

NOTITIE

Onderwerp	Bodem en watersysteem (versie 2)
Project	Waterhuishoudingsplan De Wellen
Opdrachtgever	BPD
Projectcode	133829
Status	Definitief
Datum	28 maart 2024
Referentie	133829/24-004.509
Auteur(s)	Ir. D.A.J. Vlierboom

Gecontroleerd door	Ir. J.D. Klein
Goedgekeurd door	Ir. J.D. Klein
Paraaf	



Bijlage(n)	-
------------	---

Aan	BPD	M. Tours
	LoosvanVliet	F. Loos
Kopie	-	-

1 INTRODUCTIE

De projectlocatie De Wellen is een voormalig GGNet psychiatrische instelling in het noordoosten van Apeldoorn waar BPD Ontwikkeling woningen gaat ontwikkelen (BPD & Loos van Vliet, 2022). Het gebied, zichtbaar in afbeelding 1.1, is circa 21 ha groot en bevat veel landschappelijke en cultuurhistorische waarden (landgoed Hohenheim, Sint Josephstichting).

Afbeelding 1.1 Projectlocatie De Wellen in Apeldoorn (BPD & Loos van Vliet, 2022)



De gemeente Apeldoorn profileert zichzelf als 'Buitenstad Apeldoorn' en ziet de Wellen als een geschikte locatie om dit uit te dragen. Dat betekent dat de stad en met name de buitenranden verbonden worden met het omringende landschap. Het gebied ligt tussen de Veluwe en de IJsselvallei wat een bijzondere en diverse omgeving heeft voortgebracht. In de ontwikkeling wordt dit ook expliciet benadrukt.

Deze ontwikkeling vereist een waterparagraaf voor de ruimtelijke onderbouwing. Ten behoeve van deze paragraaf is een analyse van het bestaande systeem uitgevoerd en een plan voor de toekomstige waterhuishoudingsplan opgesteld. Dit plan is opgesteld in samenspraak met de ontwikkelaar, het waterschap en de gemeente.

Afbeelding 1.2 Ontwikkelvisie De Wellen (BPD & Loos van Vliet, 2022)



In afbeelding 1.2 is de ontwikkelvisie van BPD weergegeven. Landschappelijk blijven veel elementen behouden, maar met het ontwikkelen van circa 270 woningen zal het gebied een andere functie krijgen. Het grootste gedeelte van deze woningen zal gerealiseerd worden op nu nog onbebouwde velden. Ook zal deel van de huidige bebouwing vervangen worden door nieuwe woningen en gebouwen met bepaalde cultuurhistorische waarde zullen herbestemd worden (afbeelding 1.2).

Voor De Wellen zijn er een aantal ambities op het gebied van duurzaamheid: onder andere klimaatadaptatie, energietransitie, circulariteit en gezondheid. Voor het waterhuishoudingsplan zijn met name drie ambities relevant:

- 1 regenwater moet lokaal, op zowel woning als gebiedsniveau geborgen worden;
- 2 er worden sedumdaken toegepast, voor koeling en opvang/vertraging van regenwater;
- 3 bestaande groenstructuren (veel bomen) worden behouden en uitgebreid met inheemse soorten.

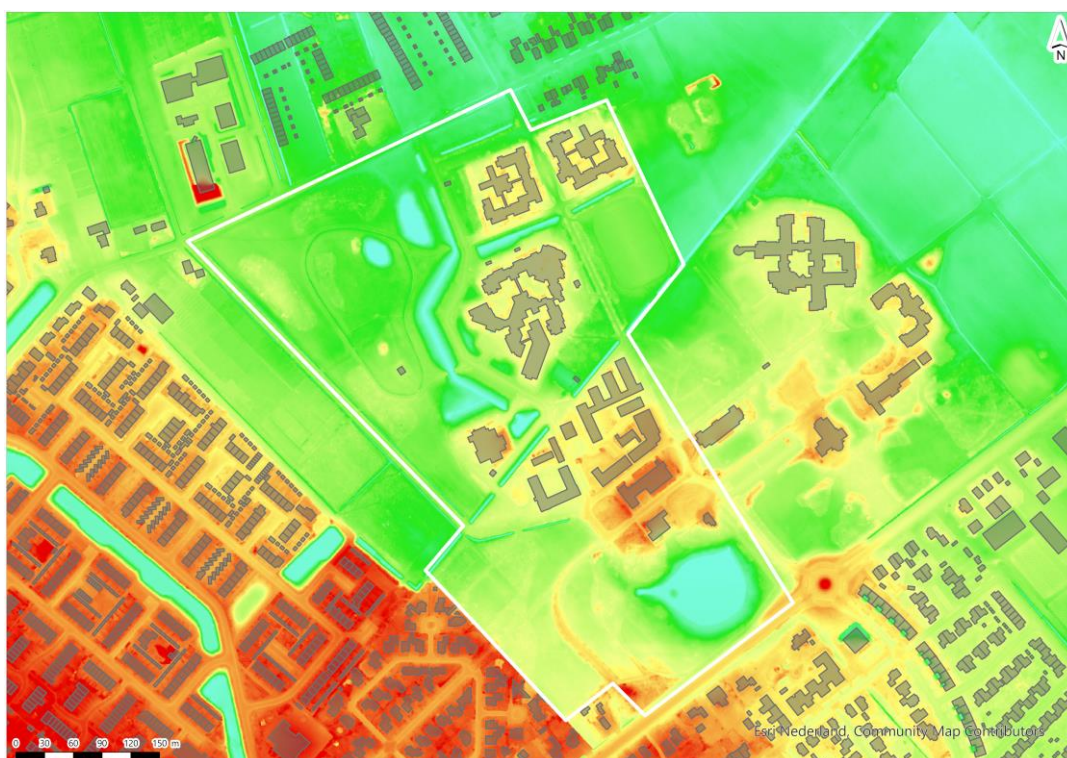
2 ANALYSE PROJECTGEBIED

Voordat er een waterhuishoudingsplan kan worden opgesteld, is eerst de huidige situatie van het projectgebied in kaart gebracht. Er wordt ingegaan op een aantal eigenschappen van het terrein, zoals de hoogteligging, geomorfologie, grondwater en huidig watersysteem. Die maken de relatie van het projectgebied met de omgeving duidelijk. Zo kunnen kansen worden geïdentificeerd, die daarna weer opgenomen worden in het waterhuishoudingsplan.

2.1 Hoogtekaart

Het huidige gebied ligt duidelijk lager dan de zuidwestelijk gelegen wijk. De laagste gedeeltes liggen rond NAP +7 m (oppervlaktewater ongeveer NAP +6 m) en de gebouwen staan boven NAP +8 m.

Afbeelding 2.1 Hoogtekaart De Wellen met projectgebied en huidige bebouwing aangegeven



2.2 Bodemopbouw

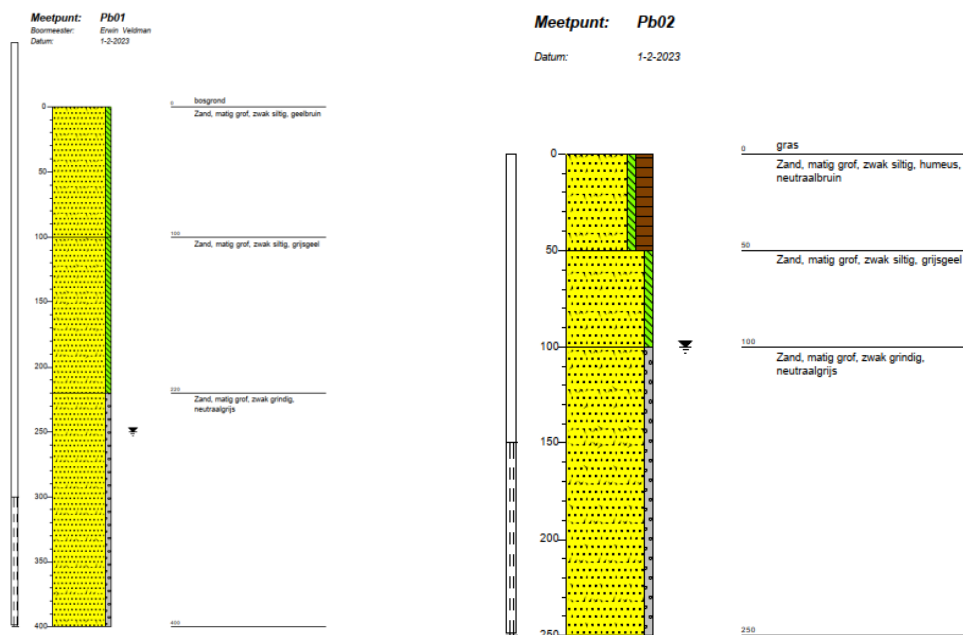
De Wellen is onderdeel van de oostelijke zijde van de Veluwe stuwwal en is geïdentificeerd als (lemige) puinwaaier (afbeelding 2.1). Waterschap Vallei en Veluwe heeft als uitgangspunt dat adaptatie vanuit het natuurlijke systeem bedacht moet worden (Waterschap Vallei en Veluwe, 2019). Dit betekent dat er niet alleen naar de lokale bodemomstandigheden gekeken moet worden, maar ook naar de locatie ten opzichte van de omgeving. De projectlocatie ligt aan de onderkant van de stuwwal en dus in de buurt van gebieden waar kwel optreedt. In de omgeving heeft het oppervlaktewater op sommige plekken een roestbruine kleur door ijzerhoudend grondwater dat naar boven kwelt. Dit is bij bezoek vooralsnog niet waargenomen.

Afbeelding 2.2 Geomorfologische kaart oostelijke Veluwe en Apeldoorn (Waterschap Vallei en Veluwe, 2019)

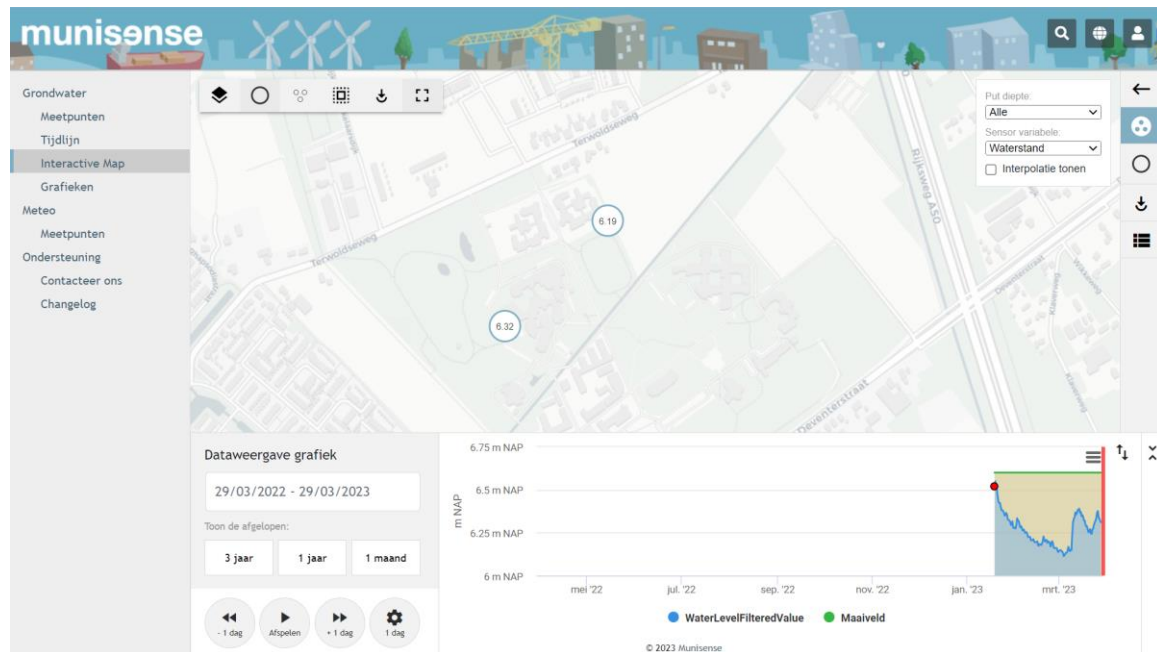


Op de locatie zelf zijn 2 peilbuizen geplaatst onderstaand zijn de boorprofielen weergegeven. Uit de boringen blijkt dat de bovenste meters vooral uit matig grof zand bestaan.

Afbeelding 2.3 Boorprofielen



Abbeelding 2.4 Boorlocaties



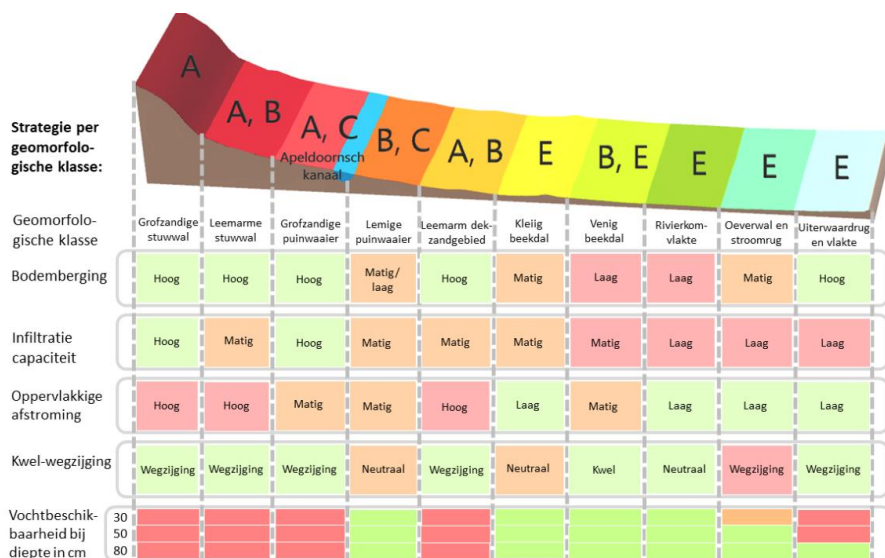
Adaptatiestrategie

Het Waterschap heeft zelf maatregelen voorgesteld die logisch zijn vanuit het natuurlijk systeem. Daarin zijn 6 strategieën met letters gedefinieerd:

- A: infiltreren, voorkom snelle oppervlakkige afstroming via droogdalen;
- B: vasthouden en (vertraagd) infiltreren in ingesloten laagten en terreindepressies (droge wadi's);
- C: benut bodembergingspotentieel voor bovenlokale berging;
- D: gereguleerde vertraagde afvoer naar (dekzand) vlakte;
- E: oppervlakte waterberging en vertraagd afvoeren naar beekdal/rivier/meer;
- F: oppervlakte waterberging in maaiveldsloten (vertraging veenoxidatie) en vertraagd afvoeren.

Het projectgebied is onderdeel van een lemige puinwaaier. Abbeelding 2.5 laat zien wat dit voor de oostelijke Veluwe betekent. Advies is om daar te richten op het vertragen van water door water vast te houden en te infiltreren (B), en te kijken naar bodemberging (C). Het is handig om deze strategie aan te houden in toekomstige plannen.

Afbeelding 2.5 Adaptatiestrategie Vallei en Veluwe per geomorfologische klasse (Waterschap Vallei en Veluwe, 2019)



2.3 Grondwater

Voor dit projectgebied zijn er plannen om verdiept parkeerplaatsen aan te leggen. Zorg is dat hierbij grondwateroverlast kan optreden. In eerdere onderzoeken, uitgevoerd door Tauw (Tauw, 2016) en Sweco (Sweco, 2020), is de grondwaterstand op meerdere plekken gemeten (afbeelding 2.6 en 2.7). Dit betreft eenmalige metingen waardoor geen goed inzicht bestaat in de fluctuatie van de grondwaterstand. Daarnaast is er voor een periode van een aantal jaar data beschikbaar (zie afbeelding 2.8), waar de dynamiek van het grondwater zichtbaar is.

Uit eerdere onderzoeken en de reeks van Dinoloket blijkt dat er risico is op hoge grondwaterstanden en dat deze variabel zijn over het jaar heen. Dit zou problemen kunnen opleveren als parkeerplaatsen verdiept worden aangelegd ten opzichte van het huidige maaiveld of op de laagste plekken worden gerealiseerd.

Vooronderzoek

Het eerste bodemrapport is in 2016 opgesteld door Tauw. Er zijn eerst in het najaar 12 en vervolgens nog 2 metingen begin december gedaan waarbij de grondwaterstand genoteerd is. Het grondwater varieert in tabel 2.1 tussen 1,61 en 2,65 m-mv met een gemiddelde van 1,88 m-mv. De latere twee metingen laten een grondwaterstand zien van respectievelijk 1,33 m-mv en 1,53 m-mv.

Afbeelding 2.6 Rapport Tauw 11/10/2016 (metingen 30/09/2016) (Tauw, 2016)

Peilbuis	Bovenkant buis (m -mv)	Filterdiepte (m -mv)	Datum	GWS (m -mv)	pH (-)	EC (μ S/cm)	Troebelheid (ntu)
1*	0,05	2,50 3,50	30.09.2016	2,41	6,67	574	82
2*	0,05	2,20 3,20	30.09.2016	2,09	6,15	660	52
3*	0,05	2,30 3,30	30.09.2016	2,32	6,36	415	49
4*	0,05	2,50 3,50	30.09.2016	1,66	6,82	399	54
5*	0,05	2,50 3,50	30.09.2016	2,15	6,71	341	54
6*	0,05	2,50 3,50	30.09.2016	2,50	5,72	632	32
7*	0,05	1,70 2,70	30.09.2016	1,66	5,26	186	110
8*	0,05	2,00 3,00	30.09.2016	1,61	5,43	163	73
9*	0,05	2,50 3,50	30.09.2016	2,22	6,62	212	60
10*	0,05	2,10 3,10	30.09.2016	2,01	5,18	114	43
11*	0,05	2,20 3,20	30.09.2016	1,94	5,54	445	75
90*	0,05	3,00 4,00	30.09.2016	2,65	6,42	411	62

In 2020 is een vervolgonderzoek door Sweco uitgevoerd, ditmaal in het voorjaar (tabel 2.1). Hier waren de grondwaterstanden significant hoger tussen 0,02 en 1,05 m-mv en met een gemiddelde van 0,58 m-mv. Het verschil tussen de metingen is te verklaren uit de verschillende perioden waarin de metingen zijn uitgevoerd. Begin maart zijn ongeveer de hoogste grondwaterstanden te verwachten en in september de laagste.

Afbeelding 2.7 Rapport Sweco 15/09/2020 (metingen 02/03/2020) (Sweco, 2020)

Peilbuis	Filterstelling (m -mv)	Grondwaterstand (m -mv)	pH (-)	EC (μ S/cm)	Troebelheid (NTU)
B-P01	1,50 – 2,50	0,80	5,4	163,2	12,4
P01	1,00 – 2,00	0,43	5,5	67	13
P02	1,00 – 2,00	0,34	5,9	113	62
P03	1,00 – 2,00	0,28	5,5	349	16,2
P04	1,00 – 2,00	0,16	5,5	70	86
P05	1,50 – 2,50	0,90	5,9	229	74
P06	2,20 – 3,20	1,03	6,3	518	5,2
P07	1,60 – 2,60	1,05	5,4	91	65
P08	1,40 – 2,40	0,73	5,2	100	127
P09	2,10 – 3,10	0,55	6,1	343	19
P10	0,50 – 1,50	0,02	5,9	138	21
P11	1,20 – 2,20	0,62	6,9	618	46

De exacte NAP hoogte ter plaatse van de boorpunten is niet bekend. Daarom kunnen de grondwaterstanden niet worden omgerekend naar hoogten ten opzichte van NAP. Wel kan een schatting worden gegeven van de grondwaterstandsfluctuaties: tussen NAP +5,5 m en NAP +7,0 m.

Dinoloket

Op dinoloket is in de buurt een peilbuis gevonden met metingen tot 2002. Dit zijn dus oudere metingen. Inmiddels is de inrichting van de omgeving veranderd door de aanleg van de woonwijken Zuidbroek en Osseveld. Hier is wel te zien wat de variatie van het grondwater is. Omgerekend naar het maaiveld is de hoogst gemeten grondwaterstand 0,36 m-mv en de laagst gemeten stand 1,59 m-mv.

Afbeelding 2.8 Grondwaterdynamiek in peilbuis tot 2002 (TNO, 2022)

Grondwaterstanden

Identificatie: B33B0507

Identificatie buis: B33B0507-001

Coördinaten: 197040, 471340 (RD)

Maaiveld: 7.44 m t.o.v. NAP



Recent onderzoek ter plaatse

In het kader van de herontwikkeling zijn 2 peilbuizen op het terrein geplaatst. Afbeelding 2.3 en 2.4 geven de boorprofielen en locaties. De maaiveldhoogten bij de peilbuizen zijn respectievelijk NAP +6,6 m en NAP +8.0 m. Uit metingen van deze geplaatste peilbuizen (afbeelding 2.8) blijkt dat de grondwaterstanden relatief hoog zijn met name in de westelijke peilbuis, waar de hoogst gemeten grondwaterstand (NAP +6,75 m) rond het maaiveldniveau ligt. Vanaf mei 2023 is in beide peilbuizen een duidelijke daling van de grondwaterstand te zien als gevolg van de drogere zomerperiode met meer verdamping. Vanaf oktober 2023 is een stijging te zien, tot aan het einde van de meetperiode in januari 2024. Hierbij wordt opgemerkt dat de winter 2023/2024 zeer nat was en dat de metingen in deze periode niet representatief zijn voor een gemiddelde winter.

Afbeelding 2.9 Grondwaterstanden voor de twee geplaatste peilbuizen (vanaf januari 2023)



2.4 Watersysteem

De projectlocatie ligt aan de noordoostkant van Apeldoorn, oostelijk van de Veluwe. Er loopt een wetering vanuit de stad die de locatie doorkruist (A-water). Hier zijn over de lengte 6 duikers met hoogte 1 m en breedte 1,25 m te vinden. Bij een van deze duikers is aan de oostkant een drempel aanwezig die zorgt voor een geringe opstuwing van het water. Volgens de legger van het waterschap ligt er een stuw in de watergang. Deze is echter deze niet (meer) aanwezig. Verder benedenstrooms ligt nog een stuw die een peil van NAP +5,73 m heeft (Waterschap Vallei en Veluwe, 2022). Het oppervlaktewater ten noorden van de wetering, bestaande uit een aantal smalle sloten (C-watergang), is met deze verbonden door middel van een klein gemaal. Om beter inzicht te krijgen in het functioneren van het watersysteem zijn waterstanden en de hoogte van de waterbodem ingemeten. Deze eenmalige meting heeft plaatsgevonden op 8 september 2023, dus in de droge periode.

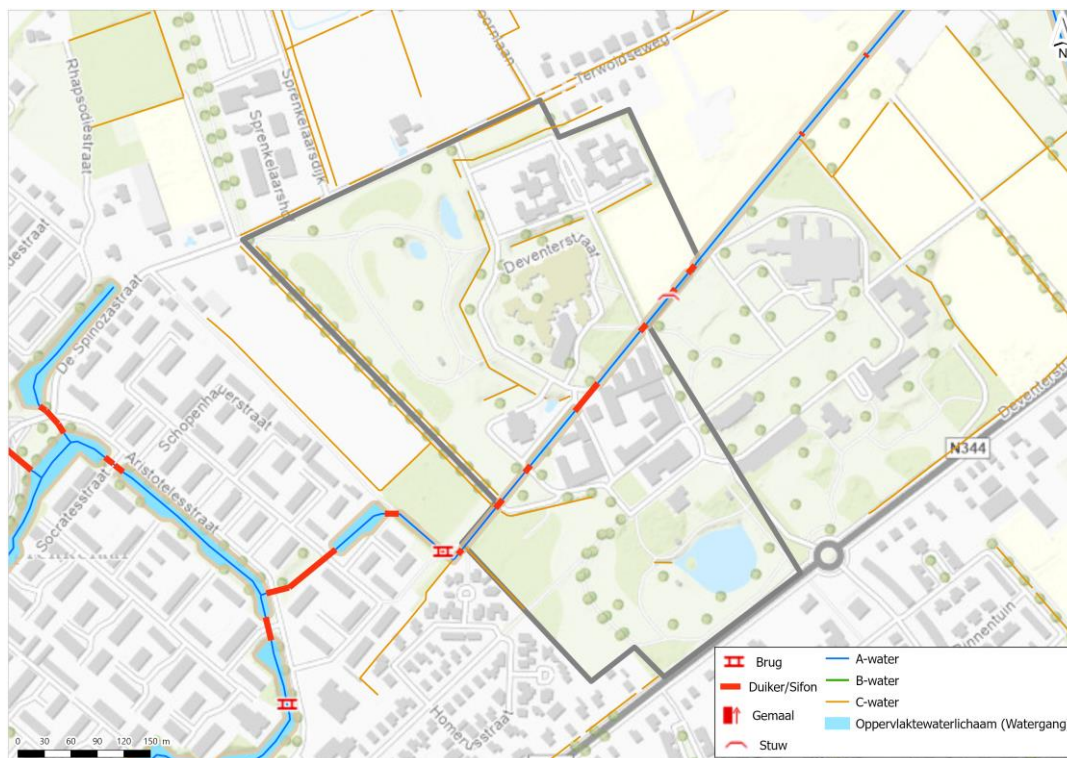
Uit de metingen blijkt dat de waterstand in de A-watergang van west naar oost afloopt van NAP +5,97 m naar NAP +5,72 m. De waterdiepte is circa 0,2 m. De waterstand in de vijvers aan de noordzijde was NAP +5,86 m en daarmee 2 cm lager dan de waterstand in de A-watergang ter hoogte van het gemaaltje.

De waterstand in de grote vijver aan de Deventerstraat was NAP +5,96 m. Een overzichtstekening met de inmetingen is opgenomen in bijlage I.

Uit informatie van de gemeente en het waterschap blijkt dat de waterstand bij hevige neerslag flink kan stijgen in de A-watergang. Dit komt vander andere door riooloverstorten in het watersysteem in de naastgelegen wijk Zevenhuizen.

Bij de vijver aan de Deventerstraat is relatief veel kroos aanwezig, wat duidt op voedselrijk water. Het is niet helemaal duidelijk hoe deze plas verbonden is met de rest van het watersysteem. Wel is bekend dat er een duiker onder de weg ligt (niet aangegeven door het waterschap) die deze vijver met het watersysteem verbindt.

Afbeelding 2.10 Watersysteem de Wellen (Waterschap Vallei en Veluwe, 2022)



Afbeelding 2.11 Oppervaktewatergemaal in het projectgebied



3 BELEID WATERSCHAP VALLEI EN VELUWE

Het beleid van Waterschap Vallei en Veluwe is vastgelegd in het document, *Beleidsregels Keur Waterschap Vallei en Veluwe 2013* (Waterschap Vallei en Veluwe, 2022). Voor deze ontwikkeling zijn met name drie onderdelen in dit beleidsdocument van belang:

- hoofdstuk 4: beleidsregels oppervlaktewaterlichamen, in het bijzonder artikelen 4.5.1, 4.5.3, 4.5.10, 4.5.12 en mogelijk 4.5.13;
- hoofdstuk 5: beleidsregel bergingsgebieden;
- hoofdstuk 7: beleidsregel grondwater, in het bijzonder artikelen 7.1.2, 7.2.2 en 7.2.5.

De Beleidsregels Keur bevat ook een kaart met geldende maximale afvoernormen (Waterschap Vallei en Veluwe, 2013). Uit deze kaart blijkt dat voor het projectgebied een norm geldt van 17 mm/dag (artikel 4.5.10). In het geval dat dit gebied als stedelijk wordt beschouwd ligt de norm hoger op 26 mm/dag. De compensatienorm voor het toevoegen van verhard oppervlak is 60 mm (artikel 4.5.12). Deze eis van 60 mm wordt gebruikt voor toetsing van nieuwe ontwikkelingen.

Langs de A-watergang moet een onderhoudsstrook van 5 m aanwezig blijven voor onderhoud door het waterschap. Profiel kan wel worden aangepast zolang onderhoud mogelijk blijft. De overige watergangen worden niet door het waterschap onderhouden maar door de eigenaar.

Verder heeft het waterschap nog twee beleidsprogramma's die van toepassing zijn op waterbeheer en gebiedsontwikkeling: de Blauwe Omgevingsvisie2050 (BOVI2020) (Veluwe, 2021) en daaruit voortkomend een waterbeheerprogramma voor 2022-2027, het Blauw Omgevingsprogramma (BOP) (Waterschap Vallei en Veluwe, 2021). Het BOP is 'het wettelijk instrument van het waterschap om de doelen voor de middellange termijn vast te leggen'.

In het BOP staan duidelijke doelen per gebied en per landschapsvorm. Een aantal van deze doelen opgesteld voor de IJselvallei zijn van toepassing voor het projectgebied:

- dynamische bronlandschappen op de flank (IJ2);
- robuust en natuurlijk oppervlaktewater van bron tot monding (IJ7);
- waterinclusieve bebouwde omgeving (IJ14, IJ15, IJ17 & IJ18).

4 RUIMTELIJKE INDELING DE WELLEN

BPD en LoosvanVliet hebben een visie opgesteld voor de Wellen. Dit plan heeft de uitvraag van GGnet voor de gebiedsontwikkeling als basis. Dit betekent onder andere dat oppervlaktewater aan het parklandschap wordt toegevoegd. Omdat het gebied ontwikkeld wordt, zal het landgebruik van het gebied veranderen. In het zuidelijke deelgebied nemen alle verharde oppervlakken (gebouwen, halfverhard en verhard) af, en is er geen verandering in de oppervlakte open water, maar ten noorden van de wetering zijn er wel een aantal significante aanpassingen. Tabel 4.1 geeft voor het projectgebied en deelgebied noord de oppervlaktes weer van landgebruik in de huidige situatie (uit de Basisregistratie Grootschalige Topografie) en de oppervlaktes zoals ze in het stedenbouwkundig plan zijn weergegeven.

Voor de huidige situatie geldt dat afstromend hemelwater van de verharding via hemelwaterstelsels naar verschillende delen van het watersysteem wordt afgevoerd (naar de huidige waterpartijen, de aanwezige greppels en de wetering).

Tabel 4.1 Indeling van oppervlaktes projectgebied, totaal en ten noorden van de wetering: huidig tegenover stedenbouwkundig plan

Verdeling type oppervlakken	Huidige oppervlakte, in m ²	Oppervlakte plangebied noord, in m ²	Stedenbouwkundig plan oppervlakte, in m ²	Stedenbouwkundig plan noord, in m ²
gebouwen	20.460	14.020	17.990	11.710
openbaar verhard	20.590	12.510	13.470	8.540
openbaar halfverhard	8.860	2.490	17.980	11.940
openbaar water	7.450	2.500	9.390	4.440

Afbeelding 4.1 geeft de oppervlakken uit het stedenbouwkundig plan weer. In dit plan neemt het verhard oppervlak af ten opzichte van de huidige situatie, dus gebouwen, verharding en halfverharding samen. Alleen in het noordelijke plangebied is er een toename van de hoeveelheid halfverharding en daardoor ook het totale verhard oppervlak.

Afbeelding 4.1 Oppervlakken uit de visie



Ontwerp uitgangspunten watersysteem

Met de oppervlakken in tabel 4.1 kan het toekomstige waterhuishoudingsplan op hoofdlijnen bepaald worden. Hierbij wordt rekening gehouden met een aantal uitgangspunten:

- ten eerste zal er een gescheiden afvoer voor hemel- en afvalwater zijn;
- hemelwater wordt vastgehouden om droge periodes te kunnen overbruggen;
- er wordt berging gerealiseerd ter compensatie van toegevoegde verharding (60 mm). Hierbij wordt uitgegaan van een maximale peilstijging van 0,4 m in de watergangen;
- om de bestaande bomen in stand te houden mag er geen structurele verhoging, maar ook geen verlaging van de huidige grondwaterstand plaatsvinden;
- voor wegen, tuinen en woningen wel voldoende drooglegging zijn. De ontwateringsdiepte is respectievelijk: 0,7 m, 0,5 m en 0,8 m-mv (voor woningen 1,0 m-vloerpeil met kruipruimte);
- de A-watergang, de wetering, blijft behouden en er is een onderhoudspad langs deze watergang nodig;
- (nieuwe) greppels worden verbonden met duikers;
- poel aan noordzijde ligt geïsoleerd;
- de situatie bij de vijver aan zuidzijde blijft ongewijzigd.

Met deze uitgangspunten komt er grond vrij bij de aanleg van watergangen zullen cunetten gegraven moeten worden voor de wegen (0,5 m ontgraving, en 0,3 tot 0,5 m ophoging ten opzichte van huidig maaiveld). Ook zal de bebouwing verhoogd moeten staan ten opzichte van het maaiveld om voldoende drooglegging te realiseren. Het streven is om lokaal ontgraven grond te gebruiken ter ophoging van de nieuwe bouwvelden.

5 TOEKOMSTIGE WATERSTRUCTUUR OP HOOFDLIJNEN

In onderstaande paragrafen is het toekomstig watersysteem voor De Wellen op hoofdlijnen uitgewerkt.

5.1 Grondwater

In de huidige situatie staat de bebouwing verhoogd ten opzichte van het maaiveld. Dit is ook in de toekomstige situatie nodig om voldoende ontwatering te realiseren. De mate waarin is bepaald aan de hand van de gemeten grondwaterstanden. De meetperiode van de grondwaterstanden is te kort om de gemiddeld hoogste grondwaterstand exact vast te stellen. Wel kan op basis van de uitgevoerde metingen een inschatting worden gemaakt. Hierbij wordt er rekening mee gehouden dat de meet periode relatief nat was. Voor het plangebied wordt de maatgevende grondwaterstand ingeschat op NAP +6,4 m voor het westelijke deel, aflopend naar NAP +6,2 m naar het oosten. Dit betekent dat de weghoogte minimaal tussen NAP +7,1 m en NAP +6,9 m moet liggen (respectievelijk oost en west). Om plasvorming te voorkomen wordt voor tuinen een gelijke hoogte aanbevolen.

Het vloerpeil van de woningen komt minimaal 0,2 m hoger dan de weg te liggen. Bij woningen met kruipruimten wordt aanbevolen het vloerpeil nog iets hoger aan te leggen om voldoende ontwateringsdiepte te realiseren (tussen NAP +7,2 m en NAP +7,4 m).

De grond die hiervoor nodig wordt bij voorkeur uit het gebied zelf gehaald, uit ontgraven open water (1,5 m ontgraving) en de cunetten voor wegen (0,5 m ontgraving). De toegangswegen zullen voor een groot gedeelte op al bestaande verharding gelegd worden. Naar schatting komt er daarom zo'n 4.000 m² vrij bij de aanleg van wegen en water (zie tabel 5.1). De grond die vrijkomt bij het uitgraven van de watergangen, taluds en wegen is samen genoeg om de nieuwe bouwvelden, die een gezamenlijke oppervlakte van circa 2 ha hebben, circa 0,2 m op te hogen. Hierbij is nog geen rekening gehouden met kruipruimtes. Bij een bebouwingspercentage van 50 tot 60 % geeft dat de mogelijkheid om de resterende delen van de bouwvelden extra op te hogen met in het totaal 0,4 m. Hiermee kan een aanzienlijk deel van de benodigde ophogingen worden gerealiseerd. Een verder uitgewerkt plan en een uitgewerkte grondbalans zijn nodig om meer gedetailleerde uitspraken te doen.

Tabel 5.1 Ontgraven oppervlaktes en volumes ten noorden van de wetering

Type oppervlak	Toegenomen oppervlak, in m ²	Volume, in m ³
open water	1.900	3.000
wegen	2.000	1.000

5.2 Watergangen en waterberging

De huidige waterstructuur wordt grotendeels in stand gehouden. In overleg met de gemeente en het waterschap en op basis van de inmetingen wordt voorgesteld het gemaal te verwijderen en een duiker aan te leggen die de waterpartijen aan de noordzijde verbindt met de wetering. De waterstanden in de vijvers stijgen hierdoor minimaal. De vijvers aan de noordzijde worden verruimt om water te bergen, maar het verbetert ook de beleving van het water. Alle greppels in het gebied worden met deze watergang verbonden door middel van duikers, afgezien van een geïsoleerde poel. In het zuidelijk plangebied zullen er geen veranderingen optreden aan het water ten opzichte van de huidige situatie.

Met een toename van verharding zal 60 mm moeten worden gecompenseerd. In dit geval is er geen toename van verharding over het totale gebied maar wel in het deelgebied ten noorden van de wetering. Hier worden de watergangen ook uitgebreid. De watercompensatie is berekend met een peilstijging van 0,4

m. Bij deze waarde wordt de compensatienorm ruimschoots gehaald (zie tabel 5.2). Deze berekening is gebaseerd op een conservatieve aanname, omdat halfverharding voor 100 % is meegerekend. Mogelijk komt hier nog extra berging bij door de aanleg van greppels langs de bouwvelden ter ontwatering.

Tabel 5.2 Toename verharding, compensatie en toegenomen berging ten noorden van de wetering

Toename per type oppervlak	Toegenomen oppervlak, in m ²	Volume berging, in m ³
bergingseis		
verharding totaal (inclusief gebouwen en halfverharding)	-470	-28 m
verharding noorden	3.160	189
gerealiseerde waterberging		
open water (inclusief wadi)	1.930	774

In de toekomstige situatie wordt het water onderhouden door de gemeente. Voor het onderhoud is de bereikbaarheid van het water van belang, zeker voor smalle watergangen die niet vanaf het water kunnen worden onderhouden. Dit is de reden om smallere watergangen niet als permanent water maar als wadi vormt te geven. In onderstaande schets is dit weergegeven: aan de noordzijde komt een vijver. Deze wordt via een lager gelegen strook met wadi's verbonden met de A-watergang. Om de wadi's te laten functioneren als infiltratievoorziening wordt de bodem hoger aangelegd dan het oppervlaktewaterpeil. Voorstel van de gemeente is om een bodemhoogte van NAP +6,5 m aan te houden.

Om het waterpeil in de vijver te reguleren wordt onder de wadi een drainagetransportriool aangelegd op een diepte van NAP +5,8 m. Er is een globale inschatting gemaakt van de benodigde diameter van dit drainagetransportriool. Uitgangspunten hierbij:

- afwaterend oppervlak circa 10 ha;
- afvoer: 1,5 l/s/ha;
- stroomsnelheid in deze lange leiding: 0,5 m/s.

Op basis van deze uitgangspunten wordt een minimale diameter van 200 mm geadviseerd. Omdat het een lange leiding betreft, wordt aanbevolen om doorspuitputten op te nemen (later uit te werken. Gemeente Apeldoorn heeft hiervoor standaard oplossingen).

Afbeelding 5.1 Inrichtingsschets water



wadi
met grote vijver op de kop

Vanwege de beperkte diameter van de leiding zijn geen aanvullende voorzieningen nodig om bij hoge waterstanden in de wetering toestroming naar de vijver tegen te gaan.

5.3 Hemelwater

Het waterschap stelt dat hemelwater bij voorkeur in de bodem wordt geïnfiltreerd en als dat niet mogelijk is, kan er op het oppervlaktewater worden geloosd (artikel 4.5.12). Volgens de visie voor het projectgebied is het doel om hemelwater op woning en gebiedsniveau te bergen. Een deel zou op/door de bedachte sedumdaken (of ander type groendak) opgevangen kunnen worden, maar bij hevige buien zullen vooral de watergangen, met enkele verbredingen van oever en wadi's, het meeste water opvangen.

De afwatering vindt bij voorkeur zoveel mogelijk oppervlakkig plaats, door molgoten of greppels richting de watergangen. Waar de afstand groter is (meer dan 100 á 150 m), het volume te groot wordt of greppels niet inpasbaar zijn, wordt het hemelwater afgevoerd via IT-riool. In droge perioden kan water vanuit de greppels en IT-riolen infiltreren.

Greppels en een IT-riool hebben het bijkomend voordeel dat ze onder (zeer) natte omstandigheden de grondwaterstand kunnen beheersen. Dit is op een aantal locaties ook noodzakelijk om voldoende drooglegging te bereiken.

In de huidige situatie is niet bij ieder toekomstig bouwveld een watergang of greppel aanwezig. Afbeeldingen 5.2 en 5.3 geven een schetsmatige uitwerking van twee opties weer in het noordelijke deelgebied, met greppel voor meer zichtbaarheid van het water of met IT-riool. De keuze hangt onder andere af van de mogelijkheid om de greppel in te passen. In een later stadium wordt dit in verder detailniveau uitgewerkt, waar woningen afwateren op IT-riolen en molgoten.

Afbeelding 5.2 Afwateringsstructuur De Wellen zonder greppel (principe tekening, ondergrond inmiddels verouderd)



Afbeelding 5.3 Afwateringsstructuur De Wellen met greppel (principe tekening, ondergrond inmiddels verouderd)



Bij de boerderij aan de zuidzijde van de wetering zijn er nog verschillende mogelijkheden om met hemelwater om te gaan. Vier mogelijke alternatieven zijn:

- 1 afwatering via een IT-riool;
- 2 afwatering woningen op kratten met drainage en noodoverloop naar de wetering om grondwateroverlast te voorkomen; In verband met beheer en het functioneren op lange termijn hebben voorzieningen in het openbare gebied de voorkeur;
- 3 berging van water in het cunet (funderingspakket) onder parkeerplaatsen en eventueel ook wegen;
- 4 de bebouwing direct aan de wetering kan oppervlakkig, via een bermassage, afstromen naar de wetering.

Het uitgangspunt is dat wanneer infiltratie niet mogelijk is, het water langzaam wordt afgevoerd naar de wetering. Punt 2 en 3 houden lokaal water vast en sluiten dus beter aan bij dit uitgangspunt.

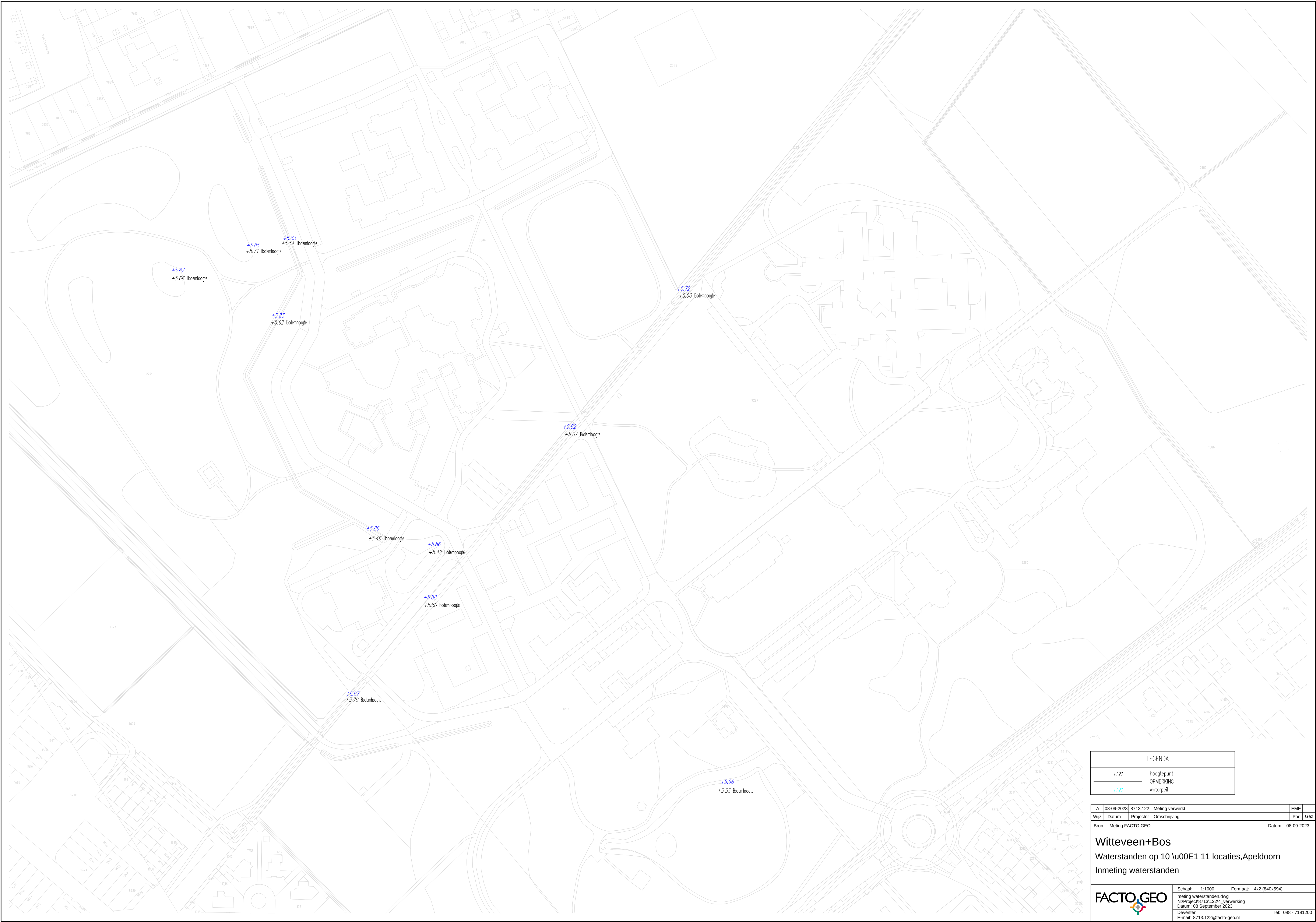
In een later stadium zal de hemelwaterafvoer in detail moeten worden uitgewerkt.

6 REFERENTIES

- BPD & Loos van Vliet. (2022). *Ontwikkelvisie voor Landgoed De Wellen*. Apeldoorn.
- Sweco. (2020). *Verkennd bodem- en asbestonderzoek Terrein GGNet Apeldoorn*.
- Tauw. (2016). *Verkennd bodemonderzoek Deventerstraat 459 te Apeldoorn*.
- TNO. (2022). *Ondergrondgegevens*. Opgehaald van DINOloket:
<https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens>
- Veluwe, W. V. (2021). *3D Blauwe Omgevingsvisie 2050*. Opgehaald van BOVI2050: <https://bovi2050.nl/de-bovi/waarom-een-bovi-uitdagingen-en-kansen/>
- Waterschap Vallei en Veluwe. (2013). *Afvoernormenkaart*. Opgehaald van Regels rondom water:
https://www.vallei-veluwe.nl/publish/pages/22647/afvoernormenkaart_def.pdf
- Waterschap Vallei en Veluwe. (2019). *Klimaat-effectatlas Vallei & Veluwe*. Opgehaald van Klimaat Vallei & Veluwe: <https://klimaatvalleienveluwe.nl/atlas/>
- Waterschap Vallei en Veluwe. (2021). *Blauw Omgevingsprogramma 2022-2027*. Apeldoorn.
- Waterschap Vallei en Veluwe. (2022). *Beleidsregels Keur Waterschap Vallei en Veluwe 2013*. Opgehaald van
<https://lokaleregelgeving.overheid.nl/CVDR663153>
- Waterschap Vallei en Veluwe. (2022, 10). *Legger Watersysteem*. Opgehaald van
<https://valleienveluwe.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=3e9c9021bda74e32acc016787fc35ea8>



BIJLAGE: OVERZICHTSTEKENING GEMETEN WATERSTANDEN



+5.85
+5.71 Bodemhoogte

+5.83
+5.54 Bodemhoogte

+5.87
+5.66 Bodemhoogte

+5.83
+5.62 Bodemhoogte

+5.72
+5.50 Bodemhoogte

+5.82
+5.67 Bodemhoogte

+5.86
+5.46 Bodemhoogte

+5.86
+5.42 Bodemhoogte

+5.88
+5.80 Bodemhoogte

+5.97
+5.79 Bodemhoogte

+5.96
+5.53 Bodemhoogte

LEGENDA			
+1.23	hoogtepunt		
	OPMERKING		
+1.23	waterpeil		

A	08-09-2023	8713.122	Meting verwerkt	EME
Wijz	Datum	Projectnr	Omschrijving	Par Gez
Bron: Meting FACTO GEO				Datum: 08-09-2023
Witteveen+Bos Waterstanden op 10 \u000E1 11 locaties,Apeldoorn Inmeting waterstanden				
FACTO.GEO 			Schaal: 1:1000 Formaat: 4x2 (840x594) meting waterstanden.dwg N:\Project\8713.122\4. verwerking Datum: 08 September 2023 Deventer E-mail: 8713.122@facto-geo.nl	
			Tel: 088 - 7181200	