

WERKBEZOEK VAN KIWA AAN JAPAN

Keramische membranen voor drinkwaterproductie

Keramische membranen worden in Nederland uitsluitend toegepast voor industriële processen waarbij de procesomstandigheden de toepassing van polymere membranen onmogelijk maken. In Japan worden ze echter ook toegepast in de drinkwaterproductie. Daar zijn inmiddels 32 over het algemeen kleine productielocaties gerealiseerd met keramische membranen als eerste stap in de waterproductie. Ze worden ingezet op plaatsen waar het waterbedrijf maar één chemische reiniging per jaar toestaat. Dit gebeurt vooral in bergdorpen waar het afvalwater van de chemische reiniging niet geloosd mag worden. Het illustreert meteen de bijzondere eigenschap van deze membranen: de lage vervuilingsgraad. Op dit moment worden modules van 1,5 meter lengte (25 m² membraanoppervlak) steeds vaker in serie geproduceerd waardoor de prijs van de keramische membranen daalt.

Keramische membranen vervuilen minder door de eigenschappen van het materiaal. De sterkte maakt bovendien een hoge 'backwash'-snelheid mogelijk en integriteitsproblemen komen niet voor omdat rietjesbreuk niet mogelijk is. Ook de levensduur van de membranen is tenminste twee maal zo lang als de levensduur van polymere membranen. De membranen zouden een antwoord kunnen zijn op de huidige problemen (onder meer vervuiling) bij de toepassing van ultrafiltratie direct op oppervlaktewater. Een toepassing in Nederland is alleen dan realistisch als de kosten per kubieke meter gefiltreerd water vergelijkbaar zijn met de kosten van de huidige ultrafiltratie-installaties.

De membraanelementen zijn cilinders van 1,5 meter lang en uit één stuk gemaakt.

In de cilinder zijn kanaaltjes van twee millimeter uitgespaard. De meeste kanaaltjes zijn voor het voedingswater, enkele zijn voor de afvoer van het permeaat. Het basismateriaal van de cilinder bestaat uit grove keramische deeltjes die vastgesmolten zijn. De porositeit van het basismateriaal is hoog. In de voedingskanaaltjes zijn achtereenvolgens twee laagjes aangebracht van fijnere keramische deeltjes, die vervolgens ook vastgesmolten worden. Het laatste laagje is het scheidende membraan met poriën van 100 nm. De porositeit van de scheidende laag is groter dan de porositeit van de meeste polymere membranen, waardoor de flux bij een vergelijkbare druk hoger is. De genormaliseerde schoonwaterflux van dit membraan is 800 l/(m².uur.bar).

Afwijkende procescondities

De bedrijfsvoering van de installaties met keramische membranen wijkt sterk af van de ultrafiltratie-installaties in Nederland. Op de eerste plaats is de filtratietijd veel langer (één tot acht uur) dan gebruikelijk. De backwash-druk is vijf bar en de backwash-snelheid is dus ook veel hoger (circa 3000 l/m².h). De backwash-tijd is daarentegen heel kort (ongeveer tien seconden). In de installatie wordt deze korte maar krachtige backwash gerealiseerd door een drukvat met permeaat waarboven perslucht van vijf bar aanwezig is. Dit drukvat is aanwezig per eenheid van 10x10 elementen. Steeds worden tien elementen tegelijk gebackwashed. Direct na de backwash wordt een forwardflush van boven naar beneden met lucht (zes bar) uitgevoerd. Het slib dat door de lange filtratietijd als worstjes aanwezig is, wordt er als het ware uitgeblazen. De bezinkeigenschappen van dit slib zijn uitstekend. Het bovenstaande water kan eventueel weer gemengd worden met de voeding waardoor een zeer hoge opbrengst kan worden bereikt.

Ohguno

De installatie Ohguno bij Tokyo is twee jaar geleden in bedrijf genomen en neemt rivierwater in uit een ondiepe bron. Per liter wordt 0,7 mg chloor en 0,05 mg aluminium toegevoegd (zie kader). De flux van de installatie bedraagt 85 l/m².uur. De membranen zijn gedurende deze twee jaar niet chemisch gereinigd. Bij deze locatie was de eis van het waterbedrijf dat maximaal één chemische reiniging per jaar zou plaatsvinden. De installatie is daarom met een voor deze membranen erg lage flux ontworpen. Ook hier is de ervaring dat een hogere flux een groot effect heeft op de blijvende vervuiling, waardoor chemische reinigingen eerder nodig zijn.

Toyokawa

In de omgeving van Nagoya staat de pilotinstallatie Toyokawa. Hier wordt de directe behandeling van water uit een stuwmeer onderzocht. Nu wordt dit water conventioneel behandeld. De grote installatie (6 x 25 m² membraanoppervlak) draait op dit moment stabiel op een relatief lage flux (80 l/m².uur), maar in een viertal kleinere pilotinstallaties (2 m²) worden de membranen bij veel hogere fluxen getest. Voorafgaand aan de membraanfiltratie wordt eerst mangaan verwijderd in een korrelreactor. Voor dat doel wordt 0,6 mg/l chloor gedoseerd. Ook wordt een dosering aluminium gebruikt (1,2 mg/l). Als voorbeeld dienen kleine installaties die op een flux van 200 en 400 l/m².uur

De installatie in Ohguno bij Tokyo.



draaien. Bij deze filtratiesnelheden beginnen de membranen ook last te krijgen van blijvende vervuiling. De filtratietijd is veel korter (respectievelijk twee en één uur). Ook wordt nu gebruik gemaakt van een uitgebreidere (enhanced) backwash met tien milligram chloor per liter. Gedurende twee maanden was geen chemische reiniging nodig. Volgens de Japanners is een flux van 200 l/m².uur op de meeste oppervlaktewaters realistisch, maar is een test noodzakelijk om een realistische flux vast te stellen.

Schatting kosten

Om een idee te krijgen van de economische haalbaarheid van het systeem is een grove kostenberekening gemaakt. Aan de leverancier is gevraagd de investeringskosten te geven van een installatie (bouwlocatie: Japan) met een waterproductie van 5,8 miljoen kubieke meter per jaar (gemiddelde flux van 66 l/m² per uur) en een ontwerpflux van 100 l/m² per uur. Het gaat bij dit systeem dan om vier skids ieder met 100 elementen, waarbij elk element een membraanoppervlak heeft van 25 m². De investeringskosten voor deze installatie bedragen inclusief de membranen ongeveer vijf miljoen euro. Het gaat om vier afzonderlijke straten die volkomen onafhankelijk zijn. De productiekosten van het water bedragen in deze opzet circa 18 eurocent per kubieke meter (inclusief energiekosten, onderhoud, afschrijving e.d.). Een



hogere flux betekent natuurlijk lagere kosten.

Hetzelfde rekensommetje kan gemaakt worden voor een ontwerpflux van 150 en een gemiddelde flux van 100 (de jaarproductie bedraagt dan 8,8 miljoen kubieke meter per jaar). De kosten per kubieke meter dalen dan naar twaalf eurocent. De flux is zo bepalend in deze kostenberekening dat een onderzoek met een proefinstallatie onderzoek noodzakelijk is om een realistisch beeld van de kosten te krijgen. Ook moet in dat proefonderzoek duidelijk worden of de dosering van 0,6 mg chloor per liter te filtreren water vermijden kan worden. Voor de Nederlandse (drinkwater)situatie is een dergelijke chloordosering namelijk niet gewenst. 

Voor meer informatie: (030) 606 96 71.

Bas Heijman
(Kiwa Water Research)

Ohguno

flux	(l/m ² .uur)	85	
backwash druk	(kPa)	500	
backwash interval	(uren)	10	
doseringen aluminium	(mg/l)	0,05	
chloor	(mg/l)	0,7	
productie	(m ³ /dag)	3400	
ontwerp		4 eenheden	
		40 elementen per eenheid	
		15 m ² /element (1 meter elementen!)	
		2400 m ² totaal membraanoppervlak	
opbrengst	(%)	98,5	
chemische reiniging		geen in twee jaar	

Toyokawa

flux	(l/m ² .uur)	200	400
'enhanced' backwash druk	(kPa)	500	500
'enhanced' backwash interval	(uren)	2	1
chloordosering	(mg/l)	10	10
aluminiumdosering	(mg/l)	1,2	1,2
chloor	(mg/l)	0,6	0,6
opbrengst	(%)	-	-
chemische reiniging		niet gedurende twee maanden	niet gedurende twee maanden