

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Oslo

O - 81024

KJEMISK-FYSISK UNDERSØKELSE AV STØVUTSLIPP
I OSLOFJORDEN, SLEMMESTAD.

Dato: 16. september 1981

Saksbehandler : Tom Berntsen

Medarbeider : Øivind Tryland

For administrasjonen : J.E. Samdal

Lars N. Overrein

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

| |
|---------------------------|
| Rapportnummer: 0-81024 |
| Undernummer: |
| Løpenummer: 1306 |
| Begrenset distribusjon: |

| | |
|--|-----------------------------------|
| Rapportens tittel: Kjemisk-fysisk undersøkelse av støvutslipp i Oslofjorden, Slemmestad. | Dato: 16. september 1981 |
| | Prosjektnummer: 0-81024 |
| Forfatter(e): Tom Berntsen Øivind Tryland | Faggruppe: SEKKOI |
| | Geografisk område: Oslofjorden |
| | Antall sider (inkl. bilag): 9 |

| | |
|------------------------------|----------------------------------|
| Oppdragsgiver: NORCEM A/S | Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.): |
|------------------------------|----------------------------------|

Ekstrakt:

Støv fra sementproduksjonen slippes ut i Oslofjorden. Utvaskingsforsøk med støv i kolber med sjøvann viste at støvet førte til en svak økning av bly- og kopperinnholdet i sjøvannet. Det kunne ikke påvises noen sikker økning av andre tungmetaller. Sedimenteringsundersøkelsene viste at støvets gjennomsnittlige synkehastighet øker når støvkonsentrasjonen økes. Vannmengdene som brukes for eventuell transport av støvet ut i fjorden bør derfor være minst mulig for å redusere spredningen.

| |
|--------------------|
| 4 emneord, norske: |
| 1. Støv |
| 2. Sedimentering |
| 3. Utvasking |
| 4. Tungmetaller |

| |
|----------------------|
| 4 emneord, engelske: |
| 1. Dust |
| 2. Sedimentation |
| 3. Leaching |
| 4. Heavy metals |

Prosjektleder:

Tom Berntsen

Seksjonsleder:

Rolf J. Arnesen

For administrasjonen:

J. E. Lund
Karsten O. Arnesen

ISBN 82-577-0404-0

1. INNLEDNING

A/S Norcem, Slemmestad, har tillatelse fra Statens forurensningstilsyn (SFT) til å slippe ut støv på sjøbunnen utenfor Slemmestad. I løpet av en tiårsperiode er det sluppet ut ca. 450.000 tonn støv. Etter bedriftens egne opplysninger er støvlaget enkelte steder over 10 m tykt.

NIVA har tidligere (13.11.1980) gjennomført en undersøkelse av bunnområdene utenfor Slemmestad for å kartlegge utbredelsen av støv på bunnen, og for å samle prøver av bunnens dyreliv (0-80087).

NIVA har foreslått en oppfølgingsundersøkelse før utslippene fra Sentralrenseanlegg Vest starter. (0-80087, brev til Norcem, RYG/EDA, datert 18.1.1989). I denne forbindelse er det nå foretatt undersøkelser av sedimenteringsegenskaper og utlaking av støvet under laboratoriebetingelser, dvs.:

- Utvaskingsforsøk med støv i kolber med uttak av prøver etter 1 og 10 døgn utvasking. Analyse av tungmetaller.
- Undersøkelse av sedimenteringshastighet.

2. BESKRIVELSE AV LABORATORIEFORSØKENE

2.1 Utvaskingsforsøk

2 liters rundkolber (2 x 3 stk) ble fylt med 1.5 l sjøvann og 1.5 g, 15 g og 150 g støv (1 g/l, 10 g/l og 100 g/l).

Kolbene sto på gyngebord i et rom med konstant temperatur på 20°C. Etter ett døgn og 10 døgn ble det tatt ut 0.5 liter av hver kolbe. Prøvene ble filtrert gjennom GF/C-filter som på forhånd var vasket med fortynnet salpetersyre. Prøvene ble så konservert med suprapur salpetersyre og sendt til Sentralinstituttet for industriell forskning, der prøvene ble analysert mht. kvikksølv, bly, kadmium, kobber, sink, krom og nikkel. Det ble også tatt med en blindprøve. Den bestod av sjøvann* filtrert og konservert på samme måte som de andre prøvene.

Metallene ble bestemt med atomabsorpsjon etter ekstraksjon.

* Drøbak-vann, 30 m dybde.

2.2 Sedimenteringsforsøk

Sedimenteringsforsøkene ble utført i et 1 m langt sylindrisk rør med 5 siderør som går inn i midten av røret på 10, 30, 50, 70 og 90 cm dyp, og prøvene ble tappet ut av disse rørene. Røret ble fylt med 12 liter sjøvann og tilsatt en suspensjon av 5 g støv under kraftig omrøring. Innholdet ble blandet godt og prøver ble tatt ut fra alle dypene etter 2, 5, 10, 30, 60, 120 og 240 minutter. Forsøket ble gjentatt med 10 g støv for å undersøke om støvkonsentrasjonen har noen betydning for sedimenteringsegenskapene. Turbiditeten i prøvene ble målt med Hach turbidimeter modell 2100A.

Måleresultatene ble behandlet etter en metode som ble publisert av McLaughlin i 1959. Denne metoden er beskrevet i NIVA-rapport (XK-22: Metode for måling av sedimenteringsegenskaper til suspensjoner, Ø. Tryland, 27.12.1977). Ved NIVA er det laget et EDB-program som foretar beregningen av sedimenteringshastigheten på grunnlag av McLaughlin's metode (D1-04. Fremdriftsrapport. Sedimenteringshastighet til suspensjoner. Metodikk og databehandling, Ø. Tryland og E. Støren, 14.12.1978).

3. RESULTATER

3.1 Resultater av utvaskingsforsøk

Tabell 1. Analyseresultater på prøver fra utvaskingsforsøk

| Støvkonsentrasjon | Hg µg/l | Pb µg/l | Cd µg/l | Cu µg/l | Zn µg/l | Cr µg/l | Ni µg/l |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Blindprøve (sjøvann, filtrert og konservert) | <0.05 | <0.5 | <0.1 | 0.5 | 3.9 | <1.0 | 0.6 |
| 1 døgn i rundkolber 1 g/l | <0.05 | <0.5 | <0.1 | 1.4 | 3.9 | <1.0 | 0.6 |
| 10 g/l | <0.05 | <0.5 | <0.1 | 0.7 | 3.6 | <1.0 | <0.5 |
| 100 g/l | <0.05 | 9.5 | <0.1 | 0.6 | 2.5 | <1.0 | <0.5 |
| 10 døgn i rundkolber 1 g/l | 0.06 | <0.5 | <0.1 | 11.8 | 1.1 | <1.0 | 0.6 |
| 10 g/l | 0.06 | <0.5 | <0.1 | 2.3 | 0.6 | <1.0 | <0.5 |
| 100 g/l | 0.05 | 81.4 | <0.1 | 6.1 | 8.9 | <1.0 | <0.5 |

Analyseverdiene for kadmium og krom er for alle prøvene under deteksjonsgrensen som er 0.1 µg/l (mikrogram/liter). Nikkelinnholdet er nær deteksjonsgrensen.

For sink er det ingen klar tendens til økning med tiden og økende mengde støv. Kvikksølv viser heller ingen klar økning. Innholdet av bly og kobber ser ut til å øke noe med tid og mengde støv.

Årsaken til at resultatene ikke viser helt klare tendenser, kan være at de innveide porsjoner av støvet inneholder enkelte metallpartikler som vil gi tilfeldige utslag ved så lave konsentrasjoner.

3.2 Støvets sedimenteringsegenskaper

Suspensjonens gjennomsnittlige sedimenteringshastighet varierer med tid og dyp. Dette er vist i Tabell 4 for støvkonsentrasjon på 5 g/12 l og i Tabell 5 for 10 g/12 l.

Sedimenteringshastigheten øker tydelig med støvkonsentrasjonen. Konsentrasjonen 10 g/12 l vann gir nesten dobbelt så stor gjennomsnittlig sedimenteringshastighet som 5 g/12 l vann ved uttak etter 10, 30 og 60 minutter.

For å begrense spredningen av støvet i fjorden vil det være fordelaktig å bruke minst mulig vann for transporten av støvet. Støvkonsentrasjonen bør være så stor som mulig i utslippspunktet, for da vil støvet synke raskere enn om støvkonsentrasjonen er lav. Store mengder "fremmedvann" (kjølevann, sanitært avløpsvann o.l.) bør derfor ikke slippes ut i samme avløpsledningen som støvet, fordi dette vil gi en lavere støvkonsentrasjon i utslippspunktet.

Noen andre forhold som har betydning for spredningen av støvet i fjorden er:

- Temperatur i avløpsvann og resipient
- Strømmer i fjorden
- Saltholdighet i både avløpsvann og fjordvann
- Deponeringsdyp.

Det er her ikke anledning til å gjennomgå alle disse punkter. Det nevnes imidlertid at finfordelte mineralske partikler vanligvis synker betydelig raskere i sjøvann enn i ferskvann. Derfor vil det være gunstig å bruke sjøvann med høyt saltinnhold ved våttransport av støvet ut i fjorden.

4. KONKLUSJON

Utvaskingsforsøk med støv i kolber med sjøvann viste at støvet førte til noe økning av bly- og kopperinnholdet i sjøvannet. Datagrunnlaget er imidlertid sparsomt. Innholdet av kadmium, krom, kvikksølv og nikkel var under eller like ved deteksjonsgrensen. Sinkinnholdet var nær sjøvannsnivået.

Sedimenteringsundersøkelsene viste at støvets gjennomsnittlige synkehas-tighet øker når støvkonsentrasjonen økes. Vannmengdene som brukes for eventuell transport av støvet ut i fjorden bør derfor være minst mulig for å redusere spredningen. Ettetter bedriftens opplysninger er støvkon-sentrasjonen i utslippet i dag ca. 40%. Vanntemperatur, saltholdighet, fjordstrøm og deponeringsdyp er andre fysiske faktorer som også har be-tydning for støvets spredning i fjorden.

Tabell 2. Turbiditet på de ulike dyp i sedimenteringsrøret etterhvert som partiklene synker (5 g støv pr. 12 liter sjøvann).

UTSKRIFT AV RÅDATA:

| | | | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|
| UTTAK: | 1 | | | | | | |
| TID (MINUTTER): | 2.0 | 5.0 | 10.0 | 30.0 | 60.0 | 120.0 | 240.0 |
| DYP (CM): | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| TURBIDITET (JTU): | 105.0 | 100.0 | 80.0 | 40.0 | 30.0 | 25.0 | 20.0 |
| UTTAK: | 2 | | | | | | |
| TID (MINUTTER): | 2.0 | 5.0 | 10.0 | 30.0 | 60.0 | 120.0 | 240.0 |
| DYP (CM): | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 |
| TURBIDITET (JTU): | 110.0 | 110.0 | 95.0 | 85.0 | 80.0 | 30.0 | 22.0 |
| UTTAK: | 3 | | | | | | |
| TID (MINUTTER): | 2.0 | 5.0 | 10.0 | 30.0 | 60.0 | 120.0 | 240.0 |
| DYP (CM): | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 |
| TURBIDITET (JTU): | 105.0 | 105.0 | 110.0 | 90.0 | 70.0 | 40.0 | 25.0 |
| UTTAK: | 4 | | | | | | |
| TID (MINUTTER): | 2.0 | 5.0 | 10.0 | 30.0 | 60.0 | 120.0 | 240.0 |
| DYP (CM): | 70.0 | 70.0 | 70.0 | 70.0 | 70.0 | 70.0 | 70.0 |
| TURBIDITET (JTU): | 100.0 | 120.0 | 110.0 | 80.0 | 70.0 | 40.0 | 30.0 |
| UTTAK: | 5 | | | | | | |
| TID (MINUTTER): | 2.0 | 5.0 | 10.0 | 30.0 | 60.0 | 120.0 | 240.0 |
| DYP (CM): | 90.0 | 90.0 | 90.0 | 90.0 | 90.0 | 90.0 | 90.0 |
| TURBIDITET (JTU): | 110.0 | 110.0 | 105.0 | 90.0 | 75.0 | 50.0 | 30.0 |

Forklaring til tabell 2 og 3:

- UTTAK 1, 2, 3, 4 og 5: Dette er nr. på siderørene i sedimenteringsrøret, dvs. nr. 1 = 10 cm dyp, nr. 2 = 30 cm, nr. 3 = 50 cm, nr. 4 = 70 cm og nr. 5 er på 90 cm dyp.
- TID: Tiden etter at røreverket ble stanset til prøven ble tatt ut.
- DYP: Dyp i sedimenteringsrøret som prøver er tatt ut fra.
- TURBIDITET: Målt turbiditet på prøver som er tappet ut fra sedimenteringsrøret.

Tabell 3. Turbiditet på de ulike dyp i sedimenteringsrøret etterhvert som partiklene synker (10 g støv pr. 12 liter sjøvann).

UTSKRIFT AV RÅDATA:

| | | | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| UTTAK: | 1 | | | | | | |
| TID (MINUTTER): | 2.0 | 5.0 | 10.0 | 30.0 | 60.0 | 120.0 | 240.0 |
| DYP (CM): | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| TURBIDITET (JTU): | 185.0 | 185.0 | 170.0 | 60.0 | 35.0 | 30.0 | 20.0 |
| UTTAK: | 2 | | | | | | |
| TID (MINUTTER): | 2.0 | 5.0 | 10.0 | 30.0 | 60.0 | 120.0 | 240.0 |
| DYP (CM): | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 |
| TURBIDITET (JTU): | 195.0 | 195.0 | 185.0 | 120.0 | 45.0 | 35.0 | 25.0 |
| UTTAK: | 3 | | | | | | |
| TID (MINUTTER): | 2.0 | 5.0 | 10.0 | 30.0 | 60.0 | 120.0 | 240.0 |
| DYP (CM): | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 |
| TURBIDITET (JTU): | 180.0 | 205.0 | 190.0 | 125.0 | 65.0 | 35.0 | 25.0 |
| UTTAK: | 4 | | | | | | |
| TID (MINUTTER): | 2.0 | 5.0 | 10.0 | 30.0 | 60.0 | 120.0 | 240.0 |
| DYP (CM): | 70.0 | 70.0 | 70.0 | 70.0 | 70.0 | 70.0 | 70.0 |
| TURBIDITET (JTU): | 185.0 | 205.0 | 190.0 | 125.0 | 65.0 | 35.0 | 25.0 |
| UTTAK: | 5 | | | | | | |
| TID (MINUTTER): | 2.0 | 5.0 | 10.0 | 30.0 | 60.0 | 120.0 | 240.0 |
| DYP (CM): | 90.0 | 90.0 | 90.0 | 90.0 | 90.0 | 90.0 | 90.0 |
| TURBIDITET (JTU): | 195.0 | 200.0 | 205.0 | 135.0 | 70.0 | 40.0 | 30.0 |

Tabell 4. Suspensjonens sedimenteringshastighet beregnet etter
McLaughlins metode (5 g støv pr. 12 liter sjøvann).

SEDIMENTERINGSHASTIGHETS-KURVER (W)

| SIGN | DYP CM | TID MINUTTER | AREAL | STOFFKONS. | W CM/MIN |
|------|-----------|-----------------|-------|------------|-------------|
| A | 10.0 | 2.0 | 525. | 105. | 0.08 |
| | | 5.0 | 500. | 100. | 0.16 |
| | | 10.0 | 400. | 80. | 0.15 |
| | | 30.0 | 200. | 40. | 0.12 |
| | | 60.0 | 150. | 30. | 0.03 |
| | | 120.0 | 125. | 25. | 0.01 |
| | | 230.0 | 102. | 20. | 0.01 |
| B | 30.0 | 2.0 | 2675. | 110. | 0.23 |
| | | 5.0 | 2600. | 110. | 0.60 |
| | | 10.0 | 2150. | 95. | 0.48 |
| | | 30.0 | 1450. | 85. | 0.21 |
| | | 60.0 | 1250. | 80. | 0.11 |
| | | 120.0 | 675. | 30. | 0.14 |
| | | 230.0 | 533. | 23. | 0.06 |
| C | 50.0 | 2.0 | 4825. | 105. | 0.24 |
| | | 5.0 | 4750. | 105. | 0.74 |
| | | 10.0 | 4200. | 110. | 0.56 |
| | | 30.0 | 3200. | 90. | 0.32 |
| | | 60.0 | 2750. | 70. | 0.29 |
| | | 120.0 | 1375. | 40. | 0.25 |
| | | 230.0 | 1022. | 26. | 0.12 |
| D | 70.0 | 2.0 | 6875. | 100. | -0.42 |
| | | 5.0 | 7000. | 120. | 0.49 |
| | | 10.0 | 6400. | 110. | 0.76 |
| | | 30.0 | 4900. | 80. | 0.56 |
| | | 60.0 | 4150. | 70. | 0.43 |
| | | 120.0 | 2175. | 40. | 0.38 |
| | | 230.0 | 1593. | 31. | 0.17 |
| E | 90.0 | 2.0 | 8975. | 110. | -0.98 |
| | | 5.0 | 9300. | 110. | 0.48 |
| | | 10.0 | 8550. | 105. | 1.03 |
| | | 30.0 | 6600. | 90. | 0.66 |
| | | 60.0 | 5600. | 75. | 0.52 |
| | | 120.0 | 3075. | 50. | 0.40 |
| | | 230.0 | 2218. | 32. | 0.25 |

Forklaring til tabell 4 og 5:

- DYP: Dyp i sedimenteringsrør som prøver er tatt ut fra.
- TID: Tiden etter at røreverket ble stanset til prøver ble tatt ut.
- AREAL: Integrert areal under kurver (har bare interesse for data-behandlingen).
- STOFFKONS: Måleresultater fra turbiditetsanalyser på uttappede prøver.
- W : Suspensjonens gjennomsnittlige sedimenteringshastighet på de ulike dyp og tidspunkt.

Tabell 5. Suspensjonens sedimenteringshastighet beregnet etter
McLaughlins metode (10 g støv pr. 12 liter sjøvann).

SEDIMENTERINGSHASTIGHETS-KURVER (W)

| SIGN | DYP CM | TID MINUTTER | AREAL | STOFFKONS. | W CM/MIN |
|------|-----------|-----------------|--------|------------|-------------|
| A | 10.0 | 2.0 | 925. | 185. | 0.00 |
| | | 5.0 | 925. | 185. | 0.05 |
| | | 10.0 | 850. | 170. | 0.15 |
| | | 30.0 | 300. | 60. | 0.23 |
| | | 60.0 | 175. | 35. | 0.05 |
| | | 120.0 | 150. | 30. | 0.01 |
| | | 230.0 | 104. | 21. | 0.02 |
| B | 30.0 | 2.0 | 4725. | 195. | 0.00 |
| | | 5.0 | 4725. | 195. | 0.21 |
| | | 10.0 | 4400. | 185. | 0.57 |
| | | 30.0 | 2100. | 120. | 0.57 |
| | | 60.0 | 975. | 45. | 0.32 |
| | | 120.0 | 800. | 35. | 0.07 |
| | | 230.0 | 571. | 26. | 0.08 |
| C | 50.0 | 2.0 | 8475. | 180. | -0.46 |
| | | 5.0 | 8725. | 205. | 0.20 |
| | | 10.0 | 8150. | 190. | 0.88 |
| | | 30.0 | 4550. | 125. | 0.97 |
| | | 60.0 | 2075. | 65. | 0.52 |
| | | 120.0 | 1500. | 35. | 0.17 |
| | | 230.0 | 1088. | 26. | 0.15 |
| D | 70.0 | 2.0 | 12125. | 185. | -1.26 |
| | | 5.0 | 12825. | 205. | 0.11 |
| | | 10.0 | 11950. | 190. | 1.22 |
| | | 30.0 | 7050. | 125. | 1.37 |
| | | 60.0 | 3375. | 65. | 0.83 |
| | | 120.0 | 2200. | 35. | 0.30 |
| | | 230.0 | 1604. | 26. | 0.21 |
| E | 90.0 | 2.0 | 15925. | 195. | -1.62 |
| | | 5.0 | 16875. | 200. | 0.02 |
| | | 10.0 | 15900. | 205. | 1.41 |
| | | 30.0 | 9650. | 135. | 1.66 |
| | | 60.0 | 4725. | 70. | 1.06 |
| | | 120.0 | 2950. | 40. | 0.38 |
| | | 230.0 | 2171. | 31. | 0.23 |