

Ontwerphandleiding



RAINWATER SYSTEMS



versie 1.0

Rockflow: het flexibele waterbergingsysteem

Bedankt dat je gekozen hebt voor het Rockflowsysteem. Dit is de handleiding voor het maken van een technisch ontwerp voor een Rockflowinstallatie. Het technisch berekenen en ontwerpen is een onderdeel van de gehele wateropgave binnen een project. Door tijdens de ontwerpfase de juiste keuzes te maken, bevordert je de levensduur en het goed functioneren van het systeem. Denk hierbij aan de locatie, de afmetingen van de buffer, en de manier waarop de buffer te beheren en onderhouden is. In deze ontwerphandleiding worden de ontwerpstappen en de gedachte achter bepaalde keuzes uitgelegd. Ook vind je er adviezen voor het bestek. Alle stappen en overwegingen worden uitvoerig en in detail beschreven.

Rockflow in het kort

Rockflow kan tot 95% van zijn volume in water absorberen. De opnamesnelheid vormt geen beperking voor zelfs de zwaarste buien. Rockflow heeft een doorlatendheid van >120m/dag, veel meer dan grof zand: 30 m/dag.

Via infiltratie en een eventuele vertraagde afvoer is het systeem binnen 24 uur weer beschikbaar. Omdat er geen geotextiel nodig is, fungeert ook de onderzijde van een Rockflowsysteem als infiltratie-oppervlak. In totaal is er relatief weinig plastic nodig om water te bergen en infiltreren; alleen wat leidingwerk.

Rockflow is aan te leggen onder wegen en verharding, en daarnaast ook in het groen. De elementen zijn leverbaar in verschillende hoogtes en diktes. Ook zijn ze in verschillende sterktes verkrijgbaar voor verschillende verkeersklassen. Er is zelfs al inbouw mogelijk met een minimale dekking van 40cm.

Het systeem is gemakkelijk verwerkbaar en aanpasbaar. Kruisende kabels en leidingen kunnen eventueel door het pakket heen worden geleid. Rockflow is gemaakt van 97% basalt en kan 100% gerecycled worden

Meer informatie kun je vinden op onze website:
rain.rockwool.com



Inhoud

De volgende stappen worden doorlopen om tot een robuust ontwerp te komen dat gedurende de levensduur goed te onderhouden is.

Beknopt overzicht van de ontwerpstappen	4
Stap 1: Bepalen van benodigde volume Rockflow	4
Stap 2 Keuze: locatie en type Rockflowsysteem	5
Stap 3: Aanlegdiepte en -hoogte, en type Rockflow-element	6
Stap 4: Hydraulisch ontwerp van Rockflow	8
Stap 5: Onderhoudsvriendelijk en inspecteerbaar systeem	9
Stap 6: Aandachtspunten voor het bestek	9
Stap 1: Uitgangspunten voor het Rockflowsysteem	10
Stap 1a: Afstromend oppervlakte hemelwater	10
Stap 1b: Neerslagintensiteit	10
Stap 1c: Bergingseis	12
Stap 1d: Buffercapaciteit	13
Stap 2: Locatie en type van het Rockflowsysteem	14
Stap 2a: Keuze voor lijnbuffer of centrale buffer	14
Stap 2b: Deelgebied(en): centrale buffer of meerdere buffers	15
Stap 3: Aanlegdiepte en -hoogte, en type Rockflowelement	18
Stap 3a: Benodigde gegevens	18
Stap 3b: Bepalen van de maximale hoogte van de Rockflowbuffer	19
Stap 3c: Kiezen van WM-type Rockflowelement en hoogte	20
Stap 3d: Bepalen van de lengte en breedte van een (lijn)buffer	20
Kruisende kabels en leidingen	22
Stap 4: Hydraulisch ontwerp van Rockflow	23
Stap 4a: Basisontwerpprincipes	23
Stap 4b: Hydraulische berekening	24
Hydraulische berekening van een Rockflow-lijnbuffer	24
Hydraulische berekening van een centrale Rockflowbuffer	26
Stap 4c: Ont- en beluchting van het Rockflowsysteem	28
Stap 4d: Lediging van een Rockflowbuffer	29
Lediging van Rockflow via infiltratie	29
Lediging van Rockflow via vertraagde afvoer	30
Stap 4e: Noodoverloop	30
Stap 5: Onderhoudsvriendelijk en inspecteerbaar systeem	31
Stap 6: Belangrijke aandachtspunten voor het bestek	34
Bijlage 1: Overzicht maximale aslast gebruiks- en bouwphase	35
Bijlage 2: Ont- en beluchting, voorbeelden	37
Bijlage 3: Ontwerpcasus met een voorbeeldberekening	38
Bijlage 4: Belangrijkste aandachtspunten voor ontwerp	40

Beknopt overzicht van de ontwerpstappen

Hieronder staat een beknopte samenvatting van de gehele Rockflow-ontwerpgids. Raadpleeg voor meer gedetailleerde informatie de uitgebreide uitleg verderop in de ontwerpgids.

Minimaal benodigde gegevens voor een ontwerp

Benodigde gegevens		Waarde	Eenheid	Info benodigd bij
Afstromende oppervlakte hemelwater	$A_{opp.}$		ha	Stap 1a
Neerslagintensiteit/hydraulisch ontwerp	I_{bui}		l/s/ha	Stap 1b
Bergingseis	B		mm	Stap 1c
Maximale (piek) debiet op de Rockflow buffer	$Q_{max,A}$		l/s	Stap 4b
Afstand tussen maaiveld en GWS/GHG	R_{mv-GHG}		m	Stap 3a
Maximale toelaatbare as- en wiellasten in bouw- en gebruiksfase	$F_{max,BF} / F_{max,GF}$		ton	Stap 3a / Bijlage 1
Doorlatendheid ondergrond (k-waarde)	K_{waarde}		m/dag	Stap 4d

Stap 1: Bepalen van benodigde volume Rockflow

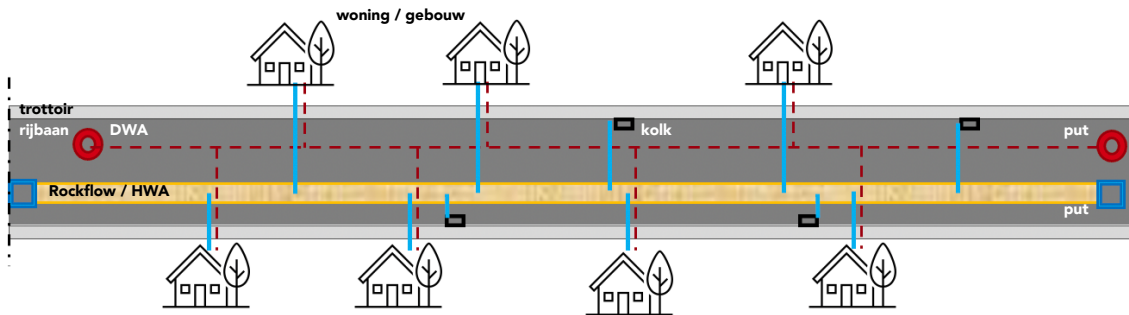
$$\text{Rockflow [m}^3\text{]} = \frac{\text{Afstromend oppervlakte [ha]} * \text{Bergingseis [mm]} * 10}{\text{Holle-ruimte \% Rockflow [\%]}}$$

Beknopt overzicht van de ontwerpstappen

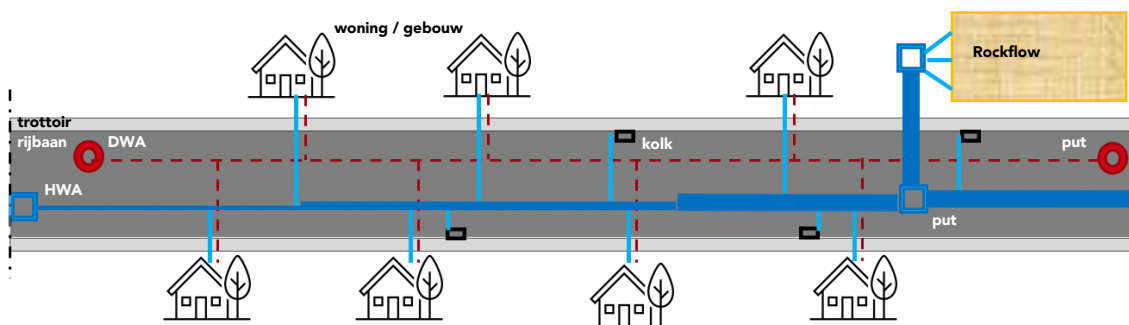
Stap 2 Keuze: locatie en type Rockflowsysteem

2A: Kies het type oplossing

Optie 1: Lijnbuffer



Optie 2: Centrale buffer



2B: Bepaal het aantal locaties voor de waterberging

- 1 De totale bergingseis opvangen in 1 systeem
- 2 De totale bergingseis opvangen op meerdere locaties in het projectgebied, eventueel met meerdere systeemtypes

Beknopt overzicht van de ontwerpstappen

Stap 3: Aanlegdiepte en -hoogte, en type Rockflow-element

Bepaal de afstand tussen het toekomstige maaiveld en het grondwaterniveau/GHG

[.....m]

3A: Bepaal de minimale dekking in de bouwfase (exclusief verharding)

>

zie [Bijlage 1](#): Overzicht maximale aslast gebruiks- en bouwfase

Is het noodzakelijk dat er bouwverkeer over het Rockflowpakket heen rijdt tijdens de bouwfase?

Ja: bepaal de maximale wiellast in de bouwfase en bepaal de minimale dekking voor elementen van type WM2005.
De einddekking in de gebruiksfase = minimale dekking bouwfase + dikte van de verharding

Nee: bepaal de maximale aslast in de gebruiksfase en bepaal de minimale einddekking voor WM2005.
De minimale dekking in de gebruiksfase voor WM2005

[.....m]

Rockflow-element type WM2005			
Bouwfase		Gebruiksfase	
Minimale dekking bestaande uit 0,30m fundering + zand	Maximale toelaatbare aslasten/wiellast	Minimale dekking met klinkerverharding	Maximale toelaatbare aslasten/wiellast
aslasten/wiellast			
30-45 cm	<3t / <0,8t	40-60cm	<10t / <2,5t
45-65cm	<6t / <1,5t	60-75cm	<15t / <3,7t
>65cm*	<10t / <2,5t	>75cm*	<20t / <5,0t

* voor verharding met asfalt deze waarde aanhouden

3B: Bereken de maximale hoogte voor de Rockflowbuffer

Afstand maaiveld tot de GHG verminderd met de minimale dekking (punt 3a)

[.....m]

3C: Nu de maximale hoogte bekend is, maak een keuze uit de standaardhoogtes voor Rockflow

Standaardhoogte: 0,50m / 1,00m:

[.....m]

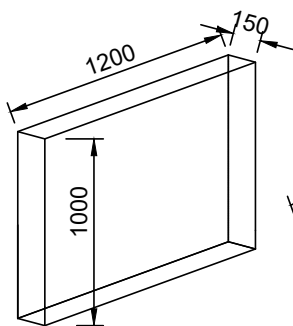
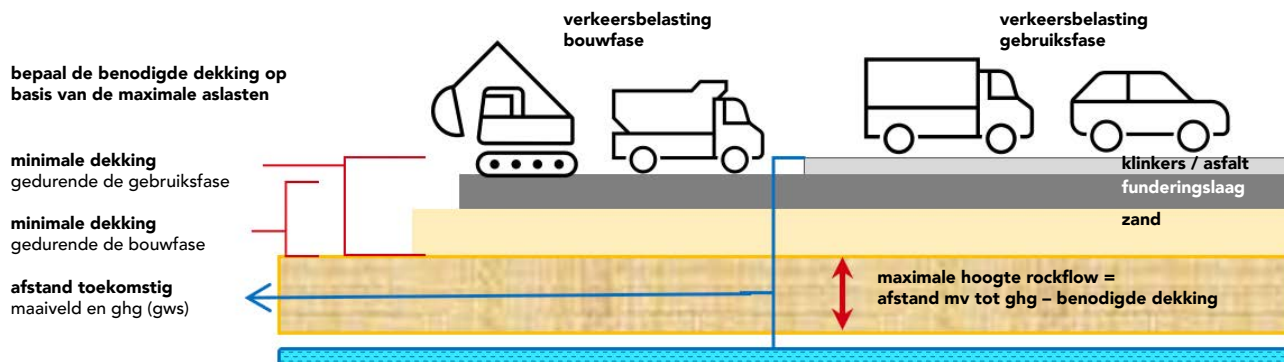
Er zijn ook niet-standaardhoogtes mogelijk: 0,33m (niet onder verkeer) en 0,66m.

Het is mogelijk om twee elementen te stapelen, tot maximaal 2m.

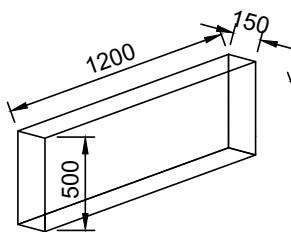
Als er niet voldoende hoogte beschikbaar is, kan het WM2007-element wellicht een oplossing bieden.

Ga terug naar stap 3a en gebruik de waardes van het Rockflow WM2007-element. WM2007 is draagkrachtiger en vereist een geringere dekking.

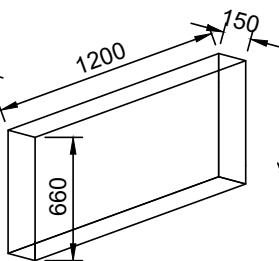
Beknopt overzicht van de ontwerpstappen



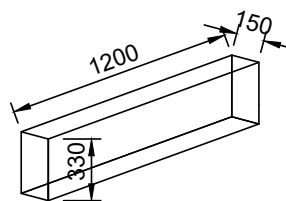
Rockflow WM2005 / WM2007
1200 x 1000 x 150mm



Rockflow WM2005 / WM2007
1200 x 500 x 150mm



Rockflow WM2005 / WM2007
1200 x 660 x 150mm



Rockflow WM2005 / WM2007
1200 x 330 x 150mm

Beknopt overzicht van de ontwerpstappen

Stap 4: Hydraulisch ontwerp van Rockflow

4a: Principe voor basisontwerp [lxbxh]

In de vorige stappen zijn het volume [m³] en de gewenste hoogte [m] van het Rockflowsysteem bepaald.
Breedte = veelvoud van 0,15m
Lengte = veelvoud van 1,20m

4b: Hydraulische berekening

Watervoerende kanalen elke 1,2m (basis) bij:

- Lijnbuffer
- Centrale buffer (aandacht nodig voor voldoende aantal Ø125 watervoerende kanalen)

4c: Ont- en beluchtungsleidingen

- Ontluchtungskanaal elke 3,6m
- Minimaal 2 ontluchtungsputten per buffer
- Maximaal om de 50m of per 100m³

4d: Lediging van een Rockflowsysteem

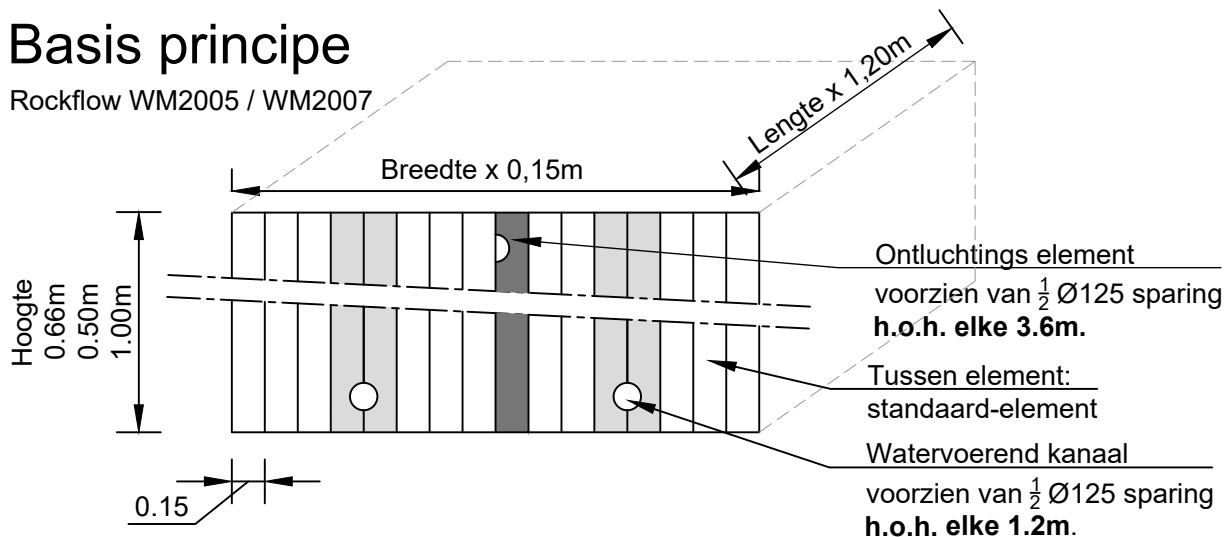
- 1 Infiltratie naar de ondergrond (k-waarde van de ondergrond is hiervoor nodig)
- 2 Vertraagde afvoer, 4 varianten:
 - a Knijpconstructie in de overstortmuur
 - b Opening in de overstortbuis
 - c Regelbare schuif
 - d Infiltratiepaal

4e: Noodoverloop, 3 varianten:

- Overstortmuur
- Overstortbuis in de put
- Overstortafvoer

Basis principe

Rockflow WM2005 / WM2007



Infiltratieberekening

$$l_{\text{eff}} = k^* \frac{(F_{\text{wand}} * O_{\text{wand}}) + (F_{\text{bodem}} * O_{\text{bodem}})}{24 * 10 * A_{\text{verh.opp}}}$$

Beknopt overzicht van de ontwerpstappen

Stap 5: Onderhoudsvriendelijk en inspecteerbaar systeem

Om het Rockflowsysteem te kunnen reinigen en inspecteren zijn de volgende aspecten belangrijk:

- Watervoerende kanalen moeten toegankelijk zijn
- Bochten in de Ø125 leidingen zijn maximaal 45° graden en minimaal 0,30m verwijderd van de volgende bocht
- Eventueel aanbrengen van doorspuitvoorzieningen
- Zandvang in de aansluitende inspectie- en toegangspotten
- Geen doodlopende uiteindes in het watervoerende kanaal
- Optimale kolkaansluitingen op een lijnbuffer

Stap 6: Aandachtspunten voor het bestek

Voeg bijvoorbeeld bestekposten toe met bijbehorende werkzaamheden en kwaliteitsaandachtspunten. Deze zijn te downloaden van de Rockflow-website.

Ook adviseren wij de Rockflowinstallatiegids en het opleverinspectiedocument als bijlage bij het contract toe te voegen.

Stap 1: Uitgangspunten voor het Rockflowsysteem

De volgende parameters zijn benodigd om tot een volledig ontwerp te komen.

Stap 1a: Afstromend oppervlak hemelwater¹

De hoeveelheid regenwater die afgevoerd moet kunnen worden, wordt bepaald op basis van het verhard oppervlak binnen een bepaald gebied. De soort verharding is bepalend voor hoeveel regenwater er naar de buffer zal afstromen. De mate van verharding wordt uitgedrukt in de afvloeiingscoëfficiënt: deze varieert tussen 0 (onverhard, bijvoorbeeld tuinen) en 1 (volledig verhard, bijvoorbeeld wegen).



Vuistregel

$$\begin{aligned} \text{Afstromend oppervlak} \\ = \\ 100\% \text{ van verharde oppervlakte} \\ + \\ 50\% \text{ van onverharde oppervlakte} \end{aligned}$$

Stap 1b: Neerslagintensiteit

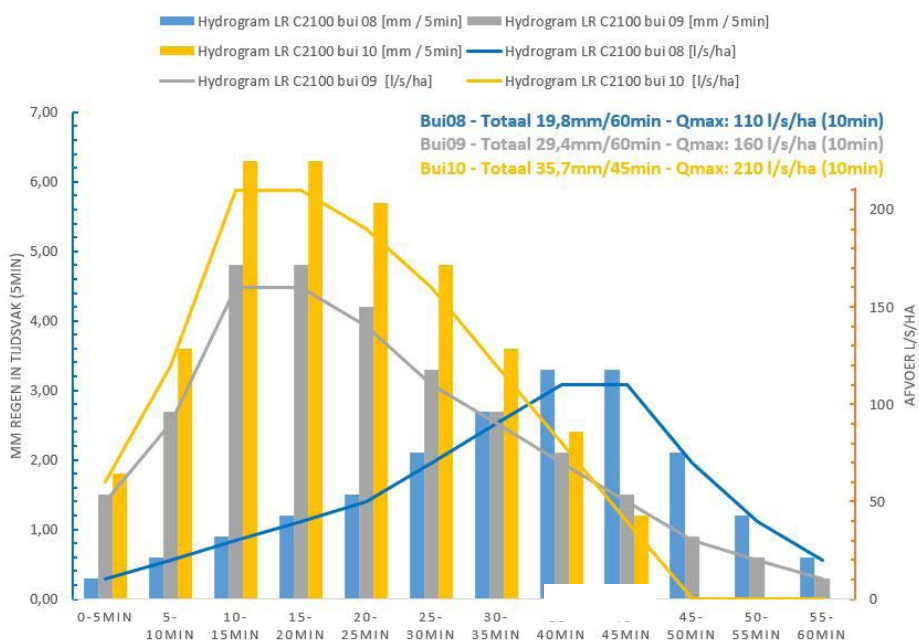
Om een rioelstelsel te dimensioneren maakt men veelal gebruik van een theoretische ontwerpbui met een statistische herhalingstijd.

In Nederland wordt het rioelstelsel meestal ontworpen op Bui 08 en ook doorgerekend met Bui 10. Zo kan je beoordelen waar eventueel wateroverlast kan optreden binnen het gebied. Bij de simulatie van Bui 10 is vaak wel toegestaan dat er tijdelijk water op straat komt te staan. Maar het mag niet leiden tot wateroverlast in of nabij gebouwen.

¹ <https://www.rainproof.nl/thema/water-afvoeren>

Stap 1: Uitgangspunten voor het Rockflowsysteem

LEIDRAAD RIOLERING MODULE C2100



Grafiek 1: Hydrogrammen Bui08 -09 -10, uit de Leidraad Riolerings van Stichting Rioned.

Bui	Totale aantal mm neerslag	Totale duur van de bui	Maximale piek afvoer	Maximale neerslag/ neerslag- intensiteit
Bui 08	19,8 mm	60 min	110 l/s/ha	3,3mm/5min. = +/- 40mm/uur
Bui 09	29,4 mm	60 min	160 l/s/ha	4,8mm/5min. = +/- 58mm/uur
Bui 10	35,7 mm	45 min	210 l/s/ha	6,3mm/5min. = +/- 76 mm/uur

Tabel 1: Ontwerpbuien met statische herhalingstijden volgens Module C2100

Het rioleringsstelsel bovenstrooms van het Rockflow systeem volgt over het algemeen de huidige norm van berekenen op Bui 08. Gezien de klimaatveranderingen is de verwachting dat deze afvoercapaciteit niet voldoende zal zijn. Een aantal gemeentes rekent met Bui 09 voor de toekomst, zoals het Rainproof -programma van de stad Amsterdam. Bui 09 zal waarschijnlijk in de toekomst de standaard worden.

Voor de dimensionering van Rockflow is de afvoercapaciteit van de (laatste) HWA-rioolstreng vóór de Rockflow-buffer van belang om de aansluiting op de Rockflow-buffer te kunnen dimensioneren.

² <https://www.riool.net/bui01-bui10>

³ <https://www.rainproof.nl/thema/water-afvoeren>

Stap 1: Uitgangspunten voor het Rockflowsysteem

Stap 1c: Bergingseis

De omvang van de regenwaterbuffer wordt meestal voornamelijk bepaald door de bergingseis. De bergingseis wordt uitgedrukt in mm per afstromend oppervlak.

De verschillende Nederlandse gemeentes en waterschappen/ hoogheemraadschappen hanteren zeer uiteenlopende waarden voor de bergingseis. De hoogste bergingseisen zijn te zien wanneer het regenwater uiteindelijk geloosd moet worden op het oppervlaktewater van een waterschap of hoogheemraadschap. Vaak zien wij dan een bergingseis van 84-100mm.

De omvang van een waterberging heeft te maken met de ingeschatte risico's en gevolgen wanneer een buffer niet op tijd leeg is voor de volgende bui. De bergingseis kan geschat worden op basis van de verwachte herhalingstijd van een bui en neerslagintensiteit van een bui, afgezet tegen de ledigingstijd van een buffer.

Uiteindelijk bepaalt het bevoegd gezag in het gebied de te hanteren uitgangspunten.



Vuistregel

Neerslagintensiteit voor berekening riolering:	Bui 08 (piek 110 l/s/ha)
Advies rockflow minimaal (toekomstbestendiger)	Bui 09 (piek 160 l/s/ha)
Bergingseis, gebruikelijk bij gemeentes	60mm (30-110mm)
Bergingseis bij lozingen op oppervlaktewater	84mm

Stap 1: Uitgangspunten voor het Rockflowsysteem

Stap 1d: Buffercapaciteit

Rockflow heeft het vermogen om tot 95% van het fysieke volume van de buffer te vullen met water. Zie ter illustratie ook onze opname/afgifte [video](#):



De Rockflowelementen zijn in twee sterkteklassen verkrijgbaar, namelijk WM2005 en WM2007.

Sterkteklasse/Type element	Maximaal % holle ruimte	Drooggewicht per m ³ (minstens)
Rockflow WM2005 *	95%	120 kg/m ³
Rockflow WM2007	94%	160 kg/m ³

* meer dan 95% van onze projecten zijn ontworpen op basis van het type Rockflow WM2005.

Tabel 2: Twee typen Rockflowelementen

Voor het bepalen van het totale volume van de Rockflowelementen is de bergingseis bijna altijd bepalend. (Mits de bergingseis groter is dan de totale hoeveelheid neerslag van de simulatiebui.)



Volumeberekening van de Rockflow-waterberging

Waterbergingsvolume [m³] = Oppervlakte afstromend gebied [m²] * Bergingseis [m]

Rockflow volume [m³] = $\frac{\text{Waterbergingsvolume [m}^3\text{]}}{\text{Holle ruimte van Rockflow [\%]}}$

Voor een case en voorbeeldberekening, zie Bijlage 3

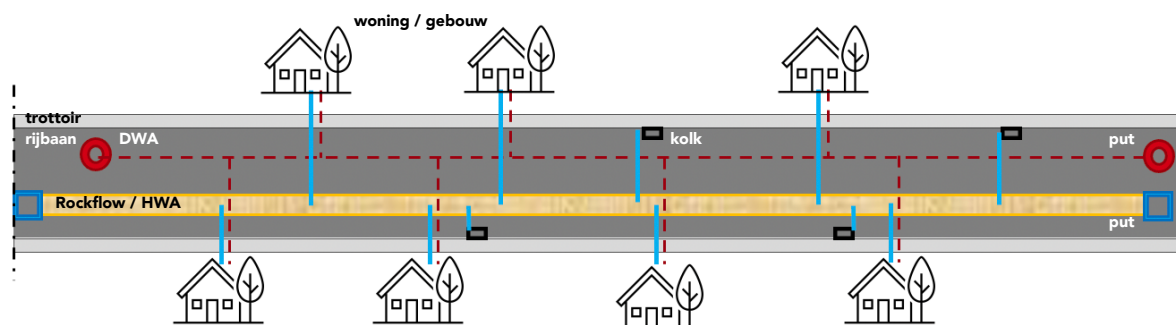
Stap 2 Locatie en type van het Rockflowsysteem

Het volume van het te installeren Rockflow-systeem is nu bekend. De volgende stap is het bepalen van de vorm en de locatie van de buffer(s). De beschikbare ruimte binnen het projectgebied bepaalt vaak welk type buffer en welke afmetingen er mogelijk zijn.

Stap 2a: Keuze voor lijnbuffer of centrale buffer

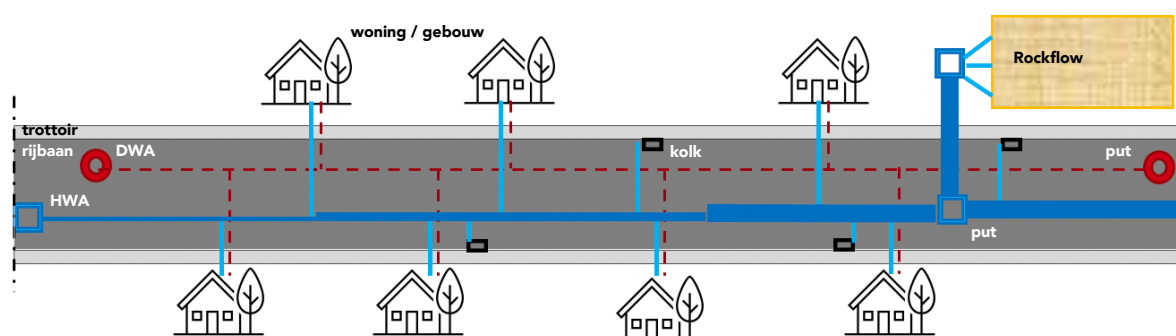
- 1 **LJNBUFFER:** een smalle, langgerekte buffer met meerdere regenwatertoevoeraansluitingen aan de lange zijde (zoals kolken en HWA van gebouwen)
- 2 **CENTRALE BUFFER:** een vierkante of rechthoekige vorm met de primaire aanvoer van het regenwater aan de korte zijde(n) van de buffer. Secundaire aansluitingen aan de lange zijde zijn ook mogelijk.

Situatie lijnbuffer in een straat



Figuur 1: Lijnbuffer

Situatie centrale buffer in een straat

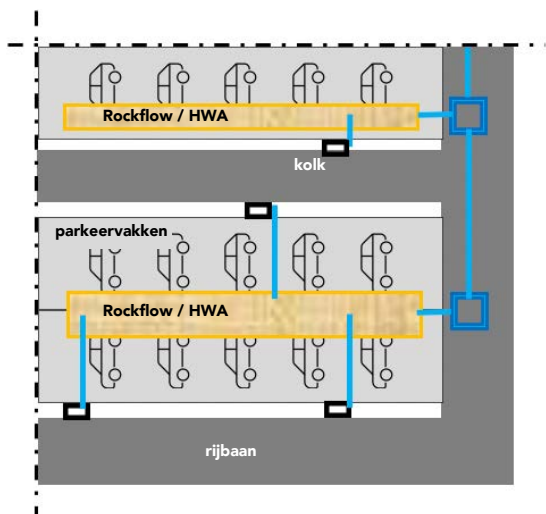


Figuur 2: Centrale buffer

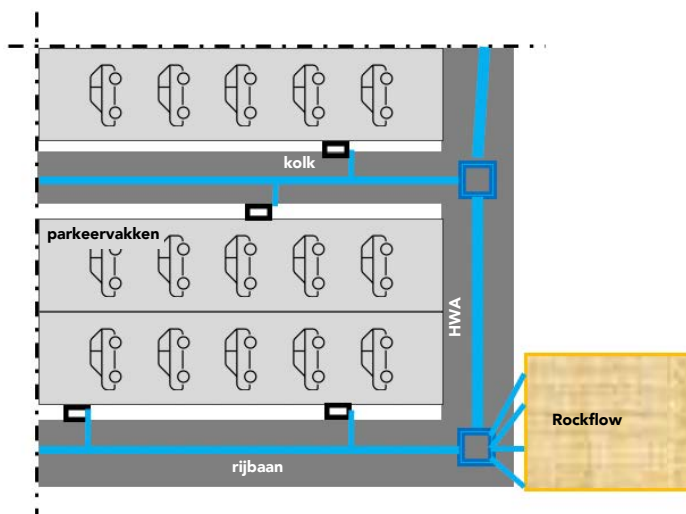
Stap 2 Locatie en type van het Rockflowsysteem

Situatie bij een plein of parkeerplaats

Lijnbuffer of Centrale buffer



Figuur 3: Lijnbuffer



Figuur 4: Centrale buffer

Situatie overstort- en retentiebekken

Het is gangbaar dat er een overstort systeem- of -bekken aanwezig is bij een rioleringsstelsel. Hoewel een riool gedimensioneerd is voor een bepaalde neerslagintensiteit, kan er natuurlijk altijd een extremere bui vallen. De overstortvoorziening ligt meestal aan het uiteinde van het leidingstelsel. De overstortvoorziening ligt, bij een vrij-vervalstelsel, vaak op het laagste punt. Omdat de overstortvoorziening bedoeld is om overtollig water uit het gebied weg te voeren, zullen de leidingen richting de overstortvoorziening in diameter toenemen. Vaak geeft dit problemen in de uitvoering, want die leidingen nemen veel ruimte in onder de grond. Dit principe zien we ook terug bij het maken van keuzes rondom de infiltratiebuffers.

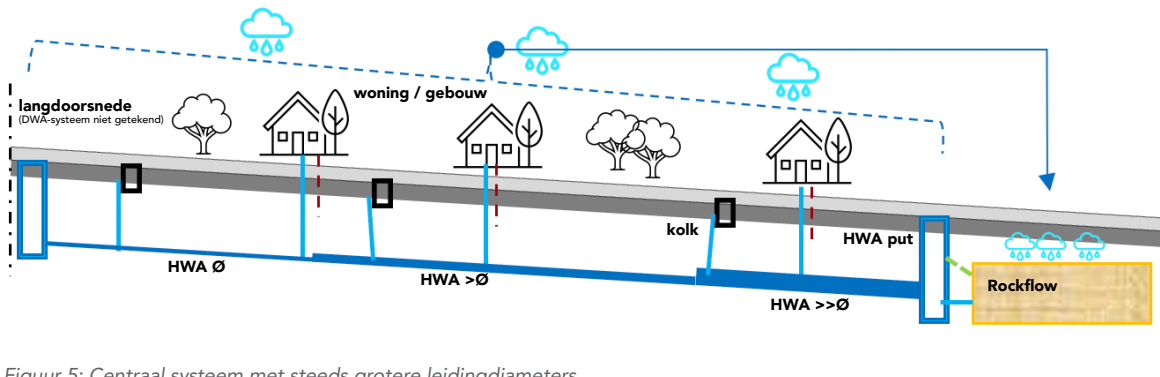
Stap 2b: Deelgebied(en): centrale buffer of meerdere buffers

Rockflowsystemen kunnen als een centrale buffer worden aangelegd of in meerdere buffervelden. Indien mogelijk hebben meerdere kleine buffervelden de voorkeur. Hevige regenbuien komen steeds vaker voor. Voor het afvoeren van hevige regenbuien en hogere piekafvoer van een groot afstromend gebied naar een centrale buffer, moeten de leidingdiameters richting de buffer steeds groter worden. Zeker in stedelijke gebieden zijn leidingen met grote diameters niet eenvoudig te installeren, vanwege de aanwezigheid van bestaande ondergrondse infrastructuur en de beperkte werkruimte. In deze stedelijke situaties is het een goed alternatief om meerdere kleine buffers te realiseren. Maak een keuze voor het afstromend regenwater van het projectgebied:

- 1 Een grote centrale buffer
- 2 Meerdere kleinere buffers

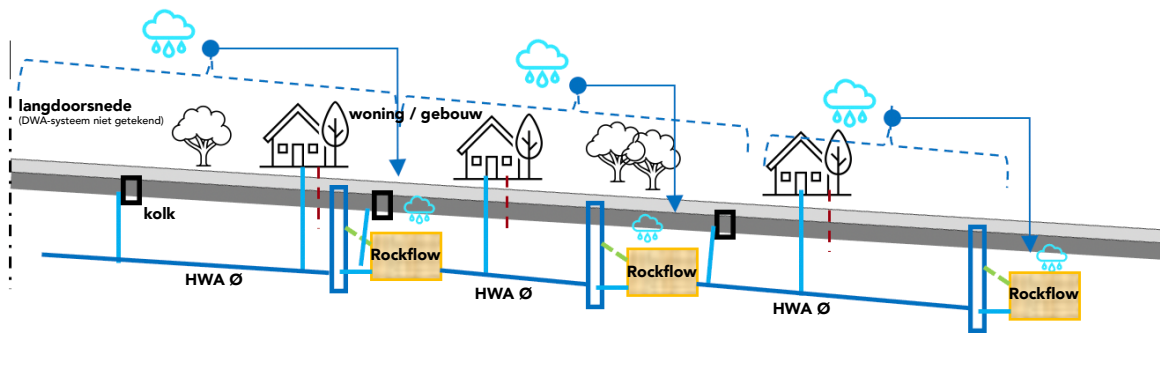
Stap 2 Locatie en type van het Rockflowsysteem

Principe langsdoorsnede van 1 centrale buffer



Figuur 5: Centraal systeem met steeds grotere leidingdiameters

Principe langsdoorsnede van meerdere kleinere buffers



Figuur 6: Meerdere deelgebieden met kleinere buffers, waardoor minder grote leidingdiameters nodig zijn

Stap 2 Locatie en type van het Rockflowsysteem

Hanteer de onderstaande matrix om tot een goede afweging te komen.

Belangrijkste afweging	Lijnbuffer	Eén centrale buffer	Meerdere kleinere buffers
Grondwerkzaamheden (Rockflow incl. leidingen)	Minste grondwerk, omdat er weinig additioneel leidingwerk nodig is.	Meeste grondwerk, veel leidingen met grotere diameters.	Iets meer grondwerk dan een lijnbuffer, voor de kleinere verbinding-leidingen tussen de buffers.
Benodigde ruimte voor het gehele systeem (Rockflow en leidingen)	Minste, meestal onder de rijbaan naast het DWA-riool.	Meeste, omdat er naast ruimte voor leidingwerk ook nog ruimte moet zijn voor een grotere centrale buffer.	Waarschijnlijk gemiddeld, afhankelijk van het aantal, de vorm en de locatie van de buffers.
Flexibiliteit in faseren van de werkzaamheden	Kan per sectie of straat uitgevoerd worden. Voor aanleg samen met het DWA-systeem is DWA leidend.	Eerst de buffer, daarna stroomopwaarts het HWA-riool.	Kan per buffergebied aangepakt worden. Voor aanleg samen met het DWA-systeem is DWA leidend.
Flexibiliteit in uitvoering, o.a. kruisende kabels en leidingen	Meest flexibele systeem. Leidingen kunnen het Rockflowpakket gemakkelijk kruisen.	Minst flexibel. Voor de buffer is vaak een vaste locatie gekozen. Bestaande kabels en leidingen kunnen vaak moeilijk worden aangepast. Daarnaast zijn er vaak leidingen met grotere diameter nodig, die niet eenvoudig aangepast kunnen worden.	Kleinere buffers met kleinere leidingdiameters kunnen meestal nog wel iets verschoven of aangepast worden.
Regenwater lokaal verwerken/ lokaal grondwater aanvullen/ verdroging ondergrond tegengaan (indien infiltreren mogelijk is)	Direct het water weer infiltreren, nauwelijks transport. Wanneer infiltreren niet mogelijk of toegestaan is, kan het systeem wel snel bufferen en vertraagd afvoeren.	Regenwater afvoeren naar een ander gebied om te verwerken/ infiltreren. Draagt niet bij aan tegengaan verdroging. Wanneer infiltreren niet mogelijk of toegestaan is in het bovenstrooms gebied, is verderop infiltreren een optie.	Combinatie van lijnbuffer en centrale buffer. Je zult wat meer lokaal infiltreren en meer bijdragen aan tegengaan verdroging.
Kans op wateroverlast (Bij het vallen van een extreme bui die groter is dan de hydraulische capaciteit van het stelsel)	Door de korte leidingafstand en de aanwezigheid van voldoende kolken zal het systeem zich vullen tot de bergingseis. Er zijn geen stijghoogtes tot boven maaiveld te verwachten. Daarnaast heeft dit systeem het grootste infiltratie-oppervlakte.	Gezien het lange leidingstelsel, dat berekend is op een bepaalde hydraulische capaciteit, kan het eerder voorkomen dat bij een extreme bui er water op straat komt te staan. Daarnaast heeft dit systeem het kleinste infiltratie-oppervlakte.	Ondanks dat de kleinere buffers met elkaar verbonden zijn, is de kans op wateroverlast bij een extreme bui iets hoger dan bij een lijnbuffer.

Tabel 3: Keuzematrix lijnbuffer vs centraal systeem vs meerdere kleinere systemen



Vuistregel:

Installeer waar mogelijk een lijnbuffer of meerdere kleine buffers

Hiermee buffer je het regenwater op de plek waar het valt en infiltreert het ter plekke (als dat mogelijk is). Door de relatief korte afstand tussen kolk/HWA-afvoer en het Rockflowpakket zijn kleinere leidingdiameters voldoende. Dit is voordeliger in uitvoering en kosten.

Daarnaast is opstuwing in het systeem bijna niet mogelijk. Een Rockflow-buffer zal altijd snel gevuld worden.

Stap 3: Aanlegdiepte en -hoogte, en type Rockflowelement

Nu het volume Rockflow en het gewenste systeem bepaald zijn, kan het systeem gedimensioneerd worden. In deze stap bepalen we de maten: lengte x breedte x hoogte.

Dimensionering van een Rockflowbuffer tot 50m³ kan ook via onze online tool: www.rockflow.app

Stap 3a: Benodigde gegevens

Om de hoogte te bepalen van het Rockflowsysteem heb je eerst een aantal gegevens nodig, namelijk:

1 Hoogteligging (NAP) van het terrein

Wanneer de hoogte nog niet bekend is, kan mogelijk de hoogtekkaart van Nederland uitkomst bieden: www.ahn.nl

De hoogte van het maaiveld ter plaatse is van belang om de beschikbare ruimte te bepalen tussen het maaiveld en de grondwaterspiegel.

2 Grondwaterstand of gemiddelde hoogste grondwaterstand

Om ervoor te zorgen dat een buffer niet in of onder het grondwaterniveau geïnstalleerd wordt, moet je de grondwaterstand (GWS) en ook de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) weten. De meeste opdrachtgevers eisen dat een (infiltratie)buffer boven de GHG aangelegd dient te worden. Dit kun je bepalen door peilbuizen te plaatsen nabij de beoogde projectlocatie. Ook is er soms informatie te vinden via <https://www.dinoloket.nl/> of via de gemeentelijke grondwatermeetnetten.

3 Maximale verkeersbelasting en aslasten tijdens de bouwfase en gebruiksfase.

De maximale as- of wiellast bepaalt de inbouwdiepte en het type Rockflowelement (WM2005 of WM2007). Als er bouwverkeer over de Rockflowbuffer heen moeten rijden, moet de inbouwdiepte hoger zijn. Om de juiste inbouwdiepte en dekking te bepalen, kun je gebruik maken van de tabel in Bijlage 1: Overzicht maximale aslast gebruiksfase en bouwfase

4 Hoogteligging (binnenonderkant buis) van de laatste HWA-leiding vóór de Rockflow-buffer

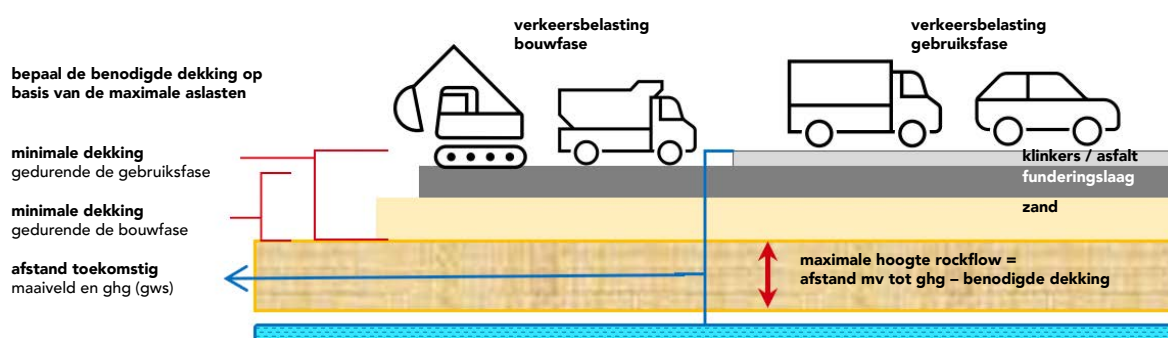
De hoogteligging van de aankomende HWA-riolering kan mogelijk effect hebben op de dekking. Afhankelijk van het stelsel en de hydraulische berekening, kan het mogelijk zijn dat er water in het rioolstelsel komt te staan wanneer de buffer volledig gevuld is.

Enkele tips

- In een woonstraat met veel kruisende kabels en leidingen is een grotere dekking (>75cm) gunstiger in uitvoering. De buffer kan dan meestal onder de kabels en leidingen worden aangelegd.
- WM2005-elementen zijn goedkoper dan WM2007, dus gebruik de laatste alleen als het nodig is.
- Leg bij een nieuwbouwproject de Rockflowbuffer bij voorkeur aan in de woonrijpfase. Indien dit niet mogelijk is, dan is het belangrijk de Rockflow-elementen voldoende dekking te geven in de bouwfase (>0.75m), en ze af te zetten of af te dekken met rijplaten om beschadiging door het bouwverkeer te voorkomen.
- Laat waar mogelijk het bouwverkeer de Rockflowbuffer 'vanaf de zijkant' installeren, niet onder de verkeersroute. Pas over de Rockflow heen rijden wanneer de gehele dekking aanwezig is en in gebruik genomen kan worden.
- Let op! Als er een asfaltlaag boven op de Rockflow-buffer komt in de gebruiksfase, zorg er dan voor dat er in de bouwfase voldoende dekking (zand en funderingslaag) aanwezig is op de Rockflow-buffer. Asfaltauto's die over de verdichte puinfundering rijden in de bouwfase geven een extra zware belasting. Zie ook het rekenvoorbeeld in bijlage 3, stap 3.
- Wanneer er hijskranen ingezet worden voor de bouw, stempel dan niet af bovenop een infiltratie systeem. Als het niet anders kan, neem dan de juiste maatregelen om de druk te verspreiden. Over het algemeen zijn de puntlasten van een stempel erg hoog.

Stap 3: Aanlegdiepte en -hoogte, en type Rockflowelement

Stap 3b: Bepalen van de maximale hoogte van de Rockflowbuffer



Figuur 7: Bepalen van type en hoogte Rockflow element



Bepalen maximale hoogte (infiltratie) buffer

Afstand tussen toekomstig maaiveld en ghg	[... m]
Maatgevende benodigde dekking bouw-/gebruiksfase	[... m] -
<hr/>	
Maximale hoogte buffer =	[... m]

Stap 3: Aanlegdiepte en -hoogte, en type Rockflowelement

Stap 3c: Kiezen van WM-type Rockflowelement en hoogte

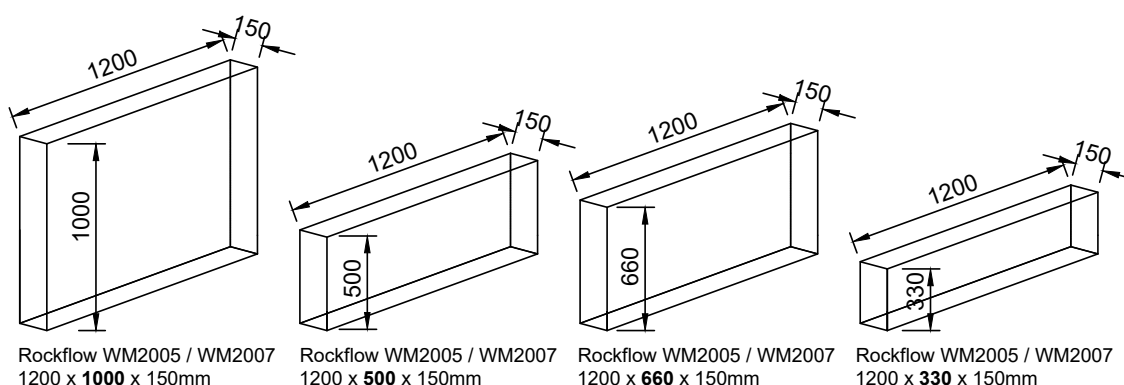
Wanneer je de maximale hoogte en de benodigde dekking weet, kun je het type element en de hoogte van het element kiezen.

Sterkteklasse/Type element	Standaardhoogtes	Overige hoogtes
Rockflow WM2005 *	0,5m + 1,00m	0,33m + 0,66m
Rockflow WM2007	0,5m + 1,00m	0,33m + 0,66m

*De elementen van 0,33m hoog zijn in principe niet geschikt voor onder verharding met verkeer. Het is ook mogelijk om twee elementen op elkaar te plaatsen, zodat een buffer met een maximale hoogte van 2m gemaakt kan worden.



Wanneer de ondergrond een zeer slechte infiltratiewaarde heeft (lage k-waarde), kan het een goed idee zijn om lagere elementen te kiezen. Hiermee creëer je meer infiltratieoppervlakte en kan het water alsnog relatief snel infiltreren. Zie stap 4 in dit document.



Figuur 8: Afmetingen van elementen

De Rockflow WM-elementen hebben een vaste breedte van 0,15m en lengte van 1,20m.



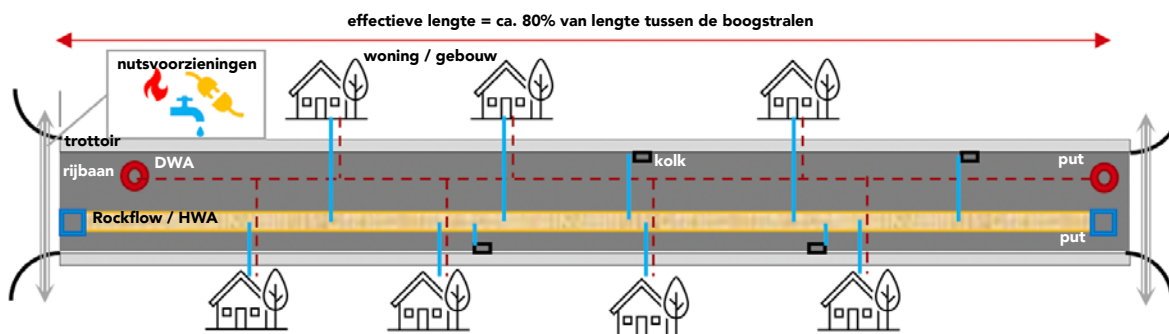
Stap 3: Voor een casus en een voorbeeldberekening, zie Bijlage 3

Stap 3: Aanlegdiepte en -hoogte, en type Rockflowelement

Stap 3d: Bepalen van de lengte en breedte van een (lijn)buffer



De lengte van een lijnbuffer is in de praktijk niet altijd de gehele lengte van de straat. Door de aanwezigheid van kabels, leidingen en kruisende huisaansluitingen zijn er vaak onderbrekingen in een lijnbuffer nodig. Onze vuistregel is: de effectieve aanleglengte in een straat is ca. 80% van de werkelijke lengte (tussen de boogstralen).



Figuur 9: Effectieve lengte

Lengte = veelvoud van 1,20m

Omdat de Rockflowelementen 1,20m lang zijn, moet de totale lengte van de buffer een veelvoud van 1,20m zijn. Stel je hebt enkele straten met een totale lengte van 1 km. De effectieve lengte om de buffer te ontwerpen is dan ca. 800m. De uitvoeringslengte wordt dan 800,4m, 667 elementen met een lengte van 1,20m op een rij.

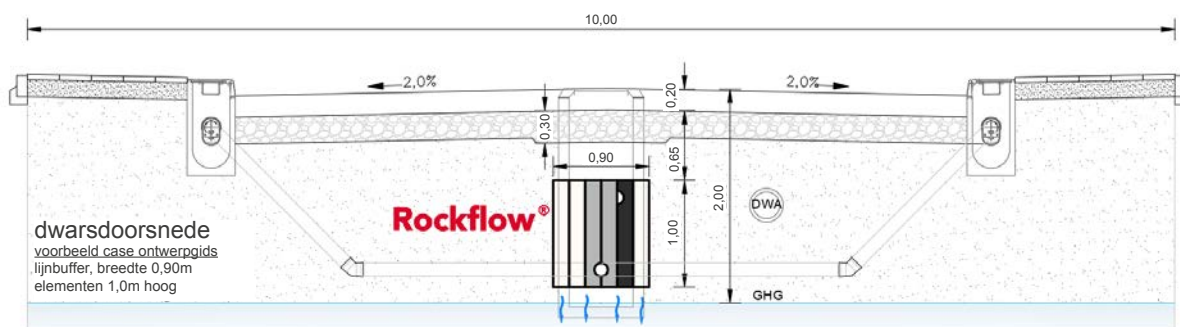
In verband met beheer en onderhoud adviseren wij een lijnbufferlengte van maximaal 40m wanneer de buffer vanuit één zijde (via een inspectieput) bereikbaar is en eenzijdig aanvoer heeft van regenwater. 80m bij tweezijdige toegang en aanvoer van regenwater. (dus bij een lijnbuffer in een straat maximaal elke 80m een inspectieput)

Zie Stap 4 voor de maximale hydraulische afmetingen van een lijn-/ centrale buffer

Breedte = veelvoud van 0,15m

Voor de breedteberekening ga je uit van de eerder bepaalde totale buffercapaciteit en de beschikbare uitvoeringslengte. De benodigde buffercapaciteit in dit rekenvoorbeeld is 634m^3 . Als we dat delen door de lengte van 800,4m komt de benodigde minimale breedte uit op $0,79\text{m}^2$. Omdat de Rockflowelementen in dit voorbeeld 1,0m hoog zijn en 0,15m breed, moet de totale breedte een veelvoud van 0,15m zijn. Dat komt dus neer op 0,90m, 6 stuks met elk een breedte van 0,15m).

Uitwerking van voorbeeld in AutoCAD



Figuur 10: Voorbeeldontwerp

Stap 3: Aanlegdiepte en -hoogte, en type Rockflowelement



Bepalen maatvoering van infiltratiebuffer

Hoogte kiezen afhankelijk van dekking en gws: 0,50/0,66/1,00m (max. 2m)

Oppervlakte rockflowbuffer [m²]: buffercapaciteit [m³]/elementhoogte [m]

Lengte = veelvoud van 1,20m (elementmaat)

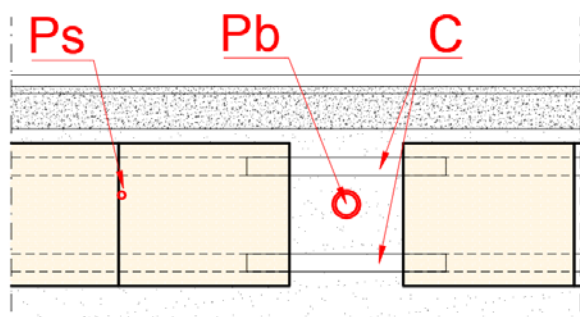
Maximale lengte bij eenzijdige aanvoer 40 m en bij tweezijdige aanvoer 80m

Breedte = veelvoud x 0,15m (elementmaat)

Kruisende kabels en leidingen

Bij een lijnbuffer in een woonstraat is de kans groot dat bij de aanleg bestaande kabels en leidingen het pakket kruisen. Bij (flexibele) leidingen en kabels van kleinere diameters (**Ps**) kan het een optie zijn om een stuk uit de steenwol te snijden en de leiding of kabels het pakket te laten kruisen. Bij grotere leidingdiameters (**Pb**) is het eenvoudiger om het Rockflowpakket te onderbreken. Belangrijk is wel dat de kanalen (**C**) in de Rockflow gekoppeld moeten worden met Ø125-leiding.

Zoals eerder benoemd is het uitvoeringstechnisch aan te bevelen om een dekking aan te houden van meer dan 75cm op de Rockflow elementen, voor zowel de bouwfase als de kruisende kabels en leidingen. Mits het grondwater voldoende diepte zit.



Figuur 11: Kruisende kabels en leidingen

Stap 4: Hydraulisch ontwerp van Rockflow

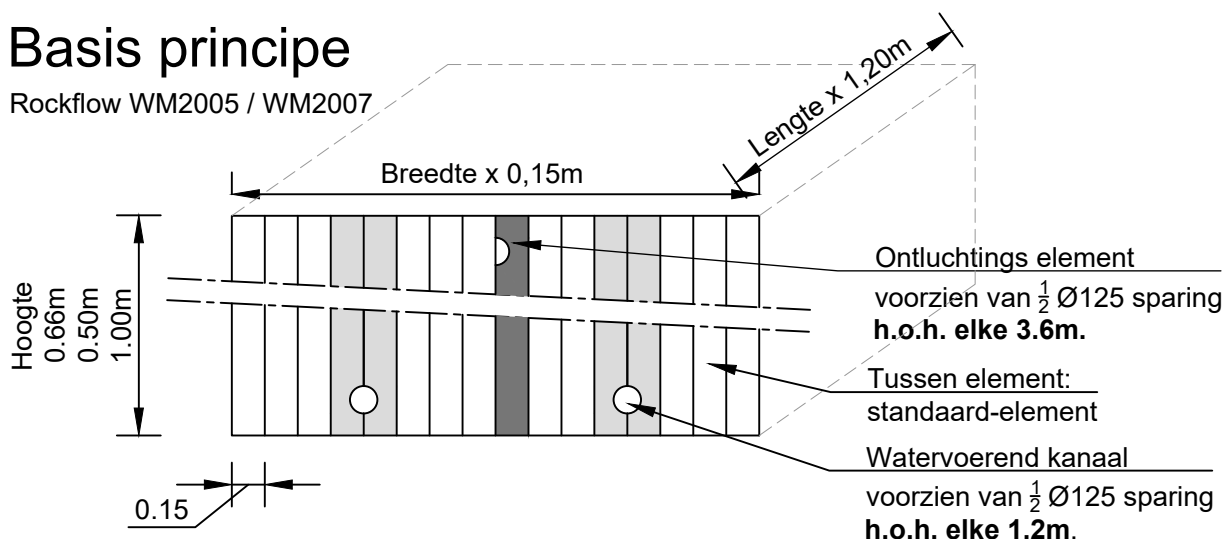
In deze stap bepalen we het aantal watervoerende kanalen (WATER IN) en het aantal ont- en beluchtingskanalen (LUCHT UIT) in een Rockflowbuffer. De kanalen in een Rockflowbuffer zijn nodig om de buffer binnen de gestelde ontwerpbui (hoeveelheid en tijdsduur) te kunnen vullen.

Stap 4a: Basisontwerpprincipes

Wanneer een buffer wordt ontworpen volgens onderstaand principe is het Rockflowsysteem bijna altijd in staat om een piekafvoer volgens de norm van Bui09 snel genoeg te verwerken.

Basis principe

Rockflow WM2005 / WM2007



Figuur 12: Basis-ontwerpprincipe

De watervoerende kanalen hebben een h.o.h. afstand van 1,20m bij een bufferhoogte van 1,0m of meer. Bij lagere buffers kan een h.o.h. afstand van 1,5m aangehouden worden.

Het aantal kanalen (lees: regenwater-aanvoerpunten) is bepalend voor de hydraulische berekening (vultijd) van het Rockflowsysteem. De Rockflow-steenwol is niet de beperkende factor bij het vullen van het systeem. De doorlatendheid van steenwol is zeer hoog - zie als voorbeeld de video over opname en afgifte van water door steenwol. De doorlatendheid (k-waarde) is door Deltares (4) vastgesteld op ca. 120 m/dag, ofwel 1 tot 1,5mm/sec. Bij grote(re) drukverschillen zijn dus grote 'opname-debietten' mogelijk. De capaciteit van de invoerkanalen is in de meeste gevallen bepalend voor de vulsnelheid van het Rockflowsysteem.



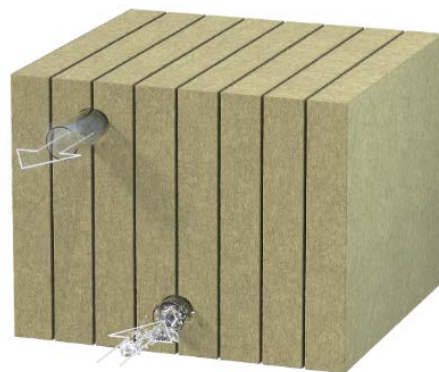
⁴ Bepaald volgens de norm NEN-EN-ISO 17892-11.

Bekijk de video over opname en afgifte van water door steenwol.

Stap 4: Hydraulisch ontwerp van Rockflow

Het aantal en de lengte van de invoerkanalen zijn bepalend voor de vultijd van het Rockflowsysteem. De Rockflow-steenwol is dermate poreus dat deze niet de beperkende factor is.

Het regenwater komt via een pvc-aansluiting van Ø125mm in de Ø125mm kanalen in het steenwolpakket. Het regenwater stroomt bij een lijnbuffer direct in het Rockflowkanaal. Dit gebeurt meestal via een kolk of de hemelwaterafvoer van woning. Bij een centrale buffer zal het regenwater via een HWA-leidingstelsel verzameld worden en daarna via een inspectieput verdeeld worden over het Rockflowsysteem.



Figuur 13: Voorbeeld van de opbouw

Stap 4b: Hydraulische berekening

De hydraulische berekening van een lijnbuffer en een centrale buffer dienen verschillend benaderd te worden. Onderstaande berekeningen zijn een vereenvoudigde en conservatieve aanpak. Je kunt ook altijd het Rockflowsysteem opnemen in hydraulische rekenpakketten zoals Infoworks en Mike+. Vraag ons naar de instructie hiervoor.

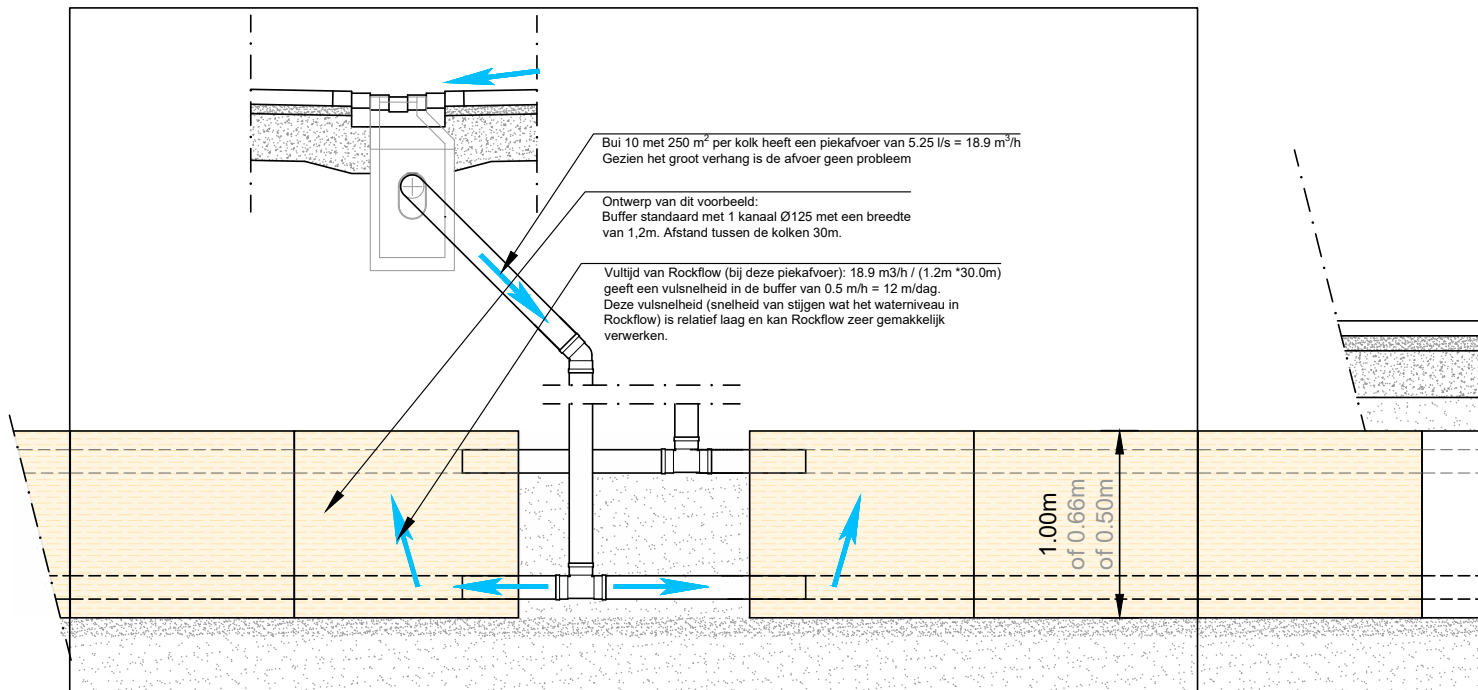
Hydraulische berekening van een Rockflow-lijnbuffer

Een lijnbuffer moet op zeer regelmatige afstanden via de zijkant gevoed worden met regenwater. Vanwege de gangbare maximale afstand tussen twee kolken, 30m, is de afstand tussen twee voedingspunten meestal ook nooit meer dan 30m. De huidige vuistregel is dat een kolk maximaal 250m² verhard oppervlakte af mag dekken.

Als je met deze regels rekent, zal de afvoercapaciteit per kolk 4,0l/s (voor Bui09) of 5,25 l/s (voor Bui10) moeten zijn. Dit komt neer op 18,9m³/h voor Bui10. Hoewel de afvoercapaciteiten van kolken zeer variabel is, gaan we ervan uit dat de kolken dit aankunnen. Nu kunnen we toetsen of de vulsnelheid lager is dan de maximale doorstroomsnelheid van Rockflow. Die is, zoals we eerder hebben vastgesteld, minimaal 80m/dag. We gaan uit van een maximale breedte van 1,2m (met 1 vulkanaal) en 30m ruimte tussen kolken. Dat komt neer op een vulsnelheid van $18,9 / (1,3 * 30) = 0,5m/h$, of 12m per dag. Dat is veel minder dan 80m/dag, en dat maakt het systeem zeer ruim toereikend, zelfs bij Bui10. Dit is bij de meeste lijnbuffers het geval, omdat er regelmatige zijwaartse aansluitingen van regenwater zijn via kolken en HWA-aansluiting.

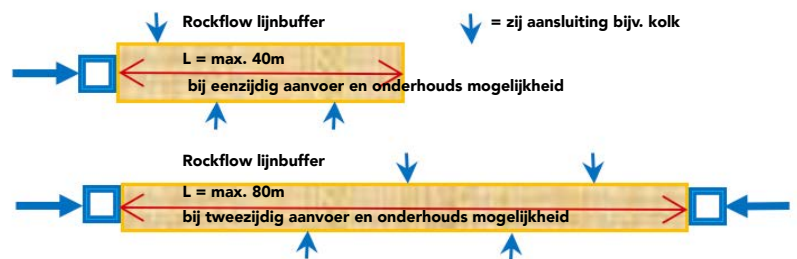
In de toekomst zal de gangbare maximale afstand tussen twee kolken kleiner worden, gezien de toenemende neerslagintensiteit. Ook de norm voor oppervlakte zal in de toekomst niet meer toereikend zijn. We zien al bestekken waar 100m² per kolk voor asfalt en 120m² voor elementenverharding gehanteerd wordt als uitgangspunt.

Stap 4: Hydraulisch ontwerp van Rockflow



Figuur 14: Langdoorsnede lijnbuffer met kolkaansluiting

De maximale lengte van een lijnbuffer wordt vooral bepaald door de mogelijkheid tot beheer en onderhoud van de lijnbuffer. Om een lijnbuffer volledig te kunnen inspecteren en reinigen, zijn er maximaal elke 80m inspectieputten nodig, bij een tweezijdige onderhoudsmogelijkheid. Als slechts aan een zijde onderhoud mogelijk is, geldt er een maximale lengte van 40m. Bij een afstand van 40m is het reinigen nog haalbaar met een reinigingswagen. Bij een grotere afstand wordt het moeilijk voor de reinigingsspuitskop om druk op te bouwen en zich voorwaarts te bewegen. Meer hierover bij beheer en onderhoud in Stap 5.



Figuur 15: Maximale lengte buffer i.v.m. beheer en onderhoud



Vuistregel voor een LIJNBUFFER

De hydraulische capaciteit van een lijnbuffer is zelden beperkend

Dimensionering:

Breedte: Kanalen in Rockflow elke 0,6-1,5m (meestal 1,2m)

Hoogte: Keuze op basis van dekking; 0,50m, 0,66m, of 1,00m

Lengte: Maximaal 80m, tussen twee inspectie- en reinigingsputten.

Stap 4: Hydraulisch ontwerp van Rockflow

Hydraulische berekening van een centrale Rockflowbuffer

Bij centrale buffers, zeker met een lengte van 24m of meer, moet er hydraulisch goed naar het systeem gekeken te worden. Bij eenzijdige vulling zonder zijdelingse voedingspunten kan de stijghoogte toenemen. Meestal is dit geen probleem, omdat de piekaanvoer over het algemeen niet aan het einde van een regenbui zit, wanneer het systeem al bijna vol is. Daarnaast zijn buffers over het algemeen ontworpen op een veel hogere bergingseis dan de hydraulische bui.

- 1 Het HWA-stelsel voorafgaand aan de Rockflowbuffer bepaalt de **maximale piekafvoer: $Q_{max.A} \rightarrow l/s$** (let op, dit is niet hetzelfde als de maximale bergingseis; zie punt 1 in Figuur 17)
- 2 De verdeelput voor de buffer, waar de Ø125-aansluitingen samenkomen, zorgt ervoor dat het water de Rockflowbuffer in kan stromen. Het aantal aansluitingen kan als volgt berekend worden:

$$\text{Minimaal aantal } \varnothing 125 = \frac{Q_{max.A}}{Q_{max.\varnothing 125(\Delta H=0,2m; l=5m)}}$$

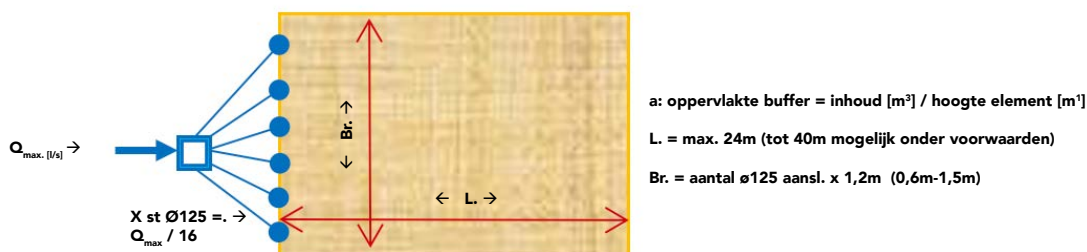
$$\text{Minimaal aantal } \varnothing 125 = \frac{Q_{max.A} [l/s]}{16 [l/s]} \text{ (zie punt 2 in Figuur 17)}$$

- 3 Dimensies van een buffer bepalen:
 - a **Hoogte = 0,50m of 1,00m** (eerder gekozen op basis van dekking; zie punt 3b in Figuur 17).
 - b **Breedte = Aantal Ø125 * 1,2m** (h.o.h.-afstand kanalen in Rockflow bij h=1,0). We adviseren om buffers die breder zijn dan 10-12m in de breedte te onderbreken. Bij bredere buffers is het verdichten van het aangevulde zand erg belangrijk. *Opmerking: bij een zeer hoge $Q_{max.A} [l/s]$ is het soms noodzakelijk om de invoerkanalen dicht bij elkaar te plaatsen (<1,2m). Als er aan de 1,2m wordt vastgehouden kan de buffer te breed worden. (Zie punt 3a in Figuur 17.)*
 - c Lengte: zie punt 3c in Figuur 17.

$$\text{Lengte} = \frac{\text{Bergingseis [m}^3\text{]}}{(\text{Breedte[m]} * \text{Hoogte[m]} * \text{Holle ruimte \% Rockflow})}$$

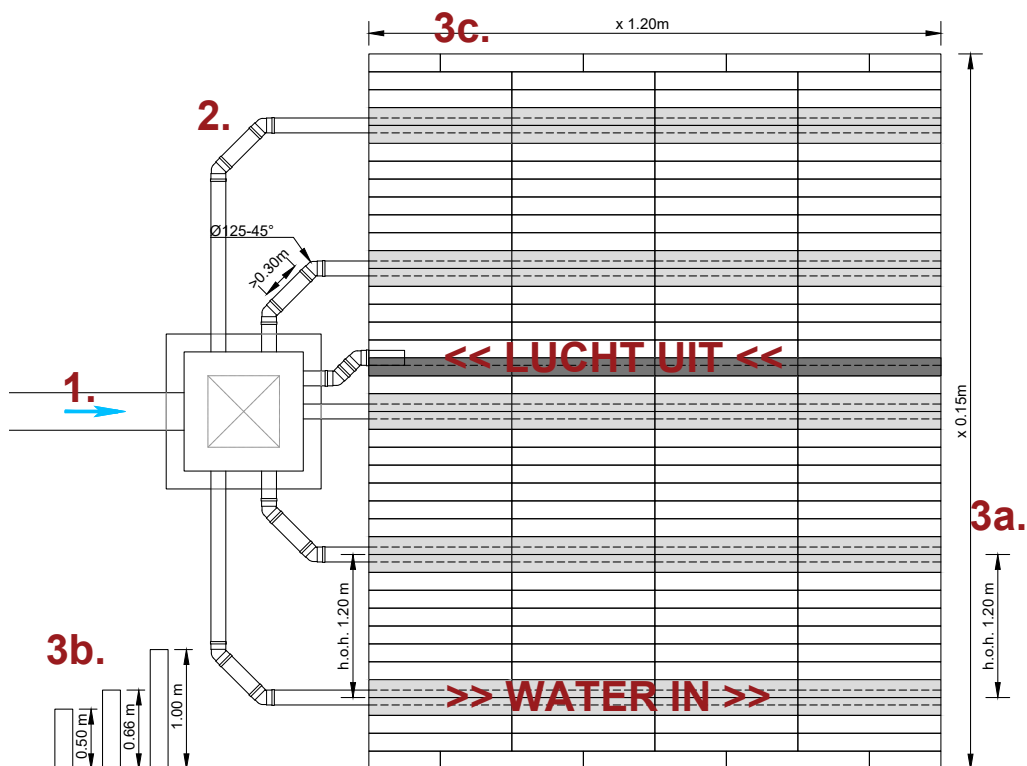
- d Breedte : Lengte verhouding = 1,0 : >1,2
- e Check of er voldoende opnamecapaciteit is door kanalen:

$$\frac{Q_{max.A}}{\text{Aantal } \varnothing 125 * \text{Lengte}} < 0.4$$



Figuur 16: Afmetingen van een buffer en aantal aansluitingen (bovenaanzicht)

Stap 4: Hydraulisch ontwerp van Rockflow



Figuur 17: Ontwerp aansluitingen (bovenaanzicht)



Stap 4: Voor een casus en een voorbeeldberekening, zie Bijlage 3



Vuistregel voor een CENTRALE BUFFER

De hydraulische capaciteit van de Rockflow steenwolbuffer is op basis van onderstaande regels te ontwerpen

Dimensionering: minimaal aantal aansluitingen Ø125 = $Q_{\max.A} [l/s] / 16 [l/s]$

Breedte: $(Q_{\max.A} [l/s] / 16 [l/s]) * 1,2m (=0,075 * Q_{\max.A} [l/s])$

Let op: de breedte is de minimale breedte, breder is altijd mogelijk.

Hoogte: keuze maken op basis van dekking; 0,50m, 0,66m of 1,00m

$$\text{Lengte} = \frac{\text{Bergingseis [m]} * \text{Verhard oppervlakte [m}^2]}{\left(\text{Br.} \left(\frac{Q_{\max.A} [l/s]}{16 [l/s]} \right) * 1,2m \right) * \text{Hgt[m]} * \text{HR\%Rockflow}}$$

Lengte (eenvoudig): Totale volume Rockflow [m³] / (Br[m]*Hgt[m])

Stap 4: Hydraulisch ontwerp van Rockflow

Stap 4c: Ont- en beluchting van het Rockflowsysteem

Om een Rockflowbuffer snel te kunnen vullen met regenwater moet de aanwezige lucht in de steenwol snel afgevoerd kunnen worden. Als dit niet mogelijk is, dan wordt de vulsnelheid en het bergingsvolume beperkt door de aanwezigheid van de lucht in de steenwol. Lucht verplaatst zich vele malen sneller door steenwol dan water. Ook voor het optimaal leeglopen van het systeem (via infiltratie of via een vertraagde afvoer) moeten er beluchtingskanalen zijn. Om die wisselwerking van ont- en beluchting te bereiken, zit aan de bovenkant van elke Rockflowsysteem minimaal 1 luchtkanaal in de vorm van een half $\text{Ø}125$.

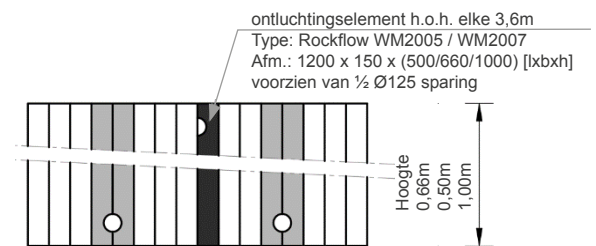


Vuistregel die wij adviseren voor ONT- EN BELUCHTING

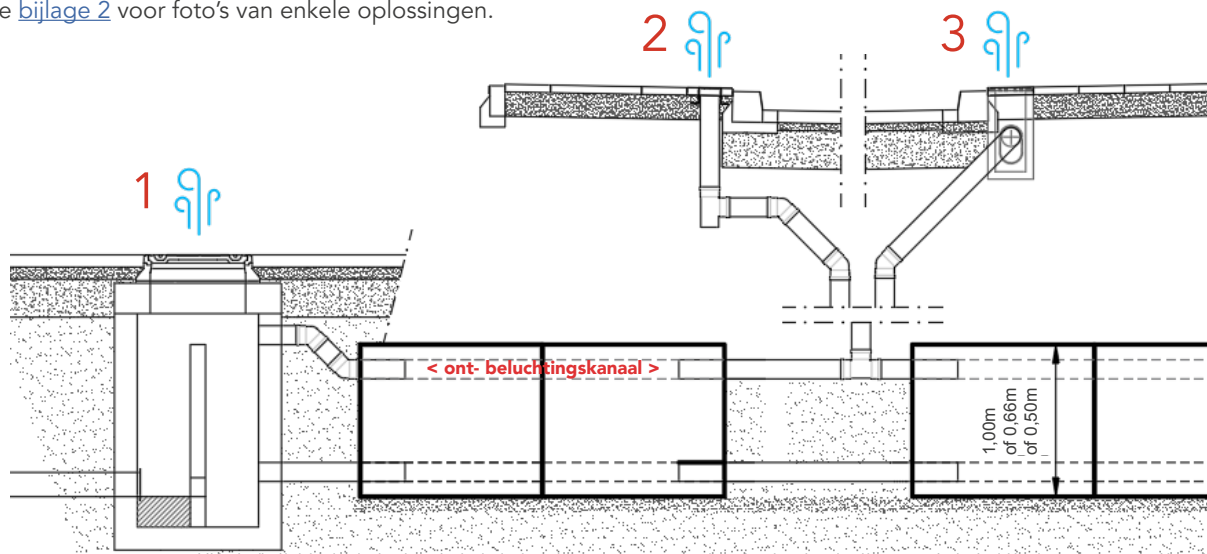
- Half- $\text{Ø}125$ boven in het rockflowpakket, ca. elke 3,6m (zie basisprincipe)
- Een minimum van 2 ontluuchtingspunten per buffer vanaf 30m^3
- Max. ruimte tussen kanalen: 50m bij lijnbuffers
- Plaatsing op hoogste punt van buffer

In principe zijn er 3 ont- en beluchtingsopties:

- 1 Bij voorkeur via de inspectieput. Voorzie de put dan wel van een open waaijer/rooster-putdeksel of een deksel met gaten.
 - 2 Via een open verbinding. Deze afdekken met een rooster.
 - 3 Via een tegelpadkolk. Bij voorkeur een afwijkend dekselmotief gebruiken dan bij de regenwaterkolken en het stankschild verwijderen.
- Zie [bijlage 2](#) voor foto's van enkele oplossingen.



Figuur 18: Ontluuchtingselement (doorsnede)



Figuur 19: Voorbeelden van ont- en beluchtingsmogelijkheden (langsdoorsnede)

Stap 4: Hydraulisch ontwerp van Rockflow

Stap 4d: Lediging van een Rockflowbuffer

Nadat een Rockflowbuffer gevuld is met regenwater, moet deze ook weer leeglopen om beschikbaar te zijn voor de volgende regenbui. Wanneer een buffer weer beschikbaar moet zijn voor de volgende bui (de ledigingstijd) is verschillend per project. We zien vaak een eis van 24 uur, maar ook tijden tot 72 uur. De beleidsmakers binnen het projectgebied bepalen de norm.

Ons advies zou zijn: maak een goede inschatting hoe snel het aannemelijk is dat de buffer weer gevuld zal worden.

Ledigingstijd: omvang van bergingseis vs. herhalingstijd van een bui

Een buffer met een bergingseis van 20mm zou, in principe, zeker binnen 24 uur weer leeg moeten zijn. De kans dat er de dag erna weer een bui valt die de hele buffer vult is groter dan bij een buffer met een bergingseis van 100mm.

In principe zijn er twee manieren voor een Rockflowbuffer om zich te ledigen: via INFILTRATIE naar de bodem, via VERTRAAGDE AFVOER of een combinatie van beide. De combinatie-oplossing is vaak nodig als de ondergrond een lage k-waarde heeft en de buffer door infiltratie alleen niet op tijd weer beschikbaar zou zijn.

Lediging van Rockflow via infiltratie

Om de leegloopsnelheid via infiltratie naar de ondergrond te kunnen berekenen, moet je de k-waarde of doorlatendheid van de ondergrond weten. Omdat k-waarden per gebied sterk kunnen verschillen, adviseren wij om altijd onderzoek te laten uitvoeren op de locatie waar de buffer gebouwd wordt. Zo kun je zekerder zijn dat het systeem goed functioneert.

Er bestaan ook tabellen die een indicatie geven over de doorlatendheid van bepaalde grondsoorten. Deze tabellen kunnen handig zijn voor een eerste grove inschatting van de meest geschikte locatie binnen het projectgebied om een infiltratiebuffer te plaatsen. Op de vermoedelijk geschikte locatie kunnen dan ter plaatse k-waarde-onderzoeken uitgevoerd worden.

Om de ledigingsnelheid te bepalen van een infiltratievoorziening adviseert Rioned⁵ de volgende formule te gebruiken:

$$l_{\text{eff}} = k * \frac{(F_{\text{wand}} * O_{\text{wand}}) + (F_{\text{bodem}} * O_{\text{bodem}})}{24 * 10 * A_{\text{verh.opp}}}$$

l_{eff}	ledigingscapaciteit van de infiltratievoorziening [mm/h]
K	doorlatendheid ondergrond [m/dag]
O_{wand}	wandoppervlakte (Lengte + Breedte)*2) * Hoogte buffer [m ²]
F_{wand}	factor equivalent wandoppervlak -> VOOR ROCKFLOW IS DIE FACTOR 0,5
O_{bodem}	bodemoppervlakte (Lengte * Breedte) [m ²]
F_{bodem}	factor equivalent bodemoppervlak -> voor Rockflow is die factor 1,0
$A_{\text{verh.opp}}$	afvoerend oppervlakte [ha]



Stap 4d: Voor een casus en een voorbeeldberekening, zie Bijlage 3

⁵ Rioned: www.riool.net

Stap 4: Hydraulisch ontwerp van Rockflow

Wanneer de beschikbaarheidseis niet gehaald kan worden via bodeminfiltratie, zijn de volgende oplossingen mogelijk:

- 1 Infiltratieoppervlakte vergroten door bufferhoogte te verlagen. Wanneer je elementen van 0,50m hoog kiest in plaats van 1,0m verdubbelt de infiltratieoppervlakte van de bodem. (Hoewel het wandoppervlakte ook minder wordt, heeft dit minder impact.)
- 2 De infiltratieleding combineren met een vertraagde afvoer (zie volgende paragraaf).

Lediging van Rockflow via vertraagde afvoer

Een vertraagde afvoer of leegloop is de aangewezen oplossing in situaties waar de doorlatendheid van de ondergrond erg laag is of infiltratie niet toegestaan is. Door constructie van een vertraagde afvoer of leegloop van de juiste dimensies is het mogelijk om de buffer binnen de gestelde tijdsduur weer leeg en beschikbaar te hebben voor de volgende bui.

Er zijn grofweg vier typen constructies toe te passen (zie Figuur 20)

- A Opening (knijpconstructie) in de overstortmuur
- B Opening in de bocht van de overstortbuis
- C Regelbare schuif met afvoerbuï
- D (Diepte)infiltratiepaal

Stap 4e: Noodoverloop

Het is altijd wenselijk om een noodoverloop bij een buffersysteem in te bouwen. Het systeem is berekend op een bepaalde maximale inhoud. Als er buien vallen die groter zijn dan de ontwerpbui, kan de noodoverloop in werking treden. Dat voorkomt wateroverlast in de omgeving.

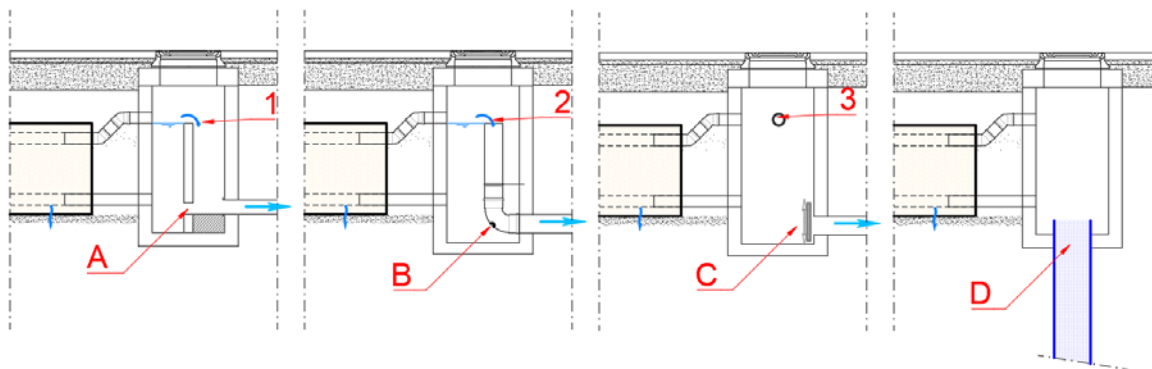
Er zijn drie typen noodoverloopsystemen (zie Figuur 20).

- 1 Overstortmuur, bovenkant gelijk aan bovenkant buffer
- 2 Overstortbuis, bovenkant gelijk aan bovenkant buffer
- 3 Overstortafvoer, b.o.b. gelijk aan bovenkant buffer

Het overtollige water dient afvoert te worden naar een ander watersysteem waar overcapaciteit aanwezig is.

Het nut en de noodzaak van een noodoverloop is afhankelijk van:

- de verwachte herhalingstijd van een bui
- de bergingseis
- de risico's in de omgeving wanneer er toch water op straat komt te staan

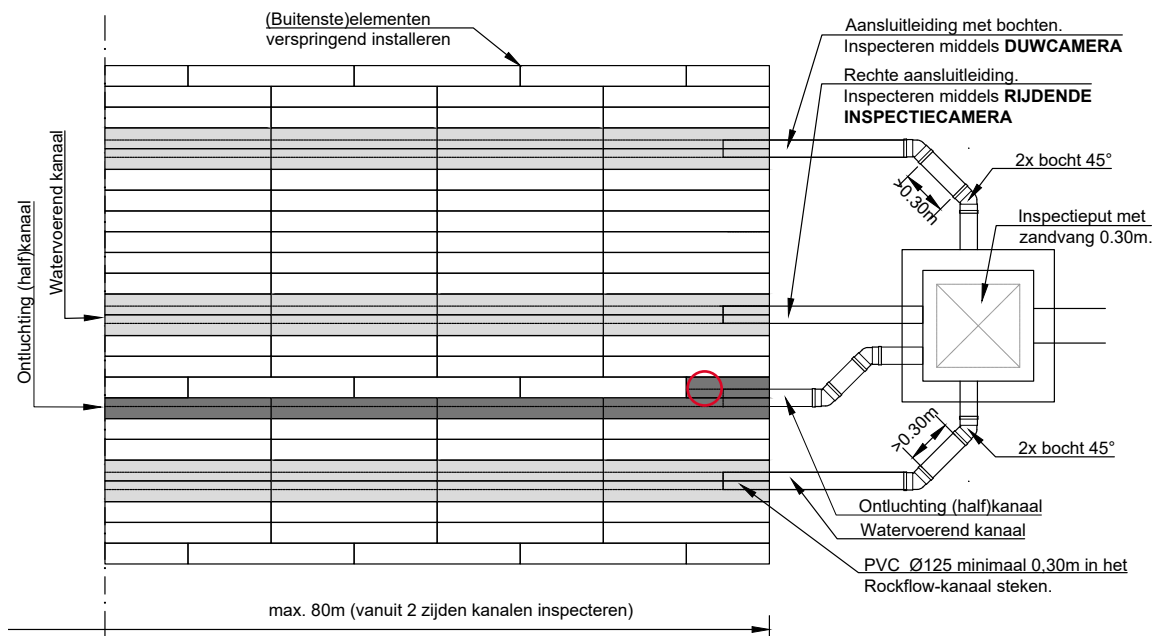


Figuur 20: Lediging en noodoverloop (doorsnedes)

Stap 5: Onderhoudsvriendelijk en inspecteerbaar systeem

Om ervoor te zorgen dat het Rockflowsysteem blijft functioneren, moet het systeem onderhouden worden door middel van inspectie en reiniging van de watervoerende Rockflowkanalen. Dit onderhoud kan alleen plaatsvinden wanneer de kanalen toegankelijk zijn. Hiermee kan in het ontwerp rekening gehouden worden. De watervoerende kanalen in het Rockflowsysteem moeten toegankelijk zijn voor de inspectiecamera en de reinigingsspuitkop. Anders kan er geen onderhoud plaatsvinden.

Zorg er bij het ontwerp voor dat de watervoerende kanalen via de inspectieputten bereikbaar zijn en ontwerp met bochten van maximaal 45 graden en met een tussenruimte van minstens 0,30m tussen opeenvolgende bochten. Bij een lijnbuffer is dit gemakkelijker te realiseren dan bij een centrale buffer.

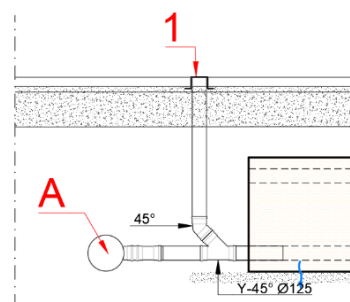
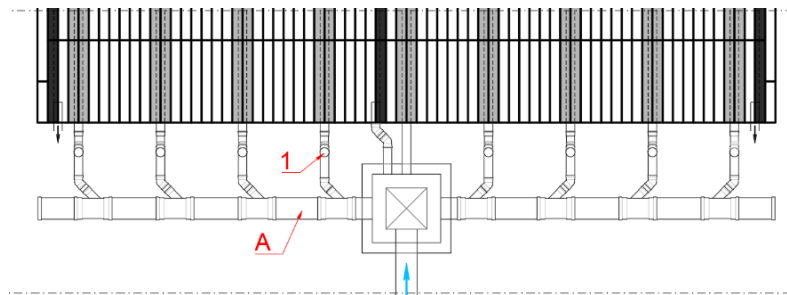


Figuur 21: Ontwerp met inspectie in gedachten

Zoals aangeven in Figuur 21 is het gewenst dat de elementen tijdens de uitvoering regelmatig verspringen (V). Dit draagt bij aan een stabielere constructie. De verspringingen zijn op zijn minst wenselijk aan de buitenzijde van het Rockflowpakket en bij het ontluchtingselement. Omdat het ontluchtingselement maar een half kanaal betreft, is het niet gemakkelijk daar een ronde buis op aan te sluiten. Wel is het mogelijk bij het ontluchtingselement een half element (O) te plaatsen, met ook een half kanaal. Hiermee is de aansluiting tussen de steenwol en een buis eenvoudiger te realiseren. Tevens is hiermee ook de verspringing gerealiseerd.

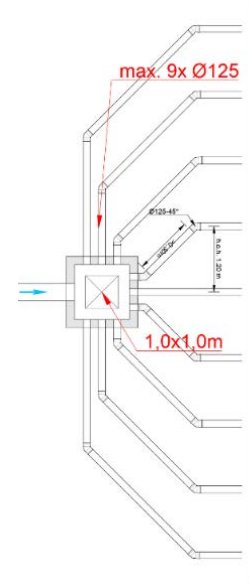
Stap 5: Onderhoudsvriendelijk en inspecteerbaar systeem

In een standaard 1000x1000 inspectieput kunnen maximaal 9 aansluitingen gerealiseerd worden. Met de standaard afstand van 1,2m tussen de kanalen in Rockflow kan een bufferbreedte gehaald worden van maximaal 11m.



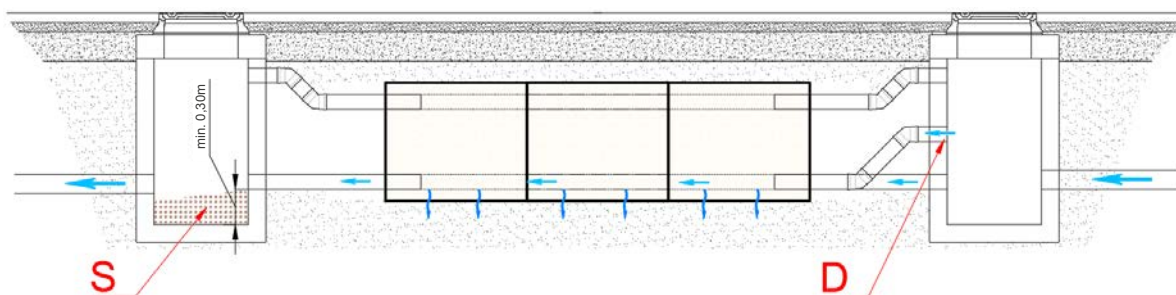
Bij bredere buffers kan er ook gekozen worden voor een verdeelleiding vanuit de inspectieput (zie Figuur 23). Om de kanalen te kunnen inspecteren en reinigen is het van belang dat tussen de verdeelleiding (A) en het Rockflowsysteem een doorspuitvoorziening (1) aanwezig is.

Figuur 23 a+b: Doorspuitvoorziening en verdeelleiding (bovenaanzicht en doorsnede)



Figuur 22: Maximaal aantal aansluitingen (bovenaanzicht)

Om het reinigingsproces te optimaliseren en het vuil dat uit de leidingen en kanalen stroomt te verzamelen is het belangrijk dat er een zandvang in de inspectieputten (zie Figuur 24 S) aanwezig is van minimaal 0,3m.



Figuur 24: Zandvang (doorsnede)

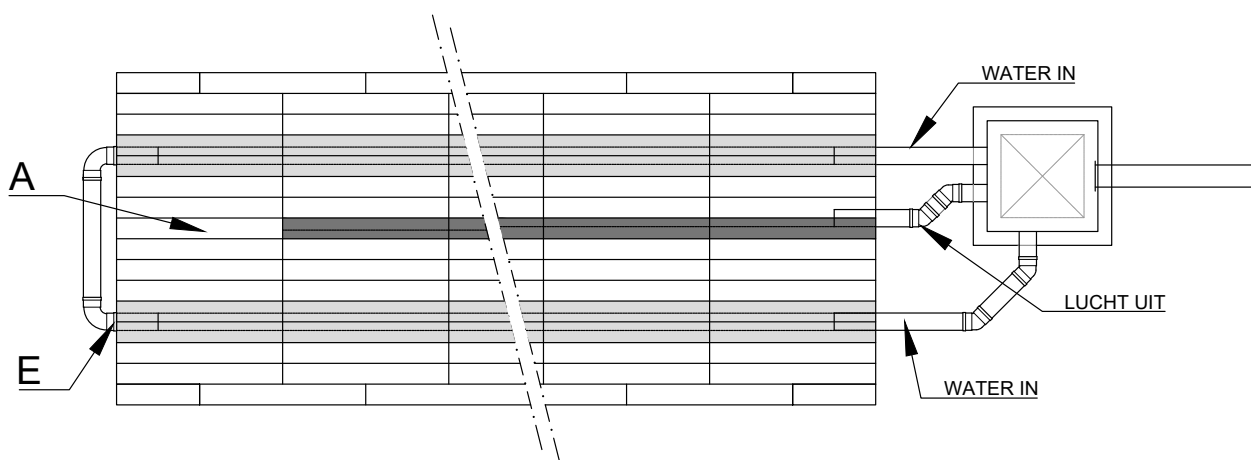
Vooral bij inspectieputten met meerdere Ø125-aansluitingen en een hoge bergingseis zouden een aantal Ø125-aansluitingen hoger op de put (zie Figuur 24 D) geplaatst kunnen worden. Hiermee concentreer je het eerste vuil bij een bui meer in de laagstliggende kanalen. Het beste is om de kanalen die de kortste afstand hebben tussen inspectieput en Rockflow als laagstliggende kanalen te ontwerpen. Kanalen met een korte afstand tussen inspectieput en buffer zijn over het algemeen toegankelijker, dus die kunnen goed gereinigd worden.

Stap 5: Onderhoudsvriendelijk en inspecteerbaar systeem

Doodlopende uiteinden vermijden

Wanneer een buffer ontworpen is op basis van eenzijdige aanvoer van regenwater, is het onderhoudstechnisch aan te raden om de watervoerende kanalen (water IN) aan de achterzijde aan elkaar te koppelen (zie Figuur 25 E). Zo creëer je geen eindpunt in de watervoerende kanalen waar zich vuil kan ophopen.

Wanneer het ontluftingskanaal maar eenzijdig aangesloten is, hoeft het laatste Rockflowelement geen uitsparing te hebben (dicht element, zie Figuur 25 A). Dit voorkomt dat er vuil in het ontluftingskanaal treedt vanuit de kopse kant.

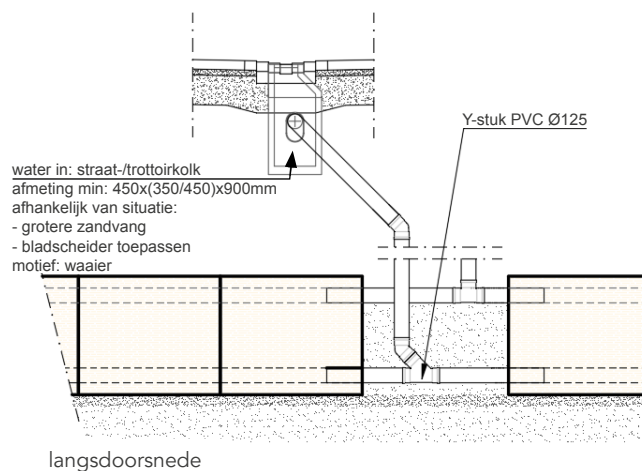


Figuur 25: Eindafwerking watervoerende kanalen (bovenaanzicht)

Lijnbuffer-kolk-aansluiting

Bij een lijnbuffer onder een straat of parkeerplaats moeten er regelmatig aansluitingen gemaakt worden tussen de kolk en het Rockflowpakket. Gebruik voor een snellere instroom van het regenwater een y-hulpstuk voor de aansluiting. Hierdoor loopt het water beter de buffer in.

Afhankelijk van de manier waarop de kolk aangesloten is, is het misschien ook mogelijk om via de kolk een deelinspectie of -reiniging uit te voeren.



Figuur 26: Kolkaansluiting (doorsnede)

Onderhoudsinstructies en (oplever)inspectie-instructies zijn te downloaden via de Rockflow website. Kijk onder Downloads > Handleidingen op rain.rockwool.com

Stap 6: Belangrijke aandachtspunten voor het bestek

Service van Rockflow

Nadat het ontwerp gereed is, kun je het kosteloos laten toetsen door het Rockflowteam. Neem contact met ons op via de contactgegevens op de website of stuur een email naar rain@rockwool.com

Wanneer het ontwerp definitief is zal het bestek of contract opgesteld worden.

De bestekteksten zijn ook te vinden op onze website onder downloads > technische tekeningen & bestektekst.

In de bestekteksten staan niet alleen de posten benoemd die betrekking hebben op de Rockflow-elementen, maar ook belangrijke aandachtspunten die van toepassing zijn op de uitvoering.

Voor de RAW-systematiek is er online een RSX-bestand beschikbaar waaruit de posten overgenomen kunnen worden.

In delen 1, 2.1 en 3 van de RAW-systematiek zijn bepalingen opgenomen om de kwaliteit in de uitvoering te borgen.

In deel 2.2 zijn naast de posten voor het aanbrengen van de Rockflow ook extra posten toegevoegd om de kwaliteit in de uitvoering te borgen. De volgende posten zijn belangrijk voor kwaliteitsborging:

- Maak gebruik van kolken met een grote zandvang en eventueel voorzien van bladscheider
- Profileren van de ondergrond en eventueel aanbrengen van een profileerlaag van zand
- Na oplevering van het werk: verwijderen van inveegzand en reinigen van kolken
- Inspecteren van de Rockflowkanalen (Opleverinspectie)
- Coördinatie en afstemming met derde partijen (o.a. Rockflow)

Veel succes met het opstellen van het bestek!

Bijlage 1: Overzicht maximale aslast gebruiks- en bouwfase



RAINWATER SYSTEMS

Maximale as-lasten



Bouwfase



Link naar installatie handleiding: www.rockwool.com/group/products-and-applications/rockflow/downloads/installation-guides

Dekking op Rockflow in de uitvoeringsfase (bouwfase)	Maximale aslasten die toelaatbaar zijn tijdens de uitvoering op het verdicht ^[1] funderingspakket ^[2]			
	Rockflow WM2005		Rockflow WM2007	
	As-last ^[3]	Enkele wiel-last	As-last ^[3]	Enkele wiel-last
25 - 45 cm	< 3 ton	< 0.8 ton	< 6 ton	< 1.5 ton
45 - 65 cm	< 6 ton	< 1.5 ton	< 10 ton	< 2.5 ton
> 65 cm	< 10 ton	< 2.5 ton	< 15 ton	< 3.7 ton

^[1] Conform standaard RAW-bepalingen 2015 art. 80.16.05) leveren, aanbrengen en verdichten.

^[2] Opbouw funderingspakket minimaal 0,30m menggranulaat 0/31,5 (NEN-EN 13242 (2015) + eventueel zand in zandbed (Standaard RAW bepaling 2015 art. 22.06.03).

^[3] As-last op basis van achteras met dubbel banden (NEN-EN 1991-2 par. 4.3.2), Wiel afdruk 0.4m x 0.4m.



Gebruiksfase

Link naar product data sheet: www.rockwool.com/group/products-and-applications/rockflow/downloads/datasheets-certificates

Verkeersklasse Aslast	Minimum installatiediepte (top van buffer tot maaiveld)	
	Rockflow WM2005	Rockflow WM2007
Groen (geen verkeer)	> 30 cm (zand)	NA
6 ton	40 cm	40 cm
10 ton	40 cm	40 cm
15 ton	60 cm	40 cm
20 ton	75 cm	45 cm

De wegconstructie bestaat uit de volgende lagen:

- 10 cm klinkers of asfalt (zie aandachtspunt)
- 30 cm fundering uit menggranulaat (25 cm fundering bij WM2009)
- Variabele laagdiktes zand

Belangrijke aanwijzing: Bij het toepassen van de minimale inbouwdiepte dient er rekening gehouden te worden dat in de bouwfase met mogelijk ander materiaal of methode de bovenbouw aangebracht dit te worden. Bijvoorbeeld voor het aanbreng van asfalt dient het funderingspakket in de bouwfase voldoende dik te zijn t.b.v. de asfaltauto's

Bijlage 1: Overzicht maximale aslast gebruiks- en bouwfase




















RAINWATER SYSTEMS

Richtlijnen voor het kiezen van aslasten voor Rockflow



Gebruiksfasen

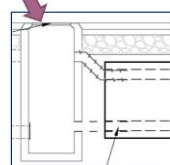
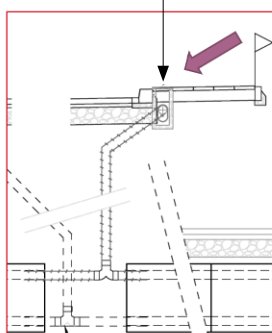
Type gebied	Verwachte belastingen	Max aslasten voor het ontwerp	Opmerking
Parkeerplaats 	   	< 10 t < 15 t	Bij < 10 t niet toegankelijk voor vrachtwagens
Woongebied 	  	< 15 t	
Stad 	  	< 20 t	
Industrie/ snelweg 	 	20 t	Besteed speciale aandacht aan speciaal en zwaar transport
	Neem bij het gebruik van een asfaltdeklaag altijd de parameters 20 t aslast (Gebruik fase). In de bouwfase mag je met de asfaltwagens / bestrating machine alleen over de verdichte fundering rijden.		

Bijlage 2: Ont- en beluchting, voorbeelden

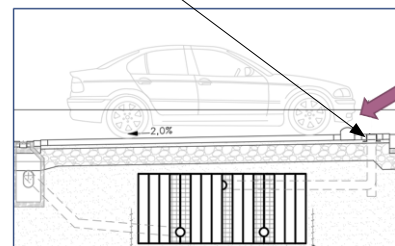
Ontluchting en beluchting van het Rockflow systeem

Lucht uit: Ontluchtingspunt (kolk o.g.)
 Type TBS: STR STR 9301
 afmeting uitw. 300x300x600mm
 Motief: geperforeerd met gaten
 Let op: Stankslot verwijderen

Richtlijn:
 Minimaal 2st per buffer
 Max. om de 50m
 Elke 100m³
 Hoogste punt van de buffer



Ontluchting
 Rooster 17x17
 type AMSTEEL17
 Leverancier: www.greenmax.eu



Ontluchting via "Zwanen"-hals

(Tegelpad) Kolk
 Afwijkend deksel motief bij voorkeur

Put met rooster

Rooster 17 x 17



LET OP!: Stankafsluiter verwijderen uit (ontluchtings)kolk

Bijlage 3: Ontwerpcasus met een voorbeeldberekening

Stap 1: berekenen van waterberging en volume rockflow

Woonstraat van 1km lang en een breedte van 10m.
Uitgangspunt is 100% verhard.

Rioleringsstelsel is ontworpen op Bui 09 en bergingseis 60mm.

Opgave: **Bepaal de benodigde hoeveelheid Rockflow.**

Waterbergingseis = $((1.000*10)*0.06) = 600\text{m}^3/95\% = 632\text{m}^3$
Rockflow.

(Op basis van alleen de hydraulische berekening met Bui09 zou dit 417m³ zijn, 20mm minder berging.)

Stap 2: kiezen van locatie en type rockflowsysteem

In dit voorbeeld is er gekozen voor een lijnbuffer in stap 3 en een centrale buffer in stap 4.

Stap 3: bepalen van maximale bufferhoogte en elementkeuze

Een woonstraat van 1km lang en 10m breed, met nieuw asfalt (dikte 0,20m). Uitgangspunt is 100% verhard. Rioleringsstelsel ontworpen op Bui 09, met een bergingseis van 60mm.

Er is gekozen voor een Rockflow-lijnbuffer. Grondwaterstand/GHG zit op 2m onder maaiveld.

Opgave: **Bepaal de wegoopbouw en vermeld de maximale as- of wiellasten in de bouwfase.**

- Volume Rockflow: 634 m³ (bepaald in casus 1)
 - Woonstraat met asfalt, minimale dekking gebruiksfase, zie bijlage 1: 20t aslast
 - Rockflow WM2005 = 0,75m
 - Rockflow WM2007 = 0,45m
- Gezien de diepte van het grondwater (2m onder mv) zouden we adviseren om te kiezen voor element type Rockflow WM2005.

Kostentechnisch is de WM2005 gunstiger dan de WM2007. De buffer komt te liggen in een woonstraat met vaak veel kruisende kabels en leidingen. Een hogere dekking >0,75m zal gunstiger zijn in de uitvoering.

- Maximale as- of wiellast tijdens de bouwfase OP HET VERDICHTTE FUNDERINGSPAKKET: voor type WM2005 is 10ton aslast / <2,5ton wiellast toegestaan bij een funderingspakket (incl. zandlaag) van meer dan >0,65m.
- **LET OP!** Gezien de asfaltlaag, die in dit voorbeeld 0,20m bedraagt, komt de minimale dekking neer op 0,65m (dekking bouwfase) + 0,20m (asfalt gebruiksfase) = 0,85m dekking bovenop de Rockflow.
- Bepaal de maximale bufferhoogte: 2,00m (afstand mv tot GHG) – 0,85m (minimale dekking) = 1,15m maximaal.
- Kies de juiste elementhoogte: in dit geval, hoogte 1,00m (er kan ook gekozen worden voor een lager element, van 0,66m of 0,50m, maar er is voldoende ruimte voor het hoogste element).

Wanneer de ondergrond een zeer slechte infiltratiewaarde heeft kun je wellicht beter kiezen voor minder hoge elementen. Hiermee creëer je meer infiltratieoppervlakte, zie pagina 25.

- Wegopbouw: 0,20m asfalt
0,30m puinfundering.
Dit is belangrijk:
alle wegconstructieberekeningen zijn gebaseerd op **MINIMAAL 0,30M PUINFUNDERING**
- 0,35m zand voor zandbed
- 1,00m Rockflow
- 0,10m zand voor profileerlaag
- **Lengte = een veelvoud van 1,20m**
In dit voorbeeld is de straat 1 km. De effectieve lengte t.b.v. ontwerp is ca. 800m.
Uitvoeringslengte > 800,4m
Omdat de Rockflowelementen 1,20m lang zijn dient de totale lengte een veelvoud van 1,20m te zijn. (667 rijen van 1,20m.)
In verband met beheer en onderhoud adviseren wij een lijnbufferlengte van maximaal 40m wanneer de buffer vanuit een zijde bereikbaar is en eenzijdig aanvoer heeft van regenwater. 80m bij tweezijdige toegang en aanvoer van regenwater.
Zie Stap 4 voor de maximale hydraulische afmetingen van een lijnbuffer of centrale buffer.
- **Breedte = een veelvoud van 0,15m**
Totale buffercapaciteit: 634m³/800,4
Effectieve breedte = 0,79m breedte.
Uitvoeringsbreedte > 0,90m
Omdat de Rockflow elementen 0,15m breed zijn dient de totale breedte een veelvoud van 0,15m te zijn. (6 stuks, ieder met een breedte van 0,15m.)

Bijlage 3: Ontwerpcasus met een voorbeeldberekening

Stap 4: voorbeeld centrale buffer

Een woonstraat van 1km lang en 10m breed, met nieuw asfalt (dikte 0,20m). Uitgangspunt is 100% verhard. Rioleringsstelsel ontworpen op Bui 09, met een bergingseis van 60mm.

Er is gekozen voor een centrale Rockflowbuffer. Totale berging en hoogte waren al bepaald in Stap 2 en 3.

Waterbergingsvolume: 600m³. Rockflowvolume: 634m³. Hoogte: 1,0m.

Opgave: **Bepaal de dimensies van de buffer.**

- RWA Riolering op een afschot van 1:2000 -> met een Qmax van 160 l/s/ha. Laatste streng heeft Qmax van 160 l/s/ha * (10*1000) = 160 l/s diameter leiding van 700 BTN (Chezy berekening)
- Minimaal aantal Ø125 : 160 [l/s] / 16 [l/s] = 10 stuks
- Breedte van de buffer: = 10 * h.o.h. 1,2m = 12 m
- Lengte: 634m³/(12*1.0) = 52.8m. Pas op, dit is groter dan de maximumlengte van 40m. Buffer breder maken.
- Aangepaste breedte: 14 kanalen * 1,2m = 16,8m. Dit geeft een lengte van 37,7m > 38,4m uiteindelijke lengte, met elementen van 1,2m per stuk.
- Bufferafmeting lxbxh = 38,4 x 16,8 x 1,0 = 645 m³ Rockflow. Dit is ca. 11m³ te veel. Wanneer dit niet wenselijk is kun je de breedte met stappen van 0,15m (dat is de breedte van 1 element) smaller maken. Hier geldt: 11m³ / (38,4 lgt*1.0 hgt) = 0.29m. Dat zijn ca. 2 breedtes van 0,15m waarmee de buffer in de breedte smaller zou kunnen. 38,4 x 16,5 x 1,0 = 633,6 m³ Rockflow
- Check verhouding breedte:lengte = 1,0 : >1,2. Dat is OK.
- Check opnamecapaciteit van de kanalen: Qmax / (Aantal kanalen * Lengte) < 0,4 (160/(14*38,4) = 0,3. Dat is ook OK.

Stap 4d: Infiltratieberekening

Opgave: Bepaal de ledigingscapaciteit en de statische leeglooptijd

Bufferafmeting lxbxh = 38,4m x 16,8m x 1,0m = 645 m³ Rockflow. Bergingseis 60mm. Beschikbaarheid binnen 24 uur. K-waarde ondergrond = 0,5 m/dag

$$i_{\text{eff}} = k^* \frac{(F_{\text{wand}} * O_{\text{wand}}) + (F_{\text{bodem}} * O_{\text{bodem}})}{24 * 10^* \text{Averh.opp}}$$

$$i_{\text{eff}} = 0,5 * 2,9 = 1,46 \text{ mm/h}$$

Bergingseis = 60 mm/1,46 mm/h = 41 uur statische leeglooptijd. De ontworpen buffer voldoet dus niet aan de beschikbaarheidseis van 24 uur.

Mogelijke oplossingen om aan de beschikbaarheidseis van 24 uur te voldoen:

Oppervlakte vergroten door bufferhoogte te verlagen. Elementen van 0,5m hoog geven een groter bodemoppervlak. 645m³ met Rockflowelementen van 0,5m hoog is al een bodemoppervlakte van 1290m². Ieff op basis van alleen bodem: 0,5 * (1290/240) = 2,7 mm/h > 22 uur statische leeglooptijd voor de opgegeven bergingseis. Dit voldoet aan de ontwerpdracht.

Vertragende afvoer realiseren (zie paragraaf: Lediging van Rockflow via vertraagde afvoer, [pagina 30](#))

ROCKWOOL Group is the world leader in stone wool products, from building insulation to acoustic ceilings, external cladding systems to horticultural solutions, engineered fibres for industrial use to insulation for the process industry and marine & offshore. We are committed to enriching the lives of everyone who experiences our products and services, and to helping customers and communities tackle many of today's biggest sustainability and development challenges including energy consumption, noise pollution, fire resilience, water scarcity, urban flooding and more.

RAINWATER SYSTEMS



Visiting address
ROCKWOOL Rainwater Systems
Delfstoffenweg 2
6045 JH Roermond
The Netherlands

Postal address
ROCKWOOL Rainwater Systems
P.O. Box 1160
6040 KD Roermond
The Netherlands

Tel: +31 4 75 35 35 55
Email: rain@rockwool.com
rain.rockwool.com