

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

0 - 23/64 .

FORURENSNINGER I KRISTIANSANDS VESTRE HAVNEBASSENG.

KORROSIJONSFORHOLD VED KRISTIANSAND MEK. VERKSTED

Saksbehandler: Cand.real. Hans Kristiansen

Rapporten avsluttet: april 1971



INNHOLDSFORTEGNELSE:

	Side:
1. INNLEDNING	3
2. KLOAKKUTLØPET	4
3. KORROSJONSFORHOLD	4
4. PRØVETAKING	5
5. ANALYSERESULTATER	6
6. DISKUSJON AV RESULTATENE	7
7. KONKLUSJON	8

TABELLFORTEGNELSE:

	Side:
1. Analyseresultater	9
2. Analysedata for vannprøver fra Kristiansands vestre havn	10
3. Kart over stasjonsplasseringer	11

1. INNLEDNING

Allerede på et møte den 22. oktober 1964 ved Kristiansand Mek. Verksted (K.M.V.) ble avløpsforholdene for Agder Samslakteri avd. Kristiansand diskutert.

Avløpet inneholder større mengder organisk stoff som ved anaerob nedbryting utvikler hydrogensulfid, og dette har igjen forårsaket korrosjonsskader på skip ved verkstedets kaier.

Tilstede på møtet var foruten representanter for verkstedet, avdelingssjef Terje Siemensen fra Norsk institutt for vannforskning (NIVA), og verkstedets konsulent sivilingeniør B. J. Andresen fra Ingeniør Chr. F. Grøner, avd. Kristiansand.

Senere er det blitt gjennomført en omfattende undersøkelse av avløps- og resipientforholdene i Kristiansandsregionen:

O - 110/64 Undersøkelser av sjøresipienter i Kristiansands-regionen.

Da man ved disse undersøkelser ikke kom inn på mer spesielle avløpsforhold, ble saken tatt opp igjen ved at høyesterettsadvokat Per Kjær på vegne av K.M.V. innkalte til møte 19. august 1971.

Tilstede var:

Fra K.M.V.: Høyesterettsadvokat Per Kjær

Sivilingeniør Gunnar Knatten

Fra Grøner: Sivilingeniør B. J. Andresen

Fra NIVA: Sivilingeniør Jan Inge Kveisengen

Ingeniør Brynjar Hals

Fra kommunen: Formann i teknisk utvalg, Dagfinn Mikkelsen

Statsingeniør Trygve Timenes

Teknisk rådmann Yngvar Johnsen

På møtet ble det redegjort for de problemer som er oppstått ved verkstedet. Forholdene i havnebassenget har ført til korrosjonsangrep på skip som har ligget ved verkstedet. Da angrepene har vært størst ved kai nr. 3, antok man at den kloakken som munner ut der kan være årsak til skadene.

NIVA fikk i oppdrag å foreta de nødvendige undersøkelser for å kunne fastslå om det var kloakken eller andre utslipp som kan ha forårsaket de nevnte skader.

2. KLOAKKUTLØPET

Avløpet fra Agder Samslakteri, avd. Kristiansand går i Nattmannsbekken. Denne går i kanal gjennom Kristiansand Mek. Verkstedes område og munner ut i verkstedets kai nr. 3. Bekkens nedslagsfelt er 2 km². Årsgjennomsnittet for avrenning er 30 l/s km², slik at den midlere vannføring i bekken blir 60 l/s.

Ovenfor slakteriet mottar bekken kloakkvann fra ca. 1000 person-ekvivalenter. Det maksimale vannforbruk pr. person antas å være 0,003 l/s. p. Dette vil forårsake en tilleggs vannføring i bekken på 3 l/s.

Slakteriets årsproduksjon i 1966 var 1654 tonn, og dette tall legges til grunn for de følgende beregninger. Slakteriets dagsproduksjon blir da 4,5 t/d (1654:365). Den spesifikke organiske belastning på avløpsvannet fra et slakteri antas å være 13 kg O/t. Dette gir 59 kg O/d (4,5x13) som tilsvarer 1200 person-ekvivalenter.

Den hydrauliske belastning på avløpet fra et slakteri antar en er 22 m³/t. Dette gir 100 m³/d (4,5x22). Fordelt over 10 timer gir dette en øket vannføring i bekken på 10 m³/time eller 2,8 l/s.

For slakteriavløp gjelder generelt at gjødsel, urin, blod, vom- og tarminnhold ikke tillates ført til avløp, men skal oppsamles separat, alt forurenset avløpsvann skal passere fett- og slamavskillere.

3. KORROSJONSFORHOLD

Ferskvann som renner ut i sjøen er lettere og vil flyte oppå sjøvannet, slik at det danner seg et brakkvannssjikt. Når ferskvannet er surt og kalkfattig, vil brakkvannssjiktet være mere korrosivt enn sjøvannet. Også den forskjell i saltinnhold, særlig kloridinnhold, som oppstår mellom sjøvann og brakkvann, fremmer korro-

sjonen overfor stål. Korrosjonsfaren er større jo skarpere grensen er og jo større forskjellen i kloridinnholdet er mellom sjøvann og brakkvann.

Brakkvannsjiktet vil med tiden blande seg med sjøvannet slik at grenseflaten mellom brakkvann og sjøvann viskes ut. Avgjørende for denne innblanding er strøm- og vindforhold på stedet. Når det ligger skip ved kaien hvor Nattmannsbekken munner ut, vil man ha rolige forhold i sjøen mellom skutesiden og kaikanten og dermed ugunstige korrosjonsforhold.

Kloakkvann er alltid mer eller mindre slamførende, og slammet avsettes der strømforholdene er gunstige for det. Kloakkvann er rikt på mikro-organismer som forbruker oksygen. I slammet kan det biokjemiske oksygenforbruket lett bli så stort at det dannes sulfider og sulfidholdige organiske forbindelser. På grunn av sulfidene som dannes blir vannet meget korrosivt. Etter at vannet igjen er blitt tilført oksygen kan det inneholde sulfidholdige organiske forbindelser som selv i så små mengder at de vanskelig lar seg påvise analytisk, fortsatt kan gjøre vannet meget korrosivt.

Det er spesielt korrosjon overfor kobber som fremmes ved tilstedeværelsen av slike stoffer, og vannets korrosivitet bestemmes ved den såkalte kobber-korrosjonsindeks (K-indeks). Da NIVA ikke har laboratorium for slik bestemmelse, ble vannprøver oversendt Skipsteknisk Forskningsinstitutt (SFI) for bestemmelse av K-indeks, og vi viser til rapport derfra av 21. mars 1972.

4. PRØVETAKING

Stasjonsplasseringen for prøvetaking er vist på kartkopiet. Stasjon A er utenfor Falconbridge Nikkelverk, midtveis mellom Binesboen og Nordodden. Stasjon B er mellom Nordodden og Lagmannsholmen. Denne stasjon tilsvarer stasjon K 10 i 0 - 110/64. Fra disse stasjoner ble det bare tatt en prøveserie fra 1 og 10 meters dyp.

Stasjon C er ved Nattmannsbekkens utløp på utsiden av skipsside. Prøver ble tatt fra 1, 5 og 10 meters dyp. Stasjon D er ved Nattmannsbekkens utløp, og mellom skipsside og utløpet. Prøver ble tatt fra 0, 2 og 5 meters dyp. Stasjon E er i Nattmannsbekken ovenfor utløpet fra slakteriet.

5. ANALYSERESULTATER

I forbindelse med arbeidet med O - 110/64 ble den 24. oktober 1968 tatt prøver i utløpet av Nattmannsbekken ved bunn og i overflaten. På prøvene ble surhetsgrad, elektrolytisk ledningsevne og oksygen bestemt. Analysen ga følgende resultater:

	pH	Ledn.evne µS/cm 20°C	Oksygen mg O/l
Overflate	6,6	4480	6,38
Bunn	7,4	30000	5,57

Ved besøket 19. august 1971 ble det tatt prøver fra alle stasjoner unntatt E. På prøvene ble surhetsgrad, oksygen og det biokjemiske oksygenforbruk analysert og resultatene er vist i følgende tabell:

Tabell 1.

19.8.71	St. A		St. B		St. C			St. D					
	0	10	0	10	0	5	10	0	1	2	3	4	5
pH	7,9	8,1	8,1	8,1	8,1	8,0	8,0	6,7		8,1			8,0
Oksygen mg O/l	8,3	7,9	8,5	8,0	8,3	7,8	7,5	5,7	8,0	7,9	8,0	7,9	7,4
BOF mg O/l	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	2		1			< 1

Senere har vi fått vannprøver for analyse den 23. september, 25. oktober og 23. desember 1971. Prøvene ble tatt av Kristiansand kommunes ingeniørvesen. På disse prøver ble også innhold av næringssalter bestemt, og resultatene er ført opp i tabell 2.

Samtidig med de sistnevnte prøver fikk vi også vann for bestemmelse av K-indeks.

6. DISKUSJON AV RESULTATENE

Analyseresultatene viser at Nattmannsbekken er betydelig forurenset også ovenfor slakteriet. De store variasjoner i analyseresultater viser at bekken er ømfintlig overfor forurensninger.

Til analysen av det biokjemiske oksygenforbruk knytter det seg en usikkerhet. Et biokjemisk forbruk av oksygen har man hele tiden fra prøven blir innsamlet, dersom det ikke blir tatt spesielle forholdsregler. Resultatet blir mer usikkert jo lengre tid som går fra prøven blir tatt og til den blir analysert, og resultatet er også avhengig av hvilken temperatur prøven har hatt i mellomtiden. Ved utløpet er det bare prøvene ovenfor 5 meter dyp mellom skipssiden og kaikanten som viser høye tall for forurensing. Vannet her er surt når vannet i bekken er surt. Alle prøver som er tatt viser relativt høye verdier for oksygeninnhold.

I den lukkede kanal som bekken nå går i, vil det med tiden avsettes slam. I dette slammene kan det oppstå anaerobe forhold, og dermed utvikling av sulfidholdige forbindelser som igjen kan spre seg i vannet og øke dets korrosivitet. For å unngå dette må kanalen renses for slam fra tid til annen.

Tallene for salinitet viser store variasjoner fra prøvetaking til prøvetaking. Det tyder på at det stadig er en utskiftning av vannmassene. I tabell 3 er gjengitt analyseresultater av vannprøver tatt i vestre havn under arbeidet med 0 - 110/64. Resultatene viser at havnen er lite forurenset. Litteraturen oppgir at innholdet av næringssalter i uforurenset sjøvann ligger i dette område:

Nitrat	0,001 - 0,6 mg N/kg
Ammonium	0,005 - 0,05 mg N/kg
Fosfat	0,001 - 0,10 mg P/kg

7. KONKLUSJON

Nattmannsbekken tilfører havnebassenget forurensninger, men disse er bare påvisbare nærmest utløpet. De brakkvannsforhold som bekkevannet skaper, øker korrosjon både på grunn av at brakkvannet er surere enn sjøvann og på grunn av elektrolyttgradient som dannes.

Det er ikke påvist oksygensvikt i vannet omkring utløpet. Ved opphopinger av slam i og utenfor utløpet kan det oppstå anaerobe forhold i slammet, og dermed kan vannet tilføres stoffer som kan forverre korrosjonsforholdene.

Tabell 2. Analyseresultater.

Dato	St.	Dyp i m	pH	Salinitet 0/00	Spes.el. ledn.e. µS/cm	Oksygen mg O/l	Ammo- nium mg N/l	Nitrog. bundet mg N/l	Fosfor total mg P/l	BOF mg O/l	
1971 23/9	C	1	7,9	31,382			<0,05	0,175	0,015		
		5	8,0	32,583			<0,05	0,180	0,015		
		10	8,1	32,969			<0,05	0,160	0,010		
	D	0	7,0	21,850		5,6	0,21	2,080	0,620		
		2	7,9	31,788		7,1	0,48	0,195	0,020		
		5	7,9	31,965		7,0	<0,05	0,300	0,031		
	E		5,5		286	5,1	0,09	1,360	0,500		
	25/10	A	1					<0,10	0,210	0,018	
			10					<0,10	0,140	0,012	
B		1						<0,10	0,200	0,016	
		10						<0,10	0,140	0,012	
C		1	7,7	29,019		7,7	<0,10	0,200	0,018	0,3	
		5	7,9	31,082		7,7	<0,10	0,220	0,018	0,4	
		10	8,0	32,583		6,6	<0,10	0,200	0,012		
D		0	6,6	12,732	18500	6,7	0,39	3,750	1,700		
		2	7,7	29,580	43000	7,7	<0,10	0,120	0,023		
		5	8,0	32,386	49000	7,3	<0,10	0,140	0,014	0,9	
E		0	5,8		125,0	5,9	0,42	3,250	1,400		
23/12		C	1	8,1	34,212		4,2	<0,05	0,220	0,019	0,4
	5		8,0	34,408			<0,05	0,200	0,014	0,8	
	10		8,0	34,408		8,5	<0,05	0,190	0,015	0,3	
	D	0	7,8	13,384		10,6	0,095	1,310	0,260	26	
		2	8,0	27,275		8,3	<0,05	0,280	0,150	28	
		5	8,0	34,334			<0,05	0,230	0,21	1,0	
	E	0	7,3		520	10,7	0,69	1,290	0,52	85	

Tabell 3. Analysedata for vannprøver fra Kristiansands vestre havn.

Dato	Dyp i m	Salinitet o/oo	Oksygen		Nitrat mg N/l	Fosfat, total mg P/l
			mg O/l	% metning		
30/5 1968	0	15,0	8,9	95,7	0,024	0,032
	2	21,8	7,8	85,5	0,024	0,032
	4	24,5	9,8	108,1	0,012	0,0075
	8	25,0	9,4	103,2	0,014	0,0075
	12	26,4	9,4	100,9	0,020	0,0175
	20	31,7	9,4	98,5	0,014	0,0155
	30	32,5	9,4	96,7	0,090	0,185
2/7 1968	0	12,4	9,1	107,5	0,020	0,019
	2	21,2	9,2	109,2	<0,005	0,012
	4	25,5	9,4	113,0	<0,005	0,013
	8	27,9	8,9	105,6	0,010	0,013
	12	29,5	8,8	103,8	0,020	0,012
	20	31,9	8,8	100,2	0,045	0,010
	30	33,5	8,4	92,5	0,080	0,012
22/10 1968	0	25,5	8,4	93,2	0,045	0,019
	2	31,5	7,7	91,2	0,025	0,014
	4	32,0	7,0	83,2	0,015	0,013
	8	32,4	7,1	84,7	0,015	0,008
	12	32,7	7,1	84,9	0,015	0,013
	20	33,3	6,9	82,0	0,020	0,012
	30	33,6	6,7	79,8	0,030	0,016

HK/lyn
19/4-1972

