

## Forord

Denne undersøkelsen av innsjøer, bekker og elver er initiert av Halden kommune.

Analyser av bunndyr og begroingsalger har blitt utført TEFU ved Trond Stabell, som også har skrevet rapporten. Etter noe opplæring har representanter fra Halden kommune selv stått for prøvetakingen

Takk til alle som har vært involvert i denne undersøkelsen, særlig Øystein Gaulin i Halden kommune.

Bøverbru, 21. august 2009

Trond Stabell / TEFU

# Innholdsfortegnelse

	Side
<b>1 Innledende del</b> . . . . .	<b>3</b>
Hvordan undersøke om en innsjø er forurenset? . . . . .	3
Hvordan undersøke om en elv er forurenset? . . . . .	4
Hensikten med undersøkelsene . . . . .	5
<b>2 Metoder</b> . . . . .	<b>5</b>
<b>3 Klassifisering av vannforekomster.</b> . . . . .	<b>6</b>
<b>4 Resultater og diskusjon, innsjøer</b> . . . . .	<b>10</b>
<b>5 Resultater og diskusjon, bekker og elver</b> . . . . .	<b>12</b>
<b>6 Konklusjon</b> . . . . .	<b>15</b>
<b>7 Referanser</b> . . . . .	<b>16</b>
<b>Vedlegg I Påvekstalger</b> . . . . .	<b>18</b>
<b>Vedlegg II Planteplankton</b> . . . . .	<b>19</b>
<b>Vedlegg III Bunndyr</b> . . . . .	<b>20</b>

# 1. Innledende del

## Hvordan undersøke om en innsjø er forurenset?

I en innsjø vil mengde og sammensetning av planteplankton, som er mikroskopiske alger som lever fritt i vannmassene, gi svært mye nyttig informasjon. Disse planktonalgene vokser hurtig, og responderer derfor raskt på endringer i miljøet. Dette er i hovedsak en fordel, men kan i enkelte perioder være en ulempe. Om våren skjer det så store fysiske og kjemiske forandringer i vannmassene, at sammensetningen av planktonet kan skifte totalt karakter på relativt kort tid. På forsommeren får vi imidlertid en termisk sjiktning av vannmassene. Dette betyr at det bare er vannet i de øverste meterne av innsjøen som sirkulerer. Denne sonen kalles epilimnion. Etter en slik sjiktning kan næringsalter fra de dypere områdene ikke lenger blandes inn i de øvre vannmassene, og det materialet som synker ut fra epilimnion, er tapt. Dermed får vi om sommeren en periode som er fysisk stabil, og hvor nesten alle tilførsler kommer fra eksterne kilder. I denne perioden er planktonalgens hurtige respons en fordel. Øker f.eks. tilførselen av næringsalter fra nedbørfeltet, vil dette gjenspeile seg i at den totale mengden av planktonalger (kalt *algebiomassen*) øker. Ved å sammenlikne forholdene midt på sommeren fra år til år, kan man dermed få et godt inntrykk av hvordan tilstanden i innsjøen utvikler seg. Siden denne perioden er stabil, kan man også få denne informasjonen selv med relativt få prøver.

I tillegg til at det i vanddirektivet fra EU fokuseres på algevekst, går det også fram at det må gjøres vurderinger av *balansen* mellom organismene som finnes i vannet. En god økologisk tilstand kjennetegnes nettopp av artsmangfold og at det er en slik balanse. I en innsjø forutsetter dette at algeproduksjon blir omsatt i systemet. En enkel og god måte å vurdere dette på er å se på biomasseforholdet mellom planteplankton og dyreplankton. Er dette lavt, betyr det at algeproduksjonen transporteres effektivt oppover i næringskjedene. Et høyt biomasseforhold, derimot, indikerer at dyreplanktonet ikke i særlig grad er istand til å beite ned algene. Dersom det er tilstrekkelig næringsalter i systemet kan algene dermed vokse tilnærmet uhindret. Vi får da ofte fullstendig dominans av en art, omsetningen i systemet stopper opp, og hele dynamikken i økosystemet bryter sammen. Denne *ubalansen* gir et system hvor den økologiske tilstanden må karakteriseres som meget dårlig, og den kan føre til en stor algeoppblomstring, med det resultat at vannet får så dårlig kvalitet at det blir uegnet til de fleste formål. På denne måten er altså vannkvaliteten knyttet til den økologiske tilstanden. Ved et og samme nivå av f.eks. fosforkonsentrasjon kan en innsjø med god økologisk tilstand ha akseptabel vannkvalitet, mens vi i en tilsvarende innsjø hvor det er en ubalanse mellom produsenter og konsumenter, kan få en langt dårligere vannkvalitet.

## Hvordan undersøke om en elv er forurenset?

Den vanligste måten å gjøre dette på er å måle konsentrasjonen av kjemiske stoffer i vannet, og deretter sammenlikne disse med målinger foretatt høyere opp i elva. En annen variant er at vi kan sammenlikne resultatene med undersøkelser fra elver vi vet ikke er forurenset.

Dersom vi gjør målinger på mange stasjoner i elva, og plutselig finner at konsentrasjonen av et eller flere stoffer øker kraftig fra en stasjon til neste, tyder det på at det ligger en forurensningskilde et eller annet sted mellom disse stasjonene.

En ulempe med kjemiske analyser er at de måler situasjonen i elva akkurat når du tar prøven. Konsentrasjonen av forurensende stoffer i vann, og særlig i elver, kan variere mye. Dette betyr at det må tas mange prøver i løpet av et år for å få et riktig bilde av situasjonen, og dette er kostbart.

I stedet for å måle hvor høye konsentrasjoner vi finner, kan en annen vinkling være å se på hvilken *effekt* denne forurensningen har. Konsentrasjonsmålinger i seg selv kan f. eks. fortelle oss at vi ikke kan bruke vannet som drikkevann, men de sier lite eller ingenting om hvordan livet i elva påvirkes. Dette kan vi imidlertid undersøke ved å gjøre biologiske undersøkelser. Vi kjenner til at noen planter eller dyr tåler mindre grad av forurensning enn andre. Dersom slike forurensningsfølsomme organismer forsvinner, tyder det på at det finnes en forurensningskilde som er såpass betydelig at den skader økosystemet.

Så lenge vi ønsker å ha landbruksvirksomhet eller industri kan vi ikke forvente at konsentrasjonene av ulike kjemiske stoffer i elver og innsjøer kan bli like lave som de ville vært dersom området ikke hadde vært påvirket av menneskelig aktivitet i det hele tatt. Såfremt vannkilden ikke skal benyttes som drikkevann, må det viktigste kriteriet for å vurdere hvor alvorlig et utslipp er, være om utslippet fører til skade på økosystemet eller ikke. Dette kan det bare finnes svar på ved å undersøke hvilke organismer som befinner seg der.

Vanligvis undersøker man ikke alle planter og dyr som finnes, men velger seg ut en gruppe av organismer som er velegnet for å gi en indikasjon på om økosystemet er påvirket av forurensende stoffer. I elver er det vanligst å benytte enten påvekstalger eller bunndyr for å prøve å finne ut dette. Påvekstalger er mikroskopiske planter som vokser på faste overflater som f.eks. på steiner eller på større planter eller dyr. Bunndyr omfatter alle dyrene som lever på elvebunnen, hvorav de vanligste gruppene å finne er insektlarver, snegler, muslinger, igler, marker og små krepsdyr.

# Hensikten med undersøkelsene

Hensikten med undersøkelsene har vært å undersøke tilstanden til sentrale bekker, elver og innsjøer i Halden kommune. Dette er gjort ved å analysere planktonalger, begroingsalger og bunndyr. På bakgrunn av resultatene burde det være mulig å få informasjon om hvor det eventuelt bør settes i verk tiltak for å få vannkvaliteten opp på ønsket nivå.

## 2. Metoder

### Planktonalger

Et beger ble benyttet til å ta en vannprøve på 0.5 til 1m dyp i epilimnion. Vann ble så overført til prøveflasker og tilsatt ca 1 ml Lugols løsning pr. 100 ml prøve.

### Begroingsalger

Prøver for begroingsalger ble samlet inn fra steiner eller andre overflater. Prøvene ble samlet i plastrør og tilsatt Lugol's løsning for konservering. Prøvebegrene ble oppbevart mørkt og kaldt fram til analyse.

Før analyse ble prøven ristet lett, og en 3 ml plastpipette ble benyttet for å overføre en del av den til et Utermöhl sedimentasjonskammer (diameter 25 mm). Dette kammeret rommer ca. 2 ml, og ble fylt med prøven, eventuelt med noe prøve som ble fortynnet med rent vann til fullt kammer. Algene ble undersøkt ved 100, 200 og 320 x forstørrelse.

### Bunndyr

Innsamlingen har blitt foretatt med den såkalte sparkeprøven. Dette innebærer at en finmasket (0,5 mm) håv plasseres på elvebunnen mot vannstrømmen. Deretter rotes bunnen opp foran håven, slik at dyrene som befinner seg der rives med av vannstrømmen og inn i håven.

Innholdet i håven etter en bestemt innsamlingsperiode (f.eks. 1 minutt eller 3 minutter) ble overført til en sold med maskevidde på 2 mm. Innholdet i denne ble skylt i vannet, slik at mudder og fin sand forsvinner fra prøven. Noe av innholdet i solden ble så overført til en hvit plastbakke med vann, hvor det er lett å oppdage dyrene. Disse ble så plukket ut, overført til et dramsglass og konservert i 70 % etanol. På laboratoriet ble dyrene plassert under en lupe og bestemt, i de fleste tilfeller til familie. Det ble foretatt to innsamlinger, en på sommeren og en på våren.

### 3. Klassifisering av vannforekomster

Nylig har det kommet en klassifiseringsveileder som gir informasjon om aktuelle analyser for å vurdere tilstanden i bl.a. ferskvannsforekomster, og forslag til grenser for inndeling i ulike kvalitetsklasser (Klassifiseringsveileder, Godkjent versjon, 3. juli 2009 <sup>1</sup>). Denne er ikke komplett enda og kalles en testversjon, men mest sannsynlig vil det bare bli mindre endringer i nye versjoner.

En viktig forandring mellom denne veilederen og tidligere norske klassifiseringssystemer er at det nå forsøkes å ta hensyn til vassdragstype ved klasseinndelingen. Områder med ulik geologi vil for eksempel naturlig ha ulik bakgrunnstilførsel av næringssalter, og selv uten noen menneskelig påvirkning ville vannforekomstene framstå forskjellig både med hensyn til kjemiske- og biologiske parametre.

Tabell 1 viser en oversikt over hvilken vanntype de ulike innsjøene, bekkene og elvene i denne undersøkelsen faller inn under. I tillegg viser den lokaliteten de ulike prøvene ble tatt på <sup>2</sup>.

Tabell 1. Oversikt over undersøkte innsjøer, elver og bekker.

<b>Innsjø</b>	<b>Lokalitet</b>	<b>Type vassdrag</b>
Bunessjøen	Høvik	Små, <0,5km <sup>2</sup> , kalkfattige, humøse
Elja	Elgåfossen	Små-middels, kalkfattige, humøse
Femsjøen	Tillikor	Store, kalkrike, humøse
Holvannet	Klepperneset	Små, kalkfattige, humøse
Nordre Kornsjø	Garveri	Små, kalkfattige, humøse
Store Ertevann	Ved brua	Små, kalkfattige, humøse
Ørsjøen	Utløpet	Store, kalkfattige, humøse
<b>Bekk / elv</b>	<b>Lokalitet</b>	<b>Type vassdrag</b>
Asakbekken	Asak skole	Små-middels, kalkfattige, humøse
Berbyelva	Berby	Små-middels, kalkfattige, humøse
Folkåa	Folkeseth	Små-middels, kalkfattige, humøse
Hallerødelva	Hallerød	Små-middels, kalkfattige, humøse
Kirkebekken	Havstad	Små-middels, kalkfattige, humøse
Remmenbekken	Refne	Små-middels kalkrike, humøse
Rjørelva	Fugleputt	Små-middels, kalkfattige, humøse
Rødselva	Fismedal	Små-middels, kalkfattige, humøse
Sannerødbekken	Sannerød	Små-middels, kalkfattige, humøse
Unnebergbekken	Iebakke	Små-middels kalkrike, humøse
Ystehedebekken	Langholmen	Små-middels, kalkfattige, humøse

For biologiske analyser anbefales i denne veilederen bl.a. undersøkelse av planteplankton i innsjøer og bunndyr i elver. Grenser direkte knyttet til biomasse av planteplankton er enda ikke klart, og inntil videre estimeres denne på bakgrunn av vannets innhold av klorofyll *a*. I og med at sammensetningen av planktonsamfunnet også gir mye nyttig informasjon, er det algebiomasse som er beregnet i denne undersøkelsen i Halden. I en tidligere undersøkelse i Arendal var innholdet av klorofyll *a* mellom 0,56 – 1,38 % (gjennomsnitt 1,0 %) av algebiomassen (våtvekt)<sup>3</sup>. Dette samsvarer med en større undersøkelse i Europa hvor klorofyll *a* utgjorde 0.08–1.88 % av algebiomassen i 388 grunne innsjøer<sup>4</sup>.

For å kunne følge det foreløpige klassifiseringssystemet som foreligger på vannportalen, har det her derfor blitt benyttet en omregningsfaktor mellom algebiomasse og klorofyll *a* på 0,010.

For elver har det over de siste tiårene blitt utviklet mange ulike indekser, hvor det er vanlig at ulike arter eller grupper blir gitt poeng i forhold til deres toleranse overfor forurensning. Dette er et godt hjelpemiddel for gi en oversiktlig framstilling av resultater slik at de kan forstås også av de som ikke er eksperter på området.

Den indeksen som trolig er mest benyttet i Europa kalles ”British Monitoring Working Party”, forkortet BMWP. Det er også denne indeksen som anbefales brukt i klassifiseringsveilederen, og som er benyttet i disse undersøkelsene. Her gis ulike familier av bunndyr en verdi fra 1 til 10, hvor de med lav verdi er svært forurensningstolerante, mens dyr som er gitt høy verdi er følsomme for forurensning (tabell 2). Total BMWP-score på en stasjon finner man da ved å summere verdiene til alle dyrene som er funnet på denne stasjonen. Et fellestrekk for forurensede systemer, uansett hva slags type forurensning det er snakk om, er at artsmangfoldet avtar. Det skulle bety at en eller annen form for forurensning vil føre til lavere BMWP-score. BMWP-indeksen er først og fremst utviklet for å kartlegge organisk forurensning som f.eks. husholdningskloakk eller husdyrgjødsel, noe som anses som mer aktuelt i Halden enn indekser som i større grad er rettet inn mot forsurening.

Store elver vil naturlig ha flere arter enn mindre elver og bekker. For å kunne sammenlikne forurensningsgrad i systemer av ulik størrelse er det også vanlig å regne ut en gjennomsnittlig indeksverdi, som gjøres ved å dividere total BMWP-score med det antallet ulike familier av dyr som er funnet. Denne gjennomsnittsverdien kalles ASPT (”average score per taxon”), og den gir altså først og fremst et inntrykk av belastningen av organisk stoff til elva.

I klassifiseringsveilederen, eller i vedlegg til denne, er det ikke oppgitt eksplisitt hvilke grenser som anbefales mellom de ulike klassene. Det presenteres imidlertid en figur i rapporten som viser disse. Grensene som benyttes her er imidlertid da vurdert på øyemål ut fra denne figuren, og kan hende må den derfor justeres noe senere (tabell 3).

Tabell 2. BMWP indeks-system. Familier av bunndyr med indeksverdier<sup>5</sup>

	<b>Familier</b>	<b>Indeksverdi</b>
Døgnfluer	Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae,	10
Steinfluer	Ephemerellidae, Potamanthidae, Ephemeridae	
Vårfluer	Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae,	
Vannteger	Chloroperlidae	
Vårfluer	Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae,	8
Øyestikkere	Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae	
Kreps	Aphelocheiridae	
Døgnfluer	Psychomyiidae, Philopotamidae	
Steinfluer	Lestidae, Agriidae, Gomphidae, Cordulegasteridae, Aeshnidae,	7
Vårfluer	Corduliidae, Libellulidae	
Døgnfluer	Caenidae	
Steinfluer	Nemouridae	
Vårfluer	Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephilidae	6
Vårfluer	Hydroptilidae	
Snegler	Neritidae, Viviparidae, Ancyliidae	
Muslinger	Unionidae	
Amfipoder	Corophiidae, Gammaridae	5
Øyestikkere	Platycnemididae, Coenagriidae	
Vårfluer	Hydropsychidae	
Vannteger	Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae,	
Biller	Notonectidae, Pleidae, Corixidae	4
Stankelbein	Haliplidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Hydrophilidae,	
Knott	Clambidae, Helodidae, Dryopidae, Eliminthidae, Chrysomelidae,	
Flatormer	Curculionidae	
Døgnfluer	Tipulidae	3
Mudderfluer	Simuliidae	
Igler	Planariidae, Dendrocoelidae	
Snegler	Baetidae	
Småmuslinger	Sialidae	2
Igler	Piscicolidae	
Isopoder	Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae	
Fjærmygg	Sphaeriidae	
Fåbørstemark	Glossiphoniidae, Hirudidae, Eropobdellidae	1
	Asellidae	
	Chironimidae	1
	Oligochaeta (hele klassen)	

Tabell 3A. Klassifisering av vannkvalitet på bakgrunn av gjennomsnittsverdier (ASPT) ved benyttelse av BMWP- indeks. Klassegrensene er hentet fra den nye klassifiseringsveilederen, men er satt på øyemål ut fra en figur som presenteres der <sup>1</sup>.

<i><b>KLASSE</b></i>	<b>I</b> (Referanse)	<b>II</b> (Svært god/god)	<b>III</b> (God/moderat)	<b>IV</b> (Moderat/ dårlig)	<b>V</b> (Dårlig/svært dårlig)
<b>ELVER/BEKKER</b>					
Bunndyr - ASPT	<b>&gt; 6.8</b>	<b>6.8 – 6.0</b>	<b>6.0 – 5.2</b>	<b>5.2 – 4.4</b>	<b>&lt; 4.4</b>

Tabell 3B. Klassifisering av vannkvalitet på bakgrunn av konsentrasjon av klorofyll *a* (µg/l). Klassegrensene er hentet fra den nye klassifiseringsveilederen.

<i><b>KLASSE</b></i>	<b>I</b> (Referanse)	<b>II</b> (Svært god/god)	<b>III</b> (God/moderat)	<b>IV</b> (Moderat/ dårlig)	<b>V</b> (Dårlig/svært dårlig)
<b>INNSJØER</b>					
Kalkfattige, humøse	<b>&lt; 5.0</b>	<b>5.0 – 7.5</b>	<b>7.5 – 15</b>	<b>15 – 30</b>	<b>&gt; 30</b>

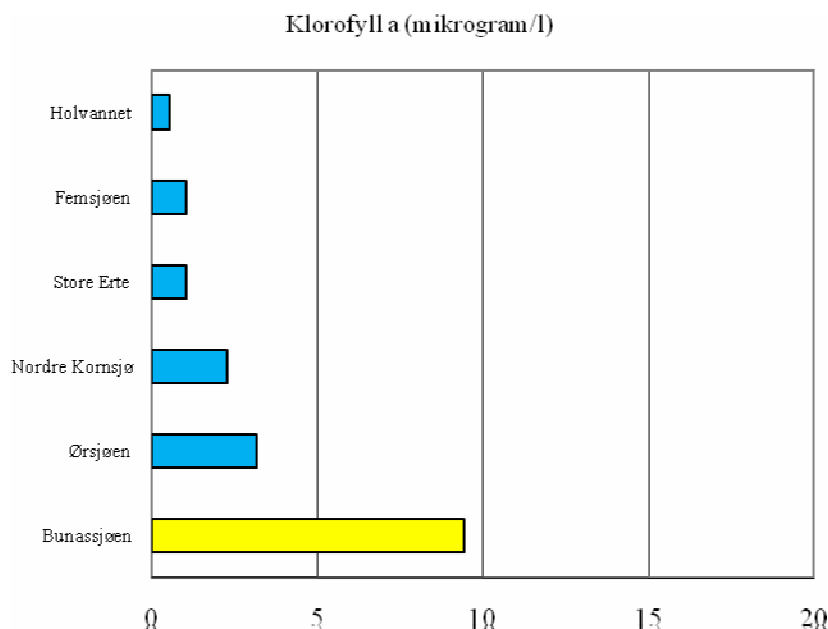
## 4. Resultater og diskusjon, innsjøer

I denne undersøkelsen ble det bare analysert en eller to prøver av planteplankton i utvalget av innsjøer. Disse ble i tillegg ikke tatt på sommeren, men tidlig på høsten og/eller sent på våren. Det betyr at resultatene her kun gir en indikasjon på tilstanden i disse systemene, og at det er behov for flere prøver tatt gjennom sommeren for å gi et noenlunde sikkert bilde av situasjonen.

Imidlertid ble det både i Holsjøen, Femsjøen og Store Erte funnet så lav algebiomasse at det med stor sannsynlighet kan fastslås at vannkvaliteten er svært god (fig. 1). Dersom det hadde vært tilførsler av betydning til noen av disse innsjøene, ville algebiomassen ha vært vesentlig høyere, uansett tidspunkt for prøvetaking.

Som angitt i tabell 1 er Femsjøen karakterisert som kalkrik og humøs, men verdiene for denne kategorien er så høye at det anses mer korrekt å vurdere denne innsjøen på linje med de øvrige (tabell 3B).

I forhold til klassifiseringsveilederen havner disse tre innsjøene helt klart i referansekategorien (klasse 1). Det betyr at de framstår slik man ville forvente uten menneskelig påvirkning. Dette forteller at den aktiviteten som foregår i innsjøenes nedbørfelt ikke er av en slik karakter at det ser ut til å forringe vannkvaliteten.



Figur 1. Innsjøer i Halden. Forekomst av planktonalger uttrykt som klorofyll a ( $\mu\text{g/L}$ ). Våtvekt av algebiomasse fås ved å multiplisere kl.a med 100. Fargene på søylene samsvarer med fargekodene for de ulike klassene som angitt i tabell 3.

I Nordre Kornsjø og i Ørsjøen var forekomsten av alger noe høyere, men fortsatt svært lav. Algesamfunnet framstår som sunt, hvor ingen grupper eller arter dominerer stort. Begge disse innsjøene er av typen kalkfattig, humøs. Her er grenseverdien for klorofyll *a* mellom klasse 1 (naturtilstand) og klasse 2 (Svært god/God) satt til 5,0 µg/l. Dermed er også begge disse innsjøene godt innenfor forventet verdi etter naturtilstand.

Den høyeste biomassen ble funnet i Bunessjøen, hvor to ulike arter av fureflagellater innenfor slekten *Peridinium* utgjorde over halvparten av totalbiomassen. Ut fra denne parameteren vurderes innsjøen i klasse 3, men karakteristikken *moderat* vannkvalitet passer nok bedre enn *god*.

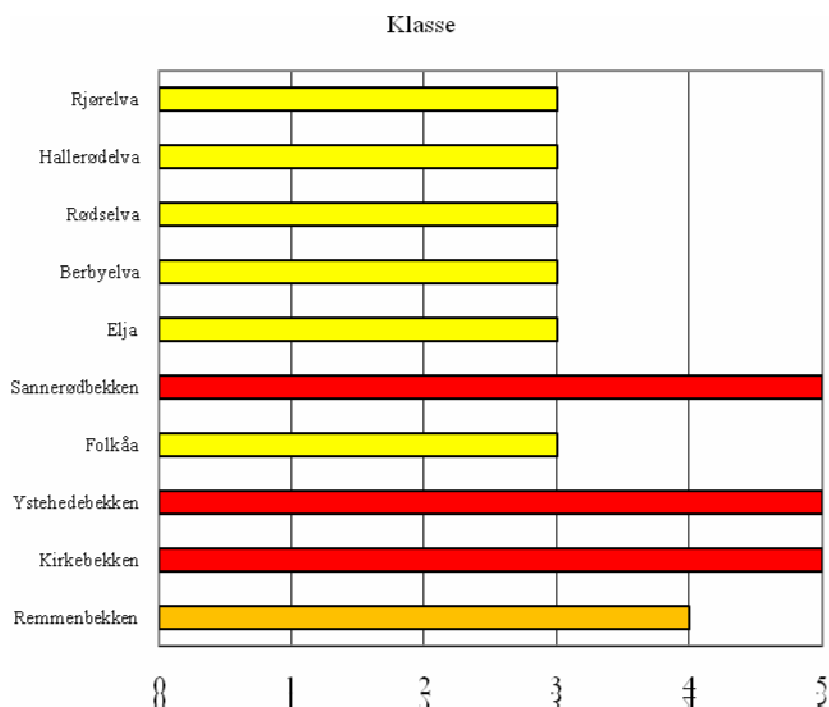
Det anbefales at det tas noen sommerprøver i alle innsjøene, for å bekrefte at tilstanden samsvarer med det som ble funnet her, men det ser ut til at det først og fremst er Bunessjøen som bør følges noe nærmere.

## 5. Resultater og diskusjon, bekker/elver

Begroingsalger er alger som vokser på alle mulige overflater, og omtales derfor også som påvekstalger. Til tross for at påvekstalger i stor grad har blitt benyttet som forurensningsindikatorer i rennende vann, er de ikke nevnt i den nye klassifiseringsveilederen. Noe av grunnen til dette kan være at det ofte vil være behov for bestemmelse til artsnivå før denne gruppen gir robust informasjon om tilstand. Kiselalgene utgjør ofte en stor andel av samfunnet av påvekstalger, og det krever ofte mye tid og avansert utstyr for sikkert å bestemme disse til art.

Forekomst av flercellede, trådliknende blågrønn-bakterier (fig. 3) vil imidlertid nesten utelukkende være knyttet til systemer som i større eller mindre grad er påvirket av organisk forurensning. I denne undersøkelsen er det derfor kun forekomsten av slike blågrønn-bakterier som er undersøkt.

Dersom ingen slike har blitt funnet, er det ikke grunnlag for å si nøyaktig hvilken klasse tilstanden tilsvarer, men i de aller fleste tilfeller vil det bety at denne ikke er dårligere enn klasse 3. Ved en begrenset forekomst av disse bakteriene har tilstanden blitt vurdert til klasse 4 etter denne parameteren, mens en betydelig forekomst har gitt klasse 5. I figur 2 har de bekkene og elvene uten trådformete blågrønn-bakterier blitt angitt som klasse 3, men den beste måten å karakterisere disse systemene på er egentlig klasse  $\leq 3$  (klasse 3 eller bedre).



Figur 2. Bekker/elver i Halden. Vurdering av klasse ut fra forekomst av blågrønn-bakterier. Gule søyler indikerer klasse 3 eller bedre, orange: Klasse 4, rød: Klasse 5.



Figur 3 - Eksempel på trådaktige blågrønn-bakterier

Den andre gruppen av organismer som ble undersøkt var bunndyr (fig. 4). En av fordelene med å undersøke bunndyr, er at de enkelte individene stort sett holder seg på samme sted hele tiden. Insektlarver er den viktigste gruppen av bunndyr i undersøkelser av den typen som er utført her, og de fleste av disse har en livssyklus som gjør at de lever ca. ett år i elva. Det betyr at dersom en art forsvinner fra et sted pga et forurensende utslipp, vil det ta temmelig lang tid før den arten vil etablere seg der på nytt. Dette er også gunstig, fordi effekten av et utslipp av betydning for livet i elva vil være synlig selv flere måneder etter at utslippet har funnet sted. Dette betyr også at det ikke er behov for å ta så mange prøver pr. år.

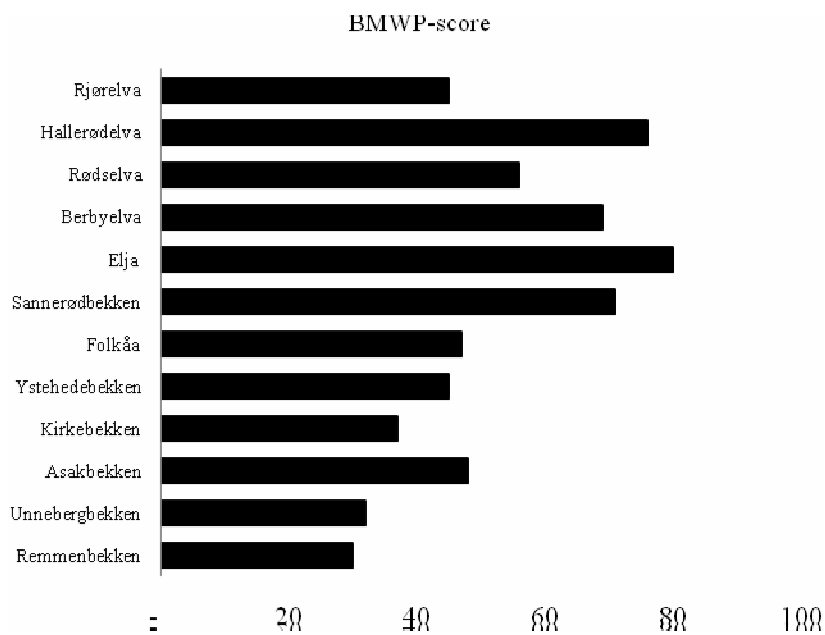


Figur 4 - Eksempel på steinflue. Kjennetegnes ved sine to haletråder

I bekker som er av en slik størrelse at det utvikler seg et samfunn av bunndyr, vil denne gruppen av organismer altså ofte gi et bedre bilde av tilstanden enn påvekstalgene. Et problem kan imidlertid være at i små bekker vil det være færre nisjer enn i elver, og dermed vil naturlig artsantallet være lavere. I figur 5 vises total BMWP-score, men bekkene er rangert fra dårligst (nederst) til best ut i fra ASPT-verdier (fig. 6). Det er en viss sammenheng mellom at høy BMWP - score også gir høy ASPT, men denne er på ingen måte perfekt. Gjennomsnittlig score (ASPT) anses for best å anvende når vannforekomster av ulik størrelse skal sammenliknes, og derfor er det denne parameteren som danner grunnlaget for klassifiseringen.

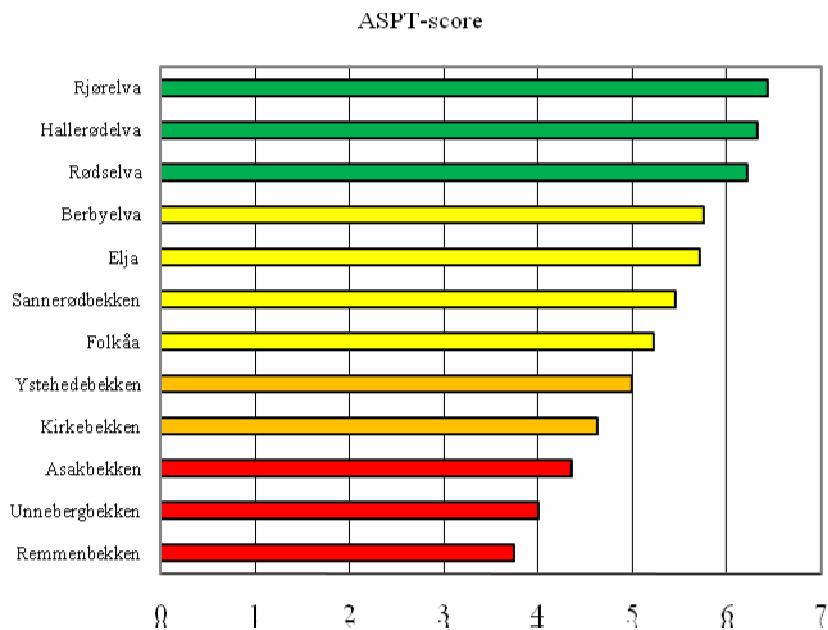
Et annet potensielt problem er at vi i de fleste bekker og elver finner både fåbørstemark (oligochaeta) og fjærmygg-larver (chironomidae). I BMWP-systemet gis disse en score på henholdsvis 1 og 2 (tabell 2). Når klassifiseringssystemet baserer seg på den gjennomsnittlige score av de bunndyrene som finnes, vil naturligvis de lave verdiene til fåbørstemark og fjærmygg få relativt sett større betydning jo færre grupper av bunndyr som er funnet. Dette

kan medføre en viss underestimering av tilstanden i mindre bekker når dette indeks-systemet benyttes.



Figur 5. Bekker/elver i Halden. Total BMWP-score.

I klassifiseringsveilederen er det så langt ikke gjort noe forsøk på å justere klassegrenser etter vassdragstype, og alle bekkene og elvene i denne undersøkelsen vurderes derfor etter samme kriterier.



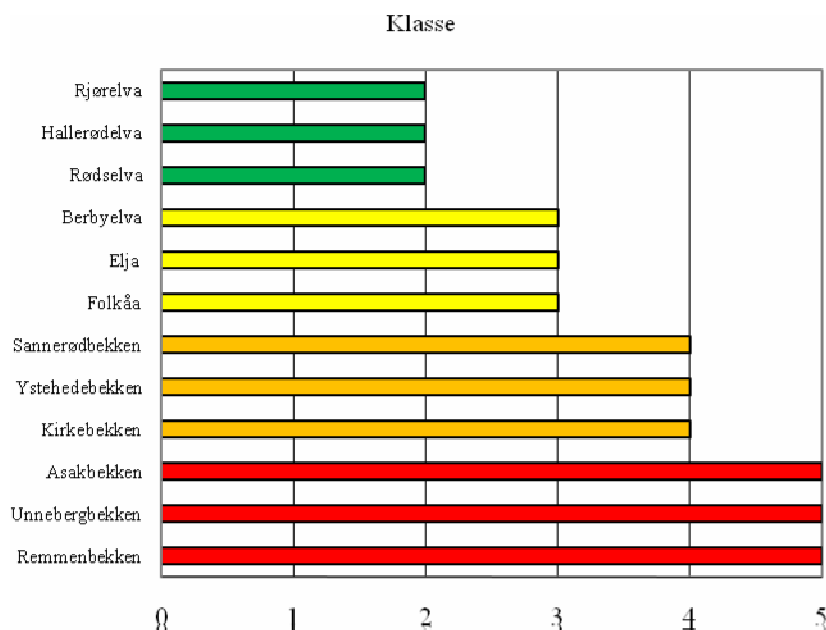
Figur 6. Bekker og elver i Halden. Gjennomsnittlig indeks-score (ASPT). Fargene på søylene samsvarer med fargekodene for de ulike klassene som angitt i tabell 3.

## 6. Konklusjon

Vannkvaliteten og den økologiske tilstanden i de undersøkte innsjøene ser ut til å være svært god. Det bør tas noen planktonprøver i sommerperioden for å bekrefte dette.

I de undersøkte bekkene og elvene var det større variasjon. Av de tolv undersøkte systemene, fordelte de seg med tre i hver av klassene 2 – 5 (fig. 7).

Det var generelt godt samsvar mellom vurderingene ut fra påvekstalger og bunndyr, men ved avvik har resultatene basert på bunndyr blitt tillagt størst vekt. Alle bekkene hvor blågrønnbakterier ikke ble påvist, hadde også et samfunn av bunndyr som resulterte i klasse 2 eller 3. Størst avvik mellom de to parametrene ble funnet i Sannerødbekken. Der var det betydelig forekomst av blågrønnbakterier, men et variert bunndyrsamfunn ga en score tilsvarende klasse 3. Likevel var denne så nær klasse 4, at med en klasse 5 vurdering etter påvekstalgene, ble det vurdert riktigst å plassere denne bekken i klasse 4. Remmenbekken ble vurdert i klasse 4 etter påvekstalger, men var den med lavest ASPT-score av bekkene, og plasseres derfor likevel i klasse 5 (fig. 7).



Figur 7. Vannkvalitetsklasse for bekker og elver i Halden. Klasse er fastsatt etter en totalvurdering av samfunn av påvekstalger og bunndyr.

Mange av bekkene i denne undersøkelsen er relativt små, og det er lite trolig at de vil være i stand til å utvikle et tilstrekkelig variert bunndyrsamfunn til å oppnå en score som kan gi klasse 1-status. En opprettholdelse av klasse 2, hvor man unngår en bevegelse i retning mot klasse 3, bør være et godt nok mål for disse. Da vil vannkvaliteten være av en slik karakter at det ikke vil være noen fare for forringelse av det biologiske mangfoldet.

I de øvrige bekkene viser resultatene at de er utsatt for moderat til betydelig grad av organisk forurensning. Så lenge de faller i klasse 3 er tilstanden akseptabel, og det bør være en naturlig målsetting at forholdene i de som i dag vurderes til klasse 4 eller 5 må forbedres i en slik grad at tilstanden kan karakteriseres som god/moderat (klasse 3).

## 7. Referanser

<sup>1</sup> <http://www.vannportalen.no/hoved.aspx?m=31139>

<sup>2</sup> Informasjon om vassdragstyper er gitt av Øystein Gaulin, Halden kommune

<sup>3</sup> Stabell, T. (2005). Barbuvasdraget i Arendal kommune. TEFU-rapport

<sup>4</sup> <http://www.springerlink.com/content/m5n4322771421g7u/>

<sup>5</sup> Armitage, P.D., Moss, D., Wright, J.F. & Furse, M.T. (1983). The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Wat. Res.* **17**: 333-347.

# Vedlegg

- I Påvekstalger
- II Planteplankton
- III Bunndyr

# Vedlegg I Påvekstalger

Tabell V1. Oversikt over forekomst av blågrønn-bakterier (x: sparsom forekomst, xx: klar forekomst, xxx: stor forekomst). S: 18/7 – 08, H: 4/9-08

2008/2009	Asak bekk		Berby elva		Elja		Folk-åa		Hallerød-elva		Kirkebekk		Remmenbekk		Rjør-elva		Røds-elva		Sannerødbekk		Unnebergbekk		Ystehedebekk		
	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	
<i>Oscillatoria</i>																								++	++
<i>Anabaena</i>																									
<i>Lyngbya</i>											++	+								+	++				
<i>Pseudanabaena</i>													+	+											
<b>Totalvurdering, klasse</b>	≥ 3		≥ 3		≥ 3		≥ 3		≥ 3		5		4		≥ 3		≥ 3		5		≥ 3		5		

## Vedlegg II Planteplankton

Tabell V2. Biomasse (våttvekt) av planteplankton i de undersøkte innsjøene i Halden kommune.

Biomasse, våttvekt (mg/m <sup>3</sup> )	N Kornsjø	N Kornsjø	Femsjøen	Femsjøen	Bunassjøen	Store Erte	Holvannet	Ørsjøen
<b>Kiselalger</b>	<b>04.09.08</b>	<b>28.04.09</b>	<b>04.09.08</b>	<b>28.04.09</b>	<b>28.04.09</b>	<b>28.04.09</b>	<b>28.04.09</b>	<b>04.09.08</b>
<i>Asterionella formosa</i>		2,8		2,6				
<i>Aulacoseira sp.</i>			10,5	5,5				
<i>Cyclotella spp.</i>	5,6	1,2		15,6	11,1		3,3	
<i>Tabellaria fenestrata</i>	25,3		37,5	2,2			1,0	
<i>Tabellaria flocculosa</i>				4,1	12,7			21,4
<i>Synedra</i>	1,2			1,8		4,3		
<b>Grønnalger</b>								
Chlorococcales, koloni i gel	3,2	0,3	0,4	3,2	213,3	2,9	0,6	2,7
Chlorococcales, solitære		0,8	0,4	13,1	13,2	0,7	2,7	31,0
<i>Cosmarium sp.</i>	2,5							
<i>Koliella sp.</i>								19,1
<i>Lagerheimia sp.</i>	0,8							
<i>Monoraphidium minutum</i>	0,2	0,2	1,2					
<i>Oocystis sp.</i>								12,2
<i>Scenedesmus spp.</i>	0,6	0,2						
<i>Staurastrum spp.</i>	14,5							
<i>Staurodesmus sp.</i>								1,8
<i>Tetraedron minimum</i>	0,8				24,0	2,7	0,3	
<b>Gullalger</b>								
Flagellater < 10 mm	0,9	0,5	6,5	1,9	77,4	0,3		
<i>Dinobryon bavaricum</i>	1,3							
<i>Dinobryon cf divergens</i>		15,3	0,2					
<i>Mallomonas spp.</i>	11,2	1,7		1,3				
<b>Svelgflagellater</b>								
<i>Cryptomonas spp.</i>	31,5	50,7	1,4	2,4		9,6	9,8	74,3
<i>Rhodomonas lacustris</i>	31,5	5,9	9,3	3,0	18,2		2,1	26,5
<b>Fureflagellater</b>								
<i>Ceratium hirundinella</i>	38,6		23,4					
<i>Gymnodinium sp.</i>		1,4			8,6	10,0	4,0	24,7
<i>Peridinium sp.</i>	54,1	85,7			333,5		12,4	3,8
<i>Peridinium sp. (liten)</i>			24,4	1,3	182,7	9,2	5,7	
<b>Blågrønn bakterier</b>								
<i>Anabaena cf spiroides</i>	2,2							
<i>Merismopedia sp.</i>	0,5		1,3					17,3
<i>Gomphonema sp.</i>								13,0
<b>µ - alger</b>	57,1	10,6	29,1	4,5	50,2	65,9	14,0	71,3
<b>Totalbiomasse</b>	<b>283,7</b>	<b>177,2</b>	<b>145,6</b>	<b>62,5</b>	<b>944,9</b>	<b>105,6</b>	<b>55,9</b>	<b>319,1</b>
Gjennomsnitt		230,4		104,1				

# Vedlegg III Bunndyr

Tabell V3. Oversikt over registrerte familier, med tilhørende indeksverdi etter BMWP.

S: 20/6-08, V: 28/4-09

2008/2009	Asak bekk		Berby elva		Elja		Folk-åa		Halle-rød-elva		Kirke bekk		Remmen-bekk		Rjør-elva		Røds-elva		Sanne rød-bekk		Unne berg-bekk		Ystehede-bekk	
	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V
<b>Steinfluer</b>																								
Leuctridae									10															
Nemouridae	7	7			7	7	7	7	7	7	7	7			7	7		7	7	7		7	7	7
Perlodidae					10	10	10	10	10									10	10					10
<b>Døgnfluer</b>																								
Baetidae	4	4			4		4		4	4	4	4	4				4				4		4	
Heptageniidae					10				10															
Leptophlebiidae																				10				
<b>Vårfluer</b>																								
Hydropsychidae	5				5	5	5			5	5			5		5	5						5	
Hydroptilidae																		6						6
Polycentropodidae					7	7		7	7	7	7	7			7				7	7		7		
Rhyacophilidae		7			7	7	7	7	7	7	7	7	7		7	7				7				
Sericostomatidae							10										10	10						
<b>Øyestikkere</b>																								
Agridae					8	8																		
Cordulegasteridae															8		8							
Gomphidae					8	8	8			8	8													
<b>Snegler</b>																								
Valvatidae																						3		
<b>Igler</b>																								
Eropobdellidae					3	3	3						3									3	3	
Glossiphoniidae					3																			
<b>Biller</b>																								
Dytiscidae																			5			5		
Eliminithidae		5			5																5			
Gyrinidae					5																			
<b>Andre</b>																								
Asellidae		3			3								3	3					3					
Sialidae	4						4	4			4								4					
Simuliidae		5			5					5								5	5	5			5	5
Tipulidae		5					5	5			5	5	5					5	5				5	5
Chironimidae	2	2			2		2			2	2	2	2	2					2		2	2	2	2
Oligochaeta (klasse)	1	1			1		1			1	1	1	1			1		1		1		1	1	
<b>Sum BMWP</b>	<b>48</b>	<b>69</b>	<b>80</b>	<b>47</b>	<b>76</b>	<b>37</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>56</b>	<b>71</b>	<b>32</b>	<b>45</b>												
<b>ASPT</b>	<b>4.36</b>	<b>5.75</b>	<b>5.71</b>	<b>5.22</b>	<b>6.33</b>	<b>4.63</b>	<b>3.75</b>	<b>6.43</b>	<b>6.22</b>	<b>5.46</b>	<b>4.00</b>	<b>5.00</b>												
<b>Klasse</b>	<b>5,d/sd</b>	<b>3,g/m</b>	<b>3,g/m</b>	<b>3,g/m</b>	<b>2,sg/g</b>	<b>4,m/d</b>	<b>5,d/sd</b>	<b>2,sg/g</b>	<b>2,sg/g</b>	<b>3,g/m</b>	<b>5,d/sd</b>	<b>4,m/d</b>												

