



Memo

Aan:

R. Gerritsen (Gemeente Almere)

Project: V0117

Betreeft: Watersysteemanalyse Almere Duin Zuid

Datum: 15 december 2020

Opgemaakt door: Bram de Vries

Inleiding

Het gebied Almere Duin wordt momenteel ontwikkeld. Almere Duin heeft in de toekomst drie afwateringsgebieden (noord, midden en zuid). Het watersysteem van Almere Duin sluit aan op het watersysteem van Almere Poort. Voor het zuidelijke afwateringsgebied, bestaande uit Zuiderduin, Kreekbos Zuid, Muiderduin, Vis-a-Vis en Zeeraket worden momenteel de eerste plannen opgesteld (Figuur 1).

Gemeente Almere heeft aan Nelen & Schuurmans gevraagd te toetsen of het watersysteem en de kunstwerken voldoen aan de eisen van het waterschap en gemeente. De resultaten worden in deze memo beschreven. Als eerste bespreken we de methode waarop de oppervlakken van de toekomstige situatie zijn bepaald, hoe het hydraulische model is opgebouwd en met welke buien het systeem is getoetst. Vervolgens presenteren we de resultaten. Als laatste bespreken we de conclusies.



Figuur 1: Gebiedsafbakening en toekomstig landgebruik van Almere Duin Zuid



Methode

Landgebruikskaart opstellen

We hebben een landgebruikskaart opgesteld van de toekomstige situatie van Almere Duin Zuid. Momenteel is alleen deelgebied Zuiderduin bebouwd. De overige gebieden worden nog bebouwd. Voor deelgebied Zuiderduin hebben we de BGT als basis genomen voor het huidige landgebruik. Voor de overige gebieden hebben we het toekomstige landgebruik bepaald op basis van ontwerptekeningen, die we van gemeente Almere hebben ontvangen. De toekomstige landgebruikskaart is afgestemd met gemeente Almere.

Percentage verhard / onverhard

In het neerslag-afvoermodel is het toekomstig landgebruik onderverdeeld in onverhard, verhard en wateroppervlak. We hebben daarom een vertaling gemaakt van het toekomstige landgebruik naar deze drie categorieën. Daarvoor zijn de percentages uit Tabel 1 aangehouden.

Tabel 1: Vertaling van landgebruik naar een percentage onverhard, verhard en wateroppervlak

Landgebruik	Percentage onverhard	Percentage verhard	Percentage water
Erf	25	75	0
Groen	100	0	0
Pand	0	100	0
Water	0	0	100
Weg	0	100	0
70 % verhard, 30 % onverhard	30	70	0
90 % verhard, 10 % onverhard	10	90	0

Neerslag-afvoermodel

Het watersysteem van Almere Duin Zuid bestaat uit enkele watergangen, waarop bepaalde delen van deelgebieden afstromen. Op basis van de toekomstige ligging van riolering, maaiveldhoogtes en greppelstructuren zijn afvoerende eenheden bepaald (Figuur 2 en Tabel 2). Door middel van de afvoerende eenheden zorgen we er in het model voor dat het oppervlak naar de juiste watergang afstroomt. Ten zuiden van Zuiderduin en ten noorden van Kreekbos Zuid liggen watergangen. Zuiderduin en het grootste gedeelte van Kreekbos Zuid watert af op deze watergangen. Deelgebieden Muiderduin, Zeeraket en Vis-a-Vis stromen in de toekomst af richting de watergangen langs de Poortdreef. Het evenementenparkeerterrein en het bos Poortdreef stromen af naar de naastgelegen watergang. Op de meanderende beek in deelgebied Kreekbos Zuid, stroomt het naastgelegen onverharde gebied van Kreekbos Zuid en Muiderduin af. Daarnaast stroomt het zuidelijke verharde gebied van Kreekbos-Zuid, via een wadi, op de beek af. Het watersysteem van Almere Duin Zuid is middels een duiker verbonden met het watersysteem van Almere Poort. Het streefpeil bedraagt -4,40 m NAP.



Figuur 2: Afwaterende eenheden en afstromrichting van de eenheid

Tabel 2: Hoeveelheid verhard en onverhard oppervlak per afwaterende eenheid (het wateroppervlak bedraagt in totaal 18.026 m²)

Afwaterende eenheid	Oppervlak verhard [m ²]	Oppervlak onverhard [m ²]	Oppervlak totaal [m ²]
Bos Poortdreef	25.988	18.309	44.297
Dijk	1.665	19.547	21.212
Evenementenparkeerterrein	10.179	46.785	56.964
Kreekbos Zuid Noord	23.488	38.605	62.092
Kreekbos Zuid Zuid	7.240	60.463	67.702
Muiderduin	19.642	11.405	31.047
Poortdreef Midden	4.073	3.312	7.385
Poortdreef West	2.221	8.869	11.090
Poortdreef Zuid	3.718	6.926	10.644
Vis a Vis	41.274	17.025	58.299
Zeeraket Noord	7.639	21.205	28.844
Zeeraket Zuid	12.042	19.099	31.142
Zuiderduin	37.157	49.925	87.082
Totaal	196.327	321.473	517.800



Nelen & Schuurmans heeft van gemeente Almere informatie ontvangen over het huidige watersysteem. Van meanderende beek, de watergangen naast het Evenementenparkeerterrein en het bos ten oosten van de Poortdreef zijn de profielen ingemeten. Van zeven huidige duikers zijn de eigenschappen bekend. Voor de toekomstige watergangen zijn de volgende aannames verwerkt:

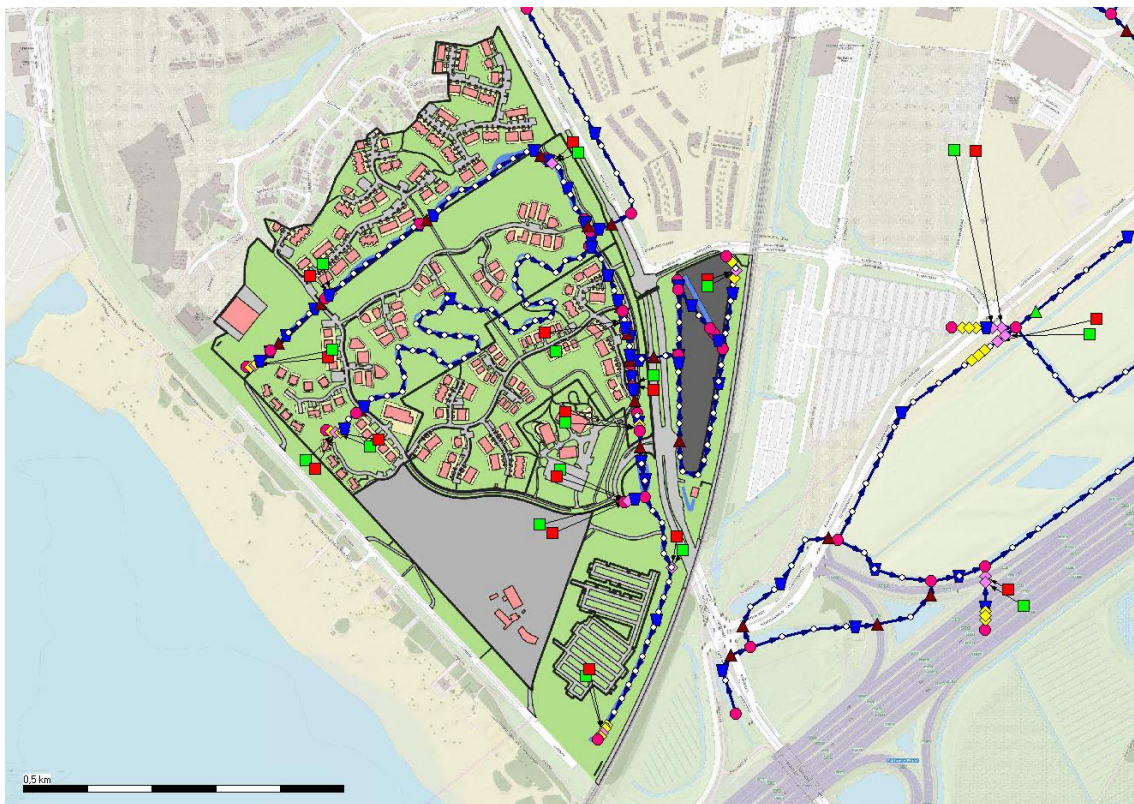
- › Streefpeil: -4,40 m NAP
- › Bodemhoogte: -5,40 m NAP (1,0 meter onder streefpeil)
- › Maaiveldhoogte: -2,55 m NAP, bij bos Poortdreef -3,0 m NAP
- › Breedte op streefpeil: wateroppervlak / lengte
- › Talud: 1:2
- › Bodembreedte: afhankelijk van breedte op streefpeil

Voor de duikers zijn de volgende aannames doorgevoerd:

- › Vorm: rond
- › Diameter: \varnothing 1000 mm bij kruising weg / fietspad en \varnothing 600 mm voor overige duikers
- › B.o.b.: 2/3 onder streefpeil en 1/3 boven streefpeil

Het watersysteem van Almere Duin Zuid wordt in het model belast met neerslag en kwel. Het onverharde en verharde oppervlak is in het model opgenomen als zogenaamde 'unpaved' en 'paved' knopen. Per afwaterende eenheid is een unpaved en paved knoop aanwezig (Tabel 2). De gekozen parameters zijn gelijk aan het model van Almere Poort (projectnummer U0098). De instroom van het onverharde en verharde gebied vindt in het model geheel bovenstrooms van een watergang plaats. Neerslag die op het oppervlaktewater valt, komt in het model direct in het oppervlaktewater terecht via een zogenaamde 'laterale knoop'. Kwel (0,95 mm/dag) en dijke kwel (500 m³/dag per kilometer dijk) is ook in het model opgenomen. De modelschematisatie is in Figuur 3 weergegeven.

Het model van Almere Duin Zuid is gekoppeld aan het model van Almere Poort, inclusief de Flevopolder (project U0098).



Figuur 3: Modelschematisatie van Almere Duin Zuid (inclusief koppeling aan het model van Almere Poort)



Toetsing

We hebben het watersysteem getoetst met een drietal buien (Figuur 4):

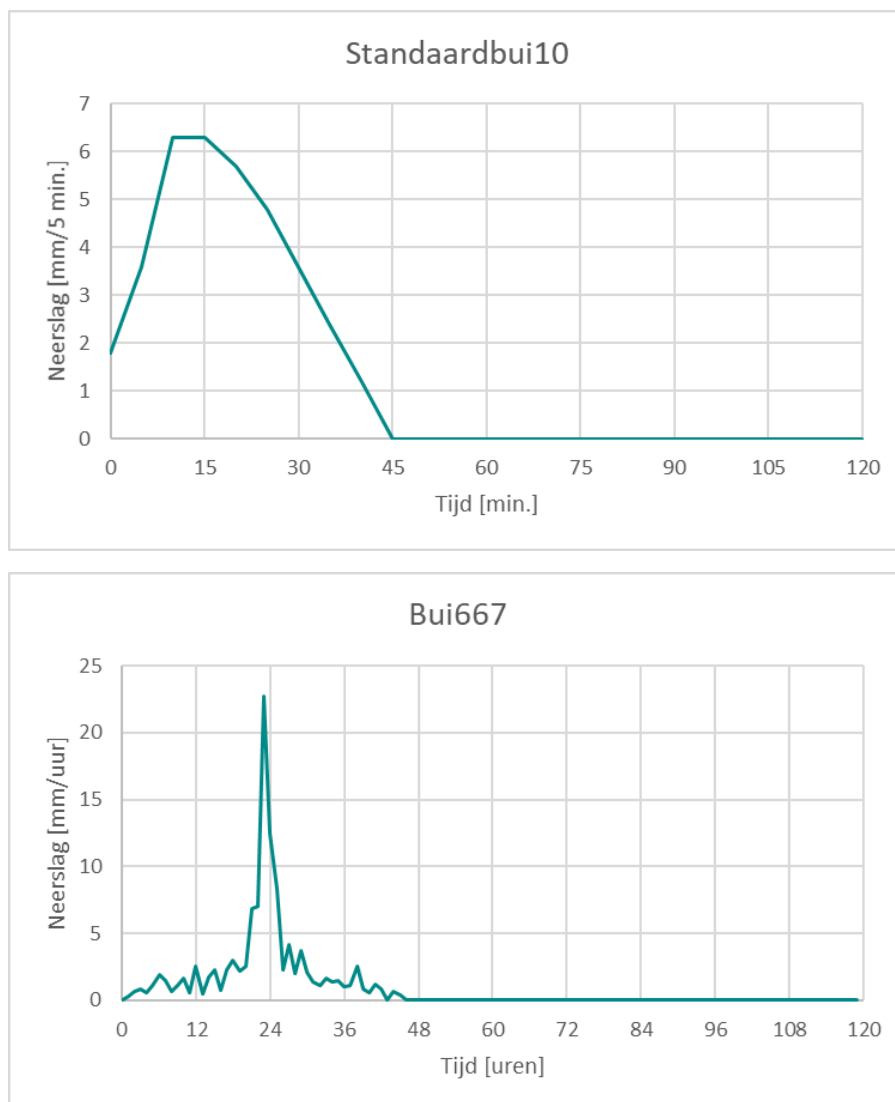
- › Stationaire bui: 13 mm/dag
- › Standaardbui10: Neerslaggebeurtenis van 35,7 mm in 45 minuten (Kennisbank Stedelijk Water)
- › Bui667: representatieve bui voor het stedelijke gebied van Almere (Waterschap Zuiderzeeland)

Bij de stationaire bui is de eis dat de opstuwing over duiker maximaal 2 cm mag zijn en dat de opstuwing in watergangen 2 cm/km mag bedragen.

Bij Standaardbui10 is het toetsingscriterium dat er maximaal 50 cm peilstijging mag optreden.

Bij Bui667 toetsen we op wateroverlast vanuit het oppervlaktewater. Inundatie van wegen en panden mag niet optreden. De toekomstige hoogtes van wegen en vloerpeilen zijn gebruikt. Bui667 is een zwaardere bui dan Bui647, welke in andere studies gebruikt is. Bui647 wordt gebruikt om aan te tonen dat ontwikkelingen niet zorgen voor een slechter functionerend watersysteem.

In alle modellen gaan we uit van een natte voorgeschiedenis. De grondwaterstand bevindt zich dan initieel op 1,10 meter onder maaiveld. In het model zijn geen greppels opgenomen. De gepresenteerde resultaten zijn worst-case.



Figuur 4: Buiverloop van de Standaardbui10 (boven) en Bui667 (onder)



Resultaten

Bui 13mm/dag

Het toetsingscriterium van de 13 mm/dag bui is dat de opstuwing in watergangen maximaal 2,0 cm/km mag bedragen en over duikers 2 cm.

Uit de berekening volgt dat het watersysteem voldoet aan de eis van een maximaal waterstandsverhang van 2,0 cm/km per watergang (Figuur 5). Voor de meanderende beek en de watergangen naast het evenementenparkeerterrein en het bos ten oosten van de Poortdreef wordt weliswaar een waterstandsverhang van meer dan 2,0 cm/km berekend, maar dit betreffen droge greppels. Doordat de waterdiepte in een greppel klein is, ondervindt het water veel weerstand van de bodem, waardoor er een groot waterstandsverhang ontstaat.

De duikers in Almere Duin Zuid voldoen aan de eis van maximaal 2 cm opstuwing per duiker (Figuur 5).

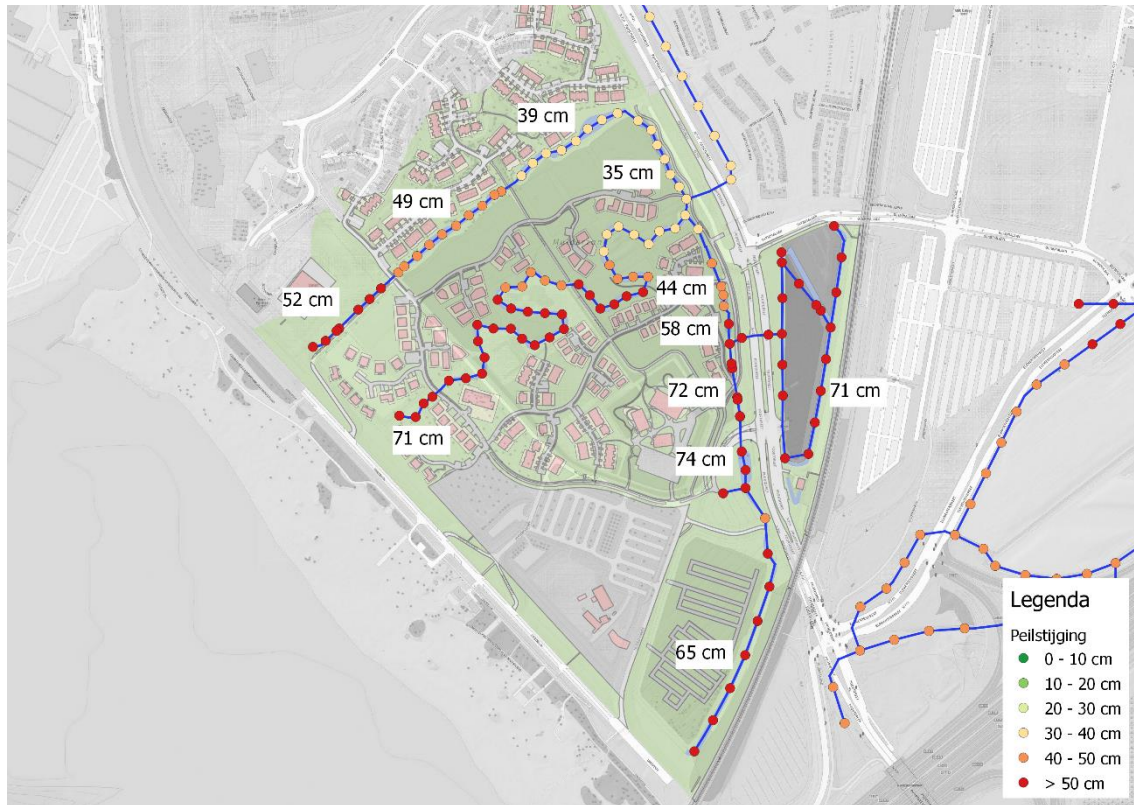


Figuur 5: Waterstandsverhang in watergangen en opstuwing over duikers bij een stationaire 13 mm/uur bui

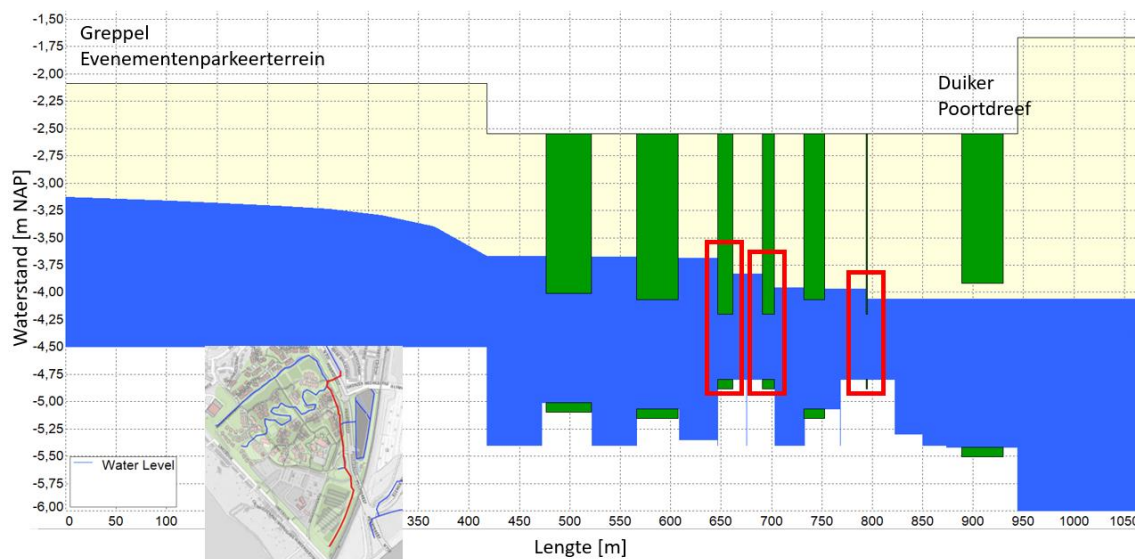
Standaardbui10

Bij de Standaardbui10 is de eis dat de waterstand met maximaal 50 cm mag stijgen. We hebben de peilstijging voor de watervoerende watergangen bepaald ten opzichte van het streefpeil (-4,40 m NAP) en voor de droge greppels ten opzichte van de bodemhoogte.

Uit de resultaten blijkt dat het watersysteem grotendeels niet voldoet aan de eis van maximaal 50 cm peilstijging (Figuur 6). Dat heeft meerdere oorzaken. Ten eerste ligt Almere Duin Zuid het verst weg van de stuw in Almere Poort. Alle opstuwing die in Almere Poort optreedt, werkt door in het watersysteem van Almere Duin Zuid. Zo is de peilstijging in Almere Duin Zuid al minimaal 35 cm als gevolg van de opstuwing in Almere Poort. Ten tweede treedt er opstuwing op over de duikers met een diameter van 600 mm (Figuur 7). Deze duikers liggen onder voetpaden.

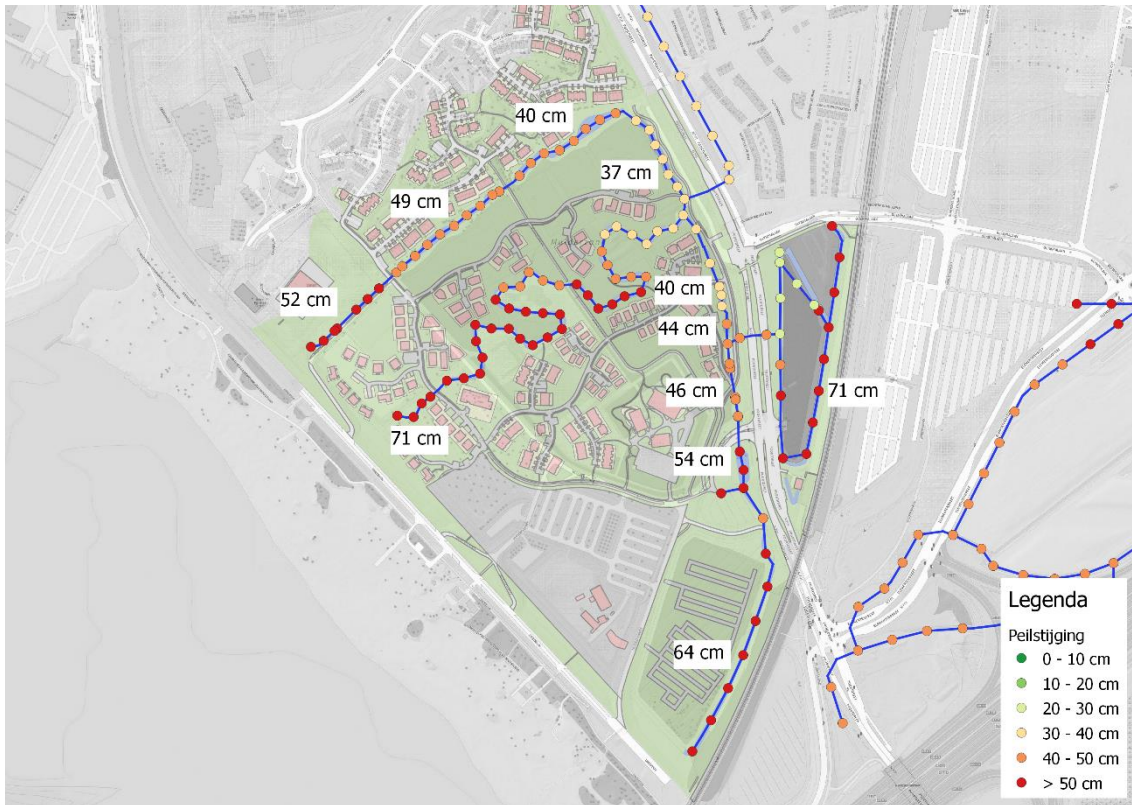


Figuur 6: Maximale peilstijging bij een Standaardbui10



Figuur 7: Langsdoorsnede van het evenementenparkeerterrein naar Almere Poort met de maximale waterstand bij een Standaardbui10. Over de duikers met een diameter van 600 mm vindt opstuwings plaats.

Om de peilstijging te verminderen, raden we aan een aantal duikers langs de Poortdreef aan te leggen met een diameter van 1250 mm. In de bijlage zijn de duikerdiameters op kaart weergegeven. Met deze aanpassingen voldoet het watersysteem grotendeels aan de maximale peilstijging van 50 cm. Uitzondering vormt de bovenstroomse watergang in Zuiderduin en de bovenstroomse watergang waar Vis-a-Vis op afwatert. Deze watergangen hebben respectievelijk 52 en 54 cm peilstijging en voldoen net niet aan de peilstijgingseis. Aangezien op deze locaties al bestaande duikers liggen, is het niet wenselijk om deze te vergroten. Daarnaast voldoen de meanderende beek en de greppels naast het Evenementenparkeerterrein en het bos ten oosten van de Poortdreef niet aan de opstuwingsseis (Figuur 8).



Figuur 8: Maximale peilstijging bij een Standaardbui10, waarbij een aantal duikers zijn vergroot

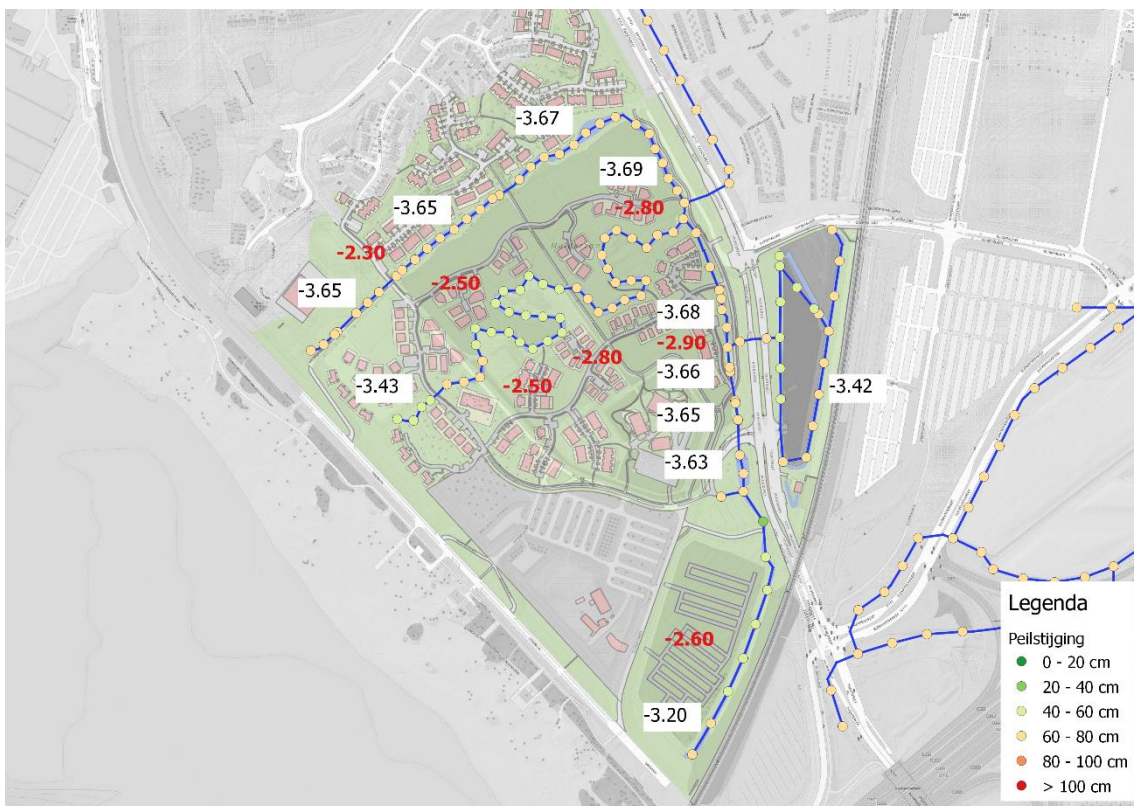
Bui667

Bij Bui667 is het toetsingscriterium dat er geen inundatie mag plaatsvinden van wegen en panden. Uit de resultaten blijkt dat de waterstand in het watersysteem van Almere Duin Zuid stijgt tot maximaal -3,28 m NAP, waarbij de duikers niet vergroot zijn (peilstijging: 112 cm). Bovenstrooms in de meanderende beek stijgt de waterstand tot maximaal -3,43 m NAP. Bij het bos ten oosten van de Poortdreef stijgt de waterstand tot maximaal -3,29 m NAP. Hier is kans dat water in het bos komt te staan. In de greppel naast het Evenementenparkeerterrein stijgt de waterstand tot -3,20 m NAP. Er treedt geen inundatie op wegen en in panden op (Figuur 9).

Indien een aantal duikers langs de Poortdreef wordt vergroot naar 1250 mm, dan neemt de maximale peilstijging in de watergangen langs de Poortdreef af met maximaal 35 cm (Figuur 10). De waterstand stijgt dan tot maximaal -3,63 m NAP (peilstijging: 77 cm). In de watergangen naast Zuiderduin neemt de peilstijging met 2 cm toe, als gevolg van de duikervergroting. In de meanderende beek stijgt de waterstand bovenstrooms tot maximaal -3,43 m NAP en blijft daarmee gelijk aan de huidige situatie. Bij het bos ten oosten van de Poortdreef stijgt de waterstand tot maximaal -3,42 m NAP. De kans op inundatie van het bos neemt daardoor af. In de greppel naast het Evenementenparkeerterrein stijgt de waterstand tot -3,20 m NAP en blijft daarmee gelijk aan de situatie zonder maatregelen.



Figuur 9: Maximale peilstijging bij Bui667 (zonder vergrootte duikers). Getallen in een wit vak geven de maximaal berekende waterstand weer. Rode getallen geven de toekomstige wegashoogte weer.



Figuur 10: Maximale peilstijging bij Bui667 (met vergrootte duikers). Getallen in een wit vak geven de maximaal berekende waterstand weer. Rode getallen geven de toekomstige wegashoogte weer.



Conclusies en aanbevelingen

Voor Almere Duin Zuid is een toetsing uitgevoerd van het toekomstige watersysteem. Er is een model opgesteld van het toekomstige watersysteem. Met drie buien is getoetst of het watersysteem voldoet aan de eisen van het waterschap en gemeente.

Bij een stationaire bui van 13 mm/dag is de eis dat het waterstandsverhang in watergangen maximaal 2,0 cm/km bedraagt en dat de opstuwing over duikers maximaal 2,0 cm is. Uit de doorrekening blijkt dat het watersysteem voldoet aan de eis van het waterstandsverhang en de opstuwing over duikers. Wel zijn er droge watergangen en greppels (meanderende beek en de watergangen naast het evenementenparkeerterrein en het bos ten oosten van de Poortdreef) waar het waterstandsverhang groter is.

Bij een Standaardbui10 is de eis dat er maximaal 50 cm peilstijging mag optreden. Uit de berekening blijkt dat het watersysteem niet voldoet aan de opstuwingseis. Dat komt enerzijds doordat het watersysteem van Almere Duin Zuid het verst van de stuw in Almere Poort ligt. In Almere Poort is de opstuwing al 35 cm ter hoogte van de Poortdreef. Anderzijds vindt er opstuwing plaats over de duikers met een diameter van 600 mm. Om de opstuwing te verminderen, raden we aan een aantal duikers naast de Poortdreef te vergroten naar 1250 mm. Indien de duikers worden vergroot, neemt de maximale peilstijging met maximaal 20 cm af. Het systeem voldoet dan net niet aan de peilstijgingseis, aangezien er in twee watergangen tot 54 cm peilstijging optreedt. Benedenstrooms van deze watergangen liggen bestaande duikers en het is onwenselijk deze te vervangen voor grotere duikers.

Bij Bui667 is de eis dat er geen inundatie mag plaatsvinden. Uit de resultaten blijkt dat er in het watersysteem van Almere Duin Zuid geen inundatie plaatsvindt, wanneer de duikers niet vergroot worden. De peilstijging in het watersysteem bedraagt 112 cm. Wanneer de duikers langs de Poortdreef wel vergroot worden, neemt de peilstijging met 35 cm af. De maximale peilstijging bedraagt dan 77 cm.

Ten aanzien van de resultaten raden we aan de duikers naast de Poortdreef aan te leggen met een diameter van 1250 mm.



Bijlage I: Duikerdimensies

