



SALT INDUSTRIGRUNNVANN
PAH-forbindelser i deltaflaten ved munningen av
Sunndalselva og Littledalselva i Sunndalsfjorden,
Sunndal kommune, Møre og Romsdal
(Dok 2/91)

NGU Rapport 91.253

**SALT INDUSTRIGRUNNVANN
PAH-forbindelser i deltaflaten ved munningen av
Sunndalselva og Littleelva i Sunndalsfjorden
Sunndal kommune, Møre og Romsdal
(Dok 2/91)**

Rapport nr. 91.253		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: SALT INDUSTRIGRUNNVANN PAH-forbindelser i deltaflaten ved munningen av Sunndalselva og Littledalselva i Sunndalsfjorden, Sunndal kommune, Møre og Romsdal (Dok 2/91)				
Forfatter: Tore Volden		Oppdragsgiver: Samarbeidsprosjektet "Salt industrivann" NGU prosjekt nr. 63.2306.06		
Fylke: Møre og Romsdal		Kommune: Sunndal		
Kartbladnavn (M=1:250.00)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) Sunndalsøra 1420 III		
Forekomstens navn og koordinater: Akvaforsk		Sidetall: 12		Pris: 30,-
Kartbilag: 0				
Feltarbeid utført: Sommeren 1991	Rapportdato: 04.10.91	Prosjektnr.: 63.2306.06	Seksjonssjef: <i>Rolf Nilsen</i>	
Sammendrag: Analyse av sedimenter i den øverste meteren på et 122 dekar stort område på deltaet viser at 12 av 49 prøver har konsentrasjoner av PAH-forbindelser høyere enn antatt bakgrunnsverdi. Høyeste anrikningsfaktor er 30 ganger bakgrunn. Det er beregnet at total mengde PAH i det undersøkte området er ca. 970 kg, derav ca. 620 kg naturlig mens 350 kg er antropogent tilført.				
Emneord: Geokjemi	Industrivann	Forurensning		
PAH-forbindelser				
		Fagrapport		

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1	INNLEDNING 4
2	MÅL 4
3	BESKRIVELSE AV OMRÅDET 5
4	PRØVETAKING 7
5	KJEMISK ANALYSE 7
	5.1. Ekstraksjon 7
	5.2. Bestemmelse 7
	5.3. Kvalitetskontroll 8
6	RESULTATER OG KOMMENTARER 9
7	KONKLUSJON 10
8	REFERANSER 11

TABELLER

- Tabell 1. Utslipp av PAH fra Sunndal Verk 1987-88 (tonn/år).
- Tabell 2. Instrumentering GS og Ms-betingelser.
- Tabell 3. Spredning, median og aritmetisk middel av PAH i masseprøver fra Litledals-elvas delta.
- Tabell 4. Analyseresultater PAH i jordprøver $\mu\text{g}/\text{kg}$ (ppb).

FIGURER

- Figur 1. Prøvelokaliteter.
- Figur 2. Total PAH i prøvene dividert med antatt bakgrunnsverdi.
- Figur 3. Total PAH i sjøsedimenter.

1 INNLEDNING

Næringsdepartementet ved NTNf er sammen med NGU med i samarbeidsprosjektet: Salt industrivann, NGU prosjekt nr. 63.2306.06. Prosjektet er organisert i "Program for Grunnvann og Miljøkjemi" ved NGU og skal:

Utprøve og overvåke fersk, brakt og salt grunnvann til industriformål (fiskeoppdrett) i et PAH-forurensset fjord/deltaområde, hvor det bl.a. foregår deponering av PAH i et deponi nær sjøkanten.

Som en del av prosjektet er det analysert polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i 49 prøver fra et 122 dekar stort område rundt brønnlokaliteten på deltaflaten hvor det salte grunnvannet pumpes opp.

2 MÅL

Målet med undersøkelsen er å:

- kartlegge geografisk fordeling av PAH-forbindelser på deltaflaten
- estimere mengde PAH som ligger i den øverste meteren av løsmassene

3 BESKRIVELSE AV OMRÅDET

Det prøvetatte området ligger innenfor kartblad 1420-III Sunndalsøra. Prøvene er konsentrert om Sunndalsøras deltaflate ved utløpet av Litledalselva koordinat 758492 (Figur 1). I Sunndalen og Litledalen ble havnivået fra isavsmeltingstiden til nåtid senket. Dette har medført at betydelige masser har blitt flyttet gjennom denne landhevningssfasen. Der disse elvene nådde havet, ble elvedeltaer bygget opp, og senere gjennomskåret. Ved fjorden har dagens elver bygget ut deltaet mot Sunndalsfjorden. Flere elvekanaler på deltaflaten viser hvordan elvene har endret løp. Den organiske miljøgiften polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) produseres både naturlig og tilføres som forurensende stoff. Utover diffuse kilder som kommunalt avløpsvann, oljespill og slitasje av asfaltdekke er hovedkilden for PAH forurensning i Sunndalsfjorden Hydro Aluminium, Sunndal Verk A/S. Tilførselen av PAH fra Sunndal Verk ble beregnet av Holtan og Lingsten (1989). Utslippene av PAH ble redusert sommeren 1988, og er oppsummert i Tabell 1.

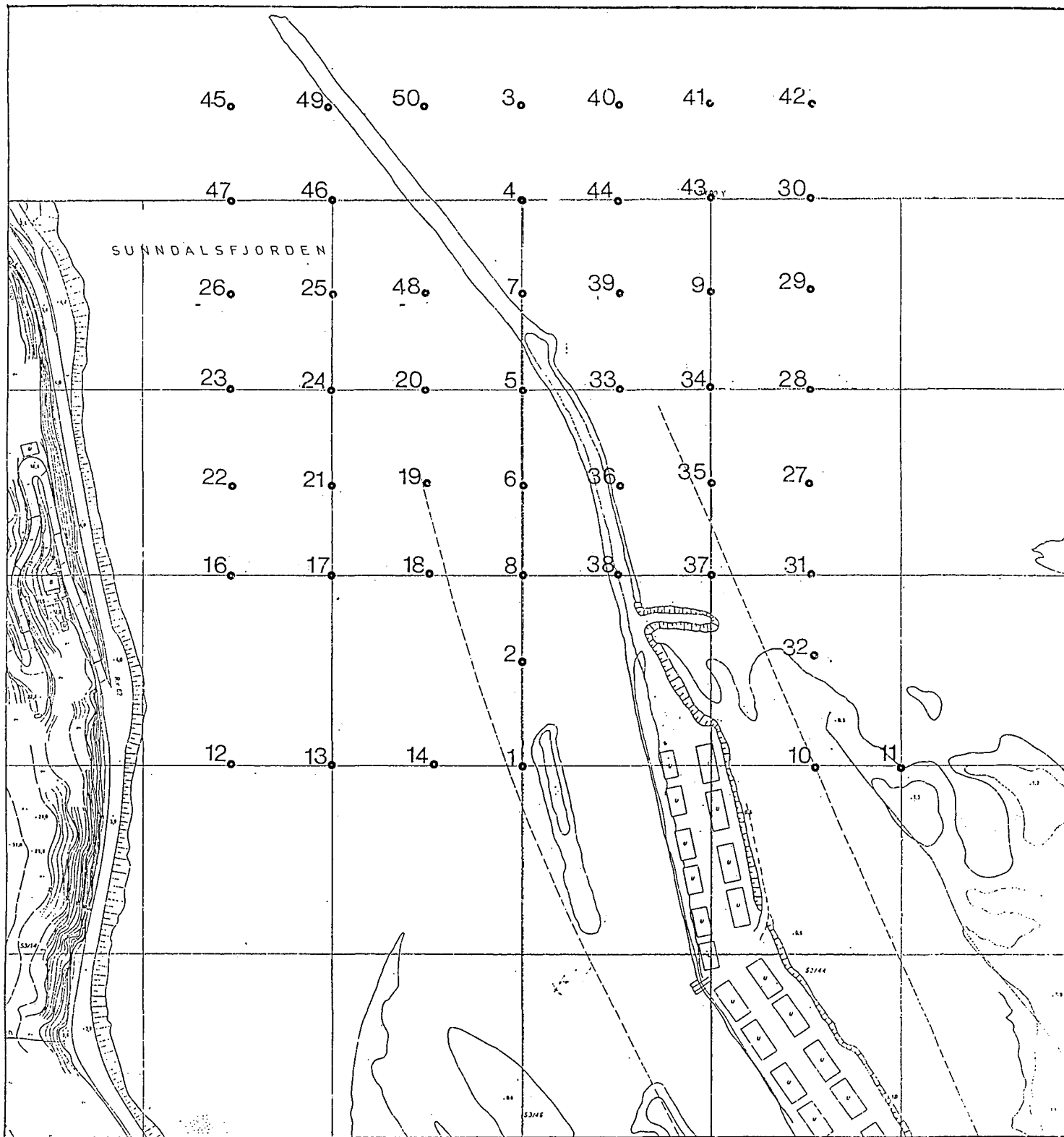
Tabell 1. Utslipp av PAH fra Sunndal Verk i 1987-88 (tonn/år).

	1987	Etter juli 1988
	PAH t/år	PAH t/år
Fra bassenger	2.5	1.4
Fra gassvasker	3.0	0.3
Avrenning fra kai o.a.		0.1
	-----	-----
Totalt	5-6	1.5-2
	-----	-----

Tallene er tatt fra Holtan og Lingsten, 1989.

SUNNDAL

Provenummerkart



4 PRØVETAKING

Prøvene på land er innsamlet med Pioner boremaskin med gjennomstrømningsprøvetaker. Fra den del av arealet som er oversvømmet av vann er innsamlingen foretatt med fallprøvetaker. Tilsammen er det innsamlet 49 masseprøver. Prøvenes kornstørrelse varierer fra grus til leire.

5 KJEMISK ANALYSE

Prøvene ble sendt til IKU - SINTEF-gruppen for PAH-analyse. PAH ble bestemt som enkeltkomponenter i følge EPAs liste over utvalgte miljøgifter (EPA test method 610-PAH).

5.1. Ekstraksjon

100 g av prøven ble tilsatt indre standard og metanol (150 ml) og behandlet med ultralyd i 2 min. Løsningsmiddelet dekantert av og tilsatt pentan (2x50 ml) og destillert vann (2x50 ml).

Sedimentet ble ekstrahert med diklormetan (150 ml, 120 ml, 60 ml). Ved hjelp av ultralyd (3x2 min). Løsningsmiddelet ble dekantert av og tilsatt destillert vann (2x100 ml).

Løsningsmidlene kombineres og tørkes over Na_2SO_4 .

Prøvene ble dampet inn til ca. 1 ml på rotapor og overført til hexan. Polart materiale ble fjernet i en Bond Elut ekstraksjonskolonne.

5.2. Bestemmelse

Prøvene ble analysert ved hjelp av koblet gasskromatografi/massespektrometri (GS/MS). Til kvantifiseringen ble det benyttet indre standarder, denterente forbindelser av naftalen, fenanteren, pyren, krysen og perylen. Mengde PAH ble bestemt ved å benytte arealet av de kromatografiske toppene for hver enkelt komponent relativt til de indre standardene. Responsfuskjeller for enkeltkomponentene ble korrigert ved å analysere en prøve med kjent

konsentrasjon av autentiske standarder for disse. Instrumentering GC-betingelser og MS-betingelser er vist i Tabell 2.

Tabell 2. Instrumentering, GC og MS-betingelser

INSTRUMERING

GC: HP 5890 A med HP 7673 Auto-injektor

MS: V6 TRIO-1 Quadropol

GC-BETINGELSER

Injeksjon: Splitless 280 , 7 PSI

Kolonne: DB-5 0.25 mm x 30 m

Temp. prog: 60 (2 min.) - 4 /min. - 320 (5 min.)

MS-BETINGELSER

Ionisering: 70 eV, 200 °C, 10 TORR

5.3. Kvalitetskontroll

Instrumentets presisjon ble målt ved å analysere en prøve med autentiske standarder gjennom hele analyse-serien. Presisjonen til de enkelte PAH-resultater varierer fra 7 - 11 %.

6 RESULTATER OG KOMMENTARER

Resultatene er vist i Tabell 1 - 4, Figurer 1 - 3.

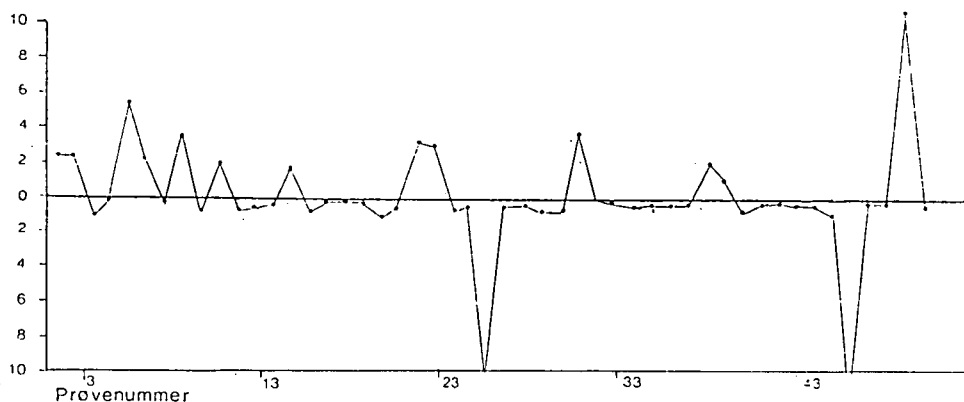
Kartet viser ingen variasjoner i PAH-innholdet mellom prøver tatt i deler av et området som er oversvømmet av vann eller den del som er tørt land. Spredningen i dataene, Mediaen (M) og aritmetriskmiddel (x) er vist i Tabell 3.

Tabell 3. Spredning, median og aritmetisk middel av PAH i masseprøver fra Litledalselvas delta.

Totalt PAH i ppb i masseprøver				
Min.	Max	M	x	N
11	9030	163	482	49

Antatt bakgrunnsverdi for sedimenter i Sunndalsfjorden i 0 - 1 cm dyp = $0,3 \mu\text{g}/\text{gram} = 300 \text{ ppb}$. NIVA rapport 306/88). Tolv av prøvene har konsentrasjoner høyere en antatt bakgrunnsverdi, med den høyeste anrikningsfaktor 30 ganger bakgrunn.

Figur 2. Anrikningsfaktorer for området. Total PAH i prøvene dividert med antatt bakgrunnsverdi



Ved bergning av total PAH i den øverste meter i det undersøke området er massens tetthet satt til 1,7 g/cm³.

Dette gir ca. 970 kg total mengde PAH i det undersøkte området, hvor ca. 620 kg er naturlig mens 350 kg er antropogent tilført.

K. Næs og B. Rygg viser i NIVA rapport 306/88 fra undersøkelser at fjordområdet innenfor Svinberget at PAH-konsentrasjonen som helhet er 25 - 50 ganger normalt. Dette er basert på analyser av materiale mindre enn 0.063 mm i den øverste cm av profilet. NGUs undersøkelse på Litledalselvas delta baserer seg på bulk prøver med gjennomsnittkonsentrasjoner i kjerner fra 5 - 100 cm, dette vanskeliggjør en direkte sammenligning. Strømforhold i fjorden fra Driva og Litledalselvas vil sannsynligvis virke gunstig i forhold til kilden. Det må også påregnes en stor sedimentasjonshastighet på deltaet med sedimenter som ikke er infiltrert av PAH-forbindelser.

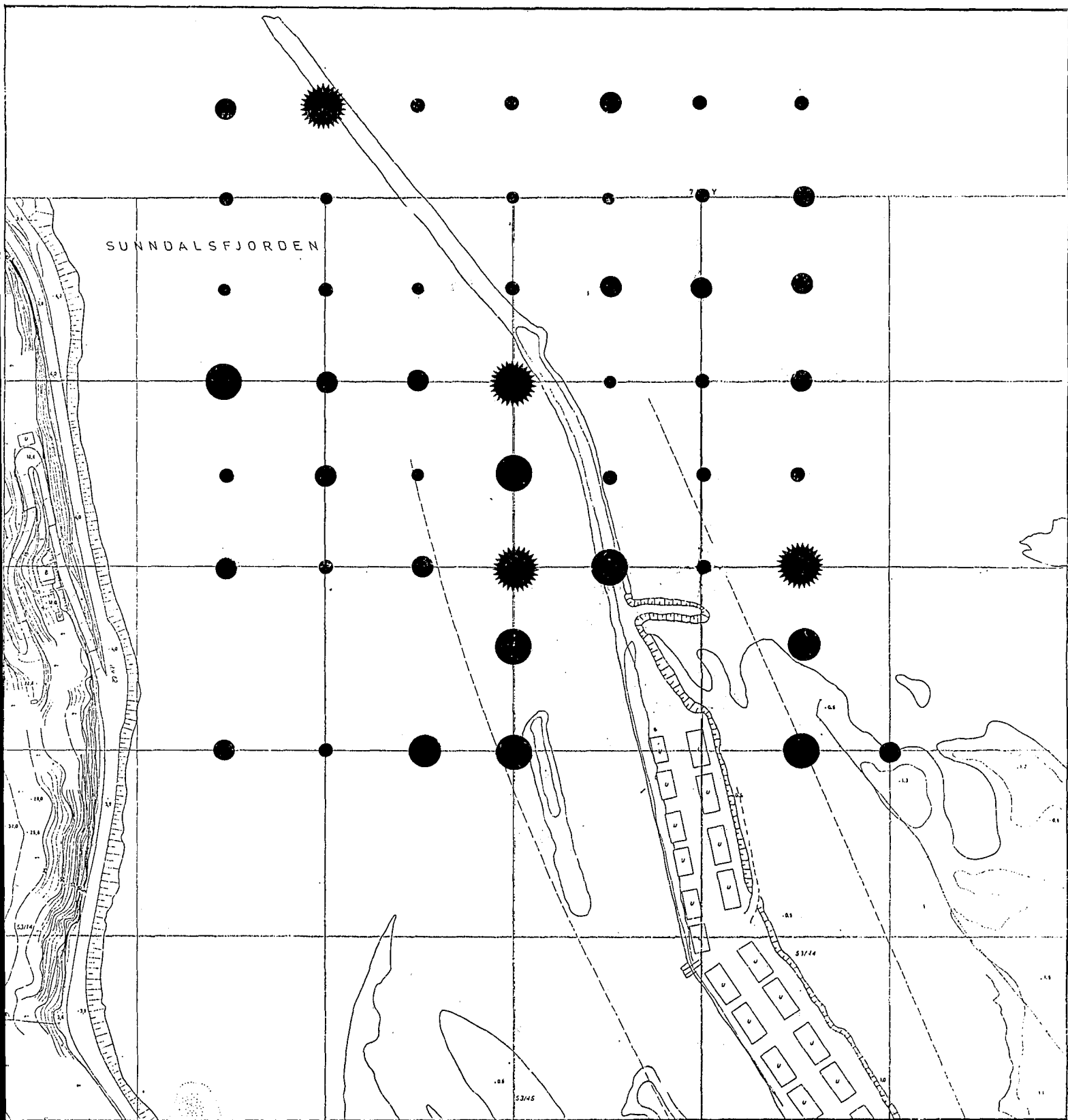
7 KONKLUSJON

Spredte enkeltpunkter med forhøyet konsentrasjon av PAH forekommer i det prøvetatte området. Men det er ikke gjennomgående forhøyet konsentrasjoner i sedimentene. Mengde PAH-forbindelser på den undersøkte deltaflaten i den øverste meteren er beregnet til ca. 970 kg, dette gir et antropogent tilskudd på ca. 350 kg.

8 REFERANSER

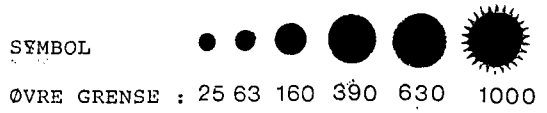
- Follestad, B.A.: Salt industrigrunnvann. Kvalitetssikringsplan med administrative retningslinjer for prosjektet (Dok. 1/91). *NGU rapport 90.010*.
- Follestad, B.A.: Sunndalsøra 1420-II. Beskrivelse til kvartergeologisk kart. *NGU skrifter 79*.
- Molvær, J.: Tiltaksorientert overvåking av Sunndalsfjorden, Møre og Romsdal 1986-88. *NIVA-rapport 409/90*.
- Næss, K., Rygg, B.: Tiltaksorientert overvåking av Sunndalsfjorden, Møre og Romsdal. Delrapport 1. Sedimenter og bløtbunnsfauna 1986. *NIVA rapport 306/88*.
- Haltan, G., Lingsten, L.: Tiltaksorientert overvåking av Sunndalsfjorden, Møre og Romsdal. Delrapport 3. Kartlegging og kvantifisering av forurensningstilførsler. *NIVA rapport 348/89*.

Total PAH i sjøsedimenter



100m

PAH i ppb



ANALYSERESULTATER

PAH i jordprøver µg/kg (ppb).

IKU no.	Ekst. no.	Naphthalene	Ace-naphthalene	Ace-naph-thene	Fluo-rene	Phen-anth-rene	Anth-racene	Fluor-anthene	Pyr-ene	Benzo(a) anthra-sene	Chry-sene	Benzo (b/j/e) fluor-anthene	Benzo (a)pyr-ene	In-deno-(1,2,3-cd) pyrene	Benzo (ghi) pery-lene	Dibenzo (a,h) acean-thracene	Total PAH (ppb)
		m/z 128	m/z 152	m/z 153	m/z 166	m/z 178	m/z 178	m/z 202	m/z 202	m/z 202	m/z 228	m/z 228	m/z 252	m/z 252	m/z 276	m/z 276	m/z 278
G3361	2306/01	9.85	0.48	14.0	5.25	103	19.4	109	167	135	192	3.61	46.0	-	14.3	-	819
G3362	2306/02	15.0	0.49	28.6	7.16	153	16.7	121	214	133	150	1.00	3.80	-	4.51	-	848
G3363	2306/03	1.12	0.26	0.37	0.46	15.3	0.454	26.6	36.0	28.1	31.5	-	-	-	19.1	-	159
G3364	2306/04	0.82	0.11	0.80	0.62	2.70	-	2.21	3.95	-	-	-	-	-	-	-	11.2
G3365	2306/05	83.8	1.70	102	23.9	328	70.6	230	455	160	198	-	30.9	-	-	-	1680
G3365	2306/06	17.9	0.54	36.2	11.3	145	19.6	107	217	104	118	-	-	-	9.91	-	787
G3367	2306/07	3.83	0.12	5.56	0.87	30.5	0.086	14.3	46.4	3.48	8.61	-	-	-	-	-	114
G3368	2306/08	34.4	0.68	44.1	1.68	349	64.5	47.9	537	11.6	8.18	-	-	-	-	-	1100
G3369	2306/09	5.36	0.26	5.31	0.68	65.9	17.7	14.9	133	10.6	0.20	-	-	-	-	-	254
G6337	2306/10	166	1.98	4.52	4.26	127	4.10	158	166	20.6	16.1	-	-	-	-	-	668
G3371	2306/11	74.3	0.70	3.34	2.15	70.9	2.48	52.3	35.2	-	-	-	-	-	-	-	241
G3372	2306/12	25.6	0.95	3.62	0.68	55.3	10.7	45.9	85.5	-	-	-	-	-	-	-	228
G3373	2306/13	4.42	0.12	0.67	0.35	44.4	4.04	32.2	46.2	-	-	-	-	-	-	-	132
G3374	2306/14	21.0	0.35	7.53	0.48	187	39.2	55.0	274	-	-	-	-	-	-	-	584
G3375	2306/16	8.26	0.23	4.15	0.19	66.6	17.5	15.3	108	23.9	19.6	-	-	-	-	-	264
G3376	2306/17	1.06	0.13	1.18	0.30	8.68	1.07	6.55	17.7	8.89	11.0	-	-	-	-	-	56.6
G3377	2306/18	5.23	0.23	8.85	1.19	65.3	10.8	18.8	97.8	-	-	-	-	-	-	-	208
G3378	2306/19	1.93	0.06	1.73	0.25	1.19	1.89	6.93	21.1	4.65	9.30	-	-	-	-	-	59.7
G3379	2306/20	1.26	0.10	1.53	0.74	6.85	0.58	9.78	11.9	11.3	19.1	96.5	79.0	-	102	-	341
G3380	2306/21	5.06	0.13	3.61	0.32	41.9	9.56	11.3	91.6	-	-	-	-	-	-	-	163
G3381	2306/22	3.39	0.08	1.18	0.11	34.4	1.69	6.45	49.2	-	-	-	-	-	-	-	96.5
G3382	2306/23	2.38	0.20	3.41	1.97	27.3	0.06	37.5	37.2	16.1	49.7	434	-	-	161.6	-	771
G3383	2306/24	2.07	0.43	1.02	0.81	22.7	0.21	16.5	22.3	17.4	5.11	23.4	115	-	36.5	-	263
G3384	2306/25	1.48	0.08	0.88	0.28	9.55	0.04	11.0	18.2	15.7	41.8	-	14.4	-	-	-	113

ANALYSERESULTATER

PAH i jordprøver µg/kg (ppb).

IKU no.	Ekst. no.	Naphthalene	Ace-naphthalene	Ace-naphthalene	Fluorene	Phenanthrene	Anthracene	Fluoranthene	Pyrene	Benzo(a)anthracene	Chrysene	Benzo (b/j/e) fluoranthene	Benzo (a)pyrene	In-deno-(1,2,3-cd) pyrene	Benzo (ghi) perylene	Dibenzo (a,h) acenanthracene	Total PAH (ppb)
		m/z 128	m/z 152	m/z 153	m/z 166	m/z 178	m/z 178	m/z 202	m/z 202	m/z 228	m/z 228	m/z 252	m/z 252	m/z 276	m/z 276	m/z 278	
G3385	2306/26	0.83	0.03	0.20	0.07	3.06	0.29	1.51	4.58	6.66	5.08	-	-	-	-	-	23.1
G3386	2306/27	2.84	0.09	3.24	0.85	18.8	1.59	16.8	28.3	21.3	29.6	6.17	10.4	-	3.69	-	144
G3387	2306/28	1.81	0.07	2.20	0.40	15.0	1.24	7.47	20.8	23.3	34.7	-	-	-	-	-	107
G3388	2306/29	3.35	0.21	4.47	2.02	23.1	2.90	29.1	34.6	31.7	51.2	20.1	41.7	-	18.3	-	263
G3389	2306/30	1.06	0.04	0.82	0.36	3.47	0.56	5.24	6.86	7.47	12.8	52.2	125	-	24.0	-	240
G3390	2306/31	3.42	0.10	4.38	2.55	21.0	3.98	27.3	28.9	27.3	33.6	245	611	-	150	-	1160
G3391	2306/32	6.62	0.20	7.04	2.16	59.8	11.1	45.0	87.1	22.9	19.4	6.30	27.9	-	-	-	296
G3392	2306/33	0.74	0.05	0.66	0.26	6.03	0.64	5.64	8.35	6.27	9.28	-	-	-	-	-	37.9
G3393	2306/34	5.53	0.11	1.51	0.30	81.9	5.65	10.1	38.5	-	-	-	-	-	-	-	144
G3394	2306/35	3.61	0.06	1.89	0.47	19.1	0.37	14.5	31.2	11.6	23.2	-	-	-	-	-	106
G3395	2306/36	2.68	0.06	1.73	0.25	38.4	5.94	7.99	49.1	-	-	-	-	-	-	-	106
G3396	2306/37	3.64	0.08	1.49	0.15	27.3	5.62	5.89	41.8	-	-	-	-	-	-	-	86.0
G3397	2306/38	9.35	1.69	18.5	6.14	117	25.8	63.6	147	147	105	-	-	-	-	-	641
G3398	2306/39	1.38	0.17	2.33	1.14	4.81	0.65	9.18	8.74	5.82	9.31	113	140	-	48.6	-	345
G3399	2306/40	2.38	0.43	11.8	3.58	5.78	0.53	5.89	7.57	4.83	10.2	48.0	133	-	-	-	234
G3400	2306/41	3.25	0.13	3.60	0.51	21.0	4.12	14.2	36.1	15.0	1.62	-	-	-	-	-	99.5
G3401	2306/42	3.69	0.13	2.10	1.00	11.7	2.54	13.1	22.6	-	-	-	-	-	-	-	56.9
G3402	2306/43	7.30	0.43	3.24	0.61	24.5	4.75	15.0	41.2	9.90	1.59	-	-	-	-	-	109
G3403	2306/44	0.46	0.04	0.12	0.03	2.77	0.46	1.45	5.76	-	-	-	-	-	-	-	11.1
G3404	2306/45	0.65	0.05	0.63	0.26	3.18	0.36	6.03	6.07	4.09	7.47	52.3	125	-	55.2	-	255
G3405	2306/46	0.99	0.05	1.49	0.45	3.06	0.32	2.67	5.47	-	-	-	-	-	-	-	14.5
G3406	2306/47	1.04	0.09	1.59	0.45	4.75	0.70	3.44	5.96	5.96	9.40	-	-	-	-	-	33.4
G3407	2306/48	1.01	0.04	0.89	0.32	5.25	0.69	7.96	8.13	7.60	14.7	-	-	-	-	-	46.6
G3408	2306/49	5.28	4.95	53.7	43.3	388	138	231	201	179	144	1060	5720	-	863	-	9030
G3409	2306/50	1.60	0.36	3.37	1.22	12.1	1.71	11.1	17.5	38.3	57.6	-	-	-	-	-	145