

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
Blindern

0-197/72  
UNDERSØKELSE AV BUNNFORHOLD  
VED  
STØVUTSLIPP FRA A/S NORCEM, SLEMMESTAD

Saksbehandler: Siv.ing. Øivind Johansen  
Medarbeidere : Cand.real. Hans Kristiansen  
Cand.real. Knut Kvalvågnæs  
Ing. Erik Ravdal  
Oppdrag mottatt 31/10-1972  
Rapport avsluttet 13/12-1972

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1. INNLEDNING	3
2. OPPLEGG OG GJENNOMFØRING	4
3. BIOLOGIEN PÅ SLAMFYLLINGEN (Skrevet av cand.real. Knut Kvalvågnes)	6
4. KJEMISK ANALYSE AV BUNNSEDIMENTER (Skrevet av cand.real. Hans Kristiansen)	8
5. KONKLUSJON	9

## 1. INNLEDNING

I brev, datert 31/10-1972, fra NORCEM avdeling Slemmestad, ble Norsk institutt for vannforskning (NIVA) anmodet om å utføre en dykkerundersøkelse utenfor sementfabrikkens støvutslipp i Oslofjorden ved Slemmestad. Oppdragsgivers ønske med undersøkelsen var å få mere kjennskap til støvets utbredelse på bunnen og dets innflytelse på bunnfaunaen. Forholdet i dag er at fabrikken slipper ut mellom 50 - 200 tonn støv pr. døgn i sjøen. Dette gjøres delvis via en 3" pumpeledning med utslipp 2 m over sjønivå og der støvet på forhånd er oppblandet med sjøvann og delvis via tankbil som blåser støvet i tørr form ned i sjøen. Den store variasjonen i støvmengden skyldes hvorvidt man har driftvansker eller ikke med ovnene.

Forhistorien til denne undersøkelse er at oppdragsgiver kontaktet Statens vann- og avløpskontor for å høre hvilke krav det setter til et slikt utslipp. Denne kontakten har resultert i en del møter hvor utslippsproblemet er diskutert, og NIVA har vært med i to av disse:

- 4/10-1972 ved NIVA etter initiativ fra firmaet Chr. F. Grøner A/S.
- 30/10-1972 ved Slemmestad. I forbindelse med dette møtet arrangerte oppdragsgiver befaring med båt i utslippsområdet.

## 2. OPPLEGG OG GJENNOMFØRING

Dykkerundersøkelsen ble gjennomført den 28/11-1972. Planen var at dykkere skulle svømme langs 5, 10, 15, 20 og 25 m bunnkoten forbi utslippet og til grensene for slamutbredelsen.

Denne planen ble til å begynne med fulgt ved at dykker startet ca. 50 m syd for trebryggen, eller ca. 170 m syd for utslippet, for derfra å svømme nordover mot utslippet. Så langt syd er det plante- og dyreliv på grunt vann ned til ca. 4 m dyp, selv om det også i dette området er tydelig bunnfelt slam fra utslippet. Dypere enn 5 m dekker slammet alt, og plante- eller dyreliv finnes ikke - se forøvrig biologisk rapport.

20 m nord for trebryggen er det ikke lenger liv selv på grunt vann, og slamteppet syntes bunnløst. Det viste seg praktisk å svømme på 3-4 m dyp videre nordover fordi her var sikten best - ca. 1 m.

Dypere var konsentrasjon av støv i vannet vesentlig høyere og sikten praktisk talt null. Suspensjonen av støv og vann har tydeligvis større egenvekt enn sjøvannet som finnes i de øverste 3-4 m. Øst-nord-øst for odden, eller ca. 100 m nord for utslippet er påvirkningen mindre igjen, og dykker observerte blåretang og sjøstjerner ned til 4-5 m dyp. Dypere er alt dekket av slam også her.

Det ble så forsøkt å følge 10 m koten sydover mot utslippet. På høyde med odden var det på 10 m dyp mulig å se bunnen som er dekt med slam og helt død. 20-30 m lenger syd ble sikten null, og det var vanskelig å holde kontakt med bunnen. Det ble funnet utilrådelig å fortsette slik.

Arbeidsopplegget ble så forandret fra det planlagte, og dykker gikk rett ned i forskjellige punkter istedet for å forsøke svømme langs bunn.

Det ble dykket til 15 m dyp ut for odden, til 18 m dyp ut for utslippet og til 23 m dyp ut for trebryggen.

I alle disse dykkene nær utslippet fant man de samme forholdene, d.v.s. relativt bra sikt til 4 m dyp, deretter gradvis dårligere sikt ned til 10-12 m dyp. Derfra og til bunns vardet så godt som mørkt. Bunnen er helt dekket med slam som har mere enn en arm-lengde tykkelse.

Vi avsluttet undersøkelsen ved å reise ut ca. 400 m rett øst for utslippet ca. 50 m vest for stake og lot dykker undersøke bunnen her på 40 m dyp. Det henvises her til avsnittet om biologi. Det ble tatt i alt 4 bunnprøver som er analysert på NIVA's laboratorium. Resultatet av dette er satt opp i avsnittet om kjemisk analyse av bunnsedimenter.

### 3. BIOLOGIEN PÅ SLAMFYLLINGEN

Utenfor bryggen er det en del plante- og dyreliv på grunt vann, hvor bølgeslag gjør at sedimenteringshastigheten enten blir svært liten, eller at det overhodet ikke forekommer noen sedimentering.

Fra 20 - 30 cm under vannlinjen finnes en tett assosiasjon med vanlig blåretang, *Fucus vesiculosus*, som går ned til ca. 50 - 60 cm, hvor den må vike plassen for en tett bestand av små blåskjell, antakelig ca. ½ år gamle. Fra ca. 1 meters dyp er det slutt på blåskjellene, og slammet begynner å dekke bunnen.

På 2 meters dyp ble det observert en liten standkrabbe, *Carcinus maenas*, som krøp ut av slammet. Videre nedover er det ikke antydning til hverken dyr eller planter. Det finnes intet annet enn løst, bløtt slam.

Observasjoner fra de andre dykkerne viser at det ikke finnes liv fra 5 m og nedover til 23 m. Dette skyldes tydeligvis en stadig tilførsel av nytt slam slik at eventuelt liv på stedet er blitt regelrett slammet ned og kvalt. Området virker som en steril undervannsrørken.

Ved et dykk 400 m øst for utslippet i et område på 40 m dyp viste det seg at også der er det svært mye slam, men dyrelivet er forbausende rikt og kan ikke sies å stå noe særlig tilbake for forholdene andre steder like langt inne i fjorden og på samme dyp.

Det finnes flere polychaetrør, med en anslått tetthet av 1 - 2 pr. m<sup>2</sup>. Mudderet er veldig bløtt, men ikke fullt så løst som nærmere land. Det ble observert flere rørboende sjøanemoner, *Cerianthus lloydi*. På en blikkplate finnes sjøanemonen *Protanthea simplex* og sjøpungen *Ciona intestinalis*, begge deler dyr typiske for den dybden de sitter på, selv om *Ciona* også gjerne går grunnere i beskyttede områder. Men det er intet som tyder på abnormale forhold med derav følgende submergens eller emergens.

På 36 m finnes store mengder av små syvstripete kamskjell, *Pseudomyssium septemradiatum*. Bunnen virker noe fastere, og her finnes også flere *Strongylocentrotus droebachiensis* (Drøbakkråkebollen) og enkelte *Asterias rubens* (vanlig korstroll).

På en loddrett fjellvegg finnes *Sabella* sp. (rørmark), *Protanthea simplex*, *Pagurus bernhardus* (eremittkreps), *Pomatoceros triqueter* (trekantmark), *Crania anomala* (brachiopode), *Dendrodoa grossularia* (sjøpung), alt sammen mer eller mindre dekket av slam i et tynt lag.

På 32 m er det flere *Asterias rubens* og *Pseudomyssium septemradiatum*.

En *Alcyonium digitatum* sitter forankret til skallet av en død *Strongylocentrotus droebachiensis* på 38 m. Det er et relativt rikt dyreliv på stedet, med en stor individtetthet, men med en liten artsrikdom.

#### 4. KJEMISK ANALYSE AV BUNNSSEDIMENTER

Støvet som A/S Norcem, Slemmestad, slipper ut, består i det vesentlige av oksyder, silikater og karbonater av alkali- og jordalkalimetaller, jern og aluminium. Oksydene av alkali- og jordalkalimetallene er løselig i vann og vil forårsake en heving av vannets pH-verdi. pH-hevingen vil forstyrre likevekten av oppløste ioner i sjøvannet og forårsake utfellinger. Magnesium vil felle ut i form av hydroksyd ved pH ca. 9,2 og kalsium i form av karbonat ved pH ca. 10. Etter hvert som slammet fortynnes med sjøvann, og pH-verdien avtar, vil magnesiumhydroksyd først oppløses og deretter kalsiumkarbonat. Natrium- og kaliumoksyd er lett løselige og vil utløses av støvet uavhengig av vannets pH-verdi.

Når støvet sedimenterer på bunnen, vil natrium- og kaliumforbindelsene være utløst. Kalsium- og magnesiuminnholdet i slammet på bunnen vil være avhengig av tiden fra støvet ble dumpet til det har avsatt seg på bunnen.

Kalsium- og magnesiuminnholdet i bunnslammet skulle stort sett avta med avstanden fra utslippsstedet.

Fire prøver av slam fra bunnen ble analysert. Prøvene ble tatt slik:

Prøve 1 utenfor trebrygge dyp 23 m

"	2	"	odden	"	15 m	pH i vannet	9,5
"	3	"	trebrygge	"	20 m	pH " "	8,4
"	4	400 m øst for	utslipp	"	40 m	pH " "	8,2

	1	2	3	4
Innveid tørrret	1,6174 g	2,0040 g	3,6787 g	1,8691 g
Glødet 600 °C	1,4622 "	1,8380 "	3,4252 "	1,7032 "
Glødetap	0,1552 "	0,1660 "	0,2535 "	0,1659 "
Glødet 900 °C	1,1127 "	1,4025 "	2,5252 "	1,2912 "
Glødetap	0,3495 "	0,4355 "	0,9000 "	0,4120 "
"- %	21,6	21,8	24,5	22,1
Uløselig i syre	0,2542 g	0,1801 g	0,3851 g	0,1313 g
	22,9 %	12,8 %	15,2 %	10,3 %



I syreuttrekket ble funnet:

		1	2	3	4
Kalsium	Ca	500 mg	400 mg	1000 mg	380 mg
Magnesium	Mg	33 "	45 "	75 "	50 "
Natrium	Na	15 "	20 "	36 "	28 "
Kalium	K	11 "	10 "	26 "	10 "
Jern	Fe	27 "	29 "	60 "	27 "

Prøvene ble innveid våte slik at de funne verdier må korrigeres for innveid sjøvann. Når dette gjøres, finnes følgende prosentvise innhold i slammet:

		1	2	3	4
Kalsium	Ca	44,5	28,5	39,3	29,3
Magnesium	Mg	2,8	4,3	2,8	3,5
Natrium	Na	-	-	-	-
Kalium	K	1,0	0,9	2,3	-
Jern	Fe	2,4	2,1	2,4	2,1

Glødetapet fra 600 til 900 °C kan tas som et mål for karbonatinnholdet. Naturlig slam på sjøbunnen vil ikke kunne inneholde karbonater i form av finfordelte partikler. Finnes karbonater i denne form i bunnsedimentene, må det være tilført kunstig. Glødetapet ved 600 °C kan tas som et mål for innhold av organiske stoffer.

## 8. KONKLUSJON

Stort sett må vi kunne si at den skade som slamfyllingen gjør på omgivelsene, er rent lokal. I et område 100 m sør og nord for utslippet er skadevirkningene på livet i sjøen totale fra overflaten og antakelig ned til 30-40 m dyp, men slammet har ingen giftvirkning, og skaden er rent mekanisk. 4-500 m fra land er det en rik bunnfauna som ikke ser ut til å ha tatt skade av slammet. Noen virkning på fjordens biologi utenom de rent lokale mekaniske skadevirkninger kan fyllingen ikke påvises å ha etter de undersøkelserne vi har gjort, og det kan fra et biologisk synspunkt ikke reises alvorlige innvendinger mot slamfyllingen.