

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Elindern.

Kloakkforholdene i Måna, Rjukan.

0 - 47.

Saksbehandler: siv.ing. Kjell Baalsrud.

Rapporten avsluttet: 14. april 1964.

Innledning.

Siden 1957 har vårt institutt deltatt ved vurdering av forurensningssituasjonen i den tørrlagte del av Måna fra Såheim og ned til Moflåt kraftstasjon. Etter at Måna på denne strekning ble tatt inn i en tunnell, har kloakkutslippene fra Rjukanbebyggelsen gjort seg sterkt gjeldende og virket sjenerende for befolkningen. I følge konsesjonen skulle Rjukan Salpeterfabriker sørge for at det finnes en fullt tilfredsstillende ordning av kloakkutløpet i Rjukan byggekommune.

Etter nøye vurdering avga vi (Utvalg for vannrensing) en rapport 25. april 1958 hvor det ble diskutert tre alternativer.

Alternativ I. Basert på det daværende kloakksystem.

- " II. Delvis omlegging av kloakk fra øvre byanlegg, men ellers i det vesentlige beholde systemet med utslipp fra de enkelte tanker.
- " III. Ny avskjærende kloakk fra Såheim til inntaksbassenget for Dale kraftstasjon.

Det bør presiseres at problemstillingen i rapporten av 1958 og ved det senere arbeid har begrenset seg til situasjonen i det tørre elveleiet, slik at tilstanden i Måna ovenfor inntaksdammen ved Møland og nedenfor utløpet fra Moflåt kraftstasjon ikke har vært vurdert.

Norsk Hydro gikk av økonomiske grunner sterkt inn for anvendelse av alternativ II. og det ble godtatt at denne utformning skulle utføres og prøves gjennom en periode på 3 år. Forsøksperioden startet etter at arbeidene var ferdige høsten 1960, og befaringer og prøvetaking foregikk i tidsrommet frem til 1963.

Alternativ II er blitt gjennomført i henhold til Norsk Hydro's opprinnelige forslag og på følgende måte:

1. Det ble anlagt en avskjærende kloakkledning som tar med det vesentlige av kloakkvannet fra sone A plus sykehuset, mens kirken og 22 av de opprinnelige 358 leiligheter fortsatt blir ført til septiktank A. Det oppsamlede kloakkvann er ført gjennom en kvern og slippes ut i inntaksbassenget på oppsiden av Mølandsdammen.

2. Elveleiet er jevnet ut og kanalisert ved bulldozer slik at lekkasjevann og tilsigsvann renner langs en dyprenne i midten av elveleiet og slik at laguner eller stille vannpartier er redusert mest mulig.
3. Kloakkvannet fra de enkelte septiktanker er blitt ført i rør helt til dypålen. Der hvor røret går ned i det gamle elveleiet er det blitt innstøpt i en massiv betongkake som ser ut til å tale de påkjenninger som tilfeldige vannslipp fra Mælandsdammen gir.

I den avtalte forsøksperiode 3/8 1960 - 3/8 1963 er følgende utført:

1. Befaringer 19/9 1960, 11 - 13/6 1961 og 9/8 1962.
2. Etter avtale har det på 7 forskjellige steder i det aktuelle tørrlagte elvestykket vært tatt prøver 14 ganger i tidsrommet 12/6-61 til 9/8-62. Prøvene har vært tatt av cand.real. S.Ramstad, Norsk Hydro og veterinær K.Mølmen, Tinn kommune, i fellesskap; noen få prøver er tatt av oss direkte.
3. En serie vannføringsobservasjoner er målt av Norsk Hydro under Mælandsbroen i tiden 4/8 - 25/10 1961 og 10/2 - 28/6 1962.

Resultater i observasjonsperioden.

Befaringer. Det ble under befaringene ikke noen gang observert lukt av vannet i selve elveleiet. Enkelte ganger kunne lukt merkes ved selve utløpsrøret fordi det ved den lave vannføring har vært vanskelig å få dykket hele utløpsrørets munning under vannflaten. Denne lukt var lokal. Elveleiets utseende har dels vært preget av industriforurensninger, dels av kloakkforurensninger. Industriforurensningene gjør seg gjeldende som et mørkt belegg på stenene. Dette er av uorganisk natur og bortsett fra utseendet har det ingen uheldige virkninger. Kloakkpreget av elveleiet etter anleggningen er beskjedent. Bortsett fra en spredt fnokk-drift, ble det ikke observert identifiserbare kloakkpartikler i vannet. I denne forbindelse må det tas forbehold om de perioder hvor septiktanker på grunn av reparasjon eller annet er satt ut av drift. Dette var for eks. tilfelle ved en rens tank under en av befaringene og det var da visuelt en tydelig påvirkning av det nærmeste elvestykket nedenfor. De størmende vannmasser var kloakkpreget, og lamnehalevekst forekom.

De biologiske forhold i elvestykket har variert noe fra gang til gang. Stort sett

delvis belegg av heterotrofe organismer på stenene. En gang ble det observert tydelige lammehaletiknende forekomster av Sphaerotilus og Leptomitus. Dette ble, som nevnt ovenfor, satt i forbindelse med at en septiktank som mottar kloakkvann fra 108 leiligheter var satt ut av drift. Børsteormen Tubifex er ikke observert. Fra Mælandsdammen og ned til Moflåt øker vannføringen samtidig som selvrensningen fører til endring av de biologiske forhold. Ved Dale bro er det en kraftig algebegroing i elveleiet, og her er det flere ganger observert en del småfisk.

I det øverste stykket av det tørre elveleiet ble det funnet slam og partikler i buskaset helt opp til brysthøyde. Enkelte av disse partiklene kunne gjenkjennes som kloakkpartikler. Etter vår oppfatning må disse skrive seg fra kloakkvannet som ledes ut i Mælandsdammen og hvor slamavsetning lett kan foregå. Under kortvarige perioder med slipp i elveleiet vil dette slammet bli revet med og noe vil henge seg fast i buskaset. Vi anbefalte i brev til Norsk Hydro av 4/7-61 at dette kunne unngås ved å føre kloakkvannet over til den søndre side av Mælandsdammen hvor det er kraftig strøm.

Analyser. I to tabeller er gjengitt analyseresultater av de 14 prøvetakinger som har funnet sted. Det er i tabell 1 gitt en sammenstilling av analysene som viser gjennomsnittsverdier og variasjonsbredde.

Prøvested:	Avløp fra leiligheter totalt:
1. Ved øvre måledam under Mæland bro	0
2. 60 m nedenfor utløp av kloakk ved Mæland bro	22
3. Under hengebro	481
4. Ved utløp av lagune i elveleiet ut for biblioteksfilialen	696
5. 50 m nedenfor kloakkavløp fra pensjonistboligene	860
6. Ved nedre måledam ved Tverrørot	968
7. 100 m ovenfor Dale bro, ved nordbredden ovenfor slakteriet	963

De kjemiske analyser viser meget små variasjoner både mellom den enkelte prøvetaking serie og mellom de enkelte stasjoner. Det lar seg på grunnlag av pH, farge og turbiditet ikke objektivt fastslå noen endring i vannets egenskaper. Ledningsevne og permanganatforbruk stiger noe. Denne stigningen, som imidlertid er meget liten, kan tas som indikasjon på endring av vannets egenskaper. Kloridmengden stiger tydelig men denne komponent kan ikke med sikkerhet tilbakeføres til kloakkforurensningene.

Alt i alt gir analysene i tabell 1 verdier som ikke indikerer urent vann. De bakteriologiske analyser i tabell 2 viser en markert kloakkpåvirkning på hele elvestrekningen, men minst på stasjon 1. BOF_5 verdiene og innholdet av løst oksygen viser at vannmassene er lite belastet med organisk stoff. Selv i stillestående vann må belastningen økte til det 10-dobbelte for å kunne føre til anaerobe forhold med luktdannelse.

Ser vi samtlige analysetall under ett, kan de forklares med å anta at alt kloakkvannet får en fortykning på ca. 1/100 eller mer. Det vil ved så stor fortykning alltid være vanskelig å påvise kloakkvannet ad kjemisk veg, slik at de bakteriologiske parametere blir de viktigste. Analysene tillater heller ikke noen sikker vurdering av den selvrensingsprosess som vi ut fra observasjoner av de biologiske forhold vet foregår.

Vannføring. I løpet av de to observasjonsperiodene var det 9 dager kortvarige slipp gjennom Mølandsdammen med vannføringer på 4 - 43 m³/sek. I løpet av 100 øvrige observasjonsdager uten slipp var middelvannføringen 184 l/sek. 10 dager var vannføringen under 100 l/sek. Middeltallet for disse 10 dagene var 72 l/sek.

Vannføringsobservasjonene synes å stemme med vannanalysene i at fortykningen av kloakkvannet har vært av størrelsesorden 1:100 under prøvetakingen.

Observasjonene viser for øvrig at vannføringen varierer ganske meget og at det i tørt vær lett kan oppstå vannføringer under de foreskrevne 100 l/sek (vår rapport av 1958, side 3) om det ikke foretas spesielt vannslipp fra Mølandsdammen.

Diskusjon.

Det begrensede antall besøk og prøvetakinger som har vært gjennomført i den treårige forsøksperiode behøver selvfølgelig ikke gi et representativt bilde av forholdene i dette tidsrommet. Diskusjonen er derfor ført med reservasjon om at det kan ha forekommet vesentlige forhold som ikke vi kjenner til og som kan forrykke forholdet betydelig i god eller dårlig retning.

Når det gjelder vurdering av de forhold som alternativ II foreløpig har ført til, må dette skje ut fra den målsetting og de krav som det på lokalt hold stilles til elveleiet. En vurdering av om forholdene er tilfredsstillende må derfor foretas på lokalt hold før departementet tar endelig avgjørelse.

Ved en vurdering av forholdene i Måna mener vi det er formålstjenlig å diskutere dels de estetiske forhold og dels de hygieniske forhold.

I hygienisk forstand er vurderingen komplisert og må avgjøres endelig av helsemyndighetene. Det kan imidlertid uten videre fastslås at det er uheldig om vannet kommer i direkte kontakt med barn, ved lek eller bading.

Det er vårt inntrykk at det etter omleggingen ikke har vært påvist sikre luktulemper for eksisterende bebyggelse eller på beferdede veier nær elven. Utseendemesig må også elveleiet betraktes som tilfredsstillende når man ser det fra offentlige veier og beferdede steder.

Hvis man beveger seg ned i det tørrlagte elveleiet og går langs den gjenværende bekk, vil man ved enkelte av kloakkutløpene periodevis kunne merke kloakkluft. Dette forhold skulle man kunne unngå ved å få fullstendig dykning av kloakkutløpet. Hvis dette punkt ansees som betydningsfullt, kan det tas opp særskilt. Videre vil man ved vandring langs bekken kunne se en viss forurensningspåvirkning, dels av industrivannet som sort belegg og dels en fnokkdrift på grunn av kloakkvannet og et belegg på stenene. Kloakkpåvirkningen vil i regelen bare være gjenkjennbar for et trenet øye.

Et viktig spørsmål for å avgjøre om den nåværende løsning er tilfredsstillende eller ikke, er etter vår oppfatning avhengig av om det er ønskelig med alminnelig ferdsel og vannkontakt for barn i det tørrlagte elveleiet. Vi mener dette punkt fortjener oppmerksomhet, dels fordi adkomsten fra bybebyggelsen til elveleiet er hindret av jernbane med gjærde på begge sider og låste porter, og dels fordi det der hvor adgang er mulig står advarselplakater mot opphold i elveleiet, da plutselige høye vannføringer kan komme uten forvarsel.

Alternativ II burde gi tilfredsstillende forhold når det gjelder lukt og utseende, idet septiktankene ved hyppig slamtømming og tilsyn skulle gi rikelig sedimenteringsvolum for effektivt å fjerne alt sedimenterbart slam.

Det avslåmede kloakkvann fra septiktankene skulle ved en fortykning på minst 1:50 (antatt å være oppnådd ved en vannføring under Kirkebroen på minst 100 l/sek.) gi full sikkerhet mot overhåndtagende begroing, slamavsetninger i elveløpet og luktulemper for nærliggende bebyggelse.

Hvis det kan godtas å la den nåværende ordning fortsette bør dette kun skje etter at en tilfredsstillende kontrollordning er etablert. Denne kontroll må dels gjelde

At det eksisterende kloakkanlegg blir holdt i førsteklases stand gjennom hyppig inspeksjon og stadig vedlikehold av anlegget, samtidig som septiktankene må tømmes forskriftsmessig. Dels må elveleiets kanalisering og opprettholdelse av minstevannføring overvåkes.

Vi har i brev av 4/7 1961 til Norsk Hydro anbefalt at samtlige septiktanker tømmes for slam 2 ganger i året, fortrinnsvis vår og høst. Vi mener at denne praksis inntil videre bør fortsette. Hvis belastningen på enkelte tanker skulle synke vesentlig på grunn av nedgang i byens befolkning, kan dette forhold tas opp til ny vurdering. Septiktankslammet må henlegges etter overenskomst med Helserådet.

Det kan uten videre fastslås at alternativ III, som forutsetter komplett fjernelse av alt kloakkvann fra Måna ved avskjærende ledning, vil gi det mest tilfredsstillende resultat. Om vannet isåfall blir hygienisk tilfredsstillende som badevann eller for barn som leker, ligger utenfor vårt vurderingsområde.

Konklusjon.

Alternativ II har ført til en vesentlig forbedring av estetiske forhold i elveleiet. Hvis de offentlige myndigheter finner at den utførte prøveordning gir tilfredsstillende resultat, eller hvis man mener at det for fremtiden ikke kan etableres et tilfredsstillende kontrollsystem med sikkerhet mot økende forurensning, mener vi at alternativ III må tas opp til ny vurdering.

TABELL 1.

Prøvested	Dato for målte enkeltverdier.															\bar{x}	$\pm s$
	1961										1962						
	12/6	31/7	14/8	29/8	4/9	26/9	9/10	24/10	7/11	22/11	13/12	29/1	24/5	9/8			
pH	1	7,2	6,9	7,3	6,8	7,5	6,1	6,9	6,9	6,8	7,1	6,6	7,0	6,9	6,8	6,91	0,33
	2	7,2	6,8	7,1	6,8	7,2	5,5	6,9	6,8	6,8	6,9	6,7	6,9	6,9	6,7	6,80	0,41
	3	7,1	6,7	6,8	6,9	6,8	6,3	6,8	6,8	6,9	6,9	6,8	6,9	7,0	6,7	6,81	0,18
	4	7,0	6,8	7,0	6,7	6,7	6,5	6,9	6,9	7,0	6,9	6,9	6,9	6,8	6,5	6,82	0,17
	5	6,8	6,1	7,0	6,6	6,7	6,4	6,8	6,6	6,8		6,9	6,7	6,7	6,7	6,68	0,23
	6	6,8	6,4	6,7	6,6	7,0	6,4	6,7	6,5	6,8	6,7	6,7	6,5	6,8	6,8	6,70	0,18
	7	7,0	6,6	7,2	6,8	7,1	6,5	6,8	6,8	6,6	6,7	6,7	6,6	7,0	6,6	6,78	0,21
Farge $^{\circ}H$	1	26	5	9	10	21	10	33	29	22	50	16	36	24	20	22,2	12,3
	2	18	0	12	10	13	10	23	30	16	20	23	22	39	18	18,2	9,5
	3	28	7	25	23	12	22	22	35	12	9	37	35	28	17	22,3	9,9
	4	35	16	20	11	10	17	33	40	24	11	39	24	28	18	23,3	10,4
	5	17	28	21	9	12	18	18	26	24		20	20	24	24	20,1	5,4
	6	14	7	7	8	12	9	12	58	11	20	7	8	26	8	14,8	13,6
	7	11	9	12	5	10	2	16	53	15	12	5	8	20	11	13,5	12,3
Turbiditet mg SiO ₂ /l	1	3,1	0,5	0,8	0,8	6,2	1,3	6,6	2,8	2,9	7,1	2,8	1,4	1,8	1,8	2,85	2,25
	2	1,6	0,6	0,7	1,2	1,9	2,3	2,9	6,6	2,6	3,2	2,6	0,8	1,2	1,8	2,14	1,53
	3	1,3	0,9	1,9	2,2	2,1	1,8	2,6	9,2	2,2	2,7	2,6	2,2	1,5	1,1	2,45	2,02
	4	1,6	1,0	1,5	0,8	1,5	2,6	2,5	8,8	2,4	2,3	3,3	1,4	2,0	1,0	2,34	1,99
	5	0,9	1,9	1,3	1,1	1,7	1,7	2,2	3,4	1,9		1,7	0,9	1,3	1,3	1,64	0,66
	6	0,8	0,6	0,5	0,5	1,2	0,9	1,2	3,1	1,0	1,5	1,2	0,5	2,2	0,4	1,11	0,75
	7	0,6	0,9	1,3	0,6	0,8	0,7	0,9	15,5	1,9	1,0	0,9	1,3	1,3	0,6	2,02	3,90

$$1) \bar{x} = \frac{1}{N} \sum x_i$$

$$2) s = \pm \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$$

x_i - enkeltobservasjon

\bar{x} - sentralverdi (aritm. middel)

N - antall enkeltobservasjoner

TABELL 1 (fortsatt).

Prøvested	Dato for målte enkeltverdier															\bar{x}	$\pm s$
	1961							1962									
	<u>12</u> 6	<u>31</u> 7	<u>14</u> 8	<u>29</u> 8	<u>4</u> 9	<u>26</u> 9	<u>9</u> 10	<u>24</u> 10	<u>7</u> 11	<u>22</u> 11	<u>13</u> 12	<u>29</u> 1	<u>24</u> 5	<u>9</u> 8			
Elektrolytisk ledningsevne $\times 10^{-5}$	1	451	542	534	305	398	335	460	1,00	501	426	368	349	566	380	480	196
	2	700	596	258	273	398	361	445	815	524	444	368	349	646	349	462	170
	3	725	745	724	424	394	484	549	394	701	579	566	620	680	487	577	126
	4	631	738	718	431	401	478	459	396	686	584	570	583	597	506	556	114
	5	528	680	718	429	400	472	504	230	664		583	531	562	502	578	139
	6	543	596	606	476	442	521	439	432	631	579	635	535	566	417	530	973
	7	543	587	562	454	431	542	426	570	429	494	494	531	424	432	495	958
Permanganat- forbruk (KOF) mg O/l	1	1,4	0,6	0,8	1,2	1,1	0,9	1,5	2,5	1,4	1,3	0,9	1,0	2,2	1,4	1,30	0,52
	2	1,4	0,9	1,3	1,0	1,1	1,0	1,8	2,6	1,7	1,8	1,5	1,0	2,7	1,7	1,54	0,57
	3	1,7	1,4	1,9	1,5	1,4	1,6	1,6	2,7	1,7	1,6	1,8	2,5	2,1	1,4	1,78	0,40
	4	2,1	1,9	1,8	1,4	1,2	1,4	1,9	2,6	1,6	1,7	2,1	1,2	2,1	1,7	1,77	0,39
	5	1,9	1,8	1,8	1,3	1,4	1,4	1,9	2,8	1,6		1,5	1,1	2,6	1,9	1,77	0,49
	6	1,3	0,9	0,9	1,1	1,3	1,0	1,6	3,3	1,2	1,2	1,1	0,8	2,6	1,5	1,42	0,70
	7	1,3	1,1	0,9	1,1	1,2	0,8	1,8	3,8	1,9	1,5	0,9	0,9	2,6	1,4	1,52	0,83
Klorid mg Cl/l	1	0	0,59	0	0	0	0	0,53	0,73	0	0		0	0,21	0	0,16	0,27
	2	0,89	0	0,30	0	0	0	0,11		0	0	0,20	0	0,31	0	0,14	0,25
	3	1,58	2,97	2,18	0	0	0	0		0,53	0,84		1,2	1,03	0,62	0,91	0,95
	4	0,79	2,77	1,58	0	0	0,63	0		0,63	0,84		1,0	0,72	0,31	0,77	0,83
	5	1,19	1,58	1,78	0,63	0,63	0,63	0	1,36	0,63		1,38	1,0	0,62	0,31	0,90	0,52
	6	0,99	1,48	0,98	0,63	0,63	0,63	0		0,84	0,95	1,19	1,2	0,10	0	0,74	0,47
	7	0,59	1,39	1,39	0,63	0,63	0,63	0	0,53	0,73	0,84	0,40	1,4	0,21	0	0,67	0,46

TABELL 2.

VANNPRØVER FRA MÅNA, RJUKAN.

Bakteriologiske og BOF-analyser.

Prøvene tatt 9/8 1962.

Prøve- sted	Coliforme bakterier pr. 100 ml	Kimtall pr. ml v/20°C 3 døgn	5 dagers biokjemisk oksygenforbruk mg O/1	Oppløst oksygen mg O/1
1	664	1.776	1,03	9,7
2	3.050	3.134	1,03	9,4
3	10.060	24.360	1,61	9,7
4	9.040	26.320	1,94	9,6
5	>10.000	66.560	1,15	9,6
6	1.310	2.126	1,38	10,4
7	4.450	12.820	1,44	9,4