

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
BLINDERN

O-67/70

KARTLEGGING AV AVLØP FRA
A/S RAUFOSS AMMUNISJONSFABRIKKER (II)

Saksbehandler: Cand.real. Øystein Mundheim

Medarbeider: Ingeniør Brynjar Hals

Rapporten avsluttet: Juni 1972.

INNHALDSFORTEGNELSE:

	Side:
1. INNLEDNING	3
2. KONTINUERLIGE AVLØPSMÅLINGER	3
2.1 Prøvetakingssteder	3
2.2 Prøvetaking og målemetoder	4
2.3 Analyser	5
3. SAMMENSTILLING AV MÅLERESULTATER	5
4. DISKUSJON	6
5. ORIENTERENDE FELLINGSFORSØK	7
5.1 Eksperimentelt	8
5.2 Resultater og diskusjon	8
6. SAMMENFATTENDE KONKLUSJON	9

TABELLFORTEGNELSE:

1. Overløp og målemetoder ved vannføringsmålinger	4
2. Fordeling av analyser mellom R.A. og NIVA	5
3. Avgiftningskjellerens prosentandel av utslippet for endel komponenter	6
4. Analyseresultat fra fellingsforsøk I	10
5. Analyseresultat fra fellingsforsøk II	10
6. Midlere avløpsmengder ved målestasjonene	11

Analyseresultater fra A/S Raufoss Ammunisjonsfabrikker:

7. Prøvetakingssted: Stasjon 1, Syd for Bygning 189	12
8. Prøvetakingssted: Kum 2, Vest for bygning 273/206	13
9. Prøvetakingssted: Stasjon 3 _{KROM} , Avgiftningskjeller	14
10. Prøvetakingssted: Stasjon 3 _{CYANID} , Avgiftningskjeller	15
11. Prøvetakingssted: Stasjon 3 _{TOTAL} , Avgiftningskjeller	16
12. Prøvetakingssted: Stasjon 4, Kum ved 206/230	17
13. Prøvetakingssted: Stasjon 5, Tivoli	18
14. Prøvetakingssted: Stasjon 6, Etter oljeutskiller	19
15. Prøvetakingssted: Stasjon 6, Etter oljeutskiller, Døgnoppsplitting	20
16. Prøvetakingssted: Stasjon 7. Servicekanal F.A.	21

FIGURFORTEGNELSE:

1. A/S Raufoss Ammunisjonsfabrikker. Oversikt avløpssystem	22
2. Fosfat etter nøytralisering	23
3. Total krom etter nøytralisering	24

ØMu/ken
16.6.72

1. INNLEDNING

Norsk institutt for vannforskning, NIVA, foretok i august 1970 en forundersøkelse ved A/S Raufoss Ammunisjonsfabrikker (R.A.), rapport 0-67/70. Hensikten med forundersøkelsen var å få en første oversikt over bedriftens avløpssystem. Dette består av 19 utslipp til Hunnselva. Denne oversikt skulle videre danne grunnlag for mer omfattende og detaljerte undersøkelser av bedriftens avløpsvann. En slik vurdering og utvelgelse av prøvetakingsstasjoner var i dette tilfelle nødvendig på grunn av bedriftens forgrenete avløpsnett og store antall enhetsoperasjoner av forskjellig karakter. Det finnes f.eks. 109 skyllebad knyttet til avløpsnettet.

Hvorledes disse operasjonene over tid virker inn på avløpsvannets mengde og sammensetning, er et viktig moment ved den foreliggende undersøkelse. De foretatte målinger over variasjoner i mengde og sammensetning vil danne grunnlag for det videre arbeid både med interne, driftstekniske tiltak og eksterne renseanlegg. Det må antas at det særlig i det førstnevnte ligger store muligheter ved R.A.

En nærmere beskrivelse av avløpssystemet ved R.A. er gitt i vår første rapport, oktober 1970.

Den foreliggende undersøkelse er lagt opp og gjennomført ved samarbeid mellom NIVA og R.A. Ansvarlig for gjennomføringen av avløpsmålingene ved R.A. har vært overingeniør Styrmo.

2. KONTINUERLIGE AVLØPSMÅLINGER

2.1. Prøvetakingssteder

Ut fra resultatene av forundersøkelsen og bedriftens opplysninger om tilknyttet produksjon er det valgt 7 hovedstasjoner for de kontinuerlige målingene. Disse er merket med rødt og nummerert på kartet i

fig. 1. En av stasjonene, nr. 3 som ved forundersøkelsen viste seg å inneholde hovedmengden av metallene i avløpsvannet, er også splittet opp bak pkt. 3. Utløp 3 består av en cyanidholdig linje, kalt 3_{CYANID} og en kromholdig linje, kalt 3_{KROM} . Disse er målt separat. Summen av dem, merket 3 i fig. 1 blir kalt 3_{TOTAL} .

Bortsett fra nr. 3 er prøvene tatt i kummer i avløpssystemet.

2.2: Prøvetaking og målemetoder

Ved de avløpsmålingene som er foretatt av NIVA, er det brukt limnigraf. Overløp er valgt ut fra den antatte vannføring. I pkt. 3 er vannføringsmåling og prøvetaking foretatt av R.A. ved hjelp av en pneumatisk prøvetaker av type Valmet.

Tabell 1 gir en oversikt over måleinnetninger og overløp som er brukt. Resultatene av vannmålingene er sammenstilt i tabellene 7 - 16.

Tabell 1. Overløp og målemetoder ved vannføringsmålinger.

Stasjon nr.	Målemetode	Overløp	Måleperiode
1	Linnigraf		19.-26.1.72
2	"	120° V	19.-26.1.72
3_{CYANID}	Valmet	6 cm L	21.-30.12.71
3_{KROM}	"	6 " L	10.-16.12.71
3_{TOTAL}	"	110° V	5.-13.12.72
4	"	120° V	27.1.-2.2.72
5	Linnigraf	100° V	27.1.-2.2.72
6	Valmet	90° V	28.1.-2.2.72
7	Høyde-hastighet		3.-9.2.72

Vannprøven ble oppumpet med konstant hastighet ved hjelp av slangepumpe i den tid vannføring ble målt. Prøven ble videre fordelt til 2-timers prøver på et tidsstyrt dreiebord. Hensikten med dette var, ut fra linnigrammet, å lage en tilnærmet representativ døgnmiddel-

prøve. Vannføringen viste seg imidlertid å variere så lite at dette ikke ble gjort. De analyserte vannprøver er således fremkommet ved konstant oppumping over døgnet.

Ved stasjon 6 er ett døgn splittet opp i 3-timers prøver, se tabell 15.

2.3. Analys

Analyseresultatene som er sammenstilt i denne rapport, er delvis analysert med R.A. og delvis ved NIVA. Tabellen under angir arbeidsfordeling ved analysering.

Tabell 2. Fordeling av analyser mellom R.A. og NIVA.

NIVA	R.A.
Olje ¹⁾	pH
Fosfat	Ledningsevne
Nitrat	Sulfat
Kadmium	Cyanid
Sink	Jern
	Kobber
	Aluminium
	Krom
	Nikkel

1) Olje i CCl₄ ekstrakt bestemt ved hjelp av I.R. spektrofotometri ved Sentralinstituttet for Industriell Forskning.

Metodenes nedre deteksjonsgrense vil fremgå av tabellene 7 - 16 i de tilfeller hvor vedkommende parameter ikke er påvist.

3. SAMMENSTILLING AV MÅLERESULTATER

Tabell 6 gir en sammenstilling av de aritmetriske middelveidier over en uke, basert både på konsentrasjon i mg/l og utslippsmengde som mg/sek. De fleste verdier i tabellen er basert på 7 døgnmiddelprøver. Et unntak her er nitrat fra stasjon 3_{TOTAL} som er basert på

2 døgnmiddelprøver, det samme gjelder sink fra stasjon 7.

Tabellene 7 - 16 inneholder enkeltresultatene fra prøvetakingsperioden. Disse er basis for mideltallene i tabell 6 som altså ikke er fremkommet ved multiplikasjon av middelkonsentrasjon med middelvannføring. I tabell 15 er samlet resultatene fra den eneste oppsplitting av døgnprøvene, d.v.s. stasjon 6, 1.-2. februar 1972.

4. DISKUSJON

Tabell 3 viser tydelig at stasjon 3, utløp avgiftningskjeller, står for mesteparten av utslippet av de fleste komponentene. Tabellen under angir avgiftningskjellerens andel av endel aktuelle komponenter.

Tabell 3. Avgiftningskjellerens prosentandel av utslippet for en del komponenter.

Komponent	% fra avgiftningskjeller
Fosfat	99
Nitrat	34
Sulfat	77
Cyanid	100
Krom	99
Aluminium	98
Kobber	4
Sink	7
Nikkel	100
Kadmium	100
Olje	3

Dette er i hovedtrekkene det samme inntrykk som man fikk etter den innledende undersøkelse i 1970.

Andre stasjoner som peker seg ut, er først og fremst stasjon 4, kum ved bygning 206/230, og stasjon 7, servicekanal. Begge disse har høyt innhold av olje i vannet.

For stasjon 4 er kanonhylseverkstedet en åpenbar kilde for oljeforurensningen. Det er også grunn til å fremheve utslippet av kobber og sink fra disse 2 stedene, idet de tilsammen bidrar med 96% Cu og 92% Zn, beregnet i forhold til bedriftens totale utslipp av disse metallene.

Bak middeltallene i tabell 3 skjuler seg tildels betydelige variasjoner i konsentrasjonene. Vannmengdene er derimot relativt konstante. Dette henger sammen med driftsmetoden ved skyllebadene. De fleste av de over 100 skyllebadene har en konstant og relativt sterk vanngjennomstrømming uavhengig av driften. Plutselige konsentrasjonsendringer kan ofte føres tilbake f.eks. til utspyling av slam i skyllekar. Et slikt tilfelle fremgår av verdiene for aluminium og krom i tabell 9.

Det er vanskelig å vurdere hva som bør være "normalt" vannforbruk ved en så sammensatt produksjon som R.A!'s. Inntrykket fra befaringer ved bedriften er imidlertid at vannforbruket, særlig i skylleprosessene, er høyt. 562 m³/time er målt i denne undersøkelse. Det er naturlig at reduksjon i vannforbruket vurderes sterkt i forbindelse med et hvert behandlingstiltak.

5. ORIENTERENDE FELLINGSFORSØK

Tabell 3 viser tydelig at de vesentligste fosformengder kommer fra stasjon 3, avgiftningskjeller. Samtidig har dette avløpsvann høyt innhold av aluminium og lav pH. Denne kombinasjon gjør det naturlig å prøve fosforfjerning ved heving av pH, eventuelt ekstra dosering av aluminium.

Et par enkle laboratorieforsøk er utført med vann fra stasjon 3, utløp avgiftningskjeller. Disse er ment å gi en indikasjon på hvorvidt en felling er praktisk mulig etter de nevnte retningslinjer og eventuelt hvilket resultat man kan forvente. Som grunnlag for en eventuell prosjektering må man imidlertid regne med å utføre mer omfattende forsøk.

Forsøkene er utført med 2 forskjellige vannprøver, begge tatt over 1 døgn fra avgiftningskjeller, stasjon 3_{TOTAL}.

5.1. Eksperimentelt

Fellingen er utført i 1 liters rettveggede glass, hvert med 1 liters prøve. Glassene er tilsatt forskjellig mengde NaOH, samtidig som et røreverk er startet. Utstyr og røretid er som vanlig ved Jar-tester, 3 min. innblandingstid ved 200 rpm. og 57 min. flokkulering ved 20 rpm. Prøver er uttatt etter ytterligere 1 times sedimentering, og pH er målt etter sedimentering. Prøveseriene er kalt I og II. I forsøk I er nøytraliseringen utført direkte, mens den i forsøk II er utført etter kromavgiftning, d.v.s. reduksjon av Cr (VI) til Cr (III).

5.2. Resultater og diskusjon

Resultatene av fellingsforsøkene er fremstilt for fosfor og krom i fig. 2 og 3, og fullstendige analyseresultater er samlet i tabell 4 og 5.

Det fremgår her av fig. 2 at det naturlige aluminiuminnholdet (30 og 43,5 mg Al/l) kombinert med nøytralisering til omkring pH = 7 reduserer fosforinnholdet til <0,5 mg/l. Det er her ikke gjort ytterligere forsøk med tanke på å fastslå det optimale pH-området mer nøyaktig. Basebehovet har ved forsøkene vært ca. 250 mg NaOH pr. liter avløpsvann. Sedimenteringen var rask, slik at selv om det her ble anvendt 1 times sedimenteringstid, var sedimenteringen praktisk talt fullstendig etter 15 min.

Fig. 3 viser at krom fjernes til <1 mg Cr/l, beregnet som total krom. Forsøk I gir ingen reduksjon utover 3,1 mg Cr/l. Dette kan bero på at 3,1 mg/l foreligger som krom VI og altså ikke felles som hydroksyd. Kromreduksjon ble ikke foretatt i dette forsøk.

Aluminiuminnholdet i rensert vann er lavt etter begge serier, men det stiger med økende pH i forsøk I, i takt med fosfor.

Kadmium er i forsøk I redusert med ca. 70% ved pH = 7. For de øvrige tungmetaller må man etter deres løselighetsprodukt vente avtagende konsentrasjoner med økende pH. Her kan man imidlertid regne med at det teoretiske løselighetsprodukt ikke alene kan forklare prosessen,

idet f.eks. medfelling må antas å spille en viss rolle. Man regner av denne grunn ikke med å kunne bruke teoretiske beregninger ved konsentrasjoner <1 mg/l. En nylig utført undersøkelse over metallfjerning under felling med aluminiumsulfat¹⁾ viser at bly, krom, kvikksølv og kadmium reduseres til nivåer <1 mg/l ved en pH-verdi på 6,5 - 7,0, mens f.eks. sink krever en høyere pH.

6. SAMMENFATTENDE KONKLUSJON

Den utførte avløpskartlegging ved A/S Raufoss Ammunisjonsfabrikker sammen med fellingsforsøk i laboratorieskala gir grunnlag for følgende oppsummering:

1. Bedriftens totale avløpsvolum er målt til 155 l/sek., d.v.s. 560 m³ pr. time.
2. Det totale fosforutslipp representerer ca. 36300 person ekvivalenter (1 p.e. = 2,5 g P pr. døgn). 99% av dette kommer gjennom bygning 206.
3. Tabell 3 viser at for 7 av 10 komponenter kommer mer enn 77% av bedriftens totale utslipp gjennom bygning 206.
4. Fellingsforsøk viser at bl.a. fosfor, krom, aluminium og kadmium reduseres vesentlig ved nøytralisering. Et fosfornivå <1 mg P/l i avløpsvannet fra bygning 206 oppnåes ved pH = 6,5-7,0. En fosforreduksjon i avløpsvannet til 0,5 mg P/l ved utløp avgifningskjeller, vil redusere bedriftens fosforbelastning fra 36300 p.e. til 860 p.e., d.v.s. en reduksjon på 97-98%.
5. Bedriftens totale nitrogenutslipp tilsvarer ca. 3800 person-ekvivalenter (1 p.e. = 12g N/døgn). 34% av dette kommer fra bygning 206 og ca. 60% fra fjellanlegget, målt ved stasjon 7 (fig. 1).

1) Nilsen, Rolf: "Removal of metals by chemical treatment of municipal waste water." Water Research, 5 s. 51-60 (1971).

Tabell 4. Analyseresultater fra fellingsforsøk I.

Analyseparameter	Serie nr.					
	Råvann	1	2	3	4	
pH	2,7	6,8	7,0	8,6	11,2	
Turbiditet	J.T.U.	3,3	0,62	0,63	0,68	0,61
Fosfat	mg P/l	16,0	0,45	0,40	2,80	13,0
Aluminium	mg Al/l	30,0	0,28	0,37	1,58	24,0
Total krom	mg Cr/l	9,8	3,1	3,1	3,1	3,1
Kadmium	mg Cd/l	0,16	0,023	0,046	0,003	0,004
Sink	mg Zn/l	1,20	0,15	0,35	0,060	0,060
Slamvolum	%	-	ca.6	ca.12	ca.12	ca.12
Tilsatt base, ml 1 n NaOH	-	5,6	5,9	6,0	6,7	

Tabell 5. Analyseresultater fra fellingsforsøk II.

Analyseparameter	Serie nr.				
	Råvann	5	6	7	
pH	3,1	5,4	6,1	7,3	
Turbiditet	J.T.U.	3,2	0,57	0,66	0,52
Fosfat	mg P/l	15,0	<0,2	0,20	0,25
Aluminium	mg Al/l	43,5	0,45	0,4	0,3
Total krom	mg Cr/l	9,0	0,50	0,85	0,95
Kadmium	mg Cd/l	-	-	-	-
Kobber	mg Cu/l	0,28	-	-	0,10
Sink	mg Zn/l	0,95	-	-	0,025
Slamvolum	%	-	ca.12	ca.12	ca.12
Tilsatt base, ml 0,1 n NaOH	-	59,5	62,7	68,8	

Tabell 6. Midlere avløpsmengder ved målestasjonene, a/s Raufoss Ammunisjonsfabrikker.

Målestasjon	Vann- føring l/sek	pH	Spes. el. ledn. evne, 20°C, µS/cm	mg Olje		Fosfat som mg P	Nitrat som mg N		Sulfat som mg SO ₄		Cyanid som mg CN ⁻		Krom som mg tot. Cr		Aluminium som mg Al		Kopper som mg Cu		Sink som mg Zn		Nikkel som mg Ni		Kadmium som mg Cd		
				pr. l	pr. sek		pr. l	pr. sek	pr. l	pr. sek	pr. l	pr. sek	pr. l	pr. sek	pr. l	pr. sek	pr. l	pr. sek	pr. l	pr. sek	pr. l	pr. sek	pr. l	pr. sek	pr. l
1. Syd for bygn. 189	3,3	7,0	95	27	89	1,3	4,4	0,56	1,7	4,0	13	<0,1	-	<0,1	-	<0,2	-	<0,1	-	0,69	2,4	<0,1	-	<0,001	-
2. Vest for bygn. 273/206	3,1	6,9	118	2,3	7,8	0,146	0,47	1,67	6,13	8,7	33	<0,1	-	0,45	1,7	8,7	32	-	-	0,075	0,23	<0,1	-	<0,001	-
3. Utløp avgift- ningskjeller	24	2,6	-	3,9	80	50,9	1035	7,5	180	545	11700	0,23	6,1	11,62	235	57,4	1300	0,49	11	1,2	26	0,74	17	0,128	2,4
4. Kum v/206/230'	12	2,7	904	48,7	594	0,143	1,70	0,576	6,8	123	1460	<0,1	-	<0,1	-	<0,2	-	2,8	33	4,7	55	<0,1	-	<0,001	-
5. Tivoli	3,0	6,4	157	1,6	4,9	0,14	0,41	0,75	2,2	26,3	77	<0,1	-	<0,1	-	<0,2	-	<0,1	-	0,08	0,23	<0,1	-	<0,001	-
6. Etter oljeut- skiller	15	6,7	91	4,0	54	0,24	3,6	0,53	8,2	35,5	589	<0,1	-	<0,1	-	<0,2	-	<0,1	-	0,06	0,81	<0,1	-	<0,001	-
7. Servicekanal, F.A. 95	95	6,0	104	22,3	2161	0,024	2,33	3,31	326	14,1	1450	<0,1	-	<0,1	-	<0,2	-	2,1	207	2,72	283	<0,1	-	<0,001	-
Totalt utløp	155	-	-	-	2990	-	1050	-	531	-	15260	-	6,1	-	237	-	1332	-	251	-	368	-	17	-	2,4

Tabell 7. Analyseresultater fra A/S Raufoss Ammunisjonsfabrikker. Prøvetakingssted: Stasjon 1, Syd for bygning 189.

Ukedag	Onsdag	Torsdag	Lørdag	Søndag	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Aritm. middel	Maks.-verdi
Prøve tatt, dato	19/1-72	20/1-72	22/1-72	23/1-72	24/1-72	25/1-72	26/1-72		
Prøve tatt, kl.	10.00			9.40	9.35	9.45	15.00		
Vannføring, l/s	3,0	3,5	3,5	4,0	1,8	2,3	4,0	3,2	
pH	7,5	7,1	6,9	6,9	7,0	6,9	6,8	7,0	
Ledningssevne, v/ 20°C, µS/cm	124	86	126	88	83	83	75		126
	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l
Olje, mg/l	1,5	43	14	3,1	38	12,5	78	89	78
Fosfat, mg P/l	0,59	0,56	6,70	0,23	0,15	0,36	0,42	4,4	6,7
Sulfat, mg SO ₄ /l	5	3	4	5	9	2	2	12,6	
Nitrat, mg N/l	0,66	2	0,67	0,50	0,59	1,2	0,41	1,7	0,67
Cyanid, mg CN/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1
Kobber, mg Cu/l	0,1	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	0,1
Aluminium, mg Al/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2
Krom-total, mg Cr/l	<0,1	<0,1	0,2	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	0,2
Krom - 6, mg Cr/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,08	-	0,08
Krom - 3, mg Cr/l	<0,1	<0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	0,1
Kadmium, mg Cd/l	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-	<0,001
Nikkel, mg Ni/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1
Sink, mg Zn/l	0,15	0,45	2,40	-	0,06	-	0,16	2,4	2,4

Tabell 8. Analyseresultater fra A/S Raufoss Ammunisjonsfabrikker. Prøvetakingssted: Kum 2, vest for bygning 273/206.

Ukedag	Onsdag	Torsdag	Lørdag	Søndag	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Aritm. middel	Maks. verdi
Prøve tatt, dato	19/1-72	20/1-72	22/1-72	23/1-72	24/1-72	25/1-72	26/1-72		
Prøve tatt, kl.	9,30	9.10	9.30	9.25	10.00	9.30			
Vannføring, l/s	5	4,5	3,0	0,7	0,8	3,0	4,5	3,1	5,0
pH	4,7	6,3	9,3	6,7	6,6	5,3	9,3	6,9	-
Ledningsevne, v/ 20°C, µS/cm	115	94	193	63	67	96	201	118	201
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/s	mg/l
Olje, mg/l	3	1,4	6	1	1	1,8	1,9	7,8	6
Fosfat, mg P/l	0,9	0,13	0,62	0,03	0,021	0,06	0,04	0,18	0,9
Sulfat, mg SO ₄ /l	20	11	10	3	2,1	8	5	23	20
Nitrat, mg N/l	2,6	2,20	1,60	0,38	0,27	3,10	1,13	5,10	3,1
Cyanid, mg CN/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1
Kopper, mg Cu/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	-	0,1
Aluminium, mg Al/l	1,8	0,7	24	<0,2	0,9	0,6	24	32	24
Krom-total, mg Cr/l	0,7	0,3	0,5	<0,1	0,2	0,5	0,5	1,7	0,7
Krom - 6, mg Cr/l	0,24	0,09	0,18	<0,05	0,13	0,23	0,18	0,63	0,24
Krom - 3, mg Cr/l	0,4	0,2	0,3	<0,1	<0,1	0,2	0,4	1,24	0,4
Kadmium, mg Cd/l	-	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-	-	<0,001
Nikkel, mg Ni/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1
Sink, mg Zn/l	-	0,08	-	0,04	-	0,100	-	0,23	0,1

Tabell 9. Analyseresultater fra A/S Raufoss Ammunisjonsfabrikker. Prøvetaksingssted: Stasjon 3 KROM. Avgiftningstjeller.

Ukedag	Fredag	Lørdag	Søndag	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Søndag	Mandag	Aritm. Middell	Maks.-verdi
Prøve uttatt, dato	10.12.71	11.12	12.12	13.12	14.12	15.12	16.12	17.12	19.12	20.12		
Prøve uttatt, kl.	0900	0935	1110	1050	1030	1045	1100	0915	1015	1215		
Vannføring l/s	5	3,5	1,5	1,5	5	5,5	6,0	6,0	2,5	2,5	4	6
pH								2,2	2,0	2,4	2,3	
	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/s	mg/l
Fosfat, mg P/l	228	1140	194	679	28	140	195	1290	405	1012	782	228
Sulfat, mg SO ₄ /l	1200	6000	1230	4300	1500	7500	1250	8100	2200	5500	4870	1500
Nitrat, mg N/l	2,1	10,5	1,2	4,2	1,3	6,5	1,5	22	2,3	5,8	7,7	2,5
Cyanid, mg CN/l	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	0	-	<0,1	<0,1
Kobber, mg Cu/l	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	<0,1
Aluminium, mg Al/l	53,9	270	47,5	166	50,1	251	51	318	111	278	190	54
Krom-total, mg Cr/l	29,4	147	29,5	103	26,3	132	25,5	155	48,2	121	100	30
Krom - 6, mg Cr/l	3,5	17,5	2,5	9	2,0	10	2,3	14	2,5	6,3	9	3,5
Krom - 3, mg Cr/l	25,9	130	27,0	95	24,3	122	23,2	145	45,7	114	90	26
Kadmium, mg Cd/l	0,12	0,6	0,08	0,28	0,03	0,15	0,02	0,06	0,075	0,19	0,16	0,12
Nikkel, mg Ni/l	0,4	2	0,5	1,8	0,4	2	<0,1	-	0,4	1	1,6	0,8
Sink, mg Zn/l	2,0	10	1,6	5,6	1,6	8	1,5	10	3,1	8	6,3	3,1

Tabell 10. Analyseresultater fra A/S Raufoss Ammunisjonsfabrikker. Prøvetakingssted: Stasjon 3 CYANID. Avgiftingskjeller

Ukedag	Tirsdag		Onsdag		Torsdag		Mandag		Tirsdag		Onsdag		Torsdag		Fredag		Mandag		Tirsdag		Aritm. Middell	Maks.-verdi
	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s		
Prøve tatt, dato	21.12.71		22.12		23.12		27.12		28.12		29.12		30.12		31.12.71		3.1.72		4.1.72			
Prøve tatt, kl.	0745		1010		5		0945		0930		1030		1210		1100		0820		1450			
Vannføring l/s	3		5		8,7		1,5		3		3		5		5,5		1,5		2,0		3,5	5,5
pH	7,8		9,1		8,7		8,7		9,1		8,2		9,2		6,2		8,9		8,5		8,4	
	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/s	mg/l
Fosfat, mg P/l	0,2	0,60	0,1	0,50	0,5	2,5	0,2	0,30	0,2	0,60	0,3	0,90	0,01	0,05	0,01	0,055	0,75	1,1	0,35	0,70	0,73	0,75
Sulfat, mg SO ₄ /l	1	3	2	10	2	10	8	12	36	108	3	9,0	2	10	4	22	3	5,0	2	4,0	19	36
Nitrat, mg N/l	0,2	0,60	0,4	2,0	0,7	3,5	0,4	0,60	0,4	1,2	0,5	1,5	0,5	2,5	0,8	4,4	0,5	0,75	0,4	0,80	1,8	0,8
Cyanid, mg CN/l	1,8	5,4	2,3	12	1,2	6,0	1,1	1,7	0,8	2,4	0,4	1,2	0,6	3,0	0,3	1,7	1,0	1,5	0,7	1,4	3,6	2,3
Kobber, mg Cu/l	0,4	1,2	0,6	3,0	0,4	2,0	0,4	0,60	0,4	1,2	0,2	0,60	0,5	2,5	0,5	2,8	1,0	1,5	0,6	1,2	1,7	1,0
Aluminium, mg Al/l	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	0	0	0	0	-	0	-
Krom-total, mg Cr/l	0,2	0,60	0,2	1,0	0,3	1,5	0,1	0,15	0,1	0,30	0,5	1,5	0,2	1,0	16,4	90	0,6	0,90	0,2	0,4	9,7	16,4
Krom - 6, mg Cr/l	0,1	0,30	0,05	0,3	0,1	0,50	0,05	0,075	0,02	0,06	0,3	0,90	0,02	0,10	16,2	89	0,15	0,23	<0,05	<0,1	10	16,2
Krom - 3, mg Cr/l	0,1	0,30	0,15	0,8	0,2	1,0	0,05	0,075	0,08	0,24	0,2	0,60	0,18	0,90	0,2	1,1	0,45	0,68	0,2	0,40	0,60	0,5
Kadmium, mg Cd/l	0,45	1,35	0,62	3,1	0,40	2,0	0,09	0,14	0,19	0,57	0,22	0,66	0,14	0,70	1,10	6,05	0,45	0,68	0,23	0,46	1,6	1,1
Nikkel, mg Ni/l	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	-
Sink, mg Zn/l	1,2	3,6	1,0	5,0	0,3	1,5	0,3	0,45	0,3	0,90	0,2	0,60	0,2	1,0	0,4	2,2	0,4	0,60	0,2	0,40	1,6	1,2
Jern, mg Fe/l	0,11	0,33	0,06	0,30	0,06	0,30	0,05	0,1	0,05	0,15	0,06	0,18	0,01	0,050	0,07	0,39	0,02	0,030	0,02	0,040	0,18	0,11

Tabell 11. Analyseresultater fra A/S Raufoss Ammunisjonsfabrikker. Prøvetakssted: Stasjon 3_{TOTAL}. Avgiftningsskjeller

Ukedag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Mandag	Aritm. Middell	Maks.-verdi
Prøve uttatt, dato	5.1.72	6.1	7.1	10.1	11.1	12.1	13.1	14.1	17.1		
Prøve uttatt, kl.	1330	1055	0835	0815	0920	1035	1015	1120	0805		
Vannføring l/s	30	30	30	5,7	28	30	30	30	1	24	30
pH	2,8	2,6	2,5	2,3	2,6	2,9	2,7	2,8	3,9	2,6	
	mg/l	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/s	mg/l
Fosfat, mg P/l	39	40,5	37,5	106	47	41,5	44,7	43	8,9	1035	106
Sulfat, mg SO ₄ /l	480	470	580	860	500	500	425	420	340	11720	860
Nitrat, mg N/l		5,0	150								0,5
Cyanid, mg CN/l	0,2	0,5	15	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	5,1	
Kobber, mg Cu/l	0,6	0,5	15	0,6	0,4	0,2	0,2	0,3	0,3	11	0,9
Aluminium, mg Al/l	48,4	54,2	57,2	72,8	58,4	57,9	53,1	49,3	64,8	1300	73
Krom-total, mg Cr/l	15,4	9,3	280	23,0	7,45	8,0	8,50	8,25	3,72	235	23
Krom - 6, mg Cr/l	7,6	1,9	57	4,6	1,70	1,78	2,90	2,32	2,06	71	7,6
Krom - 3, mg Cr/l	7,8	7,4	222	18,4	6,75	6,22	5,60	5,93	1,66	167	18,4
Kadmium, mg Cd/l	0,24	0,10	3,0	0,22	0,09	0,05	<0,05	0,05	0,05	2,4	0,24
Nikkel, mg Ni/l	0,4	0,5	15	1,2	0,6	0,6	1,3	0,8	2,6	17	2,6
Sink, mg Zn/l	1,0	1,5	45	1,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	26	1,8
Jern, mg Fe/l	0,32	0,3	9	0,32	1,1	1,1	1,2	1,16	0,15	19	1,2
Olje	4	2,1	63,0	8,5	2,8	4	3,8	3,8	1,7	80	8,5

Tabell 12. Analyseresultater fra A/S Raufoss Ammunisjonsfabrikker. Prøvetaksingssted: Stasjon 4, kum ved 206/230.

Ukedag	Torsdag		Fredag		Lørdag		Søndag		Mandag		Tirsdag		Onsdag		Aritm. middel		Maks.-verdi	
	27/1-72	28/1-72	28/1-72	28/1-72	29/1-72	29/1-72	30/1-72	30/1-72	31/1-72	31/1-72	1/2-72	1/2-72	2/2-72	2/2-72	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s
Prøve uttatt, dato	27/1-72	28/1-72	28/1-72	28/1-72	29/1-72	29/1-72	30/1-72	30/1-72	31/1-72	31/1-72	1/2-72	1/2-72	2/2-72	2/2-72				
Prøve uttatt, kl.	8,15	9,10	9,10	9,10	9,30	9,30	11,10	11,10	9,15	9,15	9,35	9,35	9,10	9,10				
Vannføring, l/s	10	12	12	12	13	13	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13
pH	2,5	2,7	2,7	2,7	3,0	3,0	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	3,0
Ledningsevne, v/ 20°C, µS/cm	898	545	545	545	644	644	1032	1032	1180	1180	1169	1169	858	858				
	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s
Olje, mg/l	58	480	40	480	180	2340	2,4	28,8	8	96	45	540	7,5	90	594	180		
Fosfat, mg P/l	0,150	1,56	0,130	1,56	0,170	2,2	0,10	1,20	0,06	0,72	0,20	2,40	0,19	2,28	1,70	0,20		
Sulfat, mg SO ₄ /l	100	960	80	960	75	975	96	1152	200	2400	145	1740	165	1980	1460	200		
Nitrat, mg N/l	0,580	7,2	0,600	7,2	0,600	7,8	0,570	6,8	0,570	6,8	0,590	7,1	0,52	6,7	6,8	0,60		
Cyanid, mg CN/l	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	-	<0,1		
Kobber, mg Cu/l	2,9	26	2,2	26	3,0	39	2,1	25,2	2,1	25,2	3,8	46	3,5	42	33	-		
Aluminium, mg Al/l	<0,2	-	<0,2	-	<0,2	-	<0,2	-	<0,2	-	<0,2	-	<0,2	-	-	<0,2		
Krom-total, mg Cr/l	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	-	<0,1		
Krom - 6, mg Cr/l	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	-	<0,05		
Krom - 3, mg Cr/l	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	-	<0,1		
Kadmium, mg Cd/l	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-	-	-	<0,001	-	-	-	<0,001	-	-	<0,001		
Nikkel, mg Ni/l	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	-	<0,1		
Sink, mg Zn/l	5,6	4,2	4,2	50,4	4,8	62,4	3,5	42	3,8	45,6	5,7	68,4	5,2	62,4	55	5,7		

Tabell 13. Analyseresultater fra A/S Raufoss Ammunisjonsfabrikker. Prøvetakingssted: Stasjon 5, Tivoli.

Ukedag	Torsdag	Fredag	Lørdag	Søndag	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Aritm. middel	Maks.- verdi
Prøve uttatt, dato	27/1-72	28/1-72	29/1-72	30/1-72	31/1-72	1/2-72	2/2-72		
Prøve uttatt, kl.									
Vannføring, l/s	3	3	3	3	3	3	3	3	3
pH	5,9	6,2	6,4		6,8	6,4	6,4	6,4	6,8
Ledningsevne, v/ 20°C, µS/cm	146	140	151		138	170	197		
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/s	mg/l
Olje, mg/l	2	1,8	Ingen prøve	-	1,1	1,8	1,4	4,2	2,0
Fosfat, mg P/l	0,14	0,12	-	-	0,04	0,17	0,21	0,63	0,21
Sulfat, mg SO ₄ /l	30	30	18	54	10	40	30	90	40
Nitrat, mg N/l	0,71	0,69	-	-	0,61	0,73	1,00	3,0	1,0
Cyanid, mg CN/l	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	0,1	<0,1	-	<0,1
Kobber, mg Cu/l	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1
Aluminium, mg Al/l	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2
Krom-total, mg Cr/l	<0,1	0,25	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1
Krom - 6, mg Cr/l	<0,05	0,13	0,09	0,27	<0,05	<0,05	<0,05	-	<0,05
Krom - 3, mg Cr/l									
Kadmium, mg Cd/l	<0,001	-	-	-	<0,001	-	0,005	0,015	0,005
Nikkel, mg Ni/l	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1
Sink, mg Zn/l	0,06	-	-	-	0,05	0,15	0,12	0,36	0,12

Tabell 14. Analyseresultater fra A/S Raufoss Ammunisjonsfabrikker. Prøvetakingssted: Stasjon 6, Etter oljeutskiller.

Ukedag	Fredag		Lørdag		Søndag		Mandag		Tirsdag		Onsdag		Aritm. middel	Maks.-verdi
	28/1-72	10.35	29/1-72	9.48	30/1-72	12.00	31/1-72	9.30	1/2-72	15	2/2-72	9.35		
Prøve tatt, dato	28/1-72	10.35	29/1-72	9.48	30/1-72	12.00	31/1-72	9.30	1/2-72	15	2/2-72	9.35	15	16
Prøve tatt, kl.	15	15	15	15	16	16	16	16	15	15	11	11	15	16
Vannføring, l/s	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,8	6,8	6,7	6,7	6,6	6,6	6,7	6,8
pH	94	90	90	90	82	82	83	83	95	95	99	99	95	99
Ledningsevne, v/ 20°C, µS/cm														
	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/s	mg/l
Olje, mg/l	4,8	72,0	2,1	31,5	2,2	35,2	2,0	32,0	-	-	9,0	99,0	54	9,0
Fosfat, mg P/l	0,2€	3,90	0,34	5,10	0,05	0,80	0,14	2,24	0,39	5,80	-	-	3,6	0,4
Sulfat, mg SO ₄ /l	185	2775	9	135	3	48	7	112	5,1	62	4	44	529	185
Nitrat, mg N/l	0,5€	8,40	0,54	8,10	0,54	8,6	0,53	8,5	0,50	7,50	-	-	8,2	0,56
Cyanid, mg CN/l	<0,1	<1,5	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	-	<0,1
Kobber, mg Cu/l	<0,1	<1,5	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	-	<0,1
Aluminium, mg Al/l	<0,2	<3	<0,2	-	<0,2	-	<0,2	-	<0,2	-	<0,2	-	-	<0,2
Krom-total, mg Cr/l	0,15	2,25	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	-	<0,1
Krom - 6, mg Cr/l	<0,05	<0,8	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	-	<0,05
Krom - 3, mg Cr/l	0,15	2,25	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	-	<0,1
Kadmium, mg Cd/l	<0,001		-	-	<0,001	-	-	-	-	-	<0,001	-	-	<0,001
Nikkel, mg Ni/l	<0,1	<1,5	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	-	<0,1
Sink, mg Zn/l	0,06	0,90	-	-	0,03	0,48	-	-	0,04	0,55	0,12	1,32	0,81	0,12

Tabell 15. Analyseresultater fra A/S Raufoss Ammunisjonsfabrikker. Prøvetakingssted: Stasjon 6, Etter oljeutskiller.
Døgnoppsplitting.

Ukedag	Tirsdag				Onsdag				Aritm. middel	Maks.-verdi						
	1/2-72				2/2-72											
Prøve uttatt, dato	1/2-72				2/2-72											
Prøve uttatt, kl.	9.30 -12.30	13.30 -16.30	17.30-20.30	21.30 - 0.30	1.30 - 4.30	5.30 - 8.30	9.30									
Vannføring, l/s	15	15	15	15	15	15	15	15	15							
pH	7,0	6,7	6,6	6,6	6,7	6,6	6,9	6,7	7,0							
Ledningsevne, v/ 20°C, µS/cm	119	113	88	87	83	82										
	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l	mg/s	mg/l							
Fosfat, mg P/l	1,40	21	0,47	7,1	0,13	2	0,16	2,4	0,06	0,9	0,10	1,5	-	-	5,8	1,4
Sulfat, mg SO ₄ /l	3	45	6	90	7	105	6	90	4	60	3	45	7	105	77	7
Nitrat, mg N/l	0,49	7,4	0,49	7,4	0,50	7,5	0,52	7,8	0,52	7,8	0,50	7,5	-	-	7,6	0,5
Cyanid, mg CN/l	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	-	<0,1
Kobber, mg Cu/l	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	-	<0,1
Aluminium, mg Al/l	<0,2	-	<0,2	-	<0,2	-	<0,2	-	<0,2	-	<0,2	-	<0,2	-	-	<0,2
Krom-total, mg Cr/l	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	-	<0,1
Krom - 6, mg Cr/l	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	<0,05	-	-	<0,05
Krom - 3, mg Cr/l	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	-	<0,1
Kadmium, mg Cd/l	-	<0,001	<0,001	-	-	<0,001	<0,001	-	-	<0,001	<0,001	-	<0,001	-	-	<0,001
Nikkel, mg Ni/l	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	<0,1	-	-	<0,1
Sink, mg Zn/l	-	0,90	0,06	0,90	-	0,90	0,03	0,45	-	0,02	0,30	-	-	-	0,55	0,06

Tabell 16. Analyseresultater fra A/S Raufoss Ammunisjonsfabrikker. Prøvetakingssted: 7. Servicekanal F.A.

Ukedag	Torsdag	Freddag	Lørdag	Søndag	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Aritm. middel	Max. verdi
Prøve tatt, dato	3.2.72.	4.2.	5.2.	6.2.	7.2.	8.2.	9.2.	10.2.		
" " kl.	1050	1025	0955	1015	1110	1015	0715	0810		
Vannføring l/s	94	108	90	76	85	100	105	98	95	108
pH	5,2	5,7	6,1	6,5	6,2	6,0	6,0	6,1	6,0	6,5
Ledningsevne v/20°C µS/cm	119	124	104	78	95	103	108	100	100	100
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/s	mg/l
Olje, mg/l	17	60	12	4	48	4,3	11	8	2160	60
Fosfat, mg P/l	0,010	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	2,33	0,04
Sulfat, mg SO ₄ /l	20	18	11	3	13	15	19	20	1450	20
Nitrat, mg N/l	4,10	5,40	3,20	0,57	2,20	3,30	4,40	3,0	326	5,4
Cyanid, mg CN/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1
Kopper, mg Cu/l	2,6	4,2	2,2	0,2	1,3	1,8	2,6	1,8	207	4,2
Aluminium, Al/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2
Krom - total, mg Cr/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1
Krom - 6, mg Cr/l	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	0,05
Krom - 3, mg Cr/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1
Kadmium, mg Cd/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001
Nikkel, mg Ni/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1
Sink, mg Zn/l	-	4,70	-	0,27	-	3,20	-	<0,1	283	4,7
		307,6		20,5		320				

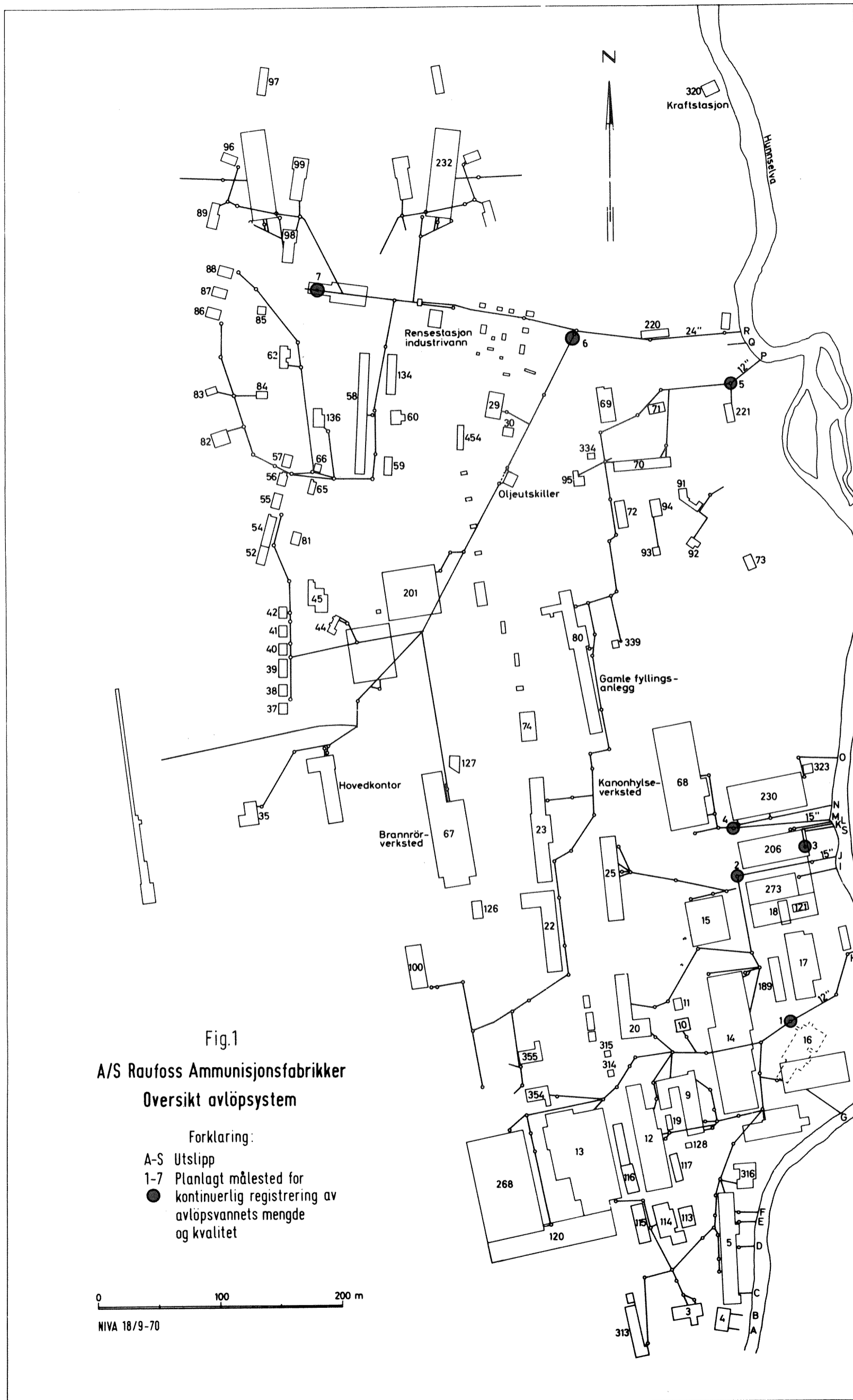


Fig.1
 A/S Raufoss Ammunisjonsfabrikker
 Oversikt avløpsystem

Forklaring:
 A-S Utslipp
 1-7 Planlagt målested for
 ● kontinuerlig registrering av
 avløpsvannets mengde
 og kvalitet

0 100 200 m
 NIVA 18/9-70

Fig.2 Fosfat etter nøytralisering

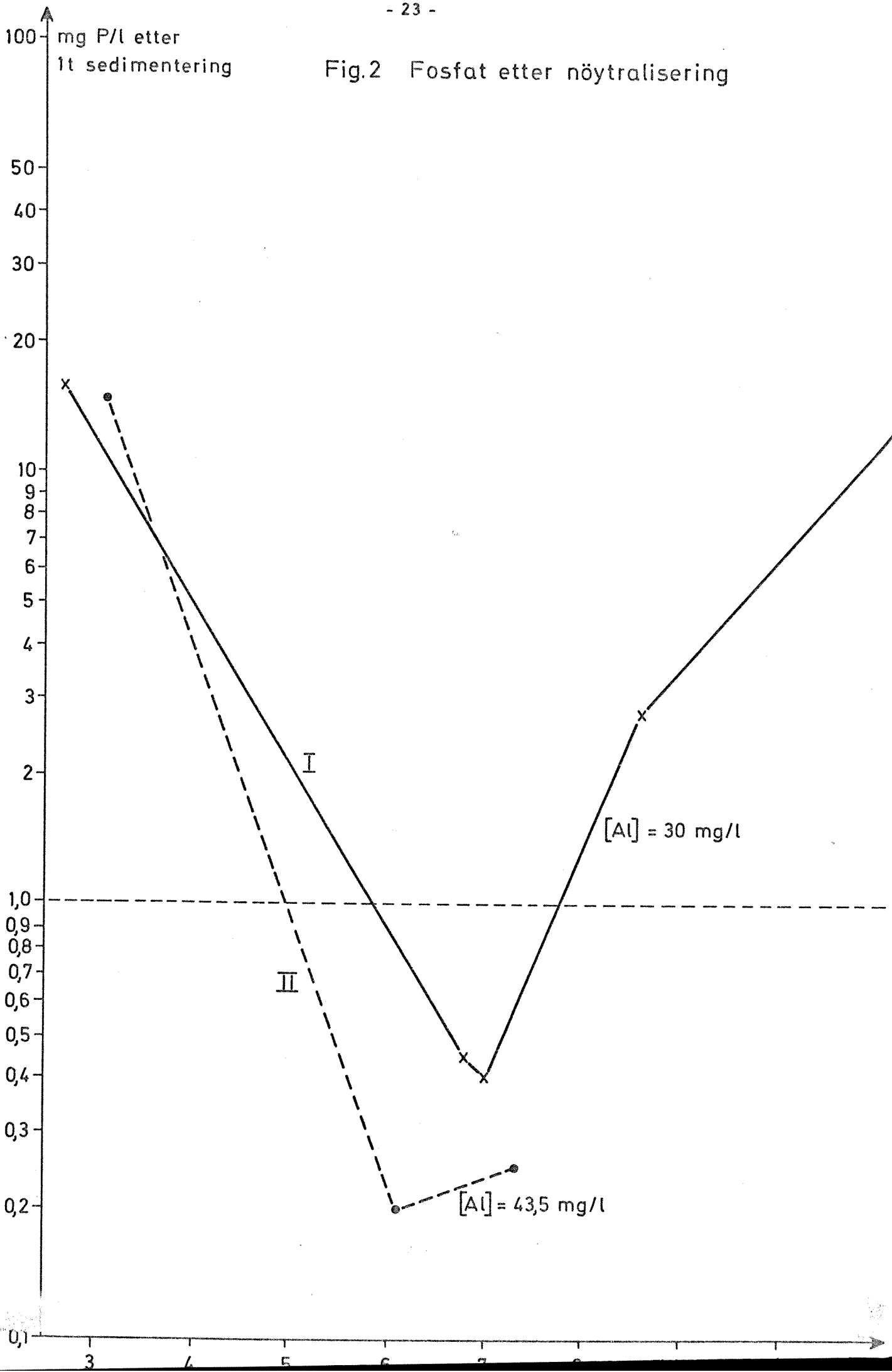
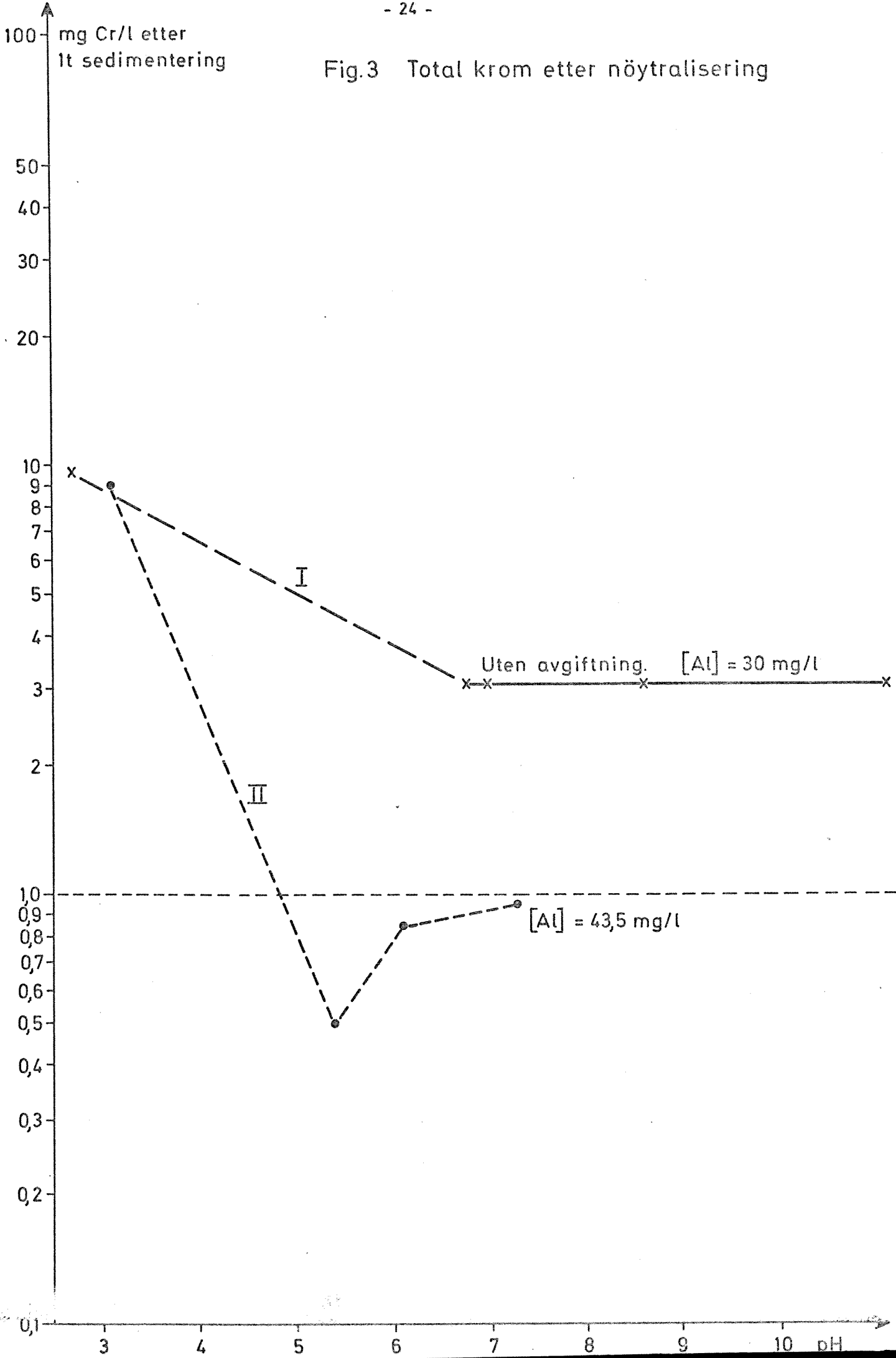


Fig.3 Total krom etter nøytralisering



mg Cr/l etter
1t sedimentering

Uten avgiftning. [Al] = 30 mg/l

[Al] = 43,5 mg/l

I

II

0,1 3 4 5 6 7 8 9 10 pH