

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
BLINDERN.

0 - 89.

Om kvalitetsendringer av drikkevann  
i åpne bassenger.

1. Innledning	side:	2
2. Hygienisk vurdering	"	2
3. Termiske forhold	"	3
4. Biologiske forhold	"	4
4.1. Innsamling og bearbeiding av materiale	"	4
4.2. Resultater og kommentar	"	5
5. Konkluderende bemerkninger	"	7
Tabelloversikt	"	10
Tabell 1	"	11
Tabell 2.	"	12
Tabell 3.	"	13.

Saksbehandler: siv.ing. Kjell Baalsrud  
Rapporten avsluttet 16/3-59.

## 1. Innledning.

I et vannforsyningssystem benyttes det ofte bassenger som blir anlagt som en mellomstasjon for vannet mellom vannkilden og konsumentene. Hensikten med bassenget er dels å skaffe trykk på fordelingsnett, dels å virke som et døgnutjevningssystem. Av disse grunner blir bassengene plassert i en viss høyde og helst så nær forbruksområdet som mulig.

Bassengene utformes enten som en dam og er da en del av terrenget, eller de utformes som selvstendige beholdere av betong eller annet egnet materiale og anbringes ofte i tårn.

Ved de betraktninger som blir gjort her, er det sett bort fra bassenger av den første typen. Det må være uten videre innlysende at de krav som settes til et moderne vannverk ikke er forenlige med åpne bassenger hvor tilsig fra grunnen eller levende og dødt materiale har fri adgang til renvannet.

Det forutsettes at bassenget er slik utformet at de forandringer som kan skje med vannkvaliteten enten skyldes prosesser i selve bassenget, eller forurensninger som tilføres luftveien.

Åpne bassenger har en fri overflate mot lys og luft. Lukkede bassenger er forsynt med et tak. I disse bassenger er også overflaten fri mot luft som utveksles gjennom ventilasjonsåpninger. Lyset er her helt stengt ut, og tilførsel av forurensninger gjennom luften kan forhindres ved hjelp av netting eller lignende.

## 2. Hygienisk vurdering.

Et åpent basseng vil nødvendigvis være mer utsatt for forurensninger av hygienisk betenkelig natur enn et lukket basseng. Dette gjelder selv om beskyttelsen mot eventuelle pattedyr og fugl er effektiv.

Om vannforsyningen er slik at det ansees nødvendig med restklor i fordelingsnett, kan forholdene i bassenget få avgjørende innflytelse på dette. Som det fremgår av de biologiske undersøkelser som er referert nedenfor, vil åpne bassenger i høy grad favorisere veksten av mange organismer. Hvis klorresten ikke er stor nok eller den periodevis er borte, vil de organismene som vokser opp bli store klorforbrukere og samtidig kunne føre til dannelse av den beryktede klor-algesmak.

I sin alminnelighet behøver imidlertid ikke åpne bassenger å få noen vesentlig betydning for en vannforsynings hygieniske sikkerhet. Ut fra beredskapsmessige betraktninger representerer åpne bassenger imidlertid et avgjort faremoment.

### 3. Termiske forhold.

Avhengig av bassengets form og vannets oppholdstid kan det skje forandringer med vannets temperatur. Temperaturvariasjonene vil være vesentlig større i åpne bassenger. Om vinteren vil luftens avkjølende virkning sammen med fordampningsvarmen bidra til avkjøling, og om sommeren vil varmen fra luften og absorbert solvarme gi temperaturstigning.

I L.O.V.'s høydebassenger på Fagerliåsen ble temperaturen målt 4 ganger sommeren 58:

Dyp i m:	10.juli	31.juli	14.aug.	4.sept.
1	6,4°	7,1°	6,6°	6,6°
2	6,4°	7,1°	6,6°	6,6°
3	6,4°	7,1°	6,6°	6,6°
4	6,35°	6,9°	6,5°	6,6°
5	6,2°	6,3°	6,4°	6,5°

Temperaturen i tilførselsvannet målt i pumpestasjonen var i hele denne perioden 5,65°. Ved en anledning (4.sept.) ble temperturstigningen i ledning fra Gopledal til bassengene målt til 0,14° og stigningen i selve bassengene til 0,79°.

Oppholdstiden i den 1450 m lange pumpeledning var da 44 min. Selv om temperaturforandringen i bassengene er tydelig målbar, er den ikke stor nok til å være av særlig praktisk betydning. I et grunnere basseng med relativt større overflate vil temperaturvariasjoner gjøre seg sterkere gjeldende.

Det antas at andre fysiske faktorer er lite avhengig av om et basseng er lukket eller ikke.

#### 4. Biologiske forhold.

For å belyse dette moment, som må antas å være det hvor forskjeller mellom åpne og lukkede bassenger gjør seg sterkest gjeldende, har vi sommeren 1958 foretatt enkelte undersøkelser i et av L.O.V.'s høydebassenger på Fagerliåsen.

##### 4. 1. Innsamling og bearbeiding av materialet.

24 betongplater (10x10cm) fordelt på 4 serier ble hengt under hverandre i kjeder med 1 m innbyrdes avstand mellom platene i et trykkbasseng på Fagerliåsen, Larvik 23/5-1958. De øverste platene hang 1,5 m under toppen av bassenget, nederste plate 0,5 m over bunnen av bassenget. Serien ble betegnet med romertallene I, II, III og IV, og platene i de enkelte seriene hang i vannet på bassengets nordside med avstand ca. 0.25 m fra bassengveggen.

96 objektglass ble fire og fire festet til 24 svartmalte metallrammer og fordelt på fire serier, hver serie med 6 prøvedyp, og hengt ut i bassenget som presisert for betongplatene 16/6-1958. Disse seriene ble på samme måte som ovenfor betegnet med romertall I, II, III og IV, og metallrammene ble merket med tall fra 1 - 6 regnet ovenfra.

Seriene	I	ble tatt opp	10/7	1958
"	II	- " -	31/7	"
"	III	- " -	14/8	"
"	IV	- " -	4/9	"

Betongplatene og metallrammene med objektglass ble straks de var tatt opp fiksert i formol-iseddik og oppbevart kjølig til bearbeidelse fant sted.

Samtidig med innsamlingen av dette materialet ble det foretatt vertikaltrekk med fyttoplanktonhåv (møllsilke nr.20) i bassenget 10/7, 31/7, 14/8 og 4/9, dessuten i Farris 25/7 og 20/8. Det ble også tatt prøver til kvantitativ undersøkelse av plankton 20/8 i Farris (prøvedyp 1 m og 20 m) og i trykkbassenget 4/9 (prøvedyp 1 m og 5 m).

Benthiske organismer (benthos = organismer som vokser på et underlag) som hadde utviklet seg på betongplatene og objektglassene ble bearbeidet kvalitativt. Samtidig ble det foretatt en subjektiv vurdering av den kvantitative forekomst.

Plankton-materialet (plankton = organismer som lever frittsvevende i vannmassene) ble bearbeidet både kvalitativt og kvantitativt. Den kvantitative undersøkelse ble gjennomført etter sedimenteringsmetoden.

#### 4. 2. Resultater og kommentarer.

Disse er stilt sammen i tre tabeller, se side 10:

Tabell 1: Resultatet av håvtrekkundersøkelsen

Tabell 2: Kvantitative undersøkelser av plankton

Tabell 3: Benthiske organismer i trykkbassenget på Fagerliåsen.

Ved bearbeidningen ble det funnet at bevoxsningen på betongplatene og objektglassene var så overensstemmende med hverandre at resultatet hensiktsmessig kunne føres sammen i Tabell 3.

Ved sammenlikning mellom algebevoxsningene i litoralsonen i Farris (basert på iakttagelse ved ekskursjonen 31/10-1958) og de benthiske organismesamfunn i trykkbassengene på Fagerliåsen, var det iøynefallende hvordan de siste dominerte kvantitativt og kvalitativt. Det er vel nærliggende å se dette

som et resultat av den gjennomstrømning som gjør seg gjeldende i trykkbassengene. Dette betinger at vannet virker fysiologisk næringsrikere enn innholdet av salter (Farris  $K_{18}$  ca.  $33 \cdot 10^{-6}$ ) ved første betraktning gir inntrykk av. Fra naturlige biotoper med strømmende vann er dette et velkjent trekk, den organiske produksjon pr. flateenhet stiger raskt med strømhastigheten også i oligotrofe elver.

Artssammensetningen av organismesamfunnene har et typisk oligotroft preg. Det er tilstrekkelig her å nevne masseforekomsten av konjugate grønnalger (særlig Spirogyra og Zygnema) og diatomeen Tabellaria flocculosa. Utvalget av arter som danner bevoksningene gir en interessant indikasjon på luftinfeksjonens betydning. De kvantitativt dominerende arter (unntatt Tabellaria flocculosa) som er oppført i Tabell 3 er f.eks. ikke funnet i prøvene som ble undersøkt fra Farris.

De samfunnene som hadde etablert seg da den første forsøksserien ble tatt opp var de fremherskende sommeren igjennom. Imidlertid skal det understrekes at mengden av bevoksning endret seg gjennom undersøkelsesperioden. Den største forekomst med alger ble funnet på seriene som ble tatt opp 31/7. Gjennomgående fikk organismesamfunnene et tydelig preg av økende alder i løpet av sommeren. Dette ytret seg bl.a. ved at dyrekomponenten øket kvantitativt (særlig rundormer - Nematoder - ble etterhvert vanlige) og mengden av detritus tiltok. Samtidig nådde flere former seksuell modenhet særlig var dette påfallende for konjugatene.

Når det gjelder vekstmulighetene i vertikal retning av trykkbassenget er det tydelig at lysfaktoren er av tilstrekkelig kvantitet i hele bassengets dybde til å muliggjøre fotosyntese i stor utstrekning. Dette er rimelig å vente - Farrisvannets store gjennomsiktighet tatt i betraktning. Likevel viser prøvedypene 5 og 6 gjennomgående på alle seriene noe mindre bevoksning enn prøvedyp høyere oppe. Sidene av betongplatene og objektglassene som vente inn mot bassengveggen under forsøket var vesentlig mindre bevokst enn lyssidene. Utvalget av arter synes bare i liten utstrekning å variere med dybden, og i denne

sammenheng er det av liten interesse.

Undersøkelsene av håvtrekkmaterialet og bearbeidningen av de kvantitative planktonprøvene ga enkelte opplysninger som kan nevnes. Planktonforholdene i Farris må karakteriseres som gunstige vurdert i vannverksteknisk sammenheng. Det er et planktonfattig vann som pumpes opp i trykkbassengene, og planktonpopulasjonen reduseres muligens enda noe ved pumpingen og transporten til bassengene. Ved passeringen av vannet gjennom rørene er det påvist at det foregår en løsrivning av jernbakterier (*Lepthothrix* og *Siderocapsa*(?)). Det kommer ikke til utvikling et eget plankton i trykkbassengene, derimot skjer det ved aktiv og passiv frigjøring fra organismesamfunnene på bassengveggene en tilblending av vannmassene med ikkeplanktoniske former (særlig *Spirogyra* sp., *Zygnema* sp. og *Tabellaria flocculosa*).

#### 5. Konkluderende bemerkninger.

I denne rapport er forskjellen mellom lukkede og åpne bassenger omtalt. Det er forutsatt at det i begge tilfelle dreier seg om forsvarlige bassenger, hvor vannet ikke på noen måte påvirkes av terrenget i nærheten eller hvor dyr eller andre forurensninger fra terrenget omkring kan gjøre seg gjeldende. For bassenger som ligger i terrenget og kan oppfattes som dammer vil mange andre momenter måtte tas i betraktning.

I sin alminnelighet vil de hygieniske og fysiske forhold ikke være særlig forskjellige i åpne og lukkede bassenger. Lukkede bassenger vil imidlertid by på fordeler, først og fremst fordi de er mer betryggende. De biologiske forhold i åpne bassenger er blitt nærmere undersøkt i L.O.V.'s åpne bassenger på Fagerliåsen.

Organismesamfunnene som vokste frem i det undersøkte bassenget tidlig i vegetasjonsperioden, var dominert av fotosyntetiserende alger. Det var tilstrekkelig lys til at disse utviklet seg i hele bassengets dybde. Algene dannet næringsgrunnlag for dyr, og faunaelementene gjorde seg sterkere gjeldende ut over sommeren.

Det fant ikke sted noen utvikling av et eget plankton i bassenget, organismene i de fri vannmassene besto i stor utstrekning av eksemplarer som hadde revet seg løs fra bassengveggene. Planktonmengden som fantes i inntaksdybde i Farris var svært beskjedent. Undersøkelsen ga ikke anledning til å beregne størrelsen av den biologiske produksjon i bassenget. Bevoksningen i bassenget var ikke ubetydelig, og dette skyldes de gunstige lys- og strømningsforhold.

Det er all grunn til å anta at bevoksningen i bassenger som tilføres mere næringsrikt vann, og vann av høyere temperatur, vil være vesentlig større enn det som ble påvist i L.O.V.'s bassenger. Den rapport som foreligger om lektor Dalins undersøkelser i Teie tårnene på Nøtterøy synes å være et godt bevis for dette.

Alt det som vokser i bassenget, vil bli ført inn i vannforsyningens fordelingsnett. Det som vokser på bassengveggene vil periodevis kunne påvirke vannet, og faren er at denne vekst kan løsne i klumper og medføre forskjellige ulemper. Vannet i åpne høydebassenger kan få redusert estetisk kvalitet på grunn av øket turbiditet forårsaket av organismer som finnes i vannet og på grunn av uønsket smak- eller luktpåvirkning. Bevoksningen i åpne bassenger kan videre ha betydning for utvikling av organismer i selve fordelingsnettet, idet de organiske stoffer som er produsert i bassenget gir årsak til utvikling av mikrovegetasjon på rørveggene. Dette organismebelegg kan på sin side medføre komplikasjoner, bl.a. øke korrosjonsproblemene. Ved å utelate lysets virkninger i bassengene med å overdekke disse, vil de fotosyntetiserende organismer ikke lenger få utviklingsmuligheter, og ulempene som er antydnet ovenfor ville dermed ikke kunne oppstå.

Alt ialt må man trekke den konklusjon at bassenger bør bygges tillukket. Bare der hvor det foreligger særlig gunstige omstendigheter, eller hvor det av tekniske eller økonomiske grunner ikke er mulig å bygge bassengene tillukket, må man kunne tillate åpne bassenger brukt. Det synes innlysende at hvis man bygger



en moderne vannforsyning og sikrer vannkvaliteten på alle vis, så er det dårlig konsekvens å la et svakt punkt i form av åpne bassenger bli stående som et usikkerhetsmoment ved hele vannforsyningen.

TABELLOVERSIKT.

- Tabell 1: Resultatet av håvtrekkundersøkelsen.
- Tabell 2: Kvantitative undersøkelser av plankton.
- Tabell 3: Benthiske organismer i trykkbassenget på Fagerliåsen.

Ved skjønnsmessig vurdering av kvantitativ forekomst er disse betegnelsene nyttet:

- occ organismen har masseforekomst
- cc organismen forekommer mye
- c organismen er vanlig
- r organismen er sjelden.

For den kvantitative planktonundersøkelsen angir tallene individer (evt. høyere enheter som kolonier eller algetråder) pr. liter av prøvevannet.

- (?) betegner organismer som er usikkert systematisk bestemt.  
- angir at organismen ikke er funnet i den undersøkte prøven.

Organisme-fortegnelse	Trykkbasseng				Farris	
	10/7	31/7	14/8	4/9	25/7	20/8
<u>PHYTOPLANKTON:</u>						
Anabaena cf. flos-aquae	-	-	-	-	c	c
Arthrodesmus cf. Incus	r	r	r	r	c	c
Coelosphaerium Naegelianum	-	-	-	r	-	r
Dinobryon divergens	-	-	-	-	r	-
Gloeocystopsis limnetica	-	-	-	-	c	r
Gomphonema sp.	-	-	-	r	-	-
Mallomonas caudata	-	r	r	r	-	-
Microspora sp.	r	-	-	-	-	-
Oedogonium sp.	-	-	r	c	-	-
Cocystis sp.	-	-	-	-	r	r
Stauroastrum paradoxum	-	-	r	r	c	c
Spirogyra sp.	r	c	c	c	-	-
Tabellaria fenestrata	c	rr	r	r	c	r
Tabellaria flocculosa	c	c	r	r	c	c
Tetrasporin grønnalge	-	-	-	-	c	c
Zygnema sp.	-	c	c	c	-	-
Ubestemte former	r	r	r	r	r	r
Mougeotia sp.	-	-	r	c	-	-
<u>ZOOPLANKTON:</u>						
Cyclops sp.	r	c	c	c	r	c
Daphnia sp.	r	r	r	r	r	r
Diaptomus sp.	r	c	r	r	c	r
Holopedium gibberum	-	-	-	-	c	c
Keratella cochlearis	-	r	r	-	-	-
Keratella quadrata	-	r	r	-	-	-
Notholca longispina	-	r	r	r	c	c
Polyarthra platyptera	-	r	r	r	-	-
Ubestemte former	r	r	r	r	r	r
<u>DIVERSE:</u>						
Conifer-pollen	r	c	r	r	r	r
Detritus	c	c	c	c	r	r

Tabell 1.

Tabell 2.

Organisme-fortegnelse	Farris, 20/3-1953		Trykkbasseng, 4/9-58	
	1 m	20 m	1 m	5 m
Anabaena flos-aquae	200	-	-	-
Aphanocapsa sp. (kolonier)	6000	80	-	80
Arthrodesmus Incus	420	20	60	60
Chroococcus cf. turgidus	3000	1500	1000	500
Chroococcus limneticus (kolonier)	120	-	-	-
Cyclotella sp.	52000	24000	8500	3000
Dactylococopsis sp. (?)	640	-	-	-
Dispora sp. (?)	91500	13000	-	-
Leptothrix cf. ochracea	-	40	220	640
Melosira cf. islandica	120000	40500	33500	24000
Merismopedia cf. punctata	690000	-	-	-
Nephrocytium sp.	240	-	-	-
Oocystis sp.	2000	-	-	-
Peridinium sp.	1640	-	500	-
Polyarthra euryptera	620	220	-	-
Quadrigula sp. (kolonier)	2000	-	-	-
Scenedesmus sp.	53000	4000	2000	2000
Siderocapsa sp. (?) (kolonier)	-	860	1420	1360
Staurastrum cuspidatum	120	60	20	
Staurastrum paradoxum	240	20	-	20
Staurastrum pseudopelagicum	40		-	-
Staurastrum sp.	80	-	40	60
Strombidium sp.	500	-	-	-
Synedra ulna	40	-	-	20
Tabellaria fenestrata	360	120	-	-
Tabellaria flocculosa	940	320	9000	6000
Zygnema sp. (algetråder)	-	-	60	60
Spirogyra sp. (algetråder)	-	-	240	320
Bakteriekolonier	-	2500	-	-
Ciliater	-	1000	120	80
Cyster (Mallomonas ?)	500	1000	500	500
Nakne flagellater	-	5500	-	-
Nauplier	-	-	60	60
Rotatorieegg	120	-	-	-
Soppkonidier	1000	500	-	-
Ubestemte blågrønnalger	-	-	220	700

ad page

Organisme-fortegnelse	Serie I 10/7						Serie II 31/7						Serie III 14/8						Serie IV 4/9						
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
Achnanthes spp.	c	c	c	c	c	c	cc	cc	c	c	cc	cc	cc	c	cc	c	cc	cc	cc	ccc	cc	cc	cc	cc	
Arthrodesmus Incus							r	c	r	c	c	r						r					r		
Cyclotella sp.				c	c		c	c	c	r	c	r	c	c	r			r			r	c	c	r	
Cymbella spp.	c	c	c	c	c	c	c	c	cc	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	
Dinobryon divergens			c				c	c	c	r	r		r	c	c	c	c	c	c	c	c	r	c	c	
Dinobryon sp.(kolonier)					c	c			cc	cc	c		r	c	c	c	c	c	c	r	c	c	c	c	
Dinobryon sp.(solitære)		c			c		c	c	c	c	c	c	c	r	r	r	r	r	r		r	r			
Fragilaria sp.		r			r		c	c	cc	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	
Gomphonema spp.	c	c	c	c	c	c	c	c	cc	c	c	c	c	c	c	c	c	r	r	r				r	
Hormidium sp.		c	c	r	r	c					c	r				r			r		r				
Leptothrix sp.					r	r	r	r		r	r				r								r		
Melosira sp.									r				c	c	r	r	r			r			r		
Melosira varians							c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	r	r			r	r	
Microspora sp.	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	cc	c	c	c	c	c	c	c	c	c	
Molgeotia sp.	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	cc	cc	cc	cc	cc	
Navicula spp.	cc	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	r	r	r	r	r	
Nitzschia spp.	c	cc	cc	c	c	c	c	c	c	c	c	c	cc	ccc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	
Oedogonium sp.	c				r		c	c	cc	cc	c	c	cc	ccc	cc	c	cc	c	c	c	c	r	c	c	
Oscillatoria sp.(?)							r	c	cc	c	r	r	c	c	cc	c	cc	c			r				
Palmella sp.								r		r			r	r	r									c	
Phormidium sp.							c	r	r	r	c	cc	r	c	c	r			cc	cc	r		c	r	
Pleurocapsa sp.							ccc	c	c	r	r	r	r	r			r		r		r	r			
Pleurotaenium sp.							c	c	c	r	r	r	c	c	r										
Spirogyra sp. 1	cc	cc	cc	cc	cc	c	cc	ccc	cc	ccc	cc	c	cc	ccc	cc	ccc	cc	cc	ccc	ccc	ccc	cc	cc	cc	
Spirogyra sp. 2	c	r	c	c	c	c	c	c	c	c	r	c	r	r	r			r	r		r		r		
Tabellaria fenestrata			c	c	c	r	cc	c	c	c	cc	c	cc	c	c	r	cc	cc	c	r	c	c	cc	c	
Tabellaria flocculosa	cc	cc	cc	ccc	cc	c	cc	cc	ccc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	c	cc	cc	cc	cc	cc	c	c	c	
Tabellaria sp.			r				r		r		r	c	r			r		r		r		r			
Ulothrix sp.	c			c				c	r	c	r	r	r		r	r	r		r		r		r		
Vorticella spp.		c	c					e	r	cc	r	r	r	c				c	c	r	c	c	c	c	
Zygnema sp.	c	ccc	ccc	ccc	cc	c	ccc	ccc	cc	cc	c	c	cc	cc	cc	c	cc	c	cc	cc	cc	c	cc	c	
Bakteriekolonier		c			c		cc	c	c	c	r	c	c	r	r	c		c	c	c	c	c	c	c	
Ciliater			c	cc	c	cc	c	r		r	c	c		r	r	c		r	c	c	r	r	r	r	
Conifer-pollen	c		r	r			r	cc	r	r	r	r							c	c	c	c	c	c	
Detritus		c		c		cc	c	c	r	r	r	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	
Dinoflagellater			r						c	r	r	r				r		r			r	r	r	r	
Eumycetes				r	c	c		r		r	r	r	r		c	c		r	c	r	r	r	r	r	
Nematoder				r		r		cc	c	r	r	r	c	r	c		c	c	c	c	r	r	r	r	
Rotatorier				c	r			r		r			c		r	r	r	r	r	r	c	r	r	r	
Rotatorieegg									r						r		r	c	r					r	r
Svamp-gemmulae															r	r							r	r	
Ubestemte blågrønnalger	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	c	r	r	r	r	r	r	r	
Ubestemte diatomeer	r	c	r	r	r	r	c	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	
Ubestemte grønnalger	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	
Ubestemte protozoer	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	

Tabell 3.