	0.06
9	25289.1	10849.0	395	27.5	28	100	0.0079	0.22	4	0.05
10	20279.4	8699.9	395	22.0	23	100	0.0079	0.18	4	0.05
11	31761.4	13625.6	395	34.5	35	100	0.0079	0.27	4	0.07
12	14354.5	6158.1	395	15.6	16	100	0.0079	0.13	4	0.03
13	16865.8	7235.4	395	18.3	19	100	0.0079	0.15	4	0.04
14	17250.9	7400.6	395	18.7	19	100	0.0079	0.15	4	0.04
15	16164.6	6934.6	395	17.6	18	100	0.0079	0.14	4	0.04
16	30933.5	13270.5	395	33.6	34	100	0.0079	0.27	5	0.05
17	6825.4	2928.1	395	7.4	8	100	0.0079	0.06	4	0.02
18	52231.7	22407.4	395	56.7	57	100	0.0079	0.45	4	0.11
19	7174.6	3077.9	395	7.8	8	100	0.0079	0.06	4	0.02

5 AFVOEREND OPPERVLAK

In deze bijlage is de verdeling van het afvoerend oppervlak per ringleidingput weergegeven. Met deze verdeling wordt het instromende water in het dakwatersysteem berekend in het hydraulische model.

De Thiessen methode is de verdeling van het afvoerend oppervlak naar een put volgens het principe: *“ledere waterdruppel legt de kortste afstand af naar een put”*. Hierdoor wordt geen rekening gehouden met eventuele hoogteverschillen in het maaiveld die de stroomrichting van het water beïnvloeden. De Thiessen verdeling van het uitgeefbaar terrein naar de ringleidingputten is weergegeven in figuur 6.



figuur 6. Thiessen polygoon verdeling van de ringleidingputten. Bron: Eigenwerk

Per bebouwingsscenario is ten behoeve van de modeltoetsing het uitgeefbaar terrein verdeeld in een percentage dakoppervlak en een percentage straatoppervlak, zie tabel 6. Het dakoppervlak vormt in het hydraulische model de basis voor de instroom van het dakwatersysteem, het overig oppervlak komt niet tot afvoer in het hydraulisch model omdat een afvoerterlies van 10 meter is toegepast op het straatoppervlak.

tabel 6. Oppervlakte verdeling verhard oppervlak uitgeefbaar terrein. Bron: Eigenwerk

Scenario's	Uitgeefbaar terrein	
	Dakoppervlak (%)	Straatoppervlak (%)
Bv	97,2	2,8
Bw	71,5	28,5
Bv	57,2	42,8
Bw	42,8	57,2

6 VERWORPEN MODELONTWERPEN

In deze bijlage is aanvullende informatie over de resultaten van de hydraulische toetsing van het dakwatersysteem behandeld.

6.1 Uiterste invoerparameters

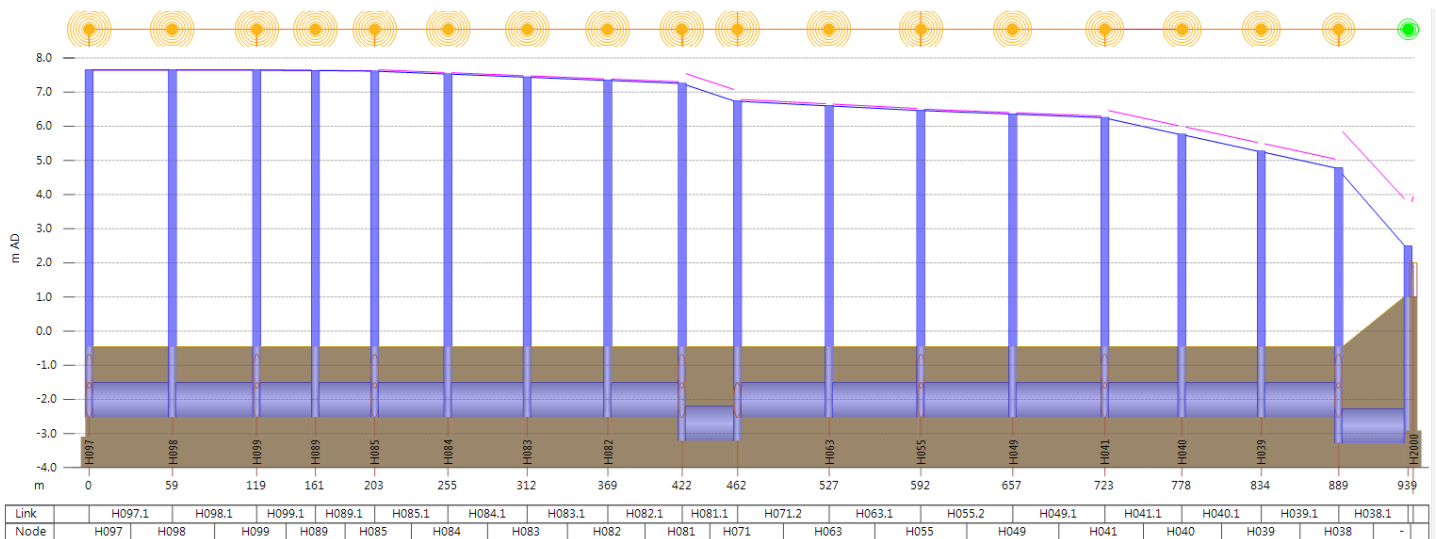
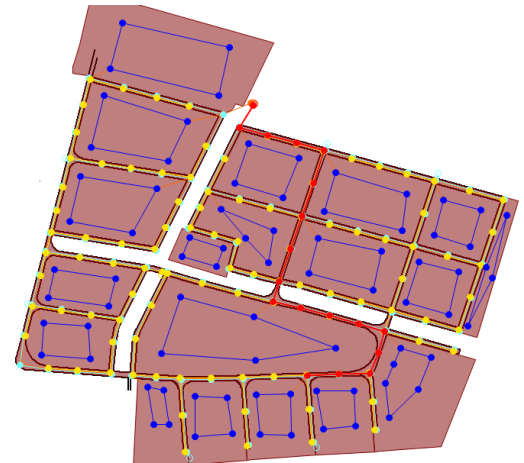
Het meest optimale dakwaterstelsel moet voldoen aan de uiterste invoerparameters bij een zo klein mogelijke leidingdiameter, zie tabel 7. Per deelgebied wordt bepaald wat de kleinst mogelijk diameter is van de ringleidingen. Het hoofdstelsel ligt rondom de kavels, doordat er druk op het stelsel staat, het stelsel zonder afschot ligt en het gaat om de technische haalbaarheid is overal dezelfde diameter gehanteerd.

tabel 7. Uiterste invoerparameters dakwatersysteem. Bron: Eigen aannames

Uitgangspunten	Waarde
Minimale buisdiameter	250 mm
Maximale buisdiameter	1000 mm
Maximale waterhoogte in regenpijp bij een goothoogte van 3 meter	2,54 m t.o.v. NAP
Maximale waterhoogte in regenpijp bij een goothoogte van 8 meter	7,54 m t.o.v. NAP

6.2 Tweedelig stelsel

In het eerste modelontwerp is het dakwatersysteem op pilotlocatie 'Groote Haar' verdeeld in twee deelgebieden; west en oost. Uit de toetsing van het Bv scenario blijkt dat bij een leidingdiameter van 1000 mm de waterhoogte boven de 7,54 m t.o.v. NAP komt. In figuur 7 is een zijaanzicht van het in rood gemarkeerde tracé weergegeven met rechts de uitstroom in het bassin. Op te merken is dat dit zijaanzicht niet doorloopt tot aan de ringleidingen waar de waterhoogte maximaal 7,98 m t.o.v. NAP is. De waterhoogte in het zijaanzicht valt lager uit omdat de uitstroom vanuit de ringleiding lichte opstuwing veroorzaakt.

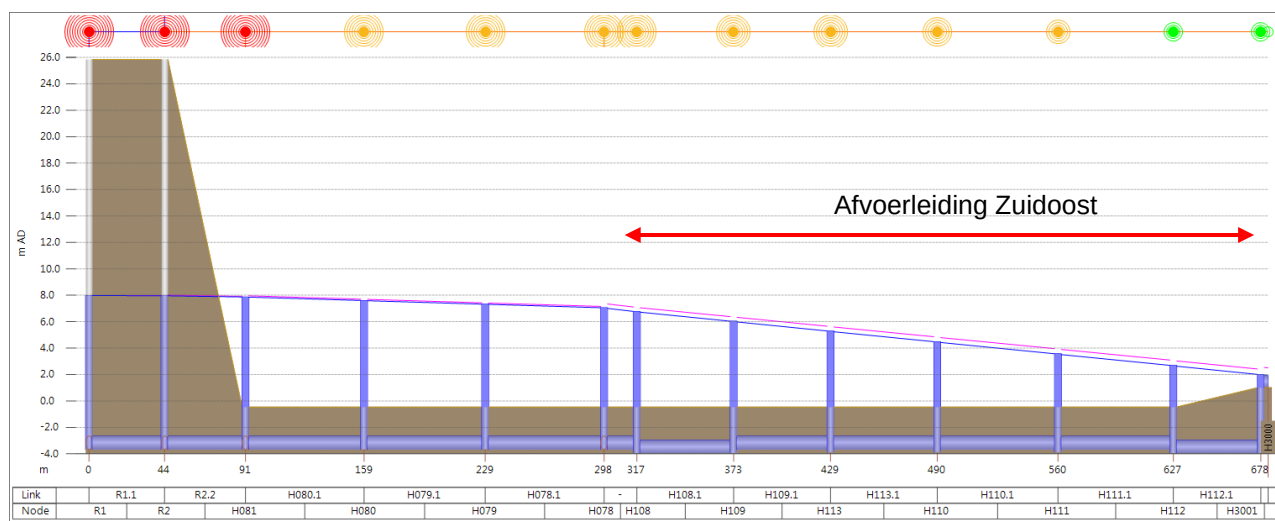
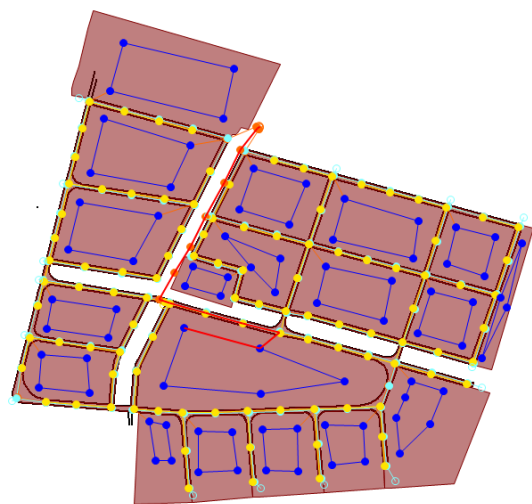


figuur 7. Tracé en zijaanzicht bij tweedelig stelsel. Bron: Eigenwerk

6.3 Opstuwing door lange afvoerleiding

Uit de eerste toetsingsresultaten van het Bv scenario is gebleken dat de afvoer van hemelwater in het zuidoostelijke gebied wordt verhinderd door de afvoerleiding richting het foliebassin, zie figuur 17 uit het hoofdrapport. De afvoerleiding, met een lengte van 360 meter en een diameter van 1000 mm, veroorzaakt een waterhoogte in de regenpijpen van maximaal 7,98 m t.o.v. NAP bij een dakwatersysteem met alleen leidingdiameters van 1000 mm in deelgebied zuidoost. De totale opstuwing als gevolg van de lange afvoerleiding bedraagt 4,28 meter. In figuur 8 is het zij aanzicht weergegeven van het rode tracé, in het zij aanzicht is met rood de ligging van de afvoerleiding weergegeven. De maaiveldhoogte in de uitgeefbare kavels weergegeven in het zij aanzicht bedraagt 25 meter, dit is gedaan omdat de waterhoogte boven 7,54 m t.o.v. NAP uit kwam. Het bruine vlak links van de afbeelding geeft dit weer. Door de forse opstuwing in het Bv scenario is in de verdere toetsing van de scenario's de lange afvoerleiding verwijderd en is het uitstroompunt verlegd ten noordwesten van deelgebied Zuidoost.

Het afvoeren van het dakwater afkomstig van het gehele gebied naar één centraal foliebassin is met de gebruikte uitgangspunten niet mogelijk. De uitstroom van het totale dakwatersysteem wordt wel gebruikt voor de dimensionering van het foliebassin.



figuur 8. Tracé en zij aanzicht bij lange afvoerleiding. Bron: Eigenwerk

7 INTERVIEW GLASTUINBOUWBEDRIJF BOER & DEN HOEDT

Op dinsdag 12 maart is een interview afgenomen bij glastuinbouwbedrijf Boer & den Hoedt. Deze slateler in Ridderkerk heeft voor de gietwatervoorziening een foliebassin en drie silobassins. Het interview is afgenomen met Leonard Boer.

1. Hoelang hebben jullie de berging al?

In 2005 is het foliebassin aangelegd tijdens de nieuwbouw van een gedeelte van de kassen.

2. Hoeveel water gebruiken jullie voor de teelt?

Wij gebruiken al het water dat wordt opgevangen in de vier bassins als gietwater. Het water wordt gezuiverd en hergebruikt als gietwater. In de zomerperiode is een tekort aan gietwater en moeten we aanvullen met leidingwater of oppervlaktewater.

3. Hoe vaak begieten jullie?

Dat is afhankelijk van de leeftijd van de sla. Kleine plantjes worden drie á vier keer per dag begoten. Grote planten ongeveer 60 keer per dag.

4. Wat voor zuivering passen jullie toe op het gebruikte gietwater voor hergebruik?

We passen drie zuiveringsstappen toe. Allereerst gaat het gebruikte gietwater door een zandfilter, vervolgens door een koolfilter en tot slot door een Reverse Osmose filter. Aan het gezuiverde water worden meststoffen toegevoegd voor de groei van de plant.

5. Wordt jullie gebruikte water afgevoerd op het oppervlaktewater?

Wij gebruiken al het water en het wordt steeds opnieuw gezuiverd. Alleen bij calamiteiten kan het voorkomen dat wij water moeten lozen.

6. Hoeveel water kunnen jullie bergen van het dak?

Dat weet ik niet. Het dakoppervlak is 2,2 ha.

7. Waarom hebben jullie gekozen voor silo's en een bassin?

Door de beschikbare ruimte op onze percelen. Als eerst is het foliebassin aangelegd. Daarna is bij aanbouw van de kas gekozen voor silo's omdat dit beter paste in de beschikbare ruimte.

8. Welk van beide systemen heeft jullie voorkeur?

We hebben niet echt een voorkeur.

9. Tegen welke regelgeving lopen jullie aan met deze systemen?

Wij hebben een vergunning voor de waterbergingen. Maar ik weet niet welke. Dat is geregeld door een bedrijf die de waterberging heeft geplaatst.

10. Zijn er ook veiligheidseisen aan de berging?

Voor de silo's is er elke twee jaar een keuring voor de verzekering. Dit is niet het geval bij het foliebassin. De silo's staan volledig boven maaiveld en geven doordoor een groter risico op schade.

11. Hoe diep is het foliebassin aangelegd?

De bodem van het foliebassin ligt 1,5 meter onder maaiveld. De grond die is vrijgekomen bij het graven is gebruikt voor de grondwallen. De taludrand is ongeveer 2,5 meter boven maaiveld.

12. Welk verschil in peil staan jullie toe in de berging?

Van 1,5 meter onder maaiveld tot 2,5 meter boven maaiveld, dus 4 meter. Al het water wordt gebruikt.

13. Valt het foliebassin wel eens droog?

Ja dit gebeurt wel eens in de zomer. Onze watervraag is dan groter dan wat er in de waterberging terecht komt.

14. Pompen jullie het water in jullie gietsysteem?

Ja met een drijvend systeem. Hierdoor beweegt de pomp mee met het waterniveau en kunnen we dus altijd water oppompen. Als de berging bijna leeg is begint de pomp water aan te zuigen, dus er blijft een klein beetje water over.

15. Hebben jullie een voorziening die voorkomt dat water over de rand stroomt?

Ja, een naar boven gericht buisopening. De opening staat net onder de taludrand. Als het water hierin stroomt wordt het afgevoerd naar het oppervlaktewater.

16. Hoeveel vrije ruimte houden jullie aan om het bassin?

Ongeveer 1,5 meter om de berging.

17. Wat zijn de taluds?

Zowel binnen als buitentalud is 1:1 aangelegd.

18. Hebben jullie drainage onder het foliebassin aangelegd?

Ja dat hebben we zodat de bodem van het foliebassin niet in contact staat met het grondwater.

19. Wordt het drainwater ook gebruikt?

Nee dat voeren we af naar het oppervlaktewater.

20. Hoe werkt het instromen van het dakwater in de berging?

Het water van het dak stroomt tussen 2 nokken in een goot. Elke goot is aangesloten op een regenpijp die het water in een grote buis opvangt en onder vrij verval afvoert naar het foliebassin. Dit systeem wordt ook toegepast bij de silo's. Al het water komt in de centrale silo uit, vanaf daar wordt het water over de andere twee silo's verdeeld.

21. Zijn jullie bij de aanleg nog tegen dingen aangelopen?

Nee niet tegen rare dingen. Belangrijk is wel de zetting. We gaan binnenkort ons bedrijf verplaatsen en daar staat al een tijd voorbelasting op de plek van de berging. Door de hoeveelheid water in de berging wordt veel druk op de bodem uitgeoefend. Als de kering is aangelegd wordt nog een tijdje gewacht voordat de berging wordt afgewerkt.

22. Worden in de zomer problemen ondervonden met warm water en algengroei?

Ja, we hebben in de zomer algengroei. We hebben een systeem in de waterberging die door beweging de algengroei moet voorkomen. In onze nieuwe berging krijgen we een drijvend zeil zodat er geen lichtinval is. Daarmee moet de algengroei worden voorkomen.

23. Heeft de berging al onderhoud nodig gehad? Zo ja,

Nee sinds de aanleg heeft het foliebassin geen onderhoud nodig gehad. Laatst is het foliebassin gecontroleerd en was het nog helemaal goed.

24. Tot hoever op de kering loopt het folie?

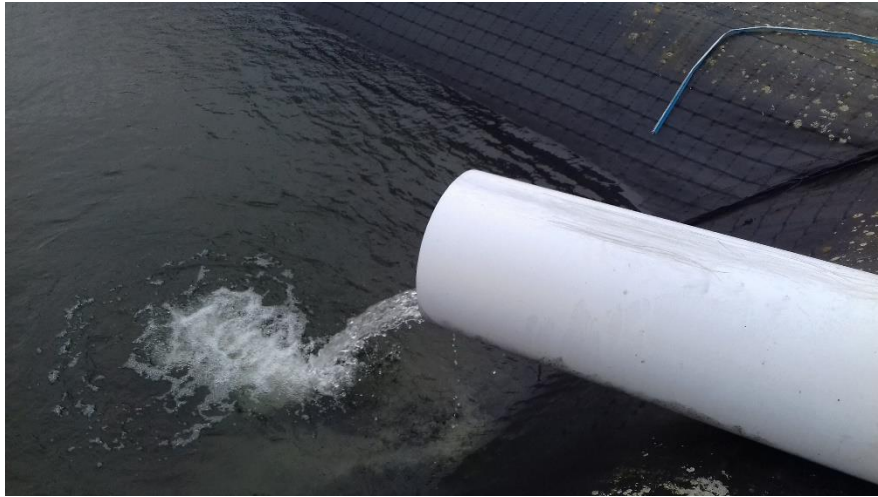
De folie loopt tot aan de buitenkant van het foliebassin onder het maaiveld.

Naast de gestelde vragen zijn nog andere dingen over de berging behandeld. De druk die wordt opgebouwd in de regenpijpen is voldoende om water af te voeren naar de waterberging. De hoogte van de waterberging is 2,5 meter boven maaiveld. Verteld werd dat bij een hevige bui het kon gebeuren dat water over de goot stroomde omdat het water in het stelsel niet snel genoeg op gang kwam. Dit willen ze op de nieuwe locatie voorkomen door een pomp te plaatsen die het water in droge tijden uit het leidingstelsel pompt.

Bij de waterberging wordt geen vrije ruimte tussen het maximale waterpeil en de taludhoogte aangehouden. De overstort was bijna gelijk aan de taludhoogte. Ook werd geen minimum waterdiepte aangehouden. Alles werd gebruikt als gietwater. Aan het systeem zelf is opgevallen dat de regenpijpen aan de kas een grotere diameter hebben dan gebruikelijke regenpijpen aan gebouwen. De regenpijpen komen uit op een leiding van naar schatting 315 tot 400 mm. In figuur 9 en figuur 10 is een foto impressie van het foliebassin bij de kassen weergegeven.



figuur 9. Foliebassin bij Boer & de Hoedt. Bron: Eigen foto



figuur 10. Foto impressie bij Boer & de Hoedt. (linksboven: Instroomvoorziening in bassin. Linksonder: bovenkant Silo. Rechtsonder: Afvoerleidingen van de kas.) Bron: Eigen foto's

8 EISEN EN RANDVOORWAARDEN LEDINGSTELSEL

In deze bijlage zijn de eisen en randvoorwaarden aan leidingstelsels weergegeven.

8.1 Eisen leidingstelsels

In de onderstaande tabel, tabel 8 worden de minimale eisen aan het dakwatersysteem en het HWA stelsel voor straatwater weergegeven. Alle eisen zijn afkomstig uit de leidraad riolering van Rioned (Leidraad riolering, 2008).

tabel 8. Eisen aan dakwatersysteem en HWA stelsel voor straatwater. Bron: (Leidraad riolering, 2008)

Algemene eisen leidingstelsels	
Minimale gronddekking	1,20 m
Minimale afstand tussen kruisende leidingen	0,20 m
Minimale afstand onder duikers, watergangen en gasleiding	0,50 m
Maximale putafstand	70 m
HWA (straat en dak)	
Soort aansluiting- dak	Uitstroom op waterberging
Soort aansluiting- straat	Uitstroom op oppervlaktewater
Maximum stroomsnelheid bij gevulde buis	1,5 m/s
Minimale buisdiameter Ø	0,250 m
Materiaal buis	PVC
Dikte buiswand	0,0073 m
Ruwheidwaarde	0,0004 m
Maximale waking	0,20 m
Hydraulisch te voldoen aan	L08, L09

8.2 Hoogteligging bij duikers en gasleiding

In tabel 9 zijn duikerhoogtes en afmetingen weergegeven en de hoogteligging van de gasleiding. Deze hoogtes zijn van invloed op de diepteligging van leidingstelsels (Fugro NL Land B.V., 2019) (Fugro NL Land B.V., 2017).

tabel 9. Hoogte en afmetingen bij duikers en gasleiding. Bron: (Fugro NL Land B.V., 2019) en (Fugro NL Land B.V., 2017)

Eisen aan duiker	
Dikte duikerwand	0,13 m
Diameter duiker	1,00 meter
Onderkant duiker	-2,26 m t.o.v. NAP
Bovenkant duiker	-1,00 m t.o.v. NAP
Diameter Gasleiding	0,323 m
Wanddikte gasleiding	7,1 mm
Bovenkant gasleiding	Ca. -1,6 á -2 m t.o.v. NAP
Onderkant gasleiding	Ca. -1,94 á - 2,34 m t.o.v. NAP
Minimale dekking boven duiker	0,5 m

9 VERKAVELINGSSTRUCTUUR

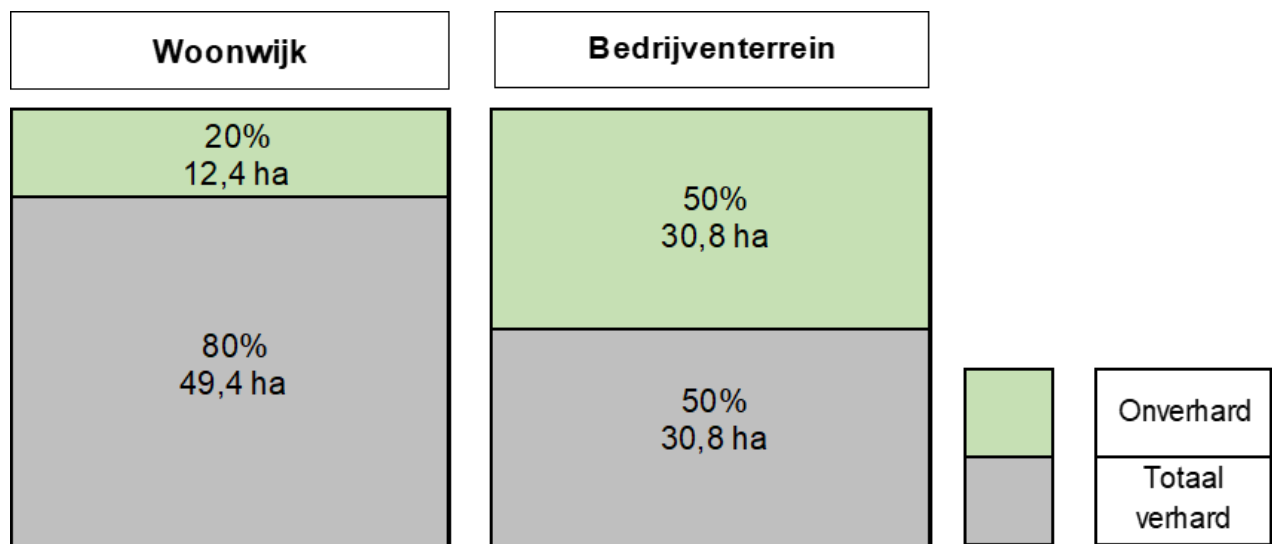
In deze bijlage wordt de onderbouwing behandeld voor de verhardings- en bebouwingsintensiteit die ten grondslag ligt aan de aanpassing van de verkavelingsstructuur.

In het eerste ontwerp van de verkavelingsstructuur van het bedrijventerrein 'Grote Haar' is de wegstructuur niet gedetailleerd genoeg voor de leidingstelsels. Grote oppervlaktes uitgeefbaar terrein zijn verdeeld in kleinere uitgeefbare kavels om een meer gedetailleerd leidingstelsel te kunnen toetsen. De wegstructuur van het openbaar verhard terrein betreft de hoofdwegstructuur. De aangepaste wegstructuur volgt de oorspronkelijke ligging en is daarbij naar eigen inzicht uitgebreid met wegen rondom de meeste kavels. Detailstructuur van wegen binnen het uitgeefbare terrein is niet in deze toetsing meegenomen.

Naast een aanpassing in de wegenstructuur is ook het totale oppervlak aan uitgeefbaar terrein vergroot. Het percentage dak- en verhardoppervlak is van invloed op de hoeveelheid water dat geborgen moet worden in het dakwatersysteem en het foliebassin. Rioned heeft uitgangspunten over het percentage verhard oppervlak in woonwijken en bedrijventerreinen, zie tabel 10. Voor openbebouwing zoals nieuwbouwwijken wordt een verhardingspercentage van circa 50% gegeven, 30,8 hectare. Voor bedrijventerreinen is dat 80% ofwel 49,4 hectare (Stichting Rioned, 2004), zie figuur 11.

tabel 10. Verhardingspercentages. Bron: (Stichting Rioned, 2004)

Verhardingspercentage geheel terrein	Percentage (%) van terrein wateropgave
Industrie / bedrijventerreinen	80
Open bebouwing (nieuwbouwwijk)	50



figuur 11. Schematische verdeling Verhardingspercentages. Bron: Eigenwerk

De uitgangspunten van Rioned zijn aangehouden voor de hoeveelheid verharding in het wateropgave terrein. Van de totale wateropgave bestaat 6,2 hectare, ofwel 10% uit openbaar verhard oppervlak en 70% uit uitgeefbaar oppervlak, ofwel 43,1 hectare.

10 BEBOUWINGSSCENARIO'S

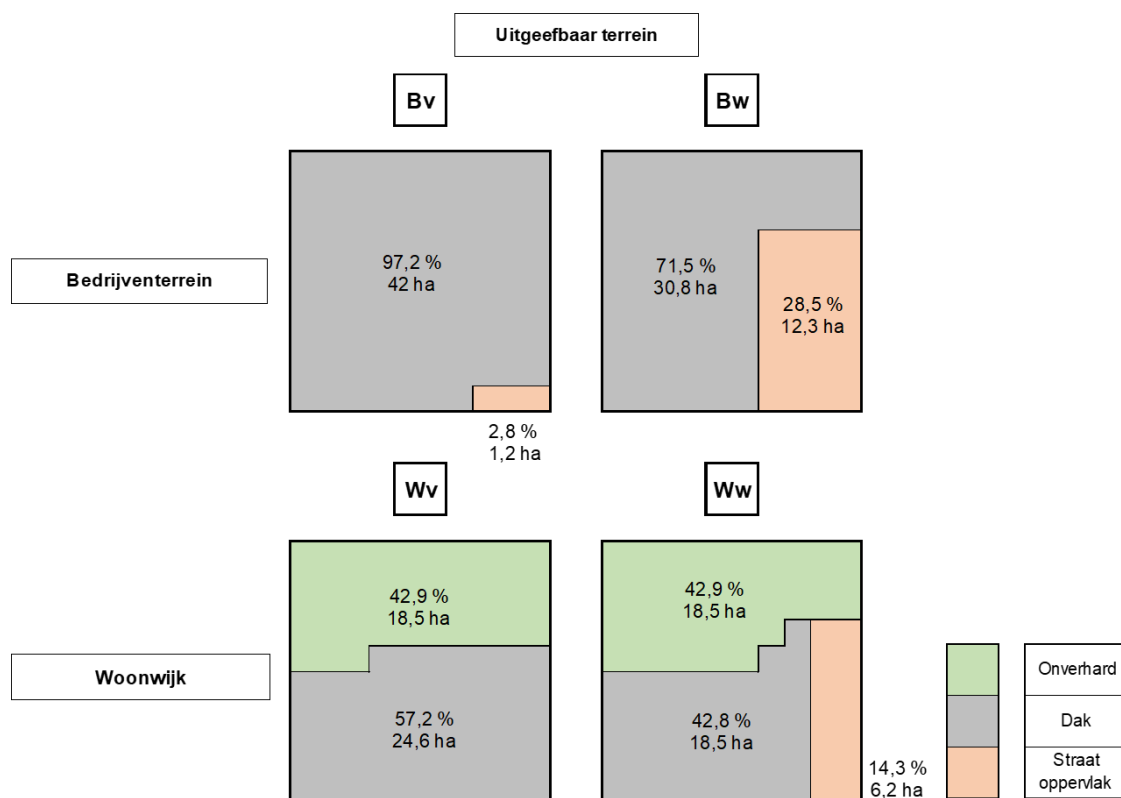
Ten behoeve van de model toetsing is een landgebruik verdeling gemaakt binnen het uitgeefbare terrein. Het dakoppervlak aangepast binnen de vier bebouwingsscenario's Bv, Bw, Wv en Ww. Het straatoppervlak binnen het uitgeefbaar terrein wordt samen met het openbaar verhard terrein afgevoerd naar het HWA stelsel voor straatoppervlak. Het straatoppervlak en het groen oppervlak stromen niet af naar het dakwatersysteem.

Bedrijventerreinen

Voor het percentage dakoppervlak op bedrijventerreinen is geen standaard verdeling gevonden. Daarom is voor een bedrijventerrein met veel dakoppervlak (Bv) uitgegaan van een uiterste waarbij bijna het gehele uitgeefbare terrein bestaat uit dakoppervlak. Het dakoppervlak bedraagt 42 hectare ofwel 97,2% van het uitgeefbare terrein. Voor het bedrijventerreinscenario met weinig dakoppervlak (Bw) is uitgegaan dat 50% van de totale wateropgave bestaat uit dakoppervlak, dit is gelijk aan 30,8 hectare. Dit komt overeen met 71,5% van het uitgeefbaar terrein.

Woonwijken

Vanuit een stedenbouwkundige van de gemeente Amsterdam is een verdeling van dakoppervlak in woonwijken aangenomen. Deze verdeling is gebaseerd op een percentage van het totale verharde oppervlak in het gebied. Het verhardoppervlak in de woonwijken scenario's bedraagt 30,8 hectare, dit bedraagt 50% van het totale oppervlak van de wateropgave. De bovengrens van het dakoppervlak bedraagt 80% van al het verhard oppervlak en de ondergrens bedraagt 60% van al het verhard oppervlak (Gemeente Amsterdam, 2019). Voor het woonwijken scenario met veel bebouwing (Wv) bedraagt het dakoppervlak dan 24,7 hectare ofwel 57,2 % van het uitgeefbaar terrein. Voor het woonwijken scenario met weinig bebouwing (Ww) bedraagt het dakoppervlak dan 18,5 hectare ofwel 42,8 % van het uitgeefbaar terrein. Zie figuur 12.



figuur 12. Schematische verdeling dakoppervlak in uitgeefbaar terrein. Bron: Eigenwerk

11 METEOROLOGIE

Het dakwatersysteem en het foliebassin zijn getoetst aan meerdere neerslaggegevens. De toetsing van het dakwatersysteem is uitgevoerd met ontwerpbui L10 van Rioned en jaarreeksen van 1998 en 2018. Het foliebassin is getoetst aan een T=100+10% neerslaggebeurtenis en de jaarreeksen 1998 en 2018. In deze bijlage is het verloop van L10 bui weergegeven en zijn de klimaatscenario's behandeld die worden toegepast op de jaarreeksen (Stichting Rioned, 2004) (KNMI, 2015).

L10 Bui

Voor de hydraulische toetsing van het dakwatersysteem is de ontwerpbui L10 van Rioned gebruikt. Het verloop van deze neerslaggebeurtenis is weergegeven in figuur 13.

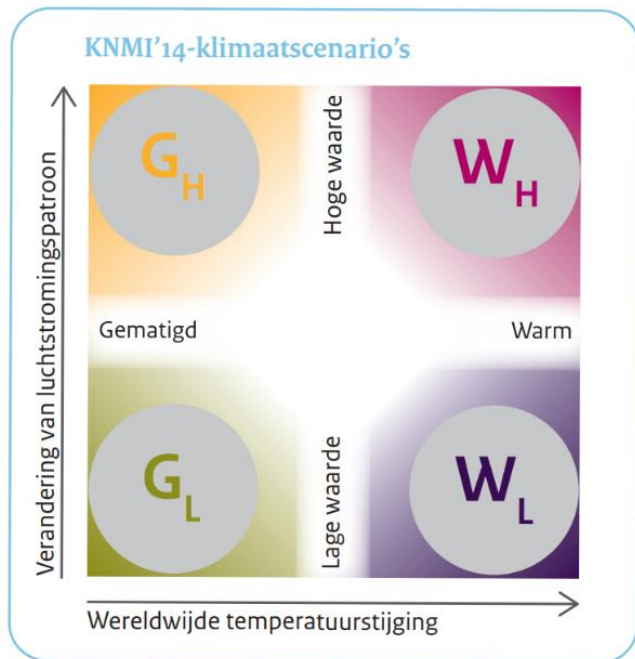
Neerslaghoeveelheid (mm)										
Tijdvak (min)	Herhalingstijd (jaar) en buinummer									
	v 0.25 a		v 0.5 a		v 1.0 a		v 2.0 a		5.0	10.0
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
0-5	.30	.15	.30	.15	.30	.15	.60	.30	1.50	1.80
5-10	.60	.15	.60	.30	.60	.30	1.20	.60	2.70	3.60
10-15	.90	.15	.90	.45	1.50	.45	2.10	.90	4.80	6.30
15-20	1.20	.30	1.50	.60	2.70	.60	3.30	1.20	4.80	6.30
20-25	1.50	.45	2.10	.75	2.70	.75	3.30	1.50	4.20	5.70
25-30	1.50	.60	2.10	.90	2.10	.90	2.70	2.10	3.30	4.80
30-35	1.05	.75	1.50	1.05	1.50	1.05	2.10	2.70	2.70	3.60
35-40	.90	.90	1.20	1.20	1.20	1.20	1.50	3.30	2.10	2.40
40-45	.75	1.05	1.05	1.50	1.05R	1.50	1.20	3.30	1.50	1.20
45-50	.60	1.50	.90	2.10	.90	2.10	.90	2.10	.90	
50-55	.45	1.50	.75	2.10	.75	2.70	.60	1.20	.60	
55-60	.30	1.20	.60	1.50	.60	2.70	.30	.60	.30	
60-65	.15	.90	.45	.90	.45	1.50				
65-70	.15	.60	.30	.60	.30	.60				
70-75	.15	.30	.15	.30	.15	.30				
totaal	10.50		14.40		16.80		19.80		29.40	35.70

figuur 13. Ontwerpbui L10. Bron: (RIONED, 2019)

Klimaatscenario's

Voor de toetsing van de twee extreme jaren 1998 en 2018 is het effect van klimaatscenario's meegenomen. Het dakwatersysteem wordt aangelegd voor een lange periode. Om deze reden zijn klimateffecten meegenomen ten behoeve van een robuust en duurzaam watersysteem. Daarom is gebruik gemaakt van de KNMI'14-scenario's in de tijdperiode tot 2085. De scenario's zijn gebaseerd op de temperatuurstijging en het luchtstromingspatroon. De variabele temperatuurstijging is verdeeld in 'Gematigd' en 'Warm' en de variabele luchtstromingspatroon in 'Lage waarde' en 'Hoge waarde'. Hieruit zijn vier scenario's gevormd die samen de hoekpunten waarbinnen de klimaatverandering in Nederland waarschijnlijk zal voltrekken (KNMI, 2015). In figuur 14 zijn de klimaatscenario's weergegeven.

Aan de hand van de klimaatscenario's is een toeslag doorgerekend in de werkelijke neerslag- en verdampingsgegevens van 1998 en 2018. Hierbij wordt uitgegaan van de meteorologische seizoenen. Voor verdamping zijn geen gegevens per seizoen beschikbaar, alleen voor de zomer. Voor de overige drie seizoenen is er geen verdampingstoeslag toegevoegd. De klimaatscenario's zijn weergegeven in tabel 11.



figuur 14. Klimaatscenario's. Bron: (KNMI, 2015)

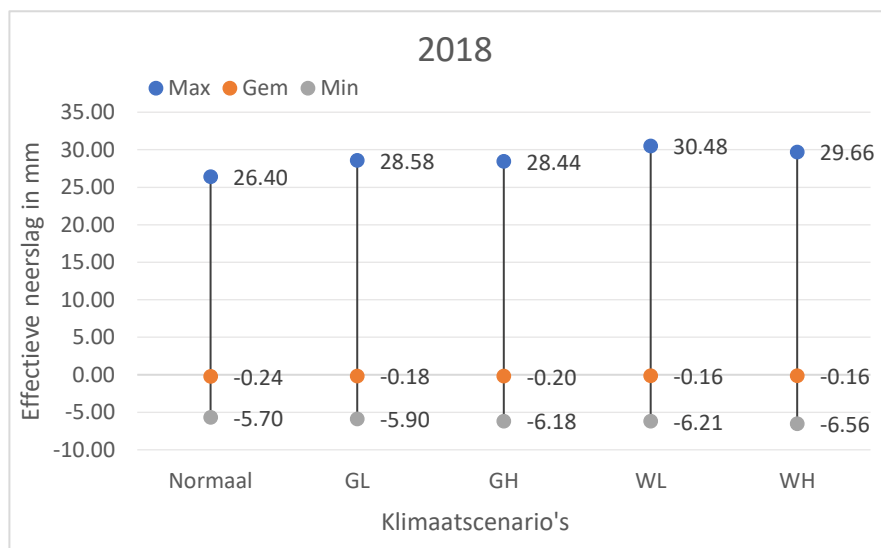
tabel 11. Toeslagen klimaatscenario's. Bron: (KNMI, 2015)

Klimaatscenario's '14 KNMI 2085	GL		GH		WL		WH	
Jaar neerslag	5%	1.05	5%	1.05	7%	1.07	7%	1.07
Winter neerslag	4.5%	1.045	12%	1.12	13%	1.13	30%	1.3
Lente neerslag	8%	1.08	7.5%	1.075	15%	1.15	12%	1.12
Zomer neerslag	1%	1.01	-8%	0.92	-5%	0.95	-23%	0.77
Herfst neerslag	7.5%	1.075	9%	1.09	6.5%	1.065	12%	1.12
Jaar verdamping	2.5%	1.025	5.5%	1.055	6%	1.06	10%	1.1
Zomer verdamping	3.5%	1.035	8.5%	1.085	9%	1.09	15%	1.15

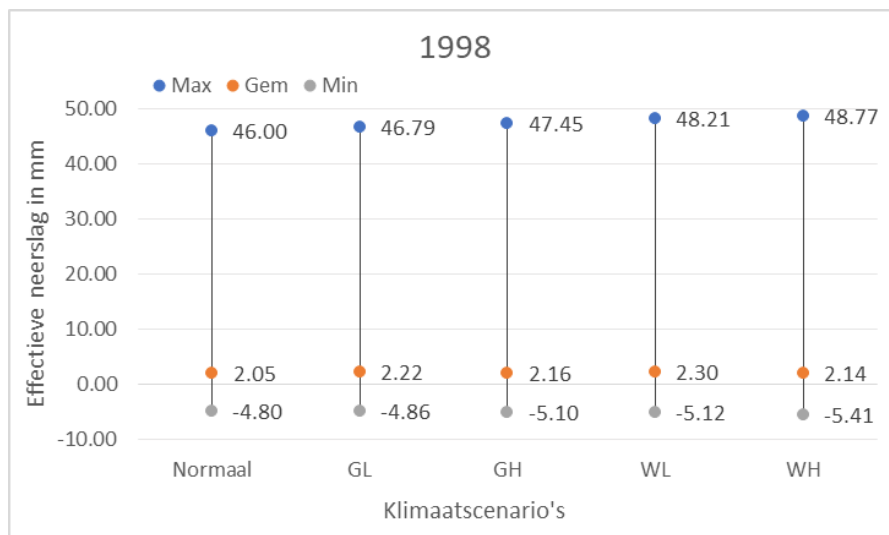
In tabel 12, figuur 15 en figuur 16 is het effect van de klimaattoeslag weergegeven. Voor de haalbaarheidstoetsing wordt het meest extreme klimaatscenario WH gebruikt. Hiermee wordt in de droge periode van 2018 het neerslag tekort groter en in de natte periode van 1998 het neerslagoverschot groter. Door het WH scenario kunnen sommige neerslagpieken worden afgevlakt, daarom is het belangrijk de normaal gemeten waarden ook te toetsen.

tabel 12. Effectieve neerslag per klimaatscenario in 2018 en 1998. Bron: (KNMI, 2015)

Effectieve neerslag in mm										
	2018					1998				
	Normaal	GL	GH	WL	WH	Normaal	GL	GH	WL	WH
Maximum	26.40	28.58	28.44	30.48	29.66	46.00	46.79	47.45	48.21	48.77
Gemiddelde	-0.24	-0.18	-0.20	-0.16	-0.16	2.05	2.22	2.16	2.30	2.14
Minimum	-5.70	-5.90	-6.18	-6.21	-6.56	-4.80	-4.86	-5.10	-5.12	-5.41



figuur 16. Maximum, minimum en gemiddelde effectieve neerslag in 2018. Bron: Eigenwerk

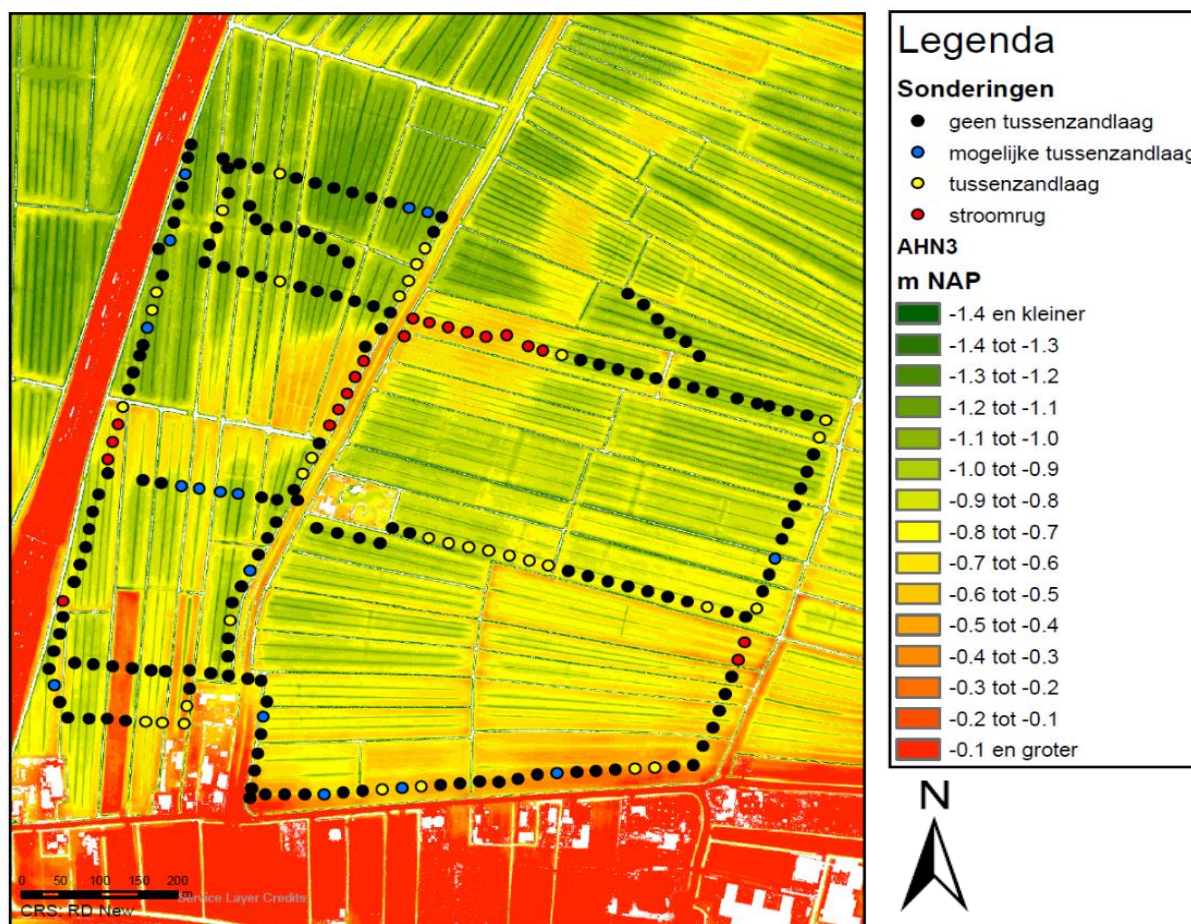


figuur 15. Maximum, minimum en gemiddelde effectieve neerslag in 1998. Bron: Eigenwerk

12 LOCATIE FOLIEBASSIN

In deze bijlage is de locatie van het foliebassin in relatie tot het opbarstrisico van de deklaag behandeld.

De waterberging wordt geplaatst in een gebied waar het risico op opbarsten hoog is. Dit zijn gebieden met een hoge stijghoogte en ondiep gelegen stroomruggen. Doordat zandbanen met goed doorlatend zand in contact staan met het eerste watervoerende pakket kan er grote kweldruk op de deklaag staan. In combinatie met een dunne deklaag op de stroombaan is het risico op opbarsten hoog. Op bedrijventerrein 'Groote Haar' ligt een stroomrug, zie figuur 17. Op deze stroomrug wordt de waterberging geplaatst. Hierdoor wordt de meest ongunstigste omstandigheden voor de berging getoetst (Fugro NL Land B.V., 2010). Dit heeft vooral effect op de maximaal te ontgraven bodemdiepte van het bassin. (Fugro NL Land B.V., 2018)

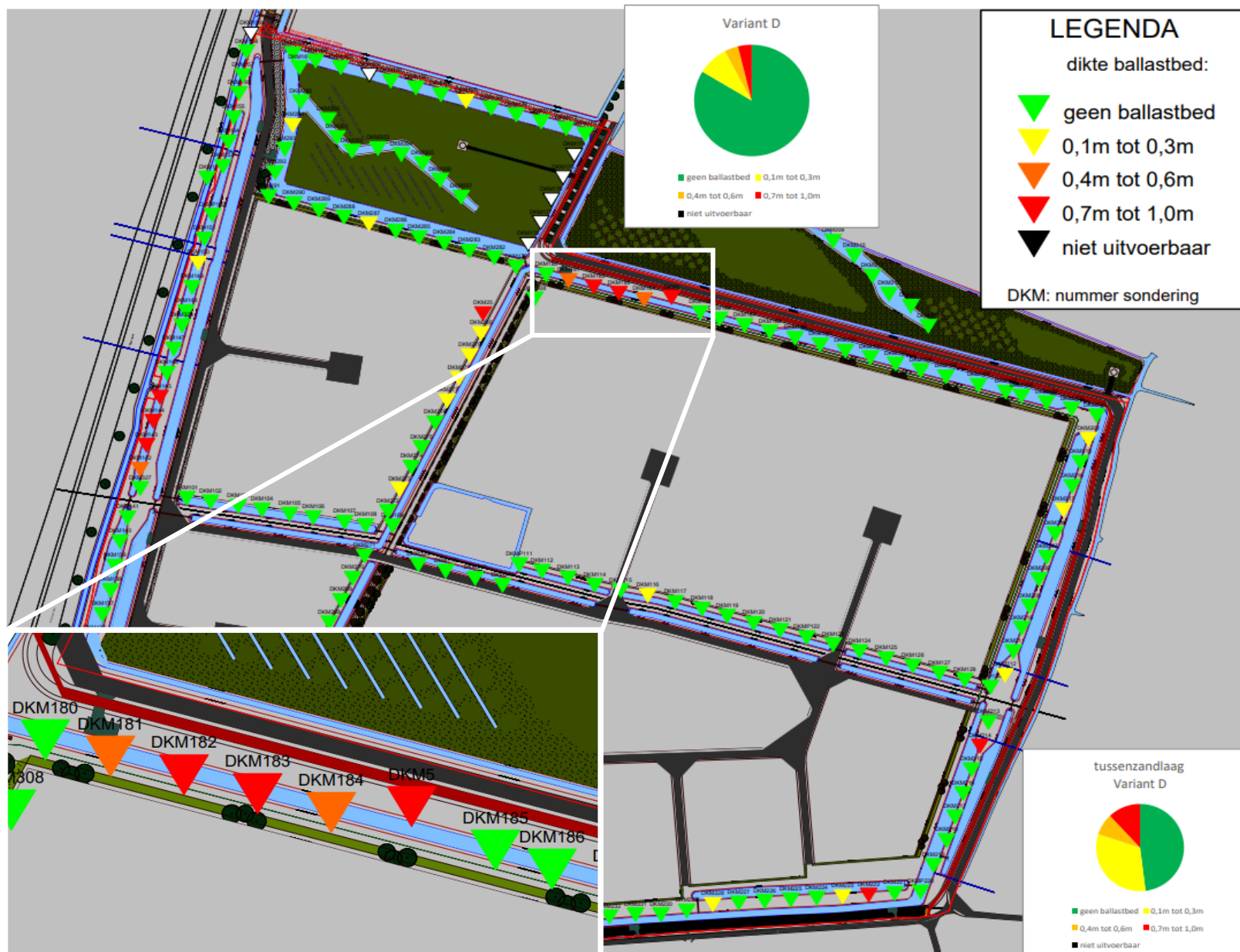


figuur 17. Sonderingen in watergangen bij bedrijventerrein 'Groote Haar'. Bron: (Fugro NL Land B.V., 2019)

Berekeningsresultaten van het risico op opbarsten op de locatie van de waterberging zijn weergegeven in tabel 13. De resultaten gelden voor een ontgravingsdiepte van 0 meter op de locatie van het bassin. Het maaiveld bedraagt -1,00 m t.o.v. NAP. Zonder ontgraving van de bodem vindt volgens de NEN 9997 berekeningsmethode al opbarsten plaats bij sonderingen DKM181 tot en met DKM184 waardoor een ballastbed met een dikte van 0,55 meter benodigd zou zijn, zie figuur 18. De berekeningen zijn uitgevoerd door Fugro NL Land B.V. (Fugro NL Land B.V., 2019).

tabel 13. Ballastdikte bepaling op foliebassin locatie. Bron: (Fugro NL Land B.V., 2019)

Sondeer nummer	Dikte resterende deklaag		Veiligheid	Max toelaatbaar stijghoogte	Benodigde neerwaartse druk	Dikte ballast- laag
		m	-	m t.o.v. NAP	kN/m2	m
DKM180		5	1.08	0.16	-4.6	0.00
DKM181		3.8	0.96	-0.464	1.64	0.55
DKM182		3.7	0.96	-0.464	1.64	0.55
DKM183		3.8	0.96	-0.464	1.64	0.55
DKM184		4	0.97	-0.424	1.24	0.41
DKM185		4.3	1.06	-0.024	-2.76	0.00
DKM186		4.1	1.09	0.116	-4.16	0.00



Opdr. : 9017-0960-003
Bijlage : 1

Variant D
Opbarsten Groote Haar te Gorinchem

figuur 18. Dikte ballastbed op pilotlocatie 'Grote Haar' met een vergroting bij de foliebassinlocatie. Bron: (Fugro NL Land B.V., 2019)

13 ZONERING FOLIEBASSIN

De grootte van het foliebassin is afhankelijk van het gebruikte scenario. Het te bergen volume is bepaald aan de hand van de compensatie eis van 664 m³ per verharde hectare geldend voor technische systemen. In de eerste paragraaf wordt de zonering van het foliebassin in verder detail behandeld. In de tweede paragraaf wordt ingegaan op aanpassingen aan de geschatte zonering.

13.1 Onderbouwing zones

De diepte van de zonen zijn in deze paragraaf behandeld. De zonering bedraagt de verdeling voor de eerste toetsing, zie figuur 19. De functie van de zonering blijft gelijk in de aangepaste zonering.

Totale diepte

Aangenomen is dat het foliebassin maximaal 2,00 meter boven maaiveld mag uitsteken. Deze hoogte is aangehouden met het oog op zetting en het ruimtelijk beeld in een bedrijfs- of woonomgeving. Door het grote oppervlak van het foliebassin kan het plaatsen van een hoger foliebassin grotere gevolgen hebben op de zetting van de deklaag. Dit is ongewenst omdat hierdoor een hoger opbarstingsrisico kan optreden rondom het bassin. Daarbij neemt het volume en de breedte van de grondwal toe bij een hogere dijk. Door het hoge risico op opbarsten op de locatie van het foliebassin is het gedeeltelijk ingraven van het foliebassin niet mogelijk. De totale diepte van het foliebassin bedraagt hierdoor 2,00 meter.

Beschermingszone en verdampingszone

De beschermingszone van 0,30 meter wordt toegepast voor het beschermen van de bassinfolie tegen watervogels en UV licht. Daarbij dient de beschermingszone voor het op plaats houden van de folie. Deze zone zal altijd water bevatten. Daarboven is voor de eerste toetsing een verdampingszone van 0,20 meter aangehouden. Bij extreme droogte moet deze zone voorkomen dat het peil onder de 0,30 meter zakt en water uit de beschermingszone verdampt (Provincie Noord Holland, 2015).

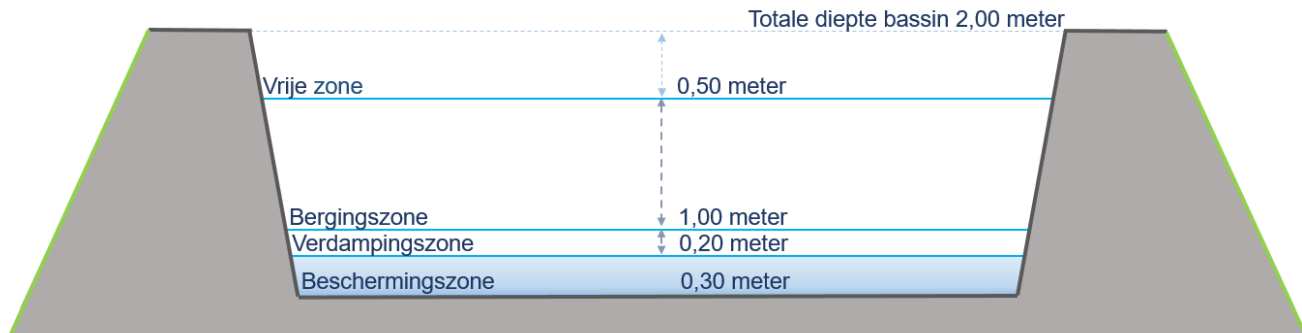
Bergingszone

In de bergingszone wordt het hemelwater geborgen. In het oppervlaktewater wordt een maximaal peilverschil toegestaan van 0,30 meter. Door een peilfluctuatie van 1,00 meter in het foliebassin toe te staan kan het ruimtegebruik door compensatie voor verhard oppervlak worden verkleind. In de bergingszone is een uitstroomvoorziening aanwezig die het geborgen water vertraagd afvoert naar het oppervlaktewater. De uitstroomvoorziening begint aan de onderkant van de bergingszone. De uitstroombreedte in de eerste toetsing bedraagt 0,50 meter.

Vrije zone

Van de bergingszone tot de rand van het foliebassin wordt een vrije zone gehandhaafd. In principe staat geen water in deze zone. De vrije zone heeft als doel de grondwallen te beschermen tegen golfslag en te voorkomen dat bij hevige neerslag water over de rand van het foliebassin kan stromen (Provincie Noord Holland, 2015). In de zone zal een nood overstort aanwezig zijn voor het geval dat de bergingszone volledig gevuld is.

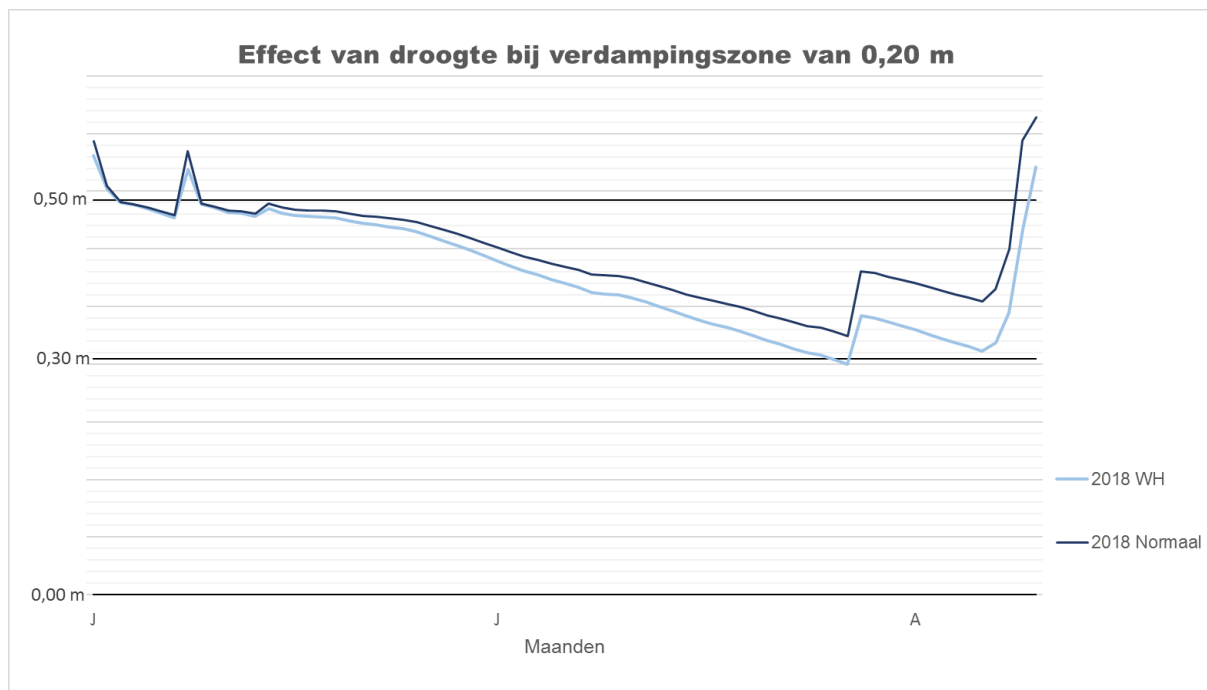
Zonering foliebassin



figuur 19. Eerste zonering van foliebassin. Bron: Eigenwerk

13.2 Aangepaste zonering

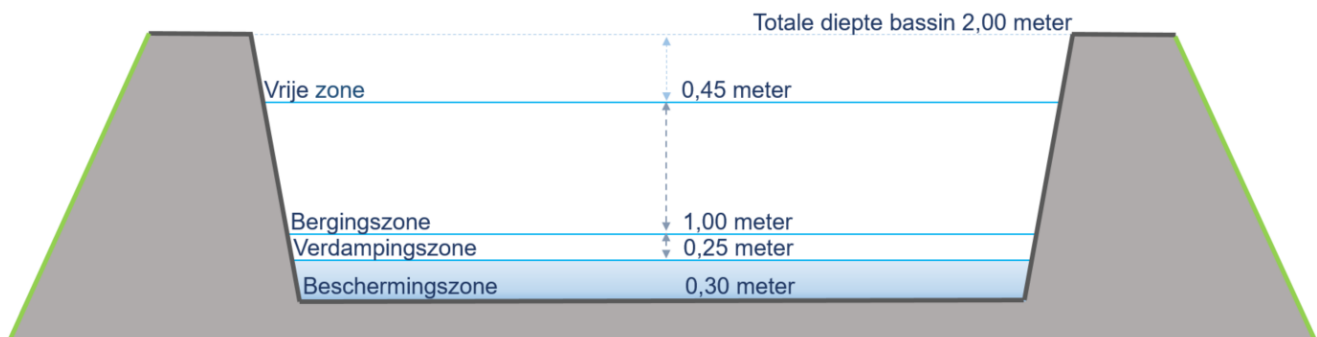
Op basis van de eerste bassinafmetingen op basis van de eerste zonering en een verdampingszone van 0,20 meter is gebleken dat het waterpeil in de zomer van 2018 bij het WH scenario onder 0,30 meter zakt waardoor het minimale waterpeil niet wordt gewaarborgd, zie figuur 20. Het figuur geeft een gedeelte van het foliebassin weer in de maanden juni, juli en augustus.



figuur 20. Grafiek met et effect van droogte bij de verdampingszone van 0,20 m. Bron: Eigen werk

Voor de vervolgoetsing is gekozen de zonering van het foliebassin aan te passen. De verdampingszone is vergroot van 0,20 meter naar 0,25 meter en de vrije ruimte tot de bassinrand is verkleind van 0,50 meter naar 0,45 meter. De overige bassinzones zijn gelijk gebleven, zie figuur 21. Het tekort in de beschermingszone bedraagt 210 m³ bij een verdampingszone van 0,20 meter in het Bv scenario bij de jaarreeks 2018 WH. Het overschot bij de nieuwe verdampingszone van 0,25 bedraagt bij hetzelfde scenario 1161 m³.

Zonering foliebassin



figuur 21. Aangepaste zonering van het foliebassin. Bron: Eigenwerk

14 RESULTATEN DAKWATERSYSTEEM

In deze bijlage zijn de resultaten van de hydraulische toetsing van het dakwatersysteem in meer detail behandeld. Hier is aanvullende informatie gegeven over de verbeterde modelgegevens, de resultaten van de toetsing naar de optimale stelseldimensies en de kanttekeningen bij de gebruikte diameters.

14.1 Verbeterde modelgegevens

Door de aanpassing van de hoogteligging van het dakwatersysteem na het uitvoeren van de definitieve toetsing is een verschil opgetreden in de waterhoogte ten opzichte van voorgaande toetsingsresultaten. Met de aangepaste modelgegevens zijn de scenario's met de meest optimale stelseldimensies opnieuw gemodelleerd. De waterhoogte in de regenpijpen valt gemiddeld 0,125 m hoger uit dan in de voorgaande toetsingsresultaten, zie tabel 14.

tabel 14. Verschil in gegevens tussen eerste en verbeterde model. Bron: Eigenwerk

Scenario's	Deelgebieden	Eerste modelgegevens	Verbeterde modelgegevens	Verschil
Bv				
	West	6,970	7,066	0,096
	Noordoost	5,366	5,373	0,007
	Zuidoost	7,152	7,178	0,026
Bw				
	West	5,980	5,429	0,551
	Noordoost	4,745	4,084	0,661
	Zuidoost	6,925	6,953	0,028
Wv				
	West	2,455	2,510	0,055
	Noordoost	2,508	2,479	0,029
	Zuidoost	2,516	2,519	0,003
Ww				
	West	2,344	2,385	0,166
	Noordoost	2,074	2,075	0,001
	Zuidoost	2,524	2,528	0,004
			Gemiddeld verschil	0,125

14.2 Toetsing kleinste leidingdiameters

Om de meest optimale stelseldimensies te bepalen zijn per scenario de leidingdiameters aangepast, zie tabel 15 voor de uitkomsten. In groen is de waterhoogte aangegeven waarbij de regenpijphoogte voldoet. In rood is de waterhoogte als deze hoger is dan de maximale waterhoogte in de ringleidingen aangegeven. In de tabel wordt het hoofdstelsel met een H aangegeven en de ringleiding met een R. In deze resultaten zijn de verbeterde modelgegevens niet meegenomen.

tabel 15. Resultaten toetsing optimale stelseldimensies. Bron: Eigenwerk

Resultaten Scenario Bv						
Leidingdiameters in mm	H1000 R1000 (Lange leiding)	H1000 R1000 (Korte leiding)	H800 R700 (Korte leiding)	H800 R600 (Korte leiding)	H800 R500 (Korte leiding)	H800 R400 (Korte leiding)
Maximale waterhoogte ringleidingput in deelgebied west in m	3,36	3,36	6,16	6,97	9,29	15,11
Maximale waterhoogte ringleidingput in deelgebied noordoost in m	2,93	2,93	4,74	4,90	5,37	7,11
Maximale waterhoogte ringleidingput in deelgebied zuidoost in m	7,98	3,70	7,15	8,14	10,98	19,91
Resultaten Scenario Bw						
Leidingdiameters	H1000 R1000	H800 R500	H800 R400	H800 R300		
Maximale waterhoogte ringleidingput in deelgebied west in m	2,59	5,98	10,23	23,26		
Maximale waterhoogte ringleidingput in deelgebied noordoost in m	2,35	3,77	4,75	9,34		
Maximale waterhoogte ringleidingput in deelgebied zuidoost in m	2,79	6,93	12,28	26,70		
Resultaten Scenario Wv						
Leidingdiameters	H1000 R1000	H1000 R800	H1000 R600	H1000 R500		
Maximale waterhoogte ringleidingput in deelgebied west in m	2,36	2,46	2,98	4,03		
Maximale waterhoogte ringleidingput in deelgebied noordoost in m	2,18	2,18	2,29	2,51		
Maximale waterhoogte ringleidingput in deelgebied zuidoost in m	2,52	2,64	3,26	4,51		
Resultaten Scenario Ww						
Leidingdiameters	H1000 R1000	H800 R1000	H800 R800	H1000 R800	H1000 R600	H1000 R400
Maximale waterhoogte ringleidingput in deelgebied west in m	2,00	2,60	2,65	2,05	2,34	4,93
Maximale waterhoogte ringleidingput in deelgebied noordoost in m	1,88	2,35	2,36	1,89	1,95	2,52
Maximale waterhoogte ringleidingput in deelgebied zuidoost in m	2,11	2,84	2,91	2,18	2,52	5,68

14.3 Kanttekening gebruikte leidingdiameters

Bij beide woonwijk scenario's is in het noordoostelijke deelgebied geen onderzoek gedaan naar een mogelijk kleinere diameter, zie tabel 15. Bij het Wv scenario in dit deelgebied wordt een ringleidingdiameter van 500 mm als optimaal gezien en is geen toetsing uitgevoerd of een diameter van 400 mm ook zou voldoen. De verwachting is echter dat bij beide scenario's een kleinere diameter niet voldoen doordat bij de getoetste ringleidingdiameters het verschil met de uiterste waterhoogte maar 2 en 3 centimeter is.

Bij het toetsing naar de optimale stelseldimensies en dus de kleinste leidingdiameters is geen gebruik gemaakt van een leidingdiameter van 900 mm. Mogelijk had deze buisdiameter geleidt tot optimalere stelseldimensie. Echter geldt dit niet voor ieder scenario. Bij de bedrijvscenario's voldoet een leidingdiameter van 800 mm, waardoor voor beide scenario's een buisdiameter van 900 mm niet tot optimalere dimensies had geleidt. Voor de woonwijkscenario's zijn de meest optimale stelseldimensies gedimensioneerd met een buisdiameter van 1000 mm. In het Wv scenario is in het zuidoostelijke deelgebied ook voor de ringleiding een diameter van 1000 mm benodigd, waardoor een buisdiameter van 900 mm niet zou voldoen omdat dat de waterhoogte in de regenpijpen hoger dan 2,54 m t.o.v. NAP zou zijn. In het Ww scenario in bij de meest optimale stelseldimensies de diameter in het hoofdstelsel 1000 mm en van de ringleidingen 400 of 600 mm. Mogelijk had bij dit scenario een hoofdstelseldiameter van 900 mm ook tot een werkend en optimaler model geleidt.

15 UITSTROOMSNELHEID

De uitstroomsnelheden per deelgebied van het dakwatersysteem zijn hoger dan de vastgestelde maximale uitstroomsnelheid van Rioned van 1,5 m/s (Leidraad riolering, 2008). Om dit te verlagen is onderzoek gedaan naar twee structuren van uitstroomvoorzieningen met meerdere buizen. Het onderzoek naar de uitstroomvoorziening is alleen uitgevoerd voor het Bv scenario aangezien dit scenario de hoogste maximum uitstroomsnelheid heeft. Aangenomen kan worden dat als bij het Bv scenario de stroomsnelheid wordt verlaagd, dit ook voor de andere scenario's geldt.

Handstructuur

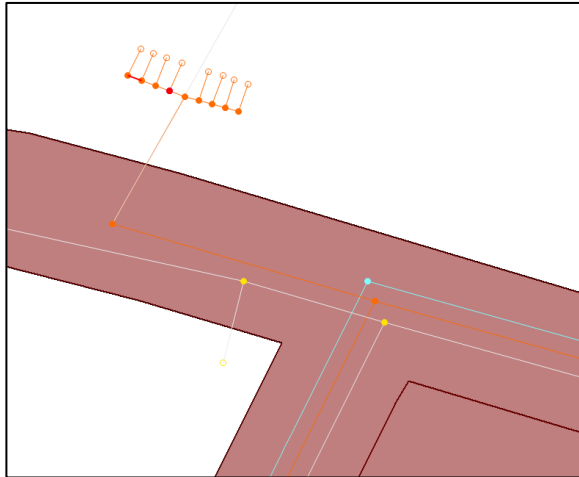
Om te onderzoeken of de stroomsnelheid bij meerdere buizen vertraagd, is een uitstroomvoorziening met acht buizen in een handstructuur aangelegd, zie figuur 23. De hoogste stroomsnelheden worden bij de buizen het dichtst bij de gezamenlijke leiding. Bij de verste buizen wordt de laagste stroomsnelheid gemeten. In het zuidoostelijke deelgebied zijn de uitstroomsnelheden het hoogst. Dit omdat op dit deelgebied het meeste dakoppervlak is aangesloten. Zie tabel 16.

Boomstructuur

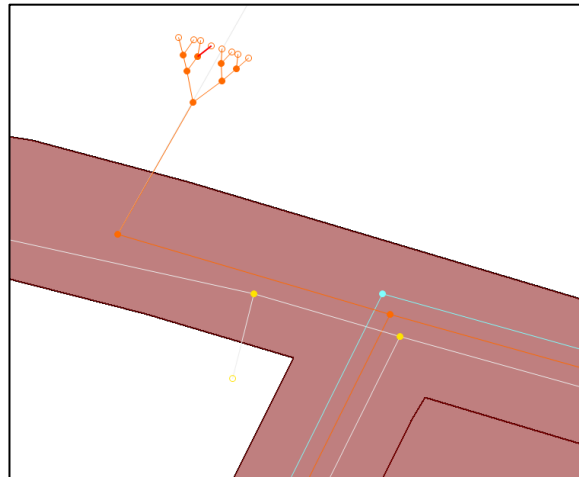
Naast een handstructuur is ook een uitstroomvoorziening in een boomstructuur met ook acht uitstroombuizen getoetst, zie figuur 22. Bij deze structuur is de uitstroomsnelheid in alle buizen gelijk verdeeld. Zie tabel 16 voor de uitstroomsnelheid per deelgebied.

Conclusie

Bij beide uitstroomstructuren daalt de uitstroomsnelheid in vergelijking met één buis als uitstroompunt, hieruit is te concluderen dat meerdere uitstroompunten effect heeft op de uitstroomsnelheid. Echter liggen de gemiddelde stroomsnelheden boven de vastgesteld maximale eis van 1,5 m/s. Nader onderzoek moet uitwijzen bij hoeveel buizen de uitstroomsnelheid daalt onder de gestelde eis. Bij toepassing van de boomstructuur is in elk uitstroompunt de stroomsnelheid gelijk, de uitstroomsnelheid bij de handstructuur varieert. De meest centrale uitstroompunten hebben de hoogste stroomsnelheid.



figuur 23. Handstructuur. Bron: Eigenwerk



figuur 22. Boomstructuur. Bron: Eigenwerk

tabel 16. Uitstroomsnelheid per deelgebied bij Hand en boomstructuur. Bron: Eigenwerk

Uitstroomsnelheid			
	Handstructuur	Handstructuur	Boomstructuur
Deelgebieden	Minimale uitstroomsnelheid in m/s	Maximale uitstroomsnelheid in m/s	Uitstroomsnelheid in m/s
West	1,28	1,96	1,56
Noordoost	1,24	1,91	1,53
Zuidoost	1,31	2,04	1.61

16 DIMENSIES FOLIEBASSIN

In de tabel 17 tot en met tabel 20 op de pagina's hieronder zijn de dimensies van het foliebassin.

tabel 17. Foliebassin dimensies bij Bv scenario. Bron: Eigenwerk

Bv scenario		
Beschrijving	Waarde	Eenheid
Algemeen		
Bergingseis	664	m ³ /ha
Dakoppervlak	42	ha
Te bergen volume	27888	m ³
Zonering		
Vrije zone	0.5	m
Peilfluctuatie	1.0	m
beschermingszone	0.3	m
Totale diepte	2.0	m
Binnentalud 1:	1.0	m
Buitentalud 1:	1.5	m
Kruinbreedte	1.0	m
Breedte kering	6.0	m
Fluctuatiezone		
Lengte ribben bovenkant bergingszone	168	m
Oppervlakte bovenkant bergingszone	28223	m ²
Lengte ribben onderkant bergingszone	166	m
Oppervlakte onderkant beschermingszone	27555	m ²
Waterberging		
Ribben bodem	165	m
Oppervlakte bodem	27191	m ²
Ribben binnenkant kruin	169	m
Oppervlakte binnenkant kruin	28526	m ²
Ribben beschermingszone	165	m
Oppervlak beschermingszone	27389	m ²
Volume		
Volume beschermingszone	8187	M ³
Volume verdampingzone	6868	M ³
Volume bergingszone	27889	M ³
Volume vrije zone	12769	M ³
Volume tot overstort	42944	M ³
Totaal volume berging	55713	M ³
Grondwallen		
Buiten ribben grondwallen	177	m
Totaal oppervlakte bergingslichaam	31293	m ²
Totaal oppervlakte bergingslichaam	3	ha
Omtrek berging	708	m
Oppervlakte grondwallen	4102	m ²
Folie		
Folie oppervlak bedekking tot aan buitenkant kruin	29781	m ²
Folie oppervlak bedekking gehele grondwal	32448	m ²

tabel 18. Foliebassin dimensies bij Bw.scenario. Bron: Eigenwerk

Bw scenario		
Beschrijving	Waarde	Eenheid
Algemeen		
Bergingseis	664	m ³ /ha
Dakoppervlak	30,8	ha
Te bergen volume	20451	m ³
Zonering		
Vrije zone	0,5	m
Peilfluctuatie	1,0	m
beschermingszone	0,3	m
Totale diepte	2,0	m
Binnentalud 1:	1,0	m
Buitentalud 1:	1,5	m
Kruinbreedte	1,0	m
Breedte kering	6,0	m
Fluctuatiezone		
Lengte ribben bovenkant bergingszone	144	m
Oppervlakte bovenkant bergingszone	20738	m ²
Lengte ribben onderkant bergingszone	142	m
Oppervlakte onderkant beschermingszone	20166	m ²
Waterberging		
Ribben bodem	141	m
Oppervlakte bodem	19855	m ²
Ribben binnenkant kruin	145	m
Oppervlakte binnenkant kruin	20998	m ²
Ribben beschermingszone	142	m
Oppervlak beschermingszone	20024	m ²
Volume		
Volume beschermingszone	5982	M ³
Volume verdampingzone	5024	M ³
Volume bergingszone	20452	M ³
Volume vrije zone	9391	M ³
Volume tot overstort	31458	M ³
Totaal volume berging	40849	M ³
Grondwallen		
Buiten ribben grondwallen	153	m
Totaal oppervlakte bergingslichaam	23381	m ²
Totaal oppervlakte bergingslichaam	2,34	ha
Omtrek berging	612	m
Oppervlakte grondwallen	3526	m ²
Folie		
Folie oppervlak bedekking tot aan buitenkant kruin	22078	m ²
Folie oppervlak bedekking gehele grondwal	24399	m ²

tabel 19. Foliebassin dimensies bij Ww scenario. Bron: Eigenwerk

Wv scenario		
Beschrijving	Waarde	Eenheid
Algemeen		
Bergingseis	664	m ³ /ha
Dakoppervlak	24,7	ha
Te bergen volume	16401	m ³
Zonering		
Vrije zone	0,5	m
Peilfluctuatie	1,0	m
beschermingszone	0,3	m
Totale diepte	2,0	m
Binnentalud 1:	1,0	m
Buitentalud 1:	1,5	m
Kruinbreedte	1,0	m
Breedte kering	6,0	m
Fluctuatiezone		
Lengte ribben bovenkant bergingszone	129	m
Oppervlakte bovenkant bergingszone	16658	m ²
Lengte ribben onderkant bergingszone	127	m
Oppervlakte onderkant beschermingszone	16146	m ²
Waterberging		
Ribben bodem	126	m
Oppervlakte bodem	15867	m ²
Ribben binnenkant kruin	130	m
Oppervlakte binnenkant kruin	16891	m ²
Ribben beschermingszone	127	m
Oppervlak beschermingszone	16019	m ²
Volume		
Volume beschermingszone	4783	M ³
Volume verdampingzone	4021	M ³
Volume bergingszone	16402	M ³
Volume vrije zone	7549	M ³
Volume tot overstort	25205	M ³
Totaal volume berging	32754	M ³
Grondwallen		
Buiten ribben grondwallen	138	m
Totaal oppervlakte bergingslichaam	19035	m ²
Totaal oppervlakte bergingslichaam	1,90	ha
Omtrek berging	552	m
Oppervlakte grondwallen	3167	m ²
Folie		
Folie oppervlak bedekking tot aan buitenkant kruin	17862	m ²
Folie oppervlak bedekking gehele grondwal	19967	m ²

tabel 20. Foliebassin dimensies bij Ww scenario. Bron: Eigenwerk

Ww scenario		
Beschrijving	Waarde	Eenheid
Algemeen		
Bergingseis	664	m ³ /ha
Dakoppervlak	18,5	ha
Te bergen volume	12284	m ³
Zonering		
Vrije zone	0,5	m
Peilfluctuatie	1,0	m
beschermingszone	0,3	m
Totale diepte	2,0	m
Binnentalud 1:	1,0	m
Buitentalud 1:	1,5	m
Kruinbreedte	1,0	m
Breedte kering	6,0	m
Fluctuatiezone		
Lengte ribben bovenkant bergingszone	112	m
Oppervlakte bovenkant bergingszone	12507	m ²
Lengte ribben onderkant bergingszone	110	m
Oppervlakte onderkant beschermingszone	12063	m ²
Waterberging		
Ribben bodem	109	m
Oppervlakte bodem	11823	m ²
Ribben binnenkant kruin	113	m
Oppervlakte binnenkant kruin	12709	m ²
Ribben beschermingszone	109	m
Oppervlak beschermingszone	11954	m ²
Volume		
Volume beschermingszone	3566	M ³
Volume verdampingzone	3002	M ³
Volume bergingszone	12285	M ³
Volume vrije zone	5673	M ³
Volume tot overstort	18854	M ³
Totaal volume berging	24527	M ³
Grondwallen		
Buiten ribben grondwallen	121	m
Totaal oppervlakte bergingslichaam	14577	m ²
Totaal oppervlakte bergingslichaam	1,46	ha
Omtrek berging	483	m
Oppervlakte grondwallen	2754	m ²
Folie		
Folie oppervlak bedekking tot aan buitenkant kruin	13553	m ²
Folie oppervlak bedekking gehele grondwal	15410	m ²

17 GRAFIEKEN T=100 TOETSING

In deze bijlage zijn de grafieken en de waterbalansen van de T=100+10% toetsing weergegeven voor de scenario's Bv, Bw, Wv en Ww. Voor de berekeningen is uitgegaan dat de volledige T=100+10% neerslagsituatie uitstroomt in het foliebassin. De instroom bestaat uit de uitvoer van het hydraulische model. De ringputten die de regenpijpen simuleren staan op de instelling 'stored', dit houdt in dat het gevallen water niet verloren gaat en uitstroomt in het foliebassin. In werkelijkheid zal bij een T=100 neerslag niet al het gevallen water op het dakoppervlak tot afvoer komen richting het foliebassin, doordat het leidingstelsel is berekend op een T=10 neerslagsituatie en regenpijpen zullen overstromen.

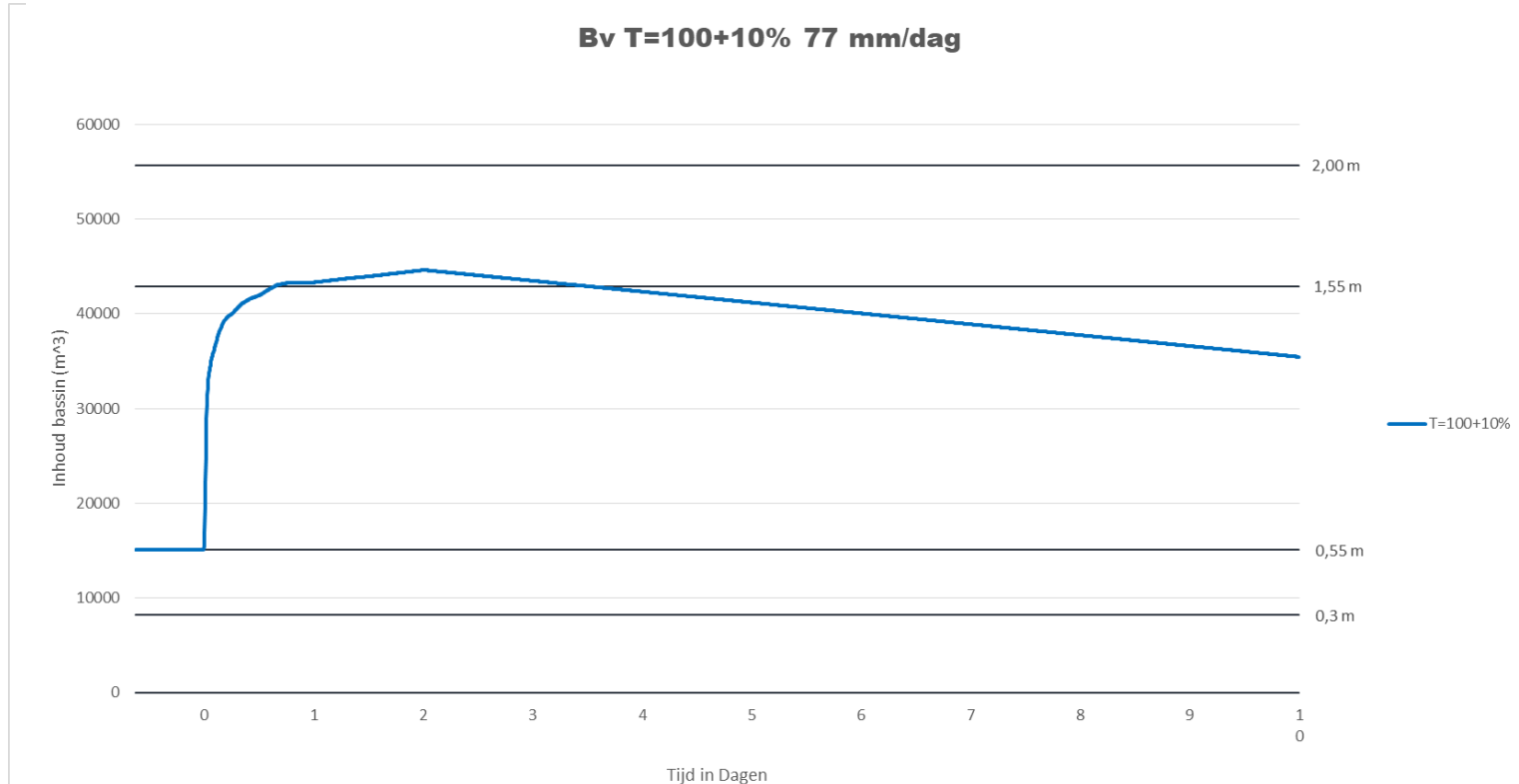
De waterbalansen zijn berekend met de neerslag in het bassin, de modelresultaten en de uitstroom van 1,5 l/s/ha. De verdamping is bij de T=100 toetsing niet meegenomen omdat op extreme neerslag wordt getoetst en de verdamping verwaarloosd kan worden. Zie tabel 21 tot en met tabel 24.

Bv:

Maximum volume = 44634 m³

Volume tot overstort= 42944 m³

tabel 21. T=100+10% toetsing bij het Bv Scenario. Bron: Eigenwerk

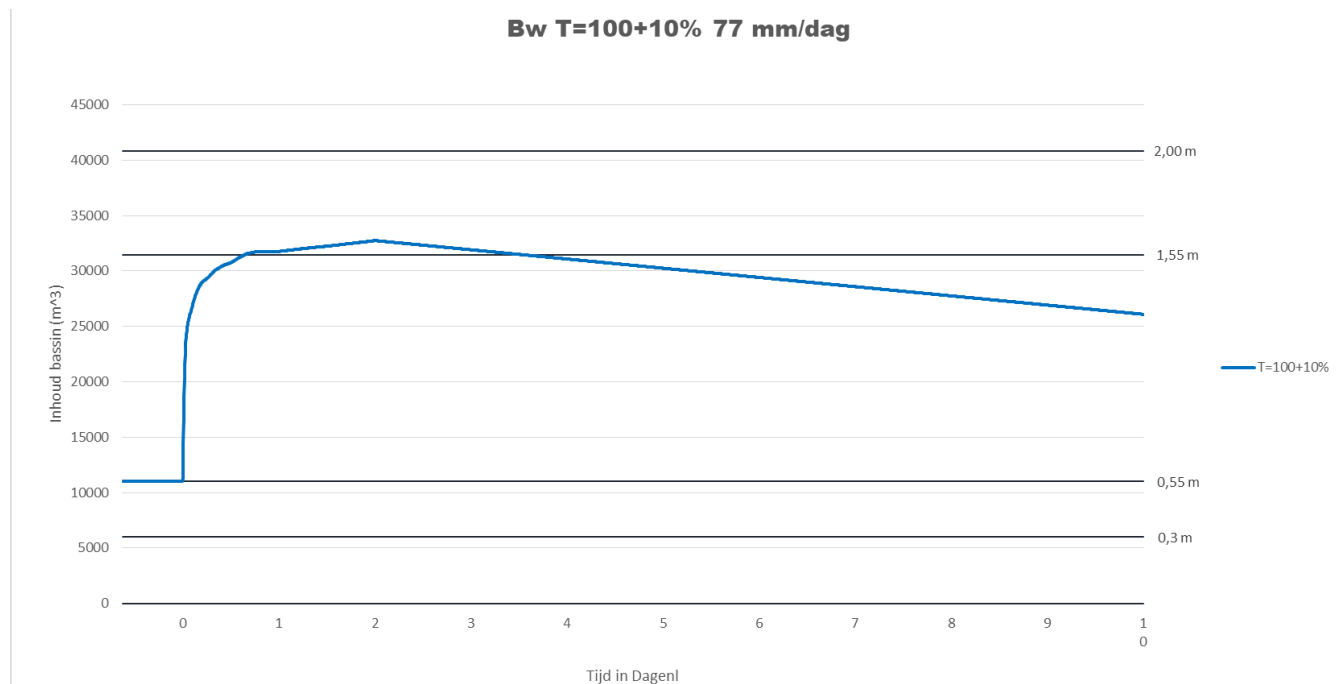


Bw:

Maximum volume = 32734 m³

Volume tot overstort= 31458 m³

tabel 22. T=100+10% toetsing bij het Bw Scenario. Bron: Eigenwerk

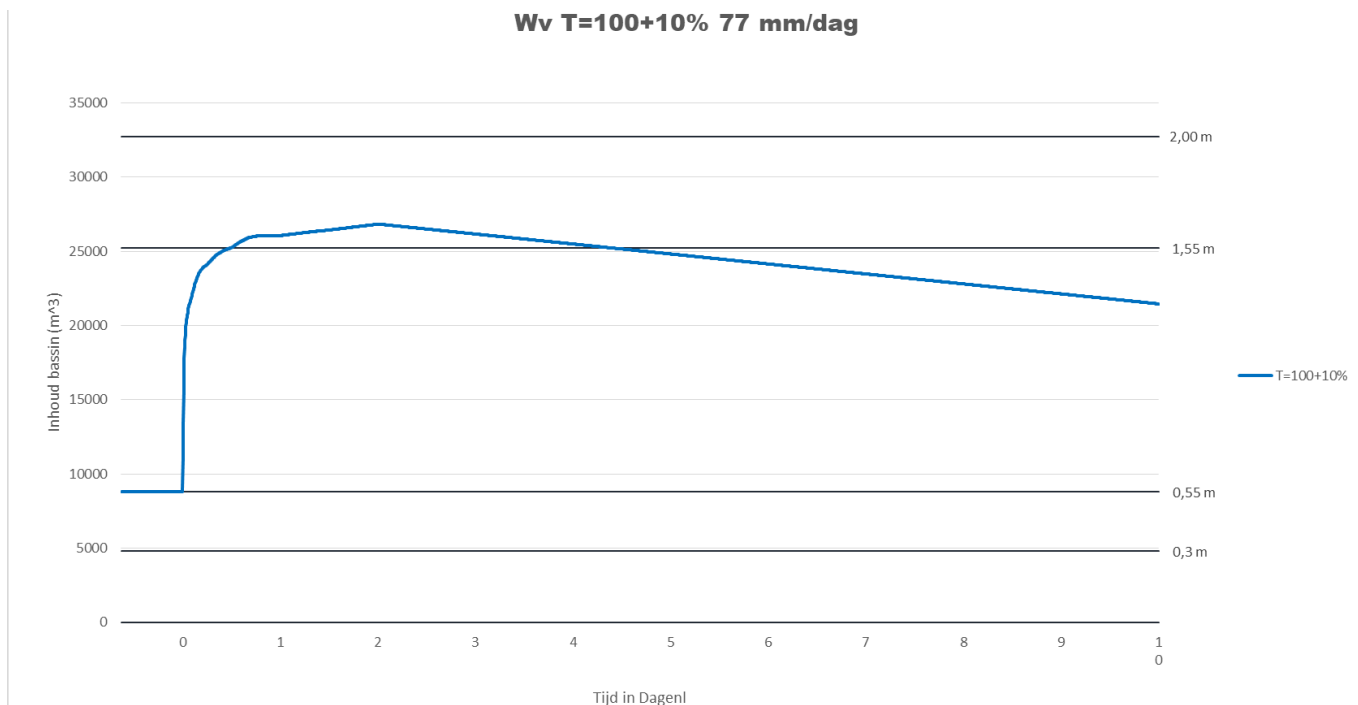


Wv:

Maximum volume = 26835 m³

Volume tot overstort= 25205 m³

tabel 23. T=100+10% toetsing bij het Wv Scenario. Bron: Eigenwerk

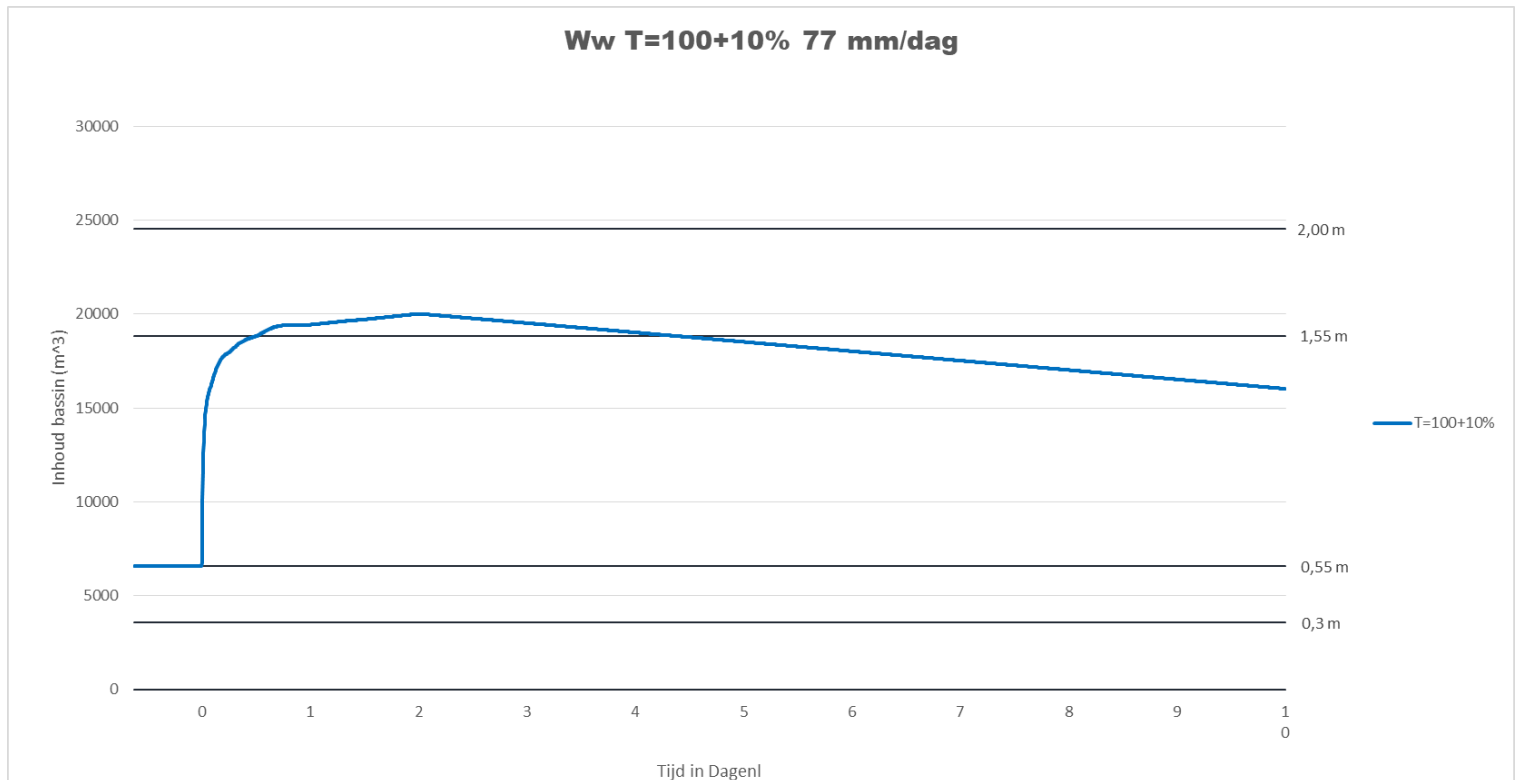


Ww:

Maximum volume = 20016 m³

Volume tot overstort = 18854 m³

tabel 24. T=100+10% toetsing bij het Ww Scenario. Bron: Eigenwerk



18 WATERBALANSEN JAARTOETSING

In deze bijlage worden de waterbalansen van de jaartoetsing weergegeven.

18.1 Waterbalansen jaartoetsing

In tabel 25 op de volgende pagina is de waterbalans van de jaartoetsing per scenario weergegeven. De eerste zeven kolommen in de tabel zijn gericht op de in- en uitstroom in het foliebassin. In de laatste drie kolommen is het volume in het foliebassin per jaarreeks weergegeven.

18.2 Bergingsverschil 1998

De totale uitstroom in het foliebassin is bij ieder scenario corresponderend met de totale instroom, behalve in de jaarreeksen van 1998 zonder klimaatscenario. In deze reeksen wordt meer water afgevoerd uit het foliebassin dan dat in het foliebassin stroomt. Doordat de instroom en uitstroom alleen in 1998 niet gelijk zijn, is de afwijking waarschijnlijk een afrondingsfout in de neerslag- of verdampingsreeks van het desbetreffende jaar. Opvallend is dat het bergingsverschil in afnemende volgorde per scenario staat. Hieruit is te concluderen dat de fout is vermenigvuldigd met het dakoppervlak, aangezien dit ook in afnemende volgorde per scenario is. Het minimale verschil in berging is in vergelijking met de totale in- en uitstroom van het foliebassin verwaarloosbaar.

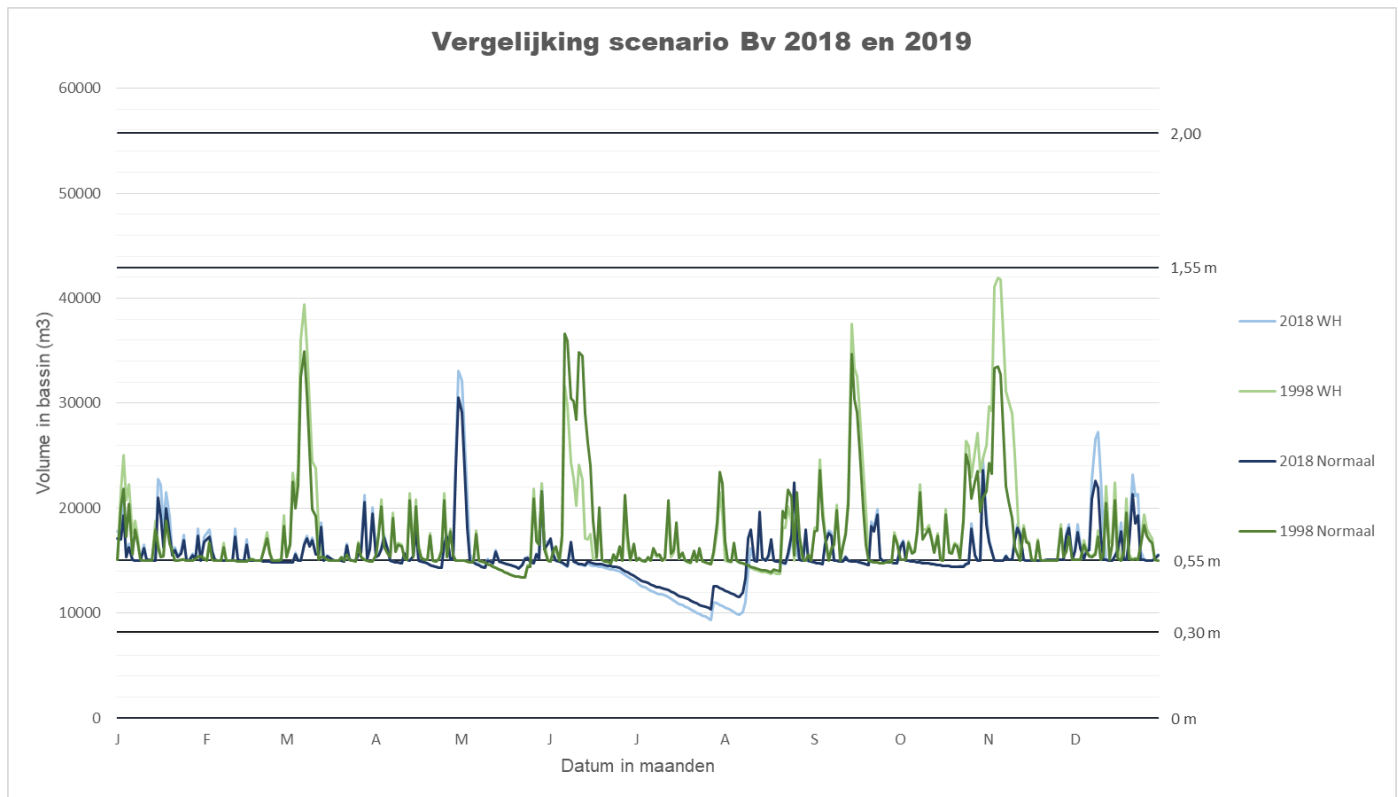
tabel 25. Waterbalans van de jaartoetsing per scenario. Bron: Eigenwerk

Scenario's	Jaar	Instroom leidingsysteem in m ³	Instroom als neerslag in m ³	Totale instroom in m ³	Uitstroom als verdamping in m ³	Uitstroom als afvoer in m ³	Totale uitstroom in m ³	Verschil tussen instroom en uitstroom	Maximaal volume in berging in m ³	Minimaal volume in berging in m ³	Gemiddeld volume in berging in m ³
Bv											
	2018	245150	16678	261827	18932	242895	261827	0	30528	10343	15366
	2018 WH	277366	18866	296232	20284	275949	296232	0	33040	9348	15422
	1998	520214	35431	555645	13891	541756	555648	-3	36619	13409	17186
	1998 WH	547338	37284	584622	14871	569751	584622	0	41924	13419	17474
Bw											
	2018	180320	12277	192597	13911	178686	192597	0	22401	7537	11235
	2018 WH	204047	13887	217934	14904	203029	217934	0	24248	6813	11278
	1998	382670	26081	408751	10207	398546	408754	-3	26869	9797	12580
	1998 WH	402622	27445	430067	10927	419140	430067	0	30906	9804	12794
Wv											
	2018	144270	9875	154145	11174	142971	154145	0	17914	6016	8986
	2018 WH	163255	11171	174426	11972	162454	174426	0	19395	5449	9021
	1998	306524	20980	327503	8199	319306	327505	-2	21498	7827	10061
	1998 WH	322606	22077	344682	8777	335905	344682	0	24659	7837	10231
Ww											
	2018	108237	7430	115667	8389	107277	115667	0	13408	4490	6707
	2018 WH	122443	8405	130848	8988	121860	130848	0	14519	4049	6732
	1998	229893	15785	245678	6156	239523	245679	-1	16091	5840	7513
	1998 WH	241938	16611	258549	6590	251959	258549	0	18507	5843	7642

18.3 Grafieken jaartoetsing

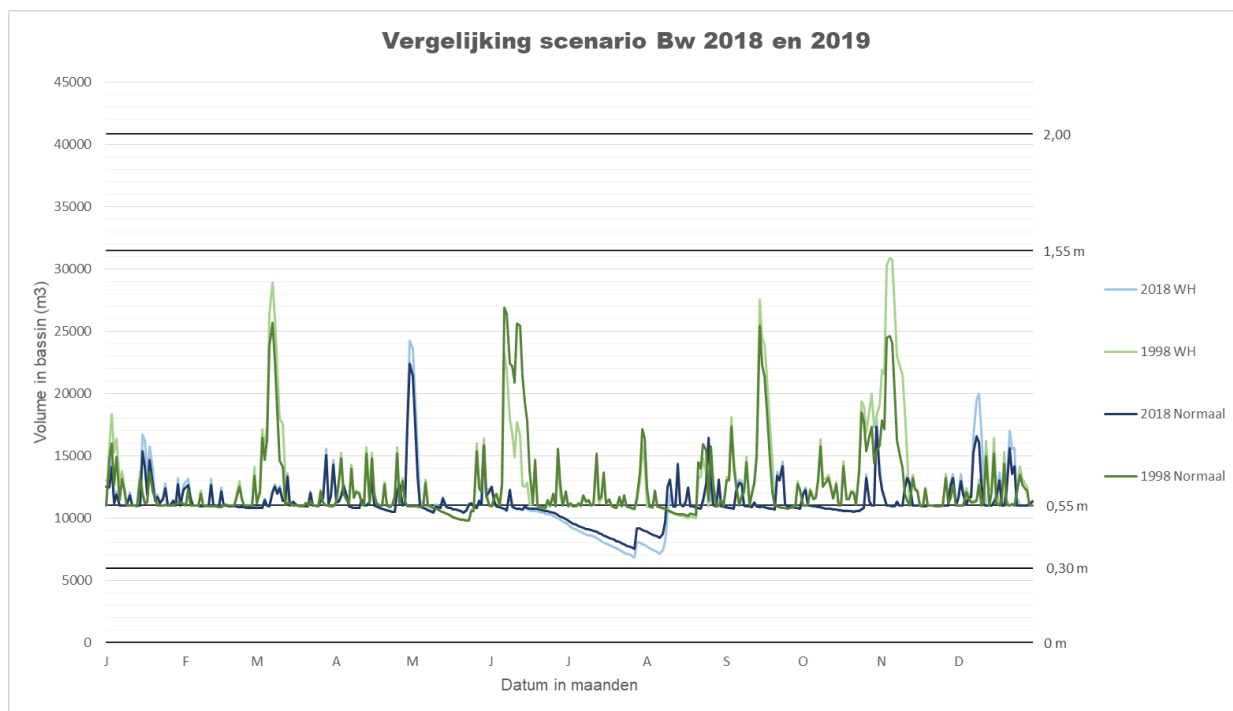
Hieronder zijn de grafieken van het peilverloop weergegeven voor de uitgevoerde waterbalansen, zie

Bv peilverloop



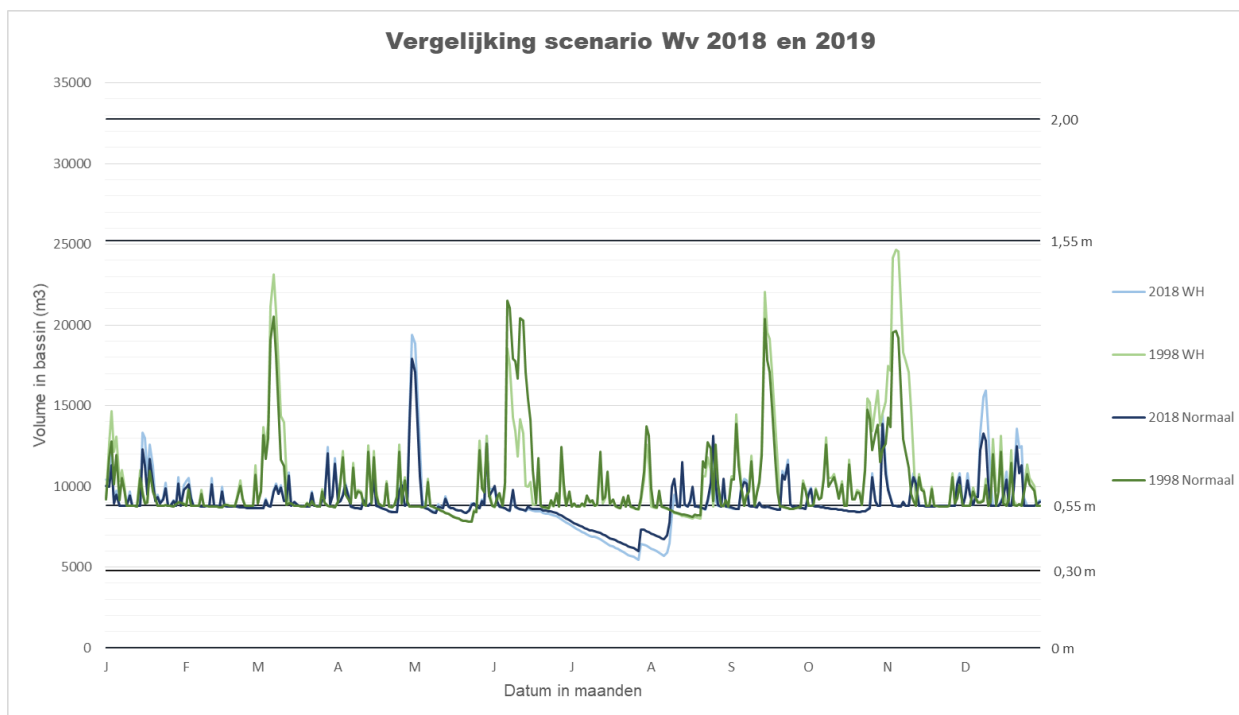
figuur 24. Peilverloop in foliebassin bij Bv scenario

Bw peilverloop



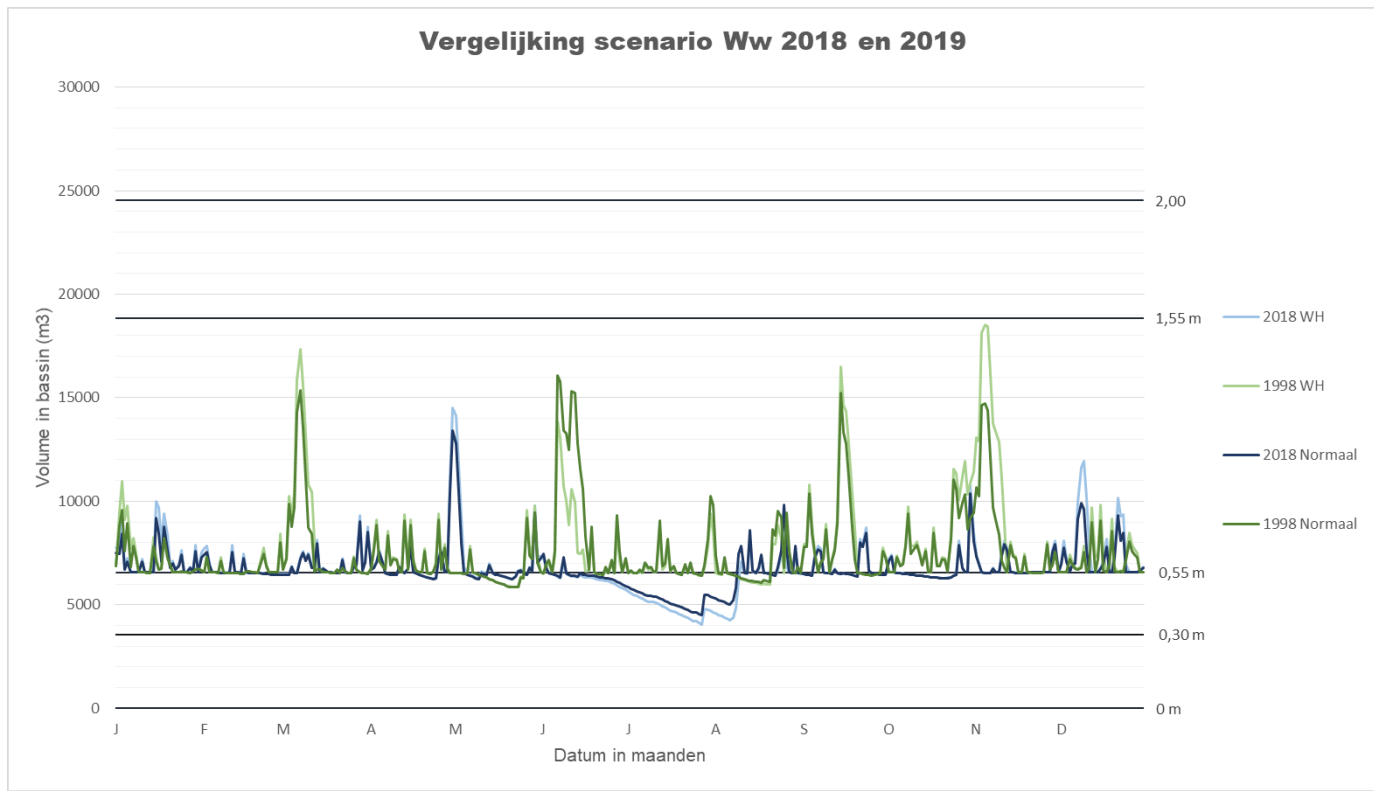
figuur 25. Peilverloop in foliebassin bij Bw scenario. Bron: Eigenwerk

Wv peilverloop



figuur 26. Peilverloop in foliebassin bij Wv scenario. Bron: Eigenwerk

Ww peilverloop



figuur 27. Peilverloop in foliebassin bij Ww scenario. Bron: Eigenwerk

19 TABEL LEDIGINGSTIJD

In tabel 26 is de berekening van de afvoernormen bij een ledigingstijd van 48 uur en 96 uur weergegeven.

tabel 26. Ledigingstijd van foliebassin. Bron: Eigenwerk

Ledigingstijd Bassin										
Scenario's	Landelijke afvoernorm (l/s/ha)	Aangesloten dakoppervlak (ha)	Maximale afvoer uit bassin (m3/dag)	Compensatie norm (m3/ha)	Volume begingszone (m3)	Ledigingstijd eis 48 uur (uur)	Ledigingstijd eis 96 uur (uur)	Benodigde ledigingstijd (uur)	Benodigde afvoernorm bij 48 uur (l/s/ha)	Benodigde afvoernorm bij 96 uur (l/s/ha)
Bv	1.50	42	5443	664	27889	48	96	123	3.84	1.92
Bw	1.50	30.8	3992	664	20452	48	96	123	3.84	1.92
Wv	1.50	24.7	3201	664	16402	48	96	123	3.84	1.92
Ww	1.50	18.5	2398	664	12285	48	96	123	3.84	1.92

20 AFVOER UIT FOLIEBASSIN EN TERREIN 'GROOTE HAAR'

In tabel 27 is de afvoer in m³/dag weergegeven dat volgens de landelijke afvoernorm uit het terrein 'Groote Haar' mag worden afgevoerd. Daarnaast is weergegeven wat de afvoer van uit het foliebassin is bij een ledigingstijd van 48 uur (3,84 l/s/ha) en bij een ledigingstijd van 96 uur (1,92 l/s/ha). Bij een ledigingstijd van 48 uur moet meer water worden afgevoerd uit het terrein 'Groote Haar' dan is toegestaan volgens de landelijke afvoernorm van 1,5 l/s/ha. Het overtollige water moet worden geborgen binnen de wateropgave

tabel 27. Maximale afvoer bij bedrijventerrein 'Groote Haar'. Bron: (Fugro NL Land B.V., 2019) en eigenwerk

wat zal resulteren in een groter oppervlakte aan watergangen.

Maximale afvoer terrein 'Groote Haar'								
Scenario's	Landelijke afvoernorm (l/s/ha)	Totaal wateropgave (ha)	Maximale afvoer totaal wateropgave (m3/dag)	Afvoer verhard opp (m3/dag)	Afvoer 48 uur uit bassin (m3/dag)	Afvoer 96 uur uit bassin (m3/dag)	Som 48 uur	Som 96 uur
Bv	1.5	61.7	7996	933	13945	6972	14878	7905
Bw	1.5	61.7	7996	2398	10226	5113	12624	7511
Wv	1.5	61.7	7996	804	8201	4100	9004	4904
Ww	1.5	61.7	7996	1607	6143	3071	7750	4678