

De invloed van de menging van de grenslaag in een dubbellaagsfilter: afsluitend onderzoek

1. Apparatuur

Voor de filtratieproeven is gebruik gemaakt van een in het laboratorium voor Gezondheidstechniek van de Technische Hogeschool in Delft opgestelde installatie.

Deze bestaat uit 2 filterkolommen (Ø 19 cm, hoogte 2,5 m) waarin een bed is aangebracht van circa 80 cm hydro-anthraciet en circa 40 cm zand (afb. 1).

In de wand van de kolom zijn om de 10 cm drukmeetpunten aangebracht, waarmee de drukopbouw in het bed door middel van een op de TH ontworpen systeem



J. K. VISSER
KIWA

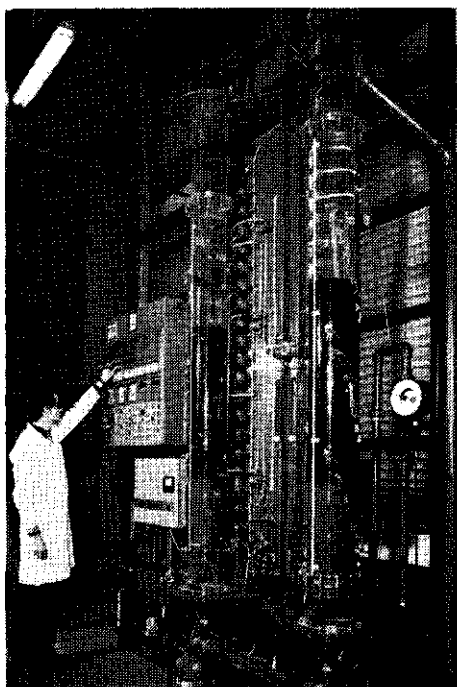
automatisch en continu kan worden geregistreerd. De filtratie is uitgevoerd met Schiewater, dat na behandeling met achtereenvolgens ferri-chloride, natronloog en chloorbleekloog en na doorstroming van een vlokkenkolk naar de beide filterkolommen werd gevoerd. De filtratiesnelheid werd constant gehouden door voortdurende regeling van de filtraatstroom. Na bereiken van de maximale drukval of na oplopende troebelheid (continu gemeten in een doorstroommeter) werd het bed met leidingwater gespoeld met circa 100 m/h.

1.2. Procescondities

Tijdens de hieronder beschreven experimenten zijn de volgende procescondities gehandhaafd.

- vlokmiddel-dosering (FeCl_3): 10 g/m³ als Fe^{3+}
- natronloog-dosering: zoveel als nodig is om de pH tussen 7,7 en 8,2 te houden
- chloorbleekloog-dosering: zoveel als nodig is om in het filtraat nog 0,2 - 0,4 g/m³ vrij chloor te hebben om biologische werking in de filters te voorkomen
- opwaartse snelheid in vlokkenkolk: 2,4 m/h
- filtratiesnelheid: 15 m/h (425 l/h).

Tijdens de proeven zijn regelmatig monsters genomen van het ruwe water, van de voeding van de filters en van het filtraat. Van deze monsters zijn de troebelheid, het



Afb. 1 - Proefinstallatie voor meerkolom-filtratie, opgesteld in het Laboratorium voor Gezondheidstechniek aan de TH te Delft.

ijzergehalte en het vrij chloor-gehalte bepaald. Drukmetingen zijn elk uur uitgevoerd.

1.3. Uitvoering van de proeven

Gedurende een aantal voorbereidende proeven werd gecontroleerd of de beide filterkolommen onder identieke omstandigheden ook overeenkomstige resultaten gaven voor wat betreft drukopbouw en filtraatkwaliteit. Nadat was gebleken dat de verschillen gering waren zijn proeven uitgevoerd met de in tabel I gegeven filtermaterialen.

TABEL I - Specificatie van het filtermateriaal.

omschrijving	zand	hydro-anthraciet N
fractie (mm)	0,60 - 0,85	1,6 - 2,5
d_{10} (mm)	0,63	1,64
d_{60} (mm)	0,71	1,94
$C_u d_{60}/d_{10}$	1,13	1,18
hoeveelheid (kg)	17	16
bedhoogte (m)	ca. 0,4	ca. 0,8

Door keuze van het spoelproces kan met deze materialen zowel een menglaag als een vrij scherpe scheiding worden verkregen. Tijdens het spoelen bij circa 100 m/h ontstaat ten gevolge van de fluïdisatie een gebied, waarin beide materialen gemengd zijn.

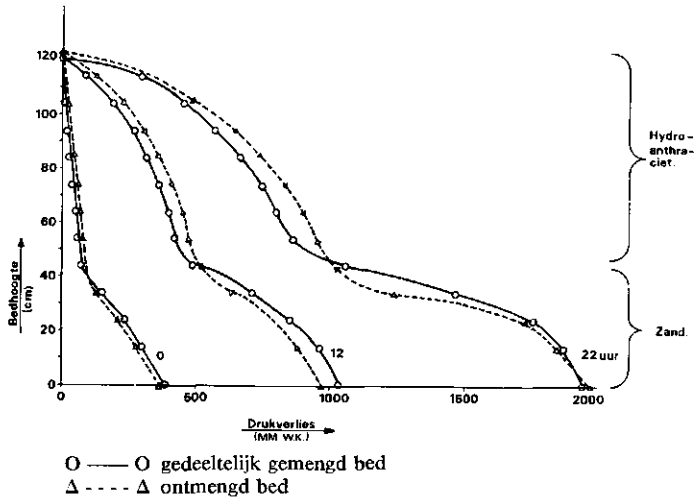
Door het spoelproces abrupt te beëindigen (afsluiter snel dichtdraaien) krijgt het gemengde gedeelte geen kans te ontmengen, zodat de situatie zoals die tijdens de fluïdisatie optreedt, min of meer gehandhaafd blijft. Het resultaat is een brede

zone waarin beide lagen van verschillend materiaal geleidelijk in elkaar overgaan. Een geleidelijke afname van de spoelwatersnelheid resulteert daarentegen in een vrij scherpe overgang, dat wil zeggen een voor deze materialen zo scherp mogelijke scheiding. Volledige scheiding is echter nooit te realiseren. Na het spoelen werd de bedhoogte in beide kolommen afgelezen en de drukval over het schone bed gemeten door leidingwater door het bed te laten stromen. De dan volgende filtratie-periode werd voortgezet tot de drukval over het bed te groot werd of tot doorslag op zou treden. Het laatste is bij deze proeven echter niet voorgekomen. Vervolgens werd het bed gespoeld, waarna het laagsgewijs werd afgeheveld (zie publicatie van Van Bennekom, paragraaf 2.1.) om de samenstelling als functie van de bedhoogte vast te stellen.

1.4. Bespreking van de filtratieproeven

Een voorbeeld van de drukopbouw is gegeven in afb. 2, door het drukverlies voor verschillende looptijden uit te zetten tegen de bedhoogte. Hieruit blijkt, dat de totale drukval over het ontmengde en over het gedeeltelijk gemengde bed gelijk of nagenoeg gelijk is. Opvallend is wel dat de drukval over de hydro-anthracietlaag in het ontmengde bed groter is dan in het gedeeltelijk gemengde bed, maar in de overgangslaag minder snel toeneemt. De oorzaak hiervan is tweeledig. In de eerste plaats is er verschil in de spoelprocedure, die wordt toegepast. Om een menglaag te verkrijgen wordt de spoelwatertoevoer bij hoge snelheid abrupt afgesloten. In de toplaag van het filter, bestaande uit praktisch alleen hydro-anthraciet is de porositeit dan hoog (zie publicatie van Van Bennekom, paragraaf 2.3). De drukval blijft dientengevolge laag. De totale bedhoogte en dus de gemiddelde porositeit is in dit filter echter lager door de geringe porositeit in de menglaag (zie publicatie van Van Bennekom, paragraaf 2.6). Dit verklaart het toenemende drukverlies in de gemengde zone van het gedeeltelijk gemengde bed. Ondanks het verschil in drukverloop als gevolg van de verschillen in samenstelling van het bed blijkt, zoals reeds werd opgemerkt, dat de totale drukval in een gedeeltelijk gemengd en een ongemengd bed niet veel verschillen vertoont. Dat er een duidelijk verschil in opbouw van het filterbed met en zonder menglaag bestaat blijkt uit afb. 3.

In het gedeeltelijke gemengde bed verloopt de overgang van hydro-anthraciet naar zand veel geleidelijker. Een interessant gegeven uit afb. 2 is de plaats waar de maximale drukval per eenheid van hoogte



Afb. 2 - Drukverlies als functie van de bedhoogte voor verschillende looptijden in een filterbed met fracties hydro-anthraciet 1,6 - 2,5 mm en zand 0,60 - 0,85 mm.

van het filterbed optreedt. Dit is het punt waar de raaklijn aan de drukverliescurve de kleinste helling heeft (dus waar het onderste buigpunt in de kromme optreedt). Hoewel het bij deze experimenten niet mogelijk is de plaats van dit buigpunt exact te bepalen omdat het aantal meetpunten in de mengzone te klein is levert een schatting hiervan toch vermeldenswaardige resultaten. Uit afb. 2 blijkt, dat dit punt in het gedeeltelijk gemengde filter ligt op circa 37 cm en in het ontmengde bed op circa 32 cm boven de filterbodem. Uit afb. 3 volgt dat er zich op die plaats in het filterbed 54 respectievelijk 52 volumepercenten hydro-anthraciet bevindt. Deze waarden komen redelijk overeen met de door van Van Bennekom gemaakte schatting dat een minimale porositeit en dus een maximale stromingsweerstand optreedt als circa 55 volumepercenten hydro-anthraciet aanwezig zijn. Bovendien kan men uit afb. 2 aflezen dat het punt van maximale drukval per eenheid van hoogte in het gemengde bed naar boven verschuift naarmate het filtratieproces vordert, namelijk van 37 cm (looptijd 0 uur) tot circa 42 cm (looptijd 22 uur). In het ontmengde bed is die stijging slechts 1 á 2 cm. Dit kan een bevestiging betekenen van de door Van Bennekom (paragraaf 2.6.) gemaakte veronderstelling, dat de af te vangen verontreinigingen in een gedeeltelijk gemengd bed over een groter gebied worden verdeeld. Een positieve invloed hiervan op de totale drukval werd echter niet waargenomen.

Er zij nogmaals op gewezen, dat vorenstaande getallen, verkregen uit betrekkelijk vlak verlopende krommen met weinig meetpunten slechts schattingen zijn. Om meer betrouwbare resultaten te ver-

TABEL II - Kwalitatieve gegevens van de voeding en het filtraat van beide filters.

troebelheid	voeding filters	filtraat ged. gemengd filter	filtraat ontmengd filter
(JTU)	2,4	0,7	0,6
Fe (mg/l)	1,4	0,5	0,5
pH	8,1	8,1	8,1

krijgen zouden meer meetgegevens ter beschikking moeten staan. De filtraatkwaliteit van beide filtersystemen is gegeven in tabel I. Daaruit volgt, dat geen grote invloed van de aanwezigheid van een menglaag wordt waargenomen. Troebelheid en ijzergehalte zijn voor beide filters gelijk of nagenoeg gelijk.

2. Conclusies

1. De aanwezigheid van een menglaag heeft bij deze proeven niet geleid tot een kleinere drukval en een langere looptijd.
2. Onder de voor deze proeven geldende omstandigheden is geen verschil in filtraatkwaliteit waargenomen tussen een gedeeltelijk gemengd en een ontmengd bed. Wel moet duidelijk worden gesteld, dat menging dan moet zijn ontstaan ten gevolge van fluidisatie en dat ook voor optimale ontmenging moet worden gespoeld met een snelheid waarbij al het filtermateriaal fluidiseert. (De meest gebruikelijke fracties hydro-anthraciet (1,6 - 2,5 mm) en zand (0,8 - 1,2 mm) fluidiseren pas geheel bij een spoelsnelheid van circa 70 m/h.) Wordt er met een lagere snelheid gespoeld, dan kan filterslib en lucht in het filter achterblijven en blijft de door luchtspoeling ontstane nadelige menging gedeeltelijk bestaan.

3. Gezien de bovenstaande conclusies lijkt de economie van de spoeling (dat wil zeggen spoelwaterverbruik, capaciteit van de pompen en leidingen, overstorthoogte etc.) van groter belang te zijn dan de verdeling van het filtermateriaal over de bedhoogte. Een lage snelheid waarbij een scherpe scheiding tussen de filtermaterialen ontstaat zal dan waarschijnlijk voordeliger zijn. Bij de meeste filters is de spoelsnelheid ook hiervoor nog te laag. Nader onderzoek zal moeten aantonen of het economisch aantrekkelijk is de spoelsnelheid in deze dubbellaagfilters zodanig op te voeren dat de ten gevolge van luchtspoeling ontstane nadelige menging teniet wordt gedaan.



Afb. 3 - Samenstelling van het filterbed als functie van de bedhoogte met fracties hydro-anthraciet 1,6 - 2,5 mm en zand 0,60 - 0,85 mm na spoelen met ca. 100 m/h (gedeeltelijk gemengd bed) en 76 m/h (ontmengd bed).

