

LIFE AERFIT

samenvatting

Samengevat.....	2
Doelstelling van LIFE AERFIT:	2
Conclusies invloed op de meerjarige infiltratiecapaciteit.....	2
Ontwerp realisatie en beheer van hemelwaterafvoer met FHVI	2
Intermezzo: onderhoud voorfilters	4
Monitoring infiltratiesnelheid	4
Monitoring waterkwaliteit	5
Meldingen wateroverlast.....	5

Samengevat

Fast High-Volume Infiltration (FHVI) is een innovatieve adaptatietechnologie die regenwater zeer snel afvoert en infiltreert in de bodem. Belangrijke randvoorwaarden zijn een grondwaterstand van minstens één meter onder maaiveld en bodemlagen aanwezig van zand en grind om het water op te nemen. Dit is interessant voor stedelijke gebieden omdat het weinig ruimte in beslag neemt. De infiltratie van regenwater is betrouwbaar als deze voorzien is van een voorfilter die zeer kleine deeltjes (kleiner dan 5 μm) tegenhoudt. Omdat er relatief weinig ruimte en grondstoffen nodig zijn heeft deze techniek relatief lage implementatie kosten ten opzichte van alternatieve infiltratiemethoden. Onderhoud aan kolken en voorfilter kunnen met een gewone kolkenzuiger worden uitgevoerd en in het bestaande onderhoudsregime worden opgenomen. Het om het zoveel jaar reinigen (spoelen en leegpompen) van de FHVI vraagt wel apart materieel. De benodigde frequentie hangt samen met de belasting van de FHVI en de onderhoudsplanning is daarom maatwerk.

Doelstelling van LIFE AERFIT:

De belangrijkste doelstelling van het LIFE-AERFIT project was het aantonen dat Fast High-Volume Infiltration (FHVI) een effectieve adaptatiestrategie is tegen water op straat veroorzaakt door extreme regenval. Met als gewenst resultaat het opleveren van een blauwdruk voor een duurzaam functionerend FHVI-systeem.

Centrale onderzoeksvraag LIFE AERFIT

Op welke manier en in welke mate beïnvloeden de dimensionering van de FHVI-putten en het onderhoud, onder verschillende omstandigheden, de meerjarige infiltratiecapaciteit?

Afgeleide vragen: Is er degeneratie van de infiltratiesnelheden na installatie? Dus wat is de infiltratiecapaciteit (m^3/u) direct na oplevering? Wat is de infiltratiecapaciteit (m^3/u) voor en na het reinigen van de FHVI-put? Wordt er minder of sneller geïnfiltreerd als gevolg van veranderende grondwaterstanden? En wat is de waterkwaliteit van het geïnfiltreerde regenwater?

Conclusies invloed op de meerjarige infiltratiecapaciteit

Voorfiltratie van het afstromende regenwater is cruciaal voor het handhaven van een langdurige infiltratiecapaciteit. Daarbij is het aantal momenten dat de FHVI belast wordt ook van invloed op de levensduur. FHVI als primaire voorziening voor regenwaterafvoer: omdat bij iedere bui de FHVI wordt aangesproken komt het doorspoelen van (kleine) deeltjes vaker voor, wat verstoppingen kan veroorzaken. Bij deze systemen is het van belang om de infiltratiesnelheid te meten en te bepalen of schoonmaken noodzakelijk is. Als de FHVI in hybride met een andere bufferingsvoorziening wordt ingezet werkt de FHVI incidenteel, waardoor de kans op fysieke verstopping vermindert. Automatisch verlengt de levensduur van de voorziening.

Ontwerp realisatie en beheer van hemelwaterafvoer met FHVI

Bureauonderzoek

Voorafgaand aan de installatie/het ontwerp van regenwaterafvoer met een FHVI dient uit de literatuur (DINOLoket, REGIS, beschikbare lokale gegevens) te worden bepaald of er watervoerende lagen aanwezig zijn met een minimale horizontale doorlatendheid van 20 m/d en of het grondwaterpeil jaarrond meer dan 1 meter onder het maaiveld ligt.

Hydrologische ontwerpeisen

Bij het ontwerpen van de capaciteit van een FHVI-locatie wordt gebruik gemaakt van een standaard regenbui, namelijk bui 10 uit de leidraad Riolering van RIONED. Deze bui levert 357 m³ regen per hectare. Voor het ontwerp in Apeldoorn is 400 m² aangesloten op één FHVI-locatie (ongeveer 4 kolken), wat neerkomt op 14,3 m³ regenwater dat moet worden geïnfiltreerd.

Tijdens een T=10-gebeurtenis uit de vroegere Leidraad Riolering, wordt aangenomen dat de FHVI-locatie ongeveer 10 m³ infiltreert. De resterende 4-5 m³ wordt tijdelijk op straat of in een buffer opgeslagen, totdat de FHVI-bron het water kan afvoeren.

Ontwerp van regenwaterafvoer

Afhankelijk van de aard van het oppervlak kan een keuze worden gemaakt voor het ontwerp van de regenwaterafvoer. Door uit te gaan van drie basisprincipes is per locatie beperkt maatwerk nodig, afhankelijk van factoren zoals helling van het straatbeeld, grondwaterstanden, bodemopbouw en de hoeveelheid vuil dat kan afstromen.

1. 'Stand-alone' systeem met FHVI als primaire afvoer van regenwater. In licht hellend gebied 4 kolken met beperkte kolkleidingen, beperkte buffer op maaiveld op straat of in de berm;
2. 'Hybride', vooral toegepast in vlak terrein waar vier kolken worden aangesloten op een beperkte lengte infiltratieleiding als ondergrondse buffer en infiltratie van kleine regenbuien;
3. 'FHVI als noodafvoer' als aanvulling op ondergrondse en/of bovengrondse opslag- en infiltratievoorzieningen. De afvoerfunctie van de FHVI wordt slechts enkele malen per jaar gebruikt tijdens piekbuien.

In alle gevallen moet worden overwogen waar het water naartoe kan stromen als het niet meer kan worden afgevoerd in de regenwatervoorziening: is het acceptabel dat er tijdelijk water op straat komt te staan (tussen drempels en straatbanden)? Of is extra afvoercapaciteit nodig – door bijvoorbeeld een extra FHVI-put te slaan - of wordt het water afgevoerd naar openbare ruimte benedenstrooms?

Installatieproces FHVI

Tijdens het plaatsingsproces (verticale boring) wordt bepaald op welke exacte diepte de FHVI-put wordt geplaatst. Dit gebeurt door te testen of er meer dan 5 m³/u werkend water moet worden toegevoegd aan het boorproces. Als de capaciteit boven de 5 m³/u komt is de locatie interessant voor infiltratie. Dit bepaalt de diepte waarop de FHVI-put wordt geplaatst. Al deze gegevens worden vastgelegd door de BRL2100, protocol 2101 Mechanisch boren.

De locaties voor infiltratie zijn ontworpen met als uitgangspunt een infiltratiecapaciteit van 10 m³/u. Als blijkt dat één FHVI-put niet voldoende is, wordt een extra FHVI-put in lijn geplaatst.

Onderhoudsprotocol

Er is een onderhoudsprotocol opgesteld voor de FHVI-systemen.

Kolken: Kolkenzuigen conform reguliere planning.

Het zand-drain voorfilter: Jaarlijks controle of er vuil ophoopt en vuil afgezogen en of het grind vervangen dient te worden. De frequentie voor schoonmaken ligt in ieder geval lager dan 1x per jaar. Verwacht wordt dat in Apeldoorn een 2 tot 5 jaar een toplaag van het grind vervangen gaat worden. Bij ernstige vervuiling is het draindoek verstopt en dient de drain plus doek en grind vervangen te worden.

FHVI:

stap 1 is schoonpompen of spoelen. Dit brengt de infiltratiecapaciteit vaak weer terug op acceptabele infiltratie. Stap 2 bij hardnekkiger vuil eerst boresaver inbrengen en vervolgens spoelen door water uit de put te pompen. Stap 3 Jutten is een laatste optie, waar middels perslucht het bronwater geforceerd gaat stromen en zo deeltjes weer mee uitspoelen.

Intermezzo: onderhoud voorfilters

De toegepaste ontwerp eis is om te voorkomen dat deeltjes doorstromen met een fractie groter dan ca 5 µm. Bij het gebruik van een voorfilter is het van belang dat de put gemakkelijker toegankelijk is en de fysieke werkzaamheden goed uit te voeren.

Bij gebruik van een voorfilter met alleen doek komt verstopping van het filtermedium vaak voor. Hierdoor moet het filterdoek 2 tot 4 keer per jaar worden vernieuwd. Dit is een intensieve onderhoudsroute. Het verzadigde voorfilterdoek is namelijk te zwaar om handmatig te liften en moet daarom met een minikraan verwijderd worden.

Daarom is een ander voorfilter ontwikkeld. Bij het installeren van een put met een grindlaag en daaronder een drain met doek word het infiltratiesysteem voldoende beschermt. Bij verstopping is onderhoud makkelijk uit te voeren met een gewone kolkenzuiger.

Tot nu toe, voorjaar 2025, is er slechts één locatie gerapporteerd met een verstopping van dit type filter door extreme afvoer in een hellend gebied, waarbij het gewenste maximale oppervlak met intense regenval ruim 400 m2 afvoer had vanwege de hellende straat (locatie kruising Libellelaan/Hagenweg in Beekbergen).

Monitoring infiltratiesnelheid

Methode monitoring van infiltratiesnelheden

Het hydrologisch functioneren door de tijd wordt bepaald door het meten van de infiltratiesnelheden. Hiervoor zijn twee methoden toegepast:

1. het meten van de infiltratietijd van een bekend volume water. Op 23 locaties is een praktijktest uitgevoerd.

Praktijktesten met het infiltreren van een bekend volume is de meest betrouwbare methode voor het meten van de infiltratiesnelheid van een FHVI. De betere optie voor het meten van de infiltratiesnelheid over een lange periode is het regelmatig uitvoeren van praktijktesten. Bij het vergelijken van praktijktesten is het ook cruciaal om te weten of en welk soort onderhoud is uitgevoerd. In de **bijlage 8 en 9 [LINK]** zijn overzichten en verslagen van de praktijktesten opgenomen.

2. het meten van (grond-)waterstanden in de voorfilterput en in de FHVI tijdens regenval met automatische sensoren voorzien van telemetrie.

Een twintigtal FHVI-locaties is gedurende twee tot drie jaar gemonitord. Een betrouwbare infiltratiesnelheid afleiden is lastig doordat regenbuien zich grillig gedragen en metingen daarom lastig met elkaar te vergelijken zijn. Meten van waterstanden heeft wel nut als waarschuwinginstrument voor onderhoud. Wanneer een locatie gedurende een bepaalde periode hoog water meet, geeft dit aan dat onderhoud nodig is.

Resultaten monitoring infiltratiesnelheden

In de Engelstalige rapportage is in **bijlage 6 [LINK]** alle gegevens van alle gemonitorde locaties weergegeven in grafieken. Voor elke gemonitorde FHVI is gecontroleerd of deze nog operationeel was, of deze is gecorrigeerd naar NAP en of de metingen logisch zijn.

Beschouwing resultaten monitoring infiltratiesnelheden

Algemeen beschouwing van het meten van de waterstanden en infiltratiesnelheden:

- Beschikbare gegevens voor analyses zijn slechts een fractie van de totale dataset. Hoewel er op veel locaties metingen zijn gedaan, gingen door technische problemen veel gegevens verloren of bleken ze onbruikbaar. De gegevens die van goede kwaliteit zijn, vereisen veel handmatig werk om de gegevens te standaardiseren en te focussen op één enkel bui. Zelfs als selectie van regenvalgebeurtenissen geautomatiseerd zou kunnen worden (wat nu niet het geval is), zal het nog steeds handmatige inspanning vereisen om stortbuien te filteren en rekening te houden met locatie-specifieke variaties.
- Een gestandaardiseerde analyse per locatie bleek niet mogelijk. De samenstelling van de lay-out van het systeem en infiltratiesnelheden van FHVI en voorfilter beïnvloeden de informatie die kan worden ontvangen. Als voorbeeld de meetreeksen van Voshuizen 15: Als de regen niet volledig stopt of opnieuw begint tijdens de tijd die nodig is om het systeem te legen, is de meting niet direct vergelijkbaar met andere neerslaggebeurtenissen. Gebeurtenissen waarbij de bui volledig stopt en niet opnieuw begint komen weinig voor en vereisen uitgebreid zoeken.

Monitoring waterkwaliteit

Methode monitoring waterkwaliteit

In totaal zijn 37 watermonsters van FHVI-putten en 5 watermonsters van kolken geanalyseerd. De volgende parameters zijn geanalyseerd: pH, temperatuur, chloride, zuurstof, niet-opgeloste deeltjes, metalen, aromaten, xyleen, styreen, gechloreerde koolwaterstoffen, sommige cis/trans-1,2-dichlooretheen, gebromeerde koolwaterstoffen, minerale oliën. Alle monsterdata zijn terug te vinden in de Engelstalige eindrapportage.

Resultaten monitoring waterkwaliteit

In [Bijlage 5 \[LINK\]](#) is een overzicht opgenomen van grafieken van de analyse van watermonsters van goten en FHVI-putten.

Beschouwing resultaten monitoring waterkwaliteit

Locatiefactoren die bijdragen aan de hoeveelheid afstromend vuil zijn de grootte van het verhard oppervlak, de hoeveelheid afvoer van onverharde bermen en bomen in het gebied. In afstromende regenwater zijn verschillende stoffen aanwezig die bij voorkeur niet in het grondwater geïnfilteerd worden. Door bodempassage via bermen langs wegen of via wadi's worden de meeste stoffen gefilterd of gefixeerd en opgeslagen in de bovenste bodemlagen. Sommige opgeloste stoffen kunnen echter potentieel in het grondwater terechtkomen.

De combinatie van kolken met vuilopvang en het voorfiltersysteem filtert deeltjes groter dan 5 µm. Uit metingen is gebleken dat opgeloste stoffen deels gefilterd of gefixeerd worden. De deeltjes worden vastgelegd door chemische processen met bijvoorbeeld zuurstof of door binding met organische deeltjes zoals humus. De kwaliteit van het water na de twee gebruikte typen voorfilters overschrijdt nooit de interventiewaarden die worden gebruikt voor de sanering van grondwater of om te bepalen of sanering nodig is. Het is zeker geen garantie dat doorstroming van verontreinigende stoffen altijd voorkomen wordt. Bijvoorbeeld: het vuil afgevangen in organisch materiaal in het grind en doek kan met de tijd weer afbreken en de opgenomen stoffen vrij laten.

Meldingen wateroverlast

Gemeente Apeldoorn heeft een algemene meldingenregistratie waarbij op onderwerp geregistreerd wordt. Trends worden elke 4 jaar geëvalueerd met als doel onder 1.000 meldingen per jaar te blijven. Er zijn op dit moment sinds begin 2022 tot begin 2025 geen meldingen van overlast die te koppelen zijn aan de locaties waar een FHVI is geïnstalleerd. Als er wel meldingen van verstoppingen waren op de locaties dan ging dit niet om de FHVI maar om verstopte kolken in enkele gevallen gerelateerd aan verstopte/vervuilde voorfilters. Deze locaties konden op basis van de meldingen worden gereinigd.