

Membranfiltrering sett i relasjon til konvensjonelle metoder

Av Erik Bergan.

Erik Bergan er avd.ing. ved Statens Institutt for Folkehelse.

Innlegg på møte i Norsk Vannforening 25. sept. 1990.

Drikkevannsforskriftene av 1951 sier at «drikkevannet skal være hygienisk betryggende, klart og uten fremtredende lukt, smak eller farge».

Hvis vi sammenligner disse krav med gjennomsnittlig norsk råvannskvalitet, synes nevnte generelle krav å være tilstrekkelig dekkende, hvis vi betrakter det som en «tommelfingerregel».

Bortsett ifra surhetsgraden som stort sett er på den sure side og lav alkalitet for større deler av norske råvannskilder, er det farge og turbiditet samt forurensning ifra mennesker eller dyr (coli),

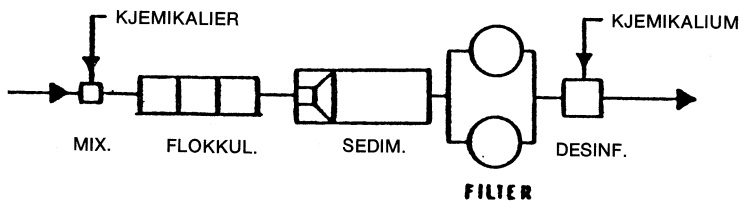
som på landsbasis kan sies å trekke i negativ retning.

Av øvrige parametre i råvannet som aluminium, løst oksygen, jern, mangan, fluor samt lukt og smak og muligens organiske mikroforurensninger, så er det bare disse parametre som på lokal plan, som muligens kan slå negativt ut på råvannskvaliteten.

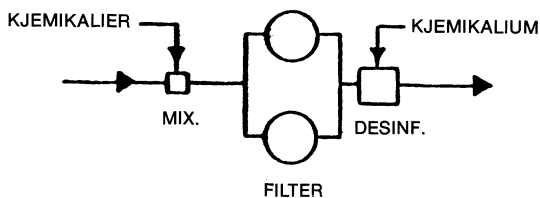
Når det gjelder den renseprosess som renseteknikk dekker de fleste kvalitetsmessige «problemområder» i norske overflatevannskilder, er det koagulering og filtrering med tilleggsprosess etter behov, som synes å burde være mest dekkende, se tabell 1.

Tabell 1. Vannbehandlingsprosessens innflytelse på vannkvaliteten. (S: sand, AK: aktivt karbonenes)

Vannkvalitetsforhold	Vannbehandlingsprosesser							
	Siling	Filtrering S	AK	Koagulering Filtrering	Desinfek- sjon	Lufting	Alkali- sering	Oksydasjon Filtrering
Partikler	X	X	X	X				
Humus			(X)	X				
Mikro- organismer				X	X			
pH-verdi						(X)	X	
CO ₂						X	X	
O ₂						X		
Jern		(X)		X				X
Mangan								X
Lukt/Smak			X			X		X



KONV. FELLING



KONTAKTFILTRERING



MEMBRANFILTRERING

Figur 1. *Alternative fellingsanlegg versus membranlegg.*

Mot fellingsanlegg kan vi sette opp membranfiltrering som alternativ prosess, se fig. 1.

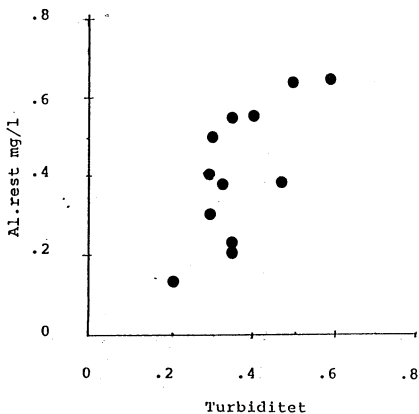
Vi vil ikke her diskutere prinsipielle sider vedrørende fellingsanlegg bortsett ifra å påpeke at det kreves mye kunnskap og erfaring i å drive et fellingsanlegg, og at anlegget er driftsteknisk følsomt overfor forstyrrelser ifra feildosering av kjemikalier, temperaturvarisjoner over året m.m.

Kommer fellinganlegget først ut av styring kan flere problemer inntre, som f.eks. filtergjennomslag slik vist i fig. 2.

I fig. 2 ser vi eksempel på hvordan aluminiumsrest i renvannet øker med økende filtergjennomslag målt som turbiditet.

Et annet forhold vedr. fellingsanlegg som er uønsket hvis alternativ foreligger, er bruken av forskjellige typer kjemikalier som inngår i vannbehandlingsprosessen.

Hvis disse kjemikalier kan sløyfes ved alternativ vannbehandling uten eller ved redusert bruk av kjemikalier, så er dette ønsket fra et helsemessig synspunkt.



Figur 2. Aluminiumsrest versus filtergjennomslag (Eidsberg V.V.)

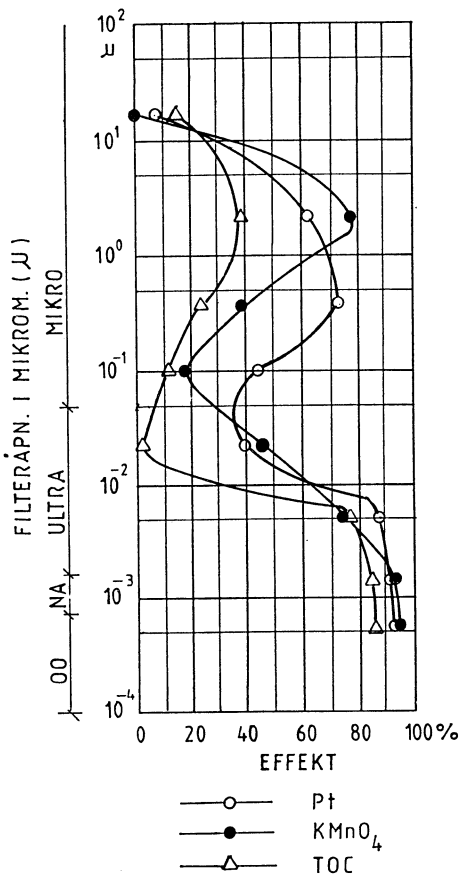
Slikt alternativ foreligger ved bruk av membranfiltreringsprinsippet, se fig. 1.

Som det fremgår av fig. 1 er membranlegget meget enkelt i prinsipp, ved siden av at det er mindre følsomt ovenfor driftsforsyrrelser sammenlignet med fellingsanlegget.

I figurene 3, 4, 5 og 6 har vi vist prosent renseeffekt versus membranenes pore-dimensjoner for noen av parametrene som ble analysert under et samarbeidsprosjekt mellom SINTEF og SIFF i 1990.

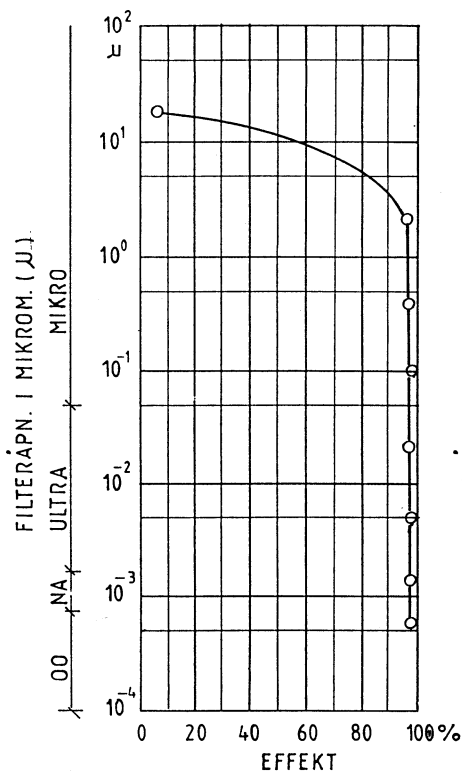
Vi skal ikke her diskutere formen på kurvene eller andre membrantekniske forhold. Vi vil bare påpeke at organisk stoff og farge har stabilisert seg på høy effekt ved ca. 5 nanometer (fig. 3). Turbiditeten som besto av leire tilsatt Jonsvann råvann, har stabilisert seg på høy effekt ved 2 micron (fig. 4). Tre av fire tungmetaller har stabilisert seg på høy effekt ved ca. 2 nanometer (fig. 5), mens virus, politype 1, har stabilisert seg på maksimal effekt, dvs. 100% fjerning ved ca. 24 nanometer, se fig. 6.

Hvis vi her benevner alle nevnte parametre som uønsket i drikkevannet,

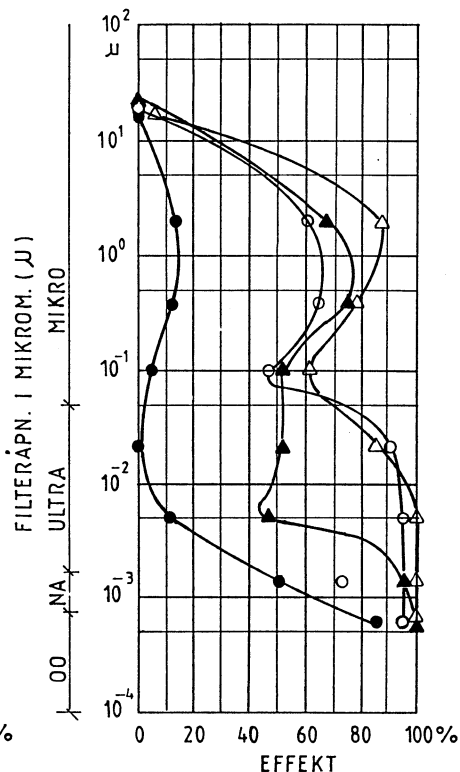


Figur 3. Organisk stoff. Separatkjøring, Orkangervann.

så har vi oppnådd tilnærmet maksimal effekt, dvs. 90—100% fjerning av «standard» problemparametre ved en poreåpning på 2 nanometer. Denne åpningen ligger dessuten ca. en dekad under den poreåpning som gir 100% effekt på virus som er den minste av helsefarlige mikroorganismer, og som der kreves 100% renseeffekt på.



Figur 4. Turbiditet. Separatkjøring, Jonsvann.



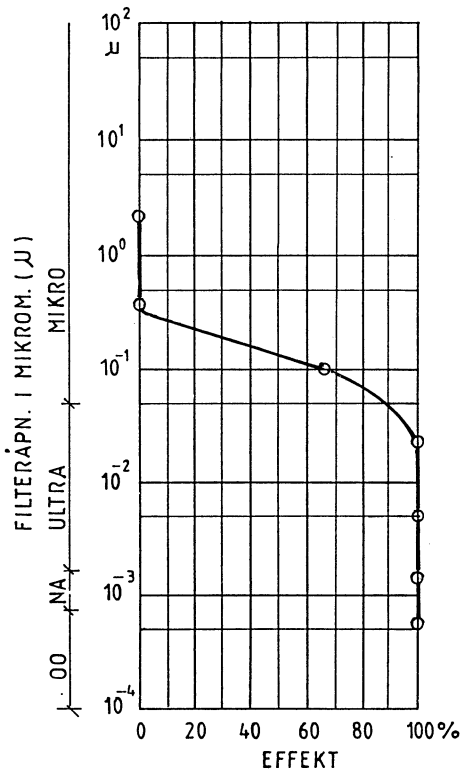
—○— Fe
 —●— Mn
 —△— Al
 —▲— Pb

Figur 5. Tungmetaller. Separatkjøring, Jonsvann.

Mere ang. forsøksresultatene ifra SIFF/SINTEF forsøkene vil vi ikke diskutere i denne artikkel, bare kort nevne at rapport er under utarbeidelse.

I fig. 7 har vi vist oppnådde renseeffekter på 5 «problem-parametre» versus 5 forskjellige renseenhetsprosesser. Som det fremgår av fig. 7, er høyeste samlede effekter oppnådd ved membranfiltrering i område 1,5 nanometer, mens dårligste resultat ble oppnådd ved tradisjonell hurtigfiltrering.

At høy effekt på «problemorganismer» ble oppnådd i modent sakesandfilter, kommer av den mikrobiologiske aktiviteten som foregår i modne saktefilteranlegg. Videre fremgår det av fig. 7 at desinfisering er nødvendig som supplement til alle prosesser unntatt membranfiltreringsanlegg i området



Figur 6. Virus, poli type 1.

1,5 nanometer, som fjerner 100% av alle helsefarlige mikroorganismer.

Spørsmålet om hvorvidt desinfeksjon med klor likevel må kreves også ved bruk av 1,5 nanometer poreåpninger av hensyn til begroingsproblematikk i systemet nedstrøms membranen, vil bli diskutert i senere artikkel.

Når det gjelder den økonomiske siden ved membranfiltreringsanlegg har vi liten erfaring å bygge på. Generelt kan det sies at membraner 10 år tilbake var dyre, men at prisen har falt sterkt, og at membranlegg idag er konkurransedyktig overfor prosess-

utforminger som er renteknisk sammenlignbare.

I fig. 8 har vi vist en sammenligning mellom kostnader for direktefyllingsanlegg versus membranlegg med 2 nanometer poreåpning.

Sammenligningen innebærer full utrustning inklusiv bygg og anlegg for begge prosesser. Kostnadene for direktefylling er basert på to kostnadskurver ifra anerkjente konsulentfirmaer og representerer et øvre og nedre kostnadsområde basert på erfaringer og gitte tilbud.

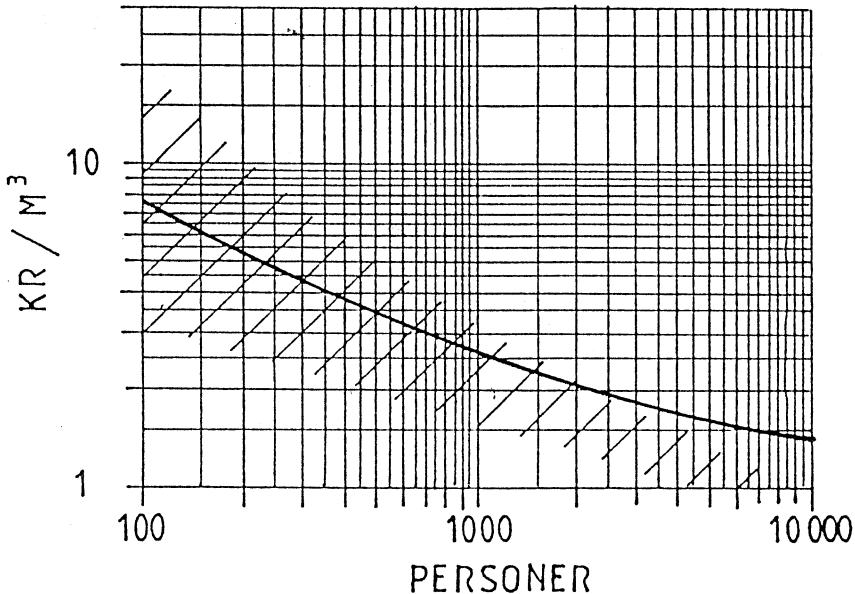
Kostnadskurven for membranlegg (2 nanometer) er i helhet basert på tilbudspriser gitt på markedet for vannforsyningsanlegg, samt innhentede priser. Som det fremgår av fig. 8 er membranlegget økonomisk konkurransedyktig med direktefyllingsanlegg opp i området noe over tusen personer, hvilket vil si godt og vel 75% av norske vannverk > 100 p.

* Følgende oppsummering kan gjøres:

- Membranfiltrering synes å være et reelt alternativ til tradisjonelle kjemikaliekrevende rensemetoder for drikkevann. For nødvendig fjerning av både kjemiske, fysikalske og helse-relaterte stoffer i henhold til SIFF's normer, anbefales poreåpning ca. 2 nanometer. Hvorvidt klorering likevel er nødvendig nedstrøms membranen av hensyn til begroingsproblematikk med bakterievekst, er ennå ikke helt klarlagt, men det er indikasjoner på at slik praksis vil måtte kreves.
- Høy driftsstabilitet.
- Økonomisk konkurransedyktig for mere enn 75% av norske vannverk > 100 p.

Rensemetode	Membranfilter 0,0011- 0,0015 μ	Membranfilter 0,2-0,6 μ	Sakte-sandfilter		Diato-mitt-filter	Flokkulering + filtre-ring	Hurtig-filter
			Nytt	Modent			
Humus	~ 90		0	< 10	0	~ 90	0
Turb.	> 95	> 90		34	14	79	20
E.Coli	100	~ 100	90	99,99	28	95,12	35
Cyster G.L.	100	~ 100	99	100	99,9	98,96	61
Virus	100	~ 0					~ 0
Referanse:	SINTEF	SIFF	EPA Mai 85 600/S2— 85/026		EPA Sept 84 600/S2 84-114	EPA Sept 85 600/S2 85/027	

Figur 7. Prosentvis effekt for ulike rensemetoder overfor farge og partikulært materiale.



Figur 8. Kostnadssammenligning.

///// Området for direktefelling
 — Membranfiltering — 2 nano

Til slutt kan sies at ved siden av mulig begroingsproblematikk nedstrøms membranen som vil kreve klorering for å unngåes, så er gjenstående hovedproblem en gradvis beleggdannelse på membranene, forårsaket av utfelling av humusstoffer.

Arbeid vedr. sistnevnte problem ventes igangsatt ved SINTEF i eget prosjekt i nærmeste fremtid. Delfinansiering av dette prosjekt er allerede vedtatt bevilget av SIFF.

Endelig kan jeg si at initiativ er tatt overfor Helsedirektoratet, med tanke på å få etablert videre utvikling av membranteknikken i drikkevannsrensing. Det kan her fortelles at SINTEF besitter internasjonalt sett et kompetanseforsprang i forhold til andre nasjoners forskningsarbeider på nordisk humusvann, og dette forsprang søkes ivaretatt ved nevnte initiativ.

LITTERATURHENVISNING:

- Bergan, E. og Wiik, J.: Behov for enklere driftsopplegg ved vannbehandlingsanlegg for humusfjerning. VANN 4/86.
- Bergan, E. og Thorsen, T.: Anvendelse av membranteknikk i drikkevannsbehandling. VANN 4/88.
- Koottatep, S.: Removal of humic substances from natural water by revers osmosis. Dr.ing. studium. Institutt for vassbygging, NTH, 1979.
- Thorsen, T.: Drikkevannsrensing ved omvendt osmose. Langtidsforsøk nov./des. 1980. Foreløpige resultater.
- Thorsen, T.: Drikkevannsrensing ved omvendt osmose. Hovedrapport. Program for VAR-Teknikk. Rapport 16/84.
- Ødegaard, H. og Thorsen, T.: Removal of humic substances by membrane processes. Am. Ch. Soc., Denver 1987.
- Bilstad, T., Gamman, S. og Wiik, J.: Dynamisk mikrofilter for Tolga Vannforsyning A/S. VANN 3/88.