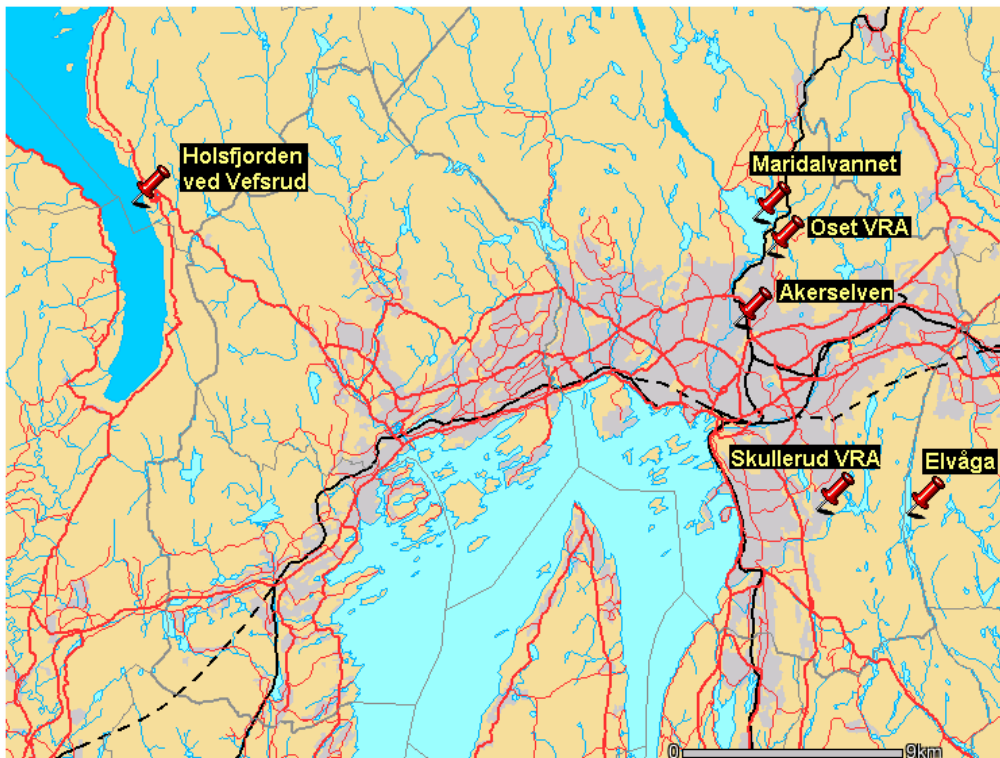




Rapport 4551-2002

Miljøkonsekvenser av å slippe membranfilterkonsentrat fra Oset Vannverk ut i Akerselva - en "i verste fall" analyse



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Miljøkonsekvenser av å slippe membranfilterkonsentrat fra Oset Vannverk ut i Akerselva - en "i verste fall-analyse".	Løpenr. (for bestilling) 4551-2002	Dato 20/6-02
	Prosjektnr. Undernr. O-21247	Sider Pris 19
Forfatter(e) Dag Berge	Fagområde Vassdrag	Distribusjon Fri
	Geografisk område Oslo	Trykket NIVA
Oppdragsgiver(e) SINTEF KJEMI, Vannrensing og VA		Oppdragsreferanse Thor Thorsen

Sammendrag

I forbindelse med at Oslo skal bygge nytt fullrenseanlegg ved Oset er membranfiltrering en av rensemetodene som vurderes. Renseanlegget er tenkt nyttet både til å rense vannet fra Maridalsvannet og vannet fra den planlagte nye overføringen fra Holsfjorden. I tørrår, særlig i badesesongen juni-august kjøres Akerselva periodevis med vannføringer ned mot 0,5 m³/s. Utslippet av skyllevann vil da sette kraftig preg på vannkvaliteten. For eksempel i Stilla, det populære badeområdet i den øvre delen av elva, vil fargen øke fra ca 30 mg Pt/l til 160 mg Pt/l. Elva vil forandres fra å gi inntrykk av klart og rent vann, til å se ut som en brun myrvannselv, faktisk opp i mot det bruneste vannet vi kan finne i norske myrområder. Omdannelsen til brunt vann vil kunne ses tydelig helt ned til utløpet i slike perioder. Elven vil miste mye av sin verdi som bade- og rekreasjonslokalitet. Mange andre parametre vil også oppkonsentreres kraftig, bl.a. organisk materiale, jern og næringssalter. Det er stort sett bare naturlige stoffer som oppkonsentreres, og de er lite giftige. Oppkonsentreringen vil ikke introdusere noe akutt giftighet for noen organismer, men næringssalter og organisk materiale vil resultere i at det blir begroing og tilslamming. Dette vil resultere i "hårete" steiner langs strendene som i tillegg til vannfargen, vil gi elva et uestetisk utseende. Begroingen og tilslammingen vil også ha negative økologiske konsekvenser. Bl.a. vil forholdene for gyting av laks og ørret, samt livsbetingelsene for det første levestadiet for yngelen, bli dårligere. I regnværperioder, og perioder med større avrenning, vil endringene bli små. Overføring fra Holsfjorden ved at vannet renner ved selvføll i råsprenget tunnel uten noen siling/filtrering ved uttaket, gjør at det vil være fare for å overføre fisk, vasspest og fiskeparasitter (Gyrodactylus og furunkulose) til Akerselva fra Tyrifjorden hvis filterkonsentratet slippes ubehandlet til Akerselva. Vi finner det ikke anbefalelsesverdig ut fra dagens kunnskapsnivå, å slippe filterkonsentratet direkte ut i Akerselva.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Drikkevannsrensing	1. Drinking water purification
2. Membranfiltrering	2. Membrane filtration
3. Membranfilterkonsentrat	3. Membrane filter concentrate
4. Miljøkonsekvenser	4. Environmental impacts


Dag Berge
Prosjektleder


Dag Berge
Forskningsleder


Nils Roar Sælthun
Forskningsjef

Norsk Institutt for Vannforskning
Oslo

**Miljøkonsekvenser av å slippe
membranfilterkonsentrat fra Oset Vannverk ut i
Akerselva - en "*i verste fall*" analyse**

Oslo 20/6-2002

Saksbehandler: Dag Berge

Forord

I forbindelse med at Oslo skal bygge nytt fullrenseanlegg ved Oset er membranfiltrering en av rensemetodene som vurderes. Renseanlegget er tenkt nyttet både til å rense vannet fra Maridalsvannet og vannet fra den planlagte nye overføringen fra Holsfjorden. Foreliggende rapport er en enkel vurdering av hvordan utslipp av filterkonsentrat og daglig filtervaskevann vil påvirke vannkvalitet og økologiske forhold i Akerselva, samt fare for uønsket spredning av organismer.

Oppdragsgiver har vært Thor Thorsen ved SINTEF Kjemi. Avtale om prosjektet ble inngått i mai 2002.

Oslo, 20/6-02

Dag Berge

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
2. Kort om filtreringsprosessen	8
3. Vannføringsforhold i Akerselva	8
4. Vannkvalitet i Maridalsvannet og Holsfjorden	10
5. Utslippets betydning for vannkvalitet i Akerselva	11
5.1 Teoretiske konsentrasjoner nedstrøms utslippet	11
5.2 Oppkonsentreringens betydning for vannkvalitet og økologiske forhold	12
6. Fare for overføring av uønskede organismer fra Holsfjorden til Akerselva	14
7. Litteratur	18

Sammendrag

I forbindelse med at Oslo skal bygge nytt fullrenseanlegg ved Oset er membranfiltrering en av rensemetodene som vurderes. Renseanlegget er tenkt nyttet både til å rense vannet fra Maridalsvannet og vannet fra den planlagte nye overføringen fra Holsfjorden. Foreliggende rapport er en vurdering av hvordan utslipp av filterkonsentrat og daglig filtervaskevann vil påvirke vannkvalitet og økologiske forhold i Akerselva, samt fare for uønsket spredning av organismer. Rapporten gir en "i verste fall analyse". Det vil si at man tar utgangspunkt i at de laveste benyttede vannføringer i Akerselva skal motta konsentrat fra maksimal vannforsyning.

Maksimal vannmengde som vil behandles er ca $6 \text{ m}^3/\text{s}$. 90% av vannet vil gå gjennom filtrene og ut til forbruker. 10% tapes ved spyling og vasking av filtrene. I skyllevannet blir stoffer med molekylvekt over 500 g/mol oppkonsentrert 10 ca ganger, og deretter sluppet ut i Akerselva. Mengden slikt vann blir ved maksimalt uttak $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$. Minste praktiserte vannføring i Akerselva er $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

I tørrår, særlig i badesesongen juni-august da tilrenningen er lav og vannforbruket stort, kjøres Akerselva periodevis med vannføringer ned mot $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Utslipet av skyllevann vil da sette kraftig preg på vannkvaliteten. For eksempel i Stilla, det populære badeområdet i den øvre delen av elva, vil fargen øke fra ca 30 mg Pt/l til 160 mg Pt/l . Elva vil forandres fra å gi inntrykk av klart og rent vann, til å se ut som en brun myrvannselv, faktisk opp i mot det bruneste vannet vi kan finne i norske myrområder. Omdannelsen til brunt vann vil kunne ses tydelig helt ned til utløpet i Oslofjorden. Elven vil miste mye av sin verdi som bade- og rekreasjonslokalitet.

Mange andre parametre vil oppkonsentreres kraftig, bl.a. organisk materiale, jern og næringssalter. Det er imidlertid stort sett bare naturlige stoffer som oppkonsentreres, og de er lite giftige. Oppkonsentreringen vil ikke introdusere noe akutt giftighet for noen organismer, men næringssalter og organisk materiale vil resultere i at det blir begroing og tilslamming. Dette vil resultere i "hårete" steiner langs strendene som i tillegg til den brune fargen, vil gi elva et uestetisk utseende. Begroingen og tilslammingen vil også ha negative økologiske konsekvenser. Bl.a. vil forholdene for gyting av laks og ørret, samt livsbetingelsene for det første levestadiet for yngelen, bli dårligere.

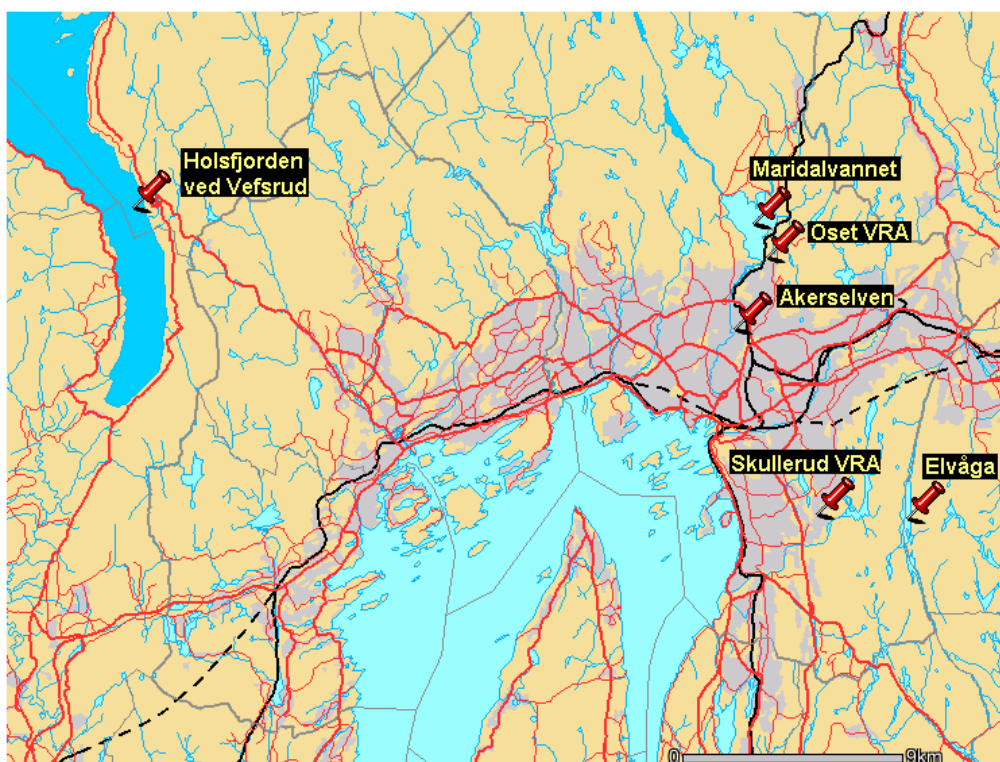
Vi gjentar at ovennevnte vurdering er en i verste fall analyse. Normal vannføring om sommeren i Akerselva er $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$. I regnværperioder, og perioder med større avrenning, vil endringene vannkvalitet bli små.

Overføring fra Holsfjorden ved at vannet renner ved selvføll i råsprenget tunnel uten noen siling/-filtrering ved uttaket i Holsfjorden, gjør at det vil være fare for å overføres fisk, vasspest og fiskeparasitter (Gyrodactylus og furunkulose) til Akerselva fra Tyrifjorden hvis filterkonsentratet slippes ubehandlet til Akerselva. Etablerer man grovsil på inntaket og trykksiler (mikrosiler) med tilbakerenning til Holsfjorden, så unngår man å få fisk og dyreplanktonorganismer inn på tunnelen. Hvis man i tillegg kan tenke seg å ha klorering før membranfiltreringen, så ville filterkonsentratet kunne slippes til Akerselva uten særlig fare for spredning av uønskede organismer. Men allikevel ville vannkvaliteten bli betydelig dårligere enn i dag i perioder med liten vannføring.

Hvis man velger membranfiltrering som vannrensemethode, finner vi det ikke anbefalelsesverdig ut fra dagens kunnskapsnivå, å slippe filterkonsentratet direkte ut i Akerselva. Det bør vurderes om konsentratet kan ledes inn på overvannsnett og sendes direkte til fjorden, eller om det er mulig å sende det inn på avløpsnett og derfra til RA.

1. Innledning

Oslo kommune står foran betydelige utbygginger av sin vannforsyning. Dette går både på utvidelse av kapasiteten ved å overføre vann fra Holsfjorden, og dels på utvidelse av vannbehandlingen på Oset vannrenseanlegg (VRA) til å omfatte fullrensning (pålegg fra Helsemyndighetene). I dag forsynes Oslo 85% fra Maridalsvannet, 12 % fra Elvåga, 2% fra Alunsjøen og 1% fra Langlia, fig. 1. I tørråret 1995-96 viste det seg at byens vannforsyning kan få kapasitetsproblemer i fremtiden, og det ble satt i gang utredninger angående utbygging av ny supplerende vannforsyning fra Holsfjorden. Etter betydelige undersøkelser og modellberegninger av vannkvaliteten i Holsfjorden kom man fram til at det beste stedet for uttak var på 100 m dyp utenfor Vefsrud i Hole kommune, se fig 1. Vannet fra Holsfjorden vurderes overført ved selvføll i tunnel til ca 100 m under Oset VRA, og pumpes opp til renseanlegget. Man har beregnet at vannbehovet til Oslo i fremtiden vil kunne øke til 6 m³/s. I dag er vannforbruket i et normaldøgn vel 3 m³/s. Det absolutt høyeste fdøgnorbruk som er registrert hittil er 5 m³/s. Overføringen fra Holsfjorden vil dimensjoneres for å kunne dekke hele Oslos fremtidige vannbehov på 6 m³/s, mens nye Oset VRA dimensjoneres foreløpig for 4,5 m³/s med mulighet for å kunne utvides i fremtiden. Maridalsvannet skal fortsatt være hovedvannkilde. Man tenker seg følgende fremtidig fordeling mellom vannkildene: Maridalvannet 60-70%, Elvåga 10% og Holsfjorden 20-30%. Oset VRA skal behandle vannet både fra Maridalsvannet og fra Holsfjorden, mens Skullerud VRA skal behandle vannet fra Elvåga (fig.1).



Figur 1.1. Vann fra Holsfjorden er planlagt overført til Oset vannrenseanlegg. Konsentrat etter membranfiltrering er tenkt sluppet ut i Akerselva.

I forbindelse med utvidelse av vannbehandlingen ved Oset VRA til å omfatte fullrensning, er SINTEF Kjemi, Vannrensing og VA, ved Thor Thorsen engasjert til å utrede bruk av membranfilter som rens metode.

Enten det er Holsfjorden eller Maridalsvannet (alene eller i kombinasjon) tenker man å bruke samme rensenanlegget til behandling. Konsentratet fra forfiltrering og membranfiltrering er tenkt ført til Akerselva, utløpselven til Maridalvannet som renner gjennom Oslo og munner ut i fjorden mellom Bispevika og Bjørvika, se fig.1.1 og fig.1.2. I enkelte perioder kan man regne med at hele Oslos fremtidige vannforsyning i vil dekkes av enten Maridalsvannet alene eller fra Holsfjorden alene.

Utredningen omfatter:

1. Oppkonsentrering av Holsfjordvann /Maridalsvann og utslipp til Akerselva - betydning for vannkvalitet og økologiske forhold i Akerselva. Da fisk og andre ferskvannsorganismer "dør bare én gang", er det i vurderingen tatt utgangspunkt i de verste forholdene de kan tenkes å oppleve. Det vil si perioder med maksimal vannforsyning og minimum vannføring i Akerselva - en såkalt "i verste fall" - analyse).
2. Fare for spredning av uønskede organismer til Akerselva ved overføring av Holsfjordvann. Det er her tatt utgangspunkt i at overføringen skal skje ved direkte tilrenning (selvfall) i råsprenget tunnel fra Holsfjorden til ca 100 m under Oset, og pumpes opp til membranfiltreringsanlegget.



Figur 1.2. Akerselva renner ut i Oslofjorden mellom Bispevika og Bjørvika. Elven er overbygd de nederste 500-600 meterne.

2. Kort om filtreringsprosessen

Membranfiltreringsprosessen vil fjerne alle stoffer som har atomvekt større enn 500 g/mol. Andre stoffer vil gå gjennom filtret og ledes ut på drikkevannsnettet. De fleste enkle ioner skulle således i teorien gå igjennom filteret og ikke oppkonsentreres. Imidlertid foreligger mange av vannets stoffer som komplekser av ulike slag, bundet til slike, eller til partikler, osv. Dette gjør at det ikke er noen enkel sak å avgjøre hva som oppkonsentreres og i hvilken grad. Tabell 2.1 gir eksempel på oppkonsentrering ved Skjelbreia Vannverk (membranfiltrering) i Vestre Toten.

Tabell 2.1. Råvann og avløp ved Skjelbreia Vannverk (membranfilteranlegg), Vestre Toten (etter Håkonsen og medarb. 1999).

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

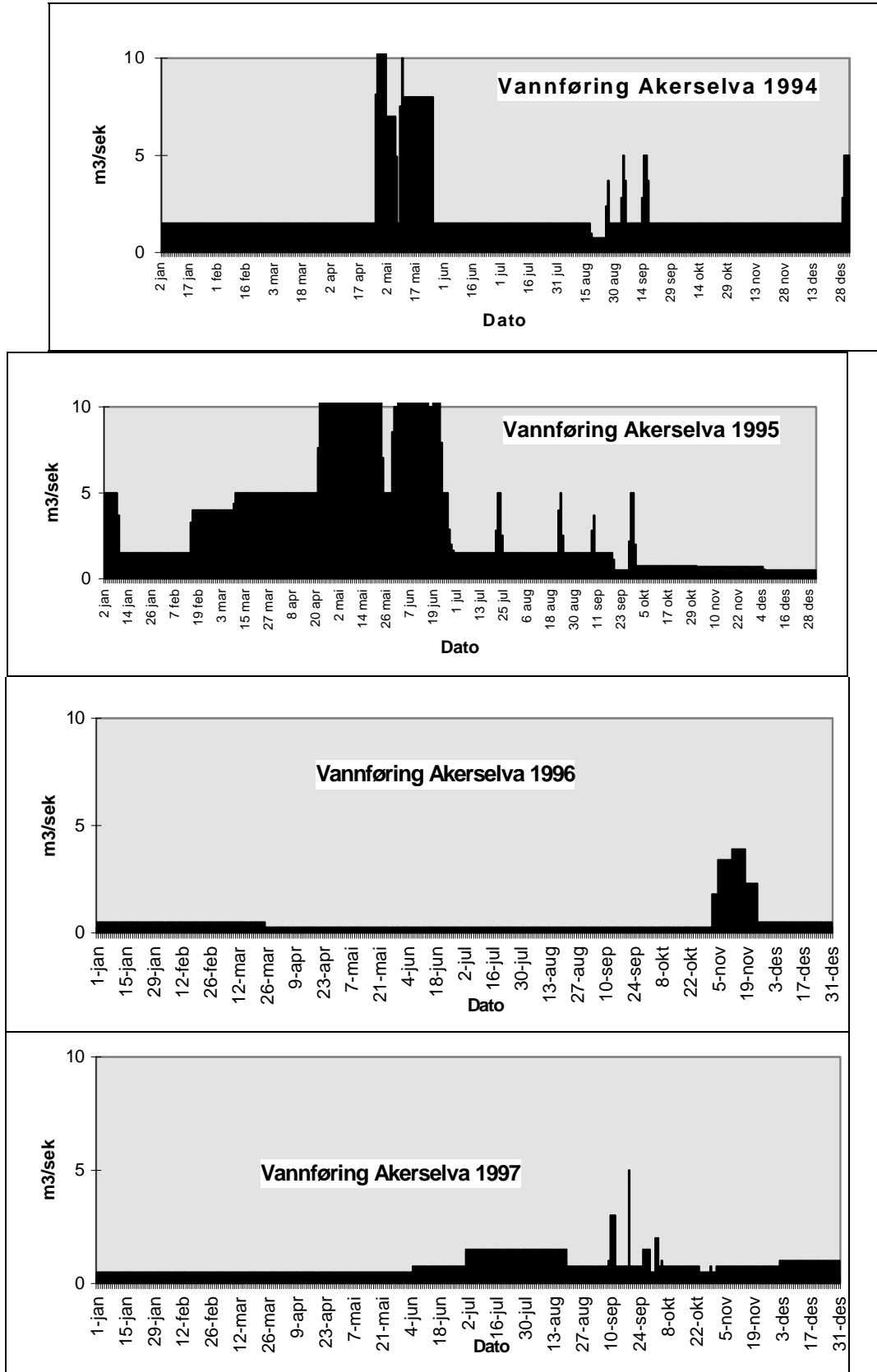
Ved renseanlegget på Sjelbreia har man et vanntap til filterspyling på ca 25%, det vil si at stoffene som holdes tilbake skulle oppkonsentreres 4 ganger. Jern, farge og TOC er de enkeltparametere som oppkonsentreres mest, ca 3 ganger i forhold til råvannet. Avløpet inneholder også det daglige membranvaskevannet som fordrøyes inn på konsentratstrømmen, slik at avløpsanalysene ikke reflekterer helt den reelle oppkonsentreringen. Vaskevannet utgjør imidlertid svært lite i forhold til filtreringskonsentratet.

Ved Oset tenker man seg at man skal tape bare 10%, og således teoretisk få 90% oppkonsentrering av stoffer med molekylvekt større enn 500 mol/l i konsentratet. Vaskevannet skal også her fordrøyes inn på avløpsstrømmen av konsentrat, men vil bare utgjøre ca 0,7% av denne. Vaskevannet vil altså fortynne avløpsstrømmen i ubetydelig grad. Det er i denne utredningen tatt utgangspunkt i at man får 10 gangers oppkonsentrering selv om praktisk kjøring ofte viser at den blir noe mindre enn det membranegenskaper og vanngjenvinning skulle tilsi, kfr. tabell 2.1.

3. Vannføringsforhold i Akerselva

Det faste vannføringsreglementet for Akerselva er som følger: Fra 1/4 til 30/11 skal vannføringen være minimum 1,5 m³/s. Fra 1/12 til 31/3 skal vannføringen være minimum 1 m³/s. Hvis magasinoppfyllingen i Nordmarka blir spesielt lav, kan vannføringen ut av Maridalsvannet reduseres til 0,5 m³/s. Dette siste kalles i utredningen for "minstevannføring".

I fig. 3.1 er det vist eksempler på vannføringen i Akerselva målt ut av Maridalsvannet (fra Lien og Bækken 1998). Vannføringen er for alle år karakterisert ved lange perioder med stabil vannføring på 1-2 m³/s, avbrutt av kortere eller lengere flommer med vannføringer opp mot 25 m³/s. I tørråret 1995-96 ble det mer eller mindre konstant kjørt minstevannføring på 0,5 m³/s. I en periode med vannmangel ble det gitt tillatelse til å kjøre helt ned til 0,25 m³/s.



Figur 3.1. Vannføring øverst i Akerselva i perioden 1/1-90 til 31/12-97. Vannføringer opptil 25 m³/sek er registrert, men over 10 m³/sek er ikke tegnet inn (etter Lien og Bækken 1998).

4. Vannkvalitet i Maridalsvannet og Holsfjorden

Karakteristiske data for vannkvaliteten i Maridalsvannet (OVAs inntak) og Holsfjorden på 100m dyp ved Vefsrud er gitt i tabell 4.1 og tabell 4.2. Man ser at Holsfjorden har noe bedre vannkvalitet enn Maridalsvannet, spesielt bør det legges merke til at det er lavere humusinnhold (farge og TOC).

Tabell 4.1. Vannkvalitet i Maridalsvannet 2001 (OVA 2002). Årlig middel av månedlige prøvetakinger av råvannsinntaket. Høyre kolonne viser teoretiske beregnede verdier i konsentratet som skal slippes til Akerselva.

Parameter	Benevn	verdi	Oppkonsentrert 10 ganger
Farge (filtr)	mg Pt/l	27	270
Turbiditet	FTU	0,52	5,2
pH		6,43	64,3
Konduktivitet	mS/m	2,49	24,9
Alkalitet	mmol/l	0,062	0,62
Aluminium	mg Al/l	0,136	1,36
Jern	mg Fe/l	0,048	0,48
Mangan	mg Mn/l	0,01	0,1
Klorid	mg Cl/l	1,7	17
Sulfat	mg SO ₄ /l	2,9	29
STS	mg/l	0,5	5
Calcium	mgCa /l	2,3	23
Na	mg/l	0,334	3,34
Tot-P	mg P/l	0,005	0,05
Ammonium	mg N/l	0,015	0,15
TOC	mg C/l	4,05	40,5

Tabell 4.2. Vannkvalitet i Holsfjorden ved Vefsrud. Middelerverdier av 6 prøvetakinger fra 100 m dyp ved det planlagte inntakssted (Berge et al 2000). Høyre kolonne viser teoretiske beregnede verdier i konsentratet som skal slippes til Akerselva.

Parameter	Bevenvning	Dagens verdi	Oppkonsentrert 10 ganger
Calcium	mg Ca/l	5	50
Magnesium	mg Mg/l	0,72	7,2
Natrium	mg Na/l	1,53	15,3
Kalium	mg K/l	0,52	5,2
Alkalitet	mmol/l	0,204	2,04
Klorid	mg Cl/l	1,9	19
Sulfat	mg SO ₄ /l	5	50
Jern	µg Fe/l	22	220
pH			0
Turbiditet	FTU	0,29	2,9
Farge	mg Pt/l	14	140
Konduktivitet	mS/m	3,2	32

5. Utslippetets betydning for vannkvalitet i Akerselva

5.1 Teoretiske konsentrasjoner nedstrøms utslippet

I det følgende gis det teoretiske beregnede konsentrasjoner av noen parametre som man ut fra erfaringene fra Skjelbreia vannverk, oppkonsentreres mest ved membranfiltreringen.

Ekstremtilfelle 1: 100% vannforsyning fra Holsfjorden og minstevannføring i Akerselva

Maksimalt uttak av drikkevann fra Holsfjorden ($6 \text{ m}^3/\text{s}$) gir $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$ konsentrat. Dette slippes til Akerselva som går med $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Teoretisk resultantkonsentrasjon er gitt i tabell 5.1.

Tabell 5.1. Teoretiske konsentrasjoner av noen nøkkelparametre ved 100% vannforsyning fra Holsfjorden og minstevannføring i Akerselva.

Parameter	Benevning	Teoretisk konsentrasjon etter innblanding i Akerselva
Farge	mg Pt/l	88
Turbiditet	FTU	1,81
Jern	$\mu\text{g Fe/l}$	141
Calcium	mg Ca/l	28
Total fosfor	$\mu\text{g P/l}$	24
Total nitrogen	$\mu\text{g N/l}$	2341
Total organisk karbon TOC	mg C/l	16

Ekstremtilfelle 2: 100% vannforsyning fra Maridalsvannet og minstevannføring i Akerselva.

Maksimalt uttak av drikkevann fra Maridalsvannet ($6 \text{ m}^3/\text{s}$) gir $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$ konsentrat. Dette slippes til Akerselva som går med $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Teoretisk resultantkonsentrasjon er gitt i tabell 5.2.

Tabell 5.2. Teoretiske konsentrasjoner av noen nøkkelparametre ved 100% vannforsyning fra Maridalsvannet og minstevannføring i Akerselva.

Parameter	Benevning	Teoretisk konsentrasjon etter innblanding i Akerselva
Farge	mg Pt/l	160
Turbiditet	FTU	3
Jern	$\mu\text{g Fe/l}$	284
Calcium	mg Ca/l	13,6
Total fosfor	$\mu\text{g P/l}$	29,5
Total nitrogen	$\mu\text{g N/l}$	2068
Total organisk karbon TOC	mg C/l	23,9

aturlige "finværs"-konsentrasjoner i Akerselva

I tabell 5.3 er det ført opp karakteristiske verdier som kan observeres i Akerselva under finværsperioder sommerstid (etter Lien 1998).

Tabell 5.3. Observert konsentrasjon i Akerselva under finværsperioder med lav vannføring (Etter Lien 1998)

Parameter	Benevning	Observert finværs-konsentrasjon øverst i Akerselva	Observert finværs-konsentrasjon nederst i Akerselva
Farge	mg Pt/l	29	35
Turbiditet	FTU	0,57	1,6
Jern	µg Fe/l	45	220
Calcium	mg Ca/l	3,2	5,8
Total fosfor	µg P/l	4	19
Total nitrogen	µg N/l	250	410
Total organisk karbon TOC	mg C/l	2,9	3,1

5.2 Oppkonsentreringens betydning for vannkvalitet og økologiske forhold

I figur 5.1 er det fremstilt normale nåværende konsentrasjoner av en del vannkvalitetsparametre i Stilla, et populært badeområde øverst i Akerselva. Disse er sammenstilt med teoretisk beregnede konsentrasjoner samme sted etter utslipp av konsentrat fra et eventuelt membranfilteranlegg ved Oset. Det bemerkes at dette er en "i verste fall" analyse. Det er tatt utgangspunkt i at hele det maksimale vannforbruket ($6 \text{ m}^3/\text{s}$) forsynes fra Oset, og at det er minstevannføring i Akerselva. Denne i verste fall situasjonen er ikke helt urealistisk. Minstevannføring forekommer ofte i badesesongen (kfr. fig. 3.1), og 85-90% av vannforsyningen vil mer eller mindre alltid komme fra Oset. Men det vil nok ta noen år før Oslos vannbehov blir $6 \text{ m}^3/\text{s}$. I dag et vannforbruket i et normaldøgn vel $3 \text{ m}^3/\text{s}$. Det absolutt høyeste døgnforbruk som er registrert hittil er $5 \text{ m}^3/\text{s}$.

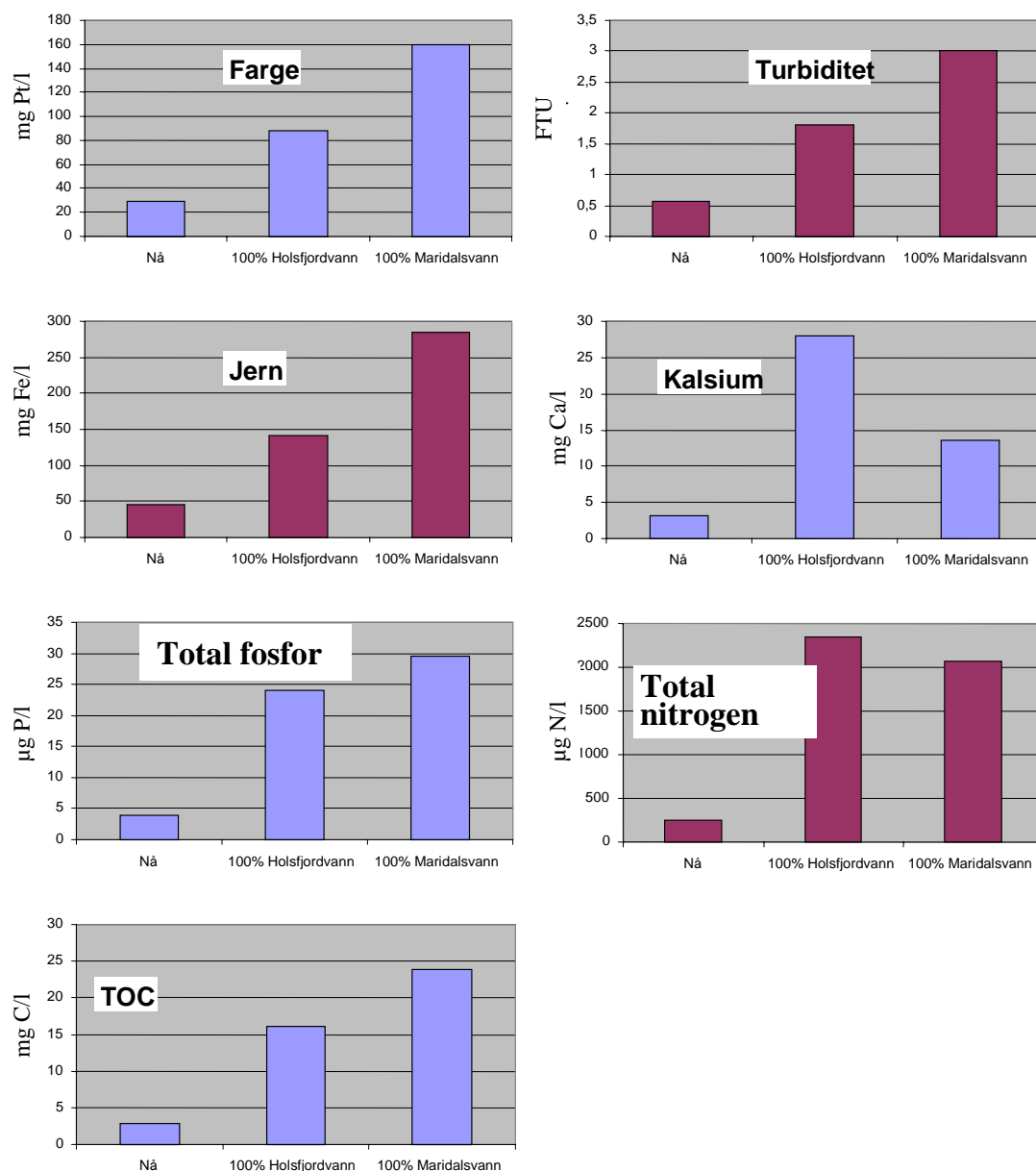
Uansett hvilke av de ovennevnte tall man nytter, så vil utslipp av konsentrat sette et kraftig preg på vannkvaliteten i øvre deler av Akerselva. Forskjellen vil observeres av menigmann, i det elven i Stillaområdet i godværsperioder vil skifte fra å ha preg av en klarvannselv, til å få et kraftig brunt myrvannspreg. Øvre del av Akerselva vil miste mye av sin verdi som bade- og rekreasjonsområde. I godværsperioder vil man kunne se tydelig forskjell også i nedre deler av elva.

I regnværsperioder er bakgrunnskonsentrasjonene i Akerselva høyere som følge av tilrenning av erosjonsmateriale, overflate avrenning, overvannsutslipp, og andre forurensninger, etc., slik at utslippet vil sette mindre preg på resipienten.

Hva dette vil bety rent økologisk kan bare delvis fastlegges. NIVA har gjort en del undersøkelser i forbindelse med utslipp av konsentrat fra landets hittil største membranfilteranlegg, Skjelbreia Vannverk i Vestre Toten (Håkonsen og medarb. 1999, Kjellberg og medarb. 2000). Dette har en kapasitet på $600 \text{ m}^3/\text{time}$ ($0,17 \text{ m}^3/\text{s}$), noe som er veldig mye mindre enn det planlagte anlegget ved Oset. Det ble kjørt giftighetstester på ulike konsentrasjoner avløpet (inkl. vaskevann) med ulike bakteriestammer, samt at det er gjort undersøkelser i resipientelva (Hunnselva). Det ble ikke funnet nedsatt vekst hos noen av de testede bakteriestammene, selv ved inkubering i 90% avløpsvann. Det ble funnet at rengjøringsmiddelset SMN-01 kunne være giftig for vannlopper ved konsentrasjoner høyere

enn 2 ml/l. Selv konsentrasjonen i selve avløpsvannet (0,05 ml/l) er langt under dette, og konsentrasjonen av rengjøringsmiddel blir forsvinnende liten etter innblanding i Hunnselva.

Undersøkelsene i resipienten Hunnselva har ikke avdekket påvisbare negative effekter på noen organismesamfunn i elva, og heller ikke for vanninntaket til AL Settefisk på Reinsvoll. Bunndyrundersøkelsene kunne tyde på at næringsgrunnlaget var større nedstrøms utslippet, noe som fremkom gjennom økte individtall. Biodiversiteten var ikke endret.



Figur 5.1. Nåværende normale "finværskonsentrasjoner" i Stilla (øvre del av Akerselva) i badesesongen sammenstilt med beregnede konsentrasjoner elven får hvis det slippes konsentrat fra membranfilteranlegg ved Oset kombinert med minstevannføring i Akerselva.

Vannmengden som skal renses ved Oset er 35 x større enn kapasiteten til Skjelbreia vannverk, samt at sistnevntes resipient, Hunnselva, har mye høyere minstevannføring enn 0,5 m³/s. Man har her en fortynningsgrad som er i størrelsesorden 100 ganger bedre enn ved lavvannføring i Akerselva.

Konsentrasjonsøkningen i Akerselva er av en slik størrelsesorden at man må regne med negative økologiske effekter. I tillegg til at vannkvaliteten vil bli som myrvann av bruneste slag, vil det skje en avsetning av slam på steiner og andre faste substrater i elveleiet. Siden mye av dette er naturlig organisk materiale (NOM) vil det skje en begroing, noe som vil øke det "hårete" inntrykket av steiner og strender. Begroingen stimuleres også av oppkonsentreringen av næringssalter. Økningen av slam og begroing vil kunne gi vanskeligere levevilkår for fisk og større bunndyr. Særlig vil gyting og oppvekst av laks og ørret yngel kunne bli vanskeliggjort.

Selv om det ikke har vært mulig å finne noen sammenliknbare resipientundersøkelser med utslipp av membranfilterkonsentrat i slike høye konsentrasjoner, er vi nokså sikre på at dette vil virke negativt inn også på økologiske forhold i Akerselva.

Det bemerkes igjen at beregningene gjelder ekstremsituasjoner som oppstår ved maksimalt fremtidig vannforbruk i tørrværsperioder med lavest praktisert vannføring i Akerselva (0,5 m³/s).

6. Fare for overføring av uønskede organismer fra Holsfjorden til Akerselva

I følge forutsetningene vi har fått fra SINTEF vil vannet, før det går inn på membranfilteret, først gå gjennom et forfilter på 50 µm maskevidde. Her forsvinner de fleste dyr, og også en del av de største alger og kolonidannende bakterier. Filterkonsentratet fra forfilteret er også i de gitte forutsetninger tenkt sluppet til Akerselva. Det forfiltrerte vannet går så videre til membranfilteranlegget. Det vannet som slipper gjennom her, går til desinfisering og videre til forbruker. Materialet som ikke slipper gjennom filteret, blir med filterskyllevannet (kalles konsentrat) og slippes ut til Akerselva.

Organismesamfunnene i de to innsjø/elvesystemene er godt kjent, både fisk, bunndyr, dyreplankton, planteplankton, og vannvegetasjon. Organismer som er tilstede i Maridalsvannet regnes også her for å være tilstede i Akerselva, selv om enkelte innsjøorganismer trives dårlig i hurtigstrømmende elver.

Når det gjelder alger, så har ikke disse noen naturlige spredningsbarrierer. Det vil si de er til stede i alle lokaliteter, men i ulike mengder. Hvor mye det blir av den enkelte art er avhengige av næringsgrunnlag og andre habitatfaktorer. Det er derfor ikke noen grunn til å behandle denne gruppen videre her.

Det er heller ikke noen dyreplanktonarter i Tyrifjorden som er kjent for å kunne utgjøre noen problemer, slik at denne organismegruppen kan utgå fra vurderingen.

Fare for overføring av nye fiskearter og fiskesykdommer

Med hensyn til faren for overføring av fisk bør man være varsom da introduksjon av nye fiskeslag ofte skaper store økologiske omveltninger i resipienten, samt at det ofte overføres fiskesykdommer og fiskeparasitter samtidig (kfr. Lien 2001). Innholdet av fisk i de to innsjø/elvesystemene er vist i tabell 6.1. Det fremgår at det er stort overlapp i sammensetningen. Det er regnbuørret, bekkerøye, karuss og ni-pigget stingsild som finnes i Tyrifjordssystemet og ikke i Maridalsvannet. Karuss tilhører de grunne

områdene nord i innsjøsystemet, og finnes ikke i Holsfjorden. Bestanden av regnbueørret og bekkerøye er mikroskopiske nå 20 år etter at oppdrett i Tyrifjorden er avsluttet. Disse to fiskeartene vil neppe klare seg i Akerselva over tid og vil ikke kunne danne levedyktige bestander der. Ni-pigget stingsild vil muligens kunne danne levedyktig bestand i sakteflytende deler av Akerselva, men vil neppe lage noe økologisk kluss i Akerselva.

Tabell 6.1. Observerte fiskearter i Tyrifjordsystemet og Maridalsvannet/Akerselva systemet

Maridalsvannet/Akerselva	Holsfjorden/Tyrifjorden
ørret	ørret
røye	røye
sik	sik
krøkle	krøkle
	regnbueørret
	bekkerøye
brasme	brasme
ørekyt	ørekyt
	karuss
abbor	abbor
gjedde	gjedde
3-pigget stingsild	3-pigget stingsild
	9-pigget stingsild
ål	ål
elveniøye	elveniøye
kreps	kreps
lauve	
mort	
Laks*	
Skrubbe*	

*)bare i Akerselva

Av fiskesykdommer man er redd for, finnes den dødlige lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* tilstede i Tyrifjorden, mens den ikke finnes i Akerselva. Det samme er fra tid til annen fiskesykdommen furunkulose (*Aeromonas salmonica*). Det er derfor svært viktig at man ikke overfører fisk fra Tyrifjorden til Akerselva. Sannsynligheten for at dette kan skje er bl.a. avhengig av hva slags overføringsanordninger man har. Sannsynligheten kan til en viss grad illustreres ved å se på erfaringene fra Asker og Bærums bruk av Holsfjordvann.

Asker og Bærum Vannverk (ABV) har tatt vann fra Holsfjorden i ca 20 år. Hele vestre Bærum bruker vann herfra. Det vil si folk som bor langs den gode lakse- og sjøørretelva Sandvikselva. Spyler man for eksempel båtdekket sitt i Sandvikselva, havner Holsfjordvann direkte i Sandvikselva. Det gjør det altså til stadighet - uten at det har blitt overført noe fiskesykdommer i løpet av 20 år. Neselva, naboelva til Sandvikselva i syd, er en annen elv med frisk laks og sjøørret som også får vann fra Holsfjorden.

Av dette kan man slutte at med en inntaksanordning og overføringssystem og vannbehandling som ABV har, gir liten sannsynlighet for overføring av fisk og fiskesykdommer. I henhold til de opplysninger vi har fått adskiller Oslos planlagte overføringssystem seg betydelig fra ABVs overføring.

Ved Asker og Bærums inntak i Holsfjorden har de en sylinderformet sil på enden av inntaksrøret på 50 m dyp ut for Toverud. Vannet pumpes via trykksiler (ca 400 µm) opp på åsen og slippes inn på overføringstunnelen ved Toverudseter hvorfra det går ved gravitasjon til Bærum. Spylevannet (med det frasilede materialet) fra trykksilene (tilsvarende forfiltrere) renner tilbake til Holsfjorden. I tunnelen fra Toverudseter renner vannet ved selvføll til Kattås hvor det pH justeres og kloreres før det sendes til forbruker. Her har man på en måte 2,5 barrierer mot overføring av fisk. Silen på inntaket er ikke noen total sperre, og de minste stadier av flere fiskeslag kan komme gjennom. Det at den står flere meter ut fra bunnen på såpass dypt vann, gjør at det ikke er mye fisk som kommer inn "i suget". Trykksilene kommer ingen fisk forbi. Denne tar også en del parasitter direkte. Forsøk med filtrering av vann for å holde tilbake frie, løseve, eksemplarer av *Gyrodactylus* viste at maskevidde på 40 µm tok alt, mens 60 µm slapp en del parasitter gjennom (Hektoen og medarb. 1991). Selv om enkelte frie Gyroer skulle komme gjennom trykksilene, vil de fleste overveiende sannsynlig dø av kloringen (Weideborg 2001). Størst smittefare er det hvis det blir direkte kontakt mellom smittet og frisk fisk.

Hvis vann skal renne ved selvføll direkte fra Holsfjorden til under Oset i råsprenget tunnel uten noen form for siling/forfiltrering i Holsfjorden, vil det helt sikkert komme fisk inn i tunnelen. Det er alltid noe fisk langs bunnen av innsjøer, selv om det er nokså lite på store dyp. For eksempel er det nokså vanlig at små krøkle ansamles i slike inntakstunneler, noe som for eksempel er tilfelle i inntakstunnelen ved Oset i dag. Disse vil lett bli med det pumpede vannet opp og vil bli adskilt i grovsilingen. Regnbueørret og bekkerøye, som det er ørsmå bestander av i Holsfjorden, er bærer av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*. Andre fiskearter kan bære parasitten levende noen få dager (2-5 dager). Faren for spredning av *Gyrodactylus* er altså tilstede. Lierelva er smittet av *Gyrodactylus* og man antar at det kan ha skjedd som følge av at man overfører suppleringsvann (irrigasjonsvann) fra Holsfjorden til Lierelva (gjennom råsprenget tunnel) for å kompensere for tapet som oppstod etter at Drammen begynte å ta drikkevann fra Glitrevannet (kfr. Lien 2001, Erik Garnås, fiskerikonsulent i Buskerud, pers. medd.).

Vaskevann og konsentrat fra forfiltreringen må altså ikke få renne ut i Akerselva. Da siling med 50 µm ikke er noen 100% fjerning av *Gyrodactylus* (Hektoen og medarb 1991), må heller ikke membranfilterkonsentratet få renne direkte ut i Akerselva.

Hvis man lager en inntaks- og overføringsanordning ala det man har på ABVs vannverk viser 20 års praktisk drift at overføring av organismer og fiskesykdommer er nærmest fraværende. Weideborg (2001) referer et tilsvarende tilfelle fra Trøndelag der vannverket til Verdal kommune tar vann fra det Gyro-infiserte Leksdalsvannet. Forsyningsområdet til dette vannverket er bl.a. beboerne langs lakselva Verdalselva. Mange års vannverksdrift med enkel vannbehandling (hurtigfiltrering og klorering) har ikke resultert i overføring av *Gyrodactylus* til Verdalselva. Men ved overføring via råsprenget tunnel kombinert med membranfilteranlegg og utslipp av vaskevann og konsentrat til Akerselva, så føler vi at det er en reell fare for å overføre *Gyrodactylus* og andre fiskesykdommer til Akerselva.

Vasspest

En annen uønsket organisme som finnes i Tyrifjorden er vasspest (*Elodea canadensis*). Dette er en brysom plante som spres med bruddstykker av en plante (plantebiter). Plantebiter vil drive rundt i overflaten i en vasspestbefengt lokalitet og ansamles gjerne langs land. Om vinteren synker plantebitene og blir liggende her og der på bunnen, også på store dyp, selv om den der ikke har sjanse til å vokse på grunn av lysmangel. Det dannes også spesielle spredningsskudd (turioner) som kan leve lenge (flere mnd). Disse skuddbitene kan komme inn i en stor råsprenget tunnel som ikke er utstyrt med silanordning. På samme måte som fiskesykdommer vil de da kunne pumpes opp og havne i

vaskevannet fra forfiltreringen. Vaskevannet fra forfiltreringen må derfor ikke ledes til Akerselva. Vasspesten vil ikke komme gjennom forfiltrene.

Overførings- og vannbehandlingssystemet som ABV bruker har ennå ikke medført spredning av vasspest på 20 års drift, og det må regnes som sikkert i så måte. Hvis man kunne ha siling på inntaket og forfiltrering med tilbakerenning til Holsfjorden ville vasspestspredning ikke vært noe problem.

7. Litteratur

- Berge, D. og T. Tjomsland 1999: Holsfjorden som ny vannkilde for Oslo. Status for vannkvalitet og forurensninger samt noen konsekvenser av anleggsarbeidene., NIVA-rapport Lnr 4106-99., 85 sider.
- Berge, D., H. Efraimsen, L. Lien og Åse Bakkethun, 2000: Holsfjorden som ny vannkilde for Oslo - Oppdaterende undersøkelse av bakterier og vannkjemi i Holsfjorden., NIVA-rapport Lnr 4216-2000., 37 sider.
- Hektoen, H., T.A. Moe, og H. Liltved, 1991: Forsøk med filtrering av vann for å fjerne *Gyrodactylus salaris*., Norsk institutt for vannforskning, Notat.
- Håkonsen, T., G. Kjellberg, E.A. Lindstrøm, og H. Efraimsen 1999: Membrananlegg for humusfjerning - Avløpets sammensetning og betydning og betydning for resipient, Del II., NIVA-rapport Lnr. 4043-99., 33 sider.
- Kjellberg, G., T. Bækken og E.A. Lindstrøm 2000: Utslipp av prosessvann fra Skjellbreia vannverk til Hunnselva. Virkninger på vannkvalitet og biologi. Undersøkelser i 1997-2000., NIVA-rapport 4309-2000., 45 sider.
- Lien, L. 2001: Eikeren som ny vannkilde for Vestfold og nedre Buskerud - Fare for uønsket spredning av vannlevende organismer. NIVA-rapport Lnr 4424-2001., 14 sider.
- Lien, L. og T. Bækken 1998: Miljøkonsekvenser ved midlertidig reduksjon av minstevannføringen og utslipp av forurensninger i Akerselva, Oslo, Rapport II., NIVA-rapport Lnr.3800-98., 30 sider.
- OVA 2002: Utskrift av data fra råvannsovervåkingen i Maridalvannet 2001. Fax fra Eli Tjønnås, OVA., 7 sider.
- Weideborg, M. 2001. Innvirkning av vannbehandling på *Gyrodactylus salaris* og vasspest (*Elodea canadensis*)., Aquateam - Norsk vannteknologisk senter A/S. Rapport 01-026.