

Membranfiltrering for humusfjerning – Avløpets sammensetning og betydning for resipient

Av Tor Håkonsen, Gösta Kjellberg,
Harry Efraimssen og Eli-Anne Lindstrøm

Alle forfatterne er forskere ved
Norsk Institutt for Vannforskning

Artikkelen er den første i en serie på tre artikler fra NIVA om avløp fra membranfiltreringsanlegg for humusfjerning. Denne artikkelen omhandler avløp fra daglig vask av membranene fortynnet i konsentrat før utslipp i resipient. Del to vil omhandle en separat undersøkelse av konsentratet og det ufortynnede avløpet fra den daglige vasken. Tredje og siste del vil omhandle undersøkelser av avløpet fra den årlige hovedvask av membranene.

Sammendrag

Membrananlegg for humusfjerning genererer en rekke ulike avfallsstrømmer til ulik tid, og det er derfor en vanskelig oppgave å gi utslippstillatelser. Sammensetningen og betydningen for resipienten er undersøkt i avløp fra daglig vask av membranene fortynnet i konsentrat. Undersøkelsene er funnet sted på Skjellbreia Vannverk i Vestre Toten. Dette er Norges største membranlegg så langt, med en kapasitet på 600 m³/h.

Det er gjennomført en rekke analyser av avløpet direkte, samt et biologisk undersøkelsesprogram i resipien-

ten. Avløpet vil med bakgrunn i disse undersøkelsene ikke medføre noen akutt trussel for resipienten, enten man snakker om flora, fauna eller kvalitet som rekreasjonsformål. Det er derimot viktig å merke seg at dette gjelder for en fortynnet og bestemt type avløp, og med kjemikalier fra en bestemt leverandør, og at resultatet ikke uten videre kan brukes på andre typer avløp.

Summary:

The use of ultrafiltration (UF) for removal of natural organic matter (NOM) is commonly used for water treatment in Norway. Such plants use a variety of chemicals during several processes of cleaning and other treatment of the membranes. All of these processes leads to different kinds of effluents and makes it difficult to make decisions on effluent discharge permits. The retentate during the time of adding the effluent from the daily cleaning from Norway's largest UF plant for NOM removal has been investigated. The effluent was investigated using an extended toxi-

cological test, testing of de-gradability, analysis of nutrients as eutrofication agents as well as analysis of THM, TOC, colour, pH and some metals. Simoltaneously, a surveillance programme for the receipt Hunnselva has been executed and is still active. Based on the investigations performed, it is concluded that the effluent from Skjellbreia Waterworks does not represent any acute threat to the flora or fauna in the recipient or its recreational value.

This article is to be followed by investigations of the undiluted effluent from the daily routine cleaning as well as the yearly main cleaning.

Innledning:

Bruk av membranfiltrering for fjerning av naturlig organisk materiale- NOM (el. humus), har i de senere år blitt svært utbredt. Det er også en klar tendens til at membranfiltrering tas i bruk på stadig større anlegg.

Til tross for det store antall slike anlegg som finnes i Norge i dag, har avløpet fra anleggene tidligere ikke blitt nærmere undersøkt eller karakterisert. Utslippstillatelser begrunnes derfor med bakgrunn i informasjon fra leverandører alene. Det er derimot flere typer avløp fra disse anleggene, og også flere måter å konstruere disse på med tanke på utslippet. Utslippsmyndighetene og de enkelte anleggseiere har dermed en vanskelig oppgave i å vurdere miljøeffekter og å gi utslippstillatelser, og man risikerer beslutninger tatt på ufullstendig grunnlag. Denne artikkelen omhandler først og fremst resulta-

ter fra en konkret undersøkelse av avløp fra Skjellbreia Vannverk i Vestre Toten, men søker også å gi en mer generell oversikt over avløpstypene fra slike anlegg som en støtte til vurderinger om hvordan disse bør håndteres.

Membrananleggene for fjerning av NOM tar i bruk en rekke kjemikalier fordelt på flere typer prosesser. Anleggene genererer derfor flere typer avløp til ulik tid, skjematisk vist i figur 1.

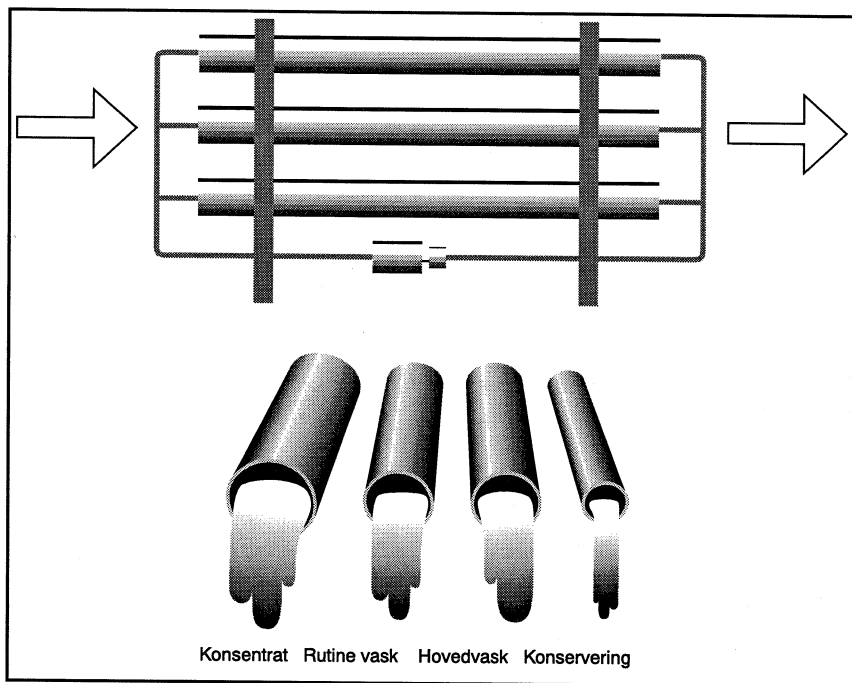
De ulike prosesser er listet opp i tabellen under, sammen med typer kjemikalier i bruk. Tabellen viser en typisk situasjon som også er gyldig for Skjellbreia vannverk, men er ikke lik for alle leverandører av slike anlegg. Eksempelvis vil enkelte leverandører ta i bruk vaskekjemikalier i den daglige rutinevask, bare klor. Likeledes vil noen av leverandørene bruke egenkomponerte kjemikalier, mens noen bruker ferdige standard produkt. Oppstillingen under vil allikevel gi et dekkende innrykk av metodens prosesser og majoriteten av de norske anleggene:

Skjellbreia Vannverk

Skjellbreia vannbehandlingsanlegg (figur 2) er levert av Goodtech A/S og ble satt i drift oktober 1998. Anlegget er bygget opp med hva vi etterhvert kan kalle standard konfigurasjon:

- Forfiltrering i automatisk trykksil med filtreringsgrad 50 mm
- Membranfiltreringsanlegg basert på 75% gjenvinning

Konsentratet føres kontinuerlig til recipienten Hunnselva. Ved rutinevask



Figur 1. Avløp fra membranlegg

vaskes en og en av membranmodulene mens de resterende moduler driftes som vanlig. Hver rigg produserer daglig omlag 38 m³ avløp fra rutinevask, bestående av vaskekjemikalie produsert av leverandør etter egen oppskrift, samt kalsiumhypokloritt og vann til skylling.

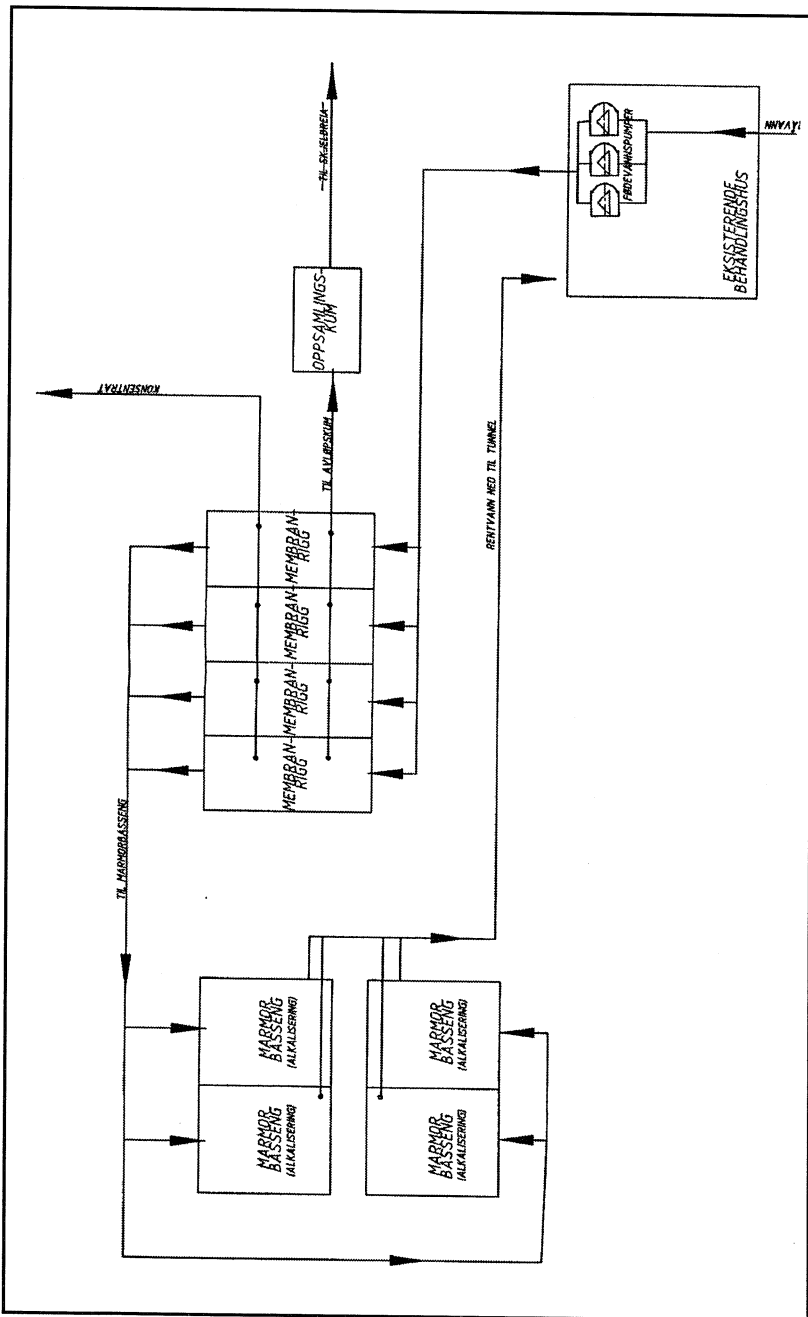
Dette vaskevannet samles opp i et eget kammer og fordrøyes derfra inn på konsentratet fra de andre modulene (figur 3). Man oppnår dermed både en fordrøyning og en fortynning før dette når resipienten. Analyser av avløpet i denne artikkelen er foretatt under denne fordrøyningen av vaskevann til konsentratet, og representerer dermed den tid på døgnet med størst belastning på resipienten. Denne fordrøyningen har

en varighet på omlag 5 timer pr. døgnet, mens avløpet resten av døgnet består av bare konsentrat.

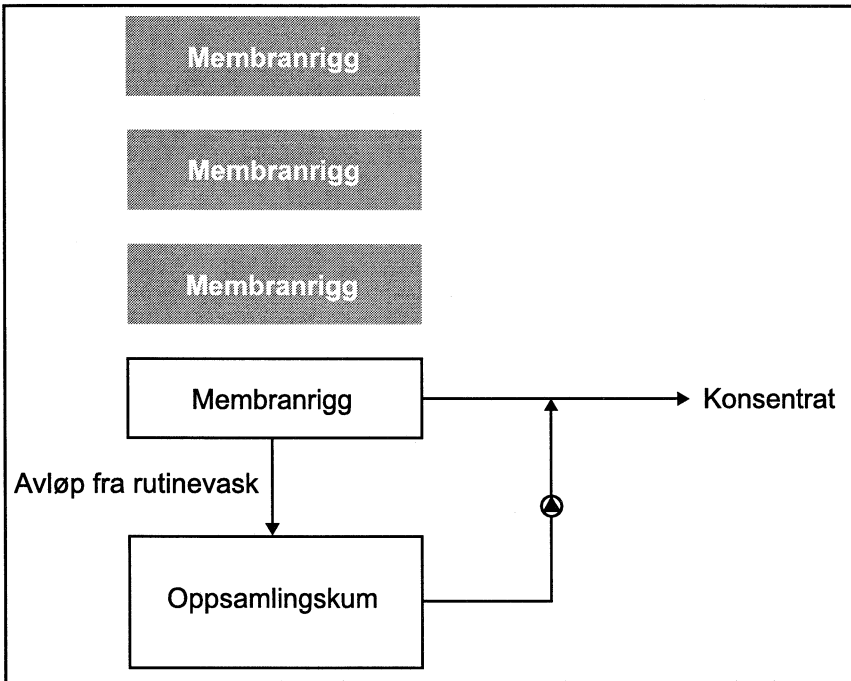
Det samlede avløpet av konsentrat og fortynnet kjemikalieavløp er undersøkt for å avdekke en eventuell trussel mot resipienten. Analysene inkluderte toksisitet, nedbrytbarhet, trihalometaner (THM), farge, fosfor, pH, TOC, og diverse metaller.

Parallelt med disse analysene utføres det et biologisk undersøkelsesprogram i resipienten, som skal avdekke om, og i tilfelle hvilken grad utslippet fra vannverket har betydning for resipienten generelt som vassdrag og fiskeelv og spesielt som vannkilde for settefiskanlegg.

Prosess	Hensikt	Kjemikalier
<p>Filtrering av vann</p>	<p>Rensingen av drikkevannet innebærer en filtrering. Denne filtreringen gir en strøm renset og filtrert vann, og en strøm med oppkonstruert råvann kalt konsentrat, normalt 25% av innløpsmengden</p>	<p>Ingen</p>
<p>Rutine vask alt. daglig vask alt. skylling</p>	<p>Filtreringen innebærer at NOM, forurensninger og partikulært stoff holdes tilbake på membranoverflaten, For å unngå at dette belegget blir for tett og for fastsittende (fouling), vaskes membranene rutinemessig med en kjemikaliløsning. Samtidig desinifiseres membranene rutinemessig med en kjemikaliløsning. Samtidig desinifiseres membranene for å unngå oppblomstring av mikroorganismer på membranene</p>	<p>Vaskekjemikalie: Disse er ofte produsert av leverandørene etter egen oppskrift, og er tensider Desinfeksjon: Klor, vanligvis natriumhypokloritt eller kalsiumhypokloritt</p>
<p>Hovedvask alt. årlig vask alt. membranvask</p>	<p>Til tross for rutinevask av membranene vil det over tid bygge seg opp et lag med NOM og forurensninger på membranene som ikke lar seg fjerne i rutinevasken. For å unngå for stort trykktall over membranene eller degradering av selve materialet i membranene utføres det en mer grundig vask periodemessig. Dette utføres etter behov, eller etter faste intervaller som f.eks. 1-2 ganger årlig.</p>	<p>Vaskekjemikalie med større styrke og effekt enn ved rutinevask, eventuelt større konsentrasjoner, over en lengre periode. Det brukes både ferdig innkjøpte vaskemidler for formålet og egen produserte produkter. Kjemikalierne er også her gjerne basert på tensider og fosfat.</p>
<p>Konservering</p>	<p>Lengre driftstans i membranfiltreringen vil gi bedre forhold for oppblomstring av mikroorganismer i membranhusene. Disse mikroorganismerne vil påbegynne nedbrytning av membranmaterialet, som normalt består av ulike former for nedbrytbar celluloseacetat. For å unngå denne nedbrytningen under lengre driftstans foreses en kjemisk konservering av membranene gjennom tilsetning av konserveringsmiddel.</p>	<p>Konserveringsmiddel, f.eks. ulike former for aldehyd eller sulfitt.</p>



Figur 2. Skjellbreia Vannverk



Figur 2. Avløpsløsninger for konsentrat og rutinevask

Analysér og resultater

Toksisitet:

På grunn av de mange brukerinteressene i resipienten var det av interesse å undersøke avløpets toksisitet (giftighet) for å kunne vurdere effekten av avløpet på resipientens naturlige organismer. Det ble benyttet tre organismer fra NIVAs renkultursamling i tillegg til bakterier isolert fra resipienten. Gjennom også å bruke bakterier fra resipienten får man en enda mer reell vurdering av hvordan resipientens bakterieflora responderer på avløpet. Det ble ikke påvist toksisk effekt for noen av de undersøkte bakteriestammer.

Nedbrytbarhet:

Det ble også foretatt en analyse av avløpets bionedbrytbarhet. Dette for å gi svar på nivået av eventuell omsetning i resipienten, og om det skulle være enkelte spesielle stoffer som skulle kunne akkumuleres. Resultatet både registrert som DOC reduksjon og biokjemisk oksygenforbruk viste at bare en liten andel av det organiske materialet er forholdsvis lett biologisk nedbrytbart, med en bionedbrytbarhet på 13%. Dette betyr at omsetningen av det organiske materialet foregår langsomt, og kun i liten grad vil påvirke oksygensituasjonen i resipienten.

Dette var også å forvente, da

THM komponent	Konsentrasjon [$\mu\text{g/l}$]
Kloroform	1
1,1,1-trikloretan	Ikke påvist
Karbondetraklorid	Ikke påvist
Triklloretylen	Ikke påvist
Diklorbromometan	Ikke påvist
Dibromoklormetan	Ikke påvist
Tetraklореtylen	Ikke påvist
Bromoform	Ikke påvist
SUM	1

Tabell 1. THM komponenter

membranfiltreringen vil la de små og lett omsettelige fraksjonene av NOM passerer membranene og ut i drikkevannet, mens de større og tungt nedbrytbare fraksjonene blir filtrert ut og ender i avløpet.

Klororganiske stoffer:

I drikkevannssammenheng er det stor oppmerksomhet på dannelse av helse-skadelige klororganiske stoffer ved klo-

ring av NOM-holdig drikkevann. Ved rutinevask klores membranene for desinfeksjon. Når dette foretas er membranene belagt med en film av tilbakeholdt materiale med stort innhold av NOM. Man kan derfor forvente dannelse av klor-organiske stoffer. Stoffgruppen som betegnes trihalometaner (THM) er en typisk gruppe av klororganiske stoffer som kan dannes ved kloring av NOM. Resultatet fra THM analyse er gjengitt i tabell 2:

Parameter	Enhet	Råvann	Avløp
Fargetall	mg Pt/l	40	108
PH	Surhetsgrader	6,8	6,8
Konduktivitet	mS/m	3,3	5,6
TOC	mg C/l	6,8	17,4
Jern	mg Fe/l	87	228
Mangan	mg Mn/l	8	19
Aluminium	mg Al/l	100	178

Tabell 2

Kloroform er eneste komponent som kan påvises, med en konsentrasjon på 1mg/l. Dette er på nivå med veiledende maksimal verdi for drikkevann og er følgelig uten betydning avløpsmessig sett. Dette resultatet er derimot ingen garanti for at ikke andre klor-organisk stoffer kan være dannet.

Klororganiske komponenter som dannes under kloring av membranene kan potensielt passere membranene og ut i drikkevannet dersom ikke skyllingen av membranene er tilstrekkelig. Denne problemstillingen er forøvrig ikke undersøkt i dette arbeidet.

Næringsalter:

Siden vaskekjemikaliene som brukes er fosfatbaserte er det naturlig å undersøke avløpets innhold av fosfat for å kunne vurdere faren for eutrofiering fra avløpet. Konsentrasjonen av totalfosfor ble målt til 19 mg/l. Dette tilsvarer nivået i råvannskilden og er lavere enn nivået i resipienten, og skulle følgelig ikke representere noen eutrofieringstrussel for denne resipienten.

Fysisk/kjemiske analyser:

For en generell karakterisering av avløpet ble det foretatt enkelte vanlige fysiske og kjemiske analyser. Resultatene fra avløpet er sammenstilt med data fra råvannet for å illustrere effekten av oppkonsentreringen under filtreringsprosessen (Tabell 2 på foregående side)

Avløpet er nær partikkelfritt, slik at verdiene i analysene ikke avviker nevneverdig fra filtrert og ufiltrert prøve. Surhetsgraden er lik både kilden og re-

sipienten og har dermed ingen innvirkning. Fargetallet i avløpet er høyt med 108 mg Pt/l gjennom oppkonsentrering av NOM. Dette innebærer en negativ estetisk kvalitet, men resultater fra den biologiske nedbrytningen viser at dette er relativt stabilt og ikke vil føre til nevneverdig omsetning i resipienten.

Biologisk resipientundersøkelse:

Begroings- og bunndyrssamfunn i resipienten ble kartlagt før anlegget ble startet og tilstanden vil bli overvåket en periode etter oppstart av anlegget. Foreløpig har anlegget vært for kort tid i drift til å gi svar på langtidseffekter, men det er klart at det nåværende avløpet ikke har medført akutte skadeeffekter på flora eller fauna.

Alle analysene ble foretatt på NIVAs akkrediterte nasjonale vannkvalitetslaboratorium med spesialpreparerte prøveflasker for de ulike analyseparametre.

Konklusjon

Avløpet vil med bakgrunn i de utførte analyser og biologiske undersøkelsesprogram ikke medføre noen akutt trussel for resipienten eller noen av dens brukerinteresser, enten man snakker om flora, fauna eller kvalitet for rekreasjonsformål.

Merknader

Utslipet av konsentrat og avløp fra rutinevask fra Skjellbreia Vannverk vurderes utfra de gjennomførte undersøkelser som uproblematisk. Det er derimot viktig å merke seg at analysene er foretatt fra avløp som er sterkt for-

tynnet med konsentrat fra flere parallelle rigger, og er i tillegg fordrøyet.

Dette innebærer at resultatene ikke uten videre kan brukes i forbindelse med vurdering av utslipp av uforynnnet avløp fra andre anlegg. Denne rapporten er heller ikke basert på avløp fra den årlige hovedvasken eller på avløp som genereres gjennom konservering av membranene. Likeledes er det klart at de ulike leverandører bruker ulike produkter og rutiner i forbindelse med vaskeprosessene, og at denne artikkelen bare omhandler avløp fra anleggene til Goodtech AS med bruk av deres egenproduserte "Skyllemiddel".

Det er derfor viktig at man ved vurdering av avløpet fra slike anlegg skaffer seg en oversikt over alle avløpstypene og deres frekvens. Likeledes vil det være naturlig å skaffe seg en uavhengig dokumentasjon av kjemikalie-

nes og avløpets sammensetning dersom dette tidligere ikke er undersøkt. Som for alle utslipp må avløpet også sees i sammenheng med resipienten og dennes brukerinteresser.

Selv om undersøkelsene i denne rapporten konkluderer med at avløpet ikke vil gi akutte skader, har resipientundersøkelsen bare dekket en kort periode av vannverkets ordinære drift. For å kunne avklare hvorvidt komponenter i avløpet som ikke er avdekket gjennom analysene vil kunne føre til langtids-effekter i resipienten vil undersøkelsen fortsette over lenger tid.

Materialet i denne artikkelen er hentet fra NIVA rapport nr. 4043-99 med samme tittel. Rapporten kan skaffes fra NIVA på telefon 22 18 51 00 gjennom Tor Håkonsen i Seksjon for Vannforsynings- og avløpsteknikk, eller NIVAs nasjonale vannbibliotek.