

734

0-45/69

Ny vurdering av molo i Vedavågen, Karmøy

Blindern, 8. desember 1975
Saksbehandler: Siv.ing. Birger Bjerkeng
Instituttstjef: Kjell Baalsrud

INNHOLDSFORTEGNELSE

1. Innledning	1
2. Beskrivelse av området	1
3. NIVA's uttalelse fra 1969	2
3.1. Oppsummering av uttalelsen	2
3.2. Generell vurdering av uttalelsen	3
4. Vurdering av den prosjekterte molo ut fra senere kunnskap	3
4.1. Vannutskiftningen uten molo	3
4.2. Generelt om virkningen av moloen	4
4.3. Vurdering av overgjødslingsproblemer	5
4.3.1 Generelt for terskelfjorder	5
4.3.2 Tilførsler av organisk stoff og plantenæringsstoffer	6
4.3.3 Teoretisk vurdering av Vedavågen	7
4.3.4 Sammenligning av Vedavågen med andre områder	8
4.4. Andre former for forurensninger	12
4.5. Eventuelle tiltak mot forurensninger	12
5. Oppsummering	13
6. Konklusjon	14
Litteraturliste	16

1. INNLEDNING

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) fikk i brev av 25.4.1969 forespørsel fra Statens havnevesen, 2. distrikt ved distriktssjefen, om å vurdere en prosjektert molo i Vedavågen på Karmøy. Man ønsket en uttalelse om vågens muligheter som resipient med den innsnevring av utløpstvernsnittet moloen ville gi. NIVA svarte i brev av 27.6.1969, og konkluderte med at det ville bli stor nok vannutskiftning til å hindre uønskede forurensningsproblemer.

Siden har det vært strid om moloprosjektet, og NIVA's uttalelse er blitt kritisert. Skår velforening har i brev av 23.1.1975 tatt saken opp med Miljøverndepartementet. Den har siden vært til behandling i Kystdirektoratet og Statens havnevesen, og er oversendt NIVA 9.7.1975 fra Kystdirektoratet med spørsmål om en kommentar til de nye uttalelsene i saken.

Moloen har nå vært under bygging i ca ett års tid, total byggeperiode anslås til 4-5 år.

2. BESKRIVELSE AV OMRÅDET

Moloen legges innenfor Ytreland, på et sted hvor vågen idag er ca. 200 meter bred og 30 meter dyp. Når moloen er ferdig vil det bare bli en 30 meter bred og 11 meter dyp åpning.

Vågen innenfor molo-traseen er 3-4 km lang, 100-500 meter bred, og med et samlet vannareal på ca. 0,9 km². Største dyp er ca. 40 meter. Hvis arealet avtar lineært med dypet blir det totale volumet $16 \cdot 10^6$ m³, i virkeligheten er det sannsynligvis endel mindre, fordi arealet vanligvis avtar raskere med dypet.

I følge telefonsamtale 20.11.1975 med planavdelingen, Karmøy kommune, mottar Vedavågen innenfor moloen idag urensset avløpsvann fra ca. 2.600 personer. Avløp fra ca. 400 personer slippes ut på 10 meters dyp, resten går til overflaten. Generalplanen for området angir en økning til ca. 3.500 personer frem til 1987.

I 1969 ble utslippene fra boliger oppgitt til 3.400 personer for ekssi-

sterende og planlagt bebyggelse.

Fra kommunen er opplyst at det er lite industri i området. Den viktigste bedriften med utslipp innenfor molotraseen er "Fiskernes tilvirkningslag S/L" som er et fiskemottak med fryseri. Ved telefonisk henvendelse til bedriften 24.11.1975 opplyses at totalt mottatt mengde fisk var 1.600 tonn i 1974, og ca. 1.000 tonn hittil i 1975.

I følge gradteigskart fra Norges geografiske oppmåling (NGO, 1934) kan nedbørfeltet grovt angis til ca. 16 km². Herav er ca. 3 km² jordbruks- og boligarealer, og ca. 13 km² skog og utmark, ifølge kart utgitt av Jorddirektoratet (1969).

Spesifikk ferskvannsavrenning i området er 45-50 l/s km² i følge Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen (NVE, 1958), dvs. gjennomsnittlig ca. 0,7-0,8 m³/s fra hele nedbørfeltet, eller 6-7·10⁴ m³/døgn.

3. NIVA's UTTALELSE FRA 1969

3.1 Oppsummering av uttalelsen

NIVA begrenset seg i 1969 til å se teoretisk på vannutskiftningen gjennom det innsnevrede tverrsnittet. Terskeldypet var dengang oppgitt til 7 meter. Man antok at ferskvannstilrenningen kunne neglisjeres, og at tidevannet ville gi det viktigste bidraget til vannutskiftningen. Gjennomsnittlig forskjell mellom høyvann og lavvann er ca. 40 cm¹⁾, og med liten dempning p.g.a innsnevringen ble det beregnet en transport på 6-7·10⁵ m³/døgn frem og tilbake gjennom moloåpningen. Det ble antatt 50% effektiv utskiftning, dvs. 3-4·10⁵ m³/døgn. Med de utslipp som dengang var oppgitt, ca. 3.400 p.e., og en antatt avløpsvannmengde på 300 l/p.e.døgn, eller ca. 1.000 m³/døgn totalt, fant man en teoretisk fortynning på 300-400 ganger av avløpsvannet i resipientens vannmasser.

Denne fortynningen ble antatt å være tilstrekkelig til å unngå forureningsproblemer i overflaten selv om avløpsvannet bare ble mekanisk rensset.

1) Amplituden er pr. definisjon halvparten, ca. 20 cm. Andre tall som er nevnt refererer til springflo/ebbe, eller skyldes sammenblanding av totalvariasjon med amplitude.

3.2 Generell vurdering av uttalelsen

Den utførte beregning er i og for seg riktig. Antagelsen om 50% effektiv utskiftning er usikker, og det kan komme inn andre utskiftningsmekanismer (estuarin-sirkulasjon, vind etc.) som vil kunne øke utskiftningen ut over det beregnede. Alt i alt er nok beregningen noenlunde dekkende som en nedre grense for størrelsen på vannutskiftningen i overflaten etter at moloen er ferdig.

Uttalelsen som helhet må likevel betraktes med vesentlige forbehold. Det var ikke gjort målinger i området, bortsett fra en enkelt strømmåling, som man ikke kunne trekke noen konklusjoner av. Man vurderte derfor ikke forholdene i vågen uten molo, og således heller ikke hvilke endringer man kunne regne med når utløpet ble innsnevret. Forholdene etter innsnevring synes bare å være vurdert ut fra generell erfaring fra andre områder. Det er imidlertid ikke gjort helt klart hvilke kriterier som er benyttet ved denne vurderingen. Hvilke kvalitetskrav man ønsker å stille til et fjordområde avhenger av områdets opprinnelige tilstand, og hvilke bruksinteresser det skal tjene.

Den konklusjon NIVA trakk i 1969 vil nok kunne være riktig under visse forutsetninger, men det er ikke gjort rede for disse forutsetningene. Konklusjonen fremtrer derfor som sikrere og med større generell gyldighet enn det er grunnlag for.

4. VURDERING AV DEN PROSJEKTERTE MOLO UT FRA SENERE KUNNSKAP

I dag vet man mer både om forurensningsproblemer generelt og om Vedavågen spesielt enn man gjorde i 1969. Ut fra denne nye kunnskap skal vi prøve å beskrive nærmere hvilke forhold man kan vente seg i Vedavågen etter at moloen er bygget.

4.1 Vannutskiftningen uten molo

Fra Vassdrags- og havnelaboratoriet (VHL) ved Norges tekniske høyskole

foreligger resultater av månedlige målinger av hydrografi og strøm i Vedavågen, fra desember 1974 til april 1975 (VHL 1975, 1 og 2). Målinger pågår fortsatt i området.

Disse målingene tyder på at Vedavågen i dagens situasjon har meget god kontakt med utenforliggende områder.

Vannmassene var nokså homogene, saliniteten var 30-34‰ og økte bare med 1-3‰ fra overflate til bunn. Strømmålingene viste kraftig lagdelt strøm, godt korrelert med tidevannet. Ved stigende tidevann gikk strømmen i hovedsak innover i de øverste 20 meter, utover under dette dypet, og ved fallende tidevann var de motsatt rettet. Dette tyder på en vertikal svingning av isolinjene for salt, med periode lik tidevannsperioden. Strømmen på 5 meters dyp målt ca. 500 meter utenfor molo-traseen ser ut til å være i hovedsak en cosinus-funksjon av tidevannsfasen, med amplitude ca. 15 cm/s (VHL 1975,2).

Antar vi at måleperioden er representativ, at gjennomsnittlig strøm i det øverste laget er halvparten av målt strøm på 5 meters dyp, og at isolinjene svinger like mye i hele vågen, kan transporten over molotraseen i det øverste laget anslås til ca. $7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ inn ved stigende, ut ved fallende tidevann. Dette er 20 ganger mer enn beregnet total volumendring p.g.a. vannstandsvariasjon, og vi må derfor ha omtrent de samme transporter i nedre lag, men motsatt rettet. Totalt strømmer det da ca. $30 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{døgn}$ inn og ut over molotverrsnittet. Med 50% effektiv utskiftning, og totalt vannvolum innenfor molotverrsnittet mindre enn $16 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, vil vannet i vågen i dag ha en oppholdstid på ca. 1 døgn.

4.2 Generelt om virkningen av moloen

Hvis moloen bygges etter planen vil Vedavågen innenfor moloen endre karakter topografisk fra et åpent område med svært god vann-utskiftning til en mer lukket terskelfjord. En viss vertikal svingning av isolinjene for salt vil fremdeles kunne tenkes ovenfor terskelen, men de resulterende inn/ut-transportene vil sannsynligvis bli vesentlig mindre enn idag, og konsentrert til overflatelaget.

I verste fall vil man stå igjen med enlags tidevannstransport over ters-

kelen, slik NIVA antok i 1969. Ferskvannstilrenningen vil sannsynligvis bety forholdsvis lite for vannutskiftningen i forhold til ren tidevannsutskiftning. Dypvannet vil antagelig fornyes med visse mellomrom av innstrømninger over terskelen, slik det skjer i andre terskelfjorder, men vil i perioder kunne være nokså stagnant.

Utskiftningen vil teoretisk kunne minske til ned mot 2% av hva den er idag. En slik minskning betyr imidlertid ikke at forurensningskonsentrasjonene behøver å bli 50 ganger større enn nå. Forskjellen mellom vannet innenfor og utenfor moloen vil kunne øke opp mot 50 ganger, men er denne forskjellen fra før liten i forhold til bakgrunnsverdiene i områdene utenfor, behøver ikke den absolutte forandring av forholdene innenfor moloen å bli stor. Dette vil kunne slå forskjellig ut for ulike typer forurensninger.

4.3 Vurdering av overgjødslingsproblemer

4.3.1 Generelt for terskelfjorder

Det vanligste forurensningsproblemet i terskelfjorder er for stor primær- og sekundær belastning med organisk stoff. Både naturlig avrenning og husholdningskloakkvann inneholder bl.a. organisk stoff og plantenæringsstoffer. Industriutslipp kan også bidra med slike tilførsler. Spesielt viktige for å regulere produksjon av planteplankton i resipienten er fosfor- og nitrogenforbindelser. Innholdet av plante-næringsstoffer i kommunalt avløpsvann kan gi en planteplanktonproduksjon i resipienten vår og sommer som er opptil 5-10 ganger større enn de mengder organisk stoff som finnes i avløpsvannet.

Utslipp til fjordområder med begrenset vannutskiftning vil føre til høyere konsentrasjoner av plantenæringsstoffer, og dermed større produksjon av organisk materiale enn i områdene utenfor. Hvis tilførslene er store i forhold til vannutskiftningen kan en få grumset overflatevann p.g.a. planteplankton, problemer med algebegroing av strender, båter og tauverk, og råtten lukt i strandsonen på grunn av nedbrytning av algemateriale.

For en terskelfjord er likevel virkningen på dypvannmassene mer kritisk. En del organisk materiale synker ned i dypet og nedbrytes der under for-

bruk av fritt, molekylært oksygen. Vannmassene på dypet har ofte dårlig utveksling med det oksygenrike overflatelaget på grunn av forskjell i tetthet,¹⁾ og terskelen avstenger dypvannet horisontalt. Oksygenkonsentrasjonene vil derfor lett kunne synke under den grensen hvor fisk kan eksistere, i periodene mellom dypvannsinnstrømmingene over terskelen.

I ekstreme tilfeller kan man få brukt opp alt fritt oksygen. Da skjer nedbrytningen ved andre prosesser, det utvikles giftig hydrogensulfidgass (H_2S), og vannmassene blir råtne og uten høyere livsformer. Hvis terskelen er svært grunn kan man få slike forhold også uten sivilisatorisk påvirkning, bare på grunn av naturlige tilførsler.

Hvordan forholdene vil bli i Vedavågen etter at moloen er bygget, er det vanskelig å si noe bestemt om uten mer data. Vi skal likevel prøve å antyde hva som er sannsynlig ut fra hva man vet generelt om disse problemene, og ut fra en sammenligning med andre undersøkte terskelfjorder.

4.3.2 Tilførsler av organisk stoff og plantenæringsstoffer

Ifølge NIVA (1974) kan følgende tall brukes for tilførsler av nitrogen (N), fosfor (P) og lett nedbrytbart organisk stoff målt som biologisk oksygenforbruk (BOF).

	N	P	BOF
Husholdningskloakk	12gN/p.e.døgn	3gP/p.e.døgn	60gBOF ₅ /døgn 75gBOF ₇ /døgn
Jordbruk, inkl.en-silering, halmluting	7kgN/km ² døgn	0,35kgP/km ² døgn	20kgBOF ₇ /km ² døgn
Skog og utmark	0,6kgN/km ² døgn	0,0165kgP/km ² døgn	-

1 p.e. = 1 personekvivalent

BOF₅ = oksygenforbruk første 5 døgn

BOF₇ = oksygenforbruk første 7 døgn

Tallene for jordbruk er ikke gitt direkte av NIVA (1974) men anslått ut fra de tall som fremkommer for de tre fjordene som blir behandlet i rapporten.

1) Tetthetsforskjellen mellom overflatelag og dypvann vil ganske sikkert øke i Vedavågen når vannutskiftningen synker.

Det er vanskelig å skaffe tallgrunnlag for å anslå hva industrien, dvs. fiskemottaket, kan bidra med. NIVA (1974) har angitt utslipp pr. tonn produsert vare til 2,5kg BOF₅, 0,4 kg N, 0,04 kg P for videre fiskeforedling. Mottaket, med rensing og frysing, vil vel gi andre tall, men vi bruker de angitte tallene, med sterke forbehold.

For Vedavågen kan vi da anslå følgende tilførsler:

		N	P	Org.stoff BOF ₅
Boliger	2.600-3.500p.e	30-40kg/døgn	8-10kg/døgn	160-210kg/døgn
Jordbruk	3 km ²	20 "	1 "	50 "
Skog og utmark	13 km ²	8 "	0,2 "	- "
Industri	1.500 tonn/år	(2) "	(0,2) "	(10) "
<u>Totaltilførsler</u>		60-70 "	9-11 "	220-270 "
Omregnet til p.e.:		5.000-5.800	3.000-3.700	3.700-4.500

Vi ser at boliger synes å bety mest, og være helt dominerende med hensyn til fosfor. For organisk stoff, og spesielt nitrogen, er det også vesentlige utslipp fra jordbruk, skog og utmark. Fiskemottaket synes å bety lite, utslippene herfra må være svært mye større enn angitt hvis de skal gi noe nevneverdig bidrag til de totale tilførslene.

Det presiseres at alle tall bare er omtrentlige, og at de tildels har store usikkerheter. Den geografiske fordeling av utslippene er ikke undersøkt, og de enkelte kildene kan derfor tenkes å ha lokal betydning rundt utslippsstedene ut over det som fremgår av tallene ovenfor.

4.3.3 Teoretisk vurdering av Vedavågen

Vi skal se teoretisk på hvor mye algeveksten kan øke, og konsentrerer oss da om fosfor, som er ansett som en viktig begrensende faktor for algeveksten.

Vanlige total-konsentrasjoner av fosfor i overflaten om sommeren i åpne og upåvirkede områder er ca. 5 mikrogram fosfor/liter (µgP/l). De tota-

le fosfortilførslene er anslått til ca. 9 kgP/døgn for Vedavågen. Vannutskiftningen idag, ca. $15 \cdot 10^6$ m³/døgn, vil kunne transportere ut disse tilførslene ved en konsentrasjon i vågen som i gjennomsnitt er ca. 0,6µgP/l høyere enn utenfor. Det vil si at Vedavågen er nokså upåvirket idag.

Hvis vannutskiftningen synker til $3-4 \cdot 10^5$ m³/døgn må total-fosforkonsentrasjonene i overflaten stige med 20-30µgP/l hvis all fosfortilførsel fremdeles skal transporteres ut i overflaten. I virkeligheten vil økningen bli mindre om sommeren, fordi nedsynkning av døde alger da transporterer fosfor vekk fra overflatelaget. Dette fosforet akkumuleres i dypvannet, og blir dels resirkulert til overflatelaget, dels transportert ut ved dypvannsutskiftninger. Selv om vi antar at økningen bare blir 50% av det beregnede, vil total-fosforkonsentrasjonen øke til 3-4 ganger det man har i dag.

Vekstforsøk er gjort av NIVA (1972) med tilsetning av råkloakk-vann til vann fra Færder utenfor Oslofjorden. En tilsetning på 0,1% kloakkvann økte algeveksten til 1,5 ganger hva den var uten kloakktilsetning, tilsetning på 1% økte algeveksten ca. 30 ganger. Hvis fortynningen i Vedavågen blir 300-400 ganger, skulle det ifølge disse forsøkene tilsvare en algevekstøkning til rundt 3 ganger dagens nivå. Resultatene kan ikke direkte overføres til en resipient med beiting ved dyreplankton og sirkulasjon av vannmasser og næringssalter, men antyder nok likevel størrelsesorden for det utslag man kan vente.

En tredobling av totalfosforkonsentrasjonene fra 5 til 15 µgP/l vil endre overflatevannets karakter, men det vil ikke bli direkte dårlig. Oslofjorden viser langt høyere verdier i de dårligste områdene. Den beregnede økningen er imidlertid bare grovt teoretisk anslått, og verdien er svært usikker. Den er dessuten bare et gjennomsnitt, forholdene kan bli dårligere i gruntvannsområder og lokalt rundt kloakkutslipp til overflaten.

4.3.4 Sammenligning av Vedavågen med andre områder

For å se mer konkret på hvilken virkning moloen kan ha skal vi gjøre en mer direkte sammenligning med andre terskelfjorder.

Nordåsvatnet 7 km sør for Bergen er en avstengt terskelfjord med sterk forurensningspåvirkning. Området har vært mye undersøkt, i de senere år spesielt i hovedfagsarbeider i biologi ved universitetet i Bergen. Litteraturliste finnes i NIVA (1975).

Oslofjorden har også vært mye undersøkt, hovedsakelig av Oslo universitet og NIVA. Noen av NIVA's undersøkelser er nevnt i litteraturlisten, se NIVA (Oslofjorden). Fjorden er nokså sterkt forurenset.

Hafrsfjord ved Stavanger er ikke undersøkt så grundig. Topografi og tilførsler er gitt av NIVA (1966) og NIVA (1974), dessuten er fastsittende alger undersøkt av Bokn (1972). Området er mindre belastet enn de to foregående, men viser tegn til overbelastning av forurensninger.

Noen terskelfjorder i Nord-Rogaland med mindre, men varierende forurensningsgrad er undersøkt av NIVA (1973). Det gjelder Grinde-Skjolda-fjorden, Viksefjord og Førlandsfjorden.

I tabellen på neste side er det gitt en generell karakteristikk av disse fjordene, sammen med endel data om topografi, vannutskiftning, kloakktilførsler og forurensningstilstand. Data for Vedavågen med planlagt molo er tatt med for sammenligning.

Som mål på vannutskiftningen er brukt tidevannsvolum, dvs. at andre utskiftningsmekanismer (vind, ferskvann, lufttrykk) er neglisjert. Kloakktilførslene er angitt i p.e., og omfatter bare delvis naturlig avrenning, jordbruk og industri. De er dels basert på vannmengde, og dels på fosfor. Forskjeller i rensegrad er ikke tatt hensyn til, og tallene er derfor ikke helt sammenlignbare for alle fjorder, men skulle gi et grovt jevnføringsgrunnlag. Som mål for vannkvalitet i overflaten er brukt siktedyp, dvs. det største dyp hvor en hvit skive med diameter 30 cm er synlig fra overflaten. Dette er et grovt mål på farge- og partikkelinnholdet i vannmassene, og kan variere sterkt i tid for samme område. De oppgitte verdier kan derfor være usikre.

Til tross for alle disse usikkerhetene ser man av tabellen at det er en

Fjord-område	Areal $10^6 m^2$	Største dyp m	Terskel-dyp m	Strømtverran-Areal	Kloakk-tilførsler i p.e.	Tidevanns-forskjell m	Tidevanns-volum $10^6 m^3$	Kloakk-Tidevann	Siktedypp sommer	Generell karakteristikk av forurensningstilstand.
Nordås-vatnet	4,7	84	4	$2 \cdot 10^{-5}$	50.000 (befolkning + industri, antagelig beregnet som vannmengde)	0,25	1,2	$\frac{p.e.}{10^3 m^3}$ 40	2?	Meget sterkt påvirket. I overflaten sterk algevekst, begroing, grønnske, luktoplager. Råtne og livløse vannmasser med H ₂ S vanlig under 15 m dyp i hovedbassenget. I stor grad ødelagt som rekreasjonsområde.
Indre Oslofjord	190	160	20	$1.5 \cdot 10^{-4}$	1.000.000 (befolkning + industri, beregnet som vannmengde)	0,3	57	18	3-4	Sterkt påvirket. Grunnet overflaten vann p.g.a. algevekst, grønnske og luktoplager i enkelte områder Oksygenvikt i dypvannet, under 30-40 m, men H ₂ S-utvikling bare i Bunnefjorden på store dyp. Markert forringet som rekreasjonsområde.
Hafsfjord innenfor grunneste terskel	13	60	4	$1.5 \cdot 10^{-3}$	30.000 (totalt, beregnet som fosfor)	0,3	3,9	7,7	(5)? Få målinger	Tydlig påvirket, tegn til overgjødning av overflatevannet, med færre arter og større vekst. Indre grunnvannsområder beveget med grønnske. Begynnende tegn til forringelse som rekreasjonsområde.
Grinde-Skjoldafjorden	26	109	2	$1.5 \cdot 10^{-5}$	4.000 (befolkning)	0,05	1,3	3	(6)? Få målinger	Ingen tydelig forurensningspåvirkning i overflaten. Dypvannet er oksygenfritt under 15-30 m dyp p.g.a. terskelen, men det skyldes antagelig naturlige tilførsler.
Viksefjord	2,3	46	1,5	$1 \cdot 10^{-5}$	1.100 (befolkning)	0,4	0,9	1,2	(6)? Få målinger	Ingen tydelig forurensningspåvirkning i overflaten. Dypvannet er oksygenfritt under 20-25 m dyp p.g.a. terskelen, det skyldes antagelig naturlige tilførsler.
Førlandsfjord	7	37	10	$7 \cdot 10^{-4}$	1.000 (befolkning)	0,3	2,1	0,5	(10)? Få målinger	Ingen tegn til forurensninger i overflaten. Tilfredsstillende forhold de øverste 10-15 meter. Periodevis kritiske oksygenventer i dypvannet, men ingen H ₂ S-utvikling.
Vedavågen med molo	0,9	40	11	$3,7 \cdot 10^{-4}$	3.000 (totalt, beregnet som fosfor)	0,4	0,36	8,3	?	?

klar sammenheng mellom oppgitt kloakktilførsel pr. tidevannsvolum ¹⁾ og vann-kvaliteten i overflaten (kolonne 8,9 og 10). Det ser ut til at topografiske forskjeller og eventuelle ulikheter m.h.t. tilførsler og vannutskiftning ellers bare i mindre grad innvirker på vannkvaliteten i overflaten. Kolonne 8 i tabellen antyder at Vedavågen, med molo som planlagt, vil bli noe hardere belastet enn Hafrsfjord, men klart mindre enn Indre Oslofjord. Både for Vedavågen og Hafrsfjord refererer person-ekvivalenttallet til fosfor-utslippene. Ut fra den beskrivelse som er gitt av fjordene kan man anta at Vedavågen med den planlagte moloen vil bli et tydelig påvirket område. Sannsynligvis vil påvirkningen primært komme til uttrykk ved økt vekst av alger og andre begroingsorganismer langs land, på båter, fangstredskaper etc. Muligens vil man også få endringer i de mange organismesamfunn, først og fremst i samfunn av fastsittende alger, men de kvalitative forandringer vil neppe bli iøynefallende. I spesielt avstengte eller grunne deler av vågen, eller lokalt rundt kloakkutslipp til overflaten, vil en imidlertid kunne få ulemper, det gjelder spesielt dersom en allerede idag har tendenser til slike ulemper. I hoveddelen av vågen vil vannmassene stort sett ha et naturlig preg, og vannkvaliteten vil fortsatt kunne bli fullt brukbar. Forholdene vil antagelig ligne mye på det en finner i Hafrsfjord, men en bedre kartlegging av tilførsler fra jordbruk, industri og naturlig avrenning er nødvendig for å kunne si dette mer sikkert.

For dypvannet ser det ut til at forholdene er like mye bestemt av topografien som av kloakbelastningen. Grinde-Skjoldafjorden og Viksefjord, som har svært grunne terskler, har større oksygenvikt enn den mye harderebelastede Indre Oslofjord.

Vedavågen vil få relativt dyp terskel i forhold til de andre fjordene, og derfor relativt god utskiftning av dypvannet. Selv Førlandsfjorden, som ligner Vedavågen topografisk, har imidlertid kritiske oksygenverdier i perioder, selv om kloakktilførslene er lave. Man må derfor vente at dypvannet i Vedavågen vil få oksygenvikt, med negative konsekvenser for dyre- og planteliv. Noen H₂S-utvikling behøver det ikke å bli, og virkningene av avstengningen på oksygenet vil neppe merkes høyere opp enn 15-20 meters dyp.

1) Dette er bare et forholdstall for sammenligning av fjordområdene innbyrdes, og kan ikke brukes til å beregne konsentrasjoner.

En økning av forurensningstilførslene utover dagens nivå vil kunne gi problemer også i hovedvannmassene. Hvis utslippsmengdene økes vesentlig uten at rens tiltak settes i verk, vil Vedavågen få en kloakktilførsel pr. tidevannsvolum som kan nærme seg nivået i Indre Oslofjord. Med den planlagte moloen vil vannkvaliteten da kunne bli klart utilfredsstillende også for hovedvannmassene, hvis de skal tjene f. eks. rekreasjonsformål.

4.4 Andre former for forurensning

Det er dårlig grunnlag for å vurdere andre former for forurensning, som f.eks. oljesøl og forsøpling av overflaten. Generelt kan man si at eventuelle forurensninger som allerede idag gir merkbare forskjeller mellom vannet i vågen og vannet utenfor, eller mellom forskjellige deler av vågen, kan øke sterk p.g.a. den planlagte moloen, mye mer enn det vi er kommet frem til for algeveksten. I brevet fra Statens havnevesen av 25.4.1969 antydes "at det bortsett fra litt overflateforurensning ansees å være rent vann i vågen". Hva slags forurensning det dreier seg om er ikke oppgitt, men siden den er merkbar nå, kan den komme til å øke sterkt som følge av moloen. Dette bør vurderes nærmere.

4.5 Eventuelle tiltak mot forurensninger

Hvis man vil unngå de endringer av forholdene som er antydnet, og muligjøre en videre utbygging på land uten at kvaliteten av hovedvannmassene i Vedavågen blir nedsatt, har man hovedsakelig valget mellom to løsninger:

1. Bygge moloen med åpning helt ned. Utskiftningen vil fremdeles kunne dempes noe på grunn av innsnevringen, men det kvalitative bildet blir det samme som idag. Man vil antagelig stort sett unngå forurensning, og høygradige rens tekniske tiltak vil ikke være så påkrevet, selv med vesentlig videre utbygging. Dempningen av utskiftningen bør for sikkerhets skyld studeres nøyer.
2. Tiltak på utslippssiden:
 - a) Samle kloakkvannet i diffusorutslipp på f.eks. 10 meters dyp, for

å få god initialfortynning og hindre forurensningsplager lokalt rundt utslippene. Dette vil gi en jevnere vannkvalitet, men bedrer ikke forholdene i hovedvannmassene i vågen.

b) Rense kloakken kjemisk.

Det vil nedsette tilførslene av fosfor til 10-20% av dagens nivå, avhengig av valgt metode. Tilførslene pr. tidevannsvolum blir da som for Viksefjord eller Førlandsfjord, som er uten tydelig forurensningsvirkning i overflaten. Også en vesentlig økning av antall personekvivalenter skulle da kunne tåles uten at forurensningene blir merkbare. Kritiske oksygenverdier i dypvannet vil man fremdeles kunne få.

c) Som alternativ til punkt b) kan man sende kloakken til utslipp et stykke utenfor moloen, hvor vannutskiftningen fremdeles vil være svært god.

Den første løsningen vil virke for alle typer forurensninger. Velges løsning nr. 2 må man eventuelt sette i verk spesielle tiltak hvis det blir nødvendig å bekjempe andre former for forurensning, som oljesøl og forsøpling.

5. OPPSUMMERING

Vedavågen har idag svært god vannutskiftning på alle dyp, med oppholdstider rundt 1 døgn, og må antas å være stort sett upåvirket av forurensninger.

Med den planlagte moloen vil Vedavågen få en utskiftning mer lik den en finner i naturlige terskelfjorder. Total vannutskiftning kan teoretisk synke til ned mot 2% av hva den er idag, og dypvannet vil i perioder kunne bli stagnerende.

Dagens tilførsler av plantenæringsstoffer i kloakken vil kunne gi tydelig overflatepåvirkning, med øket algevekst og muligens også endringer i organismesamfunnene, spesielt i strandsonen. Hovedvannmassene vil fremdeles ha et naturlig preg, med brukbar kvalitet, og så langt kan instituttets konklusjon fra 1969 sies å være holdbar.

Imidlertid kan man få problemer med begroing og dårlig vann i grunne avstengte områder, og lokalt rundt større kloakkslipp. For å hindre det må kloakkslippene saneres, og samles i diffusorutslipp på f.eks. 10 meters dyp.

Ønsker man å hindre økt overflatepåvirkning i hovedvannmassene må utslippene enten renses kjemisk eller ledes ut et stykke utenfor moloen. Dette er også nødvendig hvis man skal kunne øke antall personekvivalenter vesentlig ved utbygging av boligfelt eller industri uten at vannkvaliteten blir nedsatt også i hovedvannmassene.

I dypvannet vil man kunne få oksygenvikt hvis ingen tiltak gjennomføres, men antagelig ikke utvikling av hydrogensulfid i vannmassene. Selv med kjemisk rensing eller bortledning av kloakken vil man kunne få kritiske oksygenverdier i dyplagene, men det vil neppe få konsekvenser for vågen som helhet.

Andre former for forurensning vil kunne øke sterkt på grunn av terskelen dersom de er merkbare alt i dag, men vi har for lite opplysninger til å kunne vurdere dette nærmere.

Bygges moloen uten terskel, vil vannutskiftningen dempes noe, men man vil sannsynligvis ikke få økte forurensningsproblemer. Høygradig rensing av avløpsvann blir da neppe nødvendig, selv ved videre utbygging i området.

En alternativ plassering av moloen lenger ut, noe som har vært diskutert, ville ikke ha hjulpet, men bare ført til at et større område ble berørt.

6. KONKLUSJON

Det synes altså klart at Vedavågen vil gjennomgå visse endringer dersom moloen bygges som planlagt. Hva man kan akseptere av endringer, og hva slags mottiltak som eventuelt bør settes i verk, vil avhenge av hvilke bruksinteresser Vedavågen skal tjene i fremtiden. Hvis vågen stort sett skal tjene som båthavn, skulle forholdene bli fullt tilfredsstillende uten at mottiltak gjøres.

For rekreasjonsformål (bading og fiske) vil forholdene i hovedvannmassene antagelig bli fullt brukbare, men en kan få problemer i spesielt avstengte områder og lokalt rundt kloakkvannsutslipp til overflaten. Vil en unngå slike lokale ulemper må kloakkutslippene saneres, og samles i diffusorutslipp under overflaten, med god fortynning, på steder med best mulig vannutskiftning. Dersom antall personekvivalenter i området økes vesentlig, bør en gjennomføre høygradig rensing, eller sende utslippene utenfor moloen, hvis en vil opprettholde en brukbar kvalitet for rekreasjonsformål i hovedvannmassene.

Hvis man ønsker å bevare området mest mulig upåvirket, vil det beste være å bygge moloen uten terskel, sekundært må høygradig rensing eller bortledning av utslipp gjennomføres også for eksisterende kloakkvannsbelastning.

Eventuelt andre forurensningsformer enn de som skyldes husholdningskloakk, f.eks. oljesøl og forsøpling, har vi ikke kunne vurdere, men de kan teoretisk tenkes å få store virkninger og dette bør undersøkes nærmere. Generelt kan man si at en bygging av moloen uten terskel antagelig vil hindre en stor økning også av slike forurensninger.

Det endelige valg av løsning må i siste instans skje ved en total avveining av alle interesser som knytter seg til Vedavågen og til byggingen av moloen.

LITTERATURLISTE

- BOKN, Tor 1972: Den marine benthosalgevegetasjon i et område på Nord-Jæren, Rogaland. Hovedfagsarbeide i marin botanikk, Universitet i Oslo.
- Jorddirektoratet 1969: Produksjonsgrunnlaget for jordbruket, kartblad B 37 vest, "Bokn".
- NGO, 1934: Gradteigskart B37 vest, "Bokn", Norges geografiske oppmåling, 1934.
- NIVA (1972): Oslofjordens eutrofiering belyst med algekulturforsk. Sammendrag av delrapport 10, Oslofjorden og dens forurensningsproblemer, del I. Undersøkelsen 1962-1965. Cand.real. Olav Skulberg.
- NIVA, Oslofjorden: En rekke rapporter under følgende oppdragsnr.:
- 0-201 : Oslofjorden og dens forurensningsproblemer.
 - 0-185/71: Utslipp vestre distrikt, indre Oslofjord.
 - 0-160/71: Undersøkelse av de kjemiske og biologiske forhold i indre Oslofjordovervåkningsprogram.
 - 0-177/70: Kjernekraftverk i Oslofjordområdet.
- NIVA (1973): Undersøkelse av Nord-Rogalandsfjordenes forurensningstilstand. 0-41/70. Saksbehandler: Ing. E. Ravdal.
- NIVA (1974): Resipientundersøkelser i sjøområdene i Stavangerregionen. Rapport 1. Generelle forhold - Forurensningstilførsler. Tidligere undersøkelser. 0-197/71. Saksbehandler: Cand.real. Erik Andreassen.

- NIVA (1975): Vurdering av planlagt veifylling i Nordåsvatnet. O-77/74. Saksbehandler: Siv.ing. B. Bjerkeng.
- NVE, 1958: Hydrologiske undersøkelser i Norge, Oslo 1958, Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen.
- VHL (1975,1): Toktrapporter - hydrofysiske observasjoner ved Karmøy. Tokt 01-06, for tidsrommet 12.11-74 til 18.4-75.
T. McClimans
K. Hæggkvist
Oppdragsnr. 601284.
- VHL (1975,2): Varmekraftverk i Karmøyområdet. Rapport 2. Sammendrag av preliminare fysiske resipientvurderinger ved byggestedsalternativene Kaarstø og Ytraland. Oppdragsnr. 601394.
Datert 18.4.1975.
Prosjektleder: T. Audunson.