
Betreft	: Het Fortuyn van Voorschoten en Het Arsenaal/Segaar, berekening bergingscapaciteit watersysteem
Kenmerk	: BK184675-MEM-10-008
Versie	: 2.1 (definitief)
Datum	: 14 juli 2022
Auteur	: D. Loogman
Controleur	: K.D. Mulder en B. Zethof
Vrijgave	: N. Böhmer

1 Aanleiding

Vanuit de eis van waterschap Rijnland dient een overtuigend verhaal te worden opgesteld waarin aannemelijk wordt gemaakt dat door de realisatie van de nieuwe ontwikkeling 'Het Fortuyn van Voorschoten' en 'Het Arsenaal/Segaar' de wateroverlast voor de bestaande bewoners binnen de polder binnen acceptabele grenzen valt.

In onderstaand stuk wordt op onderbouwde wijze aangetoond dat de ontwikkelingen geen negatieve gevolgen heeft inzake wateroverlast op bestaande percelen langs de Leidseweg, grenzend aan plangebied, of in de tuinen van de Leidseweg ten noorden van de Trompweg bij het opgegeven toetspeil.

Door Waterschap Rijnland is gesteld dat de ontwikkeling ten zuiden van de Trompweg (Het Arsenaal van Voorschoten) evenals de ontwikkeling ten noorden van de Trompweg 'Het Fortuyn van Voorschoten' in deze beschouwing moet worden meegenomen. Op deze wijze wordt vanuit een integrale benadering het watersysteem binnen de polder, wat binnen de gemeente Voorschoten ligt, in ogenschouw genomen en word getracht de huidige situatie niet te verslechteren, ofwel te verbeteren.

Deze memo levert een bijdrage in de context en berekening van het bergingsvolume ten behoeve van de hiervoor genoemde planontwikkelingen. Het betreft hier een statische berekening in de bepaling van het bergingsvolume.

2 Basisgegevens

De volgende basisgegevens zijn gehanteerd bij de verwerking van de gegevens:

- Peilbesluit, met referentienummer: 13.49558, van de Bosch- en Gasthuispolder afkomstig van Hoogheemraadschap van Rijnland;
- Thematische kaart 'Waterschappen Hydrografie INSPIRE' verstrekt door Publieke Dienst Op de Kaart (PDOK) ten behoeve van de vaststelling van de grens peilgebied (OR2.09.1.1);
- De waterbergingsberekening en de beschouwing over neerslaginfiltratie is gebaseerd op het Convenant Klimaatadaptief Bouwen - Convenant klimaatadaptief bouwen in Zuid-Holland
- Actuele Hoogtebestand Nederland (AHN) versie verstrekt door Publieke Dienst Op de Kaart (PDOK), betreffende kaartbladen: 30hn1 en 30fz1 met een grid van 0.5 m1;
- Basiskaart Grootchalige Topografie (BGT) versie van d.d. 5 september 2021 verstrekt door Publieke Dienst Op de Kaart (PDOK);
- Topografische inmeting ten behoeve van de ontwikkeling van 'Het Fortuyn van Voorschoten' uitgevoerd door BK ingenieurs. Zie meetrapport met kenmerk: BK205535-RAP-10-001, in concept, van d.d. 17 februari 2021
- Inpassingsplan 'Het Fortuyn van Voorschoten', versie: 31-08-2021, opgesteld door Lodewijk Baljon;
- 'Inmeting maaiveld en waterspiegel in NAP' uitgevoerd door KBG Advies B.V. verstrekt door Niersman Projectontwikkeling B.V. Deel 1 gemeten d.d. 16 april 2021 en deel 2 op 17 maart 2022;
- Plankaart 'Het Arsenaal/Segaar' te Voorschoten versie d.d. 21 maart 2022 verstrekt door Niersman Projectontwikkeling B.V.

- 'Nieuw poldergemaal Bosch- en Gasthuispolder', versie 1, van d.d. 13 augustus 2013, met kenmerk: 13.52029 van het Hoogheemraadschap van Rijnland;
- Uitvoeringsontwerp voor 'Het Fortuyn' d.d. 15 juni 2022 van BK ingenieurs.

2.1 Uitgangspunten

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd bij de volumebepaling:

- Kenmerkende gegevens:

Omschrijving		
Vast peil binnen peilgebied 'OR2.09.1.1'	-1.42	mNAP
Toetsingshoogte (achtertuinen Leidseweg), landmeetkundig ingemeten gemiddelde	-0.34	mNAP
Oppervlakte polder totaal (zie Figuur 1)	100.082	m2
- noordelijk deel (buiten beschouwing)	13.852	m2
- zuidelijk deel	86.230	m2

- Oppervlaktes (circa) van het noordelijke plangebied, 'Het Fortuyn van Voorschoten', nieuwe situatie:

Omschrijving	Oppervlakte [m2]	Hoogte t.o.v. N.A.P.
Plangebied	30.740	
Bebouwing (incl. tuinen)	14.044	+0.20
Appartementencomplex	689	+0.20
Hoofdrijbaan	1.854	+0.10
Wegen en parkeervakken (incl. fietspad)	1.092	+0.10
Voetpaden	1.881	+0.15
Mandelige gebieden (incl. voetpaden)	2.743	+0.08
Parallelweg westzijde (incl. parkeervakken)	2.428	+0.10
Wateroppervlaktes		
- waterpartijen	735	Vast peil
- wadi's (dubbelfunctie met groen)	374	-0.55
Groen	3.697	Variabel
Overig	1.235	+0.10

- Oppervlaktes (circa) van het zuidelijke plangebied, 'Het Arsenaal/Segaar', nieuwe situatie:

Omschrijving	Oppervlakte [m2]	Hoogte t.o.v. N.A.P.
Plangebied	25.354	
Bebouwing (incl. tuinen)	7.476	+0.20
Appartementencomplex	897	+0.20
Wegen en parkeervakken (incl. fietspad)	4.132	+0.10
Voetpaden	2.118	+0.15
Wateroppervlaktes		
- bestaand	1.298	Vast peil
- waterpartijen	2.807	Vast peil
- wadi's (dubbelfunctie met groen)	457	-0.55
Groen	7.897	Variabel
Overig	7.527	+0.20

- Regenwater dat binnen het peilgebied op de Trompweg valt, word geacht versneld te worden afgewikkeld op de Korte Vliet;
- Regenwater dat op de Leidseweg valt wordt gedeeltelijk buiten beschouwing gelaten, alleen datgene wat binnen het peilgebied valt wordt meegenomen; Poldergrenzen zijn maatgevend.

- In figuur 1 is te zien dat de polder, naast de delen ten zuiden en noorden van de Trompweg ook bestaat uit een deel ten noorden van de ontwikkeling Het Fortuyn. Op deze locatie zal de gemeente Leiden de kruising reconstrueren. Middels een sifonduiker zijn deze delen van de polder onderling verbonden. Wij hebben geconstateerd dat het peil van de twee watergangen verschilt. Het uitgangspunt wordt gehanteerd dat het water binnen de zuidelijke contour geborgen dient te worden. Het noordelijke deel laten we daarmee buiten beschouwing.



Figuur 1 begrenzing polder.

- De Trompweg is in de berekening meegenomen. Niet bekend is of het water Trompweg wordt opgevangen in de DWA of dat deze loost op de Korte Vliet;
- Van de bestaande bebouwing langs de Leidseweg wordt verondersteld dat deze bebouwing is aangesloten op het DWA-riool;
- De pompcapaciteit van het gemaal ten noorden van 'Het Fortuyn van Voorschoten', is onderdeel van de beschouwing;
- Voor de berekening van het watersysteem wordt met extreem hevige neerslag gerekend (1/250 jaar, 90 mm/u);
- Voor de controleberekening van het watersysteem wordt met korte hevige bui gerekend (1/100 jaar, 70 mm/u).

2.2 Eisen en richtlijnen

- Productspecificaties DTM – Digitaal Terrein Model (DTM) ten behoeve van ontwerp en uitvoering versie 1 oktober 2021 van Rijkswaterstaat.

3 Berekeningsmethodiek

Basis is de hoogtekaart (AHN3; www.ahn.nl): Het reliëf is allesbepalend hoe extreme neerslag zich verdeelt over een gebied. Inzicht in de bestaande hoogten en de mogelijke beïnvloeding ervan (nieuwe planontwikkelingen ed.) is essentieel. Door gebruik te maken van deze hoogtekaart kunnen wij visualiseren hoe het water zich binnen de polder bij een extreme neerslagbui van 90 mm/uur gaat verdelen, zowel in de huidige situatie als ook in de toekomstige situatie waarbij de twee ontwikkelingen zijn gerealiseerd.

De bui van 90 mm/uur is bruikbaar voor bewustwording maar minder uitgewerkt dan de verdiepende standaardbuien met getrapte herhalingskansen. Het is niet de intentie om deze bui als norm te hanteren voor verwerking en berging in de openbare ruimte. Het geeft alleen weer waar de problemen zouden kunnen ontstaan.

In de modellering is de stroming over het maaiveld niet meegenomen; afvoer via de riolering en open water is niet opgenomen. Het is daarom mogelijk dat de gepresenteerde knelpunten niet altijd in de praktijk (in die mate) worden herkend. Aan de absolute waarden kunnen geen rechten worden ontleend. De resultaten geven een eerste indicatie van de te verwachten mate van kwetsbaarheid van panden en tuinen bij hevige neerslag.

De kaart maakt inzichtelijk waar waarschijnlijk wateroverlast zal ontstaan na een extreme bui van 90 millimeter in 2 uur.

Stappenplan berekening

- 1 Aanleiding
- 2 Basisgegevens
 - 2.1 Uitgangspunten
 - 2.2 Eisen en richtlijnen
- 3 Berekeningsmethodiek
- 4 Modellering nieuwe situatie
 - 4.1 Verkaveling planontwikkelingen
- 5 Berekening hoeveelheid te bergen water (toetsbui 90 mm)
 - 5.1 Berekening bergingscapaciteit huidige situatie t.o.v. toetshoogte
 - 5.2 Visualisatie bij een bui van 100 mm huidige situatie
 - 5.3 Berekening hoogte waterpeil bij een bui van 90 mm huidige situatie
- 6 Nieuwe situatie, 3^e beschouwing
 - 6.1 Berekening bergingscapaciteit tot toetshoogte
 - 6.2 Berekening hoogte waterpeil met bui 90 mm nieuwe situatie
 - 6.3 Conclusie 3^e beschouwing
 - 6.4 Optimalisatie(s) 3^e beschouwing
 - 6.5 Berekening bergingscapaciteit en ruimte voor groen in Het Arsenaal/Segaar
 - 6.6 Controleberekening hoogte waterpeil met bui 70 mm nieuwe situatie
- 7 Conclusie en aanbevelingen

4 Modelleren nieuwe situatie

Van beide ontwikkelingen (Fortuyn en Arsenaal/Segaar) is een 3D model gemaakt en ingepast in de kaart vanuit het Actuele Hoogtebestand Nederland (AHN). Dit geeft de nieuwe hoogtes van de polder weer.

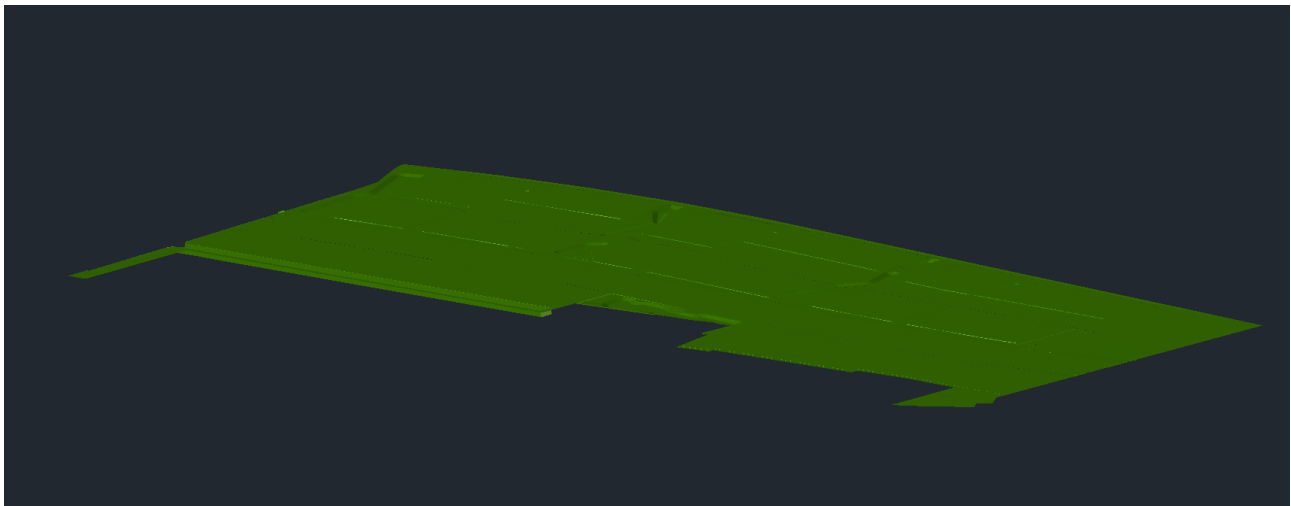
Door Civil3D wordt de bergingscapaciteit in de nieuwe situatie berekend tot **NAP -0,34m**. Ook hier dient de bergingscapaciteit hoger te zijn dan de berekende hoeveelheid water.

4.1 Verkaveling planontwikkelingen

4.1.1 Het Fortuyn van Voorschoten



Figuur 2 overzicht van 'Het Fortuyn van Voorschoten' incl. vlakvullingen ten behoeve van visualisering oppervlaktes.

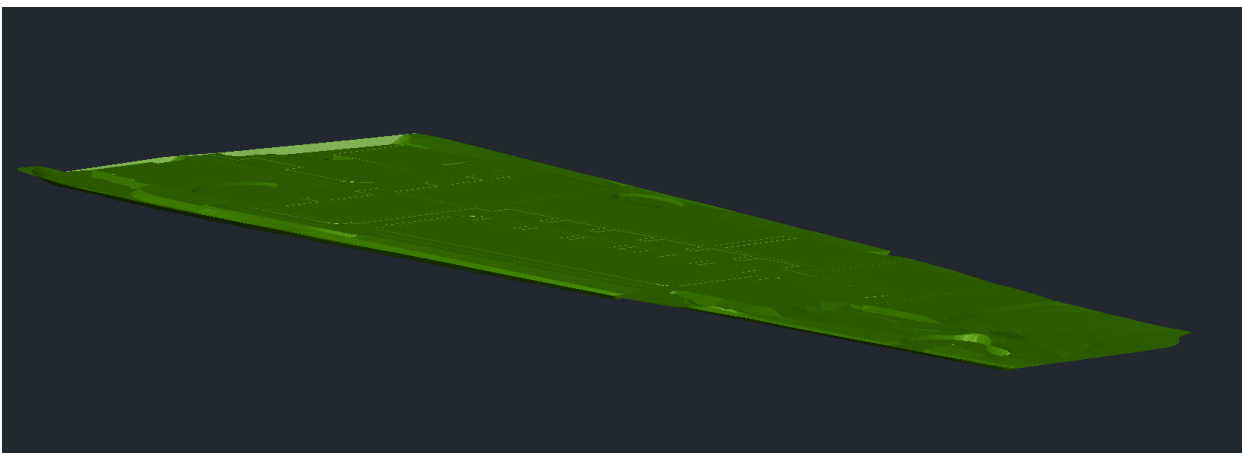


Figuur 3 Isometrisch aangezicht 3D model 'Het Fortuyn van Voorschoten'.

4.1.2 Het Arsenaal



Figuur 4 overzicht van 'Het Arsenaal' incl. vlakvullingen ten behoeve van visualisering oppervlaktes.



Figuur 5 Isometrisch aangezicht 3D model 'Het Arsenaal/Segaar'.

5 Berekening hoeveelheid te bergen water (toetsbui 90 mm)

Een bui van 90 mm op de gehele polder moet worden berekend. Het totale gebied binnen de polder is 86.230 m² (zie Figuur 1). Indien hier een bui valt van 90 mm komt er dus **7.760 m³** (= 86.230*90 mm) water in de polder.

De bergingscapaciteit van de polder in de bestaande en in de nieuwe situatie moet worden berekend. Indien de bergingscapaciteit hoger is dan de berekende hoeveelheid water (bui 90 mm) kan worden gesteld dat er geen wateroverlast in de tuinen optreedt.

Uitgangspunt: Indringing in de bodem, verdamping en cetera worden buiten beschouwing gelaten. De berekeningsmethode benaderd de modelering als een statische berekening. Dit wordt als meest negatieve scenario beschouwd.

5.1 Berekening bergingscapaciteit huidige situatie t.o.v. toetshoogte

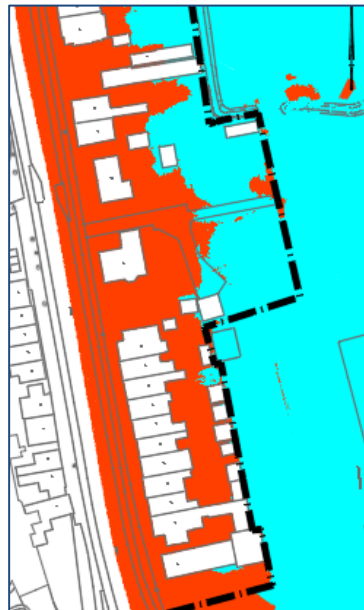
In deze uiteenzetting wordt met behulp van Civil3D berekend hoeveel bergingscapaciteit de polder heeft tot het niveau van de tuinen van de bestaande woningen langs de Leidseweg. De drempel is gesteld op N.A.P. -0,34 m (toetshoogte). De toetshoogte is bepaald aan de hand van de hoogte van de bestaande achtertuinen aan de zuidzijde van de ontwikkeling Fortuyn.

Als basis is de kaart vanuit het Actuele Hoogtebestand Nederland (AHN) ingelezen in Civil3D en deze opgewaardeerd met de topografische inmeting die ten behoeve van Het Fortuyn van Voorschoten is uitgevoerd.

Ter vergelijking wordt eerst de huidige situatie vergeleken met de toetshoogte. De bergingscapaciteit in de huidige situatie bedraagt circa **13.293 m³** tot aan de toetshoogte (van -0.34 mNAP). De blauwe vlakvulling markeert het deel onder het toetspeil en de rode vlakvulling markeert het maaiveld erboven.



Figuur 6 overzicht volumebepaling tot toetshoogte.



Figuur 7 uitsnede t.h.v. woningen aan de Leidseweg.

Notitie: De vloerpeilen/dorpelhoogtes van de woningen aan de Leidseweg ten noorden van de Trompweg liggen gemiddeld tussen +0.16 m NAP en +0.39 m NAP (gemeten aan de voorzijde).

Conclusie: In de bestaande situatie is voldoende bergingscapaciteit aanwezig om een bui van 90 mm in de polder te bergen. Interessant is om te weten op welke hoogte het water komt te staan indien er 7760 m³ water in de polder loopt en welke tuinen overlast ondervinden.

5.2 Visualisatie bij een bui van 100 mm huidige situatie

Vanuit de Klimaatatlas van Zuid-Holland wordt onderstaande visualisatie verkregen bij een bui van 100 mm.



Figuur 8 Uitsnede Klimaatatlas | Zuid-Holland bui 100 mm

5.3 Berekening hoogte waterpeil bij een bui van 90 mm huidige situatie

Door middel van het volgen van een iteratiefproces wordt bepaald tot welke hoogte het waterpeil zal stijgen om de berekende hoeveelheid met een bui van 90 mm (circa 7.760 m³) te kunnen bergen.

De hoogte die wordt bereikt is: **-0.510 mNAP**. Deze ligt beneden de toetshoogte van NAP -0.34 m.

Conclusie: In de huidige situatie ondervinden enkele tuinen die beneden NAP -0,510 m liggen wateroverlast.

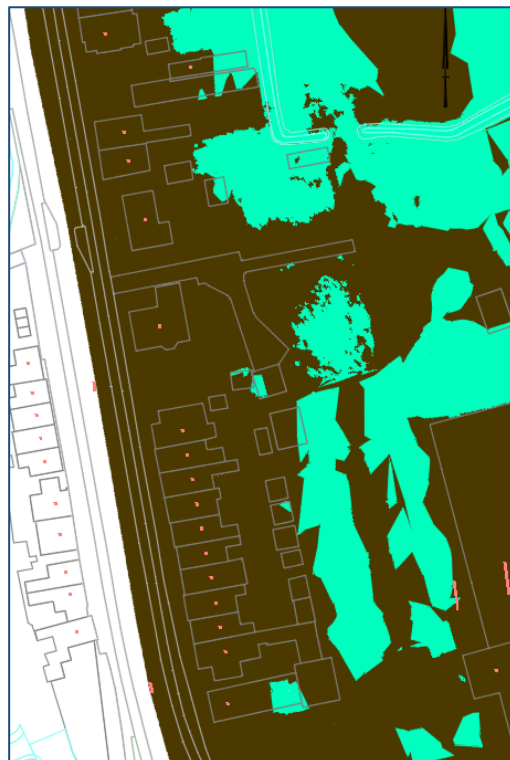
Onderverdeling waterbergend vermogen bij genoemde waterhoogte:

waterhoogte: **-0.510 mNAP**

Fortuyn van Voorschoten	2578	m ³
Het Arsenaal/Segaar	2819	m ³
overig	2362	m ³
Totaal	7759	m³



Figuur 9 overzicht bestaande situatie 90 mm neerslag.



Figuur 10 uitsnede overzicht bestaande situatie 90 mm neerslag.

Notitie: In de visualisering van de berekening blijkt dat in de huidige situatie bij de woningen aan de Leidseweg (huisnr. 544 tot en met 572), de bergingen en tuinen erg laag zijn gelegen, beneden NAP -0.48 m. Hier ondervinden de bewoners overlast in de bestaande situatie en in de nieuwe situatie.

Eenzelfde beeld geeft de verbeelding welke in [de KlimaatAtlas – thema 'wateroverlast'](#) is te vinden.

6 Nieuwe situatie, 3^e beschouwing

Naar aanleiding van het gesprek, van d.d. 28 september 2021, tussen het hoogheemraadschap, de gemeente en projectontwikkelaars (of afgevaardigde van) van beide planontwikkelingen is tot de volgende eis geformuleerd:

"De compensatie zodanig maken dat de toetshoogte van -0.34 mNAP wordt behaald".

Naar aanleiding van het gesprek, van d.d. 3 juni 2022, tussen het hoogheemraadschap, de gemeente en projectontwikkelaars (of afgevaardigde van) van beide planontwikkelingen is tot het volgende uitgangspunt geformuleerd als toevoeging op de eis van het waterschap:

"De compensatie zodanig maken dat de planontwikkelingen individueel het water, wat binnen de plangrenzen valt, afwikkelt".

** De ophoging op een naastgelegen perceel, adres Leidseweg 542 (fam. Keimpema), is een ophoging meegenomen in de berekening.*

***Door voortschrijdend inzicht en genoemde voorstellen zijn deze deels opgenomen in de laatste versie van het uitvoeringsontwerp voor 'Het Fortuyn'.*

****De plangrens voor het project 'Het Arsenaal/Segaar' dient nog te worden vastgesteld.*

6.1 Berekening bergingscapaciteit tot toetshoogte

Ter vergelijking wordt eerst het huidige ontwerp vergeleken met de toetshoogte (-0,34 mNAP). De bergingscapaciteit in de nieuwe situatie bedraagt circa 7.404 m³ tot aan de toetshoogte. Dit houdt in dat er een tekort is van circa 453 m³ (= 7.760 m³ – 7.307 m³). Dit betekent dat het peil boven -0.34 mNAP komt te liggen.

Onderverdeling waterbergend vermogen bij genoemde waterhoogte:

waterhoogte: **-0.340 mNAP**

Fortuyn van Voorschoten	1349 m ³
Het Arsenaal/Segaar	3373 m ³
overig	2563 m ³
Totaal	7285 m³

6.2 Berekening hoogte waterpeil met bui 90 mm nieuwe situatie

Door middel van het volgen van een iteratief proces wordt bepaald tot welke hoogte het waterpeil zal stijgen om de berekende hoeveelheid met een bui van 90 mm (circa 7.760 m³) te kunnen bergen.

De hoogte die wordt bereikt is: **-0.305 mNAP** (bij een bergend volume van ca. 7.767 m³). Deze ligt boven de toetshoogte van -0.34 mNAP.

Deze berekening dient als referentiemiddel om te beoordelen in hoeverre de geplande ontwikkeling een verslechtering is ten opzichte van de bestaande situatie. De hoogte die wordt behaald voldoet niet aan het gestelde toetshoogte. Visueel inzichtelijk is in een impressie de nieuwe situatie tot welke hoogte het water stijgt in de polder bij deze bui, zie Figuur 11.



Figuur 11 impressie stijghoogte in nieuwe situatie (herzien)

Onderverdeling waterbergend vermogen bij genoemde waterhoogte:

waterhoogte: **-0.305 mNAP**

Fortuyn van Voorschoten	1424 m3
Het Arsenaal/Segaar	3588 m3
overig	2755 m3
Totaal	7767 m3

6.3 Conclusie 3^e beschouwing

De hoeveelheid berging is niet voldoende om tot het toetspeil van -0.34 mNAP te komen. Gezocht moet worden naar oplossingen voor extra waterbergingscapaciteit binnen het poldergebied. Allereerst wordt daarvoor het eventuele optimalisaties voor het hoogtepian bekeken.

6.4 Optimalisatie(s) 3^e beschouwing

6.4.1 Aanwezige pompcapaciteit in de polder

In het (ontwerp-)projectplan voor 'Nieuwbouw poldergemaal Bosch- en Gasthuispolder' is voor de capaciteit van het gemaal vermeld: "De capaciteit van het nieuwe poldergemaal is gebaseerd op een genormaliseerde afvoer van verhard oppervlak in stedelijk gebied. Deze norm bedraagt een afvoer van 1,5 m³/min/10 ha. De polder Bosch- en Gasthuispolder (totaal 28ha) heeft daardoor bij nieuwbouw een capaciteit van 4,2 m³/min nodig. De huidige capaciteit is 4,5 m³/min en dus voldoende. Bij de nieuwbouw wordt ook een pomp van 4,5 m³/min geplaatst."

De gehanteerde duur voor een bui van 90 mm is één uur. Dit resulteert erin dat er een pompcapaciteit van: 4,5 m³/min * 60 = **270 m³/uur** aanwezig in de tijd dat de bui valt. Er is een totaal van **7.490 m³** aan waterbergingscapaciteit benodigd.

De pompcapaciteit wordt meegenomen in de berekening en dit resulteert in een waterhoogte van -0,325 mNAP. Dit ligt boven het peil van de achtertuinen grenzend aan het huidige parkeerterrein van Intratuin.

Onderverdeling waterbergend vermogen bij genoemde waterhoogte:

waterhoogte: **-0.325 mNAP**

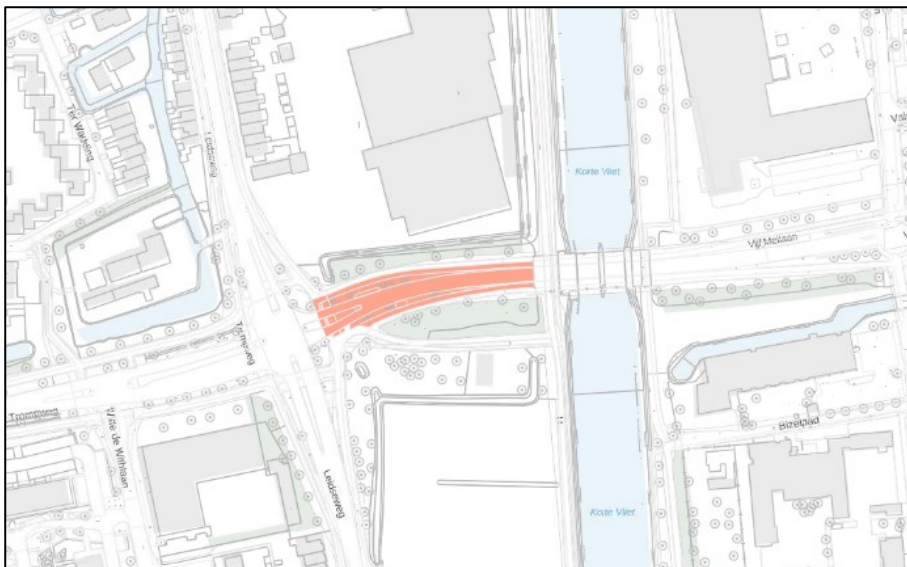
Fortuyn van Voorschoten	1381 m ³
Het Arsenaal/Segaar	3464 m ³
overig	2644 m ³
Totaal	7489 m³

6.4.2 Bestaand versnelde afvoer Trompweg

De Trompweg (busbaan) over de Korte Vliet beschikt over een versnelde afvoer voor de hemelwaterafvoer door middel van kolken voor de rijbaan en fietspad.



Figuur 12 Opnamelocatie Trompweg versnelde hemelwaterafvoer



De oppervlakte die hiermee buiten beschouwing kan worden gelaten is: 1.804 m². Dit resulteert erin dat er minder berging benodigd is in de polder, namelijk: **162 m³** (1.804*90 mm). Er is een totaal van **7.328 m³** aan waterbergingscapaciteit benodigd.

De pompcapaciteit wordt meegenomen in de berekening en dit resulteert in een waterhoogte van -0,335 mNAP. Dit ligt boven het peil van de achtertuinen grenzend aan het huidige parkeerterrein van Intratuin.

Onderverdeling waterbergend vermogen bij genoemde waterhoogte:

waterhoogte: **-0.335 mNAP**

Fortuyn van Voorschoten	1360 m ³
Het Arsenaal/Segaar	3403 m ³
overig	2726 m ³
Totaal	7489 m³

6.4.3 Aanpassingen in het hoogteplan (nauwkeuriger 3D model van Arsenaal en Fortuyn)

In afwijking op eerdergenoemde uitgangspunten wordt het hoogteplan en vormgeving herzien, en indien mogelijk aangepast, om hiermee extra waterbergend vermogen te realiseren:

- I. Aan de noordzijde van het plangebied 'Het Fortuyn' is de watergang reeds verbreed. De mogelijkheid wordt niet als een haalbare oplossing gezien om deze verder te verbreden.
- II. De mogelijkheid wordt niet als een haalbare oplossing gezien om het zuidelijk plandeel van 'Het Arsenaal' te verlagen, dit in verband het behoudt van bestaande bomen en technische uitwerking.

Na bovenstaande optimalisaties is nog een tekort aan bergingsvolume van: 271 m³ (= 7760 m³ – 7489 m³) om aan de toetshoogte van NAP -0.34 te kunnen voldoen.

6.4.4 Extra berging binnen het plangebied

Waterbergend funderingsmateriaal Lavasteen wordt toegepast onder de parkeerhoven in het mandelige gebied van 'Het Fortuyn'. Er is in het plan gerekend met de toepassing van Aquaflow, is 40% holle ruimte.

Mandelige gebieden (rijbaan incl. parkeervakken)	2263	m2
Parallelweg (incl. parkeervakken)	2429	m2

**De oppervlaktes zijn geactualiseerd op basis van het vastgestelde uitvoeringsontwerp van 'Het Fortuyn'.*

Totaal oppervlak mandelig gebied met de functie rijbaan en parkeren is: $2.263 \text{ m}^2 \cdot 0.35 \text{ m} = 792 \text{ m}^3 \rightarrow 792 \cdot 0.40 = \mathbf{316 \text{ m}^3}$ waterbergend middels voorgestelde verhardingsopbouw.

Totaal oppervlak van de parallelweg met de functie rijbaan en parkeren is: $2.429 \text{ m}^2 \cdot 0.30 \text{ m} = 728 \text{ m}^3 \rightarrow 728 \cdot 0.40 = \mathbf{291 \text{ m}^3}$ waterbergend middels voorgestelde verhardingsopbouw.

Het totaal aan waterbergend vermogen in het funderingsmateriaal is: **607 m³** ($316 \text{ m}^3 + 291 \text{ m}^3$). Er is een totaal van **6.721 m³** aan waterbergingscapaciteit benodigd.

De alternatieve waterberging wordt meegenomen in de berekening en dit resulteert in een waterhoogte van -0,380 mNAP. Dit ligt onder het peil van de achtertuinen grenzend aan het huidige parkeerterrein van Intratuin.

Onderverdeling waterbergend vermogen bij genoemde waterhoogte:

waterhoogte: **-0.380 mNAP**

Fortuyn van Voorschoten	1266	m ³
Het Arsenaal/Segaar	3137	m ³
overig	2363	m ³
Totaal	6766	m³

6.5 Berekening bergingscapaciteit en ruimte voor groen in Het Arsenaal/Segaar

Voor het zuidelijk plandeel van 'Het Arsenaal/Segaar' is de wens om deze 'zo groen mogelijk' vorm te geven. Met de ruimte tot aan het toetspeil kunnen waterbergende maatregelen worden aangepast.

In afwijking op eerdergenoemde uitgangspunten wordt het hoogteplan en vormgeving aangepast om hiermee minder waterbergend vermogen te realiseren:

- I. De 'appendix' aan de bestaande watergang is aangepast en kan grotendeels komen te vervallen, waarbij de bestaande maaiveldhoogte wordt gehanteerd.



Onderverdeling waterbergend vermogen bij genoemde waterhoogte:

waterhoogte: **-0.362 mNAP**

Fortuyn van Voorschoten	1303 m3
Het Arsenaal/Segaar*	2983 m3
overig	2450 m3
Totaal	6736 m3

*waterbergend vermogen van 2983 m3 is na aanpassing van waterpartij in park. Gezien de waterhoogte is er nog ruimte tot het toetspeil en zou dit betekenen dat er nog 256 m3 minder in Het Arsenaal geborgen kan worden. Dit resulteert er in dat $\rightarrow 2983 \text{ m3} - 256 \text{ m3} = 2727 \text{ m3}$ (dit is circa 100 m3 **minder dan benodigd** in de bestaande situatie). Waar en of deze aanpassing gemaakt kan worden dient nog te worden onderzocht.

6.6 Controleberekening hoogte waterpeil met bui 70 mm nieuwe situatie

Een bui van 70 mm op de gehele polder moet worden berekend. Het totale gebied binnen de polder is 86.230 m2 (zie Figuur 1). Indien hier een bui valt van 70 mm komt er dus 6.036 m3 ($= 86.230 \cdot 70 \text{ mm}$) water in de polder. Rekening houdend met de voorgaand omschreven stappen dient er nog 4.997 m3 ($= 6.036 \text{ m3} - 1.039 \text{ m3}$) te worden geborgen.

Door middel van het volgen van een iteratiefproces wordt bepaald tot welke hoogte het waterpeil zal stijgen om de berekende hoeveelheid te kunnen bergen.

De hoogte die wordt bereikt is: **-0.515 mNAP** (Bij een waterbergend vermogen van 5.004 m3). Deze waarde ligt onder de toetshoogte van -0,34 mNAP.

Deze berekening dient als referentiemiddel om te beoordelen in hoeverre de geplande ontwikkeling een verslechtering is ten opzichte van de bestaande situatie. De hoogte die wordt behaald voldoet wel aan het gestelde toetshoogte. Visueel inzichtelijk is in een impressie de nieuwe situatie tot welke hoogte het water stijgt in de polder bij deze bui.



Figuur 13 impressie stijghoogte in nieuwe situatie bij een bui 70 mm.

7 Conclusie en aanbevelingen

Het toetspeil komt overeen met het laagst gelegen deel van de Leidseweg ter hoogte van 'Het Arsenaal/Segaar'. Het toetspeil is vastgesteld op -0.34 mNAP.

Korte beschouwing van verwerkte maatregelen om onder het toetspeil te blijven:

- Watergangen zijn verruimt of vermeerderd in 'Het Fortuyn';
- Watergangen zijn verruimt in 'Het Arsenaal/Segaar';
- Laagtes in het hoogteplan zijn aangebracht doormiddel van wadi's in beide ontwikkelingen;
- De afstroming van water voor de Trompweg is projectspecifiek bekeken. Regenwater dat binnen het peilgebied op de Trompweg valt, word geacht versneld te worden afgewikkeld op de Korte Vliet;
- De pompcapaciteit van het gemaal ten noorden van 'Het Fortuyn van Voorschoten', is onderdeel van de berekening;
- Alternatieve waterberging als waterbergende fundering onder mandelige gebieden en parallelweg wordt toegepast in 'Het Fortuyn'.

Voor de neerslaginfiltratie

Buiten de scope van deze memo is in de planvoorbereiding ook aandacht geweest voor de infiltratie van neerslag in de bodem. De neerslaginfiltratie is op twee manieren van belang:

1. Als eis uit het Convenant Klimaatadaptief Bouwen om 450 mm op jaarbasis te infiltreren en
2. De waterinfiltratie tijdens de bui-duur.

De laatstgenoemde (punt 2) is geen onderdeel van de berekening, echter heeft het meenemen van dit effect een positieve werking op het volume te bergen water.

Resultaat

De planontwikkelingen Arsenaal en Fortuyn leiden niet of nauwelijks tot meer wateroverlast dan in de huidige situatie. Het waterpeil bij een bui van 90 mm (1/250 jaar) zal in de bestaande situatie stijgen tot -0.51 mNAP. In de nieuwe situatie waarbij beide ontwikkelingen zijn gerealiseerd komt de waterhoogte op circa -0.36 mNAP. Het verschil met het toetspeil (= -0.34 mNAP) is circa 2 cm onder het toetspeil.

Het waterpeil bij een korte hevige bui 70 mm (1/100 jaar) zal in de nieuwe situatie waarbij beide ontwikkelingen zijn gerealiseerd op -0.515 mNAP uitkomen. Het verschil met het toetspeil (= -0.34 mNAP) is circa 17.5 cm onder het toetspeil.