

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
Blindern

O - 123/65

KJEMISKE OG BIOLOGISKE
UNDERSØKELSER I RISAVIKA
1970 - 1972

Saksbehandler: Cand.real. Hans Kristiansen
Rapporten avsluttet mai 1972

INNHALDSFORTEGNELSE:

	Side:
1. INNLEDNING	4
2. RISAVIKA	5
3. KJEMISKE UNDERSØKELSER	6
3.1 Prøvetaking og analyser	6
3.1.1 Prøvetaking	6
3.1.2 Analyser	6
3.1.3 Analysemetoder benyttet ved NIVA	7
3.1.4 Analyseresultater	9
4. UNDERSØKELSE AV STRØMFORHOLD	12
4.1 Strømmålinger i Melingsundet	12
4.2 Utslipp av fargestoff	13
5. KONKLUSJON KJEMISKE UNDERSØKELSER	14
6. BIOLOGISKE UNDERSØKELSER	28
6.1 Formål	28
6.2 Stasjonsplassering	28
6.3 Materiale og metoder	28
6.4 Resultater og kommentarer	29
7. KONKLUSJON BIOLOGISKE UNDERSØKELSER	31

TABELLFORTEGNELSE:

	Side:
1. Analyseresultater for prøver tatt 16. september 1970	17
2. " " " " 4. november 1970	18
3. " " " " 9. februar 1971	19-20
4. " " " " 20. april 1971	21
5. " " " " 5. juli 1971	22
6. " " " " 21. september 1971	23-24
7. " " " " 19. januar 1972	25
8. " " " " 3. mars 1972	26
9. Middelerverdier for de viktigste analysedata	27
10. Fastsittende organismer på stranden ned til ca. 5 m dyp, sommeren 1970	32-37
11. Skrap og dykk i Risavika. Under 5 m	38-41

FIGURFORTEGNELSE:

	Side:
1. Stasjonsoversikt	15
2. Gjennomsnittlig årlig fordeling av vind - Sola, Stavanger	16

SAMMENDRAG

Risavika ligger åpent til mot havet og har god utskiftning av vannmassene, og vannet er rikt på oksygen i alle dyp. Avrenningen fra land forårsaker at saltinnholdet i vannet i overflaten er noe lavere enn i dypere lag. Risavika får ferskvann fra et område på 3,8 km². Avrenningen i området er, ifølge Norges vassdrags- og elektrisitetvesen, Hydrologiske Undersøkelser i Norge, Oslo 1958, 35 l/s.km². Den midlere avrenning til Risavika blir da 133 l/s. Til tross for denne ferskvannstilførsel er overflatevannet omtrent like saltinnholdig i Risavika som utenfor.

Ved undersøkelsen i 1966 - 1967 ble det ikke påvist noen markante forurensningspåvirkninger av vannet i Risavika. Innholdet av næringssalter ble da ikke bestemt idet man antok at dette ikke ville avvike fra det normale for uforurenset sjøvann.

Siden forrige undersøkelse har befolkningen rundt Risavika øket noe, og kloakkvannet fra denne er ført direkte til vika. Foruten oljeraffineriet er en servicestasjon for oljeboringsvirksomheten i Nordsjøen lagt til Risavika.

Resultatene av undersøkelsene denne gang viser at fargen på vannet har øket, noe som kan skyldes tilførsel av forurensninger. Det er også påviselige mengder olje i vannet, oljeinnholdet er imidlertid lavt og i mange tilfelle under nedre målbare grense på 0,4 mg/l (i 1966-undersøkelsen var nedre målbare grense 1 mg/l). Innholdet av næringssalter er stort sett innenfor de grenser som anses for normalt for uforurenset sjøvann.

De biologiske undersøkelser viser at Risavika, sett under ett, har et organismsamfunn i fjæra og noen meter nedover som er vanlig for en middels bølgeeksponert vestlandsk vik. Lokalt er det utenfor raffineriets utslipp fra 18 meters dyp og nedover registrert oljeforurensninger med markerte skadevirkninger på bunnens organismeliv.

1. INNLEDNING

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) utførte i tiden 1966-1967 kjemiske og biologiske undersøkelser i Risavika. Resultatene av undersøkelsene finnes i rapport nr. 0-123/65, datert 4. mars 1968. Hensikten med undersøkelsen var å skaffe analysedata for forholdene i Risavika før Shell-raffineriet, Sola, ble satt i drift. Analyse-materialet skal danne bakgrunnsdata for senere undersøkelser, slik at man kan vurdere virkningene av et utslipp fra raffineriet etter at dette er kommet i drift.

I brev av 13. mai 1970 fra raffineriet ble NIVA forespurt om instituttet kunne foreta en ny undersøkelse av Risavika. Ved et besøk ved raffineriet 10. juni 1970 av cand.real. H. Kristiansen fra NIVA ble opplegget nærmere diskutert med raffinerisjef F. Oxaal og ingeniør J. Scheffer fra raffineriet. Forslag til program med kostnadsoverslag ble sendt i brev av 5. august 1970. Med hensyn til prøvetakingsstasjoner og analysekomponenter var dette av samme omfang som programmet for de tidligere undersøkelser. Raffineriet godtok programmet i brev av 31. august 1970, men ville samtidig ha programmet utvidet med flere prøvetakingsstasjoner utenfor utslippet og med flere analysekomponenter.

I likhet med de tidligere undersøkelser ble lektor S. Fossen også denne gang engasjert av raffineriet for å samle inn vannprøvene. De første prøver ble tatt 16. september 1970 sammen med saksbehandler for oppdraget.

I forbindelse med prøvetakingen 4. november 1970 ble det foretatt strømmålinger i Melingsundet og sluppet ut fargestoff i åpningen i moloen mellom Melingsholmen og land for å få et visuelt inntrykk av strømforholdene her. Det ble også sluppet ut fargestoff i utløpet

fra raffineriet for å få et inntrykk av hvordan avløpsvannet sprer seg i resipienten. Disse undersøkelser ble utført av ingeniør E. Ravdal fra NIVA og saksbehandler. De biologiske undersøkelser ble utført av cand.mag. Tor Bokn med assistanse av froskemenn.

2. RISAVIKA

Morfometriske data for Risavika er gitt i rapport av 4. mars 1968. Siden denne rapporten ble laget, er det foretatt flere større naturinngrep i området. Mjånesholmen er gjort landfast med Geitodden, og utenfor Risavika er Nantøy gjort landfast med Geitodden. Videre er det bygget en molo mellom Melingsholmen og Tangen. En åpning i moloen tillater en viss vanngjennomstrømming. Melingsundet er mudret opp og er nå ca. 8 m på det dypeste.

Servicestasjonen for oljeboringsvirksomheten i Nordsjøen er bygget i Snikbukta, og området mellom Lille Melingsholme og land er fylt opp slik at holmen er blitt landfast. Dette er gjort for å gi mer plass og bedre landingsforhold for servicestasjonen.

I forbindelse med oljeboringen i Nordsjøen drives det en betydelig virksomhet ved stasjonen. Forskjellig slags utstyr blir vasket med tildels sterke kjemiske midler, noe som vil medføre forurensninger i vannet, også av olje. Servicestasjonen har også hyppige skipsanløp. Den 4. november 1970 var det nærmest sammenhengende oljehinner på vannet fra servicestasjonen og rundt Tananger og Melingsholmen, men det var også oljehinne på vannet fra raffineriets utløp forbi kaien og utover langs Mjånesholmen.

Siden forrige undersøkelse har befolkningen rundt Risavika øket noe. Fire kloakkledninger er lagt ut i Risavika. En har sitt utløp utenfor Lille Melingsholme, to i bukten mellom Båtstaden og Shells depotanlegg og en ved Urda. Kloakkutløpene er for øvrig tegnet inn på kartet over Risavika.

3. KJEMISKE UNDERSØKELSER

3.1 Prøvetaking og analyser

3.1.1 Prøvetaking

På kartet, figur 1, er plasseringen av prøvetakingsstasjonene tegnet inn. Sammenliknet med tidligere undersøkelser ble stasjon 2 ved Båtstaden flyttet noe lengre ut, og stasjon 3 ble lagt like utenfor Lille Melingsholme. Stasjon 12 er identisk med tidligere stasjon 5, og stasjon 5 ble nå lagt mellom Melingsholmen og raffineriets kai. Stasjon 4 ble flyttet til ca. 50 m utenfor utslipps-stedet, og stasjon 4a ca. 300 m langs land innenfor og 4b ca. 300 m langs land utenfor utslipps-stedet. Tidligere stasjon 8 er her kalt 7b. Det er ikke tatt prøver fra tidligere stasjoner 9 og 10.

Det ble tatt prøver 16. september og 4. november 1970, 10. februar, 20. mars, 5. juli og 21. september 1971, samt 19. januar og 3. mars 1972. Fra samtlige prøvetakingsstasjoner i sjøen ble det tatt vannprøver i overflaten; fra stasjon 0 også fra 17 meters dyp, fra stasjon 5 fra 8 meters dyp og fra de øvrige stasjoner også fra 4 meters dyp.

3.1.2 Analyser

Ved de første prøvetakinger ble det ikke tatt prøver fra stasjonene 3 og 12. Til gjengjeld ble det tatt prøver fra flere dyp, som det fremgår av tabellene.

På prøvene ble analysert:

Oksygen
Elektrisk ledningsevne på ferskvannsprøvene
Salinitet
pH
Farge
Turbiditet
Permanganattall på ferskvannsprøvene
Biokjemisk oksygenforbruk (BOF)
Ammonium (FA)
Fosfor, total
Fenol
Olje

Ved de tidligere undersøkelser viste analysen at vannet var rikt på oksygen i alle dyp. Det var ingen grunn til å anta at det denne gang skulle være oksygenmangel i vannet andre steder enn i Tananger. Moloen som er bygget, kunne ha ført til stagnasjon av vannmassene i bunnen. Oksygen ble derfor bare analysert på vannprøver fra 4 og 8 meters dyp på stasjon 1 og på vannprøver fra 4, 8 og 12 meters dyp på stasjon 2 for å bekrefte vår antakelse.

Prøvene for oljeanalyse ble tatt på 2 liters glassflaske og prøven for fenolanalyse på 1 liters plastflaske og konservert på stedet med kobbersulfat og fosforsyre.

3.1.3 Analysemetoder benyttet ved NIVA

Oksygen ble bestemt ved titrering etter Alsterbergs modifikasjon av Winklers metode (Methods of Chemical Analysis as applied to Sewage Effluents 1956).

Benevning: mg O₂/l og % metning.

Spesifikk elektrolytisk ledningsevne. Vannets evne til å lede elektrisk strøm er proporsjonal med innholdet av oppløste salter og måles ved 20°C med Philys conductivity meter, model PW 9501.

Benevning: μS/cm = mikroohm⁻¹ cm⁻¹.

Salinitet ble målt på Inductively Coupled Salinometer Industrie IME, Sydney, Model C.S.I.R.O.

Benevning: ‰ av sjøvannets vekt.

pH ble målt med glasselektrode på Orion Research pH-meter, model 701, med digitaloverlesning.

Farge ble målt med "EEL" filterfotometer (filter 601) og kalibrert mot standard platinakobolt-kloridoppløsning.

Benevning: mg Pt/l.

Turbiditet er et mål for vannets "grumsethet" og ble målt med Hach Laboratory Turbidimeter, model 1860.

Benevning: Jackson Turbidity Units. (JTU).

Permanganattall er et indirekte mål for vannets innhold av organisk stoff. Prøven behandles med overskudd av kaliumpermanganat i svovelsur oppløsning. Ureagert kaliumpermanganat tilbaketitreres jodometrisk (Scandinavian Pulp, Paper and Board. Scan. Wl: 66).

Benevning: mg O/l.

Biokjemisk oksygenforbruk (BOF₇). Tilstedeværelse av mikroorganismer i vannet vil forbruke oksygen. Dette oksygenforbruket ble målt etter 7 døgn ved 20°C. Methods of Chemical Analysis as applied to Sewage Effluents 1956 - samme metode som i Standard Methods of Water and Wastewater.

Benevning: mg O/l.

Ammonium ble bestemt ved måling av den blå fargen som dannes ved reaksjon med fenol og hypoklorit. Folke Koroleff: Direct Determination of Ammonia in Natural Waters as Indophenol Blue, International Council for the Exploration of the Sea, C.M. 1969/C: 9, Hydrography Committee.

Benevning mg N/l.

Total fosfor ble bestemt som ortofosfat på AutoAnalyser etter oppslutning med svovelsyre og hydrogenperoksyd. Morris E. Gales jr., Elmo C. Julian og Robert C. Kroner: Method for Quantitative Determination of Total Phosphorus in Water. J.A.W.W.A., 58, 1969.
Benevning: mg P/l.

Fenol. Vannprøven ble ekstrahert med kloroform. Ekstraktet ble tilsatt aminopyridin som danner farget forbindelse med fenol. Fargeintensiteten ble bestemt fotometrisk - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
Benevning: mg/l.

Olje. Vannprøven ble ekstrahert med karbontetraklorid. Oljeinnholdet i ekstraktet ble bestemt med infrarødt (IR) spektrofotometer. Ekstraksjonen ble foretatt av oss og opptak av IR-spektra av Sentralinstitutt for industriell forskning. American Petroleum Institute, metode 733-58.
Benevning: mg/l.

Organisk karbon. På en prøveserie ble karboninnholdet bestemt på Beckman Carbon Total Analyzer, modell 915. Dette apparat er uegnet til slik analyse når vannet har høyt saltinnhold. På de siste to prøveserier ble karboninnholdet bestemt på et nytt instrument fra Oceanography International spesielt egnet for karbon i sjøvann.
Benevning: mg C/l.

3.1.4 Analyseresultater

Resultatene av de kjemiske analyser er ført opp i tabellene 1 - 8. Analysedata for vannprøver fra de forskjellige prøvetakingsdager er ført i hver sin tabell.

Prøvetaking 16. september 1970 (tabell 1)

Værforhold: Vind av styrke 3-4 fra NNW, oppholdsvær.

Saltinnholdet i vannet i Risvika tilsvarer saltinnholdet i vannet utenfor (stasjon 0). En viss ferskvannspåvirkning kan påvises i overflaten. pH-verdien er normal for sjøvann. Det samme gjelder verdiene for ammonium og total fosfor. Det var høyt oksygeninnhold

i de prøver hvor dette ble analysert. Det biokjemiske oksygenforbruk var lavt både i sjøvannet og i vannet fra tilløpsbekkene.

Resultatene av oljeanalysene viser at sjøvannsprøvene har forholdsvis høye innhold av olje, og det kan være et spørsmål om analysene er riktige.

Prøvetaking 4. november 1970 (tabell 2)

Værforhold: Vind av styrke 3-4 fra NNV, regnbyger.

Oksygeninnholdet var også denne gang høyt i de prøver hvor dette ble målt. Moloen ved Melingsholmen har ikke ført til stagnerende vannmasser i Tananger. Det var ingen grunn til å anta at det skulle kunne påvises oksygensvikt i vannet i Risavika. Fortsatte oksygenanalyser ble derfor sløyfet. Fenolinnholdet var denne gang forholdsvis høyt i samtlige prøver, men dette kan ha sin naturlige forklaring. Litteraturen oppgir at innholdet av fenolliknende stoffer i sjøvann kan variere i området 1-10 mg/l.

På stasjon 1 er fenolinnholdet i vannet høyest i overflaten, det vil si det vannet som strømmes ut fra Tananger, og lavest i det vannet som strømmes inn, se avsn. 4.1.

Det ble utført en del undersøkelser av oljeanalysen. På ekstraktene ble det tatt opp IR-spektra til forskjellige tidspunkter. De siste opptak gav betydelig lavere verdier. Begge resultatserier er ført opp i tabellen.

Prøvetaking 9. februar 1971 (tabell 3)

Værforhold: Stille og oppholdsvær.

Karboninnholdet ble målt med et Bechmann-instrument. Innholdet av organisk karbon ligger innenfor det området som regnes for normalt for sjøvann, men som tidligere nevnt er resultatene usikre. Fenolinnholdet var denne gang lavt, sammenliknet med forrige prøveserie.

Stoffer i vannet fra raffineriets utslipp kan bare påvises i vann fra overflaten på stasjonen nærmest utslippet.

Oljeinnholdet i vannet kan sammenliknes med de laveste verdier fra forrige analyse.

Prøvetaking 20. april 1971 (tabell 4)

Værforhold: Ingen opplysninger.

Bestemmelse av pH og salinitet er fra og med denne prøvetaking blitt sløffet på de fleste prøver, idet disse parametre ikke varierer mer enn normalt for sjøvann ved kysten, og variasjonene kan ikke settes i forbindelse med eventuelle tilførte forurensninger.

Det er bare resultatene for det totale karboninnhold som er tatt med. Organisk karbon fremkommer som differansen mellom det totale og det uorganiske karboninnhold, men den sistnevnte analyse gav usikre verdier og er derfor ikke tatt med. For det totale karboninnhold er resultatene normale.

Fenolinnholdet var denne gang høyt, og det høyeste innhold ble målt på vannprøver tatt nærmest raffineriets utslipp. Det ble tatt flere prøver for bestemmelse av oljeinnholdet, også parallelle prøver. Det var noe avvikelse i resultatene, men stort sett var oljeinnholdet lavt.

Prøvetaking 5. juli 1971 (tabell 5)

Værforhold: Ingen opplysninger.

Denne gang ble salinitet bestemt på samtlige prøver. Saliniteten varierte fra stasjon til stasjon. Det viser at det var bevegelse i vannmassene, og saliniteten i vannet i selve Risavika avvek lite fra saliniteten i vannet utenfor (st. 0). Fenolinnholdet var jevnt over lavt, det samme gjaldt ammonium- og fosforinnholdet. Vannet i tilløpsbekkene hadde høyt saltinnhold. Oljeinnholdet var i samtlige prøver under den målbare grense.

Prøvetaking 21. september 1971 (tabell 6)

Værforhold: Ingen opplysninger.

Fenolinnholdet var jevnt over lavt, høyest var det i prøvene fra Tananger. Ammonium- og fosforinnholdet viste lave verdier. Det høye fosforinnholdet i prøven fra stasjon 4, 0 m, kan skyldes utslippet. Bortsett fra den ene parallellen til prøven fra stasjon 4, 0 m, var oljeinnholdet under den målbare grense i samtlige sjøvannsprøver.

Prøvetakingene 19. januar og 3. mars 1972 (tabellene 7 og 8)

På et møte ved Shell-raffineriet, Sola, den 26. november 1971, ble det enighet om at det skulle foretas to prøvetakinger til. På prøvene ble bare organisk karbon, fenol og olje analysert. Resultatene fremgår av ovennevnte tabeller. Prøven fra stasjon 0, vår referansestasjon utenfor Risavika, tabell 7, viste høyt oljeinnhold, men IR-spektret hadde båndkombinasjoner som avvek fra standardprøvens. At oljeinnholdet i ett tilfelle var høyere enn innholdet av organisk karbon, kan skyldes at man har fått ekstrahert meget flyktige hydrokarboner. Ved bestemmelse av organisk karbon må uorganisk karbon først drives av, og da vil også flyktige hydrokarboner unnvike.

4. UNDERSØKELSE AV STRØMFORHOLD

I forbindelse med prøvetakingen 4. november ble det foretatt strømmålinger i Melingssundet, og det ble sluppet ut fargestoff i åpningen i moloen mellom Melingsholmen og Tangen og i raffineriets avløpsvann.

4.1 Strømmålinger i Melingssundet

Målestedene er merket 1 og 2 på kartet, figur 1. Målingene gav følgende resultater:

Dyp i m	1		2	
	Retning	Hastighet, knot	Retning	Hastighet, knot
0	160°	0,23	100°	0,34
1	135°	0,125	135°	0,09
2	0°	0,03	0°	0,04
3	0°	0,07	0°	0,15
4	315°	0,09	0°	0,16
5	315°	0,06	0°	0,13
6	325°	0,05	350°	0,09
7	325°	0,04		
8	20°	0,02		

Bunn 8 m

Bunn 6,7 m

Gradangivelsen er misvisende retning.

Målingene ble utført 5. november 1970, kl. 0945 ved pkt. 1 og kl. 1030 ved pkt 2. Lavvann var kl. 0754 og høyvann kl. 1404. Vindstyrken var 3-4 fra NNW. I overflaten var strømmen bestemt av vinden og stort sett gikk den utover fra Tananger.

Under 2 meters dyp var strømretningen inn mot Tananger. Melingsundet er omtrent like dypt som hovedvannmassen i selve Tananger. Strømmene i sundet er forholdsvis store, og det må derfor antas at utskiftingen av vannmassene i Tananger er god.

4.2 Utslipp av fargestoff

Det ble sluppet ut et fargestoff, "rodamin B", i åpningen i moloen mellom Melingsholmen og land. Fargestoffets utbredelse ble bedømt visuelt. Strømmen førte først fargestoffet utover. Den utgående strøm varte ca. 20 min. Deretter fikk vi en inngående strøm med omtrent like lang varighet. Vannet i åpningen i moloen så ut til å pulsere frem og tilbake. Pulseringen er antakelig mer bestemt av værforholdene enn av tidevannsvariasjonene.

Utslipet av fargestoff i raffineries avløpsvann skulle gi et inntrykk av hvordan dette sprer seg i Risavika. Etter 4 timer hadde fargestoffet spredd seg i en vifte, ca. 100 m ut for utslipps-stedet, ca. 200 m innover i viken og ca. 400 m utover mellom kaien og land.

5. KONKLUSJON KJEMISKE UNDERSØKELSER

Risavika ligger åpent til mot havet, og utskiftningen av vannmassene er god og påvirkes av værforholdene. Vindretningen er stort sett ut eller inn fjorden. Figur 2 viser den gjennomsnittlige, årlige fordeling av vinden på Sola.

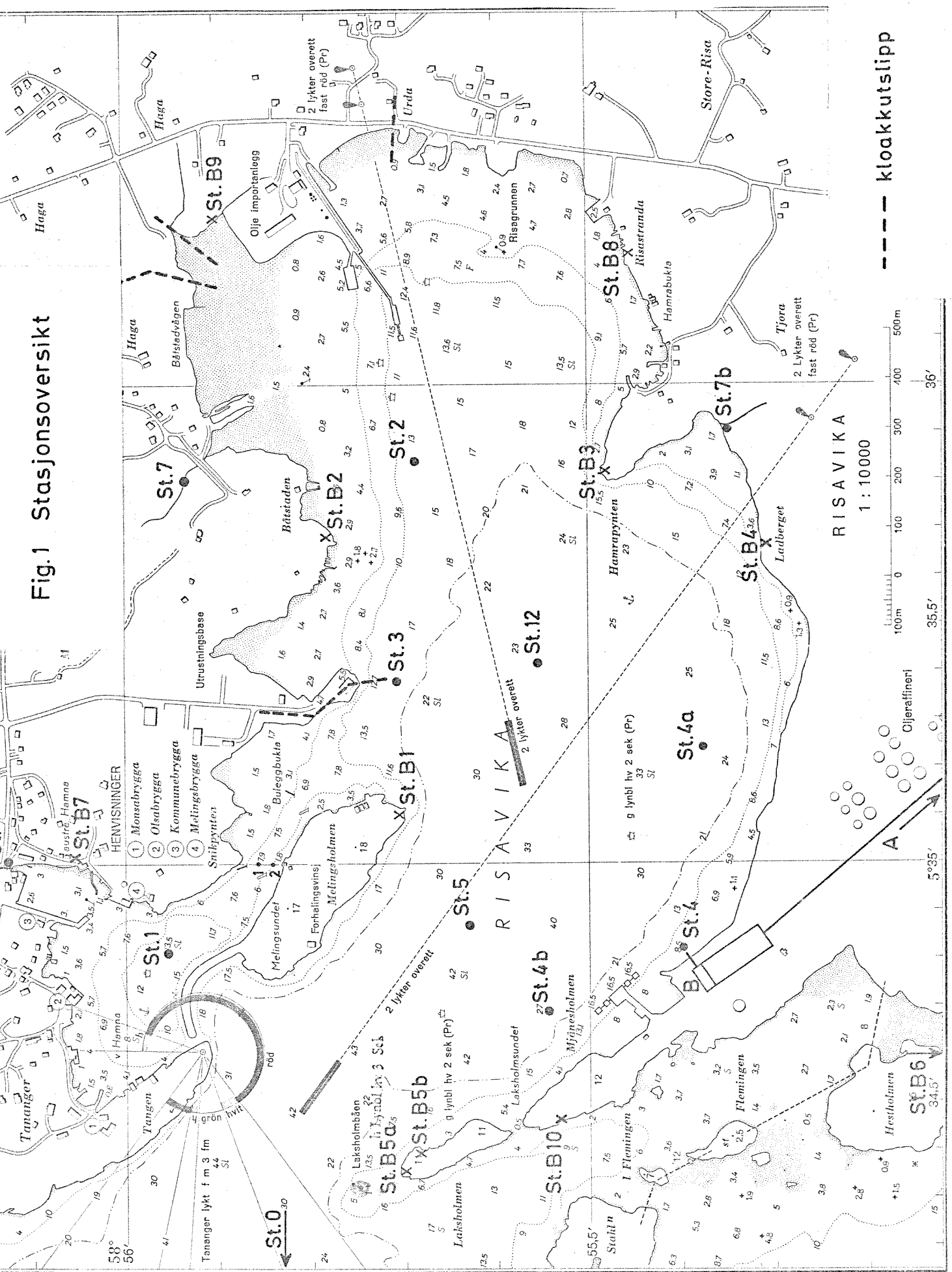
I tabell 9 er ført opp middelverdier for de viktigste analysedataene. Sammenliknet med undersøkelsen i 1966 - 1967 viser gjennomsnittsverdiene for farge på vannet i Risavika noe høyere verdier denne gang. Dette kan skyldes tilførsel av forurensninger. Verdiene for turbiditet er lavere denne gang, men turbiditeten ble ikke målt på samme type instrumentart begge ganger, og siden de fleste enkeltresultater ligger i det nedre grenseområde for målbarhet, er det vanskelig å si noe sikkert om betydningen av denne forskjell i turbiditet.

Litteraturen oppgir at ammoniuminnholdet i uforurenset sjøvann ligger i området 0,005 - 0,05 mg N/kg og fosfatinnholdet i området 0,001 - 0,10 mg P/kg. Ammonium og fosfatinnholdet var noe høyere på vannet i Risavika enn utenfor. Middelverdiene for nærings-saltinnholdet lå innenfor de grenser som anses å gjelde for uforurenset sjøvann på samtlige prøver unntatt i overflaten på stasjon 4, hvor ammoniuminnholdet var 0,06 mg N/l.

Fenoler eller fenolliknende stoffer kan forekomme naturlig i vann. De kan frigjøres av akvatiske planter og organismer under forråtnelse. Fenoler brytes dessuten også meget lett ned av mikroorganismer, og det kan være årsaken til de store variasjoner i analyseresultatene.

Tilløpsbekkene har meget lave vannføringer og kan neppe ha noen betydning for kvaliteten på vannet i Risavika.

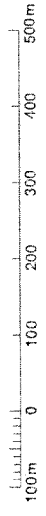
Fig.1 Stasjonsoversikt



--- kloakkutslipp

RISAVIKA

1 : 10000



35.5'

36'



A

5°35'

58° 56'

St.0

St.6

34.5'

HENVISNINGER

- 1) Monsabrygga
- 2) Olabrygga
- 3) Kommunebrygga
- 4) Melingsbrygga

Utrustningsbase

St.7

Haga

Haga

Haga

Haga

Haga

Haga

Haga

Haga

Haga

Haga

Haga

Haga

Haga

Haga

Haga

Haga

Haga

Haga

Haga

Haga

Haga

Haga

Haga

Haga

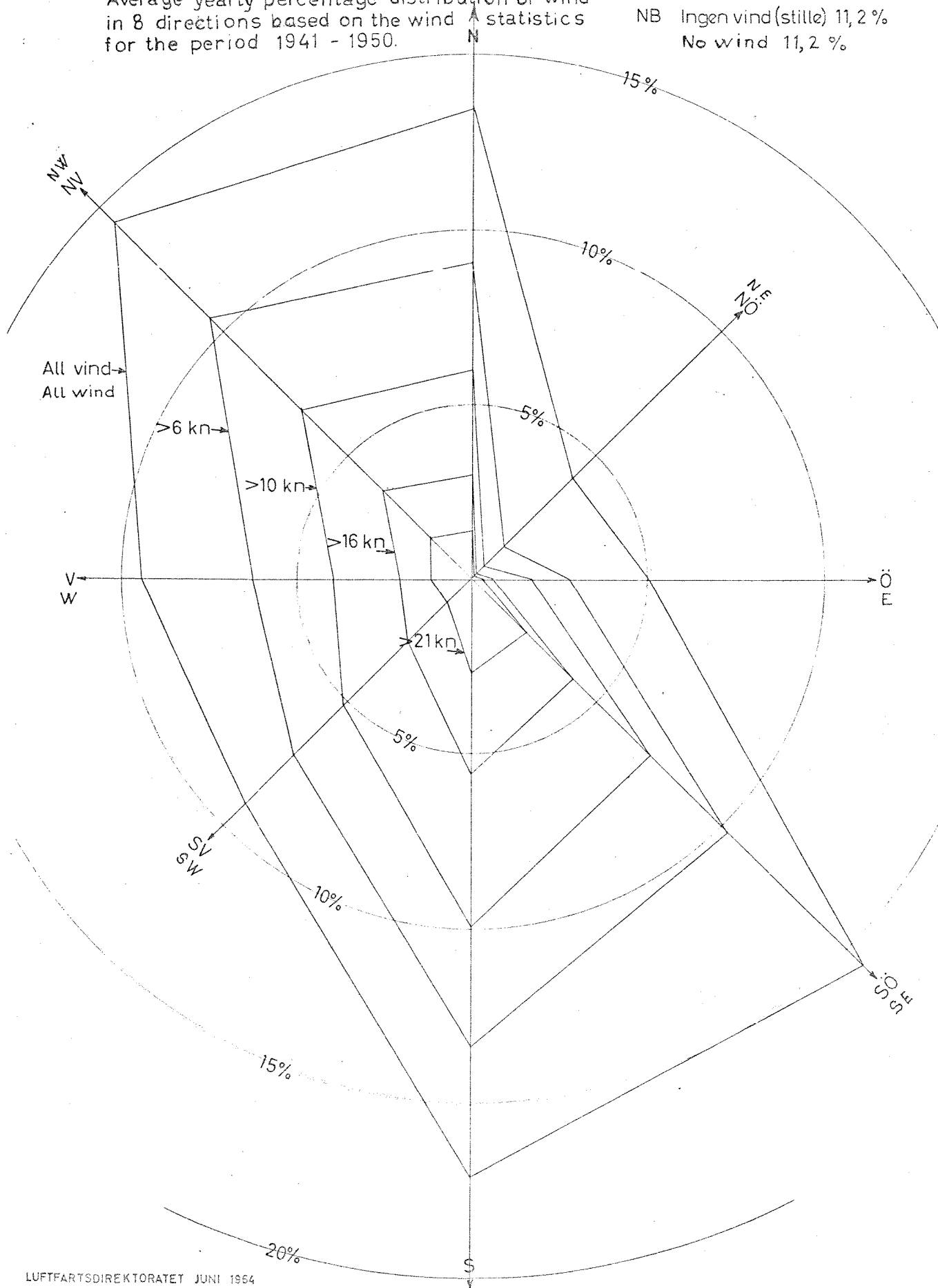
Haga

Fig.2 STAVANGER/SOLA

Gjennomsnittlig årlig fordeling av vind på 8 retninger i prosent basert på vindstatistikk for perioden 1941-1950

Average yearly percentage distribution of wind in 8 directions based on the wind statistics for the period 1941 - 1950.

NB Ingen vind (stille) 11,2 %
No wind 11,2 %



Tabell 1. Analyseresultater for prøver tatt 16. september 1970.

Stasjon	Dyp i m	Temp. °C	Oksygen mg/l	% metn.	pH	Spes. el. ledn. evne 20°C, µS/cm	Farge mg Pt/l	Turbiditet J.T.U.	Salinitet ‰	Permanganatnattall mg O/l	BOF mg O/l	Fenol mg/l	Ammonium mg N/l	Fosfor total mg P/l	Olje mg/l
0	0				8,2		5	0,01	31,382		0,4		<0,05	0,024	
0	17				8,2		5	0,005	31,714		-		<0,05	0,020	
1	0				8,2		7	0,01	30,862		0,6		<0,05	0,016	
1	4	14,0	7,66	92,5	8,2		7	0,04	31,251		0,6	<0,001	<0,05	0,015	12
1	8	13,9	7,36	89,1	8,1		13	0,13	31,679		-		<0,05	0,008	
2-3	0				8,2		5	0,01	30,966		5			0,024	
2-3	4	14,0	8,06	97,7	8,2		9	0,05	31,028		1	0,002	<0,05	0,016	12
2-3	8	13,9	8,16	99,0	8,2		26	0,12	31,405		0,1		<0,05	0,020	
4	0				8,2		9	0,03	30,779		0,5		<0,05	0,016	
4	4				8,2		6	0,4	30,943		0,3	<0,001	<0,05	0,015	5
4	15				8,2		45	5,5	32,641		0,2		<0,05	0,076	
5	0				8,3		4	0,04	31,128		0,1		<0,05	0,016	
5	4											<0,001			9
5	15				8,2		4	0,04	32,448				<0,05	0,012	
6					6,6	170	142	0,8		14,4	1		0,56	0,150	
7					6,2	175	112	0,7		14,2	-		0,33	0,280	
7b					6,6	880	220	2,8		11,7	1		0,25	0,050	

Tabell 2. Analyseresultater for prøver tatt 4. november 1970.

Stasjon	Dyp i m	Temp. °C	Oksygen mg/l % metn.	pH	Spes. el. ledn. evne 20°C, µS/cm	Farge mg Pt/l	Turbi-ditet J.T.U.	Salinitet ‰	Permanganattall mg O/l	BOF mg O/l	Fenol mg/l	Ammonium mg N/l	Fosfor total mg P/l	Olje mg/l
1	0										0,015			
1	4	9,42	8,30	8,3		9	0,08	33,038		1,0	0,012	0,08	0,042	4,0-0,2
1	8	9,65	8,10	8,3		11	0,60	33,233		-	0,008	<0,05	0,033	
2	0										0,010			
2	4	10,28	8,72	8,4		6	0,30	33,069		1,0	0,013	<0,05	0,018	4,5-0,8
2	8	10,25	8,52	8,4		7	0,80	33,093		1,0	0,007	<0,05	0,018	
2	12	10,05	8,46	8,4		16	1,00	33,132		0,5	0,009	<0,05	0,021	
4a	0										0,010			
4a	4			8,4		7	0,12	32,930		1,0	0,008	<0,05	0,088	5,0-0,8
4a	8			8,4		2	0,18	32,930		1,0	0,006	<0,05	0,164	
4a	15			8,4		6	0,17	32,930		0,5	0,010	0,08	0,020	
4b	0										0,010			
4b	4			8,4		5	0,13	32,923		1,0	0,012	<0,05	0,034	7,5-3,5
4b	8			8,4		7	0,48	32,927		1,0	0,010	<0,05	0,032	
4b	15			8,4		5	0,40	32,319		1,0	0,008	<0,05	0,086	
5	8			8,4		4	0,30	32,988		0,2	0,012	<0,05	0,028	1,5-1,0
5	16			8,4		4	0,35	33,062		0,1	0,017	<0,05	0,016	
6				6,5	147	90	2,7		8,4	1,0		0,25	0,092	
7				6,2	182	65	2,5		7,0	-		0,19	0,068	
7b				6,2	140	102	1,7		11,4	1,0		0,36	0,210	

Tabell 3. Analyseresultater for prøver tatt 9. februar 1971.

Sta- sjon	Dyp i m	pH	Farge mg Pt/l	Turbi- ditet J.T.U.	Karbon		BOF mg O/l	Fenol mg O/l	Ammonium mg N/l	Fosfor total mg P/l	Olje mg/l
					organisk mg C/l	uorganisk mg C/l					
1	0	7,9	7	0,3	30,493	7,1	17,3	<0,001	0,081		
	4	7,9	4	0,12	32,197	5,9	18,5	0,001	0,046	0,24	2,5
	8							0,001			
2	0	7,9	11	0,45	29,083	5,7	18,7	0,0015	0,050	0,030	
	4	8,0	4	0,19	32,290	4,1	21,3	<0,001	0,018	0,033	1,0
	8	8,0	4	0,20	33,759	2,2	22,8	<0,001	0,012	0,038	
4	0	8,0	24	0,70	31,082	4,4	23,2	0,019	0,200	0,040	
	4	8,0	4	0,12	32,328	3,8	22,0	0,001	0,075	0,030	1,2
	8	8,0	1	0,06	33,568	3,0	22,8	<0,001	0,013	0,028	
4a	0	7,9	5	0,45	31,108	3,5	21,3	<0,001	0,035	0,024	
	4	8,0	2	0,15	32,626	3,0	22,8	<0,001	0,011	0,026	1,8
	8	8,0	1	0,06	33,919	3,4	22,0	<0,001	0,008	0,024	
	15	8,0	1	0,13	34,592	3,2	22,8	<0,001	0,010	0,028	
4b	0	8,0	4	0,09	31,726	2,3	21,7	<0,001	0,073	0,024	
	4	8,0	3	0,19	32,417	3,3	22,5	0,0015	0,026	0,024	0,8
	8	8,0	3	0,08	33,665	3,0	22,8	0,001	0,010	0,030	
	18	8,0	3	0,06	34,451	1,6	22,8	<0,001	0,009	0,034	
5	0	8,0	5	0,18	31,475	3,0	22,0	<0,001	0,043	0,036	
	4	8,0	3	0,08	32,537	2,6	22,8	0,001	0,009	0,026	1,0
	8	8,0	1	0,07	33,907	2,2	22,8	<0,001	0,009	0,030	
	20	8,0	2	0,42	34,725	0,3	23,5	0,001	0,013	0,034	

Tabell 3. Forts.

Sta- sjon	Dyp i m	pH	Farge mg Pt/l	Turbi- ditet J.T.U.	Salinitet o/oo	Karbon		BOF mg O/l	Fenol mg O/l	Ammonium mg O/l	Fosfor mg P/l	Olje mg/l
						organisk mg C/l	uorganisk mg C/l					
12	0	7,9	6	0,40	31,174	2,8	22,0	0,5	<0,001	0,044	0,036	
	4	8,0	4	0,13	32,209	3,7	21,3	0	<0,001	0,019	0,024	1,0
	8	8,0	3	0,09	33,794	1,2	22,8	0,6	<0,001	0,015	0,054	
	15	8,0	3	0,05	34,498	0,9	23,5	0,6	<0,001	0,030	0,028	
6		6,8	58	1,0	165,0	7,0	2,5		0,001	0,22	0,11	6,6

Spes.e.l.
ledn.evne
µS/cm

Perm.-
tall
mg O/l

Tabell 4. Analyseresultater for prøver tatt 20. april 1971.

Sta- sjon	Dyp i m	pH	Farge mg Pt/l	Turbi- ditet J.T.U.	Total Karbon mg C/l	Organisk Karbon mg C/l	Permanga- nattall mg O/l	BOF mg O/l	Ammonium mg N/l	Fosfor mg P/l	Fenol mg/l	Olje, mg/l		
												I	II	III
0	0		1	0,1	30			0,4	0,027	0,016	0,0070	<0,5		
	17		1	0,5	30			0,8	0,027	0,028	0,0066			
1	0		9	0,5	30			0,5	0,027	0,048	0,0084			
	4		9	0,3	30			0,3	0,028	0,021	0,0084	<0,5		
2	0		10	0,5	30			0,7	0,019	0,016	0,0066	<0,5		
	4		7	0,3	30			1,2	0,027	0,020	0,0096	<0,5		
3	0		8	0,5	28			0,3	0,027	0,032	0,0046	<0,5		
	4		7	0,2	28			0,5	0,027	0,020	0,0078	<0,5		
4	0		4	0,2	28			0,4	0,028	0,020	0,0060	<0,5	<0,5	3,2
4a	0		4	0,2	28			0,4	0,027	0,022	0,0154	<0,5		
	4		3	0,3	28			0,2	0,025	0,014	0,0030	<0,5	<0,5	
4b	0		4	0,2	28			0,3	0,023	0,016	0,0092	<0,5		
	4		4	0,4	28			0,3	0,024	0,017	0,0092	<0,5	<0,5	
5	0	8,3	3	0,1	28			0,3	0,029	0,030	0,0092	<0,5		
	8	8,3	5	0,08	28			0,2	0,030	0,018	0,0060	<0,5	<0,5	
12	0		3	0,1	28			0,6	0,032	0,026	0,0082	<0,5		
	4		4	0,2	28			0,5	0,027	0,018	0,0054	<0,5		
6		7,1	98	2,6	12	4	8,2	2,0	0,434	0,29	0,0110			
7		6,8	84	2,0	11	2	10,1	3,0	0,75	0,34	0,0144			
7b		7,2	106	4,0	11	1	9,6	1,0	0,27	0,068	0,0092			

Tabell 5. Analyseresultater for prøver tatt 5. juli 1971.

Stasjon	Dyp i m	pH	Farge mg Pt/l	Turbiditet J.T.U.	Salinitet ledn ‰	Spesiel. ledn. evne 20°C, µS/cm	Permanganatall mg O/l	BOF mg O/l	Fenol mg/l	Ammonium mg N/l	Fosfor total mg P/l	Olje mg/l
0	0	8,2	6	0,2	31,475			0,0	0,0040	<0,010	<0,002	<0,4
	17	8,1	13	0,1	34,623			0,6	0,0055	<0,010	0,020	
1	0	8,2	8	0,1	31,873			0,5	<0,001	<0,010	0,008	<0,4
	4	8,2	13	0,2	33,853			0,2	<0,001	<0,010	0,026	<0,4
2	0	8,2	7	0,3	31,880			0,2	0,0090	<0,010	0,008	<0,4
	4	8,2	13	0,1	34,146			0,0	0,0055	<0,010	0,010	<0,4
3	0	8,2	7	0,1	31,730			0,2	<0,001	<0,010	0,004	<0,4
	4	8,2	11	0,1	33,985			0,3	<0,001	<0,010	0,058	<0,4
4	0	8,2	9	0,2	32,301			0,2	0,0025	0,028	0,012	<0,4
	4	8,2	11	0,1	33,763			0,1	<0,001	<0,010	0,010	<0,4
4a	0	8,2	11	0,1	32,448			0,2	0,0010	<0,010	0,006	<0,4
	4	8,2	10	0,1	33,899			0,0	<0,001	<0,010	0,008	<0,4
4b	0	8,2	11	0,1	32,282			0,3	<0,001	0,023	0,008	<0,4
	4	8,2	10	0,1	33,911			0,5	<0,001	<0,010	0,008	<0,4
5	0	8,2	7	0,1	31,930			0,4	0,0015	<0,010	0,014	<0,4
	8	8,2	18	0,1	34,310			0,0	0,0050	<0,010	0,024	<0,4
6		7,6	61	10		415	22,5	6,5	0,0015	9,04	2,500	
7		6,9	26	1,5		595	6,6	2,0	0,0050	0,092	0,160	
7b		7,5	47	5,5		1260	7,9	2,0		0,440	0,210	
12	0	8,2	7	0,1	31,923			0,2	<0,001	0,017	0,006	<0,4
	4	8,2	9	0,1	33,817			0,4	0,0040	<0,010	0,012	<0,4
												0,7

Tabell 6. Analyseresultater for prøver tatt 21. september 1971.

Stasjon	Dyp i m	pH	Farge mg Pt/l	Turbiditet J.T.U.	Salinitet ‰	Spes. el. ledn. evne 20°C, µS/cm	Permanganatnattall mg O/l	BOF mg O/l	Fenol mg/l	Ammonium mg N/l	Fosfor total mg P/l	Olje mg/l
0	0		5	0,45				0,9	<0,001	<0,010	0,018	<0,4
	17		4	0,38				0,8	<0,001	<0,010	0,011	
1	0		5	0,35				0,6	0,010	<0,010	0,011	<0,4
	4		5	0,48				1,3	0,005	<0,010	0,010	<0,4
2	0		5	0,35				0,7	0,010	<0,010	0,010	<0,4
	4		9	0,80				1,3	<0,001	<0,010	0,015	<0,4
3	0		9	0,61				0,6	x)	<0,010	0,019	<0,4
	4		11	0,74				0,5	<0,001	<0,010	0,015	<0,4
4	0		7	0,52				1,0	<0,001	<0,010	0,180	<0,4
	4		10	0,55				0,8	<0,001	<0,010	0,009	<0,4
4a	0		7	0,45				0,7	<0,001	<0,010	0,009	<0,4
	4		10	0,68				1,6	0,010	<0,010	0,010	<0,4
4b	0		12	0,60				0,7	<0,001	<0,010	0,008	0,7-0,4
	4		14	0,45				0,9		<0,010	0,014	<0,4
5	0	8,2	10	0,45	31,405			0,6	<0,001	<0,010	0,011	<0,4
	8	8,2	13	0,65	31,139			1,0	<0,001	<0,010	0,010	0,4
6		7,1	248	12,0		14,9		8,2		>0,500	0,690	
12	0		13	0,35				0,5	<0,001	<0,010	0,007	<0,4
	4		7	0,55				1,1		<0,010	0,014	<0,4
8												

Forts.

Tabell 6. Forts.

Stasjon	Dyp i m	pH	Farge mg Pt/l	Turbiditet J.T.U.	Salinitet ‰	Spes. el. ledn. evne 20°C, µS/cm	Permanganattall mg O/l	BOF mg O/l	Fenol mg/l	Ammonium mg N/l	Fosfor total mg P/l	Olje mg/l
4	21		11	0,50				1,4	0	<0,010	0,015	<0,4
4	"		18	0,52				0,6	0	<0,010	0,012	0,4
4	"		10	0,50				0,6	0	<0,010	0,970	<0,4
4	26											

x) Prøven ødelagt.

Tabell 7. Analyseresultater for prøver tatt 19. januar 1972.

Stasjon	Meter dyp	Organisk karbon mg C/l	Fenol mg/l	Olje mg/l
0	0	1,4		6,5
1	0	2,4	<0,001	0,6
	4	1,4	<0,001	<0,4
2	0	1,0	<0,001	9,2
	4	0,8	<0,001	0,6
3	0	1,7	0,011	<0,4
	4	1,0	0,005	0,9
4	0	1,1	0,002	0,4
	4	0,9	<0,001	<0,4
4a	0	0,9	0,006	<0,4
	4	2,4	0,011	0,9
4b	0	0,7	0,003	1,1
	4	0,8	0,006	0,8
5	0	1,2	<0,001	0,9
	4	0,9	<0,001	0,6
12	0	1,0	0,008	1,3
	4	0,7	<0,001	0,6

Tabell 8. Analyseresultater for prøver tatt 3. mars 1972.

Stasjon	Meter dyp	Organisk karbon mg C/l	Fenol mg/l	Olje mg/l
0	0	1,9	0,002	<0,4
	17		0,001	
1	0	1,8	0,003	0,4
	4	1,7	0,002	<0,4
2	0	2,1	0,001	<0,4
	4	1,7	0,001	<0,4
3	0	1,8	0,001	<0,4
	4	1,7	0,002	<0,4
4	0	1,8	0,005	<0,4
	4	1,8	-	<0,4
4a	0	1,9	0,002	<0,4
	4	1,7	0,003	<0,4
4b	0	1,0	<0,001	<0,4
	4	1,8	0,005	<0,4
5	0	2,0	<0,001	<0,4
	8	1,9	0,001	0,6
12	0	2,1	0,003	<0,4
	4	1,9	0,002	<0,4

Tabell 9. Middelverdier for de viktigste analysedata.

Stasjon	Dyp i m	Farge mg Pt/l	Karbon organisk mg C/l	Turbiditet J.T.U	Fenol mg O/l	Ammonium mg N/l	Fosfor total mg P/l	Olje mg/l
0	0	4	1,6	0,2	0,004	0,010	0,015	
	17	6		0,3	0,005	0,010	0,020	<0,4
1	0	8	2,1	0,3	0,005	0,025	0,021	0,5
	4	6	1,6	0,2	0,005	0,030	0,023	0,5
2	0	7	1,6	0,4	0,005	0,020	0,018	<0,4
	4	8	1,3	0,3	0,004	0,015	0,019	0,4
3	0	8	1,7	0,4	0,004	0,010	0,018	<0,4
	4	10	1,4	0,3	0,003	0,010	0,030	0,4
4	0	11	1,5	0,2	0,007	0,060	0,054	0,5
	4	7	1,4	0,4	0,004	0,030	0,017	0,4
4a	0	7	1,4	0,2	0,003	0,015	0,013	<0,4
	4	5	2,1	0,3	0,006	0,020	0,030	0,6
4b	0	7	0,8	0,2	0,003	0,030	0,014	0,5
	4	8	1,3	0,3	0,005	0,025	0,022	0,5
5	0	6	1,6	0,2	<0,001	0,010	0,018	<0,4
	4	8	1,4	0,3	0,005	0,010	0,023	0,5
12	0	7	1,6	0,2	0,005	0,020	0,023	0,5
	4	6	1,3	0,3	0,003	0,014	0,018	0,5

6. BIOLOGISKE UNDERSØKELSER

6.1 Formål

Hensikten med undersøkelsen har vært, om mulig, å kunne fastslå noen endring av biologiske forhold i Risavika etter at oljeraffineriet kom i drift i 1968. På grunn av resultatene som fremkom etter en større undersøkelse av Risavika sommeren 1970, ble områder nær utslipps-stedet for avløpsvann gjort til gjenstand for nærmere undersøkelse sommeren 1971.

Resultatene kan sammenliknes for gruppene grønnalger, brunalger og rødalger i fjærebeltet, selv om innsamlingsmetodikken i de to aktuelle undersøkelser er noe forskjellig. *Cyanophyceae* - blågrønnalger, *Bacillariophyceae* - diatomeer, *Xanthophyceae* - gulgrønnalger og *Lichenes* - lav, er ikke tatt med i denne undersøkelse. Undersøkelsen i 1966-1967 ble hovedsakelig konsentrert om forholdene i fjæresonen.

6.2 Stasjonsplassering

Beliggenheten av de biologiske stasjoner (B1, B2 osv.) er med hensikt lagt til samme lokaliteter som i 1966-1967 og avmerket på kartet, figur 1. I tillegg er det undersøkt to nye lokaliteter, hvorav den ene (stasjon B9) er en langgrunne mellom stasjon B2 og stasjon B8 i Risavika, mens den andre, stasjon B10, er plassert mellom stasjon B5a og stasjon B6 utenfor Risavika.

6.3 Materiale og metoder

Sommeren 1970 ble det samlet inn et representativt materiale fra hver stasjon. En strandlinje på ca. 5 m ble undersøkt ned til 4-5 meters dyp ved hjelp av "skin-diving". Materiale fra dyp under 5 m ble samlet inn ved hjelp av en trekantskrape som ble trukket etter en motorbåt.

Sommeren 1971 ble bunnen i Risavika undersøkt nær raffineriets utslipp (se figur 1, stasjon 4). Det ble brukt to froskemenn som beskrev bunnforholdene, samlet inn materiale og fotograferte ned til ca. 21 meters dyp. Bunnprøver og fotografier foreligger.

Dyr fra supralittoral- og littoralsonen ble også undersøkt sensommeren 1971.

6.4 Resultater og kommentarer

De registrerte planter og dyr ned til ca. 5 meters dyp er satt opp i tabell 10. Da innsamlingen er utført ved "skin-diving", er det rimelig å tro at tabellen er representativ for hele det undersøkte området. I tabellen er det gitt en subjektiv vurdering av den mengdemessige forekomst etter følgende skala:

- 1 Sjelden
- 2 Vanlig
- 3 Dominerende.

Større og mindre assosiasjoner er da inkludert i 3 i skalaen.

Det er benyttet en 3-delt skala fordi det, etter forfatterens mening, er meget vanskelig å kunne differensiere algemengden i 5 kategorier, som ble benyttet i rapporten fra 1966-1967.

Algefunn fra skraptrekkene er satt opp i tabell 11, hvor + betyr at algen er registrert, mens - betyr ikke registrert. + omfatter da både arter som er dominerende, og arter som opptrer med bare et eksemplar. Det er ikke funnet formålstjenlig å operere med finere gradering, da trekantskrappen er meget selektiv.

Det som er registrert nord for en linje Laksholmen - Hamraberget, må karakteriseres som normalt. Sør for denne linje var vegetasjonen tilfredsstillende ned til 15 - 18 m med ett unntak.

15. juni 1970 var algene i den øvre halvmeteren på stasjon B4 svært redusert, og de fleste arter var helt hvite. Særlig fremtredende

var *Lithothamnion* spp., som dannet et hvitt belegg på fjellsiden. Da stasjonen ble undersøkt primo august samme år, var tilstandene det en kan kalle normale. Liknende forhold er beskrevet i rapporten fra "Torrey Canyon"-ulykken i Den engelske kanal 18. mars 1967, og effekten skyldtes bruk av kjemikalier til emulgering av oljen.

Foruten at dette tilfellet ble observert, ble det registrert oljeflekker i strandsonen på stasjonene B3, B4 og B5b uten at organismene syntes å ta skade av dette.

Strandsonen i hele viken er karakterisert ved de vanlige brunalgene, *Fucus* spp. Dessuten er *Pelvetia canaliculata*, som her opptrer i sitt grenseområde og dermed er lite tolerant overfor ugunstige forhold, observert på stasjon B4.

Stasjonene B3, B4, B7 og B9 er karakterisert ved større grønnalgesamfunn. Dette kan tyde på at lokalitetene er påvirket av kloakkvann. Sammenliknet med undersøkelsen i 1967 synes imidlertid de biologiske forhold å være lite endret i strandsonens øvre del.

Ifølge froskemenn og skraptrekk tyder det på at tarevegetasjonen sør for linjen Laksholmen - Hamraberget er mer redusert enn det var naturlig å forvente. Dette kan skyldes uegnet substrat for større tarevekster, forurensning eller en kombinasjon av disse to faktorer.

Under ca. 18 m like ut for utslippet (figur 1, stasjon 4) var imidlertid bunnslammet sterkt forurensset av olje. Det var her meget sparsomt med organismer (alger), og de få individer som opptrådte der, var i dårlig forfatning. Fra disse områder er det påvist et variert samfunn av mikroorganismer, bakterier og alger (særlig diatomeer) og enkelte få sopphyfer inkorporert i et amorft, mørkfarget materiale (trolig oljerester).

Etter "Torrey Canyon"-ulykken ble det ikke beskrevet oljeforurensning under 10 meters dyp. Litteraturen er sparsom med opplysninger om mulig effekt på større dyp. I "Fiskeritidsskrift för Finland", nr. 1, 1971, hevdes det at "oljedropper kan også fästa sig på planktonalger och förorsaka att de sjunker til botten. Den olja som på detta sätt sjunkit gör at avlagringarna på botten blir feta och sega. Under sådana förhållanden har bottendjuren minskade existensmöjligheter och bottenavlagringarnas mineralisering sker långsammare." Det kan da oppstå anaerobe forhold, hvor anaerobe mikroorganismer overtar nedbrytningen av oljen. Dette er en langsommere prosess enn nedbrytning ved aerobe betingelser.

Det ble videre funnet at bunnen utenfor utslippet i Risavika var stedvis dekket av et hvitt, muggliknende belegg, som bestod av døde algerester og heterotrofe mikroorganismer (Actinomycet-liknende). Enkelte av disse hyfer viste oppdeling til sporer på hyfeenden. I Waksman, S.A., 1950: The Actinomycetes, Their nature, s. 146-147, Waltham, Mass., USA, er det rapportert funn av Actinomyceter (*Streptomyces* og *Micromonospora*) i marint miljø, særlig i bunnmudder. Det er rapportert at disse hadde evne til å bryte ned alifatiske-, aromatiske-, naphten- og olefin-hydrokarboner under aerobe forhold, og at de er hyppig forekommende i marint mudder. Ellers er Streptomyceter og *Micromonospora* kjent som aktive cellulose-nedbrytere.

Dykk ned til 38 m viste lite eller intet spor av olje. Her ble det funnet døde "kuskjell" (*Cyprina islandica*) og større mengder av "sjøfjær" (*Pennatula phosphorea*).

7. KONKLUSJON BIOLOGISKE UNDERSØKELSER

De biologiske undersøkelser viser at organismesamfunnene i fjæra og noen meter nedover er av en karakter som er vanlig i middels bølgeeksponerte vestnorske viker. Artsrikdommen i Risavika er tilsynelatende større enn i nærliggende områder, men dette kan bero på at disse ikke er blitt fullt så nøye undersøkt. Utenfor raffineriets utslipp er det fra 18 meters dyp og nedover registrert oljeforurensning og markerte skadevirkninger på bunnens organismeliv.

Tabell 10. Fastsittende organismer på stranden ned til ca. 5 m dyp sommeren 1970

Stasjonsbetegnelse	St.B1	St.B2	St.B3	St.B4	St.B5a	St.B5b	St.B6	St.B7	St.B8	St.B9	St.B10
Organismer											
RHODOPHYCEAE											
<i>Acrochaetium daviesii</i>	1	1					1				
<i>Acrochaetium secundatum</i>	2	2		2	2		1	1	2		2
<i>Acrochaetium virgatulum</i>	1	2	2		1		2	2			
<i>Ahnfeltia plicata</i>	2	1			1						1
<i>Audouinella membranacea</i>	2		2	1							2
<i>Bangia fuscopurpurea</i>			2		1		2				
<i>Bonnemaisonia hamifera</i>	1	2	2	2	1	1		2			2
<i>Callithamnion corymbosum</i>			1	2	1			1	1		1
<i>Ceramium arborescens</i>			2								
<i>Ceramium areschougii</i>				1		1		1			1
<i>Ceramium rescissum</i>											
<i>Ceramium rubrum</i>	2	2	2	2	2	2	2	3	2		2
<i>Ceramium strictum</i>						2					
<i>Chondrus crispus</i>						1			2	2	
<i>Corallina officinalis</i>	1	2	1	2	2	2	2		1	2	2
<i>Cystoclonium purpureum</i>		2	2	2	2	2	2	2	2		2
<i>Delesseria sanguinea</i>	2	2	2	2	2	2					
<i>Dumontia incrassata</i>						1	1		1		
<i>Erythrocladia</i> spp.	1				1	1					
<i>Erythrotrichia carnea</i>		2			1	1		2	1		1
<i>Euthora cristata</i>											
<i>Furcellaria fastigiata</i>			1				2				1

Forts.

Tabell 10. (Forts.)

Stasjonsbetegnelse	St.B1	St.B2	St.B3	St.B4	St.B5a	St.B5b	St.B6	St.B7	St.B8	St.B9	St.B10
RHODOPHYCEAE (Forts.)											
<i>Gigartina stellata</i>	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2
<i>Gracilaria verrucosa</i>			1						1		
<i>Halarachnion ligulatum</i>										2	
<i>Hildenbrandia prototypus</i>	2	2	2	2	1	2	2			2	
<i>Lithothamnion granii</i>			2	2	2	2	2		2	1	3
<i>Lithothamnion lenormandii</i>	3	2	2	2	1	2	2		2	1	
<i>Lithothamnion</i> spp.			2	2	1	2			1		1
<i>Lomentaria clacellosa</i>				1							
<i>Membranoptera alata</i>	1	2	2	1	2	2	1		1		2
<i>Nemalion helminthoides</i>	2	2	2		1						
<i>Odonthalia dentata</i>											1
<i>Phycodryx rubens</i>	2		2	2	2	2	1		1		2
<i>Phyllophora brodiaei</i>		2		2							2
<i>Phyllophora membranifolia</i>		1	1	2	2	1	1	2	2		2
<i>Polyides rotundus</i>		2		1					2		1
<i>Polysiphonia brodiaei</i>			1								1
<i>Polysiphonia fibrillosa</i>			1						1		2
<i>Polysiphonia lanosa</i>	2	2				2			2		2
<i>Polysiphonia nigrescens</i>									2		
<i>P. urceolata</i> f. <i>roseola</i>	1	1	2	1	1				1		2
<i>P. urceolata</i> f. <i>typica</i>			2	2	2	2	2				2
<i>Polysiphonia violacea</i>			1		1			1		1	2

Forts.

Tabell 10. (Forts.)

Stasjonsbetegnelse	St.B1	St.B2	St.B3	St.B4	St.B5a	St.B5b	St.B6	St.B7	St.B8	St.B9	St.B10
RHODOPHYCEAE (Forts.)											
<i>Porphyra purpurea</i>	1	1	1	1	1	1	1	1			1
<i>Porphyra umbilicalis</i>	1	1	2	1	2	2	1	2	1		2
<i>Ptilota plumosa</i>	2	2	2	2	2	2			1		2
<i>Rhodochorton purpureum</i>	2	2	1		2	2	2	1	2		1
<i>Rhodomela confervoides</i>	2	2	1		1	1	1				2
<i>Rhodomela lycopodioides</i>	2	2	2	2	1	1	1	2	1		2
<i>Porphyra umbilicalis</i>	2	1	2	2	2	2	1	2	1		2
<i>Ptilota plumosa</i>	2	2	2	2	2	2			1		2
<i>Rhodochorton purpureum</i>	2	2	1		2	2			1		2
<i>Rhodomela confervoides</i>	2	2	1		1	2	2	1	2		1
<i>Rhodomela lycopodioides</i>	2	2	2	2	1	1	1				2
<i>Rhodymenia palmata</i>	2	2	2	2	2	2		1	1		2
<i>Spermothamnion repens</i>			1	1	1						
PHAEOPHYCEAE											
<i>Alaria esculenta</i>	2		2		3	2					2
<i>Ascophyllum nodosum</i>	2	3	2	1		3	3		3	1	3
<i>Chorda filum</i>	2	2	1	1		3	3	1	3		1
<i>Chorda tomentosa</i>			1								
<i>Chordaria flagelliformis</i>	2	2	1		2	1	2		2		1
<i>Desmarestia aculeata</i>		1		2	2	2	2		1		2
<i>Desmarestia viridis</i>	2	2	2	2	2	2	2		2		2
<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i>	1				1	1	2				

Forts.

Tabell 10. (Forts.)

Stasjonsbetegnelse	St.B1	St.B2	St.B3	St.B4	St.B5a	St.B5b	St.B6	St.B7	St.B8	St.B9	St.B10
Organismer											
PHAEOPHYCEAL (forts.)											
<i>Ectocarpus fasciculatus</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	1		1
<i>Ectocarpus siliculosus</i>	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2
<i>Elachista fucicola</i>	2	2	2		2		1	2	2	1	2
<i>Fucus distichus</i> subsp. <i>anceps</i>					1						
<i>Fucus serratus</i>	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	2
<i>F. serratus</i> f. <i>grandifrons</i>										1	
<i>Fucus spiralis</i>	2	2	1	2	2	2	2	1	2	1	2
<i>Fucus vesiculosus</i>	2	2	1	1	1	2	2	2	1		2
<i>F. vesiculosus</i> f. <i>vadorum</i>						2			1		
<i>Giffordia ovata</i> var. <i>arachnoides</i>							1				2
<i>Halidrys siliquosa</i>	2		2	1					3		2
<i>Laminaria digitata</i>	3	2	2	3	2	2					2
<i>Laminaria hyperborea</i>	2		2	2	3	2					2
<i>Laminaria saccharina</i>	2	2	3	3	2	2	2	3	2		2
<i>Leathesia difformis</i>					2			1			2
<i>Lithosiphon filiformis</i>					2						
<i>Lithosiphon laminariae</i>					1						
<i>Lithosiphon pusillus</i>							2		2		2
<i>Lithosiphon tenuis</i>	2		1	2	2	2		2	2		
<i>Myrionema coronnae</i>			2								2
<i>Pelvetia canaliculata</i>							2				
<i>Petalonia fascia</i>				1					1		

Tabell 10. (Forts.)

Stasjonsbetegnelse	St.B1	St.B2	St.B3	St.B4	St.B5a	St.B5b	St.B6	St.B7	St.B8	St.B9	St.B10
Organismer											
PHAEOPHYCEAE (Forts.)											
<i>Pilayella littoralis</i>		2	2	2	2		2	2	2		2
<i>Ralfsia verrucosa</i>		1			1		1	2			
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	2										
<i>Sphacelaria bipinnata</i>	2			1			1				
<i>Sphacelaria cirrosa</i>											
<i>Spongonema tomentosum</i>	2		1		1	2	1			2	
<i>Stictyosiphon tortilis</i>											
CHLOROPHYCEAE											
<i>Acrosiphonia arcta</i>	2	2	1	2			1		1		1
<i>Acrosiphonia centralis</i>	1		2		2						
<i>Chaetomorpha melagonium</i>	1		2		2						
<i>Cladophora rupestris</i>	2	1	2	2	2	2	2	2	2		2
<i>Cladophora</i> spp.			1	1						1	1
<i>Codium fragile</i>			1	2						3	2
<i>Enteromorpha compressa</i>	2			3	1					3	2
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	2		2		2			2		3	2
<i>Enteromorpha linza</i>	1		1		2						
<i>Enteromorpha</i> spp.	1	1	2	1	2		2	2	1	2	
<i>Percursaria percursa</i>											
<i>Prasiola stipitata</i>			2	2	2	2	2	2	2		2

Forts.

Tabell 10. (Forts.)

Stasjonsbetegnelse	St.B1	St.B2	St.B3	St.B4	St.B5a	St.B5b	St.B6	St.B7	St.B8	St.B9	St.B10
Organismer											
CHLOROPHYCEAE (Forts.)											
Rhizoclonium implexum			2					1			1
Spongomorpha aeruginosa			1	1							
Spongomorpha pallida	1			1							
Ulothrix flacca		2	2					2			
Ulothrix pseudoflacca		2		1				2			
Ulothrix subflaccida		1						1			
Ulva lactuca	2	2	2	2	1	2		2	2		2
Urospora penicilliformis					1			2			
FAUNA 1971											
Balanus spp (Crustacea)	1	1	1	1	2		2	1	1	1	2
Dynamena pumila (Hydrozoa)	2		2	1							2
Littorina spp. (Gastropoda)			2	1		1	2	2	1	2	1
Patella vulgata (Gastropoda)			2		2	1	2		1		1

Tabell II. Skrap og dykk i Risavika. Under 5 m.

Skrap nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Acrochaetium daviesii</i>	+			+											+			
<i>Acrochaetium secundatum</i>	+			+		+								+				
<i>Acrochaetium virgatulum</i>														+				
<i>Anthamnon boreale</i>			+															
<i>Bonnemaisonia hamifera</i>	+	+	+	+	+			+	+	+		+	+	+	+			+
<i>Brongniartella byssoides</i>								+	+			+		+				
<i>Callithamnion corymbosum</i>	+					+		+	+			+	+					
<i>Ceramium arborescens</i>														+				
<i>Ceramium areschougii</i>	+																	
<i>Ceramium rubrum</i>	+	+		+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+			+
<i>Ceramium strictum</i>				+		+												
<i>Chylocladia verticillata</i>									+									
<i>Corallina officinalis</i>			+															
<i>Cystoclonium purpureum</i>						+												
<i>Dumontia incrassata</i>						+												
<i>Erythrocladia subintegra</i>									+							+		
<i>Erythrocladia carnea</i>		+		+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+		+
<i>Euthora cristata</i>									+									
<i>Furcellaria fastigiata</i>				+														
<i>Gracilaria verrucosa</i>									+									
<i>Hildenbrandia prototypus</i>																		
<i>Lithothamnion spp.</i>																		
<i>Lomentaria clavellosa</i>										+								+

Fots.

Tabell 11. Skrap og dykk i Risavika. Under 5 m.

	Skrap nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
<i>Membranoptera alata</i>																+							
<i>Odonthalia dentata</i>																					+		
<i>Phycodrydrys rubens</i>							+															+	
<i>Phyllophora brodiaei</i>																							+
<i>Polysiphonia fibrillosa</i>																							+
<i>Polysiphonia nigrescens</i>																							+
<i>P. urceolata f. roseola</i>																							+
<i>Polysiphonia violacea</i>																							+
<i>Ptilota plumosa</i>																							+
<i>Rhodomela confervoides</i>																							+
<i>Rhodymenia palmata</i>																							+
<i>Alaria esculenta</i>																							+
<i>Chorda filum</i>																							+
<i>Chordaria flagelliformis</i>																							+
<i>Desmarestia aculeata</i>																							+
<i>Desmarestia viridis</i>																							+
<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i>																							+
<i>Ectocarpus fasciculatus</i>																							+
<i>Ectocarpus siliculosus</i>																							+
<i>Halidrydrys siliquosa</i>																							+
<i>Laminaria digitata</i>																							+

Forts.

Tabell 11. Skrap og dykk i Risavika. Under 5 m.

	Skrap nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Laminaria hyperborea</i>		+								+			+			+		+	+
<i>Laminaria saccharina</i>			+	+				+	+				+	+		+		+	+
<i>Lithosiphon filiformis</i>								+											
<i>Spermatocchnus paradoxus</i>					+														
<i>Sphacelaria bipinnata</i>						+													
<i>Sphacelaria caespitula</i>							+												
<i>Sphacelaria cirrosa</i>								+						+					
<i>Sphacelaria plumosa</i>				+											+				
<i>Stictyosiphon tortilis</i>					+														
<i>Striaria attenuata</i>							+												
<i>Cladophora</i> spp.																			
<i>Enteromorpha intestinalis</i>																			
<i>Enteromorpha</i> spp.																			
<i>Percursaria percursa</i>																			
<i>Pringsheimiella scutata</i>																			
<i>Rhizoclonium implexum</i>																			
<i>Spongomorpha aeruginosa</i>																			
<i>Ulva lactuca</i>																			

Forts.

Tabell 11. (Forts.)

Skrap nr.	1:	St. B1	5 - 8 m
-	-	2: St. B1	8 - 12 m
-	-	3: St. B1	11 - 14 m
-	-	4: St. B2	5 m
-	-	5: St. B2	7 - 9 m
-	-	6: St. B8	3 - 7 m
-	-	7: St. B8	6 - 9 m
-	-	8: St. B8	7 - 11 m
-	-	9: St. B3	7 - 12 m
-	-	10: St. B3	13 - 16 m
-	-	11: St. B3	17 - 24 m
-	-	12: St. B4	8 - 12 m
-	-	13: St. B4 - B5b	6 - 7 m
-	-	14: St. B4 - B5b	6 m
-	-	15: St. B5b - B5a	6 - 8 m
-	-	16: St. B5b - B5a	11 - 13 m
-	-	17: St. B5b - B5a	10 - 14 m
Dykk	-	18: St. B5b	25 m

Alle skrap ble utført 30. juli 1970.

Dykking ble foretatt i juni 1971.