

SUMMARY

Filtration through loose grain beds in the direction of diminishing grain size (upward filtration)

In upward filtration the water passes gradually from coarse to fine filtering materials, so that the dirt storage capacity of the filter can be used to its full extent, while filtering velocities are 2 or 3 times higher than in conventional filters. The sand grains are prevented from floating by a grid, placed at about 10 cm from the top of the filter bed. An interesting development is to combine flocculation with filtration, whereby the normal quantity of flocculating agent can be reduced by half. The use of an auxiliary medium as for example anthracite enables to filter at flowrates, higher than the backwashrate of the filtering medium. This auxiliary medium, which must have a lower specific weight than the filtering medium, is placed under and above the grid. The so-called "Immedium filter" has also successfully been tested in treating the effluent of trickling filters in a municipal waste water purification plant.

Filtratie door loskorrelige bedden in de richting van afnemende korreldiameter

Men kan zich de waterzuivering nauwelijks los denken van filtratie en het zandfilter heeft hierbij dan ook steeds een belangrijke rol gespeeld.

Het gebruik van het conventionele zandfilter is reeds heel oud en hoewel in de loop van de tijd dit filtertype verschillende verbeteringen heeft ondergaan, heeft men toch pas in de laatste 30 jaar meer aandacht besteed aan de filtratierichting. Er schijnt wel in 1791 een Brits octrooi te zijn verleend, dat betrekking had op filtratie in opwaartse richting, maar van praktische toepassing daarvan is mij niets bekend.

Het is een bekend feit, dat tijdens het zgn. opspoelen van een zandfilter het zand geclassificeerd wordt, wanneer althans de gebruikte watersnelheid groot genoeg is. Het grofste materiaal ligt dan na afloop van het spoelen in hoofdzaak onderin, terwijl het fijnste materiaal in hoofdzaak bovenaan ligt.

Wanneer nu, zoals bij het conventionele filter, tijdens de filtratie het ruwe water eerst in contact komt met het fijne materiaal, dat een hogere soortelijke weerstand heeft dan het grove materiaal, zal in de bovenlaag vrij snel een hydraulische weerstand worden opgebouwd. Zou het ruwe water eerst in contact komen met het grovere materiaal, dan zou de opbouw van de hydraulische weerstand veel langzamer gaan. Bovendien zal, afhankelijk van de hoeveelheid zwevende stof in het ruwe water, de bovenlaag op den duur dichtslibben, waardoor deze zwevende stof slechts tot op geringe diepte in het zandbed door kan dringen. Het zandbed wordt dus slechts ten dele benut voor vuilberging.

In 1938 stelde Ripple reeds voor om het ruwe water eerst in contact te brengen met grof materiaal, door boven op de zandlaag een laag grove anthraciet aan te brengen. Hoewel dit reeds een niet onbelangrijke verbetering is, wordt toch nog geen volledige filtratie van grof naar fijn bereikt. Immers, ieder medium afzonderlijk wordt tijdens het spoelen weer geclassificeerd, zodat in elk medium toch weer filtratie van fijn naar grof plaatsvindt.

Bij filtratie in opwaartse richting, dus van grof naar fijn, wordt het gehele zandbed benut voor vuilberging. Hoofdzakelijk tengevolge van Van der Waals' aantrekkingskrachten en van elektrische aantrekking en afstoting wordt de zwevende stof aan het oppervlak van de zandkorrels geadsorbeerd en hierdoor blijft de zandmassa doorlaatbaar zonder dicht te slibben.

Men heeft deze opwaartse filtratie voor de laatste oorlog in Singapore toegepast bij de Drinkwaterleiding. Men deed dit door eenvoudig bij de conventionele filters de toe- en afvoer van het water te verwisselen. Bij een bepaald drukverlies traden echter onverwachte doorbraken op, die gepaard gingen met een plotselinge verslechtering van het effluent, hetgeen

voor een drinkwaterbedrijf natuurlijk onaanvaardbaar is. Een voortdurende controle was derhalve noodzakelijk en tenslotte heeft men dit systeem toch weer verlaten.

De filtratie in opwaartse richting, zonder risico van onverwachte doorbraken, werd eerst mogelijk met het in 1948 in Nederland door Pieter Smit ontwikkelde Immedium Drainfilter. Dit filter bestond uit een gesloten cylinder, welke voorzien was van een speciale verdelingsbodem. Op deze bodem werd een uit drie lagen bestaand steunbed aangebracht en hierop rustte het eigenlijke filterbed. Het filterbed was samengesteld uit een korrelig medium met een Uniformiteits Coëfficiënt van ongeveer 1.7. In de bovenste en fijnste laag hiervan was een drainage systeem aangebracht.

Het ruwe water werd zowel aan de onderzijde als aan de bovenzijde van het filter toegevoerd, zodat de filtratie van twee zijden plaatsvond. Dus opwaarts en benedenwaarts. De benedenwaartse stroom was hierbij noodzakelijk om te voorkomen dat het filterbed tijdens de filtratie zou gaan zweven. De voordelen van dit Immediumfilter t.o.v. het conventionele filter waren de volgende:

1. een twee- tot driemaal hogere filtratiesnelheid,
2. veel langere looptijden,
3. een lage weerstand.

De speciale verdelingsbodem maakt het bovendien mogelijk om voor het spoelen van het filter ruw water te gebruiken, wat een niet onbelangrijke besparing aan filtraat betekent.

Het streven van Smit was om uitsluitend in opwaartse richting te filtreren en dit werd met dit filter nog maar ten dele bereikt. Weliswaar slibt evenals bij het conventionele filter de fijne bovenlaag op den duur dicht, maar tot aan het einde van de cyclus wordt toch altijd nog een deel van het water in benedenwaartse richting gefiltreerd.

Volledige filtratie in opwaartse richting werd eerst mogelijk met het eveneens door Smit ontwikkelde Immedium Roosterfilter. Dit bestaat uit een open of gesloten cylinder, welke eveneens is voorzien van een speciale verdelingsbodem. Ook hierop ligt weer het uit drie lagen bestaande steunbed, waarop tenslotte het filterbed rust.

In dit filterbed, ongeveer 10 cm onder de bovenzijde ervan, is nu het rooster aangebracht en dit rooster is essentieel voor dit filter. Het bestaat uit een ring van plaatijzer, waarbinnen in evenwijdig aan elkaar staven gelast zijn. De onderlinge afstand tussen deze staven is afhankelijk van de korreldiameter van het fijnste zand.

Wordt nu met dit filter in opwaartse richting gefiltreerd, dan voorkomt dit rooster dat het zand omhoog gedrukt wordt. De verklaring hiervan moet gezocht worden in een

dusdanige rangschikking tussen de zandkorrels onderling en tussen deze en de roosterstaven, dat tijdens de filtratie optredende verticale krachten via de zandkorrels op de roosterstaven worden overgebracht. Men kan zich voorstellen dat tussen de roosterstaven gewelven ontstaan in de zandmassa. Metingen hebben aangetoond dat inderdaad tijdens de filtratie tegen het rooster een druk wordt uitgeoefend en in de praktijk is gebleken dat de druk zeer aanzienlijk kan zijn. Zo heeft men in een suikerfabriek dunsap kunnen filtreren tot een druk van 2 kg/cm² onder de verdelingsbodem, zonder dat het bed gelicht werd. Voor de constructie van het rooster moet hiermee dan ook terdege rekening worden gehouden. Ik zei reeds dat het roosterfilter zowel open als gesloten gebouwd kan worden. De open constructie heeft het voordeel dat men een eenvoudige controle heeft op de gedragingen van het filter tijdens bedrijf en tijdens het spoelen. De gesloten constructie daarentegen heeft het voordeel dat men een extra pomp kan uitsparen, wanneer men het filtraat direct wil doorsturen naar een hoger gelegen tank. Voor kleinere debieten wordt het roosterfilter steeds in staal uitgevoerd, maar voor grote debieten wordt vaak de voorkeur gegeven aan een betonconstructie.

Doordat met dit filter uitsluitend in opwaartse richting gefiltreerd wordt, wordt nu vrijwel de gehele zandmassa benut voor vuilberging, hetgeen vanzelfsprekend een gunstige invloed heeft op de looptijd van dit filter. Om een indruk te geven van de vuilbergingscapaciteit, is het interessant te vermelden dat deze bij filtratie van oppervlaktewater zonder gebruik van flocculatiemiddelen ongeveer 25 kg droge stof per m³ zand bedraagt.

Een bijkomstig voordeel van de open constructie is nog dat men op eenvoudige wijze een bestaande conventionele filterinstallatie kan ombouwen tot roosterfilters. Men hoeft hier toe slechts de toe- en afvoer te verwisselen en een rooster aan te brengen. Op deze wijze kan men van een bestaande installatie met betrekkelijk geringe kosten de uur- en de totaalcapaciteit aanzienlijk verhogen zonder dat het nodig is de installatie uit te breiden.

Voor het reinigen van het filter worden lucht en water gebruikt. De lucht dient hier in de eerste plaats om de gewelven tussen de roosterstaven te vernietigen, terwijl het voorts dient om het vuil van de zandkorrels los te maken.

Met de constructie, zoals ik die heb omschreven, kan men filtreren tot snelheden, welke niet hoger zijn dan de opspoel-snelheid van het betreffende filtermedium.

De toepassingen van het Immedium Roosterfilter kunnen in drie groepen worden onderverdeeld:

- Filtraties zonder gebruik van flocculatiemiddelen met snelheden tot aan de opspoelsnelheid van het medium;
- Filtraties met of zonder gebruik van flocculatiemiddelen met snelheden hoger dan de opspoelsnelheid;
- Filtraties met gebruik van flocculatiemiddelen met beperkte snelheden.

Onder de eerste groep vallen filtraties van b.v. oppervlaktewater voor het verkrijgen van industriewater of koelwater, of voor de filtratie van ontzuurd water e.d.

Onder de tweede groep vallen filtraties van water met geringe hoeveelheden zwevende stof met een niet colloïdaal karakter, zoals b.v. zwembadwater.

Onder de derde groep vallen filtraties, welke tot doel hebben de bereiding van water van hoge kwaliteit, zoals drinkwater of water voor ketelvoeding, dat over ionenuitwisselaars moet worden geleid.

De onder de eerste groep behorende filtraties kunnen hier verder onbesproken blijven. Groep twee, dus filtraties met of zonder gebruik van flocculatiemiddelen, maar met hoge snelheden van b.v. 50 of 60 m/h, vraagt om een nadere uiteenzetting. Om deze hoge snelheden te kunnen toelaten is het nodig om gebruik te maken van een zgn. hulpmedium. Dit is een medium, waarvan de korreldiameter ongeveer

achtmaal zo groot is als die van het fijnste zand, terwijl het s.g. hoger moet zijn dan dat van de gefiltreerde vloeistof en lager dan dat van het filtermedium.

Voor zand als filtermedium en water als te filtreren vloeistof kan b.v. anthraciet als hulpmedium gebruikt worden. Met behulp van de Wet van Stokes kan men berekenen, dat men voor het opspoelen van een anthracietkorrel van 8 mm een ongeveer 17 maal hogere opspoelsnelheid nodig heeft dan voor het opspoelen van een zandkorrel van 1 mm. Bijgevolg zal bij een filtratiesnelheid van 60 m/h een dergelijk grof anthraciet niet gaan zweven.

Het hulpmedium nu wordt in het filter aangebracht ter vervanging van de bovenste zandlaag en wel zodanig, dat het ongeveer 15 cm onder het rooster ligt en 10 cm erboven. Het rooster ligt nu dus ingebed in de anthracietlaag.

Wordt nu gefiltreerd met een snelheid hoger dan de opspoel-snelheid, dan vormen zich de reeds eerder besproken gewelven tussen de anthracietkorrels onderling en deze korrels en de roosterstaven. De anthraciet kan bijgevolg niet tussen de roosterstaven heen passeren. De onder de anthraciet liggende zandkorrels vormen op hun beurt weer gewelven onderling en tussen de anthracietkorrels, waardoor ook de zandkorrels op hun plaats blijven.

Wanneer een filter, dat is voorzien van een hulpmedium, moet worden opgespoeld, kan hiervoor toch de normale opspoelsnelheid gebruikt worden. Dit lijkt in strijd met wat ik reeds eerder vermeldde over de opspoelsnelheid van een afzonderlijke anthracietkorrel. Echter het hulpmedium wordt nu niet opgespoeld met water, doch met een mengsel van water en zand, dat een schijnbaar s.g. heeft van 1.9. De anthraciet blijft hierop dus drijven. Wel ziet men dat tijdens het opspoelen zand en anthraciet gemengd worden, maar zodra ter beëindiging van het spoelen het water wordt afgezet, scheiden de beide media zich weer en de anthraciet ligt weer op haar plaats rondom het rooster. Op het grensvlak ligt wel een mengzone, doch deze heeft geen invloed op de werking van het hulpmedium.

De meest interessante toepassing is die, welke ik noemde onder groep drie, nl. filtratie met gebruik van flocculatiemiddelen.

In het algemeen gesproken is het niet mogelijk om van een oppervlaktewater door middel van filtratie alleen een filtraat van hoge kwaliteit te verkrijgen. De meeste oppervlaktewaters bevatten een hoeveelheid colloïdale zwevende stof, welke zich slechts ten dele door filtratie laat verwijderen.

De normale gang van zaken is, dat men het water een zekere hoeveelheid vlokkingmiddel toevoegt, waarna het een apparaat passeert, waarin het een dusdanige verblijftijd heeft, dat de vlok gevormd kan worden en vervolgens kan aangroeien totdat ze groot genoeg is om te kunnen bezinken.

Het effluent van deze apparaten moet echter altijd nog een filter passeren, omdat er altijd kans bestaat dat een klein gedeelte van de vlok wordt meegesleurd.

Het Immedium Roosterfilter biedt de mogelijkheid om in één en hetzelfde apparaat te flocculeren en te filtreren. Hier toe wordt het vlokkingmiddel op enkele meters afstand van de inlaat van het filter in de toevoerleiding geïnjecteerd. De vorming van de vlok heeft nu in het filter plaats, terwijl ze er tegelijkertijd in wordt afgefiltreerd. Op deze wijze wordt een filtraat verkregen, dat in kwaliteit gelijk is aan het gefiltreerde effluent van de conventionele apparaten, zoals b.v. flocculatoren.

Langdurige proeven hebben aangetoond dat de in het Immediumfilter toelaatbare snelheid ongeveer de dubbele is van die, welke in de gebruikelijke apparaten wordt toegepast. Bovendien is de hoeveelheid flocculatiemiddel ongeveer de helft van die, welke normaal nodig is. De hogere snelheid brengt mee, dat de benodigde filterinstallatie veel kleiner is, wat een niet onaanzienlijke besparing betekent.

De bij de proeven geconstateerde voordelen van deze toepassing van het Immediumfilter zijn ook in de praktijk ge-

● slot op pag. 159

FILTRATIE DOOR LOSKORRELIGE BEDDEN

realiseerd en deze methode wordt nu op vele plaatsen toegepast. De snelheden variëren in de praktijk van 5 tot 10 m/h, afhankelijk van de chemische watersamenstelling en de watertemperatuur.

Het water, dat op deze wijze verkregen wordt, kan voldoen aan de eisen die aan drinkwater worden gesteld, zoals uit de volgende cijfers blijkt.

	Ruw water	Immediumfiltraat
Kleur in °Pt	25	10
Fe in ppm	0.85	0.11
BOD	3.6	1.2
V m/h		5

Tot slot wil ik nog een toepassing noemen, welke in Engeland voor het eerst met veel succes in de praktijk is gebracht, nl. de tertiaire behandeling van stedelijk afvalwater. In Engeland heeft men de laatste jaren de eisen, welke gesteld worden aan het in de rivieren te lozen afvalwater, aanmerkelijk verzwaaard. Was het tot voor een paar jaar nog toegestaan een water te lozen met 15 ppm zwevende stof en 20 BOD, thans zijn deze eisen 10 ppm en 10 BOD in de winter en 7 ppm en 7 BOD in de zomer.

In verband met de hogere eisen heeft men bij de afvalwaterzuiveringsinstallatie te Luton gedurende enkele jaren proeven genomen met verschillende apparaten om de kwaliteit van het effluent van de zgn. trickling filters dusdanig te verbeteren dat deze aan de nieuwe eisen voldeed. De bestaande conventionele filterinstallatie was niet in staat gebleken om onder alle omstandigheden een bevredigende kwaliteit te leveren.

Onder de apparaten, welke men daar getest heeft, was ook het Immedium Roosterfilter. Een volledig geautomatiseerd Immedium proeffilter is daar twee jaar in bedrijf geweest. Men heeft de proef zolang voortgezet, omdat men het filter wilde testen onder alle mogelijke weersomstandigheden. Deze waren nl. van invloed gebleken op de werking van de gehele afvalwaterzuiveringsinstallatie. Bij de filtratie werd niet van vlokingsmiddelen gebruik gemaakt.

De volgende cijfers geven een indruk van de prestaties van het Immediumfilter t.o.v. die van het downflow filter.

	Immedium-filter	Downflow filter
Verlaging gehalte zwevende stof	81.5 %	66.6 %
Verlaging BOD	75.0 %	59.6 %

Bij deze proeven was de filtratiesnelheid van het Immediumfilter de dubbele van die in de Downflow filters.

De volgende cijfers geven de absolute waarden aan, welke werden verkregen gedurende de maanden januari tot en met maart, dus onder ongunstige weersomstandigheden.

	Ruw water	Immedium-filter	Downflow filter
Opgeloste zuurstof	9.4	6.5	7.0
BOD	8.5	2.6	3.5
Zwevende stof	25.4	5.3	8.5

Op grond van de behaalde resultaten heeft men besloten te Luton een Immedium Roosterfilterinstallatie te bouwen voor de tertiaire behandeling van het effluent van de oxydatiebedden.

Deze installatie zal in de eerste helft van 1969 in bedrijf komen.

De hoeveelheid te behandelen water bedraagt 2600 m³/h.