

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

O - 19/68

UTSLIPP AV AVLØPSVANN

FRA

LISTA ALUMINIUMSVERK

Kontrollundersøkelser 1972/73

Saksbehandler: Cand.real. Jon Knutzen

Rapporten avsluttet: juli 1973

INNHALDSFORTEGNELSE:

	Side
FORORD	3
1. INNLEDNING	4
2. KJEMISKE OG BAKTERIOLOGISKE FORHOLD I AVLØPSVANN OG RESIPIENT	4
3. FLUORINNHold I ALGER	7
4. STRANDORGANISMER	8
5. ANDRE FORHOLD	11
6. KONKLUSJONER	12
7. REFERANSER	13

TABELLFORTEGNELSE:

1. pH og fluorid i inntaksvann, avløpsvann og ved Husebysanden (Storskjær) i perioden juni 1972 - januar 1973.
2. Analyse av stikkprøver av utslipp og resipientvann, 13/9-72.
3. Coliforme bakterier i vann fra Lundevågen, avløpet og Husebysanden.
4. Fluorinnhold i alger innsamlet på Haugestranda, Husebysanden, 27/10-71 og 11/7-72; angitt i mg F/kg tørrvekt.
5. Organismer i strandsonen ned til ca. 1,5 m dyp, Husebysanden, Lista - 13/9-72.

FORORD

I brev av 22. august 1972 fra Lista Aluminiumsverk ble instituttet gitt i oppdrag å fortsette undersøkelsene omkring bedriftens utslipp ved Husebysanden. Arbeidets omfang er definert i instituttets brev av 8/1-1971 og 9/6-1972. Fluoranalysene av innsamlet algemateriale er som tidligere utført ved SINTEF, NTH, Trondheim, mens analysene av avløpsvann og resipientvann er gjort ved bedriften.

Hovedkontakt ved Lista Aluminiumsverk har vært Laboratoriesjef Eftestøl, som sammen med sine medarbeidere takkes for assistanse og interesse i forbindelse med oppdragets utførelse.

Jon Knutzen

Blindern

15. juli 1973

JOK/HUU

## 1. INNLEDNING

Problemstilling og en litteraturgjennomgåelse av erfaringer i forbindelse med avløpsvann fra aluminiumsmelteverk og andre fluorholdige utslipp i sjøvann finnes i en tidligere rapport (NIVA, 0 - 19/68, april 1972). Også for sammenligning med resultatene av befaringer og fluoranalyser fra 1970-1971 vises det til denne.

## 2. KJEMISKE OG BAKTERIOLOGISKE FORHOLD I AVLØPSVANN OG RESIPIENT

Målinger av avløpsvannmengden er foretatt av bedriften 7/10-71 og 7/9-72 (kfr. bedriftens analyserapport av 12/10-71 med senere påskrift). Resultatene viste at utslippet var omkring 3500 m<sup>3</sup>/time. Etter Produksjonsutvidelsen til 53000 årstonn er 8 vasketårn i virksomhet og avløpsvannmengden er anslått til ca. 6000 m<sup>3</sup>/time. Vannforbruket har antagelig vært noe lavere p.g.a. sterk blåskjellbegroing i inntaksledningen fra Lundevågen.

Avløpsvannet og resipientvannet er blitt analysert på pH og fluorid ved halvmånedlige stikkprøver fra juni 1972. Prøvene er innsamlet henholdsvis i avløpsrørets munning og ved Storskjær på Husebysanden, ca. 70-80 m fra utslippet. Analysene er foretatt ved bedriftens laboratorium med Orion selektiv fluoridelektrode. Resultatene, som er gjengitt i tabell 1, viser svakt høyere gjennomsnittstall for fluoridkonsentrasjonen enn tidligere antatt (5,2 mot 3,2 mg F/l). Inntaksvannet fra Lundevågen til hallgassrensaneanlegget viser et gjennomsnittlig innhold av fluorid på ca. 0,8 mg F/l. (Enkelte verdier synes noe lave). Hvis saliniteten utenfor Husebysanden i middel antas å være noe høyere enn i Lundevågen, kan fluoridkonsentrasjonen her anslås til å variere omkring 0,9. Beregnes på dette grunnlag forholdet mellom avløpsvann og resipientvann ved Storskjær, blir resultatene sterkt varierende: fra ca. 1:0,4 (25/7-72) til 1:21 (21/11-72). Tallene illustrerer bare at fortynningen på et gitt referansested er avhengig av skiftende faktorer, i første rekke vind og strøm, men også

utslippets tetthet i forhold til resipientvannet. På grunn av relativt fåtallige observasjoner kan den beregnede gjennomsnittsfortynningen ved Storskjær 1:2,9 (avløpsvann:rent sjøvann) - bare bli antydende.

TABELL 1: pH og fluorid i inntaksvann, avløpsvann og ved Husebysanden (Storskjær) i perioden juni 1972 - januar 1973.

DATO	pH			Fluorid, mg F/l		
	Lunde- vågen	Avløps- vann	Storskjær	Lunde- vågen	Avløps- vann	Storskjær
1972						
27/6	8,4	7,0	7,9	0,41	5,50	1,80
4/7	8,1	7,0	8,0	0,76	4,20	1,20
18/7	8,1	7,1	7,9	0,82	6,20	2,64
25/7	8,2	7,4	7,8	0,98	3,90	3,10
22/8	8,1	7,3	8,1	0,81	4,20	1,13
5/9	8,1	7,3	8,1	1,10	2,90	1,18
19/9	8,2	7,7	8,1			
3/10	8,2	7,1	8,1	0,88	6,24	1,26
10/10	8,1	7,3	8,1	0,89	5,86	1,22
24/10	8,0	7,3	8,0	0,95	4,10	1,30
7/11	8,0	7,4	8,1	0,90	5,06	1,58
21/11	7,9	6,6	8,1	0,55	7,80	1,22
19/12	7,5	6,7	7,8	0,52	5,30	1,86
1973						
9/1	7,8	6,7	7,5	0,93	6,86	4,00
23/1 <sup>†</sup>	7,5	7,2	7,8	0,66	4,30	2,06

<sup>†</sup> Start 1. gr. hall 2 19/1. 2 nye vasketårn for rensing av hallgass innkoblet.

Ved befaringen 13/9-72 ble det samlet inn en del stikkprøver i avløpsbekken og i vannet utenfor. Resultatene er angitt i tabell 2.

TABELL 2: Analyse av stikkprøver av utslipp og resipientvann, 13/9-72

Prøve	pH	Fluorid mg F/l	Organisk C mg C/l
Utslipp	7,1	4,6	2,4
Fra stranden, ca. 60m Ø for utslipp	7,9	2,1	1,8
Storskjær	7,4	4,6	2,1
Ca. 50m SV for utslipp	7,4	3,5	2,0

Disse prøver ble også analysert på metallene jern, aluminium, krom, kobber og sink, uten at det ble påvist nevneverdige forskjeller mellom de fire prøvestedene.

Stikkprøveanalyser av coliforme bakterier er utført på inntaksvannet fra Lundevågen i avløpsvannet og ute i resipienten (tabell 3). Prøvene er innsamlet ved bedriften og analysert ved Næringsmiddelkontrollen i Kristiansand.

Antallet analyser er utilstrekkelig for å bedømme de bakteriologiske forholdene rundt utslippstedet, men de resultatene som foreligger antyder at påvirkningen av resipienten fra bedriftens sanitærinnetninger kan være vanskelig å skille fra bakgrunnsnivået (forekomsten av coliforme bakterier i inntaksvannet). Antallet av coliforme bakterier i resipientvannet er lavt i forhold til konsentrasjonen i avløpsvannet. Det er mulig at årsaken kan være at bakteriene i stor grad er knyttet til sedimenterbare partikler, og at høyere verdier kan registreres nærmere utslippspunktet på Husebysanden enn der hvor prøvene hittil er blitt innsamlet. De hygieniske konsekvenser av utslippet bør forøvrig være under kontroll av lokale helsemyndigheter.

TABELL 3: Coliforme bakterier i vann fra Lundevågen, avløpet og Husebysanden.

Dato	Sted	Antall coliforme pr 100 ml
22/2-72	Lundevågen	5
	Avløpsvann	>1600
	Storskjær, Husebysanden	2
12/7-72	Lundevågen	0
	Husebysanden, 50m V for utløp	2
	Husebysanden, 50m ut for utløp	0
	Husebysanden, 50m Ø for utløp	2
22/8-72	Lundevågen	5
	Avløpsvann	>1600
21/6-73	Lundevågen	0
	Storskjær, Husebysanden	8
	50m ut for utløp	0
	50m Ø for utløp	0
	Neset Ø for Haugestranda	7
	Avløpsvann	1600

### 3. FLUORINNHOLD I ALGER

I materialet innsamlet ca. hver måned i perioden november 1970 - juni 1971 var det ikke mulig å spore noen tendens til fluorakkumulering i alger, unntatt i skjelettet hos kalkalgen Corallina officinalis (NIVA, 0-19/68; april 1972). Denne del av overvåkingen ble derfor besluttet innskrenket til to analyser i året. De senere resultatene fra disse analyser er gjengitt i tabell 4.

Sammenlignet med de tidligere verdier kan man for Corallina registrere at tendensen til økning fortsetter. Dette understøtter muligheten for å benytte denne og andre arter med kalkskall som indikatorer. For de andre algenes vedkommende er det ingen tendens i det foreliggende materialet.

TABELL 4: Fluorinnhold i alger innsamlet på Haugestranda, Husebysanden, 27/10-71 og 11/7-72; angitt i mg F/kg tørrvekt.

ART	DATO	27/10-71	21/7-72
<u>Corallina officinalis</u>		1124 ± 29	1279 ± 36
<u>Gigartina stellata</u>		9,6 ± 0,9	10,8 ± 1,2
<u>Ascophyllum nodosum</u>		4,8 ± 0,9	3,2 ± 1,1
<u>Fucus serratus</u>		5,3 ± 0,9	7,8 ± 1,2
<u>Laminaria digitata</u>		5,0 ± 0,9	5,7 ± 1,2

#### 4. STRANDORGANISMER

Observasjon av hovedsakelig makroskopiske planter og dyr i strandsonen har fortsatt etter samme retningslinjer som tidligere. De mer fremtredende arter som ble observert i 1972 fremgår av tabell 5. Den mengdemessige forekomst er subjektivt vurdert etter følgende skala:

- 5: Dominerende
- 4: Hyppig
- 3: Vanlig
- 2: Sparsom
- 1: Sjelden
- +: Forekommer

Stasjonenes plassering er som før (fig. 1 i rapport 0-19/68, april 1972). Registreringsresultatene gir ikke grunnlag for spesielle kommentarer. Organismefunnene synes å være normale, og forandringene fra tidligere befaringer er små og innenfor de grenser som kan ventes ut fra naturlige årsvariasjoner og den anvendte fremgangsmåte. (Organismer som på grunn av liten størrelse, lav forekomst eller voksested i underkant av fjærebeltet vil tendere mot å bli underrepresentert.)



I likhet med tidligere var det på stasjon 1 den vanlige sonasjon av fucaceer med spredte eksemplarer av fingertare og sukkertare nedenfor. De gode obserwasjonsforholdene er årsaken til registrering av de to sistnevnte artene også på st. 2, noe lenger ut enn det før har latt seg gjøre å komme til. Karakteristisk for st. 4 (Storskjær) var i 1972 som i 1971 beltet med Porphyra og blågrønnalger øverst, deretter en markert sone med grønnalger, etterfulgt av et samfunn dominert av Corallina og vorteflik. Ytterst på st. 6 mot syd var det en del rur, som ellers var sparsomt representert i området. På denne stasjonen er forøvrig hovedmengden av spiraltang, blåretang og grisetang funnet noe lenger inn (på østsiden) enn de øvrige algene oppført i tabellen.

TABELL 5: Organismer i strandsonen ned til ca. 1,5 m dyp, Husebysanden, Lista - 13/9-72

Organismer	St. 1 (Tjuv- holmen)	St. 2 (Tjuv- holmen)	St. 3 (Tjuv- holmen)	St. 4 (Stor- skjær)	St. 6 (Hauge- strand)
CYANOPHYCEAE (Blågrønnalger)					
Calothrix scopulorum				3	
Lyngbya lutea				4	
Uidentifiserte				+	
RHODOPHYCEAE (Rødalger)					
Ahnfeltia plicata	2 - 3	+			+
Bangia fuscopurpurea	+	+			
Ceramium acanthonotum			+		
Ceramium rubrum	3	3	+	3 - 4	
Chondrus crispus		+		+	+
Corallina officinalis		2 - 3	2 - 3	3	3 - 4
Gigartina stellata	3 - 4		3	3 - 4	3 - 4
Hildenbrandia prototypus	3	4	4	4	4
Lithothamnion lenormandii		+		2 - 3	2 - 3
Polysiphonia brodiaei			+		+
Polysiphonia urceolata		3			+
Porphyra umbilicalis	2		3	3 - 4	3 - 4
Trailiella intricata	+				

forts.

TABELL 5. (Forts.)

Organismer	St. 1 (Tjuv- holmen)	St. 2 (Tjuv- holmen)	St. 3 (Tjuv- holmen)	St. 4 (Stor- skjær)	St. 6 (Hauge- strand)
PHAEOPHYCEAE (Brunalger)					
<i>Ascophyllum nodosum</i>	4	4	4		3
<i>Chordaria flagelliformis</i>			+		
<i>Ectocarpus</i> sp.			+		
<i>Elachista fucicola</i>			+		
<i>Fucus serratus</i>	3 - 4	2 - 3		2 - 3	3
<i>Fucus spiralis</i>	3	+			2
<i>Fucus vesiculosus</i>	3	4	2 - 3		+
<i>Halidrys siliquosa</i>					+
<i>Laminaria digitata</i>	2 - 3	3	4	2 - 3	4
<i>Laminaria saccharina</i>	2 - 3	3		2 - 3	+
CHLOROPHYCEAE (Grønnalger)					
<i>Cladophora rupestris</i>	3	+	2 - 3		3
<i>Cladophora</i> sp.					+
<i>Enteromorpha</i> cf. <i>compressa</i>	4	4	3	4	4
<i>Enteromorpha</i> cf. <i>intestinalis</i>		+			
<i>Ulva lactuca</i>	3 - 4	3	+	4	2
BACILLARIOPHYCEAE (Diatomer)					
<i>Fragilaria</i> sp.		+			
<i>Grammatophora</i> sp.	+				
<i>Licmophora</i> sp.	3	3		+	+
<i>Schizonema-stadium</i>		+			
LICHENES (Lav)					
<i>Caloplaca</i> sp.	3	2 - 3	3 - 4	3	3
<i>Lichina confinis</i>			+		
<i>Ramalina siliquosa</i>	2 - 3	4	4	2	3
<i>Verrucaria maura</i>	4	4	4	4	4
<i>Xanthoria parietina</i>	4	4	4	3 - 4	4

forts.

TABELL 5 (Forts.)

Organismer	St. 1 (Tjuv- holmen)	St. 2 (Tjuv- holmen)	St. 3 (Tjuv- holmen)	St. 4 (Stor- skjær)	St. 6 (Hauge- strand)
FAUNA					
Balanus balanoides			+		2
Dynamena pumila		+	+		
Littorina littorea	3	+	4	+	+
Littorina saxatilis	3	+	3	+	+
Membranipora cf. pilosa				+	
Patella vulgata	+	+	4	3	3
Thais lapillus			+		

## 5. ANDRE FORHOLD

I Norge er det for tiden i gang flere undersøkelser omkring avløpsproblemene til aluminiumsindustrien. For det akvatiske miljø er det særlig et par arbeider fra Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt som har interesse. (Palmork & Wilhelmssen 1972, Palmork 1973).

I disse publikasjoner redegjøres for resultatene av analyser utført på råstoffer til fremstilling av anodemateriale, avfallsstoffer som anoderester, gamle ovnsbunner, avløpsvann og slam fra et røkgassvaskeanlegg (Årdalstangen). I samme forbindelse er det blitt analysert sedimenter fra fjordområder med utslipp fra aluminiumsindustri (Karmsundet, Vefsnfjorden, Sunndalsfjorden og ved Årdal).

Konklusjonen fra disse studier er at polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) av samme type som i anoderester, gamle ovnsbunner, avløpsvann og slam fra røkgassrenseanlegg er blitt gjenfunnet i sedimenter, resipientvann og organismer. For de to sistnevnte materialtyper er det bare gjort kvalitative påvisninger utenfor Årdal, mens det for sedimentenes vedkommende i flere fjorder er påvist konsentrasjonsgradienter i forhold til avstanden fra utslippene. Likeledes synes

det å være mest PAH i de øvre lag av avsetningene.

Mistanken om at det kan føres ut fluoriderte hydrokarboner med avfallsstoffene ble derimot bekreftet, idet slike forbindelser ikke ble registrert i noe av det analyserte materiale.

PAH er lite løselige i vann, men løseligheten kan øke ved tilstedeværelsen av vannløselige eller andre spesielle organiske forbindelser. Stort sett må man foreløpig anta at de polysykliske aromatiske hydrokarboner forekommer adsorbent til partikler.

Vedrørende virkningen av PAH, er det forholdsvis lite som er kjent. Palmork (1973) refererer imidlertid bl.a. at enkelte av disse stoffene - i forbindelse med utslipp fra kjemisk industri basert på steinkullforbindelser - skal ha fremkalt kreftsymptomer hos en rødalge, Porphyra tenera. (Denne er nær beslektet med flere arter som er vanlige i Norge, bl.a. Porphyra umbilicalis, som er registrert i bukten ved Husebysanden). Ved undersøkelsene til Havforskningsinstituttet (Palmork 1973), ble det ikke observert skader på faunaelementer med innhold av PAH. Det er likevel klart at utslippene av disse stoffer fortjener videre oppmerksomhet.

Når det gjelder dette problemet i relasjon til Lista Aluminiumsverk, må man anta at eventuelle polysykliske hydrokarboner primært er knyttet til partikler i avløpsvannet. De skulle derfor la seg påvise ved analyse av materialet som er avsatt på bunnen i avløpsbekken. Derimot er det mer tvilsomt om stoffene vil kunne registreres på bunnen i bukten utenfor Husebysanden, idet denne hovedsakelig består av sand som med mellomrom er i bevegelse. Det måtte i så fall først lokaliseres enkelte roligere bunnområder.

## 6. KONKLUSJONER

1. Resultatene av 14-daglige stikkprøver i perioden juni 1972 - januar 1973 har vist at avløpsvannet inneholder fra 2,9 til 7,8, i gjennomsnitt 5,2 mg fluorid pr. l. Samtidige stikkprøver av fluorkonsentrasjonene i resipienten ved Storskjær har gitt

verdier mellom 1,1 og 4,0. Den store variasjonen i fortytning skyldes sannsynligvis skiftende vind- og strømforhold.

2. Bortsett fra i rødalgen Corallina officinalis, er det ikke påvist noen tendens til akkumulering av fluor i det innsamlede alge-materialet, (vorteflik, grisetang, sagtang, fingertare).  
Corallina er inkrustert med kalk og fluoret er overveiende bundet som kalsiumfluorid.
3. Fjæreltesamfunnene er observert på de samme stasjoner som tidligere, uten at det er påvist endringer som kan tilbakeføres til forurensnings-belastningen av området.
4. De hygieniske forhold omkring utslippet bør vurderes og overvåkes av lokale helsemyndigheter.
5. Registreringen av polysykliske aromatiske hydrokarboner i vann, sedimenter og organismer i andre fjordresipienter for avløpsvann fra aluminiumsanlegg aktualiserer en nærmere analyse av dette problem for Lista Aluminiumsverks vedkommende.

## 7. REFERANSER

NIVA, april 1972. 0-19/68: Utslipp av avløpsvann fra Lista Aluminiumsverk. Undersøkelser av biologiske forhold ved Husebysanden 1970-1971.

PALMORK, Karsten H. 1973: Polysykliske aromatiske hydrokarboner i det marine miljø. 9. Nordiske symposium om vannforskning, Trondheim 27.-29. juni 1973. NORDFORSK, Miljøvårdssekretariatet. Under trykking.

PALMORK, Karsten H. og WILHELMSEN, Svein 1972: Polysykliske aromatiske hydrokarboner i det marine miljø. En forurensning fra aluminiums-industriens smelteverk. FISKEN OG HAVET. Rapporter og meldinger fra Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Bergen, serie B, nr. 3 1972, 16s.