

Toelichting

Betreft	Uitwerking hemelwaterafvoer Burgemeester Meslaan 66, te Tiel
Ons kenmerk	TIE006
Datum	30-05-2022
Behandeld door	C. Maas / CC

In september 2021 is er een watertoets opgesteld voor de ontwikkeling van Burgemeester Meslaan 66, te Tiel. Bij deze watertoets is een voorstel gedaan van de afwatering van het hemelwater vanuit het gebied. Er is hierbij gekeken naar het afwateren richting een watergang ten zuiden van de ontwikkeling (A-watergang 099163 oostelijk van de Burgemeester Meslaan). Hier diende dan nog 16 m³ aan extra berging gegraven te worden om de toename aan verhard oppervlak te compenseren.

Uit de legger van Waterschap Rivierenland bleek toentertijd dat de watergang (A-watergang 099163 oostelijk van de Burgemeester Meslaan) in verbinding stond met een watergang ten westen (A-watergang 099163 westelijk van de Burgemeester Meslaan) door middel van een duiker (Figuur 1). Na het indienen van de watertoets bleek dat deze duiker hier niet lag en dat de watergang niet in verbinding stond met andere watergangen. Daarnaast is er vernomen dat de eigenaren van het pand Burgemeester Meslaan 62 wateroverlast ervaren vanuit de watergang. Dit kan mogelijk komen doordat de watergang ten zuiden van hun perceel geen afvoer heeft. Om de afwatering van de watergang (A-watergang 099163 oostelijk van de Burgemeester Meslaan) te waarborgen en mogelijk de overlast van Burgemeester Meslaan 62 te verkleinen dient er een duiker aangebracht te worden. In onderstaande toelichting is uitgewerkt hoe de watergang verbonden kan worden met een andere watergang. Daarnaast is er in verband met de hoge kosten van de aanleg van de duiker ook een alternatieve manier van waterberging voorgeschreven welke toegepast zou kunnen worden om het hemelwater van de ontwikkeling te bergen.



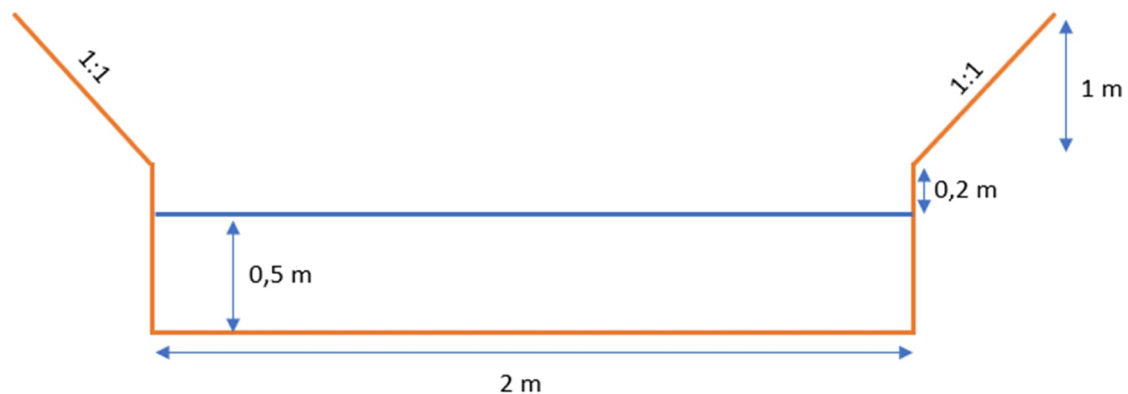
Figuur 1: Locaties watergangdelen. Oostzijde A-watergang 099163 is aangegeven met de groene cirkel. De duiker die niet aanwezig blijkt te zijn is aangegeven met de rode cirkel. Westzijde A-watergang 099163 is aangegeven met de paarse cirkel.

Afwatering watergang

Om te controleren of de duiker aanwezig was is er op 11 mei 2022 een veldbezoek uitgevoerd. De duiker is hierbij niet waargenomen. Daarnaast ligt de westzijde A-watergang 099163 met de bodem hoger dan dat oostzijde A-watergang 099163. De oostzijde A-watergang 099163 was watervoerend terwijl de westzijde A-watergang 099163 dit niet was. Het is dus onlogisch dat hier een duiker tussen ligt.

Om ervoor te zorgen dat de oostzijde A-watergang 099163 toch af kan wateren dient er een duiker aangelegd te worden. Aangezien uit het veldbezoek bleek dat het bodemniveau van de westzijde A-watergang 099163 hoger ligt, is het niet mogelijk om het water hiernaartoe af te voeren. Daarom is er gekeken naar het afvoeren van het water richting watergang 326564 (ten zuiden van de Rivierenlandlaan). Deze watergang heeft het bodemniveau op ongeveer dezelfde diepte als de oostzijde A-watergang 099163. Watergang 326564 ligt echter wel in een ander peilvak dan watergang 099163. In het peilbesluit Tielerswaard bevindt watergang 099163 zich in peilgebied in TLW119 met een vast peil van NAP + 3,75 m. Watergang 326564 ligt in peilgebied TLW008 met een vast peil van NAP + 3,50 m. Om te zorgen dat watergang 099163 het peil behoudt dient er een stuw aangebracht te worden voor de duiker. Aangezien de eigenaren van Burgemeester Meslaan 62 overlast ervaren vanuit de watergang kan er ook voor gekozen worden om watergang 099163 aan te sluiten op watergang 326564 zonder stuw. Hierdoor wordt het waterpeil in watergang 099163 verlaagd en neemt mogelijk de overlast af. Watergang 099163 komt dan in peilgebied TLW008 te liggen.

Aan de hand van het veldbezoek en openbare kaarten is een inschatting gemaakt van de afmetingen van de oostzijde A-watergang 099163. Deze zijn in onderstaande schets weergegeven.



Figuur 2: Schets watergang

In de nieuwe ontwikkeling komt circa 2.440 m² aan verharding te liggen. Volgens de watertoets voert dit volledig af richting de watergang. Verder is er geen verharding aangesloten op de watergang. Aan de hand van de piek van een bui10 (stichting RIONED) is bepaald of de watergang het water van de ontwikkeling kan afvoeren. De piek van een bui10 is 210 l/s/ha. Uit de berekening komt naar voren dat de hoeveelheid water van de ontwikkeling afgevoerd kan worden door de watergang en zorgt voor 1 mm opstuwing (Figuur 3, grote versie in de bijlage).

Profielkeuze watgang			
Bodem breedte	b [mm]	2000	
Waterhoogte	h [mm]	500	
Talud links	1: -	0	
Talud rechts	1: -	0	
Breedte op waterlijn	[mm]	2000	
Nat oppervlak	A [m ²]	1.000	$(b + h) \cdot (1/2 \cdot b_{\text{links}} + h) + (1/2 \cdot b_{\text{rechts}} + h)$
Natte omtrek	P [m]	3.000	$b + b_{\text{links}} + b_{\text{rechts}}$
Hydraulische straal	R [m]	0.333	A / P
Debietbepaling op basis van afvoerend oppervlak			
Bruto afvoerend oppervlak	F _b [m ²]	2440	
Afvoeiingscoëfficiënt	e [-]	1.00	
Netto afvoerend oppervlak	F _n [m ²]	2440	$F_b \cdot e$
Ontwerp-intensiteit	i [l/s/ha]	210	
Debiet	[m ³ /s]	0.0512	$F_n \cdot i \cdot 10^{-4}$
Algemeen			
Zwaartekracht versnelling	g [m/s ²]	9.81	
Kinematische viscositeit	ν [m ² /s]	1.310E-06	afvalwater (10°C)
Dichtheid	ρ [kg/m ³]	1000	afvalwater (10°C)
Equivalente zandruwheid	k [mm]	200.0	volgens Nikuradse
Chézy-coëfficiënt	C [m ^{1/2} /s]	23.419	$149 \cdot \log((12 \cdot R) / k)$
Gemiddelde snelheid	v [m/s]	0.051	Q / A
Helling energielijn	I [‰]	0.01	$v^2 / C^2 \cdot R$
Schuifspanning	τ [N/m ²]	0.047	$\rho \cdot g \cdot R \cdot I$
Getal van Reynolds	Re [-]	13038	$(v \cdot R) / \nu$
Wrijvingsverlies			
Debiet	Q [m ³ /s]	0.051	
Gemiddelde snelheid	v [m/s]	0.051	Q / A
Lengte leiding	L [m]	60.00	
Snelheidshoogte	[m]	0.000	$v^2 / 2g$
Energiehoogteverschil	ΔH [m]	0.001	$((2g \cdot L) / (C^2 \cdot R)) \cdot (v^2 / 2g)$
Overige verliezen			
Intredeverlies	ΔH _i [m]	0.000	$(0.5 \cdot v^2 / 2g)$
Uittredeverlies	ΔH _u [m]	0.000	$1.0 \cdot v^2 / 2g$
Putten	aantal [-]	0.00	
subtotaal	[m]	0.000	$(\Delta H_i + \Delta H_u) \cdot \text{aantal}$
Totaal energieverlies	z [m]	0.001	$\Delta H + (\Delta H_i + \Delta H_u) \cdot \text{aantal}$

Figuur 3: Berekening afvoer watgang

Om de oostzijde A-watgang 099163 te verbinden met de watgang ten zuiden van de Rivierenlandlaan dient er een duiker aangelegd te worden (Figuur 4). Deze duiker heeft een lengte van circa 40 m. In het beleid van het waterschap staat het volgende met betrekking tot duikers en het afkoppelen van verhard oppervlak: "Door het afkoppelen van verharding kan het afvoerpatroon van een oppervlaktewaterlichaam toenemen waardoor de opstuwing in aanwezige dammen met duikers kan toenemen. Uit de berekeningen zal moeten blijken dat de opstuwing in de duikers binnen de acceptabele grenzen blijft (max. 5mm opstuwing per duiker)". Voor deze situatie is er vanuit gegaan dat er maximaal 5 mm opstuwing mag zijn in de duiker.



Figuur 4: Globale locatie duiker weergegeven met de rode lijn

Aan de hand van de berekeningen (Figuur 5) is bepaald dat een duiker van 600 mm een opstuwing heeft van 0,004 m (dus 4 mm). Dit is minder dan de maximale opstuwing van 5 mm. Hiermee voldoet een duiker aan het beleid van het waterschap.

Profielkeuze: ronde buis			
Diameter (inwendig)	D [mm]	600	
Vulling	y [%]	100.0	
Middelpuntshoek	α [rad]	6.28	$2 \cdot \arccos(1 - 2 \cdot y / 100)$
Straal (inwendig)	r [mm]	300	$r_2 \cdot D$
Nat oppervlak	A [m ²]	0.283	$D^2 / 8 \cdot (\alpha - \sin \alpha)$
Natte omtrek	P [m]	1.885	$D \cdot \alpha / 2$
Hydraulische straal	R [m]	0.150	A / P
Gebiedbepaling op basis van: afvoerend oppervlak			
Bruto afvoerend oppervlak	F _b [m ²]	2440	
Afvoelingscoëfficiënt	ϕ [-]	1.00	
Netto afvoerend oppervlak	F _n [m ²]	2440	$F_b \cdot \phi$
Ontwerp-intensiteit	i [Vs/ha]	210	
Debiet	[m ³ /s]	0.0512	$F_n \cdot i \cdot 10^{-2}$
Algemeen			
Zwaartekracht versnelling	g [m/s ²]	9.81	
Kinematische viscositeit	ν [m ² /s]	1.310E-06	afvalwater (10°C)
Dichtheid	ρ [kg/m ³]	1000	afvalwater (10°C)
Equivalent zandruwheid	k [mm]	3.0	volgens Nikuradse
Chézy-coëfficiënt	C [m ^{1/2} /s]	50.007	$14.83 \cdot \log((14.83 \cdot R) / k)$
Gemiddelde snelheid	v [m/s]	0.181	Q / A
Helling energielijn	I [‰]	0.09	$v^3 / C^2 \cdot R$
Schuifspanning	τ [N/m ²]	0.129	$\rho \cdot g \cdot R \cdot I$
Getal van Reynolds	Re [-]	20751	$(v \cdot R) / \nu$
Wrijvingsverlies			
Debiet	Q [m ³ /s]	0.051	
Gemiddelde snelheid	v [m/s]	0.181	Q / A
Lengte leiding	L [m]	40.00	
Snelheidshoogte	[m]	0.002	$v^2 / 2g$
Energiehoogteverschil	ΔH [m]	0.004	$((2g \cdot L) / (C^2 \cdot R)) \cdot (v^2 / 2g)$
Overige verliezen			
Intredeverlies	ΔH_i [m]	0.001	$(0.5 \cdot v^2 / 2g)$
Uitredeverlies	ΔH_u [m]	0.002	$1.0 \cdot v^2 / 2g$
Putten	aantal [-]	0.00	
subtotaal	[m]	0.000	$(\Delta H_i + \Delta H_u) \cdot \text{aantal}$
Totaal energieverlies	z [m]	0.004	$\Delta H + (\Delta H_i + \Delta H_u) \cdot \text{aantal}$

Figuur 5: Berekening afvoer duiker

Alternatieve waterberging

Tijdens het opstellen van de watertoets was voorzien dat de duiker aanwezig was tussen de oostzijde A-watrgang 099163 en de westzijde A-watrgang 099163. Hierom was ervoor gekozen om in de watrgang de berging voor de toename van verhard oppervlak te realiseren. Nu deze duiker niet aanwezig blijkt te zijn en de aanleg van een duiker hoge kosten met zich mee brengt kan er ook gekeken worden naar een ondergrondse waterbergingsvoorziening op het terrein zelf. Er kan hierbij bijvoorbeeld gedacht worden aan infiltratiekragen.

De toename aan verhard oppervlak door de ontwikkeling is zoals in de watertoets was benoemd circa 340 m². De bergingseis van het waterschap voor een kunstmatige voorziening is hoger dan de bergingseis in oppervlaktewater. Wanneer er water wordt geborgen in een kunstmatige voorziening, dient er 66,4 mm aan berging gerealiseerd te worden. Dit resulteert in een waterbergingsopgave van circa 23 m³.

Infiltratiekragen van het type Dyka Rainbox 3S hebben een afmeting van 1,2 m * 0,6 m * 0,42 m (l * b * h) en dus een horizontaal oppervlak van 0,72 m². De infiltratiekragen hebben een bergingsrendement van 96%, wat inhoudt dat 1 m³ aan infiltratiekragen 0,96 m³ aan water kan bergen. De bovenkant van de Dyka Rainbox 3S infiltratiekragen dient minimaal 0,5 m beneden maaiveld aangelegd te worden om de verkeersbelasting te kunnen afdragen. Uit de watertoets kwam naar voren dat de GHG op het terrein tussen de 0,8 en 1,5 m beneden maaiveld ligt. Aan de westzijde van de ontwikkeling ligt de GHG hierbij dieper onder het maaiveld, aangezien het maaiveld hoger ligt. Hier ligt deze dus rond de 1,5 m beneden maaiveld. In verband met de GHG op het terrein is ervoor gekozen om 1 laag infiltratiekragen aan te leggen. Dit houdt in dat er een oppervlak van circa 60 m² benodigd is om het water te bergen. In dit oppervlak kan namelijk $(60 * 0.96 * 0.42 =)$ 24,2 m³ water geborgen worden. In Figuur 6 is een indicatie van de ruimte in de ontwikkeling weergegeven. De locatie hiervan kan nog aangepast worden.



Figuur 6 Indicatie ruimtebeslag infiltratiekragen

De leegloop van de infiltratiekragen kan gedeeltelijk verlopen via infiltratie. Om ervoor te zorgen dat de berging in de voorziening weer op tijd beschikbaar is dient er ook een vertraagde leegloop aangesloten te worden op het gemeentelijk rioolstelsel. Dit kan gebeuren op het gemeentelijke stelsel in de Burgemeester Meslaan.

Conclusie en globale kostenraming

Uit de berekeningen blijkt dat de watergang de extra hoeveelheid water vanuit de ontwikkeling kan verwerken. Dit zorgt voor een opstuwning van circa 1 mm. Het aangesloten oppervlak zorgt voor geen opstuwning in de watergang. Wanneer er een duiker wordt aangelegd richting de watergang ten zuiden van de Rivierenlandlaan dan dient deze een diameter te hebben van 600 mm. Deze diameter zorgt namelijk voor een opstuwning van slechts 4 mm. Momenteel liggen de twee watergangen in verschillende peilgebieden. Hierom dient er ook een stuw aangebracht te worden. Aangezien is vernomen dat de eigenaren van Burgemeester Meslaan 62 wateroverlast ervaren vanuit de watergang, kan er ook voor worden gekozen om deze stuw niet aan te brengen en het waterpeil in watergang 099163 te verlagen. Hiermee kan mogelijk de overlast van perceel Burgemeester Meslaan 62 worden verkleint.

Om de duiker richting de watergang ten zuiden van de Rivierenlandlaan aan te leggen dient deze geperst te worden. Dit brengt hoge kosten met zich mee. Een boring met een diameter van circa 600 mm heeft als kosten circa €290 per meter. De duiker die geperst moet worden is circa 40 m, wat neer komt op circa €11.900. Daarnaast kosten de ontvangstuipen aan beide zijden circa €250 per stuk. Dit komt neer op een globale totaalprijs van €12.400.

Hierom is er ook een voorstel gedaan van een andere methode van de opvang van het hemelwater. Hierbij is er gebruik gemaakt van infiltratiekratten onder de weg van de ontwikkeling. Aangezien er gebruik gemaakt wordt van een kunstmatige bergingsvoorziening is de bergingseis van het Hoogheemraadschap zwaarder. In plaats van 43,6 mm dient er 66,4 mm berging gerealiseerd te worden. Door de toename aan verhard oppervlak dient er bij de ontwikkeling hierdoor 23 m³ waterberging in infiltratiekratten gerealiseerd te worden. Wanneer dit in 1 laag infiltratiekratten wordt geborgen dient er over een oppervlak van circa 60 m² kratten worden aangebracht.

De kosten van infiltratiekratten zijn globaal €180 tot €250 per m³ (op basis van kengetallen). In het plan dient 23 m³ berging aangebracht te worden in infiltratiekratten, wat neer komt op globale kosten van circa €4.140 tot €5.750.

Bijlagen

Bijlage 1: Berekening afvoer watergang

Bijlage 2: Berekening afvoer duiker

Bijlage 1: Berekening afvoer watergang

Opdrachtgever:	Antrist Vastgoed B.V.		
Project:	Verkavelingstudie Burgemeester Meslaan 66 Tiel		
Projectnummer:	TIE006		
Opgesteld door:	CMA		
Datum:	30-5-2022		
Bestand:	ring watergang\berekening\Hydraulica basis - watergang.xlsm		

Profielkeuze		watergang	
Bodembreedte	b [mm]	2000	
Waterhoogte	h [mm]	500	
Talud links	1: -	0	
Talud rechts	1: -	0	
Breedte op waterlijn	[mm]	2000	
Nat oppervlak	A [m ²]	1.000	$(b \cdot h) + (1/2 \cdot b_{links} \cdot h) + (1/2 \cdot b_{rechts} \cdot h)$
Natte omtrek	P [m]	3.000	$b + l_{nat\ talud\ links} + l_{nat\ talud\ rechts}$
Hydraulische straal	R [m]	0.333	A / P

ebietbepaling op basis van		afvoerend oppervlak	
Bruto afvoerend oppervlak	F _b [m ²]	2440	
Afvloeiingscoëfficiënt	θ [-]	1.00	
Netto afvoerend oppervlak	F _n [m ²]	2440	$F_b \cdot \theta$
Ontwerp-intensiteit	i [l/s/ha]	210	
Debiet	[m ³ /s]	0.0512	$F_n \cdot i \cdot 10^{-2}$

Algemeen			
Zwaartekracht versnelling	g [m/s ²]	9.81	
Kinematische viscositeit	ν [m ² /s]	1.310E-06	afvalwater (10°C)
Dichtheid	ρ [kg/m ³]	1000	afvalwater (10°C)
Equivalent zandruwheid	k [mm]	200.0	volgens Nikuradse
Chézy-coëfficiënt	C [m ^{1/2} /s]	23.419	$18 \cdot \log((12 \cdot R) / k)$
Gemiddelde snelheid	v [m/s]	0.051	Q / A
Helling energielijn	I [‰]	0.01	$v^2 / C^2 \cdot R$
Schuifspanning	τ [N/m ²]	0.047	$\rho \cdot g \cdot R \cdot I$
Getal van Reynolds	Re [-]	13038	$(v \cdot R) / \nu$

Wrijvingsverlies			
Debiet	Q [m ³ /s]	0.051	
Gemiddelde snelheid	v [m/s]	0.051	Q / A
Lengte leiding	L [m]	60.00	
Snelheidshoogte	[m]	0.000	$v^2 / 2g$
Energiehoogteverschil	ΔH [m]	0.001	$((2g \cdot L) / (C^2 \cdot R)) \cdot (v^2 / 2g)$

Overige verliezen			
Intredeverlies	ΔH _i [m]	0.000	$(0,5 \cdot v^2 / 2g)$
Uitredeverlies	ΔH _u [m]	0.000	$1,0 \cdot v^2 / 2g$
Putten	aantal [-]	0.00	
	subtotaal [m]	0.000	$(\Delta H_i + \Delta H_u) \cdot \text{aantal}$
Totaal energieverlies	z [m]	0.001	$\Delta H + (\Delta H_i + \Delta H_u) \cdot \text{aantal}$

Bijlage 2: Berekening afvoer duiker

Opdrachtgever: Antrist Vastgoed B.V.

Project: Verkavelingstudie Burgemeester Meslaan 66 Tiel

Projectnummer: TIE006

Opgesteld door: CMA

Datum: 24-5-2022

Bestand: watering\watergang\berekening\Hydraulica basis - duiker.xlsm



Profielkeuze		ronde buis		
Diameter (inwendig)	D	[mm]	600	
Vulling	y	[%]	100.0	
Middelpuntshoek	α	[rad]	6.28	$2 \cdot \text{boogcos}(1 - 2 \cdot y / 100)$
Straal (inwendig)	r	[mm]	300	$\frac{1}{2} \cdot D$
Nat oppervlak	A	[m ²]	0.283	$D^2 / 8 \cdot (\alpha - \sin \alpha)$
Natte omtrek	P	[m]	1.885	$D \cdot \alpha / 2$
Hydraulische straal	R	[m]	0.150	A / P

Debietbepaling op basis van		afvoerend oppervlak		
Bruto afvoerend oppervlak	F _b	[m ²]	2440	
Afvoeiingscoëfficiënt	θ	[-]	1.00	
Netto afvoerend oppervlak	F _n	[m ²]	2440	F _b * θ
Ontwerp-intensiteit	i	[Vs/ha]	210	
Debiet		[m ³ /s]	0.0512	F _n * i * 10 ⁻²

Algemeen			
Zwaartekracht versnelling	g	[m/s ²]	9.81
Kinematische viscositeit	ν	[m ² /s]	1.310E-06
Dichtheid	ρ	[kg/m ³]	1000
Equivalent zandruwheid	k	[mm]	3.0
Chézy-coëfficiënt	C	[m ^{1/2} /s]	50.007
Gemiddelde snelheid	v	[m/s]	0.181
Helling energielijn	I	[‰]	0.09
Schuifspanning	τ	[N/m ²]	0.129
Getal van Reynolds	Re	[-]	20751

Wrijvingsverlies			
Debiet	Q	[m ³ /s]	0.051
Gemiddelde snelheid	v	[m/s]	0.181
Lengte leiding	L	[m]	40.00
Snelheidshoogte		[m]	0.002
Energiehoogteverschil	ΔH	[m]	0.004

Overige verliezen			
Intredeverlies	ΔH_i	[m]	0.001
Uitredeverlies	ΔH_u	[m]	0.002
Putten	aantal	[-]	0.00
	subtotaal	[m]	0.000
Totaal energieverlies	Z	[m]	0.004