



Rapportage (grond)water aspecten Zanderij Zuid

Rapport 5

Rapport

Aveco de Bondt BV

Burgemeester van der Borchstraat 2, 7451 CH Holten

Postbus 64, 7450 AB Holten

T +31 548 85 33 33

avecodebondt.nl

project Rapportage (grond)water aspecten Zanderij Zuid
projectnummer 215724
projectleider Tjeerd Kluskens

datum 31 mei 2022
referentie 215724_AdB_RAP_0001_v5

opdrachtgever C. Nelis bouw & ontwikkeling Heemskerk B.V.
postadres De Trompet 2850
1967 DD HEEMSKERK
contactpersoon M. Mulder

status Definitief v5
auteur Sjoerd Wester/Tjeerd Kluskens

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
1.1	Aanleiding	3
1.2	Basisgegevens	3
1.3	Proces [1]	4
2	Context	4
2.1	Huidige situatie	4
2.2	Planvorming	5
3	Vastgesteld beleid	5
4	Gebiedskenmerken	6
4.1	Hoogteligging [2]	6
4.2	Bodemopbouw [2]	6
4.3	Grondwater [2]	6
4.4	Oppervlaktewater [2]	10
4.5	Bestaande riolering [2]	11
4.6	Panden [2]	11
5	Toekomstige inrichting waterhuishouding	11
5.1	Hoogteligging en ontwatering	11
5.1.1	Aanpak effectberekening	11
5.1.2	Resultaat effectberekening	12
5.2	Watercompensatie en waterberging	13
5.2.1	Uitgangspunten (praktische vertaling van het beleid) [1]	13
5.2.2	Huidig en toekomstig verhard oppervlak [2]	13
5.2.3	Compensatieplicht en invulling waterbergingsopgave [1]	14
5.3	Riolering [1]	14
5.3.1	Hemelwater	14
5.3.2	Afvalwater	16
6	Onderhoud	17
7	Conclusie en advies	17
7.1	Conclusie	17
7.2	Advies	17
7.3	Aanbevelingen	19

Bijlagen

Bijlage 1	Doorlatendheidsonderzoek Duwabo
Bijlage 2	Voorstel 2 wadi 14-12-2021 (voorstel gemeente + toelichting Nelis)
Bijlage 3	Vigerend beleid (onderdeel van waterplan Geonius)
Bijlage 4	Plankaart Zanderij Zuid (VO), 1908 210121, met update van peilhoogtes d.d. 01-02-2022 (Nelis)

1 Inleiding

C. Nelis bouw & ontwikkeling is bezig met de voorbereiding van een woningbouwontwikkeling Zanderij Zuid (deelgebied 3) ter hoogte van de Kramersweg in Castricum. Hiervoor zijn in het verleden verschillende onderzoeken uitgevoerd en rapportages opgesteld, zoals het Waterplan v5.0 d.d. 30 januari 2021 door Geonius en een memo m.b.t. de analyse van de effecten van de ontwikkeling op de grondwaterstand, opgeleverd op 14 juli 2021 door Wareco. Aveco de Bondt (voorheen Wareco) is door C. Nelis bouw & ontwikkeling gevraagd om één samenvattende rapportage op te stellen waarin de belangrijkste onderdelen van het waterplan en de grondwaterstudie zijn opgenomen.* De grondwaterstudie is daarnaast bijgewerkt n.a.v. een aantal gewijzigde uitgangspunten. De nieuwe resultaten en de actualisatie van het grondwatermodel worden in deze rapportage beschreven.

1.1 Aanleiding

Het nieuwbouwplan bestaat uit de bouw van 103 wooneenheden in de vorm van woningen en appartementen. In het nieuwe plan wordt een duinlandschap gerealiseerd waarbij het huidige maaiveld wordt opgehoogd. Het plangebied is gelegen tussen de Kramersweg en de Oude Schulpweg, ten westen van Castricum, zie figuur 1.



Figuur 1: Overzichtskartaal met locatie plangebied (rood omlijnd).

Het totale plangebied is ca. 3,6 ha groot, waarvan een groot deel ca. 2,2 ha onverhard is. Met de komst van deze gebiedsontwikkeling wijzigt de hoeveelheid en de locatie van het verhard oppervlak. Tevens wijzigt de manier van hemelwaterverwerking met als voornaamste uitgangspunt dat het grootste deel van de neerslag binnen het plangebied wordt verwerkt.

1.2 Basisgegevens

In het verleden zijn diverse rapportages opgesteld die betrekking hebben op het plangebied. In deze rapportage wordt veelvuldig verwezen naar informatie uit deze reeds opgestelde documenten. Onderstaand is een overzicht van de gebruikte documenten en gegevens weergegeven met bijbehorende verwijzing:

- [1] CA210044_Zanderij Zuid_Waterplan_v5.0 d.d. 30 januari 2021 door Geonius;
- [2] Memo analyse effecten ophoging op grondwater Zanderij Zuid "210452_R_SWE_0571 d.d. 14 juli 2021 door Wareco;
- [3] Openbare ruimte inrichtingsplan VO, Boom Landscape (1908 210121 Zanderij VO Openbare ruimte.pdf) d.d. 21-01-2021;
- [4] Beleidsregels 'Compensatie verhardingtoename' en 'Alternatieve vormen van waterberging'. HHNK, 28 januari 2015;
- [5] Doorlatendheidsonderzoek onverzadigde zone Castricum, Duwabo b.v., 13 augustus 2020, [bijlage 1];
- [6] Handboek inrichting openbare ruimte Gemeente Castricum, 1e editie december 2014;
- [7] Plantekening 1908 210121 met update d.d. 01-02-2022 (ontvangen van Nelis, d.d. 12-04-2022);

- [8] Schets vuilwaterriool, De BUCH d.d. 15-01-2021;
- [9] AHN3, jaartal 2016;
- [10] Bouwjaar bebouwing (Basisregistraties Adressen en Gebouwen (BAG);
- [11] Dinoloket van TNO en REGIS (Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem);
- [12] Grondwaterstandmetingen gemeentelijk meetnet Castricum;
- [13] Grondwatermodel gemeente Castricum;
- [14] Gemeentelijk rioleringsplan Castricum 2019 – 2023;
- [15] voorstel 2 wadi 01-02-2022 (voorstel gemeente + toelichting Nelis), [bijlage 2].

De in de tekst vermelde cijfers [] verwijzen naar bovenstaande gegevens.

1.3 Proces [1]

Na verkennend overleg met de gemeente Castricum aan de hand van ingediende eerste planschetsen heeft de gemeente aangegeven dat een waterplan voor het ruimtelijk plan geschreven dient te worden en dat er afstemming met de desbetreffende waterbeheerder HHNK (Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier) dient plaats te vinden. Deze afstemming heeft inmiddels plaatsgevonden. Vooroverleg heeft plaatsgevonden op 13 juli 2020 waarna op 16 juli 2020 de digitale watertoets is ingediend bij HHNK. Op 21 augustus 2020 is hier een reactie van HHNK op ontvangen. Uit de digitale watertoets is gebleken dat de normale procedure van toepassing is. Naar aanleiding van de digitale watertoets zijn drie afstemmingspunten naar voren gekomen. Hiervoor wordt verwezen naar het waterplan van Geonius [1], paragraaf 1.3.

2 Context

2.1 Huidige situatie

In figuur 2 is een luchtfoto afgebeeld van de huidige situatie van het plangebied. Het plangebied ligt ten westen van de spoorlijn en station Castricum en wordt in het noorden begrensd door de Geversweg, in het oosten en zuiden door de Kramersweg en in het westen door de Oude Schulpweg. De Zanderijweg die binnen het plangebied ligt, wordt opgenomen in de nieuwe plannen en blijft daarmee grotendeels gehandhaafd. Het verhard oppervlak bestaat met name uit het voormalig bedrijfspand van Kaptein Kaas, een weg, een parkeerterrein en enkele woningen met bijgebouwen. Het onverharde deel van het terrein bestaat voornamelijk uit tuin, gazon/grasland en bosschages.



Figuur 2: Luchtfoto bestaande situatie (21-04-2020), Bron: StreetSmart.

2.2 Planvorming

Het projectgebied is gelegen op de rand van het duingebied Castricum en krijgt in de nieuwe situatie een soortgelijk duinlandschap. Voor een groot deel wordt het plangebied opgehoogd om een speels karakter van duinpannen te krijgen. Binnen en op deze 'duinpannen' wordt nieuwe bebouwing gerealiseerd. Tussen de bebouwing worden wegen, parkeerplaatsen en voetpaden aangelegd. Centraal in het plan is een nieuwe wadi beoogd. In figuur 3 is een afbeelding van de plankaart weergegeven. In bijlage 4 is de grote versie van deze tekening toegevoegd.



Figuur 3: Uitsnede Plankaart Zanderij Zuid op hoofdlijnen (VO), 1908 210121, met update van peilhoogtes d.d. 01-02-2022 (Nelis).

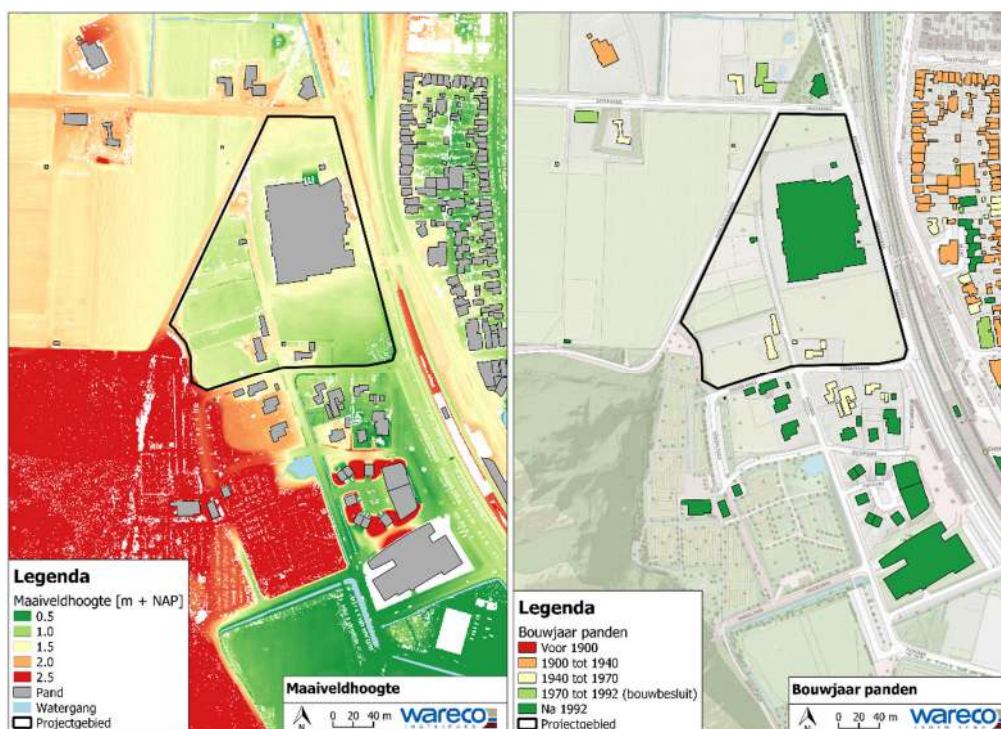
3 Vastgesteld beleid

In het waterplan van Geonius [1] wordt het vigerende beleid van de verschillende overheidsorganen beknopt beschreven. Voor deze beschrijving van het vigerende beleid uit dit waterplan wordt verwezen naar bijlage 3.

4 Gebiedskenmerken

4.1 Hoogteligging [2]

Het maaiveldniveau binnen het projectgebied varieert van circa NAP + 1,0 tot NAP + 1,6 m [9], zie figuur 4. De percelen van de twee zuidelijke panden binnen het projectgebied zijn het hoogst gelegen. In de nieuwe situatie varieert de weghoogte van NAP + 1,62 tot NAP + 3,25 m. Het bouwpeil varieert tussen NAP + 1,4 tot NAP 4,7 m [7].



Figuur 4: Maaiveldhoogte en oppervlaktewater (links) en bouwjaar panden (rechts).

4.2 Bodemopbouw [2]

De eerste 25 meter van de bodem op de projectlocatie is gevormd in het Holocene onder invloed van getijden. Deze afzettingen bestaan uit fijn tot matig grof zand afgewisseld met kleiige zandlagen. Op circa 35 meter onder maaiveld is een slecht doorlatende keileemlaag aanwezig die zorgt voor verminderde grondwaterstroming tussen de boven- en onderliggende pakketten [11].

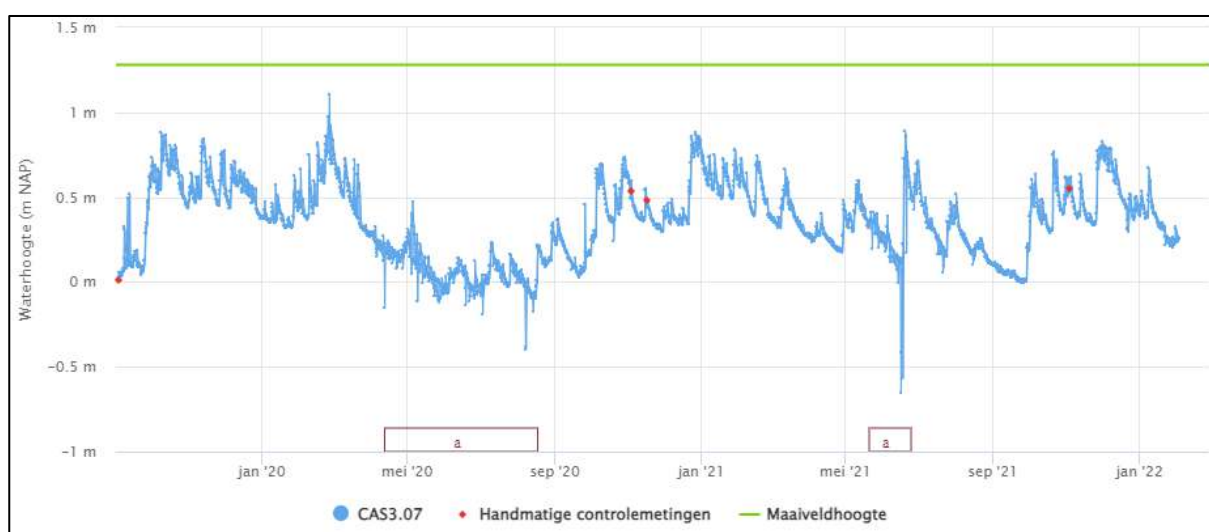
4.3 Grondwater [2]

Eén peilbuis uit het grondwatermeetnet van de gemeente Castricum staat net ten oosten van het projectgebied [12]. Deze peilbuis meet sinds 2 september 2019 elk uur de grondwaterstand. De grondwaterfluctuaties is iets meer dan 1 meter (figuur 5). In tabel 1 zijn enkele statistieken van de grondwatermetingen opgenomen. Deze statistieken zijn berekend over de periode 4 februari 2019 t/m 3 februari 2021. In deze tabel is een RHG waarde opgenomen. In figuur 6 staat dit begrip uitgelegd.

In de zomers van 2020 en 2021 zijn een paar onnatuurlijke verlagingen van de grondwaterstand zichtbaar die vermoedelijk worden veroorzaakt door werkzaamheden (zoals een bemaling). Deze verlagingen zijn niet meegenomen in de bepaling van de grondwaterstatistiek.

Peilbuis	Peilbuis CAS3.07
Maaiveldhoogte [m t.o.v. NAP]	1,28
Laagste grondwaterstand [m t.o.v. NAP]	-0,10
RHG [m t.o.v. NAP]	0,65
Hoogste grondwaterstand [m t.o.v. NAP]	1,11
Ontwatering bij laagste grondwaterstand [m]	1,38
Ontwatering bij RHG [m]	0,63
Ontwatering bij hoogste grondwaterstand [m]	0,17

Tabel 1: Statistieken grondwatermetingen peilbuis CAS3.07.



Figuur 5: Grondwatermetingen peilbuis CAS3.07.

Representatief Hoogste Grondwaterstand (RHG) en doelmatigheid maatregelen

De representatief hoogste grondwaterstand (RHG) is de 90e percentielwaarde van een reeks grondwaterstanden over een x aantal hydrologische jaren: 10% van de metingen in de reeks is hoger dan de RHG. De RHG wordt door hydrologen vaak gebruikt als representatieve waarde voor een natte wintersituatie. De gemeente Castricum hanteert de volgende richtlijnen met betrekking tot de grondwaterzorgplicht: [7]

1. De grondwaterstand is te hoog als de RHG een gebied hoger is dan 0,7 m onder vloerpeil. Er bestaat dan risico op overlast afhankelijk van de gebiedsfunctie.
2. Er is sprake van nadelige gevolgen door de hoge grondwaterstanden als bij de invulling van de lokale gebiedsfunctie hinder wordt ondervonden van grondwater. De normale functievervulling is daardoor (tijdelijk) niet of gedeeltelijk mogelijk.

Figuur 6: Uitleg RHG (Representatief Hoogste Grondwaterstand).

In het kader van bodemonderzoek zijn aanvullende peilbuizen geplaatst binnen het plangebied, voor locaties zie figuur 8, hiervan zijn sinds april tweemaal per maand de grondwaterstanden opgenomen. Deze metingen geven

een beeld van de ruimtelijke variatie in grondwaterstand in het plangebied. Vanwege de korte meetperiode en -frequentie, zijn deze metingen minder geschikt om uitspraken te doen over de neerslagrespons en statistieken zoals de RHG.

Het volgende valt op m.b.t. de ruimtelijke variatie:

- De grondwaterstand bij peilbuis 6 (in dezelfde straat als CAS3.07) is ongeveer 10 cm lager;
- De grondwaterstand bij peilbuis 1 en 5 (noord/west kant plangebied) is vergelijkbaar en 30 à 40 cm hoge dan in CAS 3.07, dat kan verklaard worden door de ligging in onbegroeid terrein met een hoger maaiveldniveau;
- De grondwaterstand bij peilbuis 2, 3, 4 (midden plangebied) is ongeveer 20 cm hoger dan in CAS3.07.

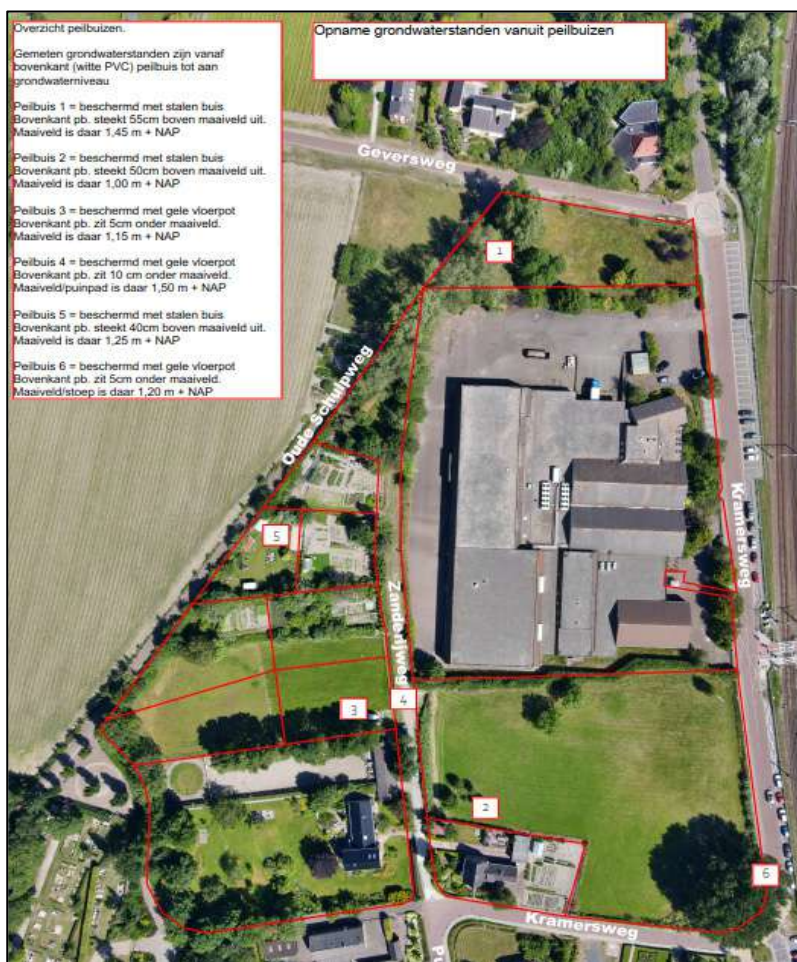
Het grondwatermodel (figuur 7) laat een vergelijkbaar verloop van de grondwaterstand zien, met hogere waarden in westelijke richting (richting het duingebied). Het model en de gebruikte metingen beoordelen we daarmee als representatief.

	2021																2022
Peilbuis	9-4	23-4	10-5	26-5	4-6	18-06	21-6	6-7	23-8	10-9	27-9	18-10	21-10	25-11	6-12	23-12	13-1
1	0.65	0.55	0.85	0.75	0.60	0.50	1.30	1,10	0,85	0,70	0,50	0,65	0,90	0,75	1,05	0,80	0,85
2	0.35	0.35	0.70	0.50	0.35	0.40	0.95	0,50	0,35	0,30	0,20	0,35	0,70	0,45	0,70	0,60	0,55
3	0.55	0.40	1.00	0.10	0.50	1.00	1.05	0,65	0,45	0,85	0,40	0,60	0,95	0,65	0,90	0,80	0,95
4	0.55	0.40	-														
5	0.55	0.50	0.90	0.70	0.60	0.60	1.20	0,70	0,50	0,35	0,40	0,50	0,90	0,55	0,80	0,75	0,70
6	0.20	0.10	0.45	0.30	0.15	0.15	0.65	0,25	0,15	-0,10	-0,10	0,20	0,65	0,20	0,60	0,55	0,45
CAS3.07	0.28	0.20	0.56	0.34	0.23	0.73	0.76	0.45	0.22	0.04	0.01	0.31	0.77	0.35	0.65	0.40	0.40

Tabel 2: Grondwatermetingen Nelis, met ter vergelijking de gemiddelde meting bij CAS3.07 op dezelfde datum.



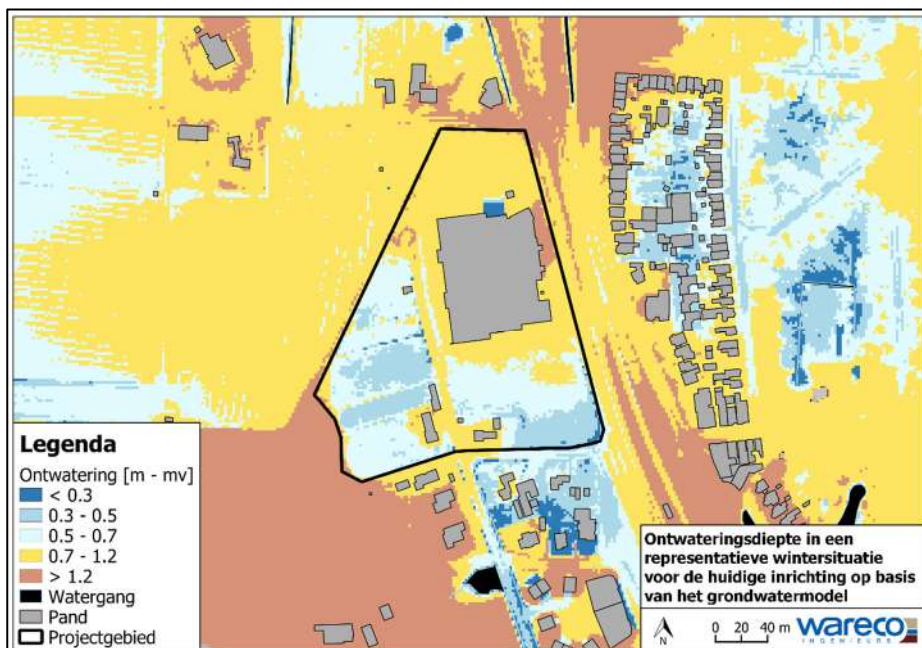
Figuur 7: Grondwaterstanden in het grondwatermodel (groen = lager, geel/oranje = hoger)



Figuur 8: Locaties van handmatig bemeeten peilbuizen t.b.v. bodemonderzoek.

Het stedelijk grondwatermodel van de gemeente Castricum is gebruikt om een indicatie te krijgen van de vlak dekkende ontwateringssituatie in de winter (gelijk aan RHG, zie kader eerder deze paragraaf). Deze grondwaterstand is maatgevend voor het vaststellen van de risico's op wateroverlast. De betrouwbaarheid van het model is vastgesteld op basis van de berekende grondwaterstand ter plaatse van peilbuis CAS3.07. Deze grondwaterstand is berekend op NAP + 0,49 m. Dit is 16 centimeter lager dan de representatieve waarde op basis van de metingen (NAP + 0,65 m). De grondwaterstand die wordt gesimuleerd door het model is lager dan de grondwatermetingen, dus geeft het model een onderschatting van de werkelijke situatie. Het verschil tussen model en metingen is wel relatief klein (minder dan 20 centimeter) en we oordelen daarom dat het model inzetbaar is om te rekenen aan de grondwaterstandverandering in het projectgebied.

De ontwateringssituatie is weergegeven in figuur 9. Met ontwateringsdiepte wordt het verschil tussen maaiveldniveau en het grondwaterpeil aangeduid. Uit de figuur blijkt dat de ontwatering in het zuidelijk deel van het projectgebied kleiner is dan 70 centimeter met uitzondering van de twee panden. Ter plaatse van deze panden is de ontwateringsdiepte circa 1 meter. Ook ter plaatse van de panden ten zuiden van het projectgebied is de ontwateringsdiepte kleiner dan 70 centimeter. Deze figuur geldt voor de huidige situatie, er is nog geen rekening gehouden met ophogen van het maaiveld.



Figuur 9: Ontwateringsdiepte o.b.v. grondwatermodel en huidige inrichting.

De hoogst gemeten grondwaterstand is NAP + 1,3 m. Deze grondwaterstand zal hoger zijn dan het niveau van de kelders/souterrains. Sinds 1992 geldt het bouwbesluit waarin staat dat woningen een waterdichte vloer moeten hebben. De woningen zullen moeten voldoen aan dit bouwbesluit en daarmee vormt wateroverlast in de kelder geen risico.

4.4 Oppervlaktewater [2]

In de huidige situatie is geen oppervlaktewater in het projectgebied aanwezig. Direct ten noorden van het gebied ligt wel een secundaire watergang en ten zuiden van het gebied liggen enkele greppels. In figuur 10 is een voorbeeld van een van de greppels weergegeven. In de nieuwe situatie komt centraal in het gebied een wadi te liggen met een bodemhoogte verlopend van NAP + 1,0 m in het westen naar NAP + 0,50 m in het oosten [15]. De wadi wordt in het oosten voorzien van een (in hoogte verstelbare) overstort waarbij nu is gerekend met een hoogte van NAP + 1,2 m.



Figuur 10: Google Streetview vanaf kruispunt Kramersweg en Puikman (september 2018).

4.5 Bestaande riolering [2]

Riolering

Rondom het projectgebied ligt in het noorden drukriolering, in het oosten en zuiden een gemengd vrijval riool en direct ten westen van het plangebied bevindt zich geen riolering. Een deel van de bestaande bebouwing en verharding voert af via een hemelwaterriool en duiker onder de Geversweg naar de secundaire watergang langs de Duinenboschweg. Binnen het projectgebied wordt nieuwe riolering aangelegd waarbij hemelwater en afvalwater gescheiden worden afgevoerd [1].

Drainage

In de huidige situatie is geen drainage aanwezig in het openbaar terrein in het projectgebied. Er is wel particuliere drainage aanwezig op het perceel van de woning Zanderijweg 6. De drainage ligt (van west naar oost) op een hoogte van NAP +0,6 m, bij een maaiveldhoogte van NAP +1,3 m. De drainage loost op een oude greppel in de zuidoost hoek van het perceel. De betreffende bewoner geeft aan dat de drainage elke twee jaar moet worden doorgespoten en de drainage daarmee geen permanente oplossing is. In het nieuwe inrichtingsplan is, voor zover bekend bij Aveco de Bondt, vooralsnog niet voorzien in de aanleg van drainage.

4.6 Panden [2]

De twee zuidelijke panden binnen het projectgebied blijven ook in de nieuwe situatie staan. Deze panden zijn in 1957 en 1960 gerealiseerd [10], zie figuur 4. De ouderdom van de bebouwing geeft een indicatie van de kwetsbaarheid van de bebouwing voor hoge en lage grondwaterstanden. Over het algemeen geldt dat oudere bebouwing kwetsbaarder is voor zowel hoge als lage grondwaterstanden. Bebouwing van na 1992 is over het algemeen niet kwetsbaar voor hoge grondwaterstanden. Woningen die zijn gebouwd na 1992 moeten namelijk voorzien zijn van een waterdichte afscheiding tussen de woonruimte en de kruipruimte (zoals een betonnen waterdichte vloer).

5 Toekomstige inrichting waterhuishouding

In het plangebied spelen geen bijzondere waterbelangen. Voor het inrichten van de waterberging en afwatering wordt wel rekening gehouden met het vigerend beleid van de Provincie Noord-Holland, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en Gemeente Castricum.

5.1 Hoogteligging en ontwatering

Om te bepalen wat de effecten zijn van de ophoging en nieuwe inrichting van het plangebied is een grondwater effectberekening uitgevoerd. Dit is nodig om te kunnen bepalen of er in de toekomstige situatie kan worden voldaan aan de ontwateringsnormen. De richtlijn voor de ontwateringsdiepte voor woonwegen en nieuwe bebouwing is minimaal 70 cm.

5.1.1 Aanpak effectberekening

Voor de grondwater effectberekening is gebruik gemaakt van het stedelijk grondwatermodel van de gemeente Castricum (versie september 2019) [13]. Voor de modelberekening is gebruik gemaakt van het stationaire model. Dit model is het meest geschikt om een natte wintersituatie door te rekenen. Ten behoeve van de effectberekening is de knooppunt afstand verfijnd van 20 tot 5 meter. De effectberekening uit de rapportage van Wareco [2] is aangepast o.b.v. de nieuwe uitgangspunten van het ontwerp van de waterberging.

De nieuwe situatie is doorgerekend door de volgende aanpassingen te maken aan het model:

- Verhoging van de doorlatendheid van de bovenste bodemlaag van de ondergrond als gevolg van de ophoging. Uitgangspunt is dat er wordt opgehoogd met goed doorlatende grond die geschikt is voor de bestemming wonen. Modelmatig is een verhoging van de transmissiviteit van de toplaag aangenomen van 5 m²/dag. Deze verhoging is uniform over het projectgebied doorgevoerd.

- Verhoging van de weerstand van de bodemlaag onder de toplaag. Door ophoging van het terrein zal de grond gaan zetten waardoor de verticale weerstand tegen grondwaterstroming toeneemt. Voor de berekening is er een uniforme toename van de bodemweerstand binnen het projectgebied aangenomen van 50 dagen.
- Aanpassen van de verhardingsgraad en neerslagverwerking voor de nieuwe situatie. De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd:
 - Water dat valt op de percelen infiltreert ook t.p.v. de percelen;
 - Water dat valt op de wegen en parkeerterreinen wordt via kolken en een hemelwaterriool naar de wadi afgevoerd (bodemhoogte verlopend van NAP + 1,0 m naar NAP + 0,50 m met een overstorthoogte van NAP + 1,2 m) waar het water infiltreert in de bodem en/of vertraagd wordt afgevoerd door de doorlaat in de overstortconstructie;
 - Het plan kent verdiepte en niet verdiepte inritten naar de woningen. Water dat valt op niet verdiepte inritten, stroomt af naar de openbare weg. Water dat valt op de verdiepte inritten dient middels een gootelement onder aan de helling te worden opgevangen en middels een hemelwater pompje afgevoerd te worden naar het openbare hwa-riool;
 - Water dat valt op de daken van zuidelijk gelegen woningen wordt via een hwa-riool afgevoerd naar de wadi;
 - Water dat valt op de daken van noordelijk gelegen woningen stroomt via het hemelwaterriool af richting de greppel aan de andere kant van de Geversweg en komt niet in het grondwater. Dit geldt ook voor water dat valt op de openbare terreinverharding in het noordelijk deel van het plangebied.

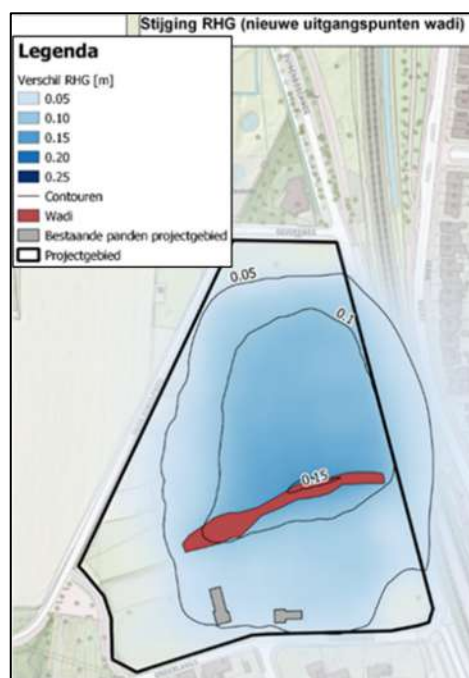
Omdat de wadi een ledigingscomponent (vertraagde afvoer) heeft, is ervoor gekozen de wadi niet meer als watergang met vaste stijghoogte te modelleren, maar als een goed doorlatend oppervlak. Omdat er via het hemelwaterriool extra verhard oppervlak op de wadi wordt afgekoppeld, is modelmatig extra hemelwater toegevoegd op de locatie van de wadi.

Het effect van kelders als belemmering op de grondwaterstroming is niet meegenomen in de berekening. Naar verwachting kan dit alleen lokaal tot kleine verschillen in grondwaterstand leiden.

5.1.2 Resultaat effectberekening

In figuur 11 is het verschil in RHG voor de nieuwe en oude situatie weergegeven. Op basis van de modelberekening is de maximale grondwaterverhoging ca. 15 centimeter. Dit is ter plaatse van de beoogde wadi. Ter plaatse van de twee zuidelijke panden die blijven staan is volgens de berekeningen een grondwaterstandverhoging van ca. 5 centimeter te verwachten in een natte wintersituatie. Op basis van het model wordt ter plaatse van de zuidelijke bestaande panden na vernatting nog voldaan aan de ontwateringsdiepte van 70 cm. We merken daarbij op dat het model de werkelijke grondwaterstand onderschat (zie 4.3).

In de figuur valt op dat het effect zich relatief egaal verspreidt over het plangebied, met de locatie van de wadi als voornaamste locatie waar het grondwater stijgt. Er is weinig effect zichtbaar van lokale verschillen in maaiveldhoogte, en ook niet van verschillende verhardingstypen (dak- en wegoppervlakken of tuinen/groenstroken). Dit komt omdat het infiltrerend regenwater niet alleen verticaal infiltreert richting het grondwater, maar ook horizontaal. Ruimtelijke verschillen



Figuur 11: Toename grondwaterstand (RHG) in plansituatie o.b.v. grondwatermodel.

in grondwateraanvulling worden daardoor minder zichtbaar in de uiteindelijke grondwaterstand. In de grondwateraanvulling is er vanuit gegaan dat de neerslag infiltreert daar waar het valt (of daar waarnaar het wordt afgevoerd via een riool). Er is geen rekening gehouden met stroming van hemelwater over maaiveld (water-op-straat) richting lokale laagtes.

5.2 Watercompensatie en waterberging

5.2.1 Uitgangspunten (praktische vertaling van het beleid) [1]

Binnen het plangebied bevindt zich in de huidige situatie geen oppervlaktewater dat gedempt en daarmee gecompenseerd hoeft te worden.

Een toename van verharding zal in algemene zin altijd zorgen voor een versnelde afstroming van regenwater en daarmee een verhoogde piekbelasting van het watersysteem in het gebied. Omdat water niet kan indringen in de bodem waar dit voorheen wel kon, zal dit water versneld afstromen (bv. via verharding of via een rioleringsstelsel). Dit zorgt voor een (indirecte) piekbelasting op het oppervlaktewatersysteem. Om wateroverlast te voorkomen dient een toename in verharding daarom gecompenseerd te worden in de vorm van oppervlaktewater of infiltratievoorzieningen.

Volgens de uitvoeringsregels van het HHNK dient er rekening gehouden te worden met de voorkeursregels voor de compensatie van verhardingstoename:

- Behoud van infiltratie: Wanneer het mogelijk is om versneld afgevoerd regenwater in de bodem te infiltreren geniet het de voorkeur om voor deze manier van compensatie te kiezen.
- Compensatie door realiseren extra oppervlaktewater: Wanneer het niet mogelijk is om water in de bodem te infiltreren geniet het de voorkeur om extra oppervlaktewater te realiseren. De grote is hierbij afhankelijk van de grote van de verhardingstoename.
- Compensatie door middel van alternatieve vormen van waterberging: Als er in het gebied geen of onvoldoende mogelijkheden zijn om compenserend oppervlaktewater te realiseren, kan compensatie plaatsvinden door de aanleg van een alternatieve vorm van waterberging. Hierbij valt te denken aan bijv. wadi's of infiltratiekratten.

Bij duurzaam hergebruik van het hemelwater mag van bovenstaande regels afgeweken worden in overleg met het Hoogheemraadschap.

Ook is er een voorkeursvolgorde voor de locatie van de compensatie:

1. Compensatie in hetzelfde peilgebied als waarin de verhardingstoename zich bevindt, nabij de verhardingstoename;
2. Compensatie in hetzelfde peilgebied als waarin de verhardingstoename zich bevindt, niet nabij de Verhardingstoename;
3. Compensatie in een lagergelegen peilgebied, als de waterstaatkundige situatie dat toelaat. Volgens de uitvoeringsregels van het Hoogheemraadschap dient 10% van de totale verhardingstoename in het gebied gecompenseerd te worden als deze onder 2.000 m² blijft. Bij een grotere oppervlakte dient er een maatwerkoplossing gezocht te worden met het HHNK. [4]

5.2.2 Huidig en toekomstig verhard oppervlak [2]

Het projectgebied heeft een oppervlak van 3,6 ha waarvan in de huidige situatie 1,420 ha (39 %) bestaat uit verhard oppervlak in de vorm van een bedrijfspand, parkeerterrein en enkele woningen met bijgebouwen. Het hemelwater dat valt op dit verhard oppervlak stroomt via het riool het gebied uit.

In de nieuwe situatie wijzigt het verhard oppervlak naar 1,416 ha. Circa de helft van dit oppervlak bestaat uit opritten, parkeerplaatsen en wegen (openbare verharding). De andere helft van het oppervlak bestaat uit bebouwing of groen.

5.2.3 Compensatieplicht en invulling waterbergingsopgave [1]

In de plansituatie is minder verhard oppervlak aanwezig dan in de huidige situatie. De afname bedraagt 36 m² [1]. Aangezien er geen sprake is van een toename aan verhard oppervlak, is er geen compensatieplicht m.b.t. het oppervlaktewater.

5.3 Riolering [1]

Binnen het plangebied wordt een nieuw gescheiden rioolstelsel aangelegd waarbij hemelwater en afvalwater gescheiden wordt ingezameld.

5.3.1 Hemelwater

Percelen

Hemelwater dat op de percelen valt kan ter plaatse vrij infiltreren in de ondergrond. Bij voorkeur worden er geen voorzieningen getroffen om hemelwater dat op de percelen valt op te vangen en af te voeren. Dat is in lijn met de voorkeursvolgorde van het HHNK. Hemelwater dat valt op de verdiepte inritten van de percelen is daarop een uitzondering. Dit water dient te worden opgevangen en middels een pompje te worden afgevoerd naar het openbare hwa-riool.

Uit het infiltratieonderzoek [5], zie bijlage 1, blijkt dat de gemiddelde doorlatendheid van de ondergrond (k-waarde), voor ophoging, 1,62 m/dag bedraagt. Op basis van deze k-waarde en de bodemopbouw ter plaatse van het plangebied zal infiltratie mogelijk zijn. Geadviseerd wordt om op te hogen met grond die minimaal dezelfde doorlatendheid heeft als de lokale ondergrond en ten minste 1 m/dag.

Daken

Hemelwater dat op de daken valt, wordt via een nieuw hemelwaterriool in de openbare ruimte afgevoerd naar een centraal gelegen wadi. Een aantal noordelijk gelegen woningen zullen conform de bestaande situatie rechtstreeks afwateren op de bestaande hemelwaterriolering. Het indicatieve tracé van het nieuwe hemelwaterriool is weergegeven in figuur 12.

Bij de uitwerking van het ontwerp van de daken dient er speciale aandacht te zijn voor de keuze van het materiaal. Uitlogende en vervuilende materialen moeten worden vermeden.

Openbare wegen en parkeerterreinen

In de openbare wegen en parkeerterreinen worden kolken geplaatst, die hemelwater opvangen. Door middel van een hemelwaterriool wordt het hemelwater afgevoerd naar de wadi. Het noordelijk deel van de centrale ontsluitingsweg wordt aangesloten op de bestaande hemelwaterriolering.

Het voornemen is om wegen aan te brengen met een hol wegprofiel waarbij eventueel kolken in het hart van de weg worden geplaatst ten behoeve van de inzameling van het hemelwater. In de directe nabijheid van de wadi kan hemelwater via maaiveld (of eventueel via goten) oppervlakkig afstromen naar de wadi.

Het toepassen van waterdoorlatende bestrating (eventueel in combinatie met een waterbergende wegfundatie) is een alternatieve mogelijkheid voor de afwatering van de wegen. Hier is compartimentering een aandachtspunt op de delen waar sprake is van een hoogteverloop.

Wadi

Centraal in het gebied wordt voor berging en infiltratie van hemelwater een wadi gerealiseerd. De wadi zoals opgenomen in het huidig ontwerp [7], met de wijzigingen conform de schets van de gemeente [15], zie bijlage 2, heeft een bodemhoogte verlopend van NAP + 1,0 m in het westen naar NAP + 0,5 m in het oosten. De bodem ligt grotendeels boven de grondwaterstand. De insteeklijn (bovenzijde van het talud) van de wadi is gelegen op een hoogte van NAP + 1,30 m. Dit is 10 cm hoger dan het niveau van de noodoverloop (slokop) aan de oostzijde van de wadi. De overstort heeft een hoogte van NAP + 1,20 m en is voorzien van een doorlaat t.b.v. de vertraagde

afvoer in de vorm van een Martens GoFlow op een hoogte van NAP + 0,60 m. Na deze overstort kan hemelwater via een nieuwe duiker onder de Geversweg afvoeren op de achterliggende watergang. Bij de nadere uitwerking dient aandacht te zijn voor de hoogteligging en diameter van deze duiker en de afmetingen van de greppel waarop de duiker afvoert.



Figuur 12: Schetsvoorstel hemelwaterriool (lichtblauw hwa, donkerblauw overstortriool naar oppervlaktewater). Met de rode pijl wordt een mogelijke toekomstige afvoer richting Zanderij Noord aangeduid (locatie en dimensionering eventueel nader te bepalen).

De inhoud van de wadi is berekend op basis van het oude ontwerp [1] en bedraagt 350 m^3 . Daarbij is gerekend met een bodemhoogte van NAP + 1,0 m en is rekening gehouden met de hoge grondwaterstand. In het nieuwe plan zijn de wadi contouren niet gewijzigd, maar is de bodemhoogte en overstorthoogte wel aangepast. In het nieuwe ontwerp van de wadi is ruimte om 350 m^3 hemelwater te bergen.

Het hemelwaterriool dat het water van woningen, wegen en parkeerterreinen afvoert, kan vanwege de beperkte diepte van de wadi door middel van welputten (roosterputten) afvoeren naar de wadi. Voor parkeerterreinen kan er ook voor worden gekozen om open verharding toe te passen of het water rechtstreeks naar de berm te laten afvloeien.

Om de haalbaarheid van een wadi of andere infiltratievoorzieningen te onderzoeken is een infiltratieonderzoek [5] uitgevoerd. De gemiddelde infiltratiewaarde (K-waarde) van het totale plangebied bedraagt circa 1,63 m/dag.

Ter hoogte van de wadi bedraagt de k-waarde gemiddeld circa 0,95 m/dag. Op basis van deze waarde wordt de bodem volgens Stichting Rioned gekwalificeerd als slecht tot matig doorlatende grond.

Dit betekent dat infiltreren mogelijk is, maar dat er wel aandacht besteed moet worden aan een goede uitwerking van het ontwerp. Hierbij dient rekening gehouden te worden met de ondergrond en dient er speciale aandacht te zijn voor de grondwaterstanden. Mogelijke benodigde maatregelen zijn de realisatie van een grondverbetering of grindlaag onder de wadibodem al of niet voorzien van drainage. Dit ten behoeve van het bereiken van een acceptabele ledigingstijd van de wadi (bij voorkeur <24u). Deze is noodzakelijk om de berging weer beschikbaar te hebben voor een eventuele volgende bui. Om deze reden is de vertraagde afvoer in het ontwerpvoorstel van de gemeente [15] meegenomen. In de verdere uitwerking moet worden getoetst of deze doorlaat voldoende is om te voldoen aan de gewenste ledigingstijd.

In de uitwerking van het plan dient de wadi verder uitgewerkt te worden. Aandachtspunten hierbij zijn:

- Inpassing/controlerend benodigd waterbergend volume;
- De definitieve inrichting van de waterberging nader uitwerken in relatie tot landschapsinrichting;
- Uitzoeken of het plaatsen van een terugslagklep benedenstrooms van de afvoer van de wadi benodigd is ter voorkoming van terugstroming van water naar de wadi;
- Ledigingstijd. Dit type voorzieningen dient na vulling tijdig leeg te zijn zodat een volgende bui verwerkt kan worden. Hiervoor dient een uitgangspunt te worden geformuleerd. Een gebruikelijk vereiste ledigingstijd is 24 uur;
- Overloop naar bestaande duiker Geversweg en achterliggende greppel (uitwerking hoogtes/diameter);
- In de uitwerking, in overleg met PWN, overwegen of een verbinding naar Zanderij Noord gemaakt dient te worden. Dit is wel nadrukkelijk de wens, maar is nog niet definitief vormgegeven.

Diameters

Tijdens het ontwerp van het plangebied dienen de verzamelleidingen gedimensioneerd te worden om een goede werking van het systeem te garanderen. Het HWA riool zal in de nadere uitwerking gedimensioneerd moeten worden conform de gemeentelijke normen.

5.3.2 Afvalwater

Het huishoudelijk afvalwater wordt via een nieuw vuilwaterriool afgevoerd naar de gemeentelijke riolering. Ten oosten en ten zuiden van het plangebied is vrijverval riolering aanwezig. Het geniet de voorkeur om, indien mogelijk, onder vrijverval aan te sluiten op deze bestaande riolering.

De gemeente heeft een toekomstig tracé van het vuilwaterriool voorgesteld [8], zie figuur 13. De hierbij gehanteerde uitgangspunten zijn:

- Centraal hoofdriool, verhang min. 1:500;
- Zijtakken hoofdriool, verhang min. 1:250;
- Gronddekking 1,20 m i.v.m. kruising kabels en leidingen (met name waterleiding);
- Gronddekking 1,00 bij locaties waar geen kabels en leidingen worden gekruist;
- Diameters 250 mm en 315 mm.



Figuur 13: Schetsvoorstel vuilwaterriool door gemeente [8].

6 Onderhoud

Het onderhoud van de riolering binnen het plangebied valt, na oplevering van het plangebied aan de gemeente, binnen de verantwoordelijkheid van de gemeente Castricum.

Ten behoeve van de inspecteerbaarheid en het kunnen uitvoeren van onderhoud worden er zowel in het DWA als in het HWA stelsel inspectieputten aangebracht met een hart op hart afstand van circa 50 m. Wanneer deze stelsels volgens de standaarden van de gemeente (Handboek inrichting Openbare ruimte Castricum [6]) en de richtlijnen van de Kennisbank Stedelijk Water worden ontworpen, wordt de kans op verstoppingen en defecten zoveel mogelijk vermeden.

Tijdens het onderhoud van de wadi dient speciale aandacht te zijn voor het voorkomen van chemische onkruidbestrijding ter voorkoming van vervuiling van het grondwater. Tevens dient er aandacht te zijn voor het opstellen en uitvoeren van een maaibeleid om te voorkomen dat de wadi dichtgroeit. De precieze invulling hiervan en overige aandachtspunten wat betreft onderhoud zijn afhankelijk van het specifieke ontwerp van de wadi.

7 Conclusie en advies

7.1 Conclusie

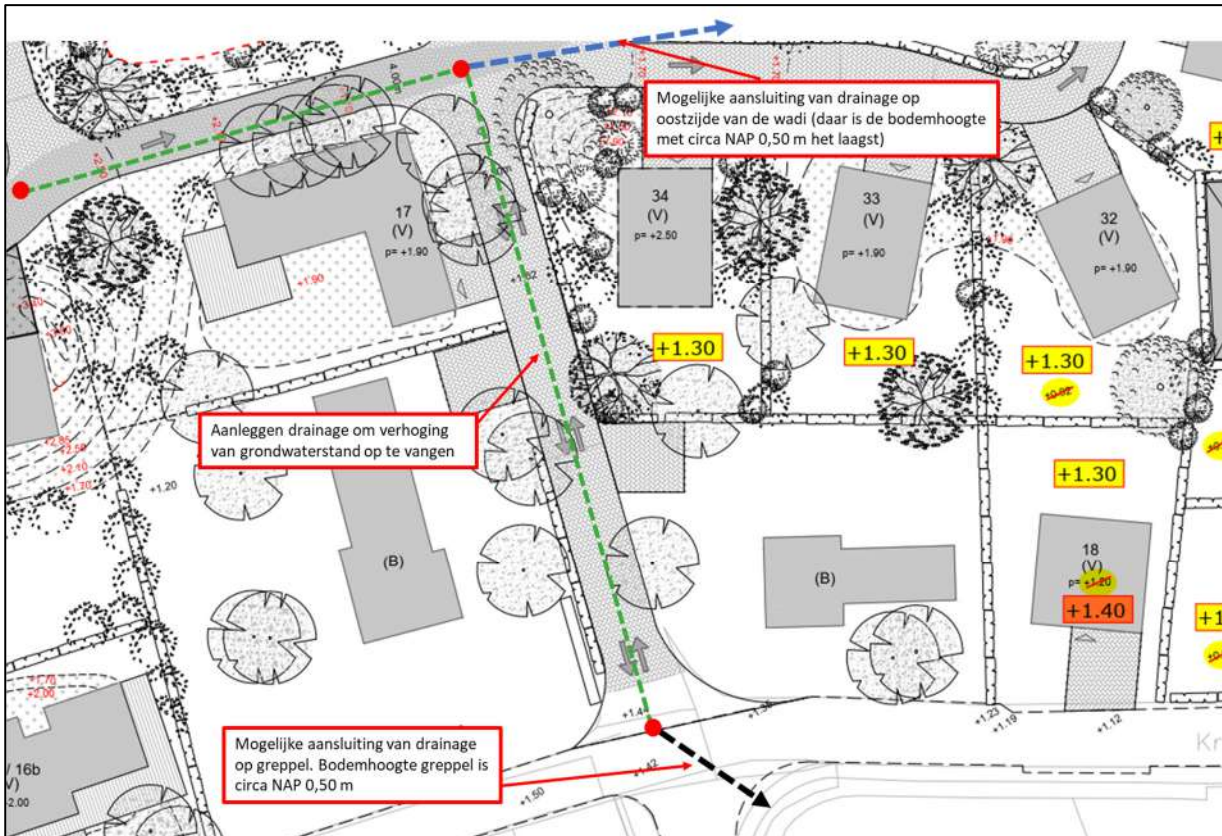
Ter plaatse van de meetnetpeilbuis (CAS3.07) wordt in de huidige situatie o.b.v. de RHG niet voldaan aan de ontwateringsrichtlijn van 70 centimeter. Het grondwatermodel laat zien dat dit geldt voor bijna het gehele zuidelijke deel van het projectgebied, met uitzondering van de percelen van de bestaande panden. Door de geplande herinrichting van het gebied zal er netto meer grondwateraanvulling plaatsvinden en ontstaat een verhoogde bodemweerstand tegen verticale grondwaterstroming. Beide factoren resulteren in een grondwaterstandstijging. Op basis van de effectberekening van het grondwatermodel is deze stijging maximaal circa 15 centimeter in een natte winter situatie. De grootste stijging vindt plaats bij de nieuwe wadi.

Ter plaatse van de bestaande panden binnen het projectgebied neemt de grondwaterstand in een natte periode met circa 5 centimeter toe. De 5 centimeter grens wordt in de geohydrologie gehanteerd om te bepalen of een grondwaterstijging significant is. De stijging van de grondwaterstand is dus significant. Het model geeft aan dat de ontwateringsdiepte ook in de nieuwe situatie enkele centimeters groter is dan 70 centimeter. Daarbij wordt opgemerkt dat het model een onderschatting (circa 15 centimeter) geeft van de RHG in de huidige situatie (zie paragraaf 4.3). De werkelijke ontwateringsdiepte zal dus kleiner zijn dan 70 centimeter en voldoet daarmee niet. Omdat de grondwaterstijging significant is en de ontwateringssituatie voor hoge grondwaterstanden niet voldoet, zijn grondwatermaatregelen nodig.

Op basis van het bouwjaar zijn de bestaande zuidelijke panden kwetsbaar voor grondwateroverlast. De kans op grondwateroverlast neemt toe door de geplande herinrichting van het projectgebied. Het advies is dan ook om maatregelen te treffen om op die manier overlast te voorkomen.

7.2 Advies

Een grondwatermaatregel moet erin resulteren dat de zuidelijke panden geen grondwateroverlast krijgen. Voorafgaand aan het uitvoeren van deze maatregel adviseren we daarom in overleg te treden met de pand eigenaren. Eventueel kan ervoor gekozen worden om een bouwkundige inspectie uit te voeren om de kwetsbaarheid van de panden beter in kaart te brengen. Wanneer de bouwkundige inspectie bevestigt dat een grondwatermaatregel nodig is om grondwaterproblematiek te voorkomen, is het advies een drainage of watergang op het openbare terrein aan te leggen om de grondwaterstand op de percelen van de twee bestaande panden te verlagen. Wanneer er geen hoge grondwaterstanden meer zijn, kunnen deze ook geen overlast meer geven. In figuur 14 is alvast een schetsontwerp voor een mogelijke oplossing weergegeven.



Figuur 14: Schetsontwerp drainageleiding (met in zwart de optie om drainage aan te sluiten op bestaande greppel en middels de blauwe pijl de mogelijke afvoerrichting aangeduid naar de nieuwe wadi).

Middels de aanleg van een drainageleiding in de openbare weg kan de berekende verhoging van de grondwaterstanden worden afgevangen. Optioneel kan er gekozen worden om uitleggers bij deze drainage te realiseren. Pandeigenaren wordt hiermee de optie geboden om eigen drainage te laten aansluiten op het drainagestelsel in openbaar terrein. Bij voorkeur wordt de drainageleiding aangesloten op het lager gelegen deel van de nieuwe wadi met een bodemhoogte van NAP + 0,50 m. Op basis van de bodemhoogte van de bestaande greppel is het ook mogelijk om de drainage naar de bestaande greppel af te voeren. Op basis van de bodemhoogte van de nieuwe wadi en de bodemhoogte van de bestaande greppel is het mogelijk om een drainage-instelniveau van circa NAP +0,60 m te hanteren (10 cm boven bodemhoogte). Bij een maaiveldhoogte van bestaande percelen van circa NAP +1,50 m is dit ruim voldoende om de gewenste grondwatersituatie te halen.

In plaats van een drainageleiding met instelniveau NAP +0,6 m, kan ook een greppel met vergelijkbare bodemhoogte worden gerealiseerd. De greppel zou over hetzelfde tracé als de drain aangelegd moeten worden, maar dan naast de rijbaan. Dit is wellicht een aantrekkelijkere oplossing als het gaat om onderhoud, maar leidt ook tot een grotere ruimtevraag. Een drainageleiding kan doorgaans onder de openbare weg worden aangelegd en leidt (bovengronds) niet tot een extra ruimte vraag.

Het uitgangspunt hierbij is dat de greppel waarop de drainage (of nieuwe greppel) wordt aangesloten vrij kan afstromen richting het oppervlaktewater. Indien de drainage wordt aangesloten op de bestaande greppel is het advies om in het veld te controleren of dit daadwerkelijk het geval is en eventuele stuwen en duikers in te meten.

In het laagstgelegen deel van het plangebied, het zuidoostelijk deel, dient het maaiveld te worden opgehoogd tot minimaal NAP + 1,30 m om te zorgen dat de tuinen niet te nat worden en blijven.

7.3 Aanbevelingen

Naar aanleiding van deze rapportage is er een aantal aanbevelingen en of aandachtspunten te benoemen.

Onderstaand zijn de belangrijkste acties of aandachtspunten benoemd, te weten:

- Het hoogteplan van de toekomstige situatie dient te worden aangepast, zodanig dat de toekomstige maaiveldhoogte in het zuidoostelijke deel van het plan minimaal NAP + 1,30 m wordt;
- Het HWA-riool inclusief waterberging moet nog nader worden gedimensioneerd conform de gemeentelijke normen om een goede werking van het systeem te kunnen garanderen;
- Achter de overstortconstructie in de wadi kan hemelwater via een nieuwe duiker onder de Geversweg afvoeren op de achterliggende watergang. Bij de nadere uitwerking dient aandacht te zijn voor de hoogteligging en diameter van deze duiker en de afmetingen van de greppel waarop de duiker afvoert. Getoetst moet worden of deze duiker en watergang voldoet aan de vereiste afvoercapaciteit;
- In de verdere uitwerking moet worden getoetst of de doorlaat in de overstortvoorziening voldoende is om te voldoen aan de gewenste ledigingstijd van de wadi, zodat een volgende bui ook kan worden verwerkt;
- Indien wordt besloten om een drainageleiding aan te leggen conform figuur 14, wordt geadviseerd deze af te voeren naar de nieuwe wadi in het plangebied. Wanneer ervoor wordt gekozen om de drainageleiding aan te sluiten op de bestaande greppel in het zuiden, is het advies om in het veld te controleren of deze greppel vrij kan afvoeren naar het oppervlaktewater. Eventuele aanwezige duikers of stuwen in dit tracé dienen te worden ingemeten om dit te kunnen beoordelen.

Bijlage 1

Doorlatendheidsonderzoek Duwabo

NOTITIE

Project : 1059 Doorlatendheidsonderzoek Castricum
Onderwerp: Doorlatendheidsonderzoek onverzadigde zone
Kenmerk: 1030 NOTITIE INFILTRATIE 20200813 MD

Uitgebracht aan: C. Nelis bouw & Ontwikkeling
Ter attentie van: Michiel Mulder
Opgesteld door: C. Duinmeijer
Vrijgave: M. Duinmeijer
Datum: 13 augustus 2020

INLEIDING

C. Nelis bouw & ontwikkeling is bezig met de voorbereiding om een bestemmingsplan op te stellen voor het projectgebied aan de Kramersweg, te Castricum. Ter aanvulling op het waterplan is aan Advies- en Ingenieursbureau Duwabo b.v. opdracht verstrekt om de juiste infiltratiecapaciteit van de ondergrond op locatie te bepalen. Hiervoor zijn drie doorlatendheidsonderzoeken uitgevoerd. Deze notitie beschrijft de toegepaste onderzoeksstrategie en methode van de uitgevoerde doorlatendheidsproeven.

Infiltratiepotentie

De op locatie aangetroffen bodemopbouw met hoofdzakelijk aarde en zand, waarbij geen storende en slecht waterdoorlatende bodemlagen zijn aangetroffen, duidt er op dat de bodem doorlatend is.

De GHG van het onderzoeksgebied wordt geschat op een diepte van 0,50 tot 0,70 meter ten opzichte van maaiveld. Deze grondwaterstand in combinatie met de aangetroffen bodemlaag maakt het mogelijk in de onverzadigde bodemzone (zone boven de grondwaterstand) te kunnen infiltreren.

Onderzoekstrategie

Volgens de infiltratiepotentie zal in de onverzadigde doorlatendheidsmetingen uitgevoerd dienen te worden. Uit de bevindingen van het onderzoeksgebied blijkt dat de bodemlaag waarin geïnfiltreerd zal worden homogeen is. Dit gegeven heeft de volgende onderzoek intensiteit bepaald:

- 3 boringen tot 0,60 á 1,00 meter onder maaiveld;
- 3 doorlatendheidsmetingen in de onverzadigde zone (1 per boorgat).

Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven

Voor het bepalen van de doorlatendheid in de onverzadigde zone is de constant-head (verhoging) methode toegepast. Constant-head (verhoging) methode houdt in: het constant verhogen van de grondwaterspiegel, waarbij het benodigde debiet wordt gemeten. De meting heeft plaats gevonden in een boorgat met filterbuis en is boven de grondwaterstand uitgevoerd. Een visualisatie is weergegeven in Figuur 1.

Met een automatische permeameter van Eijkelkamp Agrisearch Equipment en Soilmoisture Equipment Corporation is via een waterreservoir en vlotter de grondwaterspiegel in het boorgat verhoogd met een constante waarde. De hoeveelheid water die toegevoegd wordt om deze waterhoogte te handhaven wordt met behulp van een digitale weegschaal gemeten. De weegschaal is gekoppeld aan een laptop welke aan de hand van software en ingevulde variabelen de K-waarde berekend bij een constant debiet (Q). Om de K-waarde uit de veldgegevens te berekenen, zijn meerdere modellen beschikbaar. De modelkeuze hangt af van de randvoorwaarden van de modellen en de aangetroffen situatie in het veld. Omdat de afstand van de bodem van het boorgat tot de eerste ondoorlatende laag vele malen groter is dan 2 x de waterverhoging (H) in het boorgat, is de formule van Glover toegepast:

$$k_{verz} = A \cdot Q$$

waarbij:

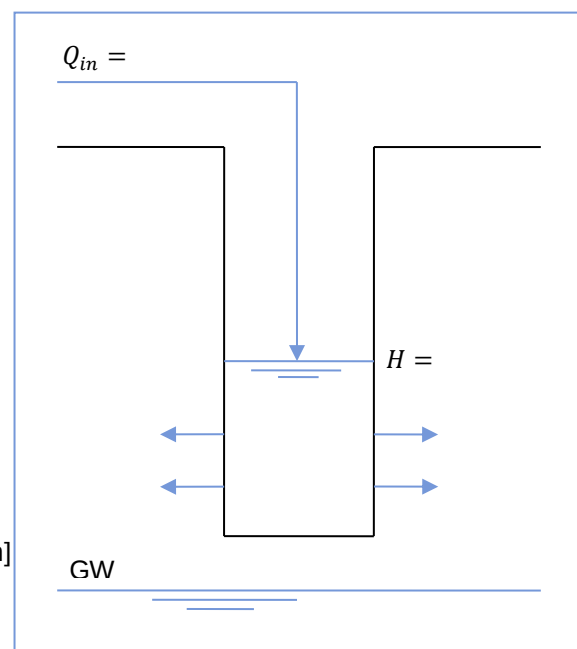
k_{verz}	=	verzadigde doorlatendheid [m/dag]
Q	=	stromingsdebiet van het water in evenwichtssituatie [m^3/dag]
A	=	geometrische coëfficiënt [-]

De waarde van A is te berekenen met de volgende formule:

$$A = \frac{\sinh^{-1}\left(\frac{H}{r}\right) - \left(\left(\frac{r}{H}\right)^2 + 1\right)^{\frac{1}{2}} + \frac{r}{H}}{2 \cdot \pi \cdot H^2}$$

waarbij:

H	=	hoogte van de waterkolom in het boorgat [m]
r	=	straal van het boorgat [m]
$\sinh^{-1}$	=	inverse hyperbolische sinusfunctie



Figuur 1: Constant-headtest (verhoging)

Uitvoering in-situ doorlatendheidsmetingen

De veldwerkzaamheden zijn uitgevoerd op 4 augustus 2020 door Collin Duinmeijer van Advies- en Ingenieursbureau Duwabo b.v. De werkzaamheden zijn uitgevoerd volgens de onderzoekstrategie en beschreven methodiek. De locaties van de uitgevoerde metingen zijn weergegeven in Figuur 2 hieronder.



Figuur 2: Overzicht locaties bodemprofielen

De doorlatendheidsmetingen zijn uitgevoerd in een homogene bodemlaag. Voorafgaand aan elke doorlatendheidsmeting is een referentieboring uitgevoerd om inzicht te verkrijgen in de bodemopbouw en grondwaterstand ter plaatse zoals de leidraad voorschrijft. In de dagen voorafgaand aan de veldwerkzaamheden is geen neerslag gevallen die de doorlatendheidsmetingen zouden kunnen beïnvloeden.

ONDERZOEKRESULTATEN

Bodemopbouw

De aangetroffen bodemopbouw bestaat zoals verwacht naar aanleiding van het bodemonderzoek hoofdzakelijk uit teelaarde, in de toplaag van het maaiveld is teelaarde aangetroffen en hieronder is matig fijn zand aangetroffen. In Tabel 1 zijn de bodemopbouw en eventuele waarnemingen tijdens het boren voor het doorlatendheidsonderzoek per boring weergegeven.

Boring-nummer	Diepte t.o.v. maaiveld [m]	Bodemsamenstelling	Kleur	Opmerkingen
1	0,00 - 0,30	Teelaarde	Zwart	
	0,30 - 1,05	Zand, matig fijn	Zwart/Lichtbruin	
2	0,00 - 0,60	Teelaarde	Zwart	
3	0,00 - 0,30	Teelaarde	Zwart	
	0,30 - 0,70	Teelaarde	Bruin	Teelaarde kleurt geleidelijk lichter

Tabel 1: Overzicht bodemopbouw

Grondwaterstand

De aangetroffen grondwaterstand bij locatie 1 zat op ongeveer 1,25 m – mv en bij locatie 2/3 op ongeveer 0,75 m – mv.

Onderzoeksresultaten doorlatendheidsmetingen

De gegevens en resultaten van de doorlatendheidsmetingen zijn per meting weergegeven in Tabel 2. Hierbij valt op dat de gemiddelde K-waarde bij boring 3 significant hoger ligt dan de berekende K-waarden bij boring 1 en 2. Uitgebreidere gegevens en uitwerking van de doorlatendheidsmetingen inclusief grafieken en tabellen zijn weergegeven per boring in Bijlage 1 tot en met 3.

Boring-nummer	Meting	Boorgat diameter [m]	Diepte boorgat t.o.v. maaiveld [m]	Constante waterhoogte in boorgat [m]	K-waarde [m/dag]
1	1	0,10	1,03	0,09	2,97
2	1	0,10	0,60	0,09	1,15
3	1	0,10	0,68	0,10	0,75
Gemiddelde drie locaties:					1,62

Tabel 2: Overzicht gegevens en resultaten doorlatendheidsmetingen

In de uitwerking van de doorlatendheidsmeting in Bijlage 1-3 zijn bij sommige doorlatendheidsproeven wat metingen niet meegenomen in de resultaten. Deze metingen zijn onnauwkeurig omdat tussentijds het waterreservoir is bijgevuld, omdat de meetapparatuur bij deze meting al uit het boorgat gehaald terwijl de meting nog doorliep of door de weersomstandigheden. Om goed de K-waarde van de ondergrond te bepalen zijn minimaal 5 achtereenvolgende metingen benodigd met een afwijking van minder dan 10% a 15%, dit is bij iedere proef gelukt.

Onderzoeksresultaten en conclusie

De berekende K-waarden van boring 2 en 3 liggen relatief dicht bij elkaar. De berekende K-waarden bij boring 1 is ten opzichte van de andere boringen wat hoger, ook onderling bij meting 2 en 3 van deze boring verschilt de K-waarde wel iets. De afstand ten opzichte van elkaar, en het verschil in de grondwaterstand t.o.v. maaiveld speelt hier een rol in. De gemiddelde waterdoorlatendheid van de bodem is een K-waarde van 1,62 m per dag.

Wanneer toch het vermoeden heerst dat de K-waarde van boring 1 niet respectievelijk is voor de rest van het terrein, kan ervoor worden gekozen deze uit beschouwing te laten wat neerkomt op een gemiddelde K-waarde van 0,95 m per dag.



BIJLAGEN



BIJLAGE 1 DOORLATENDHEIDSONDERZOEK BORING 1



Location: Kramersweg 7

Site: Locatie 1

Time interval between readings: 1 minute

Ksat Method: Glover Solution

Steady Flow Rate Condition

Steady Flow Rate achieved when Water Consumption Rate changes less than +/- 10 % for 5 consecutive readings

Steady Flow Rate: 137,542 ml/min

Temp. Adj. FR: 137,785 ml/min

Percolation Rate: 0,570 min/cm

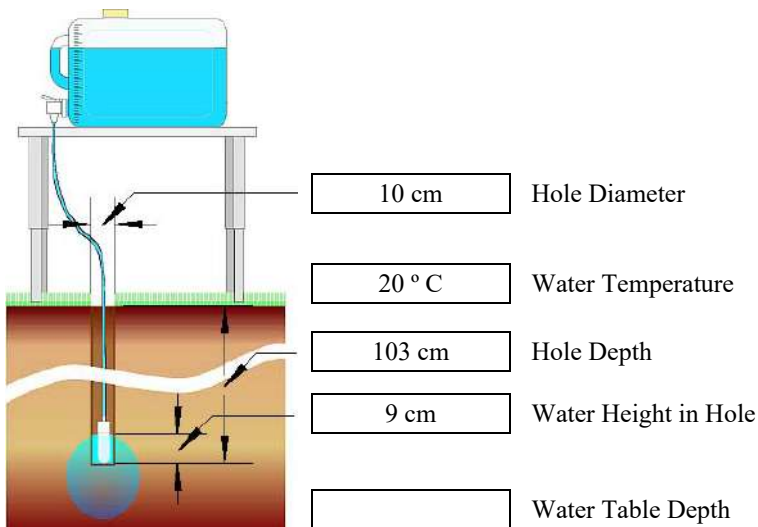
Ksat: 2,97 Meters / day

Notes:

bij 3 cm gaat het over van aarde naar zandgrond met een beetje uitsloeping van ijzer tussendoor. grond wordt donkerder naarmate je dieper gaat (meer organisch materiaal?)
gws: 1,26m

Site GPS Position

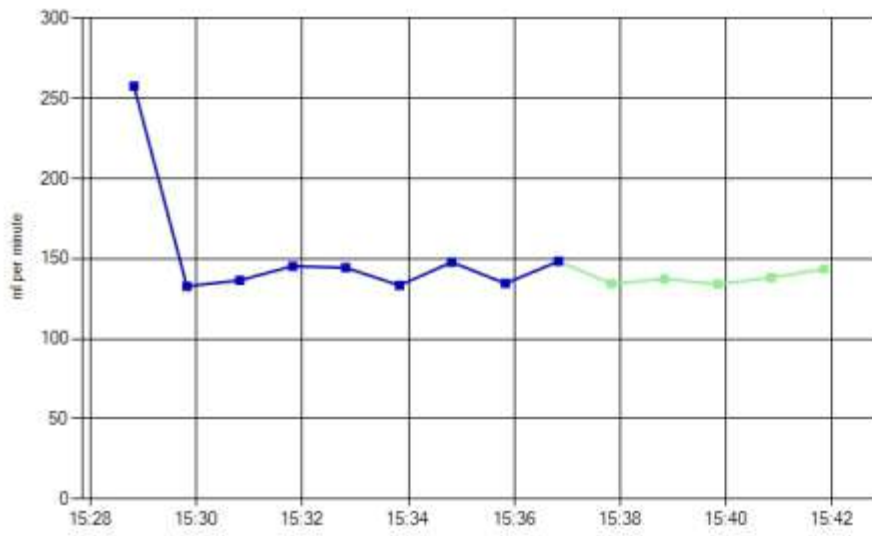
	Degrees	Minutes	Seconds	
Longitude:	0	0	0	East
Latitude:	0	0	0	North



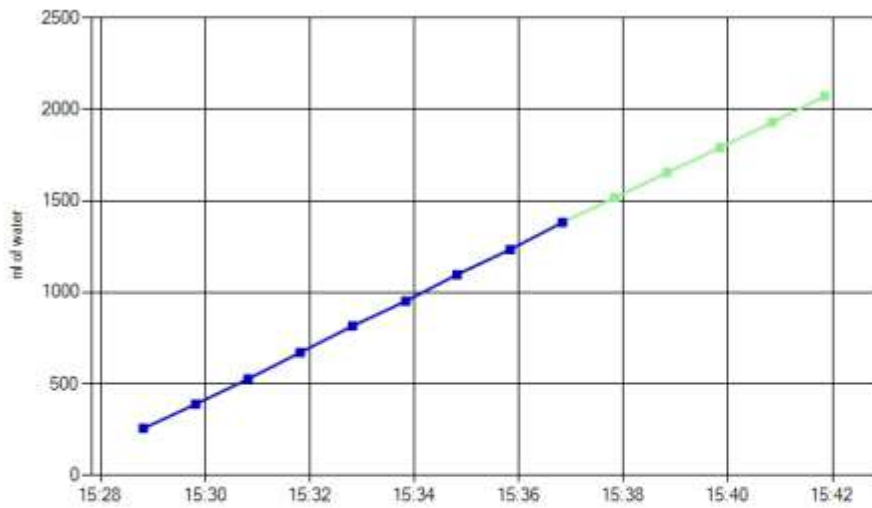
Soil Texture-Structure Category:

Most structured soils from clays through loams; also includes unstructured medium and fine sands. The category most frequently applicable for agricultural soils.

Water Consumption Rate



Total Water Consumed



<u>Time</u>	<u>Reservoir Water Level</u>	<u>Elapsed Time Interval</u>	<u>Interval Water Consumed</u>	<u>Total Water Consumed</u>	<u>Water Consumption Rate</u>	<u>Ignore Reading</u>
15:27:49	7573,6 ml					
15:28:49	7316,0 ml	1 minute	257,6 ml	257,6 ml	257,600 ml/min	
15:29:49	7183,2 ml	1 minute	132,8 ml	390,4 ml	132,800 ml/min	
15:30:49	7046,6 ml	1 minute	136,6 ml	527,0 ml	136,600 ml/min	
15:31:49	6901,2 ml	1 minute	145,4 ml	672,4 ml	145,400 ml/min	
15:32:49	6756,8 ml	1 minute	144,4 ml	816,8 ml	144,400 ml/min	
15:33:50	6621,2 ml	1 minute	135,6 ml	952,4 ml	133,377 ml/min	
15:34:49	6475,8 ml	59 seconds	145,4 ml	1097,8 ml	147,864 ml/min	
15:35:50	6339,0 ml	1 minute	136,8 ml	1234,6 ml	134,557 ml/min	
15:36:50	6190,6 ml	1 minute	148,4 ml	1383,0 ml	148,400 ml/min	
15:37:50	6056,2 ml	1 minute	134,4 ml	1517,4 ml	134,400 ml/min	
15:38:50	5918,8 ml	1 minute	137,4 ml	1654,8 ml	137,400 ml/min	
15:39:51	5782,4 ml	1 minute	136,4 ml	1791,2 ml	134,164 ml/min	
15:40:51	5644,2 ml	1 minute	138,2 ml	1929,4 ml	138,200 ml/min	
15:41:51	5500,6 ml	1 minute	143,6 ml	2073,0 ml	143,600 ml/min	



BIJLAGE 2 DOORLATENDHEIDSONDERZOEK BORING 2



Location: Kramersweg 7

Site: Locatie 2

Time interval between readings: 1 minute

Ksat Method: Glover Solution

Steady Flow Rate Condition

Steady Flow Rate achieved when Water Consumption Rate changes less than +/- 10 % for 5 consecutive readings

Steady Flow Rate: 53,560 ml/min

Temp. Adj. FR: 53,565 ml/min

Percolation Rate: 1,466 min/cm

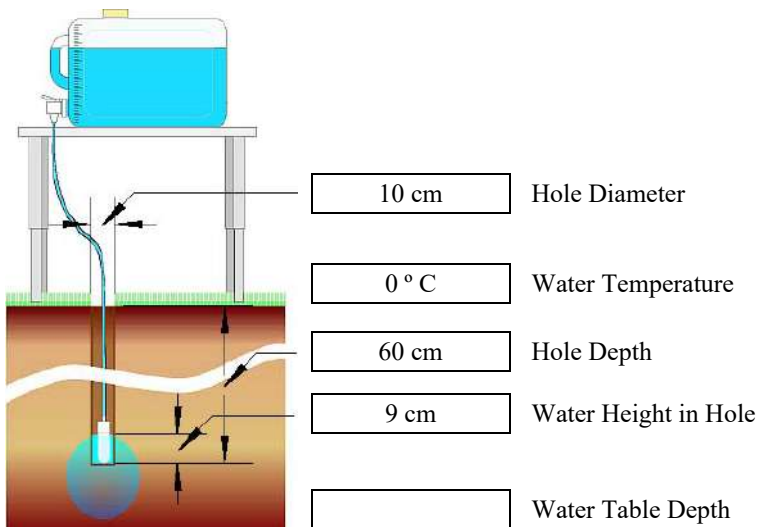
Ksat: 1,15 Meters / day

Notes:

zanderige landbouw aarde, egaal van kleur en textuur

Site GPS Position

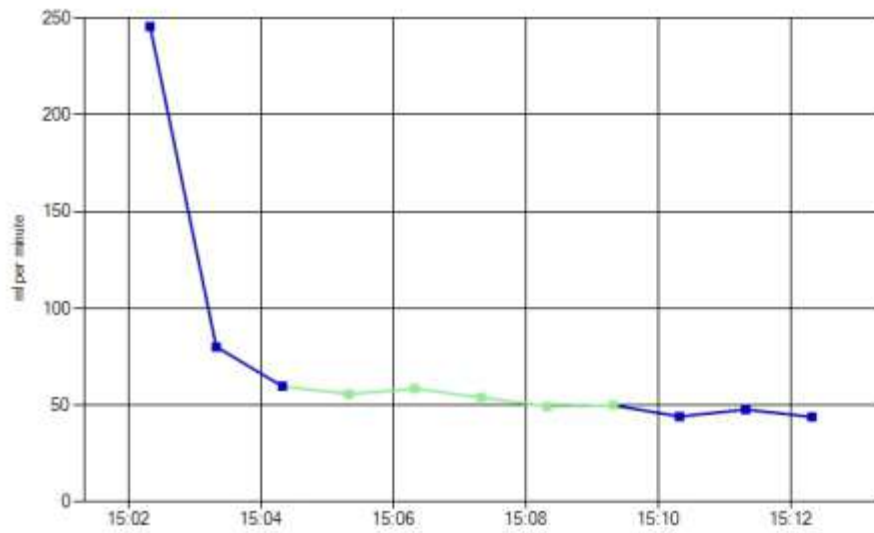
	Degrees	Minutes	Seconds	
Longitude:	0	0	0	East
Latitude:	0	0	0	North



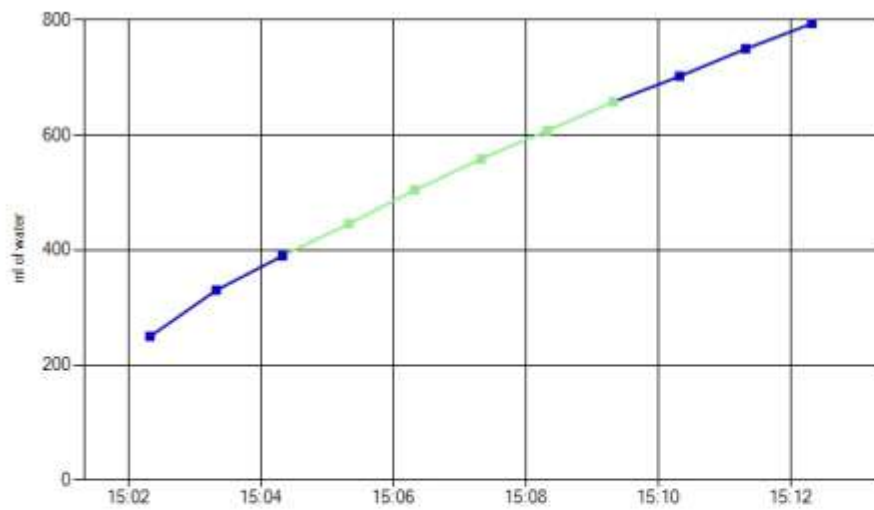
Soil Texture-Structure Category:

Most structured soils from clays through loams; also includes unstructured medium and fine sands. The category most frequently applicable for agricultural soils.

Water Consumption Rate



Total Water Consumed



<u>Time</u>	<u>Reservoir Water Level</u>	<u>Elapsed Time Interval</u>	<u>Interval Water Consumed</u>	<u>Total Water Consumed</u>	<u>Water Consumption Rate</u>	<u>Ignore Reading</u>
15:01:18	8990,6 ml					
15:02:19	8740,8 ml	1 minute	249,8 ml	249,8 ml	245,705 ml/min	
15:03:19	8660,6 ml	1 minute	80,2 ml	330,0 ml	80,200 ml/min	
15:04:19	8600,8 ml	1 minute	59,8 ml	389,8 ml	59,800 ml/min	
15:05:19	8545,0 ml	1 minute	55,8 ml	445,6 ml	55,800 ml/min	
15:06:19	8486,4 ml	1 minute	58,6 ml	504,2 ml	58,600 ml/min	
15:07:19	8432,4 ml	1 minute	54,0 ml	558,2 ml	54,000 ml/min	
15:08:19	8383,0 ml	1 minute	49,4 ml	607,6 ml	49,400 ml/min	
15:09:19	8333,0 ml	1 minute	50,0 ml	657,6 ml	50,000 ml/min	
15:10:19	8288,8 ml	1 minute	44,2 ml	701,8 ml	44,200 ml/min	
15:11:19	8241,0 ml	1 minute	47,8 ml	749,6 ml	47,800 ml/min	
15:12:19	8197,0 ml	1 minute	44,0 ml	793,6 ml	44,000 ml/min	



BIJLAGE 3 DOORLATENDHEIDSONDERZOEK BORING 3



Location: Kramersweg 7

Site: Locatie 3

Time interval between readings: 1 minute

Ksat Method: Glover Solution

Steady Flow Rate Condition

Steady Flow Rate achieved when Water Consumption Rate changes less than +/- 15 % for 8 consecutive readings

Steady Flow Rate: 39,438 ml/min

Temp. Adj. FR: 39,442 ml/min

Percolation Rate: 1,991 min/cm

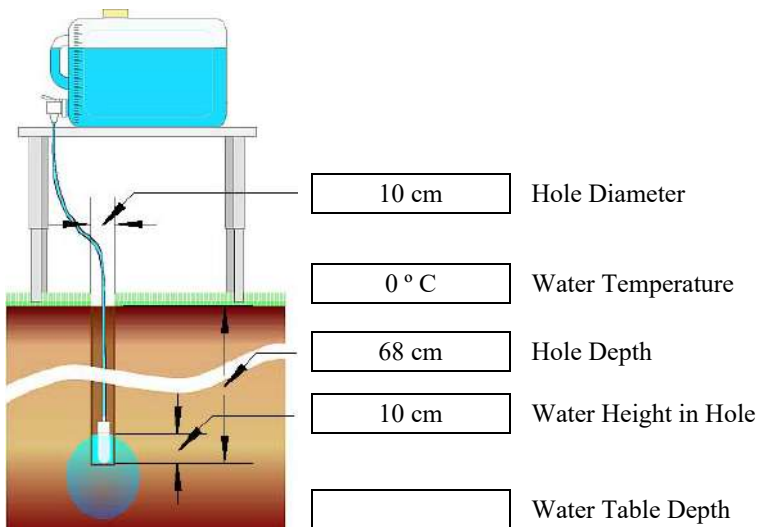
Ksat: 0,75 Meters / day

Notes:

Landbouwgrond, na 30cm iets lichter. Geen zand, aarde tot >0.8m

Site GPS Position

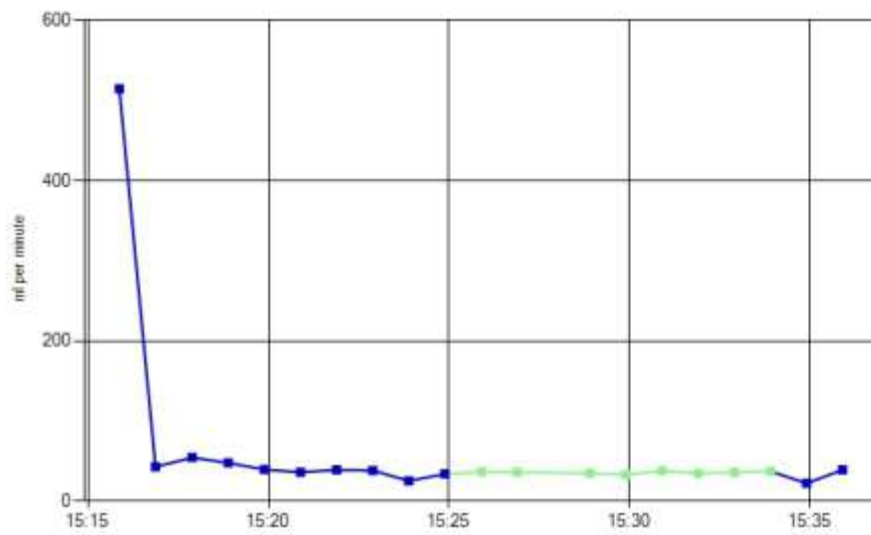
	Degrees	Minutes	Seconds	
Longitude:	0	0	0	East
Latitude:	0	0	0	North



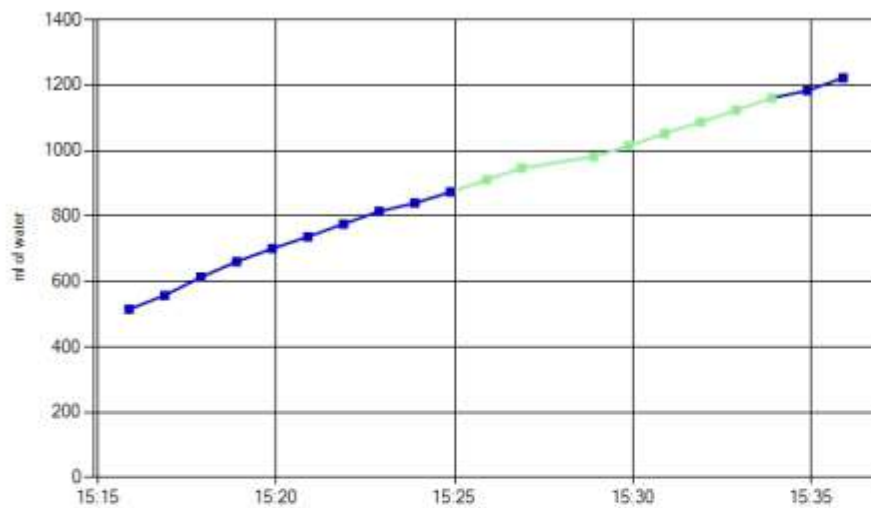
Soil Texture-Structure Category:

Most structured soils from clays through loams; also includes unstructured medium and fine sands. The category most frequently applicable for agricultural soils.

Water Consumption Rate



Total Water Consumed



<u>Time</u>	<u>Reservoir Water Level</u>	<u>Elapsed Time Interval</u>	<u>Interval Water Consumed</u>	<u>Total Water Consumed</u>	<u>Water Consumption Rate</u>	<u>Ignore Reading</u>
15:14:52	7514,8 ml					
15:15:52	7000,4 ml	1 minute	514,4 ml	514,4 ml	514,400 ml/min	
15:16:52	6957,4 ml	1 minute	43,0 ml	557,4 ml	43,000 ml/min	
15:17:53	6902,0 ml	1 minute	55,4 ml	612,8 ml	54,492 ml/min	
15:18:53	6854,2 ml	1 minute	47,8 ml	660,6 ml	47,800 ml/min	
15:19:53	6814,6 ml	1 minute	39,6 ml	700,2 ml	39,600 ml/min	
15:20:53	6778,4 ml	1 minute	36,2 ml	736,4 ml	36,200 ml/min	
15:21:53	6739,2 ml	1 minute	39,2 ml	775,6 ml	39,200 ml/min	
15:22:53	6700,8 ml	1 minute	38,4 ml	814,0 ml	38,400 ml/min	
15:23:53	6675,4 ml	1 minute	25,4 ml	839,4 ml	25,400 ml/min	
15:24:53	6641,4 ml	1 minute	34,0 ml	873,4 ml	34,000 ml/min	
15:25:54	6604,2 ml	1 minute	37,2 ml	910,6 ml	36,590 ml/min	
15:26:53	6568,6 ml	59 seconds	35,6 ml	946,2 ml	36,203 ml/min	
15:27:53	6500,6 ml	1 minute				Yes
15:28:54	6465,0 ml	1 minute	35,6 ml	981,8 ml	35,016 ml/min	
15:29:54	6432,0 ml	1 minute	33,0 ml	1014,8 ml	33,000 ml/min	
15:30:54	6394,2 ml	1 minute	37,8 ml	1052,6 ml	37,800 ml/min	
15:31:54	6359,4 ml	1 minute	34,8 ml	1087,4 ml	34,800 ml/min	
15:32:54	6323,2 ml	1 minute	36,2 ml	1123,6 ml	36,200 ml/min	
15:33:54	6285,8 ml	1 minute	37,4 ml	1161,0 ml	37,400 ml/min	
15:34:54	6263,4 ml	1 minute	22,4 ml	1183,4 ml	22,400 ml/min	
15:35:54	6224,2 ml	1 minute	39,2 ml	1222,6 ml	39,200 ml/min	

Bijlage 2

Voorstel 2 wadi 14-12-2021 (voorstel gemeente + toelichting Nelis)

Dit gedeelte aan de westzijde wordt mogelijk toekomstig gerealiseerd.
(meegestuurd ter info, maar voor nu nog niet in rapportage/berekening hanteren.)

Principe door gemeente opgesteld

Voorstel wadi zanderij besproken 14 dec 2021



Hoogte (nood/
versnelde) overstroom
op +1,20m NAP.

OOST maaiveld
kramersweg
+1.40/1.50



Deze groene lijn is bodem waterpartij.
Aan de westzijde op +1,00m NAP en
loopt af naar oostzijde op +0,50m NAP

Vertraagde afvoer
(Martens GoFlow) op
+0,60mNAP

De afvoer verloopt via
een buis van de
waterpartij naar de
noordzijde, gaat daar
het plangebied uit,
onder de Geversweg
door, naar de greppel
naast de
Duinenboschweg.
Bodem greppel ca.
+0,45m NAP

Bijlage 3

Vigerend beleid (onderdeel van waterplan Geonius)

3 Vastgesteld beleid

3.1 Watertoets

De watertoets is een procesinstrument dat is verankerd in de Wet op de Ruimtelijke Ordening (WRO), het Besluit op de Ruimtelijke Ordening (BRO) en het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) 2003 en 2008. De bedoeling van het instrument is om wateraspecten van meet af aan mee te nemen bij ruimtelijke plannen en besluiten. Het gaat hierbij om vijf thema's: waterkwantiteit, waterkwaliteit, waterkeringen, afvalwaterketen en beheer en onderhoud van nieuw oppervlaktewater.

3.2 Provincie

Het provinciaal waterbeleid is op hoofdlijnen vastgelegd in de Watervisie 2021 Noord-Holland en verder uitgewerkt in een Uitvoeringsprogramma 2016-2021. De watervisie is een zelfbindend document met het waterbeleid, teneinde te voldoen aan de vereisten van de Europese Kaderrichtlijn Water en aanvullende nationale kaders, waaronder het Nationaal Waterplan en het Deltaprogramma. Het document zet in op drie thema's waaraan alle projecten moeten voldoen: Veilig, Schoon en Voldoende water.

3.3 Gemeente

De gemeente Castricum is verantwoordelijk voor de inzameling en transport van het afval-, en hemelwater, en het voorkomen van structurele grondwateroverlast. Zij voeren deze taak uit in een samenwerkingsverband. Vanuit het regionale Samenwerkingsverband Waterketen Noord Kennemerland Noord werken zij met de zeven regionale gemeenten (Alkmaar, Bergen, Castricum, Heerhugowaard, Heiloo, Langedijk, Uitgeest), het hoogheemraadschap en het drinkwaterbedrijf PWN samen om invulling te geven aan deze taakstelling. Samen is een gezamenlijk GRP opgesteld. Dit alles gebaseerd op een visie die aansluit op de afspraken in het Nationaal Bestuursakkoord Water en de afspraken die gemaakt zijn in de overeenkomsten van het Samenwerkingsverband Waterketen 'Noord-Kennemerland Noord'.

In het Bestuursakkoord Water staan samenwerking, het vergroten van de kwaliteit en kennis, het verminderen van de kwetsbaarheid en het maken van minder (meer)kosten centraal. Dit moet gerealiseerd worden zonder dat hierbij de volksgezondheid, de veiligheid en het milieu in het geding komen. Aan de oplossing van deze vraagstukken voor de korte termijn heeft de gemeente Castricum invulling gegeven in de rapportage "gemeentelijk rioleringsplan Castricum".

De gemeente streeft een integrale aanpak na, waarbij ook andere aspecten van de openbare ruimte (zoals wegen, groen, openbare verlichting en, als dat gelegen komt, de aanleg van stadsverwarming) worden meegenomen. Gemeente Castricum wil binnen het beschikbare budget zoveel mogelijk wijkgericht te werken, zodat een integrale benadering nog meer tot zijn recht komt. Natuurlijk krijgt Ruimtelijke Adaptatie de aandacht.

Over de omgang met hemelwater en grondwater richt de gemeente zich op de nabije toekomst en probeert overlast te voorkomen. Doordat het hemelwater zo veel mogelijk lokaal verwerkt wordt, wordt ook meer geanticipeerd op klimaatverandering. Regenbuien worden steeds heviger en de bestaande riolering wordt steeds meer op de proef gesteld. De capaciteit van het riool is simpelweg niet groot genoeg om al dit hemelwater te kunnen afvoeren. Daarom richten wij ons als regio op slimme bovengrondse oplossingen.

Dat wil zeggen dat ruimte wordt gecreëerd in bijvoorbeeld openbaar groen en oppervlaktewater. Zo wordt het hemelwater bovengronds verwerkt zonder dat capaciteitsproblemen in de riolering ontstaan. Ook de straat kan hierbij in worden gezet als ruimte om hemelwater tijdelijk op te vangen. Een gevolg hiervan kan zijn dat er vaker

water op straat komt te staan. Daar staat echter wel tegenover dat wateroverlast en schade zo veel mogelijk voorkomen moeten worden.

De klimaatverandering beïnvloedt ook de grondwaterstanden. Om het risico van langdurige droogte te beperken, is de grondwatervoorraad belangrijk. Wij gaan daarom op plaatsen waar het kan (met een laag grondwaterpeil) maatregelen toepassen, bijvoorbeeld infiltratie.

3.4 Hoogheemraadschap

Het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier is in 2003 ontstaan na een fusie van alle waterschappen binnen de provincie Noord-Holland boven het Noordzeekanaal. Het plangebied ligt westelijk binnen het beheergebied van dit Hoogheemraadschap. Voor een bestemmingsplan fungeert het Hoogheemraadschap als informatieverstrekker, adviseur en toetsingsorgaan. Het Hoogheemraadschap zorgt ervoor dat de waterbelangen binnen een ontwikkeling meegenomen worden en waar nodig op de eerste plaats geplaatst worden. Ook bij bestemmingsplannen met een beheerskarakter waarin weinig nieuwe ontwikkelingen mogelijk worden gemaakt is het opnemen van een waterparagraaf van belang. Het beleid van het Hoogheemraadschap is uitgestippeld in de Keur. Om deze keur te vertalen in de praktijk zijn er Uitvoeringsregels opgesteld waaraan nieuwe stedelijke plannen moeten voldoen. Er kan nadrukkelijk een verbinding worden gelegd met relevant waterbeleid zoals het gemeentelijk waterplan.

Uitgangspunten en richtlijnen in het kader van duurzaam stedelijk waterbeheer zijn:

- Rekening houden met de in het plangebied aanwezige waterbelangen
- 100% compensatie van gedempt oppervlaktewater binnen het plan- of peilgebied
- Compensatie van toename verharding afhankelijk van o.a. toelaatbare peilstijging, afvoercapaciteit en rioolstelsel.
- Waar mogelijk en wenselijk verbetering van de waterhuishouding in samenwerking met het hoogheemraadschap door realisatie van extra waterberging (evt. in combinatie met natuur, openbaar groen of recreatie).
- Realisatie van doorspoelbaar watersysteem door:
 - ontsluiting van doodlopende watergangen en
 - geen nieuwe doodlopende watergangen.
- Voorkomen van 'snipper-blauw' (vijvers met stilstaand water, geïsoleerde slootjes e.d.)
- Voorkomen van vervuiling van oppervlaktewater:
 - door het beperken van de toepassing van:
 - koperen, loden of zinken dakbedekking;
 - chemische onkruidbestrijdingsmiddelen;
 - verduurzaamd hout als oeverbeschoeiing;
 - door het zoveel mogelijk beperken van bladval in het oppervlaktewater
- Voorkomen van directe afstroming van potentieel vervuild regenwater op het oppervlaktewater
- Waar mogelijk aanleg van natuurvriendelijke oevers (zoals plasbermen en rietoevers). Dit kan extra waterberging opleveren.
- Rekening houden met een vrijwaringzone langs een waterkering:
 - Primaire waterkeringen: 100 meter uit teen van de waterkering;
 - Regionale keringen: 50 meter uit teen van de waterkering.
- Rekening houden met max. verkeersbelasting op de waterkering
- Afkoppelen/niet aankoppelen van verhard oppervlak
- Aangeven of en hoe een toename van het (vuilwater) aanbod in het riool wordt verwerkt.

- In nieuwe gebieden geen regenwater naar de rioolwaterzuivering, maar naar het oppervlaktewater afvoeren of infiltreren.
- Watergangen en kunstwerken zodanig dimensioneren dat deze door het hoogheemraadschap varend kunnen worden onderhouden (in de regel geldt dat sloten met een breedte van minimaal 6 meter en een diepte van 1 meter hieraan voldoen).
- Indien geen varend onderhoud mogelijk of wenselijk is, rekening houden met een of twee onderhoudsstroken (ongeveer 5 meter breed) langs watergangen.
- Oppervlaktewater binnen nieuwe stedelijke gebieden kan in onderhoud worden overgenomen door het hoogheemraadschap. Hierover moeten in een vroeg stadium van de planvorming afspraken worden gemaakt.

Gedurende het opstellen van dit waterplan is er contact en afstemming geweest met het hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. Allereerst heeft er een startgesprek plaatsgevonden met de regioadviseur voor de gemeente Castricum (13 juli 2020). Hierin is het plan toegelicht. Daarna is op 16 juli 2020 de digitale watertoets ingediend. Hieruit blijkt dat een normale procedure gevolgd moet worden. De reactie op de digitale watertoets door het Hoogheemraadschap is overgenomen in deze rapportage (zie ook par. 1.3).

Bijlage 4

Plankaart Zanderij Zuid (VO), 1908 210121, met
update van peilhoogtes d.d. 01-02-2022 (Nelis)



LEGENDA

Algemeen

- Plangrens
- 0.00 bestaande peil t.o.v. NAP
- 5.00m breedte rijweg
- 0.00 nieuwe peil t.o.v. NAP
- Hoogtelijn, 40 cm per lijn
- Entree

Verhardingen

- Private terrassen
- Rijweg
- Fietspad
- Voetpad Kramersweg
- Brug
- Westelijke passage met duiker
- 90 cm hoog schapenhekje
- keermuur houten palen/stapelstenen
- betonnen keerwand (150cm) ter bescherming Atlantikwall

Groen

- Nieuwe boom Robinia pseudoacacia 'Semperflorens'
- Nieuwe boom Betula pendula
- Nieuwe boom Populus tremula
- Nieuwe boom Pinus sylvestris
- Nieuwe boom Quercus robur
- Bestaande boom
- Struiken
- Duinbeplanting
- Haag als erfafscheiding Liguster vulgare

Verkeer

- Eenrichtingsverkeer
- Tweerichtingsverkeer
- Afzetpaaltje fietspad

Voorgestelde wijzigingen peilhoogtes n.a.v. afstemmingsoverleggen, d.d. 01-02-2022 (Nelis)

- +7.?? = wijziging maaiveld
- +7.?? = wijziging peil bouwvlak
- +7.?? = wijziging peil waterberging
- +7.?? = suggestie te wijzigen peil verharding/straat
- 7.?? = vervallen peil

