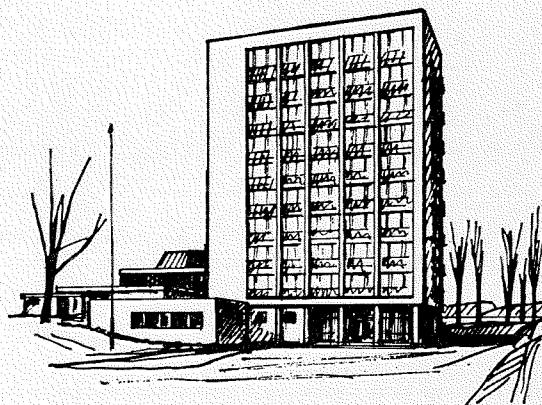


26 NOV. 1973

Fiskeridirektoratet  
Biblioteket

# Fisken og Havet

RAPPORTER OG MELDINGER FRA FISKERIDIREKTORATETS  
HAVFORSKNINGSINSTITUTT BERGEN

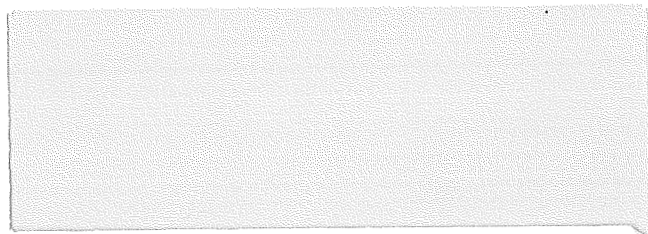


SERIE B NR. 10

1973

RETTELSE

Side 6 skal leses etter side 8.



Begrenset distribusjon  
varierende etter innhold  
(Restricted distribution)

NOEN MARINE RADIOLOGISKE PROBLEMER VED ETABLERING AV  
KJERNEKRAFTVERK VED OSLOFJORDEN

Av

Lars Føyn  
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt  
Boks 2906, 5011 Bergen - Nordnes

Redaktør  
Erling Bratberg

SERIE B NR. 10  
1973

November 1973

2911/73

## FORORD

Fiskeridepartementet er den offentlige myndighet som forvalter lovene og utferdiger reguleringer vedrørende de levende marine ressurser. Under dette departement sorterer Fiskeridirektoratet med dets vitenskapelige institutter og andre faglige avdelinger. Havforskningsinstituttet som en del av direktoratet har i følge formålsparagrafen til oppgave å utforske naturgrunnet for de norske fiskerier, og å gi faglige råd til fiskerimyndighetene. En naturlig oppgave i denne sammenheng er marin miljøforskning og studiet av virkninger den tekniske utvikling og forurensning har på vekst, reproduksjon, næringsgrunnlag og fordeling og kvalitet av de utnyttbare ressurser.

Den radioaktive forurensning av havet og levende organismer ble viet stor oppmerksomhet allerede i 1950-årene - aktualisert av den økende frekvens i atombombeeksperimentene bl. a. i Barentshavet. Undersøkelser over radioaktiv forurensning ble satt igang i våre fiske- og fangstområder fra 1958 og fulgt opp med identifisering av nukleider og akkumulering i matnyttige marine organismer gjennom en 10-års periode. Hensikten var bl. a. her fortløpende informasjon til fiskerimyndighetene for nødvendige reguleringer og aksjoner. Undersøkelsene ble avsluttet i 1968 da fiskens radioaktivitet var kommet ned på et nivå henimot det normale. Som et ledd i det radiologiske problemkomplekset ble også helsemyndighetene regelmessig informert og problematikken diskutert i Statens Råd i Strålehygiene hvor Havforskningsinstituttet er representert ved havforsker Grim Berge.

Ved etablering av kjernekraftverk i Norge med bruk av marine områder som resipient for kjølevann og radioaktive stoffer er det naturlig at fiskerimyndighetene ved Havforskningsinstituttet har engasjert seg i vurderingen av påvirkningene av de levende marine ressurser.

Den følgende rapport er ment som en orientering om radiologiske marine problemer. Ved utformingen av rapporten er det lagt vekt på en stikkordmessig fremstilling, og det er tatt med en liste over utvalgtinformasjonslitteratur om emnet. Som tillegg til denne rapporten foreligger en mer detaljert liste over utvalgt litteratur om radiologiske marine problemer. Listen er utarbeidet av cand. real J. Gjøsæter og kan fåes ved henvendelse til Havforskningsinstituttet.

NOEN MARINE RADIOLOGISKE PROBLEMER VED  
ETABLERING AV KJERNEKRAFTVERK VED OSLOFJORDEN

Internasjonal  
dokumentasjon

Forurensning i det marine miljø av radioaktive elementer blir og er viet stor oppmerksomhet. Det er skrevet lærebøker om problemene og det er avholdt en rekke internasjonale konferanser hvorfra foredragene er publisert. Det foreligger således en meget god dokumentasjon om de forskjellige aspekter ved radioaktiv kontaminering i det marine miljø.

Områdets  
spesifikke  
karakter

Et gitt marint område har sin spesifikke hydrografiske, kjemiske og biologiske karakter, noe som nødvendiggjør spesielle lokalstudier. Denne rapporten er ment som en generell informasjon om marine radiobiologiske problemer samtidig som det er forsøkt pekt på spesielle problemer knyttet til Oslofjorden med nærliggende kystområder.

Kjemiske  
egenskaper

Et kjemisk elements forskjellige isotoper har like kjemiske egenskaper og en organisme skiller som regel ikke mellom radioaktive og ikke radioaktive isotoper av samme grunnstoff. Akkumuleringen av radioisotoper i organismene er derfor avhengig av de samme faktorer som gjelder for stabile isotoper. De radioaktive isotopene skiller seg imidlertid fra de ikke-radioaktive isotopene ved sin stråling og ved at de har en bestemt levetid, en halveringstid som vil være bestemmende for det radioaktive elements virkning i miljøet.

Elementenes  
tilstand

Et elements fordeling i det marine miljø er regulert av fysiske, kjemiske og biologiske prosesser. Elementets egen tilstand om dets forbindelser opptrer i ione-form, i kolloidal-form eller i partikulær-form blir da av vesentlig betydning når det introduseres i en vannmasse.

Ved ekskresjon kan de radioaktive elementene frigjøres til vannmassen å gå inn i produksjonscyklusen på ny.

Nedbrytning  
Sedimentering

Den delen av planteplanktonet som ikke spises vil etterhvert synke ned under den fotiske sonen hvor planktonet dekomponerer eller det synker til bunns hvor det sedimenterer.

Vurdering av  
utslippsdyp

I de aktuelle områder for plassering av kjernekraftverk vil det i den alt vesentlige del av tiden for primærproduksjon eksistere en markert lagdeling i vannmassene til begünstigelse for en sikrere beregning av innlagringsdypet.

Som nevnt foregår primærproduksjonen i det øverste vannlag og avfallsvann med radioaktive isotoper bør forsøkes disponert slik at minst mulig radionukleider akumuleres i levende materiale og da under spranglaget, dersom den kritiske faktor ved kjølevannsutslippet blir de radiologiske problemer.

Isotopfor-  
tynning

Som nevnt følger de radioaktive isotoper og de ikke-radioaktive isotoper samme mønster overfor organismer.

Mengden ikke radioaktive elementer i en vannmasse vil være bestemmende for den isotopfortynning som finner sted og mengden radioaktive elementer som opptaes i en organisme er dermed avhengig av det vektsmessige forhold mellom radioaktiv og ikke-radioaktiv isotop. Når en likevektstilstand mellom

Beregning av  
det radioaktive  
innhold i en  
organisme

opptak og utskillelse er nådd kan innholdet av radioaktivt materiale i en organisme beregnes på grunnlag av konsentrasjonsfaktoren for det enkelte element hos de forskjellige organismer, mengden av det naturlig forekommende element i den aktuelle vannmasse samt utslippsmengden for det aktuelle radioaktive element.

Tabell I viser eksempler fra noen grunnstoffer på den prosentvise fordeling mellom de tre nevnte former. Tabellen stammer fra GREENDALE & BALLOU (1954) som referert av KRUMHOLZ et al. (1957), og er fremkommet ved simulering av en undervanns eksplosjon av en atombombe. Selvom tabellen ikke beskriver forholdene ved en jevn tilførsel av små mengder av elementer, kan den brukes som indikasjon på den fordeling de vil få i sjøvann ved kjølevannsutslipp fra et kjernekraftverk.

Tabell I

Den fysiske tilstand til elementer i sjøvann.

Element		% Ione- form	% Kolloidal- form	% Partikulær- form
Cesium	(Cs)	70	7	23
Jod	(I)	90	8	2
Strontium	(Sr)	87	3	10
Antimon	(Sb)	73	15	12
Tellur	(Te)	45	43	12
Molybden	(Mo)	30	10	60
Rutherfordium	(Ru)	0	5	95
Cerium	(Ce)	2	4	94
Zirkonium	(Zr)	1	3	96
Ytterium	(Y)	0	4	96
Niobium	(Nb)	0	0	100

Adsorpsjon  
Absorpsjon

Det fremgår av tabellen at det er store innenbyrdes forskjeller i elementets tilstand. En nærmere vurdering av de faktorer som påvirker stoffenes tilstandsform vil være nødvendig for forståelsen av fordelingsmønsteret i en bestemt vannmasse, først og fremst



Fordeling i vannmassen	elementenes tilstand har betydning for deres evne til å absorberes eller adsorberes i eller på partikulært materiale. Det kan føre til en forskjellig fordeling i vannmassene som tildels er uavhengig av de fysiske sirkulasjonsprosesser. Stoffer kan fordele seg i hele vannmassen (tredimensjonalt) eller de kan skilles ut og få en todimensjonert fordeling, og dermed en rask sedimentering. I områder med et relativt høyt innhold av partikulært materiale vil slik transport være av vesentlig betydning.
Partikulær belastning i Oslofjorden	I de aktuelle resipienter for utslipp fra et kjerne-kraftverk i Oslofjordområdet har vannmassene en meget stor belastning av partikulært materiale. Dette er først og fremst en følge av høy primærproduksjon i sommerhalvåret, en primærproduksjon som i dette området i alt vesentlig foregår i de øverste 10 m av vannet. Tilstedeværelsen av store mengder organisk materiale har betydning for de tilførte elementers spredningsmønster i vannet og dermed for det eventuelle valg av dyp for et utslipp noe som igjen bestemmer innlagringsdypet. Et utslipp som fører til en innblanding i den øvre del av vannmassen hvor primærproduksjonen finner sted kan muligens gi en lengre oppholdstid for de radioaktive elementene i vannet enn dersom innlagringen finner sted under det primærproduserende vannlag.
Primærproduserende lag	Planktonorganismene utgjør den største mengden partikulært materiale i sjøen, de er små oftest med en meget stor sorbsjonsflate som øker muligheten for fjerning fra vannet av tilførte elementer. Planteplanktonet representerer der første ledd i en næringskjede som kan være lang.
Innlagringsdyp	
Planteplankton	
Resirkulasjon i de øvre vannlag	Den delen av planteplanktonet som spises av høyere-stående organismer vil kunne bidra til at stoffer akkumulert av planteplanktonet kan få en forlenget oppholdstid i vannmassen.

Effekt på  
mennesker

Bestråling fra  
fiskeredskaper

Tilbaketransport og effekt av radioaktive stoffer på mennesker kan skje via matvarer, fisk og skalldyr, og ved kontaminering på fiskeredskaper. Oppholdstiden i sjøen for fiskeredskap som garn og ruser vil være begrenset og dermed også en tidsbegrenset mulighet for radioaktiv kontaminering fra vannet. Ved bruk av fiskeredskaper på bunnen som inneholder radioaktivt materiale som følge av sedimentering vil redskaper kunne bli kontaminert. Ved gjentatt tørking og utsetting vil betydelige akkumuleringer kunne finne sted. Betydningen av dette for den menneskelige helse vil som regel være underordnet, først og fremst fordi det dreier seg om en ytre bestråling og vanligvis i forholdsvis kort tid. Bare fraksjoner av de radioaktive elementene festet til fiskeredskaper kan tenkes å bli inkorporert i mennesker.

Konsentrasjons-  
faktorer

Transporten av radioaktive elementer til mennesker ved konsum av fisk og skalldyr er avhengig av konsentrasjonsfaktoren for det enkelte element i den spesielle organisme og i de forskjellige deler av organismen. Litteraturen inneholder en rekke eksempler på at det finnes forskjellige konsentrasjonsfaktorer for de forskjellige elementer, dyregrupper og deler av dyret. I tabell II som er hentet fra KRUMHOLZ et al. (1957) er vist forskjellen i konsentrasjon mellom skjelettdelen og den "bløte" del av organismen for tre organismegrupper.

Tabell II

Tilnærmete konsentrasjonsfaktorer for forskjellige elementer i medlemmer av den marine biosfære. Konsentrasjonsfaktorene er basert på levende vekts basis. (Etter KRUMHOLZ et al. 1957).

Element	Alger (ikke kalk- former)	Invertebrater		Vertebrater	
		bløtdel	skjelett	bløtdel	skjelett
Na	1	0,5	0	0,7	1
K	25	10	0	5	20
Cs	1	10	-	10	-
Ca	10	10	1000	1	200
Sr	10	10	1000	1	200
Zu	100	5000	1000	1000	30000
Cu	100	5000	5000	1000	1000
Fe	20000	10000	100000	1000	5000
Ni	500	200	200	100	-
Mo	10	100	-	20	-
V	1000	100	-	20	-
Ti	1000	1000	-	40	-
Cr	300	-	-	-	-
P	10000	10000	10000	40000	2000000
S	10	5	1	2	-
I	10000	100	50	10	-

I tabell III er sammenstillet konsentrasjonsfaktorer fra forskjellige kilder. I rubrikk a) er ført verdier fremskaffet av NIVA ved at de høyeste verdiene fra seks forskjellige litteraturkilder er sammenstillet (pers. medl.) Rubrikk b) er hentet fra RICE and WOLFE (1971).

Tabell III  
Konsentrasjonsfaktorer

Element	Alger		Krepsdyr		Bløtdyr		Fisk	
	a	b	a	b	a	b	a	b
H	1	0,9	1	0,97	1	0,95	1	0,97
Be	-	250	-	-	-	-	-	-
Na	1	1	1	0,2	1	0,3	1	0,13
P	10000	10000	20000	20000	10000	6000	40000	37000
Cr	2000	2000	1000	100	1000	400	100	100
Mn	10000	3000	10000	2000	50000	10000	3000	200
Fe	20000	20000	4000	2500	20000	10000	1800	1500
Co	1000	500	10000	500	600	500	500	80
Zu	5000	1000	10000	2000	50000	15000	10000	1000
Sr	100	50	10	2	2	1	1	0,2
Y	300	500	100	100	100	15	30	10
Ag	-	-	-	7	-	10000	-	-
I	10000	5000	100	30	100	50	20	10
Cs	50	15	50	20	50	10	50	10
Ba	100	25	3	-	3	-	3	8
Ce	700	700	100	20	100	400	50	3
W	100	5	10	2	100	20	10	3
Pb	-	700	-	-	-	200	-	-

Som det fremgår av tabell II og III er det betydelige forskjeller på konsentrasjonsfaktorene både mellom skjelett-delen og den "bløte" delen av organismene og mellom de forskjellige organismegrupper. De forskjeller mellom konsentrasjonsfaktorene som finnes mellom de enkelte siterte undersøkelser må tilskrives at konsentrasjonsfaktorene varierer med stedet og med de forskjellige organismesamfunnene. Et riktig grunnlag for en vurdering av konsentreringen av radioaktive elementer i et spesielt marint miljø fremkommer først når konsentrasjonsfaktorene i dette spesielle miljø måles. Som et grunnlag for størrelsesordenen av en konsentrasjonsfaktor vil opplysninger fra litteraturen være fullt tilstrekkelig.

Variasjoner i konsentrasjonsfaktorene.

Verdien av litteraturopplysninger

Den mengde radioaktivt materiale som kan tilføres befolkningen fra en marin resipient er først og fremst avhengig av mengden oppfisket fisk og skalldyr. Distribusjonen av sjøproduktene til konsument er av betydning ved vurderingen av en kritisk befolkningsgruppe.

Distribusjon og fangst av sjøprodukter

Den offisielle fiskeristatistikk gir imidlertid et dårlig grunnlag å vurdere disse forhold etter. Tabell IV gir en oversikt over fordelingen av fangstene på de enkelte ilandbringelsessteder. Mengden ilandbrakt fisk til det enkelte landingssted gir i liten grad opplysning om fangststedet. I et fjordsystem kan fangstene for de pelagiske artene i det vesentligste sees under ett, mens fangstene av den mer stasjonære fisk vil i denne sammenheng måtte bestemmes mer nøyaktig til fangststed.

Fiskeristatistikk

I tillegg til fangstene fra de indre lokaliteter kommer endel fangster av reke og småfisk (torsk o. a.) som selges direkte til forbruker ved kai i Oslo.

Som det fremgår av tabell IV utgjør sild og brisling, som fiskes over hele fjordsystemet, hovedmengden av det oppfiskete kvantum. Det meste av sildefangstene ises og selges fersk innenlands, noe går også til eksport. Salget foregår

Tabell IV

Oversikt over fiskemengde fordelt på det enkelte ilandbringelsessted.

Basert på den offisielle fiskeristatistikk. Gjennomsnittet av de 5-7 siste år frem til 1971

Sted	Totalfangst gj. sn. tonn	Ål		Torsk		Sild		Brisling		Makrell		Reke		Hummer	
		% av total	tonn	% av total	tonn	% av total	tonn	% av total	tonn	% av total	tonn	% av total	tonn	% av total	tonn
Bamble/															
Langesund	695			8,4	58,2	18,6	129,2	7,4	51,2	18,2	126,3	21,5	149,7	0,4	3
Hurum	97,3	6,3	7,3	7,1	8,3	32,2	37,4	35,3	41,0						
Rugge	484,2	1,49	7,2	2,77	13,4	83,2	403	12,47	60,4	0,04	0,2				
Onsøy	691,4	2,31	16	7,38	51	64,07	443	4,37	30,2	2,78	19,2	19,09	132		
Drøbak/Frogn	22,6			8,4	1,9	39,4	8,9	36,7	8,3	19,9	4,5	4	0,9		
Vestby/Son	139,2			2,2	3	48,5	67,5	46,9	65,3	0,9	1,2	0,7	1		

gjennom salgsorganisasjonene Fjordfisk og Skagerakfisk. Brislingen hentes direkte fra låsstedet med frysebåt og brukes i hermetikkindustrien.

Fjordfisk og Skagerakfisk ivaretar det aller meste av fiskeomsetningen i sine respektive områder. Imidlertid leveres det sannsynligvis en vesentlig del torsk og annen bunnfisk direkte til konsument, disse mengdene fremgår ikke av statistikken. Det aller meste av den oppfiskete mengde ål eksporteres fersk til Danmark noe også til Vest-Tyskland.

Som det videre fremgår av tabell IV foregår det meste av rekefisket i de ytre deler av området.

Det er grunn til å anta at sportsfisket representerer en vesentlig del av totalfangsten av bunnfisk som torsk, sei osv. og i noen grad også makrell. RUUD og VERSVIK (1966) forsøkte ved hjelp av spørreskjemaer til alle medlemmer av motorbåtforeninger å få en oversikt over sportsfisket i indre Oslofjord. Resultatet viste et årskvantum på ca. 20 tonn hvorav torsk, hvitting og makrell dominerer i fangstene. Dette var for indre fjord, å anslå tall for de ytre delen er svært vanskelig, men at det vil være høyere er trolig.

Fangst av blåskjell til mat vil muligens spille en rolle i enkelte områder. Kultivering av blåskjell er en mulig næringsvei i enkelte områder og i fig. I har B. Braaten fremstillet en oversikt over nuværende og mulig blåskjell-dyrking i området. Imidlertid kan denne matressurs ikke utnyttes slik den burde, så lenge fjorden er forurenset av kloakk.

Nødvendige undersøkelser etter bestemmelse om plassering av kjerne-kraftverket.

Den offisielle statistikk er lite egnet til å gi tilstrekkelige opplysninger om hva som fiskes hvor fisken fanges og hvor den havner som mat. Dette betyr at når det er tatt bestemmelse om plasseringen av kjerne-kraftverket må det settes igang en systematisk undersøkelse av fiske- og skalldyrforekomster i området.

## Områder for blåskjelldyrkning

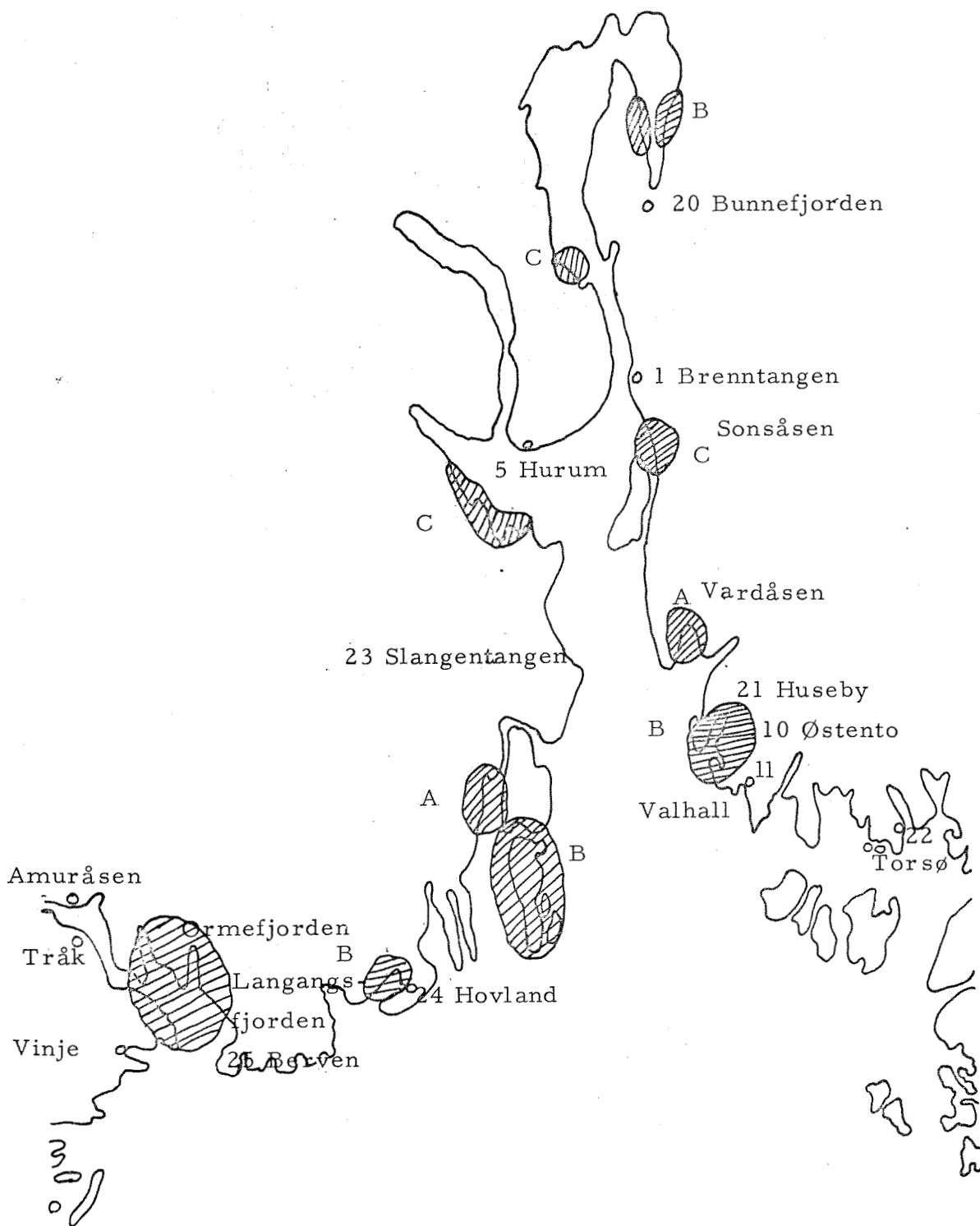


Fig. 1. A - kultivering i gang  
B - potensielle områder for dyrkning  
C - usikre steder



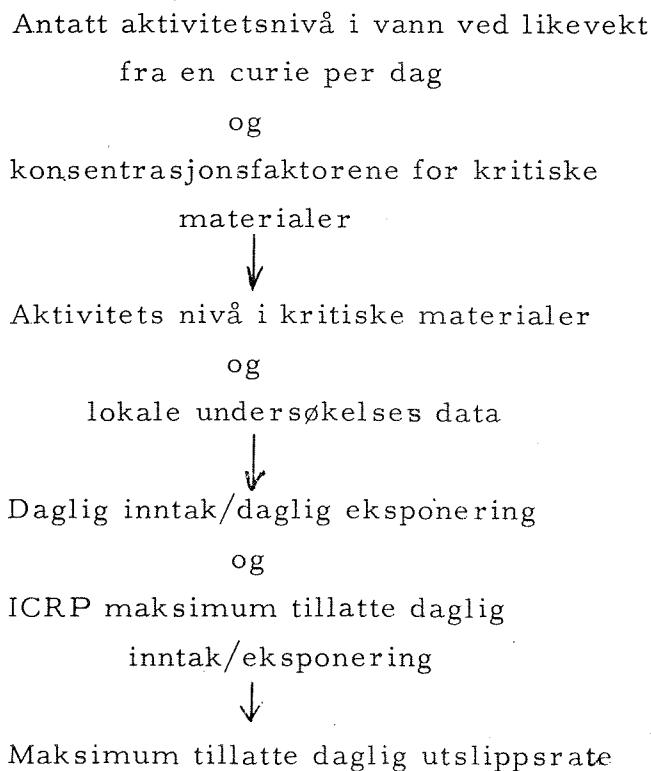
Det er grunn til å tro at ved å konsentrere seg om undersøkelser av,

- 1) ål som lever på bunnen og som i vesentlig grad vil bli influert av sedimentering, og
- 2) torsk som er en utpreget rovfisk høyt i nærings-systemet, og i vesentlig grad stedbundet, samt
- 3) blåskjell som er en filterføder og følgelig eksponert direkte for kontaminering av radioaktive elementer i eller på partikulært materiale og mindre planktoniske organismer,

vil kontrollmålinger i influensområdet for utslippet kunne gi verdifulle opplysninger om spredning og kontaminering og dermed mulig transport til mennesker av radioaktivt materiale.

Med utgangspunkt i ICRP's MPC verdier er det to veier å gå frem for å kontrollere nivået som ikke må overskrides for å unngå potensielle skadelige doser. Den ene metoden er kjent som "the critical pathway approach" mens den andre betegnes som "the specific activity approach".

"The critical pathway approach" er brukt som standardmetode i United Kingdom og kan skjematisk fremstilles på følgende måte (etter PRESTON 1971).



Beregningsmåter for  
utslippskriterier.

Den andre metoden "the specific activity approach" benyttes i USA for å bestemme aksepterte nivåer av radioaktivitet i miljøet. Diskusjonen om hvilken metode som gir best eller rettere sikrest resultat har pågått lenge.

"The specific activity approach" baserer seg på en matematisk modell som inkorporerer den maksimale tillatte belastning av en radioisotop i et kritisk organ (q), vekten (m) av det kritiske organ, konsentrasjonen (c) av det stabile element i det kritiske organ.

Den maksimale tillatte spesifikke aktivitet for den enkelte radioisotop (MPSA) er så tilgjengelig med data fra standard mennesket. Formlen får da følgende form:

$$(MPSA) = \frac{q}{m \times c}$$

MPC for sjøvann  $(MPC)_{sw}$  eller for fisk/sjøprodukter  $(MPC)_{sf}$  fremkommer ved å multiplisere med konsentrasjonen (K) i g/ml av det stabile element i sjøvannet eller i marine organismer. Dette uttrykket får følgende form:

$$(MPC)_{sw} = K \times (MPSA)$$

Som nevnt pågår det en diskusjon om hvilken fremgangsmåte som er den beste.

Ved senere overvåkning vil det være nødvendig å vurdere hvilken metode som er mest praktisk gjennomførbar og hvor de helsemessige aspekter vil være bestemmende for fremgangsmåten.

#### Radioaktiv virkning på marine organismer.

Virkingen av radioaktiv stråling på marine organismer er vanskelig å måle men det er alminnelig antatt at primitive organismer hvorav mange tilhører det marine miljø er mer motstandsdyktig overfor stråling enn høyerestående planter og dyr. Det er allikevel en betydelig innbyrdes variasjon mellom beslektede arter. DONNALDSON har laget et skjema over de marine dyregrupperes følsomhet overfor enkelte stråledoser, basert på de amerikanske

prøveeksperimenter i Stillehavet gjennom en rekke år.

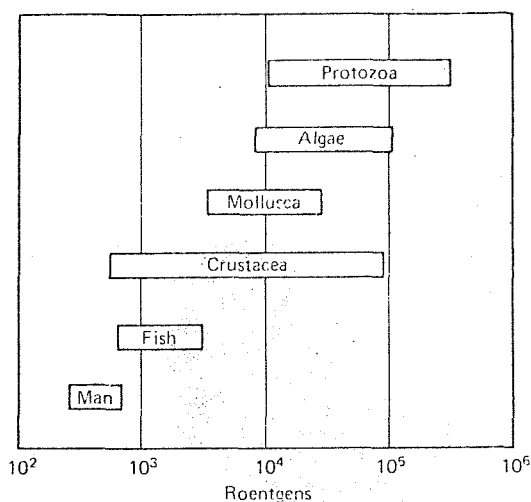


Fig. 2

Donnaldson's skjema sitert fra RICE and WOLFE (1971).

Følsomheten overfor stråling varierer gjennom individenes forskjellige levestadier og det er f. eks. vist at regnbueørretens reaksjoner på bestråling avtar ved økende alder.

Strålepåvirkning  
i relasjon til  
cellefordeling

Et forhold som synes å gjelde generelt og har sammenheng med celleaktiviteten idet celler i rask deling er mer følsom for strålepåvirkning enn hvileceller. Dette er vist for *Artemia*, hvor tørre egg og egg som er brakt til å utvikle seg er bestrålet. Ikke alle eksperimentene gir allikevel overensstemmende resultater. Mens noen (BROWN and TEMPELTON (1964)) har vist at en så høy konsentrasjon som  $10^{-4}$  Ci/l ikke hadde noen skadelig virkning på marine organismer viser andre eksperimenter (POLIKARPOV and IVANOV (1961)) at den radioaktivitetsmengde på  $10^{-10}$  Ci/l av  $^{90}\text{Sr}$   $^{90}\text{Y}$  var stor nok til å bringe en signifikant økning i antall unormale larver hos 5 forskjellige slag fisk.

Virkning på  
egg og yngel

Egg under klekking er særlig utsatt. Det har kunnet vises at regnbueørret som ble bestrålet fikk dårligere overlevning av ynglen og at tallet for unormale larver økte. Det er også vist at veksten av yngel fra bestrålte foreldre var dårligere enn vekst av yngel fra ubestrålte. Den betydning dette har for en fiskebestand er forsøkt kalkulert av ZAYSTEV og POLIKARPOV (1964). Deres resultater er angitt i følgende tabell hvor det antall år som skal til for å redusere populasjonen av fisk med 50% når en økende del av fiskeeggene blir ødelagt ved radioaktiv bestråling og forholdene forøvrig er holdt konstante.

Tabell V.

Tidi år som er nødvendig for å redusere fiskepopulasjoner av fisk 50% på basis av prosenten egg ødelagt hvert år. Etter ZAYSTEV og POLIKARPOV (1964).

Prosent ødelagte egg	Arter		
	Mullet	Horse Mackerel	Anchovy
5	55	68	100
10	29	34	50
20	15	18	25
30	11	13	17
40	8	10	13
50	7	8	10

Også de genetiske forhold hos marine organismer blir naturlig nok påvirket. Men så vidt vites finnes det ennå ikke noen undersøkelser som har klarlagt dette forhold ordentlig.

Betydning av  
stråling på  
marine  
organismer

Det antas imidlertid at genene i marine organismer er betydelig mindre følsomme overfor bestråling enn f. eks. menneskets gener. Det vil da si at de forholdsregler som naturlig blir tatt for å beskytte mennesker som oppholder seg eller har sitt virke på sjøen også vil være tilstrekkelig til å beskytte de marine organismer.



Referanser.

- Braaten, B, 1972: Kart over nuværende og fremtidige områder for blåskjelldyrking i Oslofjorden. Personlig meddelelse.
- Brown, V. M., and Tempelton, W. L., 1964: Resistance of fish embryos to chronic irradiation. Nature, 203: 1257 - 1259.
- Krumholz, L. A., Goldberg, E. D. and Boroughs, H. A. 1957: Ecological factors involved in the uptake, accumulation, and loss of radionuclides by aquatic organisms. In: The Effects of Atomic Radiation on Oceanography and Fisheries. National Academy of Science National Research Council, Washington D. C. pp. 69-79.
- NIVA, 1973. En sammenstilling av konsentrasjonsfaktor, basert på de høyeste verdier hentet i 6 forskjellige publikasjoner. Personlig meddelelse fra Jon Knutzen.
- Polikarpov, G. G. and Ivanov, V. N., 1961: Injurious effect of strontium - 90 yttrium - 90 on early development of mullet, wrasse, horse mackerel and anchovy. A translation of Doklady Akad. Nank. SSSR, 144, issued by Consultant's Bureau, N. Y., 1962. pp. 491-494.
- Preston, A., 1971: The United Kingdom approach to the application of ICRP standards to the controlled disposal of radioactive waste resulting from nuclear power programs. In, Environmental Aspects of Nuclear Power Stations, Proceedings of a Symposium New York, 10-14 August 1970, organized by IAEA in co-operation with USAEC. International Atomic Energy Agency. Vienna pp 147 - 157.

- Rice, T. R., and Wolfe, D. A., 1971: Radioactivity - Chemical and Biological Aspects. In, D. W. Hood (Ed.). Impingement of man on the oceans. John Wiley & Sons, Inc. N. Y. pp. 325 - 379.
- Ruud, J. T., og Versvik J., 1966: Fisket i Oslofjorden. Delrapport nr. 3 i Oslofjorden og dens forurensningsproblemer. I. Undersøkelsen 1962 - 1965. Norsk Institutt for Vannforskning, Blindern. 38 pp.
- Zaystev, Yu. P., and Polikarpov, G. G., 1964: The problems of radioecology of hyponeuston. In, Radiochemical and ecological studies of the sea. U. S. Dept. Commerce. JPRS: 25, 966. Washington, D. C. pp. 28 - 41.

Utvalgt informasjonslitteratur om marine radiologiske problemer.

- Aberg, B. and Hungate, F.P., (eds.) 1967. Radioecological Concentration Processes. Pergamon Press, Oxford. 1040 pp.
- Anon., 1957 The Effects of Atomic Radiation on Oceanography and Fisheries. National Academy of Sciences - National Research Council, Washington, D. C. 137 pp.
- Anon., 1971. Radioactive waste management practices in western Europe. European Nuclear Energy Agency, OECD. 126 pp.
- Anon., 1971. Environmental Aspects of Nuclear Power Stations. Proceedings of a Symposium New York, 10-14 August 1970, organized by IAEA in co-operation with USAEC. International Atomic Energy Agency, Vienna. 972 pp.
- Anon., 1971. Oceanography of the nearshore coastal waters of the Pacific northwest relating to possible pollution. Vol. I & II. Water pollution control research series. Environmental Protection Agency. Water Quality Office. Washington D. C. 616 pp og 744 pp.
- Auerbach, S. I., Nelson D. J., Kaye, S. V., Reichle, D. E., and Coutant, C. C., 1971. The United Kingdom approach to the controlled disposal of radioactive waste resulting from nuclear power programs. In, Environmental Aspects of Nuclear Power Stations, Proceedings of a Symposium New York, 10-14 August 1970, organized by IAEA in co-operation with USAEC. International Atomic Energy Agency, Vienna.



- Chipman, W. A., 1972. Ionizing Radiation. In: Kinne, O. (ed.)  
Marine Ecology. Wiley - Interscience.  
London, New York. pp. 1579 - 1658.
- Osterberg, D., Perarcy, W. G. and Curl, H. 1964.  
Radioactivity and its relationship to  
oceanic food chains. J. Mar. Res. 22: 2-12.
- Price, K. R. 1971. Critical review of biological accumu-  
lation, discrimination and uptake of radio-  
nuclides important to waste management  
practices, 1943 - 1971. Battelle Pac.  
Northwest. Lab. Richland, Rep. (Bnwl - 6-  
148) 67 pp.
- Pruter, A. T. and Alverson, D. L. (eds.) 1972.  
The Columbia River Estuary and Adjacent  
Ocean Waters: Bioenvironmental Studies.  
Univ. Washington Press. 872 pp.
- Polikarpov, G. G., 1966 Radioecology of aquatic organisms.  
Reinhold Publ. Co., New York. 314 pp.

FISKEN OG HAVET, SERIE B

Oversikt over tidligere artikler finnes i tidligere nr.

1973. Nr. 1 S. Knutsson: Inspeksjon av anlegg for fiskeoppdrett høsten 1972.
1973. Nr. 2 B. Braaten og R. Sætre: Oppdrett av laksefisk i norske kystfarvann. Miljø og anleggstyper.
1973. Nr. 3 D. Møller og G. Nævdal: Variasjoner i yngelvekst hos laks og regnbueaure.
1973. Nr. 4 K.H. Palmork, S. Wilhelmsen og T. Neppelberg: Undersøkelse av polyklorerte bifenyler (PCB) i malingavfall.
1973. Nr. 5 G. Berge og R. Pettersen: Telleinstrument for marine partikler.
1973. Nr. 6 L. Føyn og D.S. Danielssen: Frierfjorden - En vurdering av fjordsystemets vannutskiftning.
1973. Nr. 7 K.H. Palmork, S. Wilhelmsen, A. Vinsjansen og T. Neppelberg: Kjemiske komponenter i tønner (fat) med industriavfall funnet i norske kystfarvann.
1973. Nr. 8 J. Blindheim og P. Eide: The data logging of R.V. "G.O.Sars". Description of software.
1973. Nr. 9 B. Braaten og R. Sætre: Oppdrett av laksefisk i norske kystfarvann. Miljø og anleggstyper. (Revidert utgave).