

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
BLINDERN

O 139/71

BEGROING I SJØVANNSLEDNING, EKEBERG OLJELAGER

Saksbehandler:

Cand. real. Jan Rueness

Medarbeidere:

Cand. real. Hans Kristiansen

Cand. real. Jon Knutzen

1. INNLEDNING

Ved en befaring og konferanse med anleggsbestyrer Føsker og siv. ing. Faleide den 15. september 1971, ble Norsk institutt for vannforskning (NIVA) orientert om de vanskeligheter som er oppstått på grunn av sterk begroing i vanninntaksledningen ved Ekeberg oljelager.

I brev av 21. september 1971 fikk instituttet i oppdrag av A/S Gestor å få "skissert omfanget av de undersøkelser instituttet anser nødvendige for å komme fram til en sikker og permanent løsning av problemet og hvilke omkostninger et slikt oppdrag vil medføre".

I forbindelse med planleggingen av oljelageret på Ekeberg, utførte Norsk institutt for vannforskning i 1966 en undersøkelse av vannet i Bekkelagsbukta, særlig med tanke på å få klarlagt:

1. Om oljen kunne bli påvirket av vannet og dets forurensninger.
2. Hvorvidt oljen ville påvirke det underliggende vannet slik at det kunne oppstå ulemper eller skader i resipienten.

Det ble den gangen anbefalt at inntaks- og utslippsrørene ble lagt minst 10 m. under overflaten, særlig at inntaket skulle foregå på et tilstrekkelig stort dyp. (NIVA-rapport 0-45/66 oljeopplag på sjøvann.)

Saksbehandler ved instituttet har vært cand. real. Jan Rueness. I den foreliggende rapport er spørsmålene som angår klorbehov, korrosjon, virkning av klorering på olje/sjøvann forholdet, bearbeidet av cand. real Hans Kristiansen.

2. PROBLEMSTILLING

Det aktuelle sjøvannsinntaket ligger på ca. 3 m. dyp, og rørene består av forspente betongrør ("Premorør") med en indre diameter på 60 cm. Foran inntaket er det plassert et gitter med en maskevidde på 1,5 cm. Ca. 25 m. innenfor inntaket er en kum med ventil, her er også plassert to siler. Herfra fortsetter rørene innover i

anlegget i en lengde av ca. 100 m.

Vanninntaksmengde og hastighet varierer meget, avhengig av hvor meget olje som tappes. Maksimalt ligger inntakshastigheten på ca. 3 m/s, og i perioder er vannet i systemet stillestående.

Ved befaringen ble det konstatert at vanlig blåskjell, *Mytilus edulis*, er den organisme som utgjør hovedmassen av den begroing som kan føre til den fryktede tetting av inntaksledningen for vann.

Begroing av blåskjell i sjøvannsledninger er et utbredt problem. Det høye innholdet av plankton og døde organiske partikler i den forurensede del av Oslofjorden, gjør at blåskjellenes næringsforhold her er meget gode. De største forekomstene i Oslofjorden er innenfor Drøbak, og skjellene finnes ned til ca. 10 m. dyp. (Bøhle, 1965).

Skjellene gyter fra april-mai til utover høsten, og yngelavsetningen skjer etter et fritt svømmende larvestadium som varer ca. 4 uker. Larvene er ca. 1,5 mm. når de setter seg fast. Veksten er rask og skjellene kan oppnå en lengde av ca. 6 cm. etter to år.

De fleste skjell som ble tatt fra røret ved Ekeberg oljelager var 2-3 cm., men det ble også observert skjell som var 5-6 cm. lange. Inntaksdypet på 3 m., og de relativt moderate strømhastigheter virker favoriserende på utviklingen av blåskjellbestandene i det aktuelle tilfellet.

3. BEKJEMPINGSMETODER

Flere metoder er blitt anvendt for å hindre kolonisasjon og begroing av muslinger og andre begroingsorganismer i sjøvannsledninger. En mekanisk utskraping slik som er blitt utført for den ytterste del av rørsystemet ved Ekeberg oljelager (utenfor kummen) er ikke gjennomførbar for resten av rørsystemet, og kan dessuten medføre for stor mekanisk belastning på rørsystemet. Den del av rørsystemet som strekker seg fra kummen og innover, er vanskelig tilgjengelig og det er usikkert hvor sterk begroingen er her. Spyling med

ferskvann under høyt trykk har vært anvendt et stykke innover, men er neppe tilstrekkelig effektivt.

En annen metode er å fylle rørsystemet med ferskvann, men dette må stå i 4-5 dager og gjentas 2-3 ganger i året for å oppnå en rimelig effektivitet.

En lang rekke kjemikalier har vært utprøvd for å hindre begroing. Etter den foreliggende litteratur (2,3) er den mest vellykkede metode til å begrense begroing, spesielt blåskjell, å anvende klorering. Klorgass løst i sjøvann til en restklormengde av 0,5 - 1 mg/l (ppm) har vist seg tilstrekkelig effektiv til å hindre vekst og utvikling av blåskjell og andre marine begroingsorganismer. I perioder med stillestående vann kan konsentrasjonen økes til 5-10 mg/l for større effektivitet.

Et spesielt overgangsproblem vil det være å utrydde den allerede eksisterende begroing i systemet. En periode med relativt høye klordoser (10 mg/l), kombinert med en etterfølgende spyling med ferskvann og mekanisk rensing hvor det er mulig, vil trolig være det beste. Med de store variasjoner i vanninntaksmengde som forekommer, vil et proposjonaldoserende kloranlegg være fordelaktig.

4. LABORATORIEFORSØK

4.1 Klorbehovsanalyse

Når klor brukes som desinfeksjonsmiddel i vann, er det mengden av fritt klor som virker desinfiserende. I naturlig vann vil det alltid være stoffer tilstede som forbruker eller reduserer klor. På grunn av dette forbruket vil derfor innholdet av fritt klor i vannet avta med tiden. Hvor stor restklormengden er etter et bestemt tidsintervall avhenger av vannkvaliteten.

For å bestemme restklormengden som funksjon av tiden for vannet i Ekeberg oljelager, ble det tatt prøver av vannet ved inntaket til oljelageret. Prøver ble tilsatt forskjellige mengder klor og innholdet av restklor målt etter visse tidsintervaller. Resultatene er ført opp i følgende tabell:

Tilsatt klor i mg Cl ₂ /l	Restklor i mg. Cl ₂ /l etter:							
	minutter			timer				
	0	15	30	1	1,5	2	4	44
0,5	0,25	0,1	<0,01	<0,01				
1,0	0,4	0,2	0,1	0,03	<0,01			
2,0	1,0	0,4	0,4	0,2	0,15	0,1	0,03	
5,0	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
10,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	4,0	4,0	4,0

Analysen viser at for små klortilsetninger er det et jevnt forbruk av klor, mens for større tilsetninger skjer det et momentant forbruk. Restklormengden er deretter nær konstant. Dette viser at for å sikre en viss restklormengde i vannet må man over en viss minimumstilsetning av klor. Denne minimumsverdi ligger på mellom 2 og 5 mg. Cl₂ pr. liter.

De målte verdier for restklormengden er minimumsverdier, d.v.s. verdier man vil komme opp mot etter lang tids klorering. Det skyldes at man i et rørsystem har begroing på veggene som også forbruker klor. Når klordoseringen kommer igang, må det kontrolleres hvor store restklormengder man i realiteten har i rørsystemet.

4.2 Korrosjon

Fritt klor er et reaktivt stoff som det ikke bør brukes mer av enn strengt tatt nødvendig. Fritt klor tilsatt i form av klorgass vil senke pH-verdien slik at vannet blir surere. Dette fører igjen til at vannet generelt blir mere korrosivt, men samtidig er klor et oksydasjonsmiddel som fører til en passivering av bløtt stål og støpejern. De klormengder som her foreslås tilsatt vil derfor være uten betydning for korrosjon på disse materialer. På kobber og kobberlegeringer må man vente en øket korrosjon, og korrosjonshastigheten vil tilta med økende klortilsetning om det skulle være slike metaller i rørsystemet. For betong og plastmaterialer

vil klortilsetningen være uten praktisk betydning.

4.3 Kloreringens innvirking på utveksling av stoffer mellom olje og vann

Fritt klor kan reagere med organiske stoffer og danne klorerte hydrokarboner som dermed blir lettere oppløselig i vann. Når oljeprodukter lagres på vann, vil man få en utveksling av stoffer i grensesjiktet mellom olje og vann. Stoffer i oljen som er lett løselige i vann vil gå over i vannfasen og stoffer i vannet som er lett løselig i olje vil gå over i oljefasen. Denne utveksling foregår inntil en viss likevekt er oppnådd.

For å undersøke om klorert vann opptar mer olje enn uklorert vann, ble tre forskjellige oljeprodukter lagret på sjøvann med en tilsetning av fritt klor på 10 mg Cl_2 /l, og på sjøvann uten tilsatt klor. Prøvene ble lagret en uke og deretter ble oljeinnholdet i vannfasen bestemt. Sjøvannet til forsøket ble tatt ved vanninntaket for oljelageret.

Undersøkelsen ga følgende resultater:

Prøve:	Produkttype over vannet:	Olje, mg/l:	Merknad:
sjøvann	Bensin	1,6	høyt aromatinnhold
" + 10mg Cl_2 /l	"	2,0	" "
"	Diesel	1,3	
" + 10mg Cl_2 /l	"	1,2	
"	Parafin	1,2	høyt aromatinnhold
" + 10mg Cl_2 /l	"	0,5	lavere aromatinnhold

De forskjellige prøver viser et noe forskjellig oljeinnhold, men selve analysemetoden er såpass usikker ved disse lave konsentrasjoner at man ikke kan si at klortilsetningen har bevirket et høyere oljeinnhold på vannet.

Vi har ikke undersøkt om de hydrokarboner som finnes i vann tilsatt klor er klorerte. Dette er en komplisert analyse som vi på nåværende tidspunkt ikke er istand til å utføre.

Fargemålinger

Ved utvekslingen av stoffer mellom vann og olje kan også fargede forbindelser ekstraheres fra oljen. På de samme vannprøver som oljeproduktene ble lagret over, ble også fargen bestemt. Resultatene er ført opp i tabellen:

Vannprøve	Produkttype	Fargetall $^{\circ}\text{H}$
sjøvann	Bensin	22
" + 10ppm Cl_2	"	20
"	Parafin	34
" + 10ppm Cl_2	"	25
"	Diesel	34
" + 10ppm Cl_2	"	14

Resultatene viser at de forskjellige produkttypene forårsaker noe forskjellig fargeintensitet på vannet og at fargen blir redusert av den tilsatte klor.

5. TEKNISK UTFORMING, INNKJØRING OG KONTROLL.

For å utrede det tekniske arrangement av et proporsjonaldoserende kloranlegg, formidlet Norsk institutt for vannforskning kontakt med A/S Birger Christensen, Aslakveien 20, Oslo 7. Basert på de klorkonsentrasjoner og de vannmengder som ble oppgitt, ble det utarbeidet et tilbud om utstyr og montering av et helautomatisk silanlegg og proporsjonaldoserende kloranlegg for Ekeberg oljelager. Det vises til brev fra A/S Birger Christensen av 12/11-1971. Utstyr til et manuelt kloranlegg, eventuelt med "flow indicator" er beskrevet i et tilbud datert 12. januar 1972 fra samme firma.

Det er viktig at klordoseringen styres slik at konsentrasjonene ikke blir unødvendig høye. Med de store variasjoner i vanninntaksmengde som forekommer, oppnås dette best ved et automatisk proporsjonaldoserende anlegg.

Man må anta at de aktuelle restklormengder i rørsystemet vil være lavere enn de som er funnet under laboratoriebetingelser. Det vil være viktig under innkjøringen å finne fram til klorforbruket i det aktuelle rørsystemet under ulike forhold. Under innkjøringsfasen vil det bli aktuelt med nye vannanalyser og kontroll av begroingen.

6. SAMMENDRAG OG PRAKTISKE KONKLUSJONER

Bekjempningsmiddel

På grunnlag av de analyser som er utført, og med støtte i den foreliggende litteratur, vil klorering være den best egnede metode til å hindre begroing i sjøvannsledningen ved Ekeberg oljelager.

Doseringen

Den klorkonsentrasjon som skal til for å hindre vekst og utvikling av blåskjell, 0,5 - 1 mg/l, er meget lav. I en overgangsperiode vil det bli aktuelt med høyere doseringer (5 - 10 mg/l), kombinert med spyling med ferskvann og mekanisk rensning, for å utrydde den allerede etablerte begroing.

Det er utført laboratorieforsøk for å finne restklormengder som funksjon av tiden, med forskjellige utgangskonsentrasjoner. Resultatene viser at med utgangskonsentrasjoner over en viss grenseverdi (ca. 5 mg/l) faller konsentrasjonen adskillig langsommere enn ved lavere utgangskonsentrasjoner.

Det er viktig at klordoseringen styres slik at konsentrasjonene ikke blir unødvendig høye. Med de store variasjoner i vanninntaksmengde som forekommer, vil derfor et automatisk proporsjonaldoserende kloranlegg være fordelaktig.

Korrosjon

Fritt klor tilsatt i form av klorgass vil senke pH-verdien slik at vannet blir surere og derved mer korrosivt. Samtidig er klor et oksydationsmiddel som fører til en passivering av bløtt stål og

støpejern, og den aktuelle klordosering vil være uten betydning for korrosjon på disse materialer.

Likeledes vil klortilsetningen være uten betydning for betong og plastmaterialer. På kobber og kobberlegeringer vil korrosjonshastigheten øke med økende klortilsetning.

Kloreringens virkning på utskiftningen av stoffer mellom olje og vann

Det er gjort laboratorieforsøk for å undersøke om klorert sjøvann (av den aktuelle type) opptar mer olje enn uklorert. Tre typer oljeprodukter, lagret på sjøvann med en tilsetning av fritt klor (10 mg/l) og uten klor, ble analysert etter en uke. Innenfor målingsnøyaktigheten ved analysemetoden er det ikke registrert noen økt utløsning av olje. Hvorvidt de hydrokarboner som er påvist i vannet er klorerte, er ikke undersøkt. Fargeanalysen av sjøvannet viser at klorinnholdet avfarger vannet, og relativt sterkest i det som har vært lagret under diesel.

Teknisk utforming, innkjøring og kontrollundersøkelser

Montering og innkjøring av et proporsjonaldoserende kloranlegg, slik som skissert i brev fra A/S Birger Christensen av 12. november 1971, vil kunne anbefales. Det er viktig at klordoseringen styres slik at konsentrasjonen ikke blir unødvendig høy. Dette vil øke sjansene for korrosjon og forurensing i resipienten.

Man må anta at de aktuelle restklormengder vil være mindre enn de som er funnet under laboratoriebetingelser. Det vil være viktig under innkjøringen å finne fram til klorforbruket i det aktuelle rørsystem. Under innkjøringsfasen vil det bli aktuelt med nye vannanalyser og kontroll av begroingen.

LITTERATURHENVISNINGER

1. B.Bøhle, 1965: Undersøkelser av blåskjell (*Mytilus edulis* L.)
i Oslofjorden. - Fisken og Havet 1965 Nr: 1.
2. Marine fouling and its prevention - Woods Hole Oceanographic
Institution, 1952
3. N. Holmes, 1970: Marine Fouling in Power Stations- Marine
Pollution Bulletin 1 (10), 1970

JRu/KR

28/1-1972