

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

O-111/70

RESIPIENTVURDERINGER

AV

NEDRE SKIENSELVA, FRIERFJORDEN OG TILLIGGENDE FJORDOMRÅDER

Rapport 1

Tidligere undersøkelser - Generelle forhold
Forurensingstilførsler

Saksbehandlere: Siv.ing. Øivind Johansen
Cand.mag. Sverre Kolstad
Cand.real. Tor Bokn
Cand.real. Brage Rygg

Rapporten avsluttet: Juli 1973

F O R O R D

Etter oppdrag fra Fylkesmannen i Telemark, Utbygningsavdelingen, er det utarbeidet et forslag til program for resipientundersøkelse av Skiensvassdragets fjordområder, datert 5. mars 1971. Foreliggende rapport behandler pkt. a, b og c i dette program og inneholder informasjon fra tidligere undersøkelser, opplysninger om fjordbassengenes utforming, data om meteorologiske og hydrologiske forhold og innsamlet materiale om forurensingstilførsler.

Formålet med rapporten er å etablere et grunnlag for de planlagte resipientstudier, herunder en eventuell revurdering av det fremlagte programforslag og fordeling av arbeidsoppgaver mellom NIVA, lokale instanser og andre samarbeidspartnere.

Arbeidet er utført ved instituttets fjordseksjon, men har bare latt seg gjennomføre takket være samarbeide med lokale myndigheter, bedrifter, konsulentfirmaer, Statens vann- og avløpskontor og enkeltpersoner, som alle takkes for imøtekommenhet når det gjelder å skaffe til veie de nødvendige rådata.

Hovedansvarlig for rapportens enkelte deler er: Tor Bokn og Brage Rygg (Kap. 1), Sverre Kolstad (Kap. 2) og Øivind Johansen (Kap. 3).

Jon Knutzen
Seksjonsleder

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FIGURFORTEGNELSE	V
TABELLFORTEGNELSE	VI
1. TIDLIGERE UNDERSØKELSER	1
1.1 Innledning	1
1.2 Hydrofysiske og hydrokjemiske forhold	1
1.3 Sedimentforhold	9
1.4 Generelle biologiske forhold	9
1.5 Bakteriologiske undersøkelser	10
1.6 Forurensningsvirkninger	12
1.7 Sammendrag vedrørende tidligere undersøkelser	16
1.8 Referanser vedrørende tidligere undersøkelser	19
Figurer til kapittel 1	23
2. BATHYGRAFISKE, HYDROLOGISKE OG METEOROLOGISKE FORHOLD	36
2.1 Dybdeforhold, arealer og volumer	36
2.2 Nedbørsfelter, avrenning	38
2.3 Meteorologiske forhold	38
2.4 Referanser vedrørende generelle forhold	39
Figurer til kapittel 2	40
Tabeller til kapittel 2	43
3. KARTLEGGING OG BESKRIVELSE AV UTSLIPP AV FORURENS- NINGER TIL FJORDSYSTEMET	61
3.1 Innledning	61
3.2 Befolkning og fyllplasser	63
3.2.1 Skien	63
3.2.2 Porsgrunn	64
3.2.3 Bamble	67
3.3 Industri	68
3.3.1 Treforedling	68
3.3.2 Norsk Hydro A/S	70
3.3.3 Vaskerier og renserier	72
3.3.4 Slakterier	72
3.3.5 Meierier	73

IV

	Side
3.3.6 Mineralvannfabrikker	74
3.3.7 Bryggerier	75
3.3.8 Annen næringsmiddelindustri	75
3.3.9 Virksomheter med kjemisk overflatebehandling av metaller	77
3.3.10 Annen industri	79
3.3.11 Bensin- og tankanlegg	82
3.4 Jord- og skogbruk	82
3.5 Sammendrag vedrørende forurensningstilførsler	87
3.6 Referanser vedrørende forurensningstilførsler	92

FIGURFORTEGNELSE

Fig.nr.		Side
1.1	Vannføring i Skienselva, overflatevannets saltholdighet og sprannglagets beliggenhet i Frierfjorden	23
1.2	Overflatevannets saltholdighet i Frier- og Breviksfjorden	23
1.3	Siktedyp i Frierfjorden	24
1.4	Tetthets- og oksygenfordeling	25
1.5	Tetthets- og oksygenfordeling	26
1.6	Tetthets- og oksygenfordeling	27
1.7	Overflatestrømmer	28
1.8	Saltgehaltsfordeling	29
1.9	Strømhastighet, -retning, saltholdighet og temperatur	30
1.10	Modell for estimering av vannlagets tykkelse	31
1.11	Tykkelse av øvre vannlag i Frierfjorden	31
1.12	Innblanding av ellevann i Frierfjorden	31
1.13	Vannføring fra Skienselva	31
1.14	Totalvolum av planteplankton	32
1.15	Vekstforsøk og kjemiske analyser	33
1.16	Vekstforsøk	34
1.17	Middelkonsentrasjon av kvikksølv i fisk	35
2.1	Skiensvassdragets fjordområde	40
2.2	Dybdeprofiler	41
2.3	Vindforhold på Jomfruland	42

TABELLFORTEGNELSE

Tab.nr.		Side
1.1	Saltholdighet- og nitrogenanalyser fra Skienselva	3
1.2	Oksygenkonsentrasjoner i dyplagene av Frierfjorden	4
1.3	Kvikksølvkonsentrasjon i torsk fra Eidanger- og Frierfjorden	16
2.1	Vannarealer	43
2.2	Vannvolumer	44
2.3	Overflatearealer	49
2.4	Vannvolumer	50
2.5	Nedbørsfelter	57
2.6	Nedbørsfelter	58
2.7	Lufttemperaturer ved Jomfruland	59
2.8	Lufttemperaturer ved Skien	60
3.1	Avløp til forskjellige resipienter	65
3.2	Analyse av avrenningsvann fra søppelfyllplass i Porsgrunn	66
3.3	Forurensninger i drensvannet fra fyllplass i Porsgrunn	67
3.4	Forurensninger (tab. 3.3) omregnet i person-ekvivalenter	67
3.5	Utslipp fra treforedlingsindustri	68
3.6	Fosforforbindelser fra treforedlingsbedrifter	69
3.7	Fosforforbindelser fra treforedlingsindustri i Skiensområdet	69
3.8	Nitrogen fra treforedlingsindustrien i Skiensområdet	70
3.9	Hydros utslipp	71

VII

Tab.nr.	Side	
3.10	Utslipp fra Andelsslakteriet	73
3.11	Forurensninger fra meierier	74
3.12	Beregnet tilførsel av organisk stoff, nitrogen og fosfor fra meierier	74
3.13	Produksjon ved Heistad fabrikker	76
3.14	Utslipp av organisk stoff fra Heistad fabrikker	76
3.15	Utslipp fra kjemisk industri	78
3.16	Industri der forurensningene ikke har latt seg beregne	79
3.17	Tankanlegg og bensinstasjoner	82
3.18	Nitrogen og fosfor fra jord- og skogbruk	83
3.19	Nitrogen og fosfor fra landarealer	85
3.20	Organisk stoff, nitrogen og fosfor fra siloanlegg	86
3.21	Organisk stoff, nitrogen og fosfor fra siloanlegg	86
3.22	Organisk stoff, nitrogen og fosfor tilført Skienselva	87
3.23	Organisk stoff, nitrogen og fosfor tilført Frierfjorden	88
3.24	Organisk stoff, nitrogen og fosfor tilført Eidangerfjorden	88
3.25	Organisk stoff, nitrogen og fosfor tilført Langesundsfjorden	88
3.26	Organisk stoff, nitrogen og fosfor tilført fjordsystemet sør for Langesund	89
3.27	Forurensningskilder tilført hele området	90

1. TIDLIGERE UNDERSØKELSER

1.1 Innledning

De tidligste data om hydrografi og biologi i Frierfjorden skriver seg fra 1897-98 (1, 2). Referansemateriale fra henholdsvis 1924 og 1933 finnes i publikasjonene til Dannevig (3) og Strøm (4). Spredte hydrografiske data er også blitt innsamlet i 1950-årene (5), men det er særlig i forbindelse med økende bevissthet om følgende av fjordsystemets utnyttelse som resipient at det er gjort til dels omfattende undersøkelser over forskjellige forhold. (Se liste pkt. 1.8). I det følgende er det laget et sammendrag av de resultatene som er mest aktuelle i forbindelse med vannutskiftningsforhold og forurensningstilstand. Formålet med sammenstillingen er å gi grunnlag for videre drøftelser om de planlagte resipientstudiers innhold og omfang.

1.2 Hydrofysiske og hydrokjemiske forhold

Brakken (9) har i et hovedfagsarbeid målt forskjellige hydrografiske parametre og observert deres variasjon i tidsrommet september 1961 til august 1962.

Undersøkelsen bygger hovedsakelig på målinger fra fire stasjoner, to i selve Frierfjorden, én ved terskelen ved Brevik og én stasjon i Breviksfjorden rett utenfor Brevik. Prøvene, som er tatt annen hver måned, er analysert på temperatur, saltholdighet, tetthet, oksygen, hydrogensulfid, pH og siktedyp. Forekomster av nitritt, nitrat og ammonium er undersøkt vinteren og våren 1962. Samtidig er det også tatt prøver fra Skienselva, like ovenfor dens utløp i Frierfjorden.

Resultatene av målingene i (9) viser at temperaturen i Frierfjorden varierte kraftig gjennom året i de øvre 30-35 m. I dyp under 35 m ble det derimot registrert små variasjoner i temperaturen. Bunntemperaturen varierte mellom 5,72 og 5,95 °C.

LJA

10/7-1973

Frierfjorden kan deles i flere lag alt etter vannets innhold av oppløste salter. Fjordens tilførsel av ferskt vann fra Skienselva er i middel ca. $300 \text{ m}^3/\text{sek}$, og det ble påvist vann med saltholdighet fra 0 til 8 o/oo i overflaten gjennom hele undersøkelsesåret, med unntak av 23/2-62. Dette svakt saltholdige vannet varierte i tykkelse og er funnet ned til 6,5 m dyp i sommerhalvåret. Vann med saltholdighet mellom 8 og 20 o/oo er et typisk spranglag, som varierte fra 1,5 til 3,5 m i tykkelse. Beliggenheten av dette laget har en klar sammenheng med vannføringen i vassdraget, som det vil fremgå av figur 1.1 fra (9). Laget var presset lengst ned når vannføringen i Skienselva var størst, mens sjiktet vil ligge nær overflaten i årets første kvartal. Figur 1.1 viser sammenhengen mellom ferskvannstilførsel, overflatelagets saltholdighet og sprangsjiktets beliggenhet ved en stasjon midt i Frierfjorden.

Brækkens (9) observasjoner viste at det vesentlige av økningen i overflatevannets saltholdighet fant sted i nedre del av Skienselva eller like utenfor dens munning. I selve Frierfjorden var det liten stigning utover i fjorden, men saltholdigheten økte etter passering av Brevik. Disse forholdene gjorde seg gjeldende gjennom hele året, som vist på figur 1.2. Tilsvarende observasjoner er likeledes gjort i 1952 (5).

Saltvannet under spranglaget ble av Brækken (9) delt i to lag, overlaget og dypvannslaget. Overlaget, som var sterkt utviklet i sommermånedene, svant inn til nesten ingenting i tiden oktober-februar. Nedre grense for overlaget fulgte termoklinen (temperatursprangsjiktet), og gikk ned til 30-35 m. Saltholdigheten varierte mellom 20 og 33 o/oo. I dypvannslaget lå saltholdigheten stort sett mellom 33 og 34 o/oo.

Forholdsvis rike oksygenmengder ble målt i Frierfjorden ned til 30 m dyp gjennom hele perioden (9). I overflaten ble det målt opp til 125% metning. Under 30-35 m dyp dominerte de oksygenforbrukende prosesser. En oksygentilførsel vil her være betinget av innstrømminger av oksygenrikt vann utenfra. Innstrømminger ble påvist i februar og mai (9). I de største dyp var det hele tiden H_2S -holdig vann. Øvre grense for H_2S -laget i Frierfjorden varierte mellom 51 og 71 m dyp. Det H_2S -holdige vannet i de dypeste lag av Frierfjorden viste stort sett stabile forhold gjennom undersøkelsen. Tetthetsmålinger i undersøkelsesperioden viser at det skulle lite til før oksygenrikt vann, som var strømmet inn i mai, var trengt helt ned til bunnen i Frierfjorden.

I (9) vurderes langtidsvarisjoner for utskifting av bunnvann i Frierfjorden, og det er benyttet data oppgitt i (1), (3) og (4). Målinger i 1898 (1) og i 1924 (3) konstaterte at bunnvannet i Frierfjorden inneholdt H_2S uten at mengden av denne gassen ble målt. En måling i 1933 (4) viste et innhold på $0,59 \text{ cm}^3/\text{liter } H_2S$. (9) henviser til upubliserte data av K.M. Strøm, som i 1947 påviste $2,8 \text{ cm}^3/\text{liter}$ oksygen i en prøve fra 85 m dyp i Frierfjorden. Som tidligere nevnt var det i hele undersøkelsesperioden i 1961/62 H_2S i bunnvannet i Frierfjorden, og mengden varierte mellom 0,83 og $1,23 \text{ cm}^3/\text{liter}$.

Ovenstående tyder på at bunnvannet i Frierfjorden ikke er stagnerende over særlig lange tidsrom. Den innstrømming som må ha skjedd før Strøms målinger i 1947, førte friskt oksygenrikt vann helt til bunns i fjorden. Liknende innstrømminger forekommer antakelig med ujevne mellomrom alt etter den hydrografiske situasjon utenfor terskelen ved Brevik.

pH-målingene i (9) viste at pH i overflaten varierte fra 7,15 til 7,7, alt etter saltholdighet og CO_2 -innhold. Surhetsgraden avtok mot bunnen. I H_2S -laget lå pH mellom 7,1 og 7,2.

Fjordens innhold av nitrat, nitritt og ammonium avtok fra februar til mai. Nitrat og ammonium ble påvist i alle dyp i Frierfjorden og Breviksfjorden. Nitritt ble bare funnet ned til et dyp av ca. 8 m. Store mengder av nitrat og ammonium ble funnet i Frierfjordens overflatelag. Dette antas å stamme fra Hydros utslipp. I Skienselva er det påvist en bunnstrøm, som går i motsatt retning av selve ellevannet, og prøver tatt i Skienselva underbygger dette. Tabell 1.2 viser høye verdier både for saltholdighet og nitrogenforbindelser i 7 m dyp. Dette skulle tyde på at nitrogenavfallet fra fabrikken blandes inn i ellevannet og transporteres videre ut i fjordens overflatevann (9).

Tabell 1.1 Saltholdighet- (S) og nitrogenanalyser fra Skienselva.

Dato m	S		NO_3-N		NO_3-N		NH_4-N	
	25/3	27/5	25/3	27/5	25/3	27/3	25/3	27/5
0,5	1,80	0,66	233	176	7,4	6,3	x	52
2	1,87	0,70	301	191	5,7	2,6	x	58
4	2,91	0,95	168	134	0,5	1,9	x	48
7	17,74	15,29	680	324	10,2	6,1	x	113

Sammenliknet med målinger fra 1952 (5), kan det synes som om konsentrasjon av nitrogenforbindelser i Frierfjorden har økt fram til 1962.

Siktedypet ble undersøkt i Frierfjorden på en stasjon (9). Resultatet av disse observasjonene er vist i figur 1.3. Som det fremgår av figuren varierte siktedypet mellom 1,6 og 4,5 m i løpet av undersøkelsesperioden.

Norsk institutt for vannforskning gjorde i 1960 undersøkelser over hvordan forurensninger fra Skienselva spres i fjordsystemet (7). Videre har Næringsmiddelkontrollen i Porsgrunn, sommeren 1969, utført liknende undersøkelser (24). I begge tilfeller er det benyttet saltholdighet og tarmbakterier (se 1.5) som parametre, og resultatene fra disse undersøkelser støtter konklusjonene fra ovennevnte hydrografiske studier.

Statens biologiske stasjon, Flødevigen, har i tidsrommet 1952-1972 tatt vannprøver i Frierfjorden/Langesundsfjorden. Prøvene er analysert på temperatur, saltholdighet og oppløst oksygen, og er presentert av Fiskeridirektoratets havforskningsinstitutt (28). Undersøkelsene har vesentlig blitt foretatt om høsten, og de hydrografiske data gir derfor ikke tilstrekkelig grunnlag for en fullstendig beskrivelse.

Målingene viste bl.a. det som har kommet tydelig fram ved andre observasjoner, nemlig at p.g.a. den store ferskvannstilførsel var saltholdigheten i overflatelaget liten, i 0 m dyp sjelden over 5 - 6 o/oo om høsten. Saltholdigheten på 10 m dyp derimot, var i alle observerte år over 20 o/oo, som regel mellom 25 og 30 o/oo. Resultatene av oksygenmålinger er vist i tabell 1.2.

Tabell 1.2. Hyppighet av forskjellige oksygenmengder i det dypeste parti av Frierfjorden gjennom 15 års høstobservasjoner. Observasjonsdybden varierer mellom 75 og 90 m.

ml O ₂ /l	0	0,1-1,0	1,1-2,0	2,1-3,0	3,1-4,0
Antall obs.	3	5	1	2	4

Over halvparten av de observerte verdier ligger under 2,0 ml O₂/l. Det ble her konkludert med at dypvannet var stagnerende over lengre tidsrom, avbrutt av innstrømming av friskt vann. Men det påpekes at materialet ikke gir noe grunnlag for å si noe om hyppigheten og graden

av utskiftning. Dette er ikke helt i overensstemmelse med (9). Figur 1.4 viser en situasjon med en intermediær innstrømming. Denne innstrømming antydes så vidt på diagrammet ved tetthets-isopletene σ_t , mens oksygen-diagrammet klarere indikerer en innstrømming av nytt vann over terskelen ved Brevik. Figurene 1.5 og 1.6 viser observasjonene fra tokt 4/2 og 26/4 1972. Det går klart fram at i det mellomliggende tidsrom har det skjedd en kraftig innstrømming og dermed fornyelse av bunnvannet i Frierfjorden.

Vassdrags- og Havnelaboratoriet har ved flere anledninger i perioden 1965-1967 målt spesielt strøm- og tetthetsforhold i området fra Herøya og ut til Langesund (15), (19), (21), (22), og (26).

I (15) har Vassdrags- og Havnelaboratoriet redegjort for hydrografiske målinger i 1965. I tiden 18 - 27 oktober 1965 ble det dosert fargestoff i en rekke snitt fra Frierfjorden og ut til Langesund for å få en oversikt over overflatestrømmene. I samme område ble det også målt saltholdighet, strømhastighet og -retning med flygel i forskjellige dyp. Ferskvannstillrenningen til fjordsystemet i denne perioden varierte mellom 209 og 250 m³/sek. Resultatet av undersøkelsen av overflatestrømmene er vist på figur 1.7, og synes i store trekk å gi et strømbilde som en kunne vente ut fra vurdering av de topografiske forhold.

Verd å merke seg er dannelsen av en del bakevjer før og etter Brevik-Stathelle, og at det ble konstatert en nordgående strøm på vestsiden av Eidangerfjorden på høyde med Ørviktangen og en sørgående på østsiden av den samme fjord.

I sundene mellom Sandø og Bjørkø og mellom Sigtesø og Lille Arø ble det i overflaten påvist nord-øst-gående strømmer.

Resultatene av strøm- og saltholdighetsmålingene viste en utpreget stratifisert strøm, som består av et utgående lag brakkvann over saltvann med langsomt stigende saltholdighet nedover i dypet.

Utstrømmingen skjedde i et ca. 2,5 - 4 m tykt brakt overflatelag i Frierfjorden, og i et ca. 1,5 m tykt lag utenfor Brevik. Målte hastigheter i disse lagene var 30 - 70 cm/sek. Brakkvannslaget etter Brevik hadde større saltholdighet enn brakkvannslaget i Frierfjorden, noe som skyldtes en innblanding i Brevikssundet. Sprangsjiktet var derfor også mest markert før Brevik. I det underliggende saltvannslag var det, både før og etter Brevik, en netto innstrømming med hastigheter overveiende mindre enn 10 cm/s. Denne strømmen oppstår for å kompensere det saltvann som blandes inn i brakkvannsstrømmen.

Bakgrunnen for (19) var en ønsket utvidelse av skipsleden i Frierfjorden og Langesundsfjorden. Feltarbeidet var lagt opp likedan som for undersøkelsen i (15). Målingene ble foretatt 5-13 mai 1966. Det var da flom i Skienselva med vannføring mellom 550 og 700 m³/sek. Overflatestrømmene ga stort sett det samme bilde som man fant høsten 1965 - se figur 1.7. Det ble dog i denne flomsituasjon registrert inngående overflatestrømmer i Eidangerfjorden på høyde med Ørviktangen, både på øst- og vestsiden av fjorden. Strøm- og saltholdighetsmålingene viste en sterk stratifisering med en utgående, nesten fersk overflatestrøm på 5 - 6 m tykkelse (bekrefter observasjonene i (9)) ved Saltbua i Frierfjorden. Hastigheten i dette sjiktet var ca. 20-30 cm/sek. Fra 6-8 m dyp lå et markert sprangsjikt, og saltholdigheten økte her fra ca. 1 o/oo til ca. 25 o/oo. I dette sprangsjiktet ble det målt en inngående strøm på ca. 20 cm/sek. Figur 1.8 viser saltholdighetsprofilen ved Saltbua i Frierfjorden den 27. oktober 1965 og den 12. mai 1966.

Like før Brevik var overflatelaget ca. 2 m tykt med strømhastighet på vel 100 cm/sek. Sprangsjiktet lå mellom 2 og 5 m dyp. Utgående strøm med hastighet på 80 cm/sek ble målt på 2 m dyp. På 5 og 10 m dyp ble det målt inngående strømmer med hastigheter i området 4 - 8 cm/sek ved Brevik, og 5 - 24 cm/sek lenger inne i Frierfjorden.

Videre utover i Langesundsfjorden ble den utpregede tetthetssjiktningen mindre p.g.a. en kontinuerlig innblanding av saltvann i det brakke overflatevannet. Sprangsjiktet lå stort sett i området 2-5 m dyp. Strømmålingene viste at hastighetene i Langesundsfjorden var i størrelsesorden 50 cm/sek i de øverste 2-3 m dyp. På 5 m fant man motgående strømmer med hastigheter i området 5 - 40 cm/sek. I sundet mellom Sigtesø og Lille Arø ble det målt en nordgående overflatestrøm på vel 40 cm/sek.

I forbindelse med planene om et kjølevannsanlegg ved Balsøya i Frierfjorden utførte Vassdrags- og Havnelaboratoriet noen hydrografiske målinger i Frierfjorden i mai (21) og august (22) 1967.

I tiden 22 - 26 mai ble det målt vertikale profiler av strømhastighet og -retning, saltholdighet og temperatur på 4 stasjoner - se figur 1.9. Dessuten ble det lagt ut strømkors i 6 dybder ved Balsøya. På figur 1.9 vises et lengdesnitt for målt hastighet og saltholdighet 4 dager i mai 1967. På denne tiden var det flom i Skienselva og vannføringen varierte fra 725 m³/sek til 865 m³/sek. Figur 1.9 viser det samme som er kommet

frem i tidligere omtalte undersøkelser, nemlig at det mellom Herøya og Brevik var liten forandring i overflatelaget med hensyn til tykkelse, strøm og saltinnhold. Vannet fra Skienselva glir oppå det tyngre sjøvann uten vesentlig innblanding. Ved Brevik derimot skjer det viktige endringer. I mai 1967 avtok her tykkelsen av utstrømmende overflatevann fra ca. 7 m ved Herøya og Saltbua til ca. 4,5 m ved Brevik. Saltholdigheten økte i alle dyp i overflatestrømmen etter passering av Brevik. Dette viser at det er utviklet turbulens i sprangsjiktet, og denne turbulensen har løftet opp sjøvann og blandet det inn i overflatestrømmen. Strømmålingene viste at det i Flakevarpbukta nord-øst for Balsøya er bakevjer i dypene 10 - 30 m.

I tiden 16 - 18 august 1967 ble det foretatt supplerende målinger (22), men denne gang ble måleområdet forskjøvet utover for å få data også fra Langesundsfjorden. Det ble målt strømhastighet og retning, saltholdighet og temperatur i 4 snitt - ved Brevik, ved Kirkeøya, ved Bjørkøya og ved Sigtesø, dessuten i et punkt ved Saltbua i Frierfjorden. Vannføringen i Skienselva var ca. $400 \text{ m}^3/\text{sek}$. Bildet av strøm- og tetthetsforholdene viste seg i denne situasjon å bli nær identisk med de tidligere undersøkelser. Det ble observert en utgående strøm av overflatevann med meget lite saltinnhold i Frierfjorden, tykkelse ca. 5 m ved Saltbua. Hastighet i overflatestrømmen var ca. 20 cm/sek, og sprangsjiktet lå mellom 4,5 og 6 m dyp. Derunder ble det registrert inngående strøm med hastighet på ca. 10 - 20 cm/sek. Ved Brevik avtok tykkelsen på overflatestrømmen, mens strømhastigheten økte til ca. 70 cm/sek. Sprangsjiktet lå mellom 1 og 4 m dyp. Under dette sjiktet gikk en inngående strøm med hastighet på ca. 10 cm/sek. Ved Kirkeøya lå sprangsjiktet mellom 1 og 2 - 4 m, med strømhastigheter i overflaten på ca. 50-100 cm/sek. Under 4 m gikk en inngående strøm med hastighet på 15 - 20 cm/sek. Ved Bjørkøya lå sprangsjiktet mellom 1 og 4 m med strømhastigheter i overflaten på 20 - 30 cm/sek. - Nordgående strøm med hastighet ca. 20 cm/sek ble registrert under 6 m dyp. Ved Sigtesø lå sprangsjiktet mellom 1,5 og 3 m dyp med strømhastigheter i overflaten på 20 - 30 cm/sek.

På 5 m dyp ble det på denne stasjonen registrert en vest/nord-vest-gående strøm med hastighet på 20 cm/sek.

På grunnlag av målingene i (21) og (22) har T. Carstens i (26) regnet på hvor store mengder med saltvann som blir blandet inn i ellevannet fra Skienselva og fraktet ut av Frierfjorden sammen med dette.

Carstens har gått ut fra en to-lagsmodell som vist i figur 1.10, der

ingen innblanding skjer. Han definerte så tykkelsen h av det øverste laget som avstanden fra den fri vannflate til dypet der tettheten ρ (h) = $\frac{1}{2} \rho_{\infty}$ (ρ er vannets tetthet, ρ_{∞} er konstant tetthet på stort dyp). Målingene hadde vist at strømmingen i det øverste laget ble kritisk i Breviksstrømmen p.g.a. innsnevringen. (Kritisk betyr i denne sammenheng at energien i strømmen har sitt minimum). Hvis da tolagsmodellen vist i figur 1.10 er antatt, vil tykkelsen h av det øverste laget innenfor Brevik være gitt av formelen

$$h = \frac{(\rho_{\infty})^{1/3}}{(\rho_{\infty} - \bar{\rho})^{1/3}} = Q^{2/3},$$

der Q er vannføringen og $\bar{\rho}$ er den gjennomsnittlige tettheten i det øvre laget. I figur 1.11 er den teoretiske h fra formelen vist sammen med målt h over 1 år.

I figur 1.12 er vist mengden av innblandet sjøvann som må til for at teoretisk og målt h vist i figur 1.11 skal bli like. Denne mengde er angitt i prosent av vannføringen til enhver tid i Skienselva.

Vannføringen er vist i figur 1.13.

I tillegg til nevnte arbeider foreligger det en del data, som er innsamlet i spesielle øyemed (6, 8, 11, 18, 20 og 25). (6), (11) og 18 angår saltholdighet og temperatur, mens (20) også angir innhold av oksygen, klor og svovel i Frierfjorden. (25) refererer til pH-målinger i fjordområdet rundt Herøya. I (8) er det oppgitt data for en del størrelser i Gunneklevfjorden: Temperatur, pH, ledningsevne, oksygen, klor, ammonium, fosfor, hydrogensulfid, kaliumpermanganat og coli-bakterier. Dette materialet vil ha verdi som referansetall i lokale sammenhenger, men er av relativt underordnet betydning for vurdering av fjorden i sin helhet, og er derfor ikke bearbeidet her.

1.3 Sedimentforhold

Opplysninger om bunnsedimentene i Frierfjorden er gitt i (4) og (28). En bunnkjerne tatt i 1933 fra 90 m dyp i Frierfjorden hadde øverst et 21 cm svart mudderlag som hvilte på grå, sandblandet leire (4). En kan anta at det svarte mudderlaget har sedimentert under anaerobe forhold, mens den grå delen av sedimentet med lite eller intet organisk materiale skriver seg fra en tidsepoke da utskiftningen av vannet i fjorden foregikk hyppigere og således hindret langvarig stagnasjon og deoksygenerering av bunnvannet. Strøm (4) oppga at overgangen mellom den svarte og den grå delen av sedimentet var skarp, og anslo tidspunktet for forandringen til omkring år 1 300 e.Kr. Strøm mente at forandringen var betinget av et skifte fra kontinentalt til et mer atlantisk klima med følgende svekking av betingelsene for konveksjonsstrømmer i fjordbassenget. De anaerobe forhold i dyplagene av Frierfjorden har således eksistert lenge og er neppe primært et resultat av utslipp fra befolkning og industri. Med den begrensede vannutskiftning vil imidlertid de siste decenniens sivilisatoriske påvirkninger ha bidratt til å øke utbredelsen av de anaerobe forholdene.

I 1970 tok Havforskningsinstituttet noen sedimentprøver fra Frierfjorden og Breviksfjorden (28). Prøvene fra det dype bassenget i Frierfjorden hadde samme karakter som beskrevet i (4). I en bunnkjerne tatt fra den grunne delen av fjorden innenfor Brevik var det øverste svarte laget bare et par centimeter tykt. Svarte sedimenter ble også funnet i en prøve fra bunnen utenfor Brevikterskelen. Det ble antatt at dette var spor etter anoksisk dypvann som hadde strømmet ut over terskelen fra Frierfjorden.

1.4 Generelle biologiske forhold

I forbindelse med en undersøkelse av eutrofieringen i Telemarksvassdragets fjordområder ble det i 1971-72 samlet inn kvantitative planteplanktonprøver fra 1 m dyp på lokaliteter i Norsjø, Frierfjorden og Stathelle (29). Prøver ble tatt ca. én gang i uken (figur 1.14). Under første halvdel av sommeren, mens ferskvann fra elven dominerte overflatelaget i fjorden, var ferskvannsalgene *Diatoma vulgare* og *Chlamydomonas* sp. dominerende. Ut over sensommeren og høsten ble det mer dominans av salt- og brakkvannsartene *Chaetoceros calcitrans* og *Brachiomonas submarina*.

Av (2) framgår det at det omkring århundreskiftet var en differensiert krepsdyrfauna i Brevikfjorden, bl.a. med sabinereke (*Sabinea sarsi*), sandreke (*Crangon crangon*), bokstavhummer (eller sjøkreps *Nephrops norvegicus*), trollhummer (*Munida*), eremittkreps (*Pagurus*) og svømmekrabbe (*Portunus*). Dette kan tyde på relativt gode oksygenforhold ved bunnen. Krill (*Meganyctiphanes norvegica*) ble leilighetsvis tatt i stort antall. Hjort og Gran (2) oppdaget store rekeforekomster (*Pandalus borealis*) i Eidangerfjorden, Brevikfjorden og Langesundsfjorden, og følgene av dette ble et betydelig rekefiske i området. Av fiskearter som ble tatt i tråltrekk kan nevnes hvitting, hyse, strømsild, smørflyndre, lange og lysing. Hjort og Gran (2) sa om fjordene ved Larvik og Brevik at "these fjords were found to possess so great a wealth of deep sea fauna, that its like had not been formerly met with in this country."

Dannevig (3) foretok våren 1924 undersøkelser av forekomsten av fiskeegg og fiskelarver i Frierfjorden og områdene utenfor. Med et horisontaltgående nett tok han prøver fra bestemte dybder på to stasjoner i Frierfjorden, ned til 50 m på en stasjon midt mellom Herøya og Ravnes, og ned til 20 m på en stasjon sørøst for Asdalstranda. De vanligste artene på begge stasjonene var brisling, sild, torsk og skrubbe. Dannevig fant at mengden av fiskeegg og fiskeyngel var mindre i Brevikfjorden og Langesundsfjorden enn inne i Frierfjorden.

Ifølge opplysninger fra hovedfagsstudenter ved Universitetet i Oslo foregår det yrkesfiske etter ål og et betydelig amatørfiske etter makrell og hvitting i fjorden. Dessuten synes Frierfjorden å være av betydning som oppvekstområde for sildyngel. Et ikke ubetydelig laksefiske foregår både i selve fjorden og i Skienselva (12).

1.5 Bakteriologiske undersøkelser

I (7) vises resultatene av en bakteriologisk undersøkelse i tiden 1/6-1/9 1960. På i alt 27 stasjoner fra Borgestad i Skienselva til innerst i Eidangerfjorden ble det tatt ukentlige prøver på 0,5 m og 2,0 m dyp. Det ble analysert på coliforme bakterier og total kim. I tillegg ble det målt kloridmengde i sjøvannet på de samme dyp for å undersøke eventuell sjiktning.

For hele undersøkelsesperioden viste resultatene et karakteristisk

bilde med kraftig forurensing i Skienselva, og avtagende påvirkning i Frierfjorden forbi Brevik og i Eidangerfjorden. Prøvene tatt utenfor Brevikstrømmen viste at det var liten påvisbar påvirkning fra tettbebyggelsen ved Brevik/Stathelle. Utslipp av merkebakterier 31/8-1960 ved broen i Porsgrunn viste at hele Frierfjord-Eidangerfjordområdet raskt kan infiseres fra Skienselva. Fra Porsgrunn kan en forurensning nå til innerst i Eidangerfjorden på ca. 2 døgn.

(7) konkluderer med at hovedforurensningen i fjordområdet Porsgrunn-Eidanger skyldes tilførsler fra Skienselva, mens lokale påvirkninger lot seg påvise, spesielt i Eidangerfjorden. Middeltallet for coliforme bakterier i Skienselva var ca. 1 000 pr. 100 ml. Observasjonene antydte at i Eidangerfjorden var påvirkningen fra Skienselva i gjennomshitt redusert til 50-100 coliforme bakterier pr. 100 ml. Vesentlig høyere kolitall enn dette ble antatt å ha sammenheng med lokale forurensninger.

Den utpregede lagdelingen i fjorden (kfr. 1.2) hadde konsekvenser for fordelingen av den bakterielle forurensing. Målingene viste at det forekom flere tarmbakterier på $\frac{1}{2}$ meters dyp enn på 2 meters dyp, en konsekvens av økt sjøvannsinnblanding i elvevannet på dette dyp. Nedbørsforholdene sommeren 1960 var slik at utpreget lav vannføring ikke forekom.

I (24) er det redegjort for en fysisk/bakteriologisk undersøkelse i 11 stasjoner i Eidangerfjorden i tiden 16/6 - 1/9 1969.

Som i (7) gikk det fram at en vesentlig del av forurensningene i fjorden skyldtes tilførsel fra Skienselva. Stort sett var antall coliforme bakterier lavt < 100/100 ml. Noen steder fant man høyere verdier som antakelig skyldtes lokale forurensinger. Det var i middel ca. 40% flere coliforme bakterier på $\frac{1}{2}$ m dyp enn på 2 m dyp, igjen i overensstemmelse med ferskvannsfordelingen. Målingene av kloridinnholdet i vannet på $\frac{1}{2}$ m og 2 m dyp viste stor forskjell. Ferskvannstilrenningen i Skienselva var i måleperioden relativt lav og varierte fra 103 - 332 m³/sek. Siktedyp ble også målt på alle stasjonene i Eidangerfjorden og varierte mellom 2,0 og 4,5 m.

1.6. Forurensningsvirkninger

Forurensningene i fjordsystemet kan deles i to hovedtyper. Den ene representeres av utslipp av næringssalter og organisk materiale som i sin kjemiske natur ikke er biologisk fremmede stoffer. Næringssalttilførselen medfører økt produksjon av alger i det øvre lag av vannmassen, og dermed økte mengder av organisk materiale som senere nedbrytes ved oksygenkrevende prosesser. Den negative virkningen av denne eutrofieringen ligger således i at oksygenbalansen forrykkes og de anaerobe forhold i fjorden tiltar i omfang.

Den andre typen forurensning representeres av stoffer som virker skadelig på miljøet ved en direkte giftvirkning eller mekanisk virkning.

Data for næringssalter og algeproduksjon i Frierfjorden er gitt i (29), en del data finnes også i (5), (8) og (9).

Figur 1.14 presenterer volumet av kvantitative planteplanktonprøver, tatt i perioden april 1971 til april 1972 (29). Kurvene for volumet viser avvikelser fra situasjonen i "normale" fjordområder, der en som regel har en markert minskning av planteplanktonets biomasse innen noen uker etter at våroppblomstringen begynner. Dette beror på at algene forbruker næringssaltene (i første rekke fosfater og nitrater) i de øvre, belyste vannmasser. Ny tilførsel av salter fra dypet kan ikke skje på grunn av den temperaturbetingete stratifikasjonen som inntreffer på forsommeren. Situasjonen i Frierfjorden og ved Stathelle er derfor spesiell i og med at biomassen er stor i hele den perioden av året da lyset og temperaturen gir vekstbetingelser for planteplanktonet. Næringsstoffer må her derfor bli tilført direkte i de øvre vannlag.

En annen del av arbeidet i forbindelse med (29) var å ta vannprøver til vekstforsøk med planktoniske alger i laboratoriekulturer for å undersøke vannets vekstpotensial. Som testalge ble grønnalgen *Selenastrum apricornutum* benyttet. I juni - august ble det dessuten gjort parallelle forsøk med diatoméen *Phaeodactylum tricorutum*.

Resultatene av vekstforsøk og kjemiske analyser av fosfat og nitrat for stasjonene i Frierfjorden og Stathelle er nedtegnet på figur 1.15.

Diagrammene viser for begge stasjonene en meget god overensstemmelse mellom

celleutbyttet og fosfatkonsentrasjonen. Nitratinnholdet er mer konstant på et høyt nivå og påvirker ikke resultatet av vekstforsøkene. Fosfor synes følgelig å være den primært begrensende faktor. Resultatene av forsøk med vann fra Gunneklevfjorden og Herøya viste at også på disse lokalitetene var fosfor den primære minimumsfaktor. Forsøket med vann fra Porsgrunn bybro ga et lavt celleutbytte, og det var ikke noen klar sammenheng mellom celleutbytte og nitrat- eller fosfatkonsentrasjonen. Figur 1.16 viser en sammenstilling av resultatene av vekstforsøkene ordnet i et lengdesnitt gjennom Frierfjorden. Celleutbyttet for begge testalgene er tatt med. Saltholdigheten i vannet er angitt under stasjonsnavnene. Resultatene viser en klar gjødslingseffekt av Norsk Hydro A/S' utslipp fra Herøya til overflatevannet i Frierfjorden.

Til tross for de store mengder av plantenæringsstoffer som tilføres fjorden, ser det ut til at mesteparten av dette om sommeren blir brukt opp ved primærproduksjonen. Resten av året, når temperaturen og lysinnstrålingen er lavere, er det betydelig uttransport av næringsstoffer fra Frierfjorden, som følge av mindre produksjon.

I den øvrige del av produksjonsperioden kan næringstilførselen fra Herøya virke stimulerende på planteplanktonproduksjonen også i fjordsystemet utenfor Breviksundet.

Fosfat ser ut til å være den viktigste begrensende faktor for størrelsen av planteplanktonproduksjonen i Frierfjorden. Dette er en følge av at forholdet N/P i utslippet fra Herøya er så stort som 32/1.

Resultatene av vekstforsøkene kan meget godt korreleres med fosfat-konsentrasjoner i det testede vannet fra stasjonene i Frierfjorden (29).

I (12) er det redegjort for undersøkelser av Hydros utslipp av sot i i Frierfjorden. Soten stammer fra fabrikkens ammoniakkfremstilling og er blandet inn i avløpsvannet for våtvaskeanlegget for rågass. Innholdet av sotpartikler i avløpsvannet var ca. 10 g/liter, og det var fra Hydros side meningen å blande dette sotvannet med annet avløpsvann med egenvekt på $1,020 \text{ g/cm}^3$. En del av undersøkelsen gikk ut på å måle sedimenterings-egenskapen til soten ved utslipp i sjøvann. I modell med saltvann i bunnen med egenvekt $1,024 \text{ g/cm}^3$ og ferskvann øverst førte man inn en blanding av saltvann med egenvekt $1,020 \text{ g/cm}^3$ og sotvann i forholdet 5:1 under sprangsjiktet. Det viste seg at under disse forhold sedimenterte sotpartiklene relativt raskt.

I (14) gjengis resultatene av en undersøkelse 28/7 og 12/8 1965 om avsetting av sotvann ved utslipp i Frierfjorden. Denne viste at sotslammet etter at det blir sluppet ut på 40 m dyp antakelig bunnfaller raskt. I (23) viste vannprøver at soten legger seg på bunnen i fjorden i et lag på opptil 3-4 m høyde. Etter hvert siger soten ut til sidene og utover til større dyp. Ved manøvrering av skip i utslippsområdet ved Herøya er det observert sotholdig vann kan bli trukket opp til overflaten. Denne soten vil bre seg i brakkvannssjiktet i overflaten av Frierfjorden.

I (12) undersøkte en også virkninger av sotvannet på fisk. Dødelighet inntrådte ved konsentrasjoner mellom 10-100 mg sot/liter i løpet av 11 døgn. For fisk som oppholder seg i områder med sot i lengre perioder er det mulig det vil bli skadevirkninger ved konsentrasjoner helt ned mot 1 mg sot/liter. I forsøkene var det sterk tendens til at sotpartiklene klebet seg fast til fisken. Disse viste også at fisk (aure) hadde tydelige unnvikelsesaksjoner ved konsentrasjoner på 50 - 1 000 mg sot/liter. Hvis dette overføres til resipienten, betyr det at fisk som laks, sjøaure, sild og makrell vil kunne unngå de farligste områdene på sin vandring. Det antas som sikkert at soten vil skade bunnfaunaen og vegetasjonen i området hvor soten sedimenterer. Dermed kan næringsgrunnlaget bli ødelagt, særlig for bunnfisk som torsk, hvitting og flyndre, som antas å være stasjonære i området.

Fra Hydro var det tidligere utslipp av cyanid tilført gassvaskevann fra karbidfabrikken (13). Ved en undersøkelse av cyanidforurensningen i indre del av Frierfjorden i perioden 27/5-29/5 og 29/7-1/9 1964 ble det bare i nærmeste omegn av østre kai og utløpet fra karbidfabrikken funnet mengder på over 0,01 mg CN'/l i overflaten. Et par steder 2-3 km ute i fjorden ble det i overflaten funnet ca. 0,007 mg CN'/l.

I (16) og (17) redegjøres for undersøkelser NIVA har utført for å undersøke den akutte giftvirkningen av klorerte hydrokarboner på fisk. Utslipp av disse stoffer er nå stanset.

I (17) ble forsøket utført med forskjellige konsentrasjoner av "TCE" (dikloretan 40%, diklorpropan 40% og trikloretan 5%. Terskelverdien for akutt giftvirkning på fisk ved et 6-døgns forsøk i sjøvann var nær 0,2 ml/l for TCE og nær 0,5 ml/l for TCE/kalkmelkemulsjon.

I tidsrommet 1970 - 1972 ble det i Frierfjorden og Langesundsfjorden innsamlet noen vann- og bunnsedimentprøver som er analysert med henblikk på klorerte alifatiske hydrokarboner (28).

Resultatet var at slike forbindelser ble registrert, men mengdene avtok sterkt både nedover i sedimentkjernen og utover i fjordsystemet. Det ble imidlertid også utenfor terskelen i Breviksfjorden registrert spor av klorerte alifatiske hydrokarboner i øverste del av sedimentkjernen. Samtidig med at det ble tatt sedimentprøver ble det innsamlet vannprøver fra forskjellige dyp for analyse på de samme stoffer. Sluttkonklusjonen i (28) er at det er grunn til å tro at eventuelle avfallsstoffer som tilføres dyplagene i Frierfjorden vil kunne transporteres ut av dette relativt lukkede område og dermed innvirke på de utenforliggende vannmasser.

I tiden 1966-1970 ble det som ledd i en landsomfattende kartlegging av kvikksølvnivået i fisk utført analyse fra Skiensvassdraget, Frierfjorden, Eidangerfjorden og Langesundsfjorden (27). Figur 1.17 viser middelverdiene av kvikksølvmengden i forskjellige arter fisk som ble fanget i området.

Kvikksølvkonsentrasjonene i ørret, sik, røye og gjedde fra Skiensvassdraget lå på et relativt lavt nivå.

I fisk fra de indre deler av Frierfjorden og Eidangerfjorden ble det derimot funnet relativt høye kvikksølvkonsentrasjoner. Utover i fjorden avtok verdiene.

(27) konkluderte med at forurensingen av kvikksølv i de indre deler av Frierfjorden/Eidangerfjorden er av en slik størrelsesorden at en burde følge utviklingen nøye og arbeide mot en fortsatt reduksjon i kvikksølvutslippet.

Data for prøver tatt etter 1970 er oppgitt av byveterinæren i Skien.

(Tab. 1.3).

Tabell 1.3 Forventet kvikksølvkonsentrasjon i 0,5 kg stor torsk fra Eidangerfjorden og Frierfjorden.

År	Eidangerfjorden		Frierfjorden	
	mg/kg	%	mg/kg	%
1968	1,60	100	1,33	100
1970	0,95	59	1,14	85
1972	0,58	31	0,93	70

Tabellen gir inntrykk av at forholdene er i ferd med å bedre seg i og med at kvikksølvinnholdet i torsk fra både Frierfjorden og Eidangerfjorden har avtatt jevnt fra 1968-1972. Dette henger sannsynligvis sammen med at både treforedlingsindustrien og Hydro i denne perioden har sluttet med eller redusert utslippene av kvikksølv.

1.7 Sammendrag vedrørende tidligere undersøkelser

Tidligere hydrografiske studier gir et relativt detaljert bilde av saltholdighets- og strømforhold i de øvre vannlag på strekningen Skienselvas utløp - indre deler av Langesundsfjorden. Tykkelsen av det utstrømmende, svakt saltholdige overflatelaget (saltholdighet stort sett 0-8 o/oo) varierer med vannføringen i Skienselva, og kan i indre og midtre deler av Frierfjorden gå ned til 7-8 m dyp ved flom. Innenfor Brevik synes det meste av innblanding med saltvann å skje nær utløpet av Skienselva. Overflatelagets tykkelse ved Brevik er ofte omkring 2 m, men den utpregede tetthetssjiktningen blir mindre utover i Langesundsfjorden p.g.a. en kontinuerlig innblanding av saltvann, som skyldes turbulente forhold i den åpne fjorden.

Under det nærmest ferske overflatelaget ligger et lag med raskt økende saltholdighet, sprangsjiktet. Økning på 10-12 o/oo over 2-3 m er vanlig. I flomsituasjoner kan sprangsjiktet være enda mer markert (i mai 1966 økte saltholdigheten ved Saltbua fra ca. 1 o/oo til ca. 25 o/oo fra 6 til 8 m dyp). Denne situasjon gjelder innenfor Brevik, mens det i Langesundsfjorden både blir saltere overflatevann og mindre skarpt sprangsjikt.

Strømmålinger i de øvre vannlag har vist at overflatelaget i Frierfjorden

og indre del av Langesundsfjorden beveger seg utover med hastighet varierende fra ca. 20-30 cm/sek. til vel 100 cm/sek., mens hastigheten til den motgående kompensasjonsstrøm i og under sprangsjiktet er målt til 5-25 cm/sek. Sammen med saltholdighetsdata gir strømmålingene et visst grunnlag for å beregne utskifting av overflatelaget, saltinnblanding og ulike forurenningers fortykning utover i fjorden.

Bunnvannet i Frierfjorden har lavt eller intet oksygeninnhold. På større dyp kan de anaerobe forholdene, med utvikling av hydrogensulfid, vedvare i lengre tid. I 1961/62 var det således konstant råttent bunnvann gjennom et helt år (9). Andre observasjoner viser at det med mellomrom finner sted en fornyelse av bunnvannet ved innstrømming over Brevikterskelen. Hyppighet og omfang av dypvannsutskiftingen er utilstrekkelig kjent, mens det foreligger observasjoner som tyder på at intermediære vannlag fornyes relativt ofte.

Temperaturen i Frierfjorden varierer meget gjennom året i de øvre 30-35 m, mens det er observert små variasjoner i de underliggende lag.

pH-verdiene i Frierfjordens overflate varierte i 1961/62 fra 7,15-7,70.

I Frierfjordens overflatelag er det målt høye konsentrasjoner av nitrat og ammonium, som antas å komme fra Norsk Hydros fabrikk på Herøya.

Studier av bunnsedimentene i Frierfjorden har vist at det har eksistert råtne vannmasser (oksygenfritt dypvann) i fjorden lenge før menneskeaktiviteter kunne øve merkbar innflytelse. Det er imidlertid neppe tvil om at det nå er den betydelige sivilisatoriske påvirkning som ligger til grunn for fjordens høye eutrofieringsgrad. Næringssalter og organisk materiale tilføres i store mengder, algeproduksjonen er høy og oksygenforbruket i dypvannet blir markert. Planteplanktonstudier og målinger av vannets vekstpotensial ved algekulturer har i denne sammenheng vist den særlige betydningen av gjødselstoffbelastningen fra Herøya.

Øvrige biologiske undersøkelser har vært spredte og ufullstendige, men dyrelivet synes å være rikt i de øvre vannlag av deler av Frierfjorden, og både på grunne og dype lokaliteter i fjordavsnittene utenfor Breviksundet.

Tarmbakterier i fjordsystemet tilføres hovedsakelig fra Skienselva. De registrerte mengder gir imidlertid neppe grunn til bekymring.

I 1968 ble det funnet relativt høye kvikksølvkonsentrasjoner i fisk tatt i indre deler av Frierfjorden og Eidangerfjorden, men målinger gjort etter 1970 tyder på at forholdene er i ferd med å bedre seg etter at treforedlingsindustrien har stanset utslippene av kvikksølv.

De eldre biologiske undersøkelser som foreligger, er spredte og ufullstendige, men tyder på at det har vært et rikt dyreliv, både i deler av Frierfjorden og i fjordområdene utenfor Brevik.

Som konklusjon kan det sies å være et stort behov for biologiske inventeringer med henblikk på en åjourføring av de biologiske forhold og dokumentasjon av hvordan ulike forurensningsvirkninger gjør seg gjeldende på de akvatiske samfunn.

1.8 Referanser vedrørende tidligere undersøkelser

- (1) Hjort, J. & Gran, H.H., 1900.
Hydrographicbiological investigations of the Skagerrak and the Christiania Fjord. *Rep. Norw. Fish. Mar. Invest.* 1 (2): 1-56, pluss tabeller.
- (2) Hjort, J. & Dahl, K., 1900.
Fishing Experiment in Norwegian fjords. *Rep. Norw. Fish. Mar. Invest.* 1(1): 1-214. Plansjer I-III.
- (3) Dannevig, A., 1930.
The propagation of our common fishes during the cold winter 1924. *Rep. Norw. Fish. Mar. Invest.* 3(10): 1-60.
- (4) Strøm, K.M., 1936.
Land-locked waters. Hydrography and bottom deposits in badly-ventilated Norwegian fjords with remarks upon sedimentation under anaerobic conditions. *Skr. Norske Vidensk.-Akad. I. Mat.-Naturv. Klasse.* 7: 1-85. Plansjer 1-9.
- (5) Kielland, J., 1952.
Momenter vedrørende plassering av anlegg for utvinning av kali fra sjøvann belyst ved alternativet Frierfjorden. Forsøk 57.1. Rapport 107, Herøya 14. juli 1952. Maskinskrevet, 21 s pluss tabeller og figurer (upubl.).
- (6) Norsk Hydro, 1955-56.
Vannprøver fra Frierfjorden. (Tabeller og figurer over resultatene av salinitets- og temperaturmålinger. Upubl.).
- (7) NIVA, 1961.
0-190. Undersøkelse av forurensning av Skienselva, Frierfjorden og Eidangerfjorden, sommeren 1960. Stensilert, 27 s.
- (8) Norsk Hydro, 1961.
Vannprøver fra Gunneklevfjorden. (Tabeller over resultatene av målinger av temperatur, pH, spesifikk elektrolytisk ledningsevne, oksygen, klorid, ammonium, fosfor, hydrogensulfid, organisk materiale og coliforme bakterier. Upubl.).

- (9) Brækken, A., 1966.
Hydrografiske undersøkelser i Frierfjorden. Hovedfagsoppgave i geografi (limnologi), Universitetet i Oslo, høsten 1966. Det mat. nat. fak. sekretariat, Blindern. Stensilert, 175 s. (Upubl.).
- (10) Åsgården, N.O., 1962.
Utredning om spillvannsavløp til vassdraget mellom Skotfoss og Porsgrunn, og vassdragsforurensningens innflytelse på de tilliggende fjorder, med forslag til retningslinjer for spillvannsavløp til vassdraget. Eidanger Ingeniørvesen. Maskinskrevet, 18 s. (Upubl.).
- (11) Norsk Hydro, 1962-65.
Vannprøver fra Frierfjorden. (Tabeller og figurer over resultatene av salinitets- og temperaturmålinger. (Upubl.).
- (12) NIVA, 1965.
O-122/64. Utslipp av sotvann i Frierfjorden. Stensilert, 12 s.
- (13) Norsk Hydro, 1964.
Undersøkelser av cyanidforurensninger i Frierfjorden 1964. (Maskinskrevet rapport 2.12.1964. 10 s pluss 9 bilag. Upubl.).
- (14) Norsk Hydro, 1965.
Sotvann fra NH_3 -fabrikk. Maskinskrevet. 6 s. (Upubl.).
- (15) Vassdrags- og Havnelaboratoriet, NTH, 1965.
Hydrografiske undersøkelser i Frier- og Langesundsfjorden. Rapport for oppdragsnr. 600235. III + 4 s pluss 13 bilag.
- (16) NIVA, 1966.
O-85/66. Giftighet av PVC-produkter overfor fisk. Del I. Stensilert. 5 s pluss fig.
- (17) NIVA, 1970.
O-85/66. Giftighet av PVC-produkter overfor fisk. Del II. Stensilert, 5 s pluss fig.

- (18) Vassdrags- og Havnelaboratoriet, NTH, 1970.
Hydrografiske data fra Frierfjorden. (Tabeller og figurer over resultater fra prøver tatt i fjorden i 1966-67. Upubl.).
- (19) Vassdrags- og Havnelaboratoriet, NTH, 1966.
Utvidelse av skipsleden i Frier- og Langesundsfjorden. Rapport for oppdragsnr. 600262. VIII + 44 s pluss 64 bilag (figurer).
- (20) Norsk Hydro, 1966-67.
Vannprøver fra Frierfjorden. (Tabeller over resultatene av salinitets-, temperatur- og oksygenmålinger. Upubl.).
- (21) Vassdrags- og Havnelaboratoriet, NTH, 1967.
Kjølevannsanlegg. Delrapport nr. 1 for oppdragsnr. 600306.
Hydrografiske undersøkelser i Frierfjorden 22. - 26. mai 1967.
4 s pluss fig. 1 - 8.
- (22) Vassdrags- og Havnelaboratoriet, NTH, 1967.
Kjølevannsanlegg. Delrapport nr. 2 for oppdragsnr. 600306.
Hydrografiske undersøkelser i Frierfjorden og Langesundsfjorden 16. - 18. aug. 1967. 12 s pluss fig. 1 - 27.
- (23) Norsk Hydro, 1969.
Utslipp av industrielt avfallsvann. Brev av 1/9 (med vedlegg) til Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen. (Summarisk oversikt over forskjellige forurensninger som slippes ut i vassdrag ved Norsk Hydros fabrikkannlegg).
- (24) Næringsmiddelkontrollen, Porsgrunn, 1969.
Undersøkelse av forurensning av Eidangerfjorden, sommeren 1969.
Maskinskrevet 26 s. (Upubl.).
- (25) Norsk Hydro, 1970.
Målinger av pH i Frierfjorden, Gunneklevfjorden og Porsgrunnselven. (Tabeller, upubl.).

- (26) Carstens, T., 1970.
Turbulent diffusion and entrainment in two-layer flow.
Journal of the Waterways and Harbors Division, ASCE 96 (WW1). Proc.
Paper 7081: 97-104. (Reprint 3/70 fra Vassdrags- og Havnelaboratoriet,
NTH).
- (27) Underdal, B., 1970.
Kvikksølvundersøkelser av fisk frå Skiensvassdraget og frå
Frierfjorden/Eidangerfjorden. Rapport fra Institutt for næringsmiddel-
hygiene, Norges veterinærhøgskole. 4 s + tabeller og figurer.
- (28) Danielsen, D.S. & Føyn, L., 1973.
Frierfjorden - en vurdering av fjordsystemets vannutskiftning.
Fisken og Havet. Serie B (1973) 6: 1-19.
- (29) NIVA, 1973.
O-162/71. Undersøkelse av gjødselpåvirkning i Telemarksvass-
dragets fjordområder. (Under forberedelse).

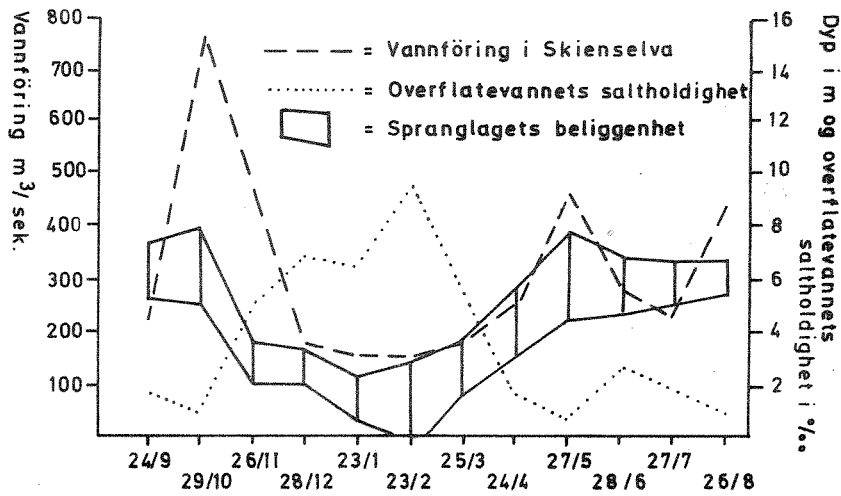


Fig. 1.1 Overflatevannets saltholdighet og sprannglagets beliggenhet målt på en stasjon midt i Frierfjorden i perioden 1961-1962. Samtidig er vannføringen i Skienselva i samme periode tegnet inn (fra (9))

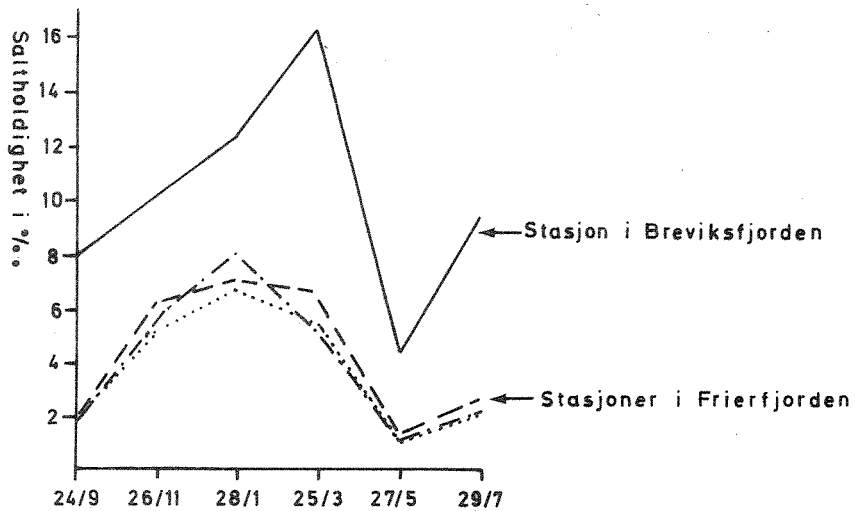


Fig. 1.2 Overflatevannets saltholdighet målt i Frierfjorden og i Breviksfjorden i perioden 1961-1962 (fra (9))

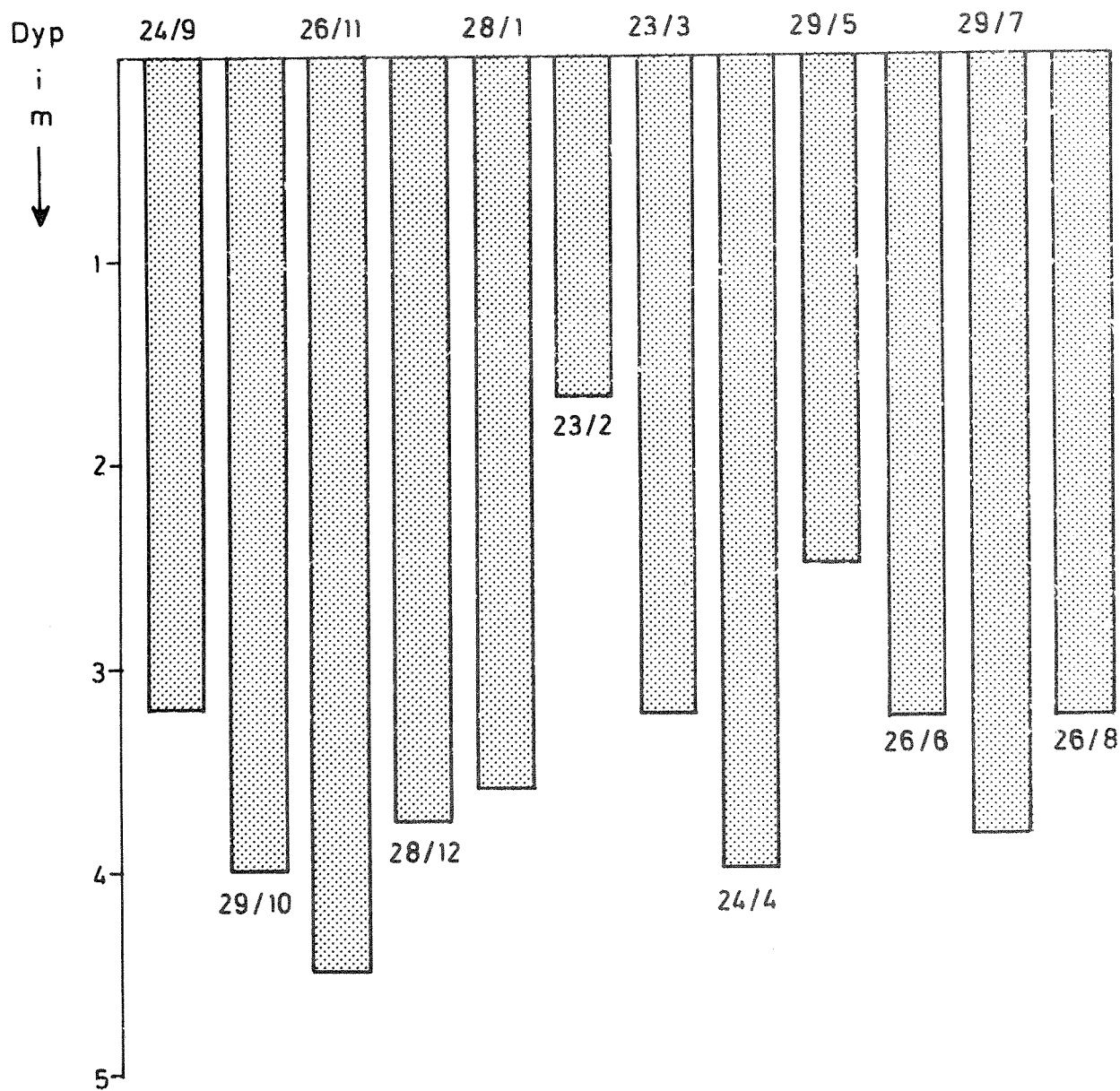


Fig. 1.3 Siktedyp målt på en stasjon i Frierfjorden i perioden 1961-1962 (fra (9))

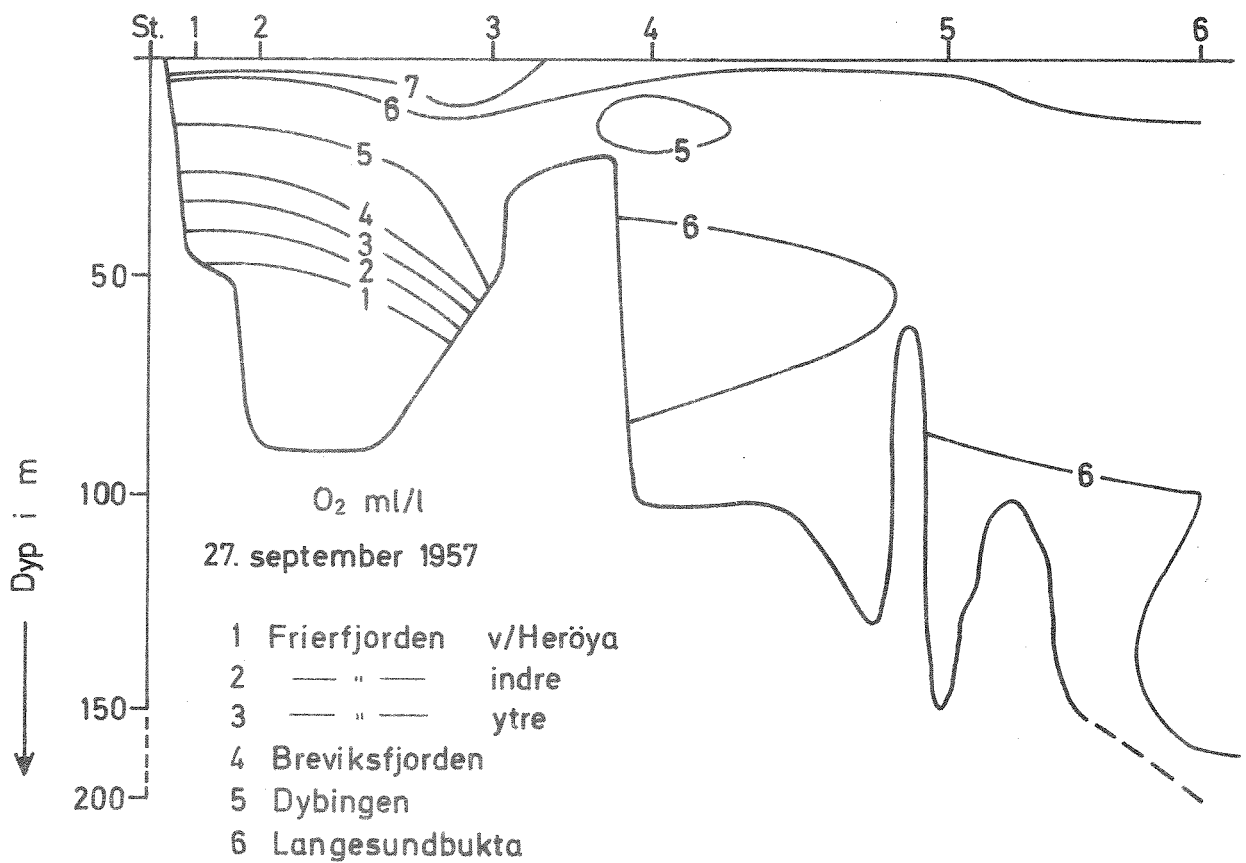
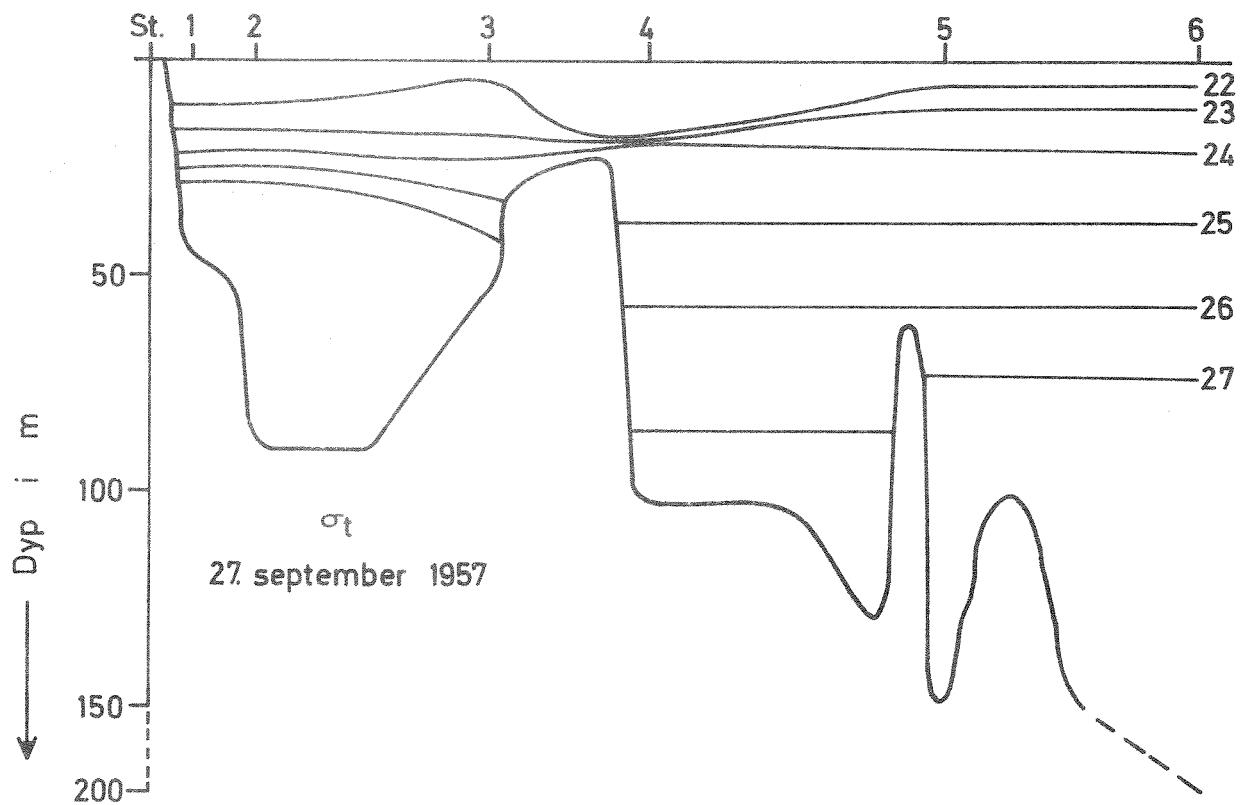


Fig.14 Lengdesnitt som viser den vertikale tetthets- og oksygenfordelingen i fjordsystemet 27 september 1957. (fra (28))

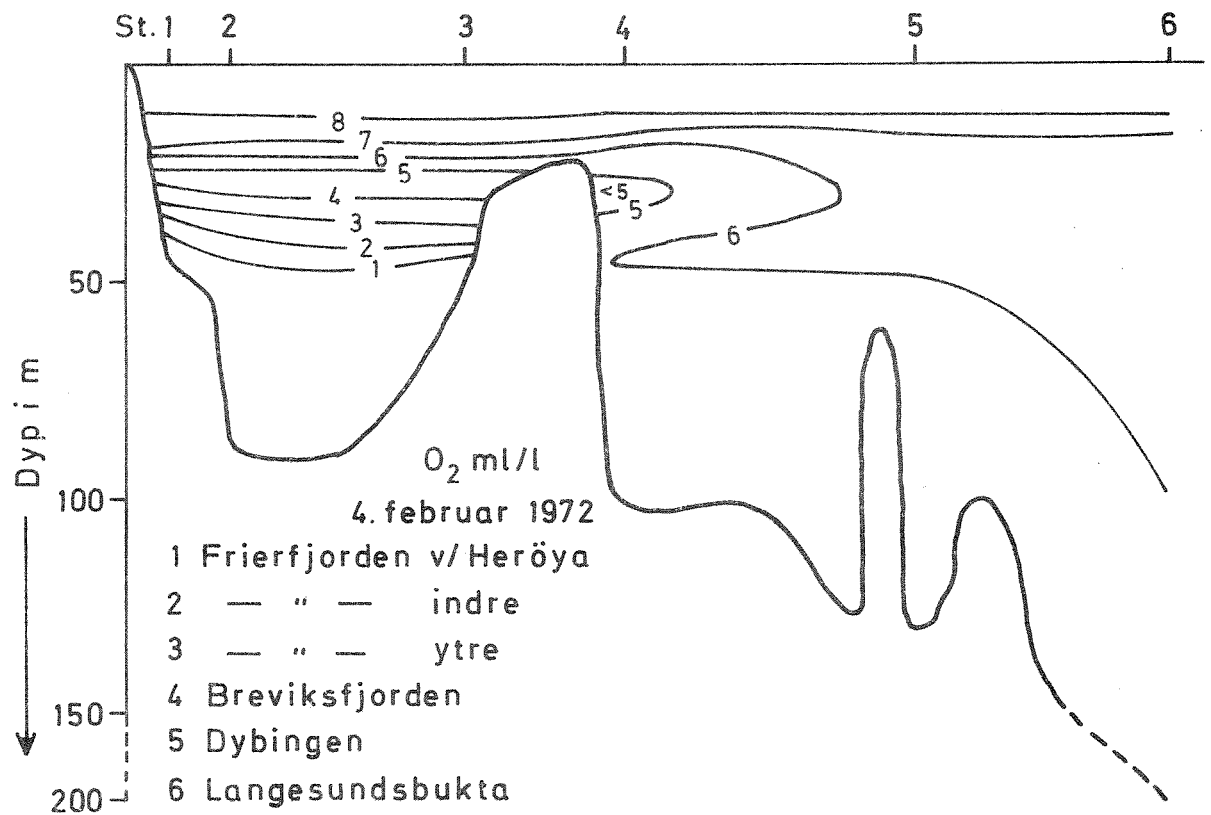
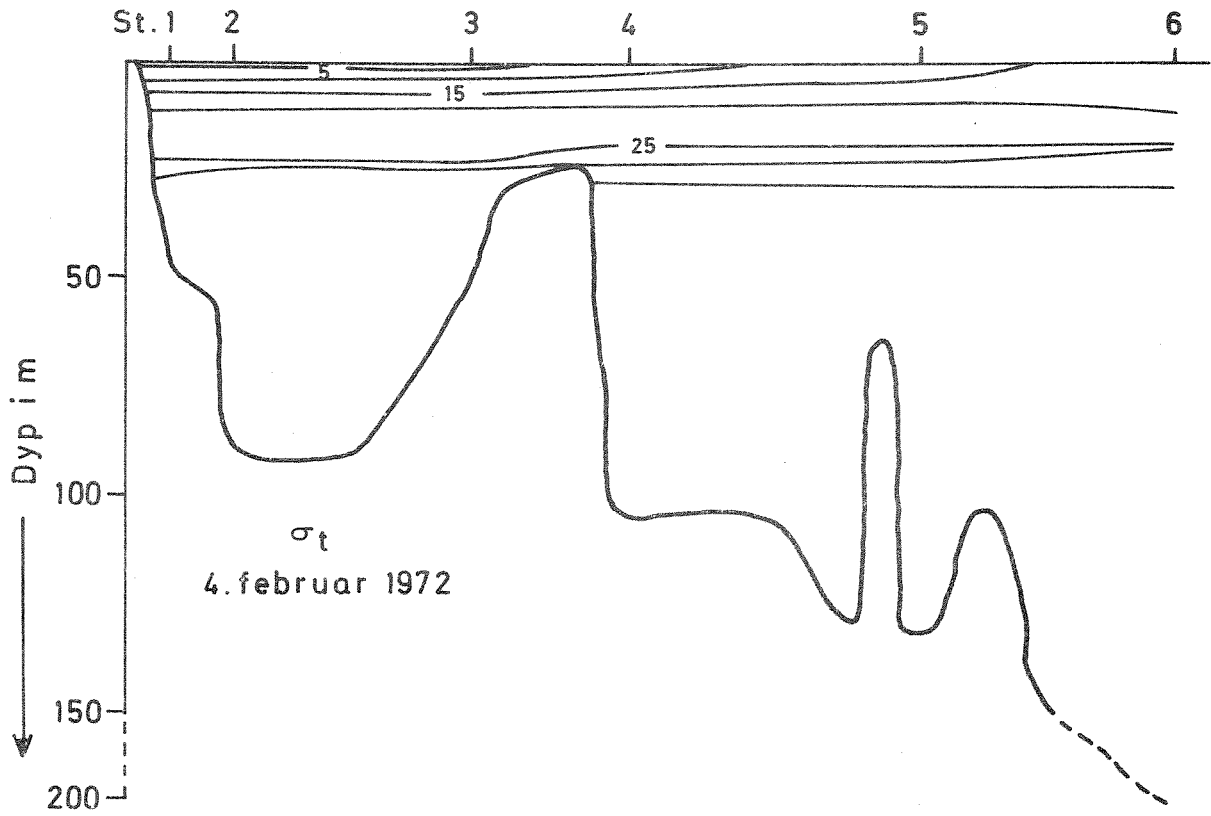


Fig.15 Lengdesnitt som viser den vertikale tetthets- og oksygenfordeling i fjordsystemet 4. februar 1972 (fra (28))

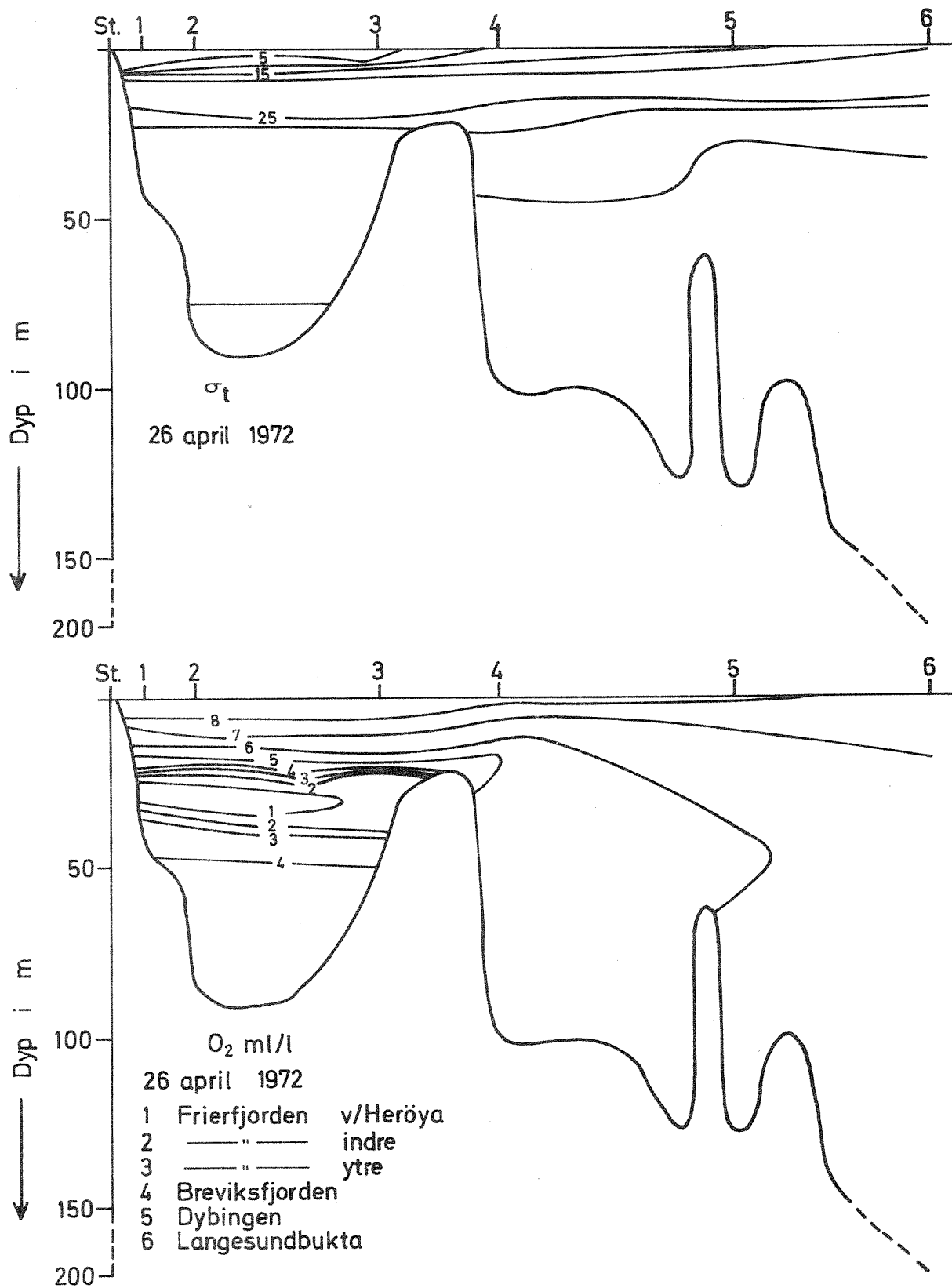


Fig.16 Lengdesnitt som viser den vertikale tetthets- og oksygenfordelingen i fjordsystemet 26 april 1972 (fra (28))

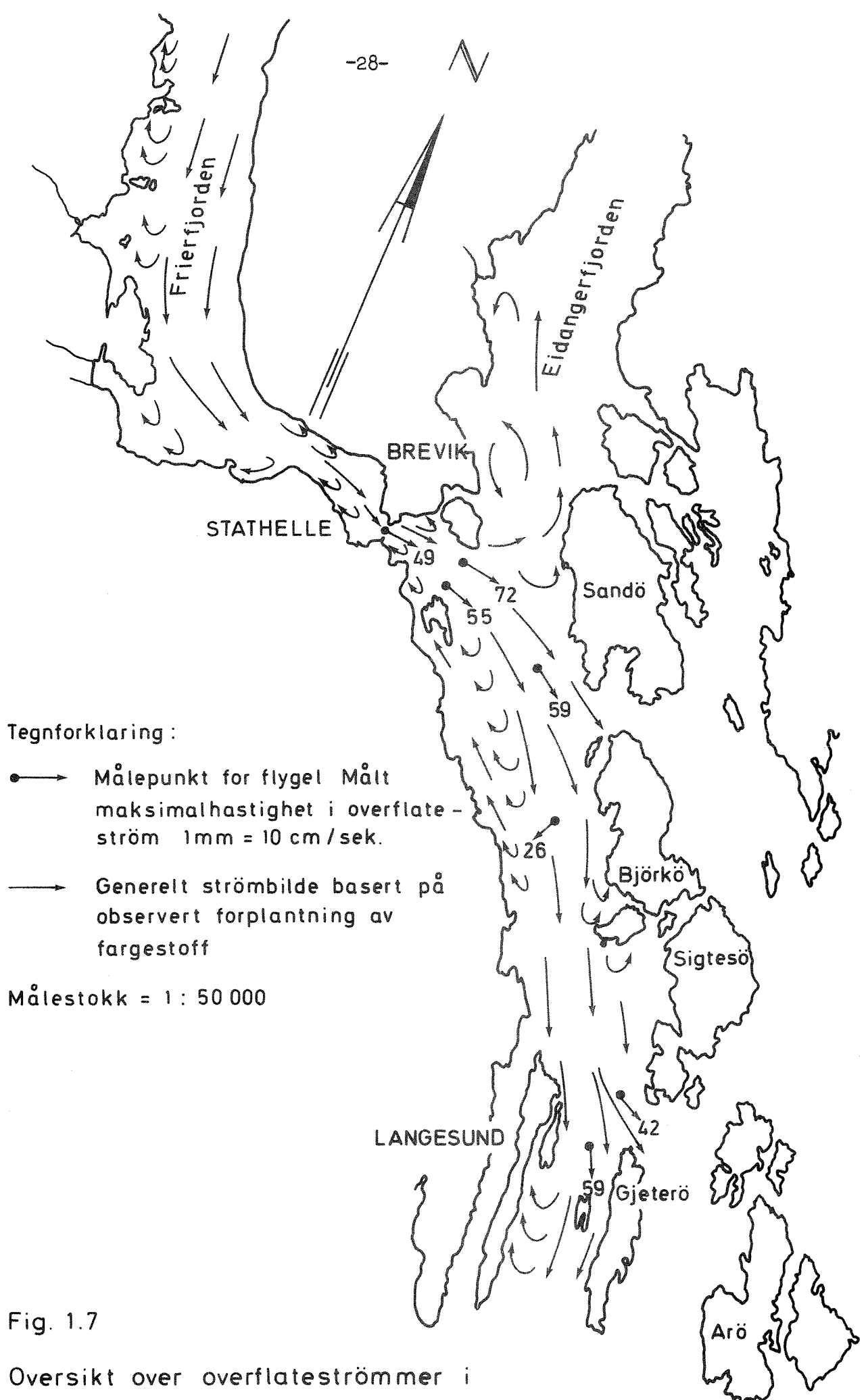


Fig. 1.7

Oversikt over overflatestrømmer i Frier - og Langesundsfjorden (fra (15))

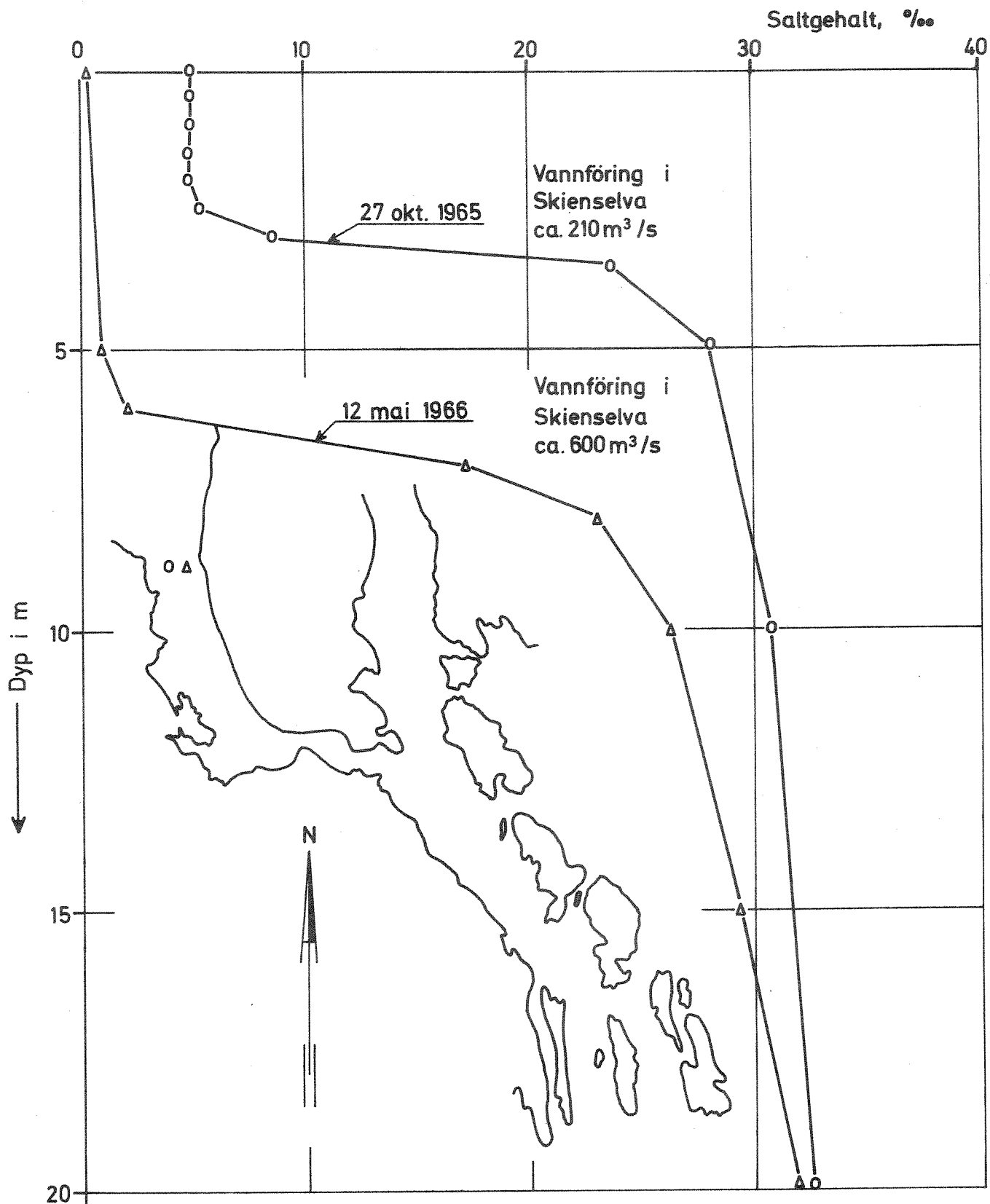


Fig. 1.8 Saltgehaltsfordeling i Frierfjorden (fra (19))

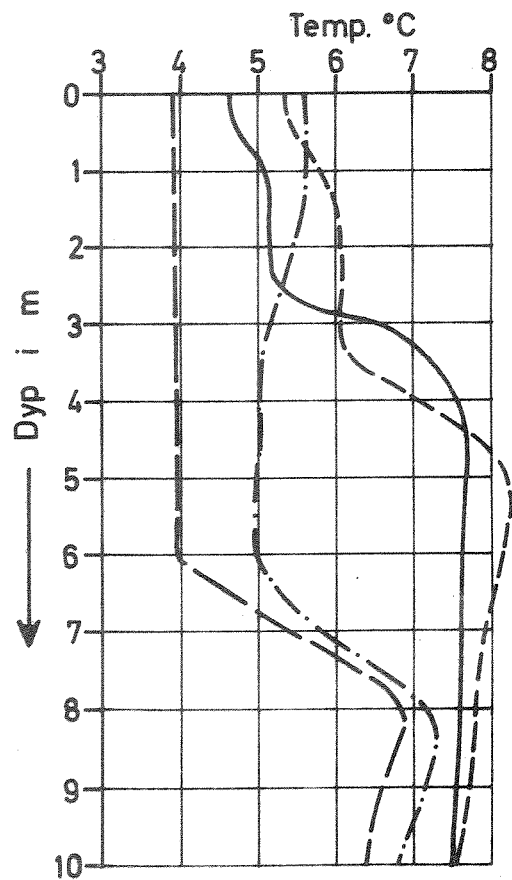
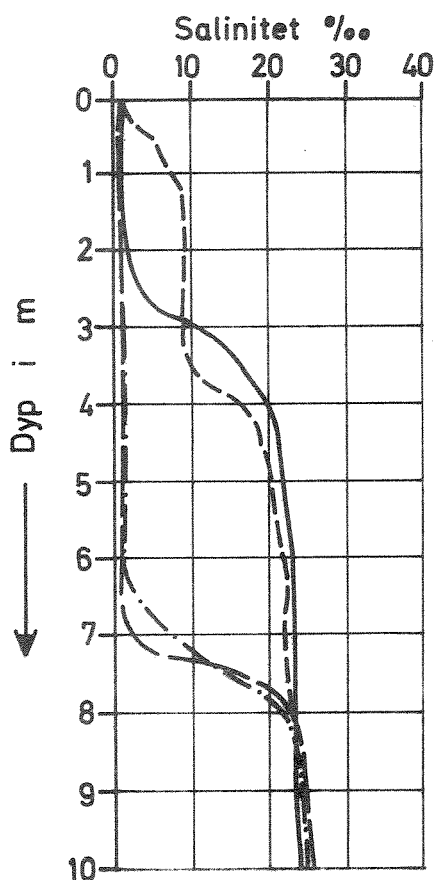
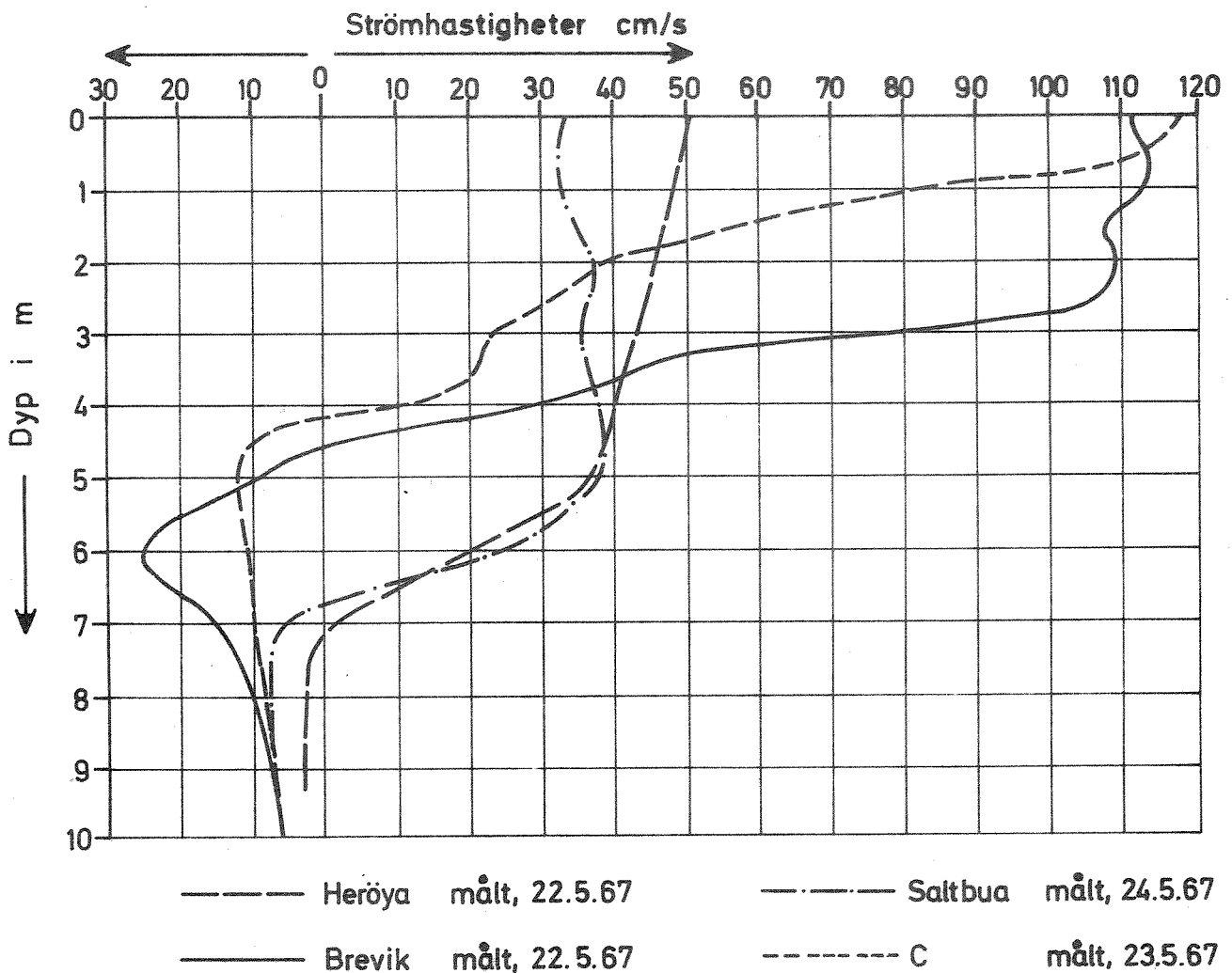


Fig. 19 Vertikale profiler av strömshastighet og -retning, saltholdighet og temperatur på 4 stasjoner (fra (21))

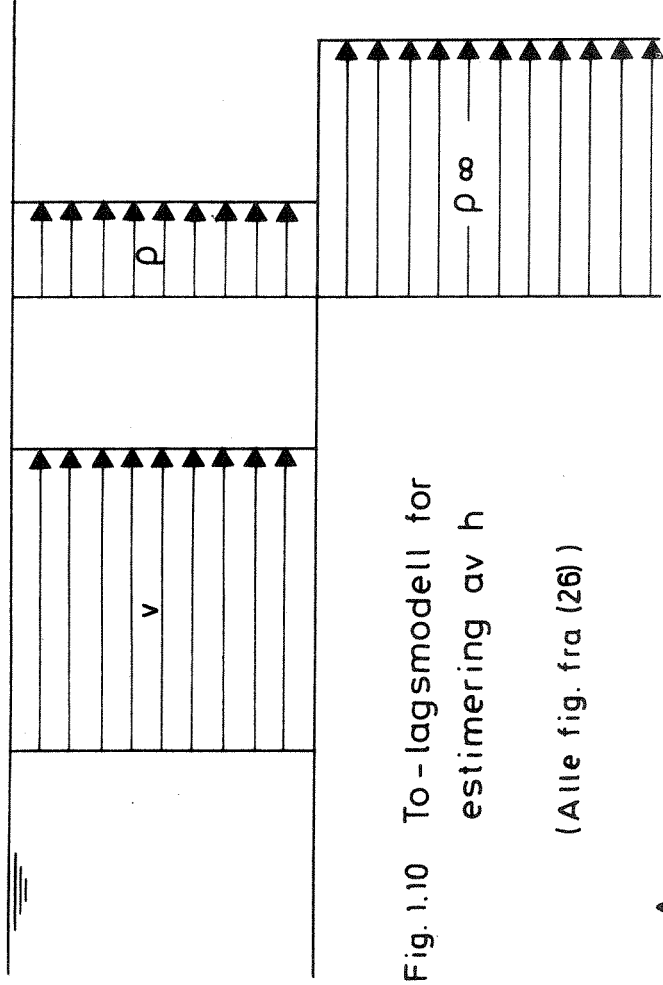


Fig. 1.10 To-lagsmodell for estimering av h

(Alle fig. fra (26))

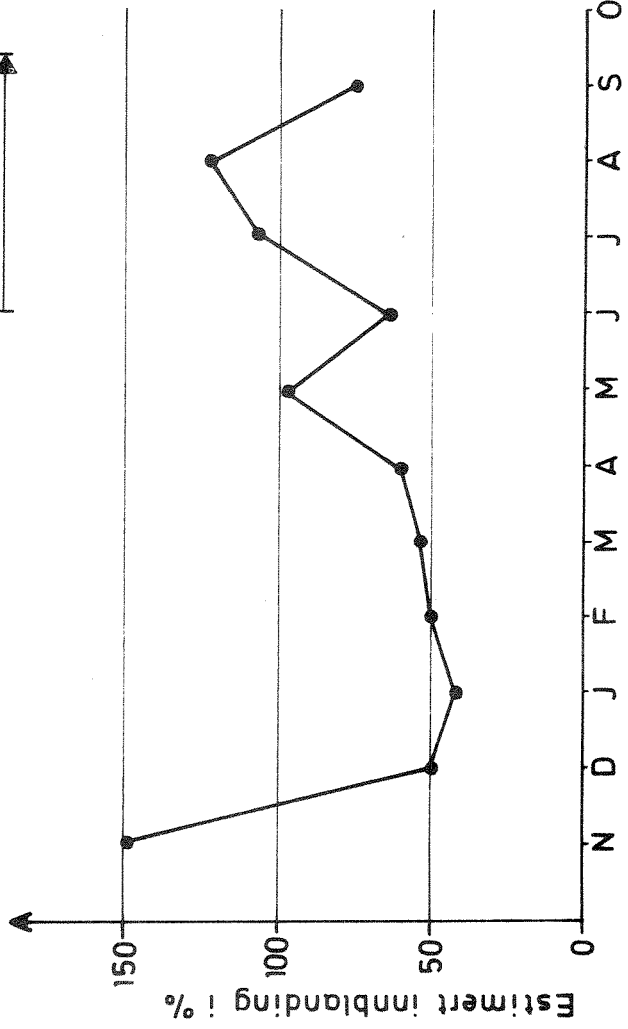


Fig. 1.12 Estimert innblanding i prosent av ellevann i Frierfjorden, november 1966 - november 1967

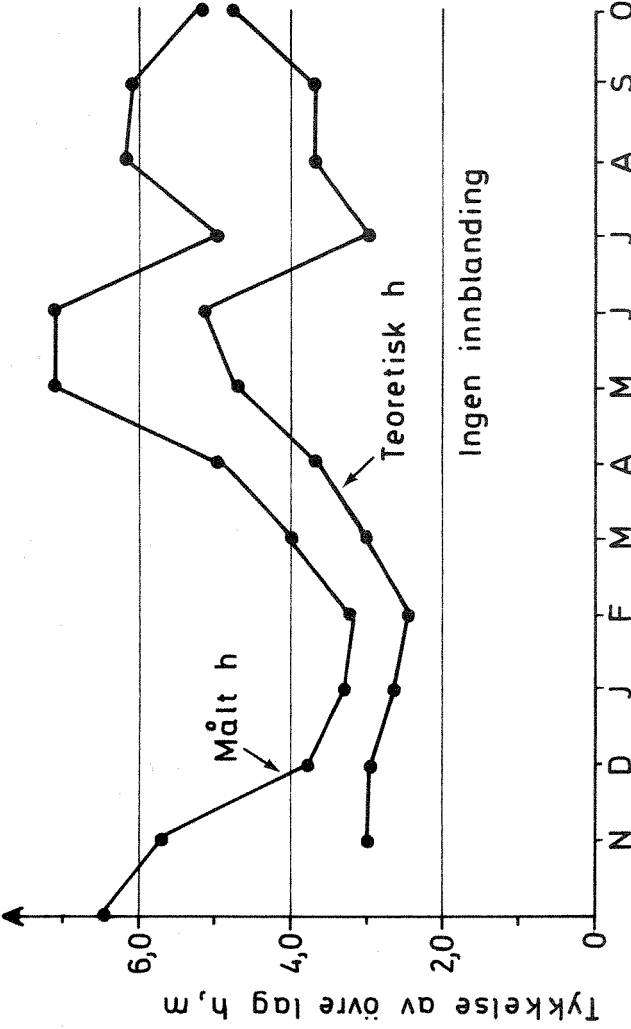


Fig. 1.11 Tykkelse av øvre lag i Frierfjorden, november 1966 - november 1967

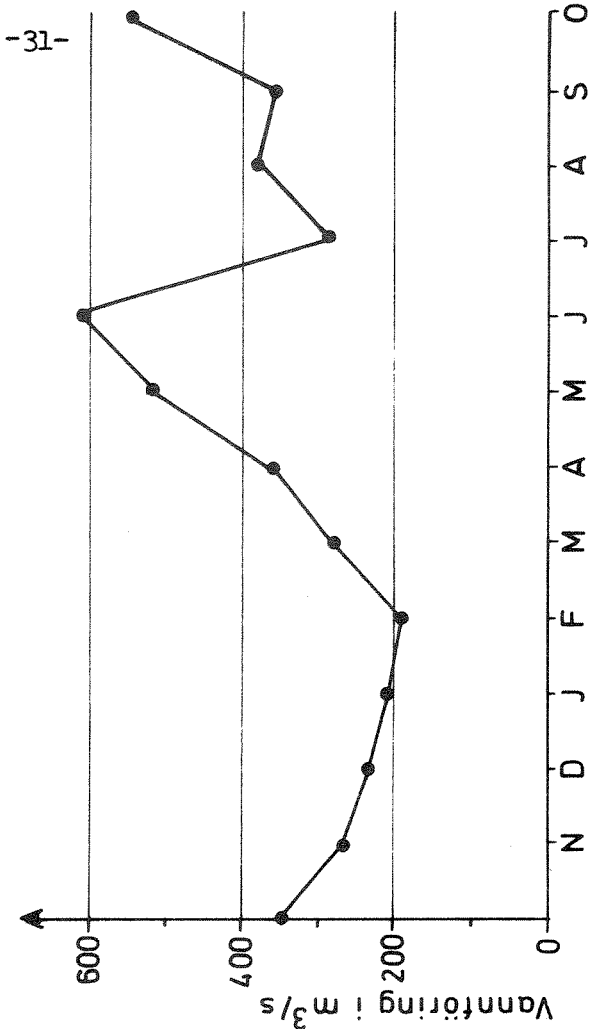


Fig. 1.13 Vannføring fra Skienselva tilført Frierfjorden, november 1966 - november 1967

Fig. 1.14 Totalvolum av planteplankton 1971-72 (fra (29))

— Frierfjorden
- - - Stathelle
- · - · - · - · Norsjø

9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9

m^3/l

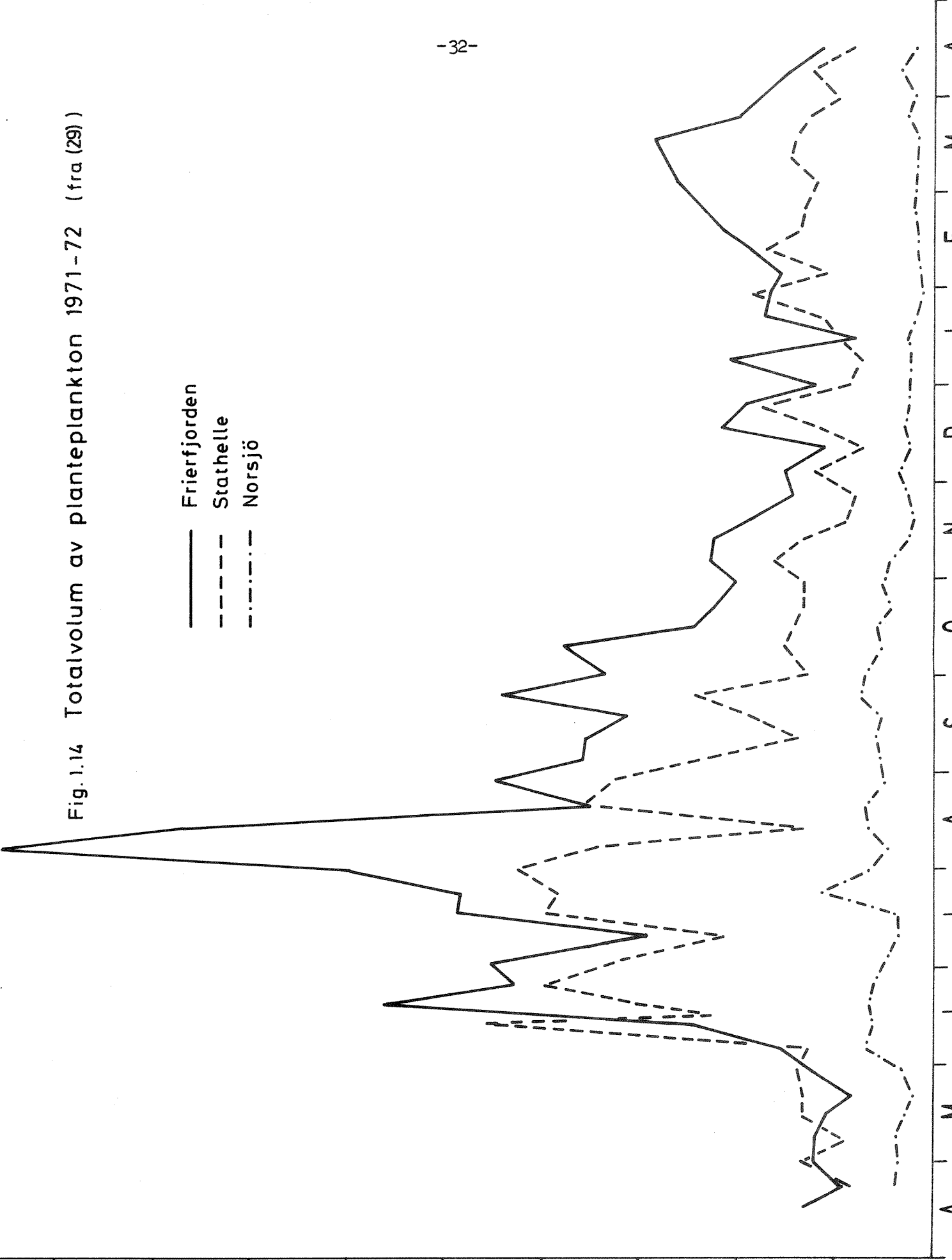
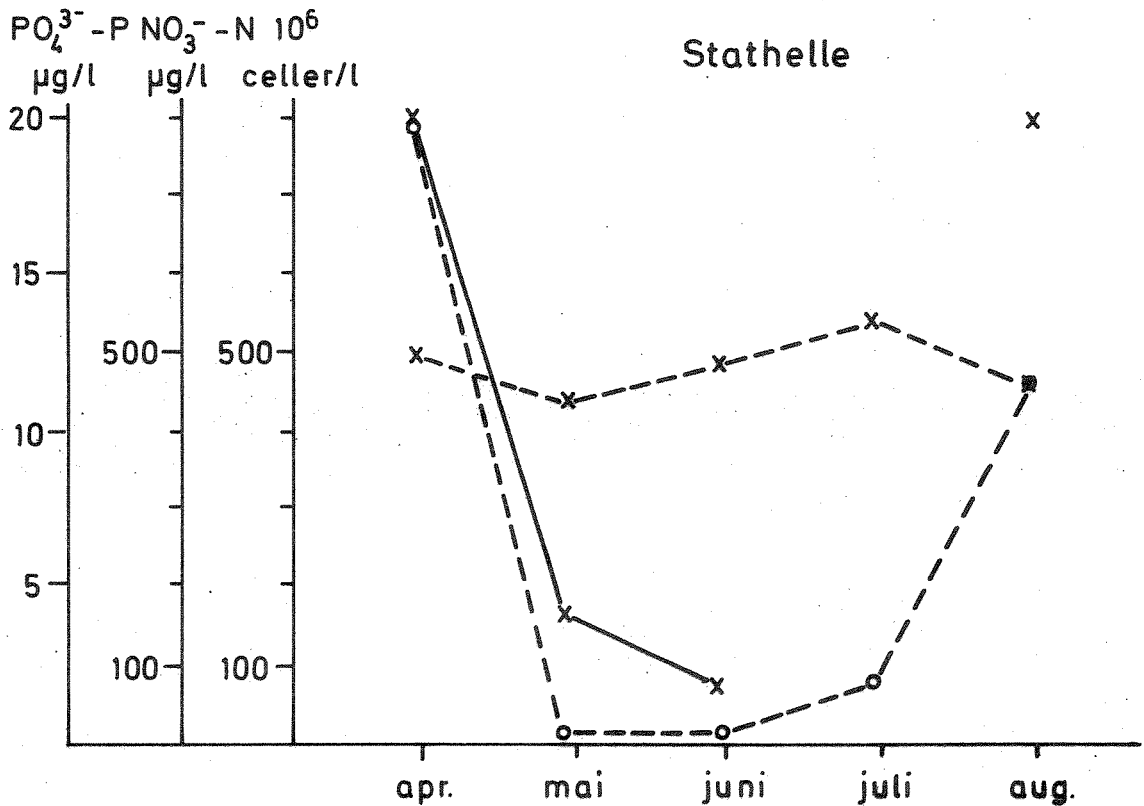
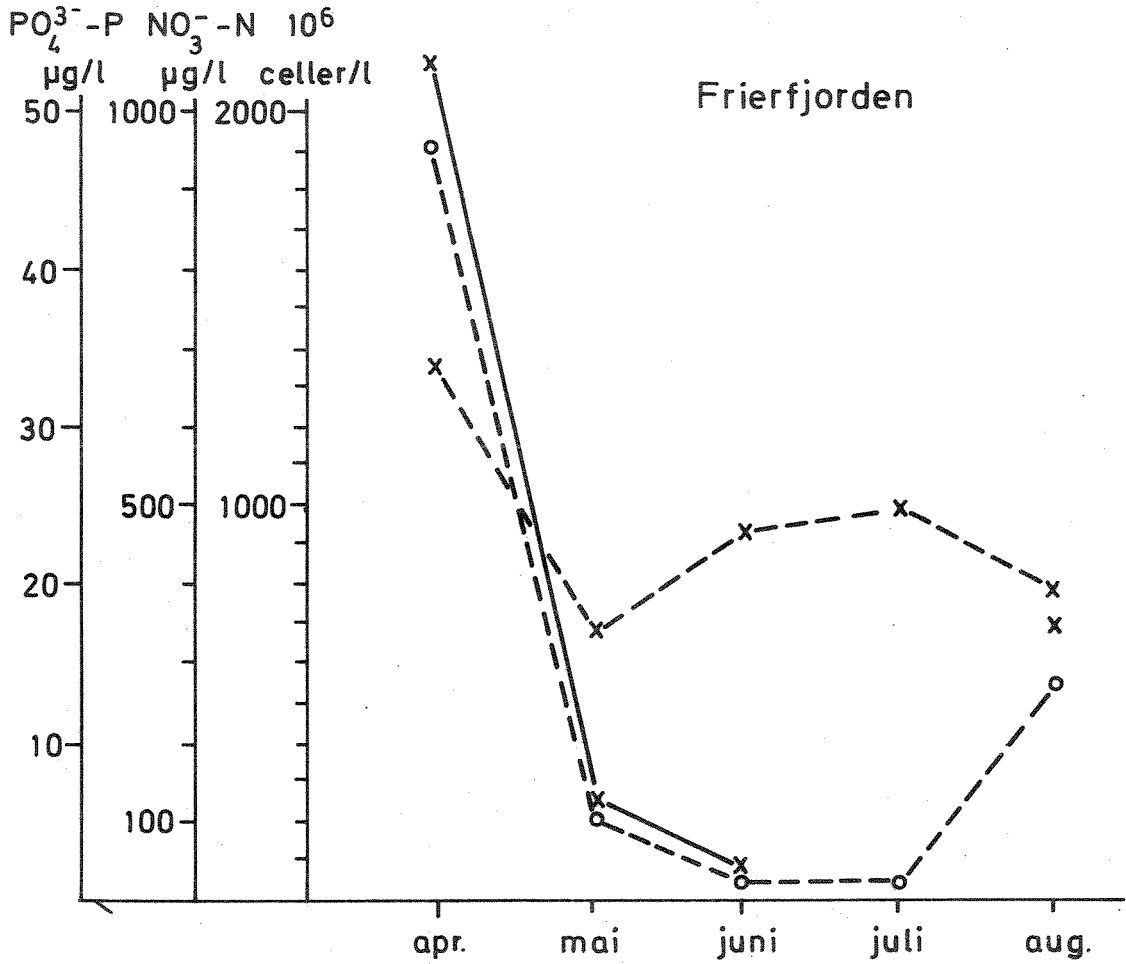
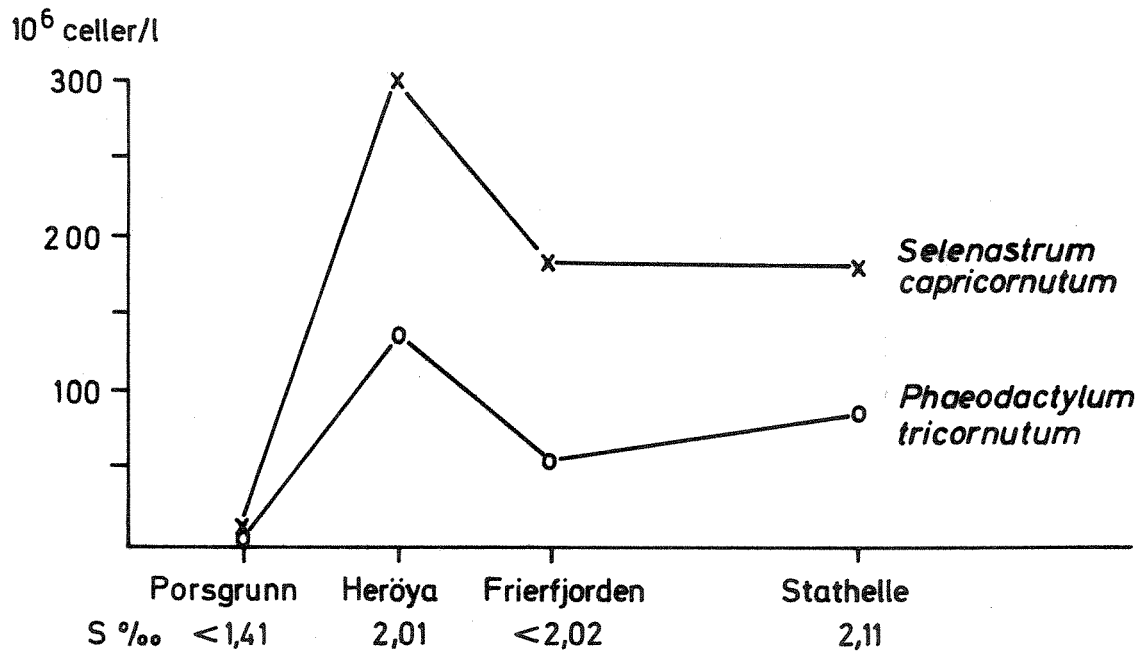


Fig. 1.15 Resultat av vekstforsök og kjemiske analyser av fosfat og nitrat i vann fra Frierfjorden og Stathelle (fra (29))



o---o celleantall, *Selenastrum capricornutum*
 x---x PO_4^{3-}
 x---x NO_3^-

Fig. 1.16 Middelverdi av vekstforsök juni-aug. (29)



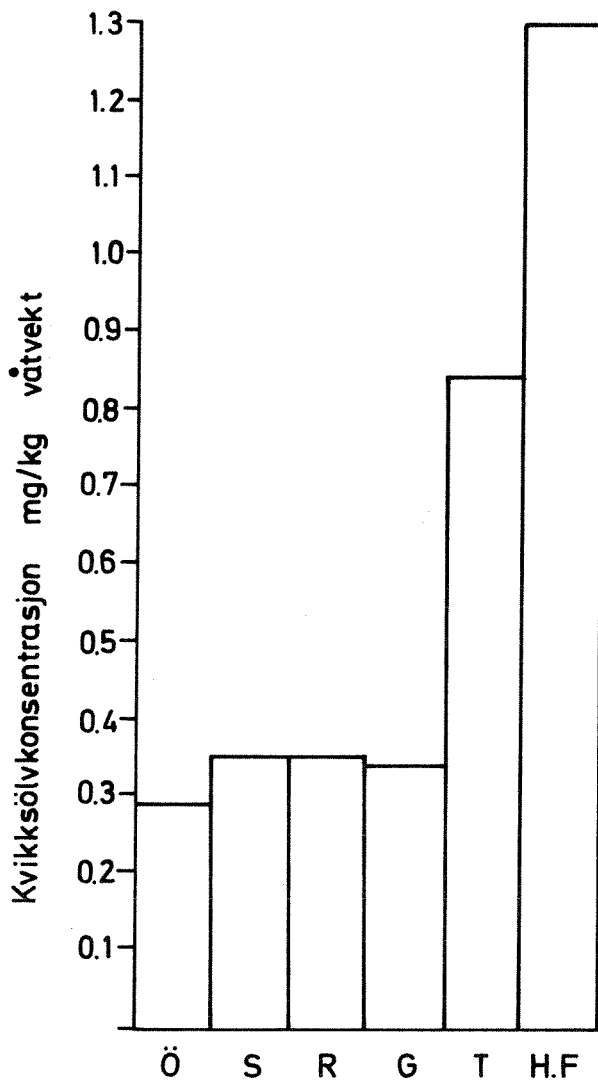


Fig. 1.17 Middelkonsentrasjon av Hg (mg/kg) i artene örret (Ö), sik (S), röye (R), gjedde (G), torsk (T), hvitling og flyndre (H.F). (27).

2. BATHYGRAFISKE, HYDROLOGISKE OG METEOROLOGISKE FORHOLD

2.1 Dybdeforhold, arealer og volumer

Bakgrunns materialet for vurderingen av dybdeforhold og beregning av arealer og volumer er sjøkartene nr. 473 (utgitt 1968) og 474 (utgitt 1969). Sjøkart nr. 474 gjengir Skienselva fra Skien til Porsgrunn i målestokk 1:10 000. Dybdekoter er tegnet for 6-, 10- og 20-meters dyp. Gunneklevfjorden er også gjengitt i målestokk 1:10 000 med dybdekoter ved 3- og 6-meters dyp.

De øvrige fjordområder er på de nevnte sjøkart gjengitt i målestokk 1:20 000. Dybdekoter for 10-, 20-, 100- og 200-meters dyp er inntegnet. Det er ikke funnet noen grunn på det nåværende tidspunkt å utarbeide mer detaljerte dybdekort, og det forutsettes at disse sjøkartene benyttes i forbindelse med undersøkelsen ved angivelse av posisjoner o.l.

Fjordsystemet, som resipientundersøkelsen omfatter, er vist på figur 2.1. Av hensyn til areal og volumberegning er fjordområdet inndelt i 18 soner. Området, som er behandlet her, strekker seg fra utløpet av Norsjø i nord til en ytre grense mot Skagerak i sør. Avgrensningen mot Skagerak er valgt som en rett linje mellom Langesundstangen og nordenden av Fugløya. Fjordområdet er sterkt oppdelt av øyer, trange sund og bukter. De dypere vannmasser er flere steder atskilt av terskler.

Figur 2.2 viser forskjellige viktige langsgående dypprofiler.

(Kopier av denne figuren vil senere kunne brukes til inntegning av måleresultater).

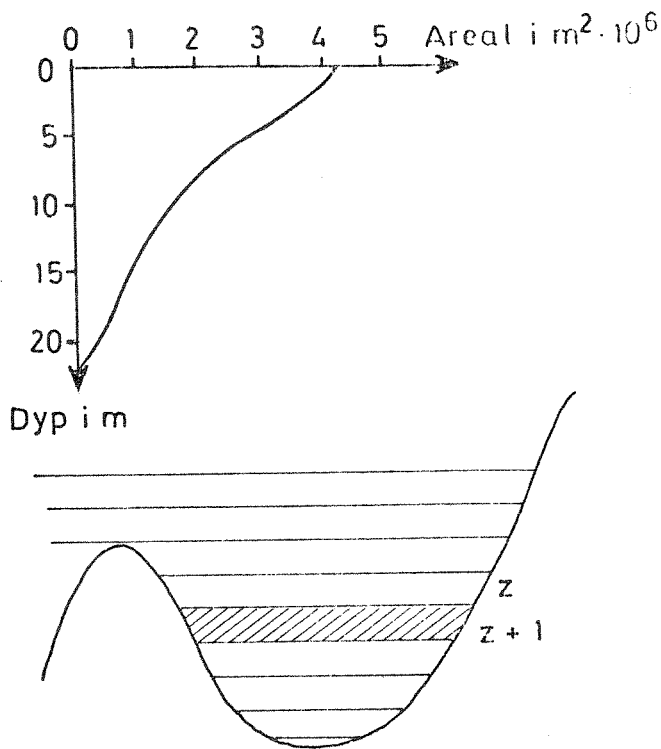
Til beregning av de horisontale vannarealer i forskjellige dyp i fjorden er det benyttet planimeter. Arealene som korresponderer med sjøkartenes dybdekoter må antas å være relativt nøyaktige. De andre arealene baserer seg på skjønnsmessig inntegning av dybdekoter ut fra sjøkartenes dybdeangivelser. Disse verdier har derfor en større usikkerhet. Vannarealene er fremstilt i tabell 2.1.

Volumet av fjordens vannmasser i de forskjellige soner og dyp er beregnet på grunnlag av arealtallene og fremstilt i tabell 2.2.

Beregningene for de enkelte soner er utført på følgende måte

(Kfr. det illustrerte eksempel):

1. En arealkurve som funksjon av dypet er tegnet gjennom de kjente punkter for hver 10-meters dyp. Kurven er etter skjønn gitt en best mulig "glatt" tilpasset form.
2. Sonens vannmasser er inndelt ovenfra i horisontale skiver. Hver av disse skiver kan tilnærmet regnes som en rettavkortet kjegle. Topp- og bunnarealene av disse skiver er lest ut av arealkurven beskrevet ovenfor.



Som nevnt foran har det vært hensiktsmessig å inndele fjordområdene i 18 soner. I forbindelse med kartlegging av tilførsler til fjorden er det funnet gunstig med en annen inndeling, basert på målsettingen for denne del av arbeidet.

I oppdelingen som er vist i tabell 2.3 er det forsøkt å ta hensyn til disse forhold. Tabellen viser også overflatearealene i disse områdene og tabell 2.4 gjengir volumer.

2.2 Nedbørsfelter, avrenning

Den nedre del av Skienvassdragets nedbørsfelt er vist på figur 2.1. Opplysning om nedbørsfeltenes arealer er til dels hentet fra Norges vassdrags- og elektrisitetsvesens: "Hydrologiske undersøkelser i Norge" (1) og til dels er det foretatt egne beregninger. Avrenningskoeffisienter er også hentet fra litteraturen (1). Som det går fram av figur 2.1 er området delt i flere mindre nedbørsfelter. Disse feltenes arealer og midlere årlige avrenning er fremstilt i tabell 2.5. Det bemerkes at fjordenes overflatearealer ikke er inkludert i nedbørsfeltene.

Ved kartleggingen av tilførslene til fjordområdene har det vært formålstjenlig å benytte en annen inndeling av det totale nedbørsfelt. Denne inndeling er markert på figur 2.1, og tilhørende verdier for arealer og avrenning er fremstilt i tabell 2.6.

2.3 Meteorologiske forhold

Meteorologiske forhold er av betydning både for vannutskiftning og fjordens organismeliv. Det er derfor viktig at det samtidig med målinger i fjordenes vannmasser foretas meteorologiske observasjoner.

Til orientering om de midlere forhold tas her med et utdrag av vind- og temperaturstatistikk som er utarbeidet av Meteorologisk Institutt (2), (3). Det gjøres oppmerksom på at den refererte statistikk inneholder mere opplysninger om det aktuelle området enn det som er gjengitt. (Opplysninger om de benyttede statistiske metoder finnes også detaljert beskrevet i den refererte litteratur).

De meteorologiske opplysninger som er tatt med her, baserer seg på observasjoner fra Jomfruland og til dels ved Skien. Observasjonene fra Jomfruland er representative først og fremst for det ytre fjordområdet.

Figur 2.3 viser grafisk fremstilt som vindroser vindforholdene på Jomfruland for hver måned i året. Lengden av pilene angir den midlere vindstyrke i angitt retning. Bredden av pilen angir hvor mange prosent av tidsperioden vinden har hatt i denne retning.

Tabell 2.7 viser midlere temperaturforhold på Jomfruland og tabell 2.8 viser tilsvarende temperaturforhold i Skien.

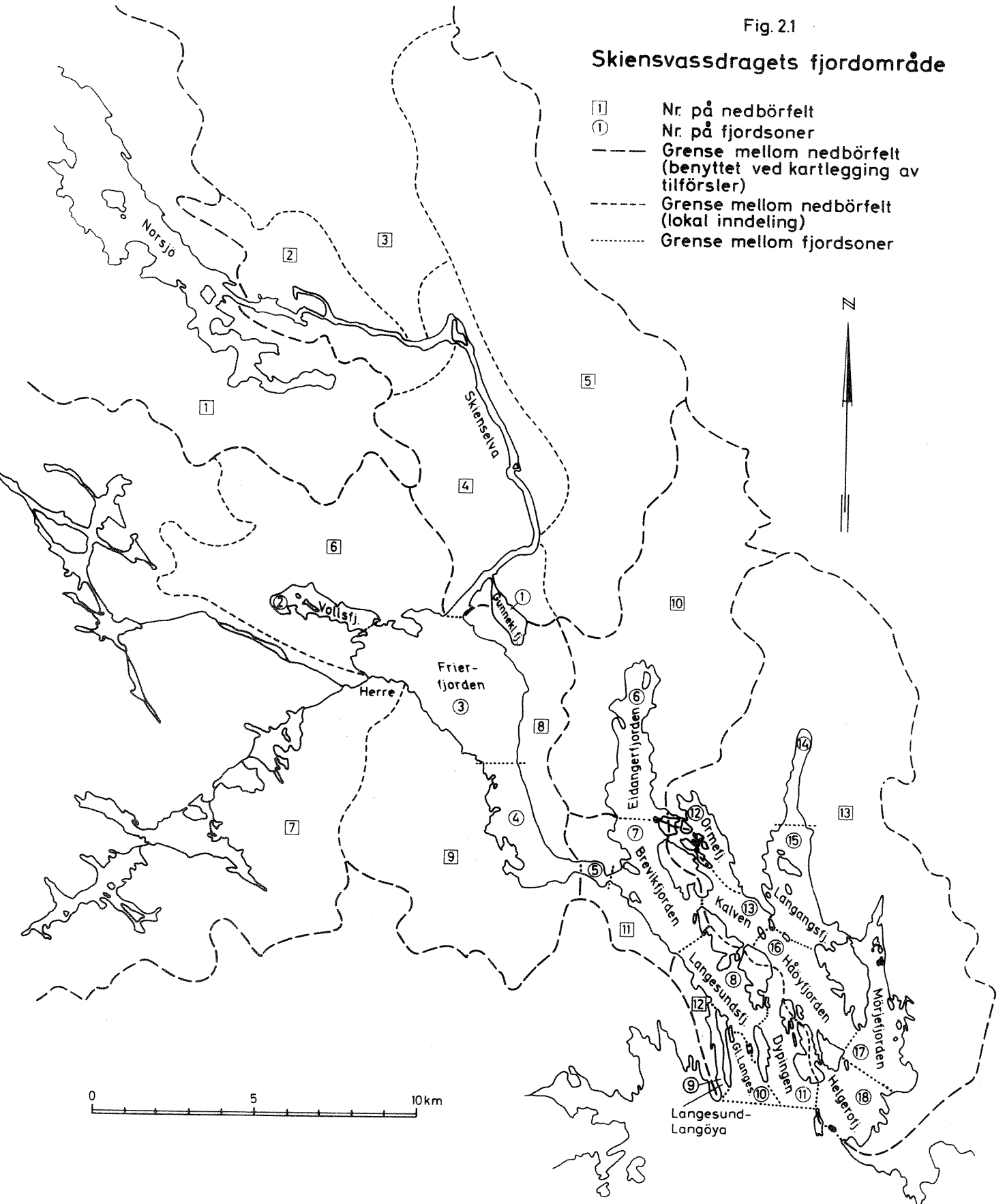
2.4 Referanser vedrørende generelle forhold

- (1) Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen, den hydrologiske avdeling, 1958.
Hydrologiske undersøkelser i Norge; utdrag av det hydrologiske materiale. 1900 - 1950. Oslo, (Aschehoug). 290 s. pl. tab.
- (2) Johannessen, T.W., 1960.
Monthly frequencies of concurrent wind forces and wind directions in Norway. (Climatological Summaries for Norway). Oslo, Norske Meteorologiske Institutt. 295 s. pl. tab.
- (3) Bruun, I., 1967.
Standard normals 1931-1960 of the air temperature in Norway. (Climatological Summaries for Norway). Oslo, Norske Meteorologiske Institutt. 270 s. tab.

Fig. 2.1

SkienSVassdragets fjordområde

- 1 Nr. på nedbørfelt
- 1 Nr. på fjordsoner
- - - - - Grense mellom nedbørfelt (benyttet ved kartlegging av tilførsler)
- - - - - Grense mellom nedbørfelt (lokal inndeling)
- ⋯⋯⋯ Grense mellom fjordsoner



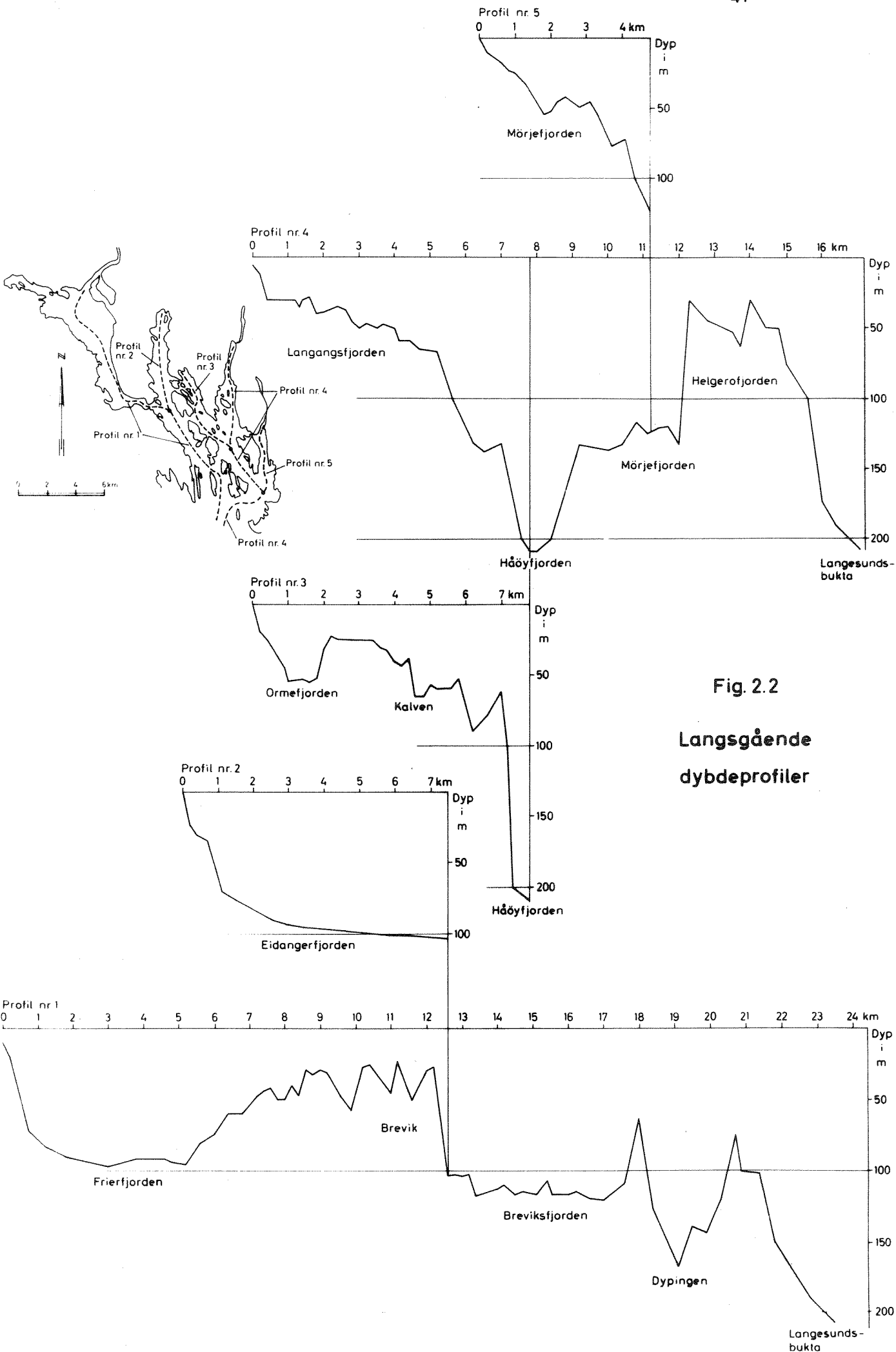
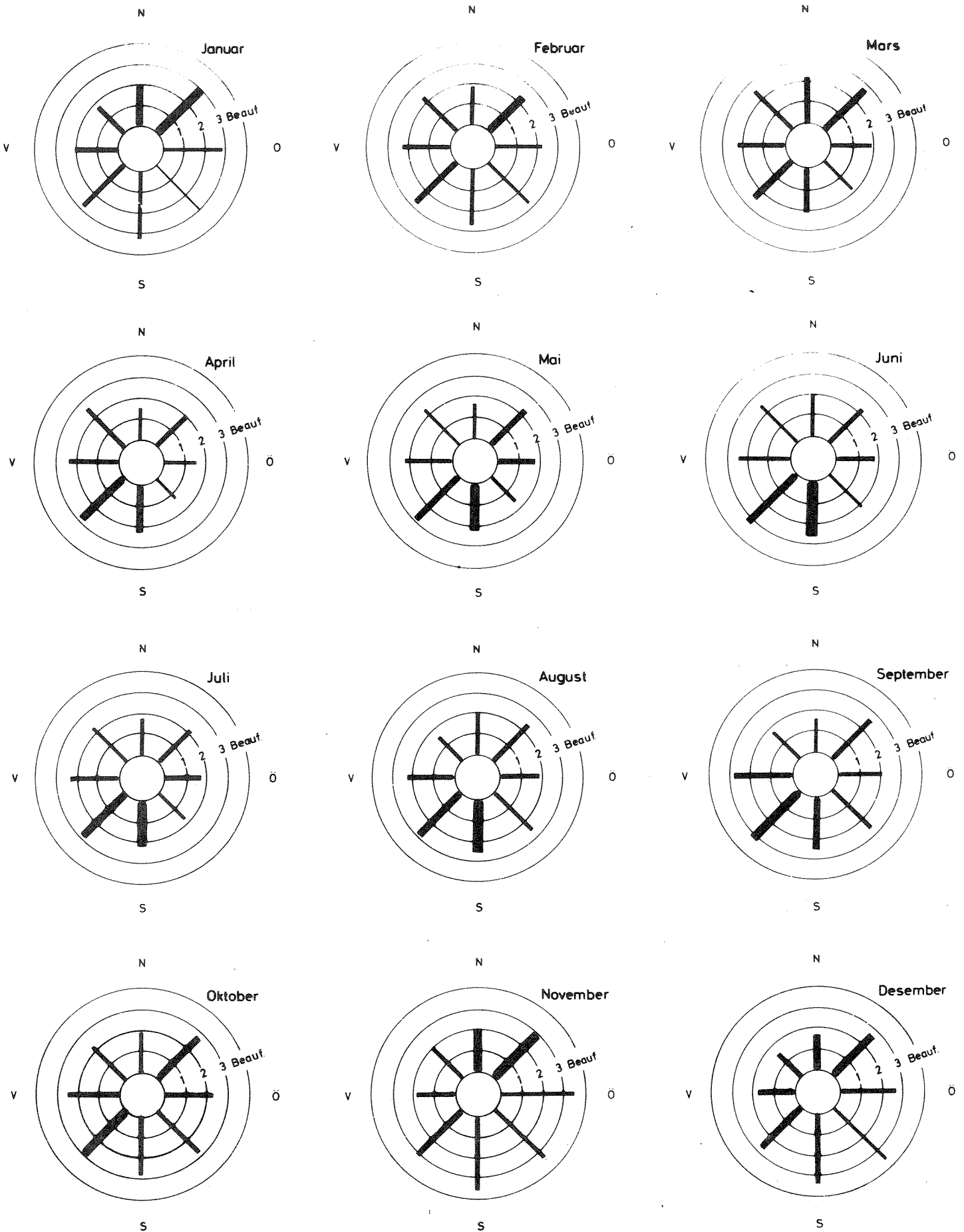


Fig. 2.2
Langsgående
dybdeprofiler

Fig. 2.3 Vindforhold på Jomfruland 1941-1950



Vektorens bredde angir % av tid med vind i angitt retning

Frekvens målestokk: 0 100 %

Vektorens lengde angir midlere vindstyrke i Beaufort

Tabell 2.1 Vannarealer angitt i km².

Dyp	Gunnklevfjorden	Vollsfjorden	Frierfjorden til Saltbua	Frierfjorden fra Saltbua til Steinholmen	Frierfjorden fra Steinholmen til Brevikbrua	Eidangerfjorden	Brevikfjorden	Langesundsfjorden	Langesund-Langøya	Gamle Langesund	Dypningen	Ornefjorden	Kalven	Langesundsfjorden indre del	Langesundsfjorden ytre del	Håøyfjorden	Mørjefjorden	Helgerofjorden
0	1,06	1,93	12,41	5,10	0,46	5,44	6,18	3,70	0,74	2,06	3,60	2,01	2,52	1,22	4,78	4,90	5,40	4,13
10	-	1,56	11,66	3,80	0,35	4,42	5,06	2,47	0,34	1,66	2,86	1,50	2,00	0,91	3,85	4,20	4,06	2,12
20	-	0,50	10,90	2,63	0,20	3,80	4,23	2,03	0,15	1,30	2,38	1,14	1,60	0,70	3,17	3,62	3,32	1,31
30	-	-	9,44	1,42	0,04	3,33	3,65	1,76	0,08	1,00	2,05	0,62	0,97	0,48	2,70	3,32	2,67	0,88
40	-	-	7,80	1,27	-	2,94	3,13	1,55	0,03	0,94	1,79	0,32	0,60	0,06	2,15	3,05	2,03	0,38
50	-	-	6,00	0,48	-	2,49	2,72	1,37	-	0,90	1,57	0,16	0,34	-	1,58	2,79	1,41	0,15
60	-	-	4,92	0,14	-	2,17	2,56	1,23	-	0,80	1,33	-	0,06	-	1,15	2,50	1,11	-
70	-	-	4,17	0,12	-	1,90	2,30	1,12	-	0,68	1,10	-	-	-	0,81	2,19	0,93	-
80	-	-	3,10	-	-	1,60	2,12	0,99	-	0,56	0,87	-	-	-	0,63	1,94	0,79	-
90	-	-	1,52	-	-	-	1,94	0,86	-	0,43	0,63	-	-	-	0,51	1,70	0,63	-
100	-	-	-	-	-	-	1,56	0,68	-	0,30	0,44	-	-	-	0,44	1,48	0,48	-
110	-	-	-	-	-	-	0,10	0,44	-	0,18	0,31	-	-	-	0,36	1,28	0,32	-
120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	0,22	-	-	-	0,28	1,10	0,18	-
130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,16	-	-	-	0,20	0,94	-	-
140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12	-	-	-	0,11	0,76	-	-
150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08	-	-	-	-	0,60	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-	0,48	-	-
170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,41	-	-
180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,34	-	-
190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,28	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,18	-	-
Største dyp i m	10	25	98	80	46	99	118	121	51	130	167	53	64	50	155	209	132	64
Sone	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Tabell 2.2 Vannvolumer

Dypintervall	Gunnklevfjorden	Vollsfjorden	Frierfjorden til Saltbua	Frierfjorden fra Saltbua til Steinholmen	Frierfjorden fra Steinholmen til Brevikbrua	Eidangerfjorden	Brevikfjorden	Langesundsfjorden	Langesund-Langfya	Gamle Langesund	Dypningen	Ornefjorden	Kal ven	Langangsfjorden indre del	Langangsfjorden ytre del	Hågyfjorden	Mørjefjorden	Helgerofjorden
0- 10	4,7	17,8	120,1	44,1	4,0	48,5	55,6	28,8	5,0	18,6	31,6	17,5	22,2	10,6	42,8	45,0	46,2	29,6
0- 20	-	28,1	233,1	76,2	6,8	89,2	102,0	51,0	7,3	33,4	57,8	30,7	40,5	18,6	77,9	83,4	83,0	46,0
0- 30	-	29,5	335,6	96,2	7,8	124,9	141,0	69,9	8,3	44,6	79,9	39,9	53,2	24,6	107,0	118,0	112,9	56,6
0- 40	-	-	421,6	105,2	8,1	156,2	179,7	86,5	8,8	54,3	99,0	44,4	60,7	27,3	131,0	149,8	136,1	63,8
0- 50	-	-	491,1	107,9	8,2	183,5	208,8	101,0	9,0	63,5	115,8	46,8	65,3	27,6	149,5	179,0	153,3	67,6
0- 60	-	-	545,1	108,8	-	206,7	235,0	113,9	-	72,0	130,3	47,0	67,3	-	163,2	205,7	165,7	68,3
0- 70	-	-	590,1	109,5	-	226,9	259,1	125,7	-	79,4	142,4	-	67,4	-	172,9	229,3	175,9	-
0- 80	-	-	627,1	109,9	-	244,6	281,2	136,4	-	85,6	152,3	-	-	-	180,0	250,1	184,6	-
0- 90	-	-	651,1	-	-	258,7	301,6	145,7	-	90,5	159,7	-	-	-	185,8	268,3	191,8	-
0-100	-	-	657,6	-	-	264,7	319,6	153,6	-	94,2	165,0	-	-	-	190,5	284,2	197,3	-
0-110	-	-	-	-	-	-	327,6	159,3	-	96,6	168,7	-	-	-	194,5	297,9	201,2	-
0-120	-	-	-	-	-	-	327,9	161,9	-	97,8	171,3	-	-	-	197,7	309,8	203,7	-
0-130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98,1	173,1	-	-	-	200,1	319,9	204,7	-
0-140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	174,5	-	-	-	201,7	328,3	-	-
0-150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	175,6	-	-	-	202,4	335,2	-	-
0-160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	176,2	-	-	-	-	340,6	-	-
0-170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	176,3	-	-	-	-	345,0	-	-
0-180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	348,8	-	-
0-190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	351,8	-	-
0-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	354,2	-	-
0-210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	355,1	-	-
10- 20	-	10,3	113,0	32,1	2,8	40,7	46,4	22,2	2,3	14,8	26,2	13,2	18,3	8,0	35,1	38,4	36,8	16,4
10- 30	-	11,7	215,5	52,1	3,8	76,4	85,4	41,1	3,3	26,0	48,3	22,4	31,0	14,0	64,2	73,0	66,7	27,0
10- 40	-	-	301,5	61,3	4,1	107,7	124,1	57,7	3,8	35,7	67,4	26,9	38,5	16,7	88,2	104,8	89,9	34,2
10- 50	-	-	371,0	63,8	4,2	135,0	153,2	72,2	4,0	44,9	84,2	29,3	43,1	17,0	106,7	134,0	107,1	38,0
10- 60	-	-	425	64,7	-	158,2	179,4	85,1	-	53,4	98,7	29,5	45,1	-	120,4	160,7	119,5	38,7
10- 70	-	-	470,0	65,4	-	178,4	203,5	96,9	-	60,8	110,8	-	45,2	-	130,1	184,3	129,7	-
10- 80	-	-	507,0	65,8	-	196,1	225,6	107,6	-	67,0	120,7	-	-	-	137,2	205,1	138,4	-
10- 90	-	-	531,0	-	-	210,2	246,0	116,9	-	71,9	128,1	-	-	-	143,0	223,3	145,6	-
10-100	-	-	537,5	-	-	216,2	264,0	124,8	-	75,6	133,4	-	-	-	147,7	239,2	151,1	-
10-110	-	-	-	-	-	-	272,0	130,5	-	78,0	137,1	-	-	-	151,7	252,9	155,0	-
10-120	-	-	-	-	-	-	272,3	133,1	-	79,2	139,7	-	-	-	154,9	264,8	157,5	-
10-130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	79,5	141,5	-	-	-	157,3	274,9	158,5	-
10-140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	142,9	-	-	-	158,9	283,3	-	-
10-150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	144,0	-	-	-	159,6	290,2	-	-
10-160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	144,6	-	-	-	-	295,6	-	-
10-170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	144,7	-	-	-	-	300,0	-	-
10-180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	303,8	-	-
10-190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	306,8	-	-
10-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	309,2	-	-
10-210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	310,1	-	-
20- 30	-	1,4	102,5	20,0	1,0	35,7	39,0	18,9	1,0	11,2	22,1	9,2	12,7	6,0	29,1	34,6	29,9	10,6
30- 40	-	-	188,5	29,2	1,3	67,0	77,7	35,5	1,5	20,9	41,2	13,7	20,2	8,7	53,1	66,4	53,1	17,8
40- 50	-	-	258,0	31,7	1,4	94,3	106,8	50,0	1,7	30,1	58,0	16,1	24,8	9,0	71,6	95,6	70,3	21,6
50- 60	-	-	312,0	32,6	-	117,5	133,0	62,9	-	38,6	72,5	16,3	26,8	-	85,3	122,3	82,7	22,3
60- 70	-	-	357,0	33,3	-	137,7	157,7	74,7	-	46,0	84,6	-	26,9	-	95,0	145,9	92,9	-
20- 80	-	-	394,0	33,7	-	155,4	179,2	85,4	-	52,2	94,5	-	-	-	102,1	166,7	101,6	-
20- 90	-	-	418,0	-	-	169,5	199,6	94,7	-	57,1	101,9	-	-	-	107,9	184,9	108,8	-
20-100	-	-	424,5	-	-	175,5	217,6	102,6	-	60,8	107,2	-	-	-	112,6	200,8	114,3	-
20-110	-	-	-	-	-	-	225,6	108,3	-	63,2	110,9	-	-	-	116,6	212,7	118,2	-
20-120	-	-	-	-	-	-	225,9	110,9	-	64,4	113,5	-	-	-	119,8	222,8	120,7	-
20-130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64,7	115,3	-	-	-	122,2	231,2	121,7	-
20-140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	116,7	-	-	-	123,8	239,6	-	-
20-150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	117,8	-	-	-	124,5	246,5	-	-
20-160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	118,4	-	-	-	-	251,9	-	-
20-170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	118,5	-	-	-	-	256,3	-	-
20-180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	260,1	-	-
20-190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	263,1	-	-
20-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	265,5	-	-
20-210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	266,4	-	-
Sone	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Tabell 2.2 forts.

Dypintervall	Gunnelfvorden	Vollsfjorden	Frierfjorden til Saltbua	Frierfjorden fra Saltbua til Steinholmen	Frierfjorden fra Steinholmen til Brevikbrua	Eidangerfjorden	Brevikfjorden	Langesundsfjorden	Langesund-Langesya	Gamle Langesund	Dypningen	Ornefjorden	Kalven	Langesfjorden indre del	Langesfjorden ytre del	Håøyfjorden	Mørjefjorden	Helgerofjorden
30- 40	-	-	86,0	9,2	0,3	31,3	38,7	16,6	0,5	9,7	19,1	4,5	7,5	2,7	24,0	31,8	23,2	7,2
30- 50	-	-	155,5	11,7	0,4	58,6	67,8	31,1	0,7	18,9	35,9	6,9	12,1	3,0	42,5	61,0	40,4	11,0
30- 60	-	-	209,5	12,6	-	81,8	94,0	44,0	-	27,4	50,4	7,1	14,1	-	56,2	87,7	52,8	11,7
30- 70	-	-	254,5	13,3	-	102,0	118,1	55,8	-	34,8	62,5	-	14,2	-	65,9	111,3	63,0	-
30- 80	-	-	291,5	13,7	-	119,7	140,2	66,5	-	41,0	72,4	-	-	-	73,0	132,1	71,7	-
30- 90	-	-	315,5	-	-	133,8	160,6	75,8	-	45,9	79,8	-	-	-	78,8	150,3	78,9	-
30-100	-	-	322,0	-	-	139,8	178,6	83,7	-	49,6	83,5	-	-	-	83,5	166,2	84,4	-
30-110	-	-	-	-	-	-	186,6	89,6	-	52,0	87,2	-	-	-	87,5	179,9	88,3	-
30-120	-	-	-	-	-	-	186,9	92,0	-	53,2	89,8	-	-	-	90,7	191,8	90,8	-
30-130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53,5	91,6	-	-	-	93,1	201,9	91,8	-
30-140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	93,0	-	-	-	94,7	210,3	-	-
30-150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	94,1	-	-	-	95,4	217,2	-	-
30-160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	94,7	-	-	-	-	222,6	-	-
30-170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	94,8	-	-	-	-	227,0	-	-
30-180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	230,8	-	-
30-190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	233,8	-	-
30-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	236,2	-	-
30-210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	237,1	-	-
40- 50	-	-	69,5	2,5	0,1	27,3	29,1	14,5	0,2	9,2	16,8	2,4	4,6	0,3	18,5	29,2	17,2	3,8
40- 60	-	-	123,5	3,4	-	50,5	55,3	27,4	-	17,7	31,3	2,6	6,6	-	32,2	55,9	29,6	4,5
40- 70	-	-	168,5	4,1	-	70,7	79,4	39,2	-	25,1	43,4	-	6,7	-	41,9	79,5	39,8	-
40- 80	-	-	205,5	4,5	-	88,4	101,5	49,9	-	31,3	53,3	-	-	-	49,0	100,3	48,5	-
40- 90	-	-	229,5	-	-	102,5	121,9	59,2	-	36,2	60,7	-	-	-	54,8	118,5	55,7	-
40-100	-	-	236,0	-	-	108,5	139,9	67,1	-	39,9	66,0	-	-	-	59,5	134,4	61,2	-
40-110	-	-	-	-	-	-	147,9	72,8	-	42,3	69,7	-	-	-	63,5	148,1	65,1	-
40-120	-	-	-	-	-	-	148,2	75,4	-	43,5	72,3	-	-	-	66,7	160,0	67,6	-
40-130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43,8	74,1	-	-	-	69,1	170,1	68,6	-
40-140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75,5	-	-	-	70,7	178,5	-	-
40-150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	76,6	-	-	-	71,4	185,4	-	-
40-160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77,2	-	-	-	-	190,8	-	-
40-170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77,3	-	-	-	-	195,2	-	-
40-180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	199,0	-	-
40-190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	202,0	-	-
40-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	204,4	-	-
40-210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	205,3	-	-
50- 60	-	-	54,0	0,9	-	23,2	26,2	12,9	-	8,5	14,5	0,2	2,0	-	13,7	26,7	12,4	0,7
50- 70	-	-	99,0	1,6	-	43,4	50,3	24,7	-	15,9	26,6	-	2,1	-	23,4	50,3	22,6	-
50- 80	-	-	136,0	2,00	-	61,1	72,4	35,4	-	22,1	36,5	-	-	-	30,5	71,1	31,3	-
50- 90	-	-	160,0	-	-	75,2	92,8	44,7	-	27,0	43,9	-	-	-	36,3	89,3	38,5	-
50-100	-	-	166,5	-	-	81,2	110,8	52,6	-	30,7	49,2	-	-	-	41,0	105,2	44,0	-
50-110	-	-	-	-	-	-	118,8	58,3	-	33,1	52,9	-	-	-	45,0	118,9	47,9	-
50-120	-	-	-	-	-	-	119,1	60,9	-	34,3	55,5	-	-	-	48,2	130,8	50,4	-
50-130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34,6	57,3	-	-	-	50,6	140,9	51,4	-
50-140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58,7	-	-	-	52,2	149,3	-	-
50-150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59,8	-	-	-	52,9	156,2	-	-
50-160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60,4	-	-	-	-	161,6	-	-
50-170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60,5	-	-	-	-	166,0	-	-
50-180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	169,8	-	-
50-190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	172,8	-	-
50-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	175,2	-	-
50-210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	176,1	-	-
Sone	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Tabell 2.2 forts.

Dypintervall	Gunnklevfjorden	Vollsfjorden	Frierfjorden til Saltbua	Frierfjorden fra Saltbua til Steinholmen	Frierfjorden fra Steinholmen til Brevikbrua	Eidangerfjorden	Brevikfjorden	Langsunds-fjorden	Langsund-Langgyta	Gamle Langsund	Dypningen	Ornefjorden	Kalven	Langsngsfjorden indre del	Langsngsfjorden ytre del	Håggfjorden	Mgr.fjorden	Helgerofjorden
60- 70	-	-	45,0	0,7	-	20,2	24,1	11,8	-	7,4	12,1	-	0,1	-	9,7	23,6	10,2	-
60- 80	-	-	82,0	1,1	-	37,9	46,2	22,5	-	13,6	22,0	-	-	-	16,8	44,4	18,9	-
60- 90	-	-	106,0	-	-	52,0	66,6	31,8	-	18,5	29,4	-	-	-	22,6	62,6	26,1	-
60-100	-	-	112,5	-	-	58,0	84,6	39,7	-	22,2	34,7	-	-	-	27,3	78,5	31,6	-
60-110	-	-	-	-	-	-	92,6	45,4	-	24,6	38,4	-	-	-	31,3	92,2	35,5	-
60-120	-	-	-	-	-	-	92,9	48,0	-	25,8	41,0	-	-	-	34,5	104,1	38,0	-
60-130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26,1	42,8	-	-	-	36,9	114,2	39,0	-
60-140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44,2	-	-	-	38,5	122,6	-	-
60-150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45,3	-	-	-	39,2	129,5	-	-
60-160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45,9	-	-	-	-	134,9	-	-
60-170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46,0	-	-	-	-	139,3	-	-
60-180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	143,1	-	-
60-190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	146,1	-	-
60-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	148,5	-	-
60-210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	149,4	-	-
70- 80	-	-	37,0	0,4	-	17,7	22,1	10,7	-	6,2	9,9	-	-	-	7,1	20,8	8,7	-
70- 90	-	-	61,0	-	-	31,8	42,5	20,0	-	11,1	17,3	-	-	-	12,9	39,0	15,9	-
70-100	-	-	67,5	-	-	37,8	60,5	27,9	-	14,8	22,6	-	-	-	17,6	54,9	21,4	-
70-110	-	-	-	-	-	-	68,5	33,6	-	17,2	26,3	-	-	-	21,6	68,6	23,9	-
70-120	-	-	-	-	-	-	68,8	36,2	-	18,4	28,9	-	-	-	24,8	80,5	26,4	-
70-130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,7	30,7	-	-	-	27,2	90,6	27,4	-
70-140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32,1	-	-	-	28,8	99,0	-	-
70-150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33,2	-	-	-	29,5	105,9	-	-
70-160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33,8	-	-	-	-	111,3	-	-
70-170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33,9	-	-	-	-	115,7	-	-
70-180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	119,5	-	-
70-190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	122,5	-	-
70-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	124,9	-	-
70-210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	125,8	-	-
80- 90	-	-	24,0	-	-	14,1	20,4	9,3	-	4,9	7,4	-	-	-	5,8	18,2	7,2	-
80-100	-	-	30,5	-	-	20,1	38,4	17,2	-	8,6	12,7	-	-	-	10,5	34,1	12,7	-
80-110	-	-	-	-	-	-	46,4	22,9	-	11,0	16,4	-	-	-	14,5	47,8	16,6	-
80-120	-	-	-	-	-	-	46,7	25,5	-	12,2	19,0	-	-	-	17,7	59,7	19,1	-
80-130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,5	20,8	-	-	-	20,1	69,8	20,1	-
80-140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,2	-	-	-	21,7	78,2	-	-
80-150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23,3	-	-	-	22,4	85,1	-	-
80-160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23,9	-	-	-	-	90,5	-	-
80-170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24,0	-	-	-	-	94,9	-	-
80-180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98,7	-	-
80-190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	101,7	-	-
80-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	104,1	-	-
80-210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	105,0	-	-
90-100	-	-	6,5	-	-	6,0	18,0	7,9	-	3,7	5,3	-	-	-	4,7	15,9	5,5	-
90-110	-	-	-	-	-	-	26,0	13,6	-	6,1	9,0	-	-	-	8,7	29,6	9,4	-
90-120	-	-	-	-	-	-	26,3	16,2	-	7,3	11,6	-	-	-	11,9	41,5	11,9	-
90-130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,6	13,4	-	-	-	14,3	51,6	12,9	-
90-140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,8	-	-	-	15,9	60,0	-	-
90-150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,9	-	-	-	16,6	66,9	-	-
90-160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,5	-	-	-	-	72,3	-	-
90-170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,6	-	-	-	-	76,7	-	-
90-180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80,5	-	-
90-190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	83,5	-	-
90-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85,9	-	-
90-210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	86,8	-	-
Sone	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Tabell 2.2 forts.

Dypintervall	Gunnklevfjorden	Vollsfjorden	Frierfjorden til Saltbua	Frierfjorden fra Saltbua til Steinholmen	Frierfjorden fra Steinholmen til Brevikbrua	Eidangerfjorden	Brevikfjorden	Langesunds-fjorden	Langesund-Langgya	Gamle Langesund	Dypningen	Ornefjorden	Kalven	Langangsfjorden indre del	Langangsfjorden ytre del	Hågyfjorden	Mørjetfjorden	Helgerofjorden
100-110	-	-	-	-	-	-	0,0	5,7	-	2,4	3,7	-	-	-	4,0	13,7	3,9	-
100-120	-	-	-	-	-	-	0,3	8,3	-	3,6	6,3	-	-	-	7,2	25,6	6,4	-
100-130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,9	8,1	-	-	-	9,6	35,7	7,4	-
100-140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,5	-	-	-	11,2	44,1	-	-
100-150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,6	-	-	-	11,9	51,0	-	-
100-160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,2	-	-	-	-	56,4	-	-
100-170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,3	-	-	-	-	60,8	-	-
100-180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64,6	-	-
100-190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,6	-	-
100-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70,0	-	-
100-210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70,9	-	-
110-120	-	-	-	-	-	-	0,3	2,6	-	1,2	2,6	-	-	-	3,2	11,9	2,5	-
110-130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5	4,4	-	-	-	5,6	22,0	3,5	-
110-140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,8	-	-	-	7,2	30,4	-	-
110-150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,9	-	-	-	7,9	37,3	-	-
110-160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,5	-	-	-	-	42,7	-	-
110-170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,6	-	-	-	-	47,1	-	-
110-180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50,9	-	-
110-190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53,9	-	-
110-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56,3	-	-
110-210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57,2	-	-
120-130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	1,8	-	-	-	2,4	10,1	1,0	-
120-140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,2	-	-	-	4,0	18,5	-	-
120-150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,3	-	-	-	4,7	25,4	-	-
120-160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,9	-	-	-	-	30,8	-	-
120-170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	-	-	-	-	35,2	-	-
120-180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39,0	-	-
120-190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42,0	-	-
120-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44,0	-	-
120-210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45,3	-	-
130-140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	1,6	8,4	-	-
130-150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	-	-	-	2,3	15,3	-	-
130-160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,1	-	-	-	-	20,7	-	-
130-170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,2	-	-	-	-	25,1	-	-
130-180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28,9	-	-
130-190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31,9	-	-
130-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34,3	-	-
130-210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35,2	-	-
140-150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	0,7	6,9	-	-
140-160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7	-	-	-	-	12,3	-	-
140-170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8	-	-	-	-	16,7	-	-
140-180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,5	-	-
140-190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23,5	-	-
140-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,9	-	-
140-210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26,8	-	-
150-160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-	5,4	-	-
150-170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	9,8	-	-
150-180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,6	-	-
150-190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,6	-	-
150-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,0	-	-
150-210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,9	-	-
Sone	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Tabell 2.2 forts.

Dypintervall	Gunnklevfjorden	Vollsfjorden	Frierfjorden til Saltbua	Frierfjorden fra Saltbua til Steinholmen	Frierfjorden fra Steinholmen til Brevikbrua	Eidangerfjorden	Brevikfjorden	Langesundsfjorden	Langesund-Langgrya	Gamle Langsund	Dypningen	Ornetfjorden	Kalven	Langangsfjorden indre del	Langangsfjorden ytre del	Håggfjorden	Mørjefjorden	Helgerofjorden
160-170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	4,4	-	-
160-180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,2	-	-
160-190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,2	-	-
160-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,6	-	-
160-210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,5	-	-
170-180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,8	-	-
170-190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,8	-	-
170-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,2	-	-
170-210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,1	-	-
180-190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	-	-
180-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,4	-	-
180-210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,3	-	-
190-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,4	-	-
190-210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,6	-	-
200-210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	-	-
Bone	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Tabell 2.3. Overflatearealer.

Soner	Område	Overflate km ²
-	Skienselva ¹⁾	-
2, 3, 4	Frierfjorden til Steinholmen ¹⁾	19,44
6, 12	Eidangerfjorden og Ormefjorden ¹⁾	7,45
5, 7	Fjordområdet ved Brevik-Stathelle ¹⁾	6,64
8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18	Sør-Østre fjordområde ¹⁾	33,05
2, 3, 4, 5	Frierfjorden til Brevikbrua	19,90
6, 7, 8	Midtre fjordområde	15,32
12, 13, 14, 15, 16, 17, 18	Østre fjordområde	24,96
9, 10, 11	Ytre fjordområde	6,40

Tabell 2.4 Vannvolumer.

Dypintervall	Frierfjorden til Steinholmen	Eidangerfjorden og Ormfjorden	Fjordområdet ved Brevik-Stathelle	Sør-Østre fjordområde	Frierfjorden til Brevikbrua	Midtre fjordområde	Østre fjordområde	Ytre fjordområde	Hele området
0- 10	18,2	6,6	6,0	28,8	18,7	13,5	21,8	5,5	60,2
0- 20	33,8	12,0	10,9	50,8	34,8	25,4	38,6	10,0	108,1
0- 30	46,0	16,5	14,9	68,5	47,3	34,8	51,8	13,3	146,8
0- 40	55,9	20,1	18,2	82,8	57,4	43,0	61,9	16,2	178,1
0- 50	63,8	23,0	21,1	94,1	65,1	50,0	69,4	18,9	203,1
0- 60	69,5	25,4	23,8	103,2	70,8	56,3	75,1	21,2	223,0
0- 70	74,2	27,4	26,2	110,7	75,5	61,9	79,4	23,1	239,7
0- 80	78,0	29,2	28,3	117,0	79,3	66,9	83,1	24,7	253,7
0- 90	80,3	30,6	30,3	122,3	81,7	71,3	86,2	26,0	264,6
0-100	80,9	31,2	32,1	126,6	82,4	74,4	88,8	26,9	271,9
0-110	-	-	33,0	130,0	-	75,7	91,0	27,5	276,1
0-120	-	-	33,0	132,2	-	79,9	92,8	27,9	278,5
0-130	-	-	-	133,9	-	-	94,1	28,1	280,1
0-140	-	-	-	135,0	-	-	95,1	28,2	281,3
0-150	-	-	-	135,9	-	-	95,8	28,3	282,1
0-160	-	-	-	136,5	-	-	96,4	28,4	282,7
0-170	-	-	-	136,9	-	-	96,8	28,4	283,2
0-180	-	-	-	137,3	-	-	97,2	-	283,6
0-190	-	-	-	137,6	-	-	97,5	-	283,9
0-200	-	-	-	137,8	-	-	97,7	-	284,1
0-210	-	-	-	137,9	-	-	97,9	-	284,2
	← 253				23-4-5	6-8	12-18	2-10-11	288,6
10- 20	15,6	5,4	4,9	22,0	16,1	11,9	16,8	4,4	47,9
10- 30	27,8	9,9	8,9	39,8	28,6	21,3	30,0	7,8	86,6
10- 40	37,7	13,5	12,3	54,0	38,7	29,5	40,1	10,7	117,8
10- 50	45,6	16,4	15,2	65,3	46,4	36,5	47,6	13,4	142,8
10- 60	51,3	18,8	17,8	74,5	52,1	42,8	53,3	15,7	162,8
10- 70	55,9	20,8	20,2	82,0	56,8	48,4	57,6	17,6	179,5
10- 80	59,8	22,6	22,4	88,3	60,6	53,4	61,3	19,2	193,5
10- 90	62,1	24,0	24,4	93,6	63,0	57,8	64,4	20,5	204,3
10-100	62,6	24,6	26,1	97,8	63,7	60,9	67,0	21,4	211,7
10-110	-	-	27,0	101,2	-	62,2	69,2	22,0	215,9
10-120	-	-	27,1	103,6	-	62,4	71,0	22,4	218,3
10-130	-	-	-	105,1	-	-	72,3	22,6	219,9
10-140	-	-	-	106,3	-	-	73,3	22,7	221,0
10-150	-	-	-	107,1	-	-	74,0	22,8	221,9
10-160	-	-	-	107,7	-	-	74,6	22,9	222,5
10-170	-	-	-	108,2	-	-	75,0	22,9	222,9
10-180	-	-	-	108,5	-	-	75,4	-	223,3
10-190	-	-	-	108,8	-	-	75,7	-	223,6
10-200	-	-	-	109,1	-	-	76,0	-	223,9
10-210	-	-	-	109,2	-	-	76,1	-	224,0
Sone	2,3,4	6,12	5,7	8,9,10,11,13,14,15,16,17	2,3,4 45	6,7,8	12,13,14,15,16,17	9,10,11	1-18

288,6
- 3,0
291,6

Tabell 2.4 forts.

Dypintervall	Frierfjorden til Steinholmen	Eidangerfjorden og Ornefjorden	Fjordområdet ved Brevik-Stathelle	Sør-Østre fjordområde	Frierfjorden til Brevikbrua	Midtre fjordområde	Østre fjordområde	Ytre fjordområde	Hele området
20- 30	12,2	4,5	4,0	17,7	12,5	9,4	13,3	3,4	38,7
20- 40	22,0	8,1	7,4	32,0	22,6	17,6	23,4	6,4	69,9
20- 50	30,0	11,0	10,3	43,3	30,4	24,6	30,9	9,0	94,9
20- 60	35,6	13,4	12,9	52,5	36,0	30,9	36,5	11,3	114,9
20- 70	40,3	15,4	15,3	60,0	40,7	36,5	40,9	13,2	131,6
20- 80	44,2	17,2	17,5	66,3	44,5	41,5	44,5	14,9	145,6
20- 90	46,4	18,6	19,5	71,5	46,9	45,9	47,6	16,1	156,4
20-100	47,0	19,2	21,2	75,8	47,6	49,0	50,3	17,0	163,8
20-110	-	-	22,1	79,2	-	50,3	52,4	17,6	168,0
20-120	-	-	22,2	81,5	-	50,5	54,2	18,0	170,4
20-130	-	-	-	83,1	-	-	55,6	18,2	172,0
20-140	-	-	-	84,3	-	-	56,6	18,4	173,1
20-150	-	-	-	85,1	-	-	57,3	18,5	174,0
20-160	-	-	-	85,7	-	-	57,8	18,5	174,6
20-170	-	-	-	86,1	-	-	58,3	18,5	175,0
20-180	-	-	-	86,5	-	-	58,7	-	175,4
20-190	-	-	-	86,8	-	-	59,0	-	175,7
20-200	-	-	-	87,1	-	-	59,2	-	176,0
20-210	-	-	-	87,1	-	-	59,3	-	176,1
30- 40	10,0	3,6	3,4	14,2	10,1	8,2	10,1	3,0	31,2
30- 50	17,8	6,5	6,3	25,6	17,9	15,3	17,6	5,6	56,2
30- 60	23,5	8,9	8,9	34,7	23,5	21,5	23,3	7,9	76,2
30- 70	28,1	10,9	11,3	42,2	28,2	27,1	27,6	9,8	92,9
30- 80	32,0	12,7	13,5	48,5	32,0	32,1	31,3	11,5	106,9
30- 90	34,3	14,1	15,5	53,8	34,4	36,5	34,4	12,7	117,7
30-100	34,8	14,7	17,2	58,1	34,9	39,6	37,0	13,6	125,1
30-110	-	-	18,1	61,4	-	40,9	39,2	14,2	129,3
30-120	-	-	18,2	63,8	-	41,1	41,0	14,6	131,7
30-130	-	-	-	65,4	-	-	42,3	14,8	133,3
30-140	-	-	-	66,5	-	-	43,3	15,0	134,4
30-150	-	-	-	67,3	-	-	44,0	15,1	135,3
30-160	-	-	-	67,9	-	-	44,6	15,1	135,8
30-170	-	-	-	68,4	-	-	45,0	15,1	136,3
30-180	-	-	-	68,8	-	-	45,4	-	136,7
30-190	-	-	-	69,1	-	-	45,7	-	137,0
30-200	-	-	-	69,3	-	-	46,0	-	137,3
30-210	-	-	-	69,4	-	-	46,1	-	137,4
Sone	2,3,4	6,12	5,7	8,9,10, 11,13,14, 15,16,17	2,3,4 5	6,7,8	12,13, 14,15, 16,17	9,10, 11	1-18

Tabell 2.4 forts.

Dypintervall	Frierfjorden til Steinholmen	Eidangerfjorden og Ornefjorden	Fjordområdet ved Brevik-Stathelle	Sør-Østre fjordområde	Frierfjorden til Brevikbrua	Midtre fjordområde	Østre fjordområde	Ytre fjordområde	Hele området
40- 50	7,9	2,9	2,9	11,3	7,9	7,1	7,5	2,6	25,0
40- 60	13,6	5,3	5,5	20,5	13,6	13,3	13,1	4,9	45,0
40- 70	18,3	7,4	7,9	28,0	18,3	19,0	17,5	6,9	61,7
40- 80	22,1	9,2	10,1	34,3	22,1	23,9	21,2	8,5	75,6
40- 90	24,4	10,6	12,1	39,6	24,4	28,3	24,3	9,8	86,5
40-100	25,0	11,2	13,9	43,8	25,0	31,4	26,9	10,7	93,9
40-110	-	-	14,7	47,2	-	32,7	29,1	11,3	98,1
40-120	-	-	14,8	49,6	-	33,0	30,8	11,7	100,5
40-130	-	-	-	51,1	-	-	32,2	11,9	102,1
40-140	-	-	-	52,3	-	-	33,2	12,0	103,2
40-150	-	-	-	53,1	-	-	33,9	12,1	104,0
40-160	-	-	-	53,7	-	-	34,5	12,2	104,6
40-170	-	-	-	54,2	-	-	34,9	12,2	105,1
40-180	-	-	-	54,5	-	-	35,3	-	105,5
40-190	-	-	-	54,8	-	-	35,6	-	105,8
40-200	-	-	-	55,1	-	-	35,8	-	106,0
40-210	-	-	-	55,2	-	-	35,9	-	106,1
50- 60	5,7	2,4	2,6	9,1	5,7	6,3	5,6	2,3	20,0
50- 70	10,4	4,4	5,0	16,6	10,4	11,9	10,0	4,3	36,7
50- 80	14,2	6,2	7,2	22,9	14,2	16,9	13,7	5,9	50,6
50- 90	16,5	7,6	9,2	28,2	16,5	21,3	16,8	7,1	61,5
50-100	17,0	8,2	11,0	32,5	17,0	24,4	19,4	8,0	68,9
50-110	-	-	11,8	35,9	-	25,7	21,6	8,7	73,1
50-120	-	-	11,9	38,2	-	25,9	23,3	9,0	75,5
50-130	-	-	-	39,8	-	-	24,7	9,2	77,1
50-140	-	-	-	40,9	-	-	25,7	9,4	78,2
50-150	-	-	-	41,8	-	-	26,4	9,5	79,0
50-160	-	-	-	42,4	-	-	27,0	9,5	79,6
50-170	-	-	-	42,8	-	-	27,4	9,6	80,1
50-180	-	-	-	43,2	-	-	27,8	-	80,5
50-190	-	-	-	43,5	-	-	28,1	-	80,8
50-200	-	-	-	43,7	-	-	28,3	-	81,0
50-210	-	-	-	43,8	-	-	28,4	-	81,1
Sone	2,3,4	6,12	5,7	8,9,10, 11,13,14, 15,16,17	2,3,4	6,7,8	12,13, 14,15, 16,17	9,10, 11	1-18

Tabell 2,4 forts.

Dypintervall	Frierfjorden til Steinholmen	Eidangerfjorden og Ornefjorden	Fjordområdet ved Brevik-Stathelle	Sør-Østre fjordområde	Frierfjorden til Brevikbrua	Midtre fjordområde	Østre fjordområde	Ytre fjordområde	Hele fjordområdet
60- 70	4,7	2,0	2,4	7,5	4,7	5,6	4,4	2,0	16,7
60- 80	8,5	3,8	4,6	13,8	8,5	10,6	8,0	3,6	30,7
60- 90	10,8	5,2	6,6	19,1	10,8	15,0	11,1	4,8	41,5
60-100	11,4	5,8	8,3	23,4	11,4	18,1	13,8	5,7	48,9
60-110	-	-	9,2	26,7	-	19,4	15,9	6,4	53,1
60-120	-	-	9,3	29,1	-	19,6	17,7	6,7	55,5
60-130	-	-	-	30,7	-	-	19,0	6,9	57,1
60-140	-	-	-	31,8	-	-	20,0	7,1	58,2
60-150	-	-	-	32,6	-	-	20,8	7,2	59,1
60-160	-	-	-	33,2	-	-	21,3	7,2	59,7
60-170	-	-	-	33,7	-	-	21,8	7,3	60,1
60-180	-	-	-	34,1	-	-	22,2	-	60,5
60-190	-	-	-	34,4	-	-	22,5	-	60,8
60-200	-	-	-	34,6	-	-	22,7	-	61,1
60-210	-	-	-	34,7	-	-	22,8	-	61,2
70- 80	3,8	1,8	2,2	6,3	3,8	5,0	3,7	1,6	14,0
70- 90	6,1	3,2	4,2	11,6	6,1	9,4	6,8	2,9	24,8
70-100	6,7	3,8	5,9	15,9	6,7	12,5	9,4	3,8	32,2
70-110	-	-	6,8	19,2	-	13,8	11,6	4,4	36,4
70-120	-	-	6,9	21,6	-	14,0	13,3	4,8	38,8
70-130	-	-	-	23,2	-	-	14,7	5,0	40,4
70-140	-	-	-	24,3	-	-	15,7	5,1	41,5
70-150	-	-	-	25,1	-	-	16,4	5,2	42,4
70-160	-	-	-	25,7	-	-	16,9	5,3	43,0
70-170	-	-	-	26,2	-	-	17,4	5,3	43,4
70-180	-	-	-	26,6	-	-	17,8	-	43,8
70-190	-	-	-	26,9	-	-	18,1	-	44,1
70-200	-	-	-	27,1	-	-	18,3	-	44,4
70-210	-	-	-	27,2	-	-	18,4	-	44,5
Sone	2,3,4	6,12	5,7	8,9,10, 11,13,14, 15,16,17	2,3,4	6,7,8	12,13, 14,15, 16,17	9,10, 11	1-18

Tabell 2.4 forts.

Dypintervall	Frierfjorden til Steinholmen	Eidangerfjorden og Ormfjorden	Fjordområdet ved Brevik-Stathelle	Sør-Østre fjordområde	Frierfjorden til Brevikbrua	Midtre fjordområde	Østre fjordområde	Ytre fjordområde	Hele området
80-90	2,3	1,4	2,0	5,3	2,3	4,4	3,1	1,3	10,9
80-100	2,9	2,0	3,8	9,6	2,9	7,5	5,7	2,2	18,2
80-110	-	-	4,6	12,1	-	8,8	7,9	2,8	22,4
80-120	-	-	4,7	15,3	-	9,0	9,7	3,2	24,8
80-130	-	-	-	16,9	-	-	11,0	3,4	26,4
80-140	-	-	-	18,0	-	-	12,0	3,5	27,6
80-150	-	-	-	18,8	-	-	12,8	3,6	28,4
80-160	-	-	-	19,4	-	-	13,3	3,7	29,0
80-170	-	-	-	19,9	-	-	13,7	3,7	29,5
80-180	-	-	-	20,3	-	-	14,1	-	29,9
80-190	-	-	-	20,6	-	-	14,4	-	30,2
80-200	-	-	-	20,8	-	-	14,7	-	30,4
80-210	-	-	-	20,9	-	-	14,8	-	30,5
90-100	0,6	0,6	1,8	4,3	0,6	3,1	2,6	0,9	7,4
90-110	-	-	2,6	7,6	-	4,4	4,8	1,5	11,6
90-120	-	-	2,7	10,0	-	4,6	6,6	1,9	14,0
90-130	-	-	-	11,6	-	-	7,9	2,1	15,6
90-140	-	-	-	12,7	-	-	8,9	2,3	16,7
90-150	-	-	-	13,6	-	-	9,7	2,4	17,5
90-160	-	-	-	14,2	-	-	10,2	2,4	18,1
90-170	-	-	-	14,6	-	-	10,6	2,4	18,6
90-180	-	-	-	15,0	-	-	11,0	-	19,0
90-190	-	-	-	15,3	-	-	11,3	-	19,3
90-200	-	-	-	15,5	-	-	11,6	-	19,5
90-210	-	-	-	15,6	-	-	11,7	-	19,6
100-110	-	-	0,9	3,4	-	1,3	2,2	0,6	4,2
100-120	-	-	0,9	5,7	-	1,5	3,9	1,0	6,6
100-130	-	-	-	7,3	-	-	5,3	1,2	8,2
100-140	-	-	-	8,4	-	-	6,3	1,4	9,3
100-150	-	-	-	9,3	-	-	7,0	1,5	10,2
100-160	-	-	-	9,9	-	-	7,6	1,5	10,8
100-170	-	-	-	10,3	-	-	8,0	1,5	11,3
100-180	-	-	-	10,7	-	-	8,4	-	11,6
100-190	-	-	-	11,0	-	-	8,7	-	11,9
100-200	-	-	-	11,2	-	-	8,9	-	12,2
100-210	-	-	-	11,3	-	-	9,0	-	12,3
Sone	2,3,4	6,12	5,7	8,9,10, 11,13,14, 15,16,17	2,3,4	6,7,8	12,13, 14,15, 16,17	9,10, 11	1,-18

Tabell 2.4. forts.

Dypintervall	Frierfjorden til Steinholmen	Eidangerfjorden og Ornefjorden	Fjordområdet ved Brevik-Stathelle	Sør-Østre fjordom- råde	Frierfjorden til Brevikbrua	Midtre fjordområde	Østre fjordområde	Ytre fjordområde	Hele området
110-120	-	-	0,1	2,4	-	0,2	1,8	0,4	2,4
110-130	-	-	-	3,9	-	-	3,1	0,6	4,0
110-140	-	-	-	5,1	-	-	4,1	0,7	5,2
110-150	-	-	-	5,9	-	-	4,9	0,8	6,0
110-160	-	-	-	6,5	-	-	5,4	0,9	6,6
110-170	-	-	-	7,0	-	-	5,8	0,9	7,1
110-180	-	-	-	7,3	-	-	6,2	-	7,4
110-190	-	-	-	7,7	-	-	6,5	-	7,6
110-200	-	-	-	7,9	-	-	6,8	-	8,0
110-210	-	-	-	8,0	-	-	6,9	-	8,1
120-130	-	-	-	1,6	-	-	1,4	0,2	1,6
120-140	-	-	-	2,7	-	-	2,4	0,4	2,7
120-150	-	-	-	3,5	-	-	3,1	0,5	3,6
120-160	-	-	-	4,1	-	-	3,6	0,5	4,2
120-170	-	-	-	4,6	-	-	4,1	0,5	4,6
120-180	-	-	-	5,0	-	-	4,5	-	5,0
120-190	-	-	-	5,3	-	-	4,8	-	5,3
120-200	-	-	-	5,5	-	-	5,0	-	5,6
120-210	-	-	-	5,6	-	-	5,1	-	5,7
130-140	-	-	-	1,1	-	-	1,0	0,1	1,2
130-150	-	-	-	2,0	-	-	1,7	0,2	2,0
130-160	-	-	-	2,6	-	-	2,3	0,3	2,6
130-170	-	-	-	3,0	-	-	2,7	0,3	3,1
130-180	-	-	-	3,4	-	-	3,1	-	3,4
130-190	-	-	-	3,7	-	-	3,4	-	3,8
130-200	-	-	-	3,9	-	-	3,7	-	4,0
130-210	-	-	-	4,0	-	-	3,8	-	4,1
140-150	-	-	-	0,8	-	-	0,7	0,1	0,8
140-160	-	-	-	1,4	-	-	1,3	0,2	1,4
140-170	-	-	-	1,9	-	-	1,7	0,2	1,9
140-180	-	-	-	2,3	-	-	2,1	-	2,3
140-190	-	-	-	2,6	-	-	2,4	-	2,6
140-200	-	-	-	2,8	-	-	2,7	-	2,8
140-210	-	-	-	2,9	-	-	2,8	-	2,9
Sone	2,3,4	6,12	5,7	8,9,10, 11,13,14, 15,16,17	2,3,4	6,7,8	12,13, 14,15, 16,17	9,10, 11	1-18

Tabell 2.4. forts.

Dypintervall	Frierfjorden til Steinholmen	Eidangerfjorden og Ornefjorden	Fjordområdet ved Brevik-Stathelle	Sør-Østre fjordområde	Frierfjorden til Brevikbrua	Midtre fjordområde	Østre fjordområde	Ytre fjordområde	Hele området
150-160	-	-	-	0,6	-	-	0,5	0,1	0,6
150-170	-	-	-	1,1	-	-	1,0	0,1	1,1
150-180	-	-	-	1,4	-	-	1,4	-	1,5
150-190	-	-	-	1,7	-	-	1,7	-	1,8
150-200	-	-	-	2,0	-	-	1,9	-	2,0
150-210	-	-	-	2,1	-	-	2,0	-	2,1
160-170	-	-	-	0,5	-	-	0,5	-	0,5
160-180	-	-	-	0,8	-	-	0,8	-	0,9
160-190	-	-	-	1,1	-	-	1,1	-	1,2
160-200	-	-	-	1,4	-	-	1,4	-	1,4
160-210	-	-	-	1,5	-	-	1,5	-	1,5
170-180	-	-	-	0,4	-	-	0,4	-	0,4
170-190	-	-	-	0,7	-	-	0,7	-	0,7
170-200	-	-	-	0,9	-	-	0,9	-	0,9
170-210	-	-	-	1,0	-	-	1,0	-	1,0
180-190	-	-	-	0,3	-	-	0,3	-	0,3
180-200	-	-	-	0,5	-	-	0,5	-	0,5
180-210	-	-	-	0,6	-	-	0,6	-	0,6
190-200	-	-	-	0,2	-	-	0,2	-	0,2
190-210	-	-	-	0,3	-	-	0,3	-	0,3
200-210	-	-	-	0,1	-	-	0,1	-	0,1
Sone	2,3,4	6,12	5,7	8,9,10, 11,13,14, 15,16,17	2,3,4	6,7,8	12,13, 14,15, 16,17	9,10, 11	1-18

Tabell 2.5. Nedbørsvfeltter (eksklusive fjordenes overflater).

Nedbørsvfelt nr.	Område	Areal km ²	Avløps- koeffisi- ent l/s • km ²	Midlere årlig avrenning m ³ /s
1	Skiensvassdraget til utløpet av Nordsjø	9 975	-	298
2	Området langs Skienselva fra Nordsjø til Skien	18,6	25	0,5
3	Falkumvassdraget	227	25	5,7
④	Området langs Skienselva fra Skien til Porsgrunn	33,2	25	0,8
⑤	Leirkupvassdraget	68,9	25	1,7
⑥	Vollsfjordens nedbørsvfelt	33,9	20	0,7
7	Herrevassdraget	267	25	6,7
8	Frierfjordens østside	10,0	20	0,2
9	Frierfjordens vestsida	33,3	20	0,7
10	Eidangerfjordens nedbørsvfelt	43,3	20	0,9
11	Brevikfjordens nedbørsvfelt	6,8	20	0,1
12	Nedbørsvfeltene til Langesundsfjorden, Gamle Langesund og Dypningen	5,4	20	0,1
13	Nedbørsvfeltene til Langangsfjorden, Ormefjorden, Kalven, Håøyfjorden, Mørjefjorden og Helgerøffjorden	75,7	20	1,5
-	Hele området unntatt fjordens overflate	100798	-	318

Tabell 2.6. Nedbørsfelter (eksklusive fjordenes overflater).

Nedbørsfelt nr.	Område	Areal km ²	Avløps- koeffisi- ent l/s · km ²	Midlere årlig avrenning m ³ /s
2,3,4,5	Nordsjø-Frierfjorden	348	25	8,5
6,7,8,9	Frierfjorden før Brevik- Stathelle	344	-	8,3
10	Eidangerfjorden nord for Dalsbukta	43,4	20	0,9
11	Området ved Brevik-Stathelle	6,8	20	0,1
12,13	Resten av området	81	20	1,6

Tabell 2.7. Lufttemperaturer ved Jomfruland i perioden 1941 til 1960.

Arstid	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	Hele året
Normaltemperatur i °C	- 2,0	- 1,8	0,6	5,1	10,6	14,6	17,3	16,5	12,6	8,0	3,7	0,8	7,2
Normal maksimums-temperatur °C	0,3	0,7	4,0	9,1	14,6	19,1	21,6	20,5	15,3	10,5	5,8	2,6	10,3
Normal minimums-temperatur i °C	- 4,3	- 4,3	- 2,4	1,7	6,7	10,8	13,5	13,0	9,7	5,6	1,7	- 1,3	4,2
Normalt antall dager med min.temp. < 0 °C	26,0	24,0	23,6	7,9	0,1	-	-	-	-	1,1	10,2	18,9	111,8
Normalt antall dager med min.temp. < - 10 °C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Den høyeste temperatur registrert i perioden i °C x)	9,3	10,0	15,6	18,4	24,8	28,4	29,0	28,9	23,2	20,6	13,6	11,1	-
Den laveste temperatur registrert i perioden i °C	- 23,9	- 20,5	- 18,1	- 13,5	- 1,2	2,5	6,5	5,7	1,2	- 3,6	- 12,0	- 16,1	-

1) Obs.periode 1923-31 og 1940-65

Tabell 2.8. Lufttemperaturer ved Skien i perioden 1906 til 1910.

Årstid	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	Hele året
Normaltemperatur i °C	- 5,7	- 4,7	- 0,8	4,8	10,6	14,4	16,7	15,5	10,9	5,8	0,9	- 2,0	5,5
Normal maksimums-temperatur °C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Normal minimums-temperatur i °C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Normalt antall dager med min.temp. < 0 °C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Normalt antall dager med min.temp. < -10 °C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Den høyeste temperatur registrert i perioden i °C	10,2	10,7	14,7	20,2	28,1	28,8	29,8	28,3	25,7	24,0	10,1	7,1	-
Den laveste temperatur registrert i perioden i °C	-23,6	-17,9	-18,7	- 8,9	-2,9	-1,1	4,7	1,7	-3,1	-5,2	-13,0	-20,9	-

3. KARTLEGGING OG BESKRIVELSE AV UTSLIPP AV FORURENSINGER TIL FJORDSYSTEMET

3.1 Innledning

I denne oversikt er det tatt sikte på å kvantifisere mengde av ulike forurensinger tilført følgende resipienter: Skienselva sør for Norsjø, Frierfjorden, Eidangerfjorden, Ormefjorden, Langangsfjorden, Mørjefjorden og Langesundsfjorden. Se figur 2.1.

Oversikten har til dels måttet baseres på antakelser grunnet enkelte usikre grunnlagsdata. Tallene som presenteres må derfor vurderes kritisk ved bruk i andre sammenhenger.

I det etterfølgende er det regnet på forurensingsmengder fra befolkning, fra en del viktige industribedrifter og fra jord- og skogbruk. Hvor opplysningene stammer fra og hvilken litteratur man støtter seg til blir det opplyst om i hvert enkelt tilfelle.

Forurensingsmengdene er stort sett angitt som organisk stoff (BOF), total nitrogen (N) og total fosfor (P).

BOF er en forkortelse for biokjemisk oksygenforbruk og angir hvor mye oksygen som forbrukes ved mikrobiologisk nedbryting av det organiske stoffet i vannet under standardiserte laboratoriebetingelser. BOF er dermed et mål for mengde nedbrytbart organisk stoff. Biokjemisk oksygenforbruk angis enten som BOF_5 eller BOF_7 , avhengig av om analysen har foregått over 5 eller 7 dager. Er tilgangen på fritt oksygen i en vannmasse mindre enn forbruket ved nedbryting av det organiske stoffet, vil det kunne føre til at vannmassene med tiden blir helt oksygenfrie. Under slike forhold vil nedbrytingen av det organiske stoffet foregå ved mikroorganismer (bakterier) som bruker uorganiske forbindelser som oksydationsmidler. Et biprodukt av slik nedbryting er hydrogensulfid (H_2S). Denne forbindelsen er vanlig i de dypere vannlag av resipienter som er hardt belastet med organiske forurensninger, og der utskiftingen av dypvannet hindres ved f.eks. terskler og trange sund. I vannmasser med H_2S vil det ikke kunne eksistere noen

former for liv utover enkelte spesielt tilpassede mikroorganismer, i hovedsaken anaerobe bakterier.

Total nitrogen angir mengden av nitrogen omregnet fra organisk bundet nitrogen, fritt ammonium samt nitrat- og nitrittforbindelser. Stor tilgang på nitrogen har gjødselvirking på vannmassene og kan bidra til eutrofiering. Dette er en tilstand med kraftig vekst av alger og andre planter i de øvre vannmasser. En algeoppblomstring fører til at det dannes store mengder organisk stoff. Dette døde materialet synker ned mot bunnen og kan komme ned i vannmasser der oksygentilførselen ikke er tilstrekkelig. Resultatet blir da ofte at det oppstår oksygenmangel med tilstedeværelse av hydrogensulfid (H_2S). Mengden organisk stoff produsert i en eutrof vannforekomst kan være vesentlig høyere enn det som blir tilført direkte via utslipp.

Total fosfor angir mengden av fosfor som finnes i vannet. På samme måte som nitrogen har fosfor gjødseleffekt i en resipient. For å få eutrofiering i en vannmasse er det nødvendig at både nitrogen og fosfor tilføres i en viss mengde. Selv om andre stoffer, f.eks. jern, også har betydning, kan forbindelser av fosfor og nitrogen sies å spille en nøkkelrolle.

Når det gjelder fosfor finnes en del i fri ione-form og er direkte tilgjengelig for algevekst, mens det øvrige er bundet i forbindelser som må nedbrytes før fosforet kan tas opp.

Mengdene av (BOF), (N) og (P) er i den etterfølgende sammenstilling regnet om til personekvivalenter (p.e.) under antakelse om at 1 p.e. tilsvarer:

Biokjemisk oksygenforbruk	BOF_7	= 75 g O/døgn
"	"	BOF_5 = 60 g O/døgn
Total nitrogen	tot N	= 12 g N/døgn
Total fosfor	tot P	= 3 g P/døgn

Denne omregningen er gjort for at det skal bli lettere å sammenlikne forurensningsmengdene fra de forskjellige virksomheter.

I det etterfølgende er det tatt sikte på å gi opplysninger om hvor stor befolkning som har avløp til hver resipient. Videre er det forsøkt for

de enkelte resipienter å beregne hva forurensningene fra industri, jord og skogbruk tilsvarer i personekvivalenter der en slik omregning er mulig. Det er flere betenkeligheter i å gjøre det på denne måten. For eksempel vil organisk stoff målt i BOF fra treforedlingsindustrien ikke være direkte sammenliknbart med organisk stoff målt i BOF fra befolkningen. Dette henger sammen med at det organiske stoffet i utslippet fra treforedling har en nedbrytbarhet som er forskjellig fra kloakkvannet. Det samme forhold vil gjøre seg gjeldende i større eller mindre grad også for andre industrier og i avrenningsvannet fra silo- og halmlutingsanlegg.

For flere typer av utslipp med organisk stoff er det ikke mulig å angi belastningen ved BOF. Dette gjelder avløpsvann som er giftig eller inneholder langsomt nedbrytbare komponenter (bark, flis, fibre). På lengre sikt kan slike tilførsler være like utslagsgivende for resipientens oksygenforhold som stoffer med et stort øyeblikkelig oksygenbehov.

N og P vil ofte være bundet til det organiske materialet som først må nedbrytes før disse næringsstoffene er tilgjengelig for organismene. Det kan derfor skje at forurensinger blir ført ut av en lokal resipient før en gjødselvirkning p.g.a. N og P gjør seg gjeldende der.

Som det fremgår av ovenstående, vil omregning av ulike forurensningsbelastninger til personekvivalenter bare gi begrenset adgang til jevnføring av forskjellige kilders betydning. Spesielt gjelder dette ved BOF. Imidlertid eksisterer det lite data og erfaringstall for alternative fremgangsmåter. For enkelthets skyld er det i denne rapport regnet med uavrundete tall.

I den grad det har vært tilgjengelige opplysninger om mengden av andre forurensningskategorier (giftstoffer etc.), er disse også tatt med i oversikten.

3.2 Befolkning og fyllplasser

3.2.1 Skien

Skienes innbyggertall var i 1970 45 475 personer (1). Av disse bodde 38 780 personer i tettbebyggelsen langs Skienselva fra Skotfoss

til Porsgrunn og antas å være tilknyttet avløpsnett som raskt leder avløpsvannet ut i Skienselva på den nevnte strekning.

6 695 personer bodde i spredt bebyggelse. Avløpsforholdene for denne gruppen er usikre og tidkrevende å finne ut av. Det antas imidlertid at ca. halvparten av de 6 695 personene belaster Skienselva sør for Norsjø med sitt avløpsvann. Samlet belastning fra befolkningen i Skien på denne elvestrekningen blir dermed ca. 42 000 p.e. For Skiens vedkommende har det i etterkrigstiden ifølge (1) vært en befolkningstilvekst på ca. 1,5% pr. år. Benyttes denne tilveksten, får en at ca. 43 300 p.e. hadde avløp til den nevnte resipient i 1972.

Av renseanlegg er det ved Skotfoss i drift en lagune der ca. 150 personer er tilknyttet, og en ringkanal med ca. 1 000 personer tilknyttet. Ved Åfoss er det bygd et Selco-anlegg med avløpsvann fra ca. 500 personer. Renseeffekten i disse anleggene er ukjent, og blir ikke tatt hensyn til her fordi den i alle fall er av mindre betydning siden så få er tilknyttet. I de øvrige deler av kommunene har det i en viss utstrekning vært benyttet septiktanker, men disse blir ikke tømt jevnlig, og det blir her sett bort fra eventuell renseseffekt i tankene.

Skien kommune har en søppelfyllplass ved Kjørbekk. Dette er en kontrollert fylling der det blir benyttet kompaktor. Ingeniørvesenet har opplyst at i 1972 ble det kjørt ca. 70 000 m³ avfall dit. Avfallet stammer vesentlig fra søppeldunker og sekker og er ellers skrap fra industrien. Slam fra septiktanker, slamkummer, privetbinger og bøtter blir tømt i en morénegrop ved Geitryggen flyplass i Solum. Mengden av dette avfallet var ca. 3 000 m³ i 1972.

Tidligere hadde Skien en fyllplass i Lundedalen. Denne har ikke vært benyttet de siste 10-15 årene. Mengden av dremsvann fra disse nevnte fyllplasser er ukjent, men representerer en viss belastning.

3.2.2 Porsgrunn

Ifølge (2) var Porsgrunns innbyggertall i 1970 totalt 31 600. Kommunen har gitt opplysninger som går ut på at det i 1972 var i alt 30 675 personer tilknyttet avløpsnett med utslipp i resipientene - Skienselva, Gunneklevfjorden, Frierfjorden, Eidangerfjorden, Brevikfjorden og Langesundsfjorden - se tabell 3.1.

Tabell 3.1 Befolkning i Porsgrunn med avløp til følgende resipienter.

Avløp til	Antall personer
Skienselva	16 600
Gunneklevfjorden	5 000
Frierfjorden	400
Eidangerfjorden fra Dalsbukta til Eidanger	5 900
Brevikfjorden ved Brevik og Sandøya	2 675
Langangsfjorden	100
Sum	30 675

Av renseanlegg i kommunen finnes det septiktanker for en del av avløpet som går til Gunneklevfjorden og Frierfjorden. Alt avløpsvann fra Sandøya passerer septiktanker.

Langs Eidangerfjorden er anlagt en del større bunnfellingstanker, og det meste av avløpsvannet i dette området passerer disse. Avløpsvannet som går til Skienseelva og til Brevikfjorden fra Brevik er urensset. Dette gjelder også mesteparten av det avløpsvannet som går til Gunneklevfjorden og Frierfjorden.

Når det gjelder de større slamavskillerne ved Eidangerfjorden, kunne man forvente at disse hadde en viss renseeffekt. Sommeren 1972 undersøkte NIVA med dykkere utløpene fra 4 av slamavskillerne i området. Inntrykket en fikk var at renseeffekten var minimal fordi klumper og papir fulgte med avløpsvannet ut i resipienten. Dette skyldes antakelig i første rekke overbelastning av slamavskillerne. Det regnes derfor heller ikke med noen renseeffekt på disse anleggene.

Porsgrunn kommune har søppelfyllplass i Eidanger. Husholdningsavfall utgjør ca. 60%, med det resterende fordelt på mindre industri, forretninger etc. Pr. år mottas ca. 120 000 m³ avfall. Dette planeres ut på fyllingen og komprimeres med en 15-tonns spesialhullaster. Massene tildekkes lagvis. I sommersesongen tømmes avfall fra slamvogner og sandfangtømmere i egne tørkesenger på en del av fyllplassen.

Avløpsvannet fra fyllplassen dreneres vestover og går ut i Skienselva. På grunn av forurensinger ved avrenning fra fyllingen er 2 alternative løsninger på dette under prosjektering.

- I Overføring av alt avløpsvann til offentlig kloakkledningsnett.
- II Rensing/felling av avløpsvannet med avløp til nåværende bekkeleie som dreneres til Skienselva.

Som en del av bakgrunnen for dette tiltaket er det foretatt analyse på avrenningsvannet. Fyllingen består av en ny og en gammel del, og det er tatt en enkelt prøve av hver. Tabell 3.2 viser resultatet.

Tabell 3.2. Analyse av avrenningsvann fra søppelfyllplass i Porsgrunn foretatt av Statens institutt for folkehelse, september 1972.

		Ny fylling Q = 28,8 m ³ /døgn	Gammel fylling Q = 57,6 m ³ /døgn
Permanganattall	mg KMnO ₄ /l	209	1 801
Surhetsgrad	pH	6,7	6,0
Spesifikk el. ledningsevne	20 °C µS/cm	2 570	8 000
Jern	mg Fe/l	44,6	394
Mangan	mg Mn/l	1,22	90,0
Fosfor, totalt	mg P/l	0,55	9,75
Ammonium	mg N/l	99,5	0,145
Nitritt	mg N/l	ikke påvist	ikke påvist
Nitrat	mg N/l	" "	" "

Avrenningsvannet fra begge fyllingene har et høyt innhold av organisk stoff, jern og mangan. I vannet fra den nye fyllingen er også innholdet av ammonium meget høyt. For å vurdere belastning av organisk stoff i p.e. må en regne om permanganattallet til BOF-verdi. Forholdet mellom disse to parametre for organisk stoff er ikke konstant for forskjellige typer avløpsvann. Spesielt vil avløpsvann som inneholder stoffer som hemmer bakterievirksomhet ha meget lave BOF-verdier selv om mengden organisk stoff er stort. Dette kan også meget vel være tilfelle for avløpsvannet fra disse fyllingene. Hvis man imidlertid ser bort fra en mulig giftvirkning, og antar et forhold mellom permanganattallet og BOF₅ på ca. 1,3, kan BOF-verdiene beregnes og brukes som vist i tabellene 3.3 og 3.4.

Tabell 3.3 Mengde forurensinger i drensvannet fra fyllplass i Porsgrunn.

	Ny fylling	Gammel fylling
BOF ₅ kg O/døgn	4,6	79,8
Tot. nitrogen kg N/døgn	2,86	0,0084
Tot. fosfor kg P/døgn	0,0159	0,562

Tabell 3.4 Forurensinger i drensvannet fra fyllplass i Porsgrunn omregnet i p.e.

	Ny fylling	Gammel fylling	Sum
BOF omregnet i p.e.	77	1 330	1 407
Tot. N omregnet i p.e.	238	1	239
Tot. P " " "	5	187	192

Disse tallene er basert på kun 1 prøve fra hver fylling ved siden av at forholdet mellom permanganattallet og BOF₅ er skjønnsmessig anslått.

3.2.3 Bamble

Bambles innbyggertall var ifølge (2) totalt 9 722 personer i 1972. Av disse bodde ca. 5 750 i området Langesund - Stathelle.

Fra kommunen er det opplyst at av de 5 750 personene hadde 2 013 personer avløp ut i Langesundsfjorden i området ved Langesund. 2 853 personer hadde avløp til Frierfjorden, Brevikstrømmen og Langesundsfjorden i området ved Stathelle. 884 personer hadde avløp til Rognsfjorden, som ligger utenfor det aktuelle område vi betrakter.

Ved Herre i Bamble er det kjent utslipp til Frierfjorden fra ca. 960 personer.

Den resterende del av Bambles innbyggere (ca. 3 000 personer) antas enten ikke å være tilknyttet kommunale avløpsledninger, eller å være bosatt i de deler av kommunen som drenerer til resipienter utenfor undersøkelsesområdet.

Så å si alt avløpsvann fra Langesund, Stathelle og Herre går urensset ut i resipient. For noen nye boligfelt ved Omborgsnes som ligger ved

Frierfjorden vest for Stathelle er det bygd 2 slamavskillere som kommunen jevnlig tømmer. Renseeffekten vil i denne sammenheng være relativt uvesentlig, og blir derfor ikke tatt hensyn til.

Bamble kommune har ifølge opplysninger fra Ingeniørvesenet ikke kommunal fyllplass. Brennbart avfall destrueres i en forbrenningsovn.

3.3 Industri

3.3.1 Treforedling

Det finnes 4 større treforedlingsedrifter på strekningen Norsjø-Brevik. Det er Union Bruk i Skien, Skotfoss Bruk i Skotfoss, Myren Tresliperi i Skien og Bamble Cellulosefabrikk A/S ved Herre i Bamble. Tabell 3.5 angir produsert masse og type og mengde utslipp for hver enkelt. Tallene gjelder 1972 og er oppgitt av Statens vann- og avløpskontor.

Tabell 3.5 Oversikt over produkttyper og utslipp fra treforedlingsindustrien i Skiensområdet.

	Type og mengde produkt (tonn/år)	Utslipp				
		Bark tonn/år	Fiber tonn/år	BOF ₇ tonn/år	BOF ₇ kg/dag	BOF ₇ omregnet til p.e.
Union Bruk	ubleket sulfitmasse 30 000	1 500	3 500	6 250	17 361	231 480
Skotfos Bruk	tremasse og papir 135 000	1 700	1 600	700	1 944	25 920
Myren Tresliperi	tremasse 32 000	200	300	160	444	5 920
Bamble Cellulosefabrikk A/S	halvbleket sulfatmasse 30 000	200	700	1 300	3611	48 146
SUM					311 966 p.e.	

Med hensyn til utslipp av fosfor siteres følgende erfaringstall (3), se tabell 3.6.

Tabell 3.6 Utslipp av fosforforbindelser fra ulike typer treforedlingsbedrifter.

Produkt	Gram P pr. tonn produkt
Bleket sulfatmasse	210
Ubleket sulfatmasse	285
Bleket sulfitmasse	77
Ubleket sulfitmasse	26
Kartongfabrikk med sliperi	90

Tallene er usikre, men brukes her for å få en angivelse av størrelsesorden for fosforutslippet fra treforedlingsindustrien. Dette er grunnlag for tabell 3.7.

Tabell 3.7 Utslipp av fosforforbindelser fra treforedlingsindustrien i Skiensområdet.

	Produk- sjon/ døgn	Utslipp av fosfor pr. tonn produkt etter (3)	Utslipp av fosfor/døgn	Fosforutslipp omregent til p.e.
Union Bruk	83,3 tonn	26 g	2 165 g	722
Skotfoss Bruk	375,0 "	90 "	33 750 "	11 250
Myren Tresliperi	88,0 "	90 "	8 010 "	2 667
Bamble Cellulosefabr.	83,3 "	250 "	20 825 "	6 942
			SUM	21 581 p.e.

Tidligere brukte treforedlingsindustrien Hg-forbindelser som konserveringsmiddel. En rundspørring i de forskjellige bedriftene viser at Myren Tresliperi, Skotfoss Bruk og Bamble Cellulosefabrikk A/S ikke benytter konserveringsmiddel i det hele tatt. Union Bruk bruker følgende type og mengde konserveringsmiddel:

Ca. 7 000 kg/år med Busan 52
" 600 " " Busan MTC 10

Innholdet i og virkningen av disse stoffene er ikke vurdert.

Nitrogenutslippet fra treforedlingsbedrifter er det dårlig grunnlag for å beregne. I (14) er det satt et tall på 0,01 tonn N pr. tonn BOF₇. Resultatene av en anslagsvis beregning med dette som grunnlag er gjengitt i tabell 3.8.

Tabell 3.8 Utslipp av nitrogen fra treforedlingsindustrien i Skiensområdet.

	Utslipp av N (kg/dag)	N-utslipp omregnet til p.e.
Union Bruk	173,6	14 467
Skotfoss Bruk	19,44	1 620
Myren Tresliperi	4,44	370
Bamble Cellulosefabrikk A/S	36,11	3 009
		SUM 19 466 p.e.

3.3.2 Norsk Hydro A/S

Tabell 3.9 angir Hydros utslipp til resipient av forskjellige stoffer. Opplysningene er fra Statens vann- og avløpskontor og gjelder 1972.

Tabell 3.9 Hydros utslipp av forskjellige stoffer til resipient.

Til Frierfjorden	tonn/døgn	
	Normalt	Maksimalt
1. Nitrat - Nitrogen	6,3	
2. Ammonium - Nitrogen	12,5	
3. Urea - Nitrogen	3,0	
4. Fosfor	0,55	
5. Kalium fra Fullgjødselfabr.	0,55	
6. Fluor " "	1,0	
7. Soda	1,25	
8. Saltsyre	3,0	8,0
9. Maursyre	0,15	
10. Kalsiumhypokloritt	23,0	29,0
11. Sot til 40 m dyp	13,5	
12. Grus, slam, vannuløselig	23,0	30,0
13. Kullstøv	2,1	3,7
14. Magnesiumhydroksyd	5,5	7,5
15. Kalsiumhydroksyd	14,0	62,0
16. Vinylklorid	0,08	
17. Vinylacetat	0,04	
18. Overflateaktive stoffer	0,30	
19. Trikloretylen	0,002	
20. Tjærestoffer	0,25	0,3
21. Katalysator og inhibitor	0,10	
22. PVC (Polyvinylklorid)	0,6	16,0
Til Gunneklevfjorden		
23. Natriumhypokloritt	0,9	
24. Natriumhydroksyd	1,8	
25. Natriumkarbonat	4,0	
26. Saltsyre	0,2	
27. Svovelsyre	1,2	
28. Kvikksølv	0,0017 (dvs. 1,7 kg/d)	
29. Slam. Kalsium - og magnesiumfluorid	0,1	0,2
30. Magnesiumhydroksyd	1,5	2,5
31. Metanol	0,15	
32. Fusel	0,45	
33. Oxazolidone	0,1	

I tillegg deponerer Hydro ca. 20-50 tonn CaCO_3 /døgn bak en demning i Gunneklevfjorden. Kalken må en anta ikke går ut i resipienten.

Av tabell 3.9 går det frem at Hydros samlede utslipp av nitrogen i tot N var 21,8 tonn/døgn. Omregnet i p.e. gir dette:

21,8 tonn tot N/døgn tilsvarer 1.816.666 p.e.
=====

Hydros samlede utslipp av fosfor regnet i tot P var 0,55 tonn/døgn. Omregnet i p.e. gir dette:

0,55 tonn tot P/døgn tilsvarer 183.333 p.e.
=====

3.3.3 Vaskerier og renserier

Forespørsler ved kjemiske renserier tyder på at rensemidlene som blir brukt enten fordamper eller blir regenerert ved destillasjon. Lite går derfor til resipient.

Ved våtvasking benyttes vaskemidler som inneholder polyfosfater.

Her skal det ses på utslippet fra Stor-Vask A/S i Skien som opplyser at bedriften hvert år vasker ca. 350 tonn tøy. Av vaskemidler benyttes det hvert år ca. 1 500 kg Glax og ca. 1 500 kg Livett U. Livett U er uten perborater og fosfater, mens Glax er en blanding av Na-såpe og polyfosfat. Fosformengden utgjør 17% av vekten i Glax ifølge opplysninger fra såpefabrikanter.

Samlet utslipp av fosforforbindelser fra Stor-Vask A/S pr. dag:

$$\frac{1\ 500 \cdot 17}{360 \cdot 100} = 0,71 \text{ kg}$$

=====

Omregnet i p.e. tilsvarer dette utslippet av fosfor 236 p.e.
=====

3.3.4 Slakterier

Av slakterier i området har man Andelsslakteriet i Skien. Fra Byveterinæren i Skien er det oppgitt at det

Årlig slaktes 1 400 - 1 500 tonn, dertil inngår ca. 800 tonn suppleringsslakt i produksjonen.

Fra Andelsslakteriets anlegg oppsamles gjødsel og tarminnhold som leveres til gartnerier og jordbruk. Mesteparten av blodet oppsamles og nyttes i produksjonen, men ved sesongslakting om høsten spyles en god del blod direkte i avløpet. Etter fettutskiller med synkekum munner avløpet ut i Skienselva via kommunalt ledningsnett. Toaletter, bad, etc. har separat avløp, og eget avløpssystem for overflatevann. Kassasjoner, avfall, bein, bruskk m.m. samles og leveres til formelfabrikk.

(4) gir resultater fra analyser fra avløpsvannet fra Vestfold slakteri, der forholdene i hovedsaken kan antas å være de samme som ved Andelsslakteriet. Det oppgis at forurensingene fra slakteriet og produksjonsdelen regnet i $BOF_7 = 103 \text{ p.e./tonn slakt}$ i tot $N = 96 \text{ p.e./tonn slakt}$ og i tot $P = 93 \text{ p.e./tonn slakt}$. (Ellers i litteraturen vil en finne verdier for BOF_7 i området fra 120 p.e. og opp til 300 p.e. pr. tonn slakt).

Ved bruk av disse tall får man en beregnet tilførsel av organisk stoff, nitrogen og fosfor fra Andelsslakteriet som vist i tabell 3.10.

(Bidraget fra suppleringsslakten burde egentlig beregnes for seg, men den eventuelle reduksjon er uvesentlig).

Tabell 3.10 Utslipp fra Andelsslakteriet omregnet i p.e. (midlet over 1 år).

Organisk stoff	$\frac{2\ 300}{360}$	• 103	= <u>658 p.e.</u>
Nitrogen	$\frac{2\ 300}{360}$	• 96	= <u>613 p.e.</u>
Fosfor	$\frac{2\ 300}{360}$	• 43	= <u>275 p.e.</u>

3.3.5 Meierier

Skien, Porsgrunn og Bamble har hvert sitt meieri, og de produserer alle konsummelk.

For å regne på forurensningsmengder fra meierier kan en gå veien om å anslå spill. I litteraturen opereres det med spillprosenten på mellom 0,25% og 2%. I (5) er det oppgitt at $BOF_5 = 111 \text{ g O/d. pr. l melk}$, og at forholdet mellom $BOF_5 : N : P$ for meieriavløpsvann er 100 : 4,7 : 1,7. Pr. 1000 liter konsummelk gir dette følgende forurensningstall hvis en

antar et spill på 1,0%, se tabell 3.11.

(I (15) er det regnet med utslipp av organisk stoff fra konsummelkmeierier tilsvarende 15 p.e. pr. 1 000 l produsert melk).

Tabell 3.11 Forurensinger fra konsummelkmeierier pr. 1 000 liter melk omregnet i p.e.

Organisk stoff:

$$\frac{1}{100} \cdot 1\ 000 \cdot 111 \cdot \frac{1}{60} = 18,5 \text{ p.e. pr. 1 000 liter konsummelk}$$

Nitrogen:

$$\frac{4,7}{100} \cdot 1\ 110 \cdot \frac{1}{12} = 4,35 \text{ " " " " " "}$$

Fosfor:

$$\frac{1,7}{100} \cdot 1\ 110 \cdot \frac{1}{3} = 6,3 \text{ " " " " " "}$$

For de tre meieriene gir dette følgende forurensningsverdier, se tabell 3.12. Produksjonstallene er oppgitt av de enkelte bedrifter.

Tabell 3.12 Beregnet tilførsel av organisk stoff, nitrogen og fosfor fra meieriene i Skien, Porsgrunn og Bamble.

	Produksjon i gjennomsnitt/døgn	BOF-belastning omregnet i p.e.	Tot N-belastning omregnet i p.e.	Tot P-belastning omregnet i p.e.
Skien Meieribolag	16 900 l	313	74	106
Porsgrunn Meieri	22 500 l	416	98	142
Bamble Meieri	9 700 l	180	42	61
	SUM	909	214	309

3.3.6 Mineralvannfabrikker

I Skien ligger Trio Mineralvannfabrikk som i følge byveterinaren har en produksjon av mineralvann og leskedrikker på 2 mill. liter årlig.

For å beregne forurensningsmengde benyttes data fra (6) der det oppgis at BOF₅ er 2 kg pr. m³ mineralvann. For Trio gir dette i gjennomsnitt pr. dag:

$$\frac{2\ 000\ 000}{360} \cdot \frac{2}{1\ 000} = 11,1 \text{ kg BOF}_5/\text{dag, hvilket gir } \underline{\underline{185 \text{ p.e.}}}$$

3.3.7 Bryggerier

I Skien ligger Lundetangen bryggeri som ifølge byveterinæren har et vannforbruk på 75 000 m³ i året. (6) oppgir at for bryggerier kan mengden organisk stoff som går til resipient anslås ved å benytte tallet 0,58 kg BOF₅/m³ vannforbruk.

For Lundetangen gir dette i gjennomsnitt pr. dag:

$$\frac{75\ 000}{360} \cdot 0,58 = 121 \text{ kg BOF}_5/\text{dag, tilsvarende } \underline{\underline{2\ 014 \text{ p.e.}}}$$

I (3) oppgis at totalt utslipp av fosforforbindelser fra svenske bryggerier anslås til ca. 1 100 kg/år. Total ølproduksjon pr. år er 400 000 hl. Dette gir utslipp av fosfor = 27,5 gram/m³ øl.

I (6) oppgis et vannforbruk på 12 m³/m³ øl. Disse tallene gir for Lundetangen bryggeri:

$$\text{Mengde P/dag} = \frac{75\ 000}{360 \cdot 12} \cdot 27,5 = 480 \text{ gram P/dag; omregnet } \underline{\underline{159 \text{ p.e.}}}$$

3.3.8 Annen næringsmiddelindustri

Gimsøy fabrikker i Skien produserer vin, saft, syltetøy m.m. Årlig vannforbruk er ifølge byveterinæren 9 000 m³. (6) oppgir at som et gjennomsnitt kan man regne en belastning på ca. 1,5 kg BOF₅/m³ vannforbruk i saft og syltetøyproduksjon.

For Gimsøy gir dette i gjennomsnitt pr. dag:

$$\frac{9\ 000}{360} \cdot 1,5 = 37,5 \text{ kg BOF}_5/\text{dag} = \underline{\underline{625 \text{ p.e.}}}$$

Ramberg og Sønner A/S produserer peanøtter og potetløv. Bedriften foredler 3 000 tonn poteter og 2 000 tonn peanøtter årlig ifølge byveterinæren. For prosessen foredling av poteter til potetløv oppgir (6) at utslipp av organisk stoff er 25 kg BOF₅/tonn poteter.

For Ramberg og Sønner A/S gir dette i gjennomsnitt pr. dag i organisk belastning på resipient fra potetløvproduksjonen:

$$\frac{3\ 000}{360} \cdot 25 = 208 \text{ kg BOF}_5/\text{dag} = \underline{\underline{3\ 472 \text{ p.e.}}}$$

Det er ikke funnet noe grunnlag for å regne på utslipp av N og P for potetløvproduksjon. Litteraturen gir heller ingen holdepunkter for å beregne utslipp fra peanøttproduksjonen.

Heistad Fabrikker, Eidanger - Porsgrunn. Heistad Fabrikker konserverer grønnsaker, og bedriften har oppgitt følgende produksjonsdata:

Tabell 3.13 Produksjon ved Heistad Fabrikker.

150 tonn spinat ca. 3 uker i juni
 250 " erter og bønner ca. 7 uker fra juli til september
 350 " agurker ca. 7 uker fra juli til september
 500 " rødbeter ca. 4 mnd. fra oktober til februar
 600 " kål ca. 7 mndr. fra oktober til mai
 1000 " syltetøy og kompotter hele året

I tabell 3.14 er det satt opp hva hver del av produksjonen betyr av forurensinger med henvisning til litteratur.

Tabell 3.14 Utslipp av organisk stoff fra Heistad Fabrikker.

	Tonn råvare produsert/ dag (gj.sn.)	Utslipp av organisk stoff omregnet til p.e./tonn råvarer	Litteratur	Gjennomsnittlig belastning av org. stoff omregnet til p.e.
Spinat	0,415	250	(7)	104
Erter og bønner	0,695	88	(8)	61
Agurker	0,975	285	(9)	278
Rødbeter	0,695	380	(9)	264
Kål	1,665	285	antatt	475
Syltetøy og kompotter	2,780	250	(6)	695
			SUM	1 877 p.e.

Belastningen er av praktiske grunner regnet ut som om produksjonen var jevn hele året, noe den ikke er.

Det fremgår av oversikten over næringsmiddelindustri at tilførselene av nitrogen og fosfor bare har latt seg beregne for meieriene (fosfor også for bryggeriet). Årsaken er at det mangler erfaringsmateriale for å anslå disse utslipp fra de øvrige bedriftstyper. Man kan imidlertid gå ut fra at bidraget fra disse kilder ikke spiller noen vesentlig rolle i forhold til totalsummen.

3.3.9 Virksomheter med kjemisk overflatebehandling av metaller.

Denne type industri ble pålagt å sende søknad om utslipp av forurenset avløpsvann til Statens vann- og avløpskontor før 30/6-1972.

Fra SVA har vi fått kopier av utslippssøknadene fra slik industri i Skien, Porsgrunn og Bamble. I tabell 3.15 er det satt opp en oversikt over innkomne data i forbindelse med søknadene.

Tabell 3.15 Utslipp fra kjemisk overflatebehandlernde industri.

	Forurenset prosessav- løpsvann (m ³ /døgn)	Avløps- vannets pH-	Utslipp i kg/døgn av													
			Kobber	Krom	Nikkel	Sink	Jern	Alu- minium	Bly	Kad- mium	Cyanid	Fluorid	Nitrat	Nitritt	Fosfor	Sølv
Standard Telefon & Kabelfabrikk A/S-Skien	247,5	6,5	-	0,007 (Bonder NL 60)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,3 (Bonder 1021)	-	-
A/S NEBB - Skien	80,-	ca.2,0	ukjent	ukjent	ukjent	ukjent	ukjent	ukjent	-	-	ukjent	-	-	ukjent	ukjent	ukjent
BEHA-HEDO A/S Skien	0,52	ukjent	ukjent	-	ukjent	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ing. W. Gjørsum - Skien	10,-	6,8-7,3	-	0,010	0,015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Strand Fornikling A/S - Skien	ukjent	5,0	ukjent	ukjent	ukjent	ukjent	ukjent	-	-	-	ukjent	-	-	-	-	-
EW. Oellingrath & Co. - Porsgrunn	ca. 1,2	5,5-8,0	0,002	-	0,0165	0,001	-	-	-	-	-	-	-	0,001	0,003	-

Symbolet - i en rubrikk betyr at bedriften ikke slipper ut noe av stoffet. Når det står "ukjent" i en rubrikk betyr det at bedriften har utslipp av stoffet, men mengden er ukjent.

Standard Telefon og Kabelfabrikk benytter Bonder NL 60 som er kromholdig og Bonder 1021 som inneholder fosfater. Leverandøren av disse kjemikalierne har opplyst at Bonder NL 60 består av 14% krom-svovelsyre og 86% vann. Bonder 1021 består av 31,5% Di-Na-pyrosfosfat, 56,5% Mono-Na-fosfat, 6% fosforsyre og 6% hvitemiddel (TiO₂). Ved beregning finner en at Bonder 1021 består av 16% P. Med hensyn til Bonder NL 60 opplyser S.T.K. at totalt forbruk er ca. 280 kg i året og de anslår utslippet av Cr i forbindelse med bruk av denne væsken til ca. 2-3 kg/år eller mellom 0,0056 og 0,0083 kg/dag. Til fosfatering benytter S.T.K. Bonder 1021, og forbruket er ca. 54 kg/dag. I (3) står det at halvparten av fosforet i fosfateringsvæsken kan en regne havner i avløpsvannet. For S.T.K. betyr dette et daglig utslipp av fosfor på ca. ca.

Forutsetningen for å regne om til p.e. i dette tilfellet er at fosforet som slippes ut foreligger i en slik form at det er tilgjengelig for algeproduksjon. På lengre sikt må man anta at dette er tilfelle på grunn av forskjellige kjemiske og biologiske prosesser i resipienten.

3.3.10 Annen industri

Følgende andre industribedrifter i Skien, Porsgrunn og Bamble er kontaktet i forbindelse med dette arbeidet, se tabell 3.16.

Tabell 3.16 Oversikt over industri der forurensingene ikke har latt seg beregne.

Bedrift	Produksjon	Antatt ubetydelig utslipp.	Med utslipp, men opplysn. mangler.
A. Clausen, Porsgrunn og Skien	Avfetting og lakkering av plater i Porsgrunn. Sette sammen deler, elektr. art. i Skien	i Skien	i Porsgrunn
Elkem-Spigerverket, Porsgrunn	Smelteverk		X
Gränges Essem, Porsgrunn	Plastrør, Plastfolie	X	
Isola, Eidanger	Takpapp og plastpanel	X	
Porsgrunds Porselensfabrikk og Egersunds Fajansefabrikk A/S, Porsgrunn	Porselen		X (Sedimenter av leire, kvarts og feltspat)
Norcem A/S, avd. Dalen	Sement (tørrprosess)		X
Trosvik-gruppen,	Mek. verksted	X	
Telemark Treimpregnering A/S, Porsgrunn	Trykkimpregnering med salter av Cu, Cr og As		X Drypp fra materialer etter impr. går i grunnen
Norrøna Fabrikker A/S, Porsgrunn	Slipesteiner	X	

Bedrift	Produksjon	Antatt ubetydelig utslipp.	Med utslipp, men opplysn. mangler.
O. Hjelstad, Liene	Betongvarefabrikk	X	
Andersen Kjeksfabrikk, Porsgrunn	Kjeks		X
Br. Sørensen, Bamble	Mek. verksted	X	
Langesund ind.	Mek. verksted	X	
Skarpenord A/S,	Rørsystemer for oppvarmingsanlegg på skip. Bøying og dreining	X	
R. Bjerkøen, Langesund	Fiskeprodukter		X 2 500 m ³ skyllevann pr. år
Borgestad Fabrikker A/S Skien	Chamotte, ildfast stein		X Støv fra leire, kvarts- og chamotte.
K. Vetlesen & Co., Skien	Skraphandel Smelte- og raffineringsverksted		X Blant slagggproduktene som går til Skienselva er det betydelige mengder sink
Kaland Rustfri Ind.,	Mek. Verksted	X	
Eric Tancke Nilsen, Skien	Boktrykkeri og eskefabrikk	X	
Telemark Arbeiderblad, Skien	Dagsavis		X Surt fuktevann fra valsene. Kjemikalier fra fotolab.
Varden, Skien	Dagsavis		X Kjemikalier fra fotolab.
Finn Gjørum, Skien	Maling og rensesepasta		X Noe polyvinylacetat fra malingproduksj. slippes ut ved rengjøring

Bedrift	Produksjon	Antatt ubetydelig utslipp.	Med utslipp, men opplysn. mangler.
Kjell Olsen, Skien	Batteriservice		X Gamle batterier blir sendt til Horten. Nye batt. blir påfylt H_2SO_4 før bruk
Thor Schriver & Sønner, Skien	Kjemisk rensing av skinnjakker	X Rensemiddel regenerert etter bruk	
Skiersfjordens Industriservice, Skien	Mek. Verksted	X	
Sigbjørn Dahl, Skien	Kjemisk renser	X Rensemiddel regenerert etter bruk	

Til sammen representerer nok en del av bedriftene i tabell 3.16 en viss forurensing av resipientene. Typen og mengden forurensinger er ukjent. For å få skikkelige data kreves det at man går nærmere inn på hver enkelt bedrift og foretar analyser av avløpsvannet.

Innen rammen av denne oversikten over forurensingsbidraget fra industri, er bare tilførselene av nitrogen, fosfor og organisk stoff kvantifisert. Utslipp av giftige stoffer krever en spesiell vurdering av de enkelte tilfeller. Oversikten kan tjene som grunnlag for å sortere ut bedrifter som er interessante i slike sammenhenger. Med unntak av enkelte større utslipp i elven og fjordene er dette problemer som primært har betydning for lokale resipienter.

3.3.11 Bensin- og tankanlegg

I Skien finnes i følge Ingeniørvesenet 2 tankanlegg og ca. 23 bensinstasjoner i området langs Skienselva. Avløpet fra bensinstasjonene vet man lite om, men det er grunn til å tro at en del bensin- og oljespill går til resipienten.

I Porsgrunn har kommunen gitt opplysninger som er sammenstilt i tabell 3.17.

Tabell 3.17 Oversikt over tankanlegg og bensinstasjoner i Porsgrunn.

	Antall tankanlegg	Antall bensinstasjoner
Langs Skienselva	4	15
Ved Gunneklevfjorden		2
Langs Frierfjorden		2
Langs Eidangerfjorden fra Dalsbygda til Eidanger		1 med eget filtreringsanlegg
Brevikfjorden ved Brevik	1	3
Ved Langangsfjorden		1 med eget filtreringsanlegg

Avløp fra bensinstasjonene har det vært problemer med i Porsgrunn, noe som skyldes at bensinavskillerne ikke er blitt tømt regelmessig. Dette forhold prøver kommunen å rette på i samarbeid med oljeselskapene.

Av betydning for avløpsplanlegging er at bensin- og oljeavfall som blir ført inn på kommunale nett, vil virke forstyrrende på biologiske renseanlegg og kunne sette dem ut av funksjon for kortere eller lengre tid.

I Bamble har kommunen opplyst at det finnes 6 bensinstasjoner ved Langesund, 2 ved Stathelle og 2 på vestsiden av Frierfjorden ved Herre. I hvilken grad avløpsvann fra bensinstasjonene i dette området forurenses resipientene er ukjent.

3.4 Jord- og skogbruk

Tilførslene fra jord- og skogbruk er meget vanskelig å kvantifisere. De få undersøkelser som er gjort på dette området forteller at type og mengde forurensinger varierer sterkt fra sted til sted. Likeledes varierer resultatet av målinger innen hvert felt og er avhengig av årstid, nedbør, gjødsel- og dyrkingsforhold.

Tabell 3.18 Spesifikke avrenningstall for fosfor og nitrogen fra jord- og skogbruk.

Skog		Dyrket mark		Litteratur- henvisning
N	P	N	P	
0,22 kg/da.år	0,0064 kg/da.år	0,35 kg/da.år	0,0089 kg/da.år	(10)
0,20 "	0,0050 "	1,20 "	0,040 "	(11)
0,22 "	0,0065 "	1,00 1)	0,008 " 1)	(12)

1) Naturlig avrenning. Områdene er ikke gjødslet.

Tabell 3.18 viser anslag over tilførsel av nitrogen og fosfor fra henholdsvis dyrket mark og skog, angitt i forskjellige publikasjoner (10, 11, 12).

(10) er middeltall for publiserte undersøkelser på normalgjødslede områder i Sverige. (11) bygger på middeltall fra 8 forskjellige land. Tallene i (12) stammer fra forsøk ved Norges landbrukshøgskole. Ved NLH har man også vurdert hva gjødsling har å bety for avrenningstallene. Dette er ikke inkludert i tallene for dyrket mark, oppgitt i tabell 3.18. Man fant at bortført mengde nitrogen i avløpsvannet økte med 0,36 kg/da.år som følge av gjødsling med 6 tonn husdyrgjødsel. For fosfor viste ikke forsøkene noen økning ved denne samme gjødslingen. Dette skyldes sannsynligvis at en del mineraljordtyper har stor evne til å binde fosfater. Imidlertid vil andre jordsmonntyper, f.eks. mineralfattig sandjord, ha mindre evne til å binde fosfatene. For beregningene i denne rapport er det på denne bakgrunn valgt å regne med en avrenning av N på 1,2 kg/da.år og av P på 0,01 kg/da.år.

Når det gjelder skogområder viser de tre referansene god overensstemmelse, og det blir her regnet med en avrenning av N på 0,22 kg/da.år og av P på 0,0064 kg/da.år.

Myrområder, fjell og andre områder som ikke hører inn under dyrket mark og skog, utgjør ofte betydelige arealer. Avrenningen fra slike områder vil også inneholde N og P. I (12) er det regnet med halvparten så store avrenningstall for N og P der som for skogarealer, og det samme vil bli antatt her.

Avrenning fra gjødselkjellere, silo- og halmlutingsanlegg har et høyt innhold av lett nedbrytbare organiske forbindelser. Fra kommunene Skien og Porsgrunn er det gitt opplysninger om silo- og halmlutingsanlegg, og bidragene fra disse vil bli vurdert særskilt.

I det følgende er det satt opp en oversikt over forurensinger i forbindelse med jord- og skogbruk.

I tabell 3.19 er det for hvert resipientområde angitt arealer og mengde av N og P i kg/år i avrenningsvannet. Mengdene av N og P er så regnet om til p.e.

Tabell 3.19. Tilnærmede mengder av nitrogen og fosfor i avrenning fra landarealer.

Resipient	Areal		Annet areal (dekar)	Jordbruk		Skogbruk		Tilførsler	
	Jordbruk (dekar)	Skogbruk (dekar)		(0,01 kg/da. år)		(0,0064 kg/da. år)		(0,11 kg/da. år)	
				Tot N kg/dag og omregn. til p.e.	Tot P kg/dag og omregn. til p.e.	Tot N kg/dag og omregn. til p.e.	Tot P kg/dag og omregn. til p.e.	Tot N kg/dag og omregn. til p.e.	Tot P kg/dag og omregn. til p.e.
Skienselva fra Norskjø til Frierfjord	29.720	260.000	ca. 30.000	99 kg/dag 8.250 p.e.	0,82 kg/dag 274 p.e.	159 kg/dag 13 280 p.e.	3,6 kg/dag 1 530 p.e.	9,2 kg/dag 770 p.e.	0,27 kg/dag 90 p.e.
Frierfjorden mellom Herøya og Brevik	11.500	ca. 213.000	ca. 65.000	38,3 kg/dag 3.191 p.e.	0,32 kg/dag 107 p.e.	130,5 kg/dag 10.875 p.e.	3,8 kg/dag 1.267 p.e.	19,9 kg/dag 1.658 p.e.	0,58 kg/dag 192 p.e.
Eidangerfjorden og Ormfjorden	4.850	33.000	12.000	16,2 kg/dag 1.350 p.e.	0,135 kg/dag 45 p.e.	20,2 kg/dag 1.680 p.e.	0,59 kg/dag 197 p.e.	3,7 kg/dag 308 p.e.	0,11 kg/dag 37 p.e.
Langangsfjorden	950	21.000	6.000	3,2 kg/dag 266 p.e.	0,026 kg/dag 9 p.e.	12,8 kg/dag 1.070 p.e.	0,36 kg/dag 120 p.e.	1,9 kg/dag 158 p.e.	0,05 kg/dag 17 p.e.
Morjerfjorden	235	7.500	2.700	0,8 kg/dag 67 p.e.	0,0065 kg/dag 2 p.e.	4,6 kg/dag 384 p.e.	0,13 kg/dag 43 p.e.	0,83 kg/dag 69 p.e.	0,02 kg/dag 7 p.e.
Langesundsfjorden	250	10.000	3.000	0,83 kg/dag 69 p.e.	0,0065 kg/dag 2 p.e.	6,1 kg/dag 508 p.e.	0,18 kg/dag 60 p.e.	0,92 kg/dag 77 p.e.	0,03 kg/dag 10 p.e.
SUM	47.550	ca. 544 500	ca. 118.700	13.193 p.e.	439 p.e.	27.797 p.e.	3.217 p.e.	3.040 p.e.	353 p.e.

Total tilførsel fra landarealer av nitrogen: 44030 p.e.
 " " " " fosfor : 4009 p.e.

I Skien er det ialt ca. 208 grassiloer der det legges ned 4 334 m³ ferdig masse i året. Dette tallet tilsvarer ca. vekt i tonn av graset før det blir lagt i silo. Av råvaren regner en vanligvis med 20% spill i form av silosaft som renner ut.

For Skien gir dette et utslipp av silosaft på ca. 867 tonn/år.

Ut fra dette er belastningen i form av organisk stoff, nitrogen og fosfor beregnet. (Se tabell 3.20).

Tabell 3.20. Utslipp i Skienselva av organisk stoff, nitrogen og fosfor fra siloanlegg.

	gr/kg silosaft	Totalt utslipp pr. år (kg)	Gjennomsnittlig pr. dag over hele året (kg)	Omregnet i p.e. fra årsgjennomsnittet
BOF ₅	50	43.380	120,5	2.010
Tot N	2	1.734	4,8	400
Tot P	0,5	434	1,2	400

Omregningtallene til BOF₅, tot. N og tot. P er oppgitt av Norsk Forkonservering.

For Porsgrunn er det opplyst at det hvert år legges ned ca. 1.200 tonn gras i silo. Dette gir tallene vist i tabell 3.21.

Tabell 3.21. Utslipp i Porsgrunnområdet av organisk stoff, nitrogen og fosfor fra siloanlegg.

	Nedlagt gras (tonn)	BOF ₅ -belastning omregnet i p.e.	Tot N-belastning omregnet i p.e.	Tot P-belastning omregnet i p.e.
Frierfjorden	400	187	37	37
Eidangerfjorden	600	278	55	55
Langangsfjorden	200	94	18	18

I Skien ligger Gjerpen halmlutingsanlegg. Ifølge byveterinæren behandles ca. 600 tonn tørr halm årlig. I (13) er det oppgitt at innholdet av organisk stoff i lututslipp fra slike anlegg tilsvarer ca. 700 p.e. pr. tonn tørr halm.

Utslipet av organisk stoff fra Gjerpen omregnet i p.e. og fordelt over hele året blir da

$$\frac{600}{360} \cdot 700 = 1.170 \text{ p.e.}$$

=====

For både siloanlegg og halmluterier gjelder det at utslippene skjer over en relativt kort periode, henholdsvis om sommeren og vinteren. Innenfor denne perioden blir belastningen i personekvivalenter høyere enn angitt, men dette forholdet har først og fremst betydning for de lokale resipienter. Det samme gjelder virkningen av avløpsvannets lave (forsilo) eller høye pH (halmluterier).

3.5 Sammendrag vedrørende forurensningstilførsler

Tabell 3.22. Oversikt over organisk stoff, nitrogen og fosfor tilført Skienselva mellom Norsjø og Frierfjorden, omregnet til personekvivalenter.

Kilde	Organisk stoff omregnet til p.e.	Total nitrogen omregnet til p.e.	Total fosfor omregnet til p.e.
Befolkning	64.900	64.900	64.900
Fyllplass i Porsgrunn	1.407	239	192
Union Bruk	231.480	14.467	722
Skotfoss Bruk	25.920	1.620	11.250
Myren Tresliperi	5.920	370	2.667
Stor-Vask A/S	-	-	236
Andelsslakteriet	658	613	275
Skien Meieribolag	313	74	106
Porsgrunn Meieri	416	98	142
Trio Mineralvannfabrikk	185	-	-
Lundetangen Bryggeri	2.014	-	159
Gimsøy Fabrikker	625	-	-
Ramberg og Sønner A/S	3.472	-	-
Standard Telefon og Kabel	-	-	1.433
Avrenning fra jord, skog og annet areal	-	22.300	1.894
Siloer	2.010	400	400
Halmluting-Gjerpen	1.170	-	-
SUM	340.490	105.081	84.376

Tabell 3.23 Oversikt over organisk stoff, nitrogen og fosfor tilført Frierfjorden før Brevik, omregnet til personekvivalenter.

Kilde	Organisk stoff omregnet til p.e.	Total nitrogen omregnet til p.e.	Total fosfor omregnet til p.e.
Skienselva fra tabell	340.490	105.081	84.376
Befolkning	1.360	1.360	1.360
Bamble Cellulose	48.146	3.009	6.942
Norsk Hydro A/S	-	1.816.666	183.333
Avrenning fra jord, skog og annet areal.	-	15.724	1.566
Siloer	187	37	37
SUM	390.183	1.941.877	277.614

Tabell 3.24 Oversikt over organisk stoff, nitrogen og fosfor tilført Eidangerfjorden nord for Dalsbukta og Ormefjorden, omregnet til personekvivalenter.

Kilde	Organisk stoff omregnet til p.e.	Total nitrogen omregnet til p.e.	Total fosfor omregnet til p.e.
Befolkning	5.900	5.900	5.900
Heistad Fabrikker	1.877	-	-
Avrenning fra jord, skog og annet areal	-	3.338	279
Siloer	278	55	55
SUM	8.055	9.293	6.234

Tabell 3.25 Oversikt over organisk stoff, nitrogen og fosfor tilført Langesundfjorden ved Brevik - Stathelle, omregnet til personekvivalenter. (Tilførsel fra Eidangerfjorden ikke medregnet.)

Kilde	Organisk stoff omregnet til p.e.	Total nitrogen omregnet til p.e.	Total fosfor omregnet til p.e.
Fra Frierfjorden, tabell 3.23	390.183	1.941.877	277.614
Befolkning	5.528	5.528	5.528
Bamble Meieri	180	42	61
SUM	395.891	1.947.447	283.203

Tabell 3.26 Oversikt over organisk stoff, nitrogen og fosfor, tilført fjordsystemet i et snitt som går sør for Langesund og Langangsfjorden, omregnet til personekvivalenter.

Kilde	Organisk stoff omregnet til p.e.	Total nitrogen omregnet til p.e.	Total fosfor omregnet til p.e.
Fra tabell 3.24	8.055	9.293	6.234
Fra tabell 3.25	395.891	1.947.447	283.203
Befolkning	2.113	2.113	2.113
Avrenning fra jord, skog og annet areal	.	2.668	270
Siloer	94	18	18
SUM	406.153	1.961.539	291.838

Tabellene 3.22 - 3.26 angir lokal og akkumulert belastning med nedbrytbart organisk stoff, nitrogen- og fosforforbindelser på de ulike fjordavsnitt. Tabellene 3.26 (summene) og 3.27 viser henholdsvis totaltallene for hele fjordsystemet og ulike kilders prosentvise andel av tilførslene innenfor forskjellige snitt. Det må understrekes at en slik fremstilling gir et forenklet bilde. Spesielt må man være oppmerksom på den stadige forandring i belastningenes karakter som skyldes omsetningen av forurensningskomponentenes, f.eks. ved binding av næringsalter til nytt organisk stoff.

Med dette forbehold i minne, gir tabellene grunnlag for å vurdere belastningssituasjonen i de enkelte bassenger og totalt, og dessuten for sammenlikning med andre fjorder. En grov jevnføring med data fra Indre Oslofjord viser f.eks. at overflatebelastningene er omtrent like med hensyn til fosfor og organisk materiale, mens tilførslene av nitrogenforbindelser pr. km² overflate er mer enn fem ganger høyere i Frierfjorden. Flere forhold må imidlertid tas med ved vurderingen av disse tallene, særlig vannutskiftningen. Når det gjelder overflatevannet, vil utskiftningen være hurtigere i Frierfjorden som mottar store ferskvannsmengder (ca. 300 m³/sek. mot ca. 26 m³/sek).

Tabell 3.27 Oversikt over de forskjellige forureningskilders andel av tilførslene i forskjellige snitt på strekningen Norsjø til sør for Langesund, og totalt for hele nedbørfeltet.

S N I T T	Befolkning inkl. fylling			Industri			Avrenning fra jord, skog og annet areal, inkl. avløp fra silvanlegg og halmfyttingsanlegg		
	Org.stoff (p.e.) (%)	Total N (p.e.) (%)	Total P (p.e.) (%)	Org.stoff (p.e.) (%)	Total N (p.e.) (%)	Total P (p.e.) (%)	Org.stoff (p.e.) (%)	Total N (p.e.) (%)	Total P (p.e.) (%)
Utløp Skienselva i	(66.307)	(65.139)	(65.092)	(271.003)	(17.242)	(16.990)	(3.180)	(22.700)	(2.294)
Frierfjord	(19,5)	(62,0)	(77,0)	(79,5)	(16,5)	(20,0)	(1,0)	(21,5)	(3,0)
Frierfjorden før	(67.667)	(66.499)	(66.452)	(319.149)	(1.836.917)	(207.265)	(3.367)	(38.461)	(3.897)
Brevik - Stathelle	(17,5)	(3,5)	(24,0)	(82,0)	(94,5)	(74,5)	(0,5)	(2,0)	(1,5)
Langesundsfjorden etter Brevik-Stathelle inkl. tilførsel fra Eidangerfjorden	(79.095)	(77.927)	(77.880)	(321.206)	(1.836.959)	(207.326)	(3.645)	(41.854)	(4.231),
	(19,5)	(4,0)	(27,0)	(79,5)	(94,0)	(71,5)	(1,0)	(2,0)	(1,5)
Snitt Langesund - Mørjefjorden. (totalt for hele nedbørfeltet)	(81.208)	(80.040)	(79.993)	(321.206)	(1.836.959)	(207.326)	(3.739)	(44.540)	(4.519)
	(20,0)	(4,0)	(27,5)	(79,0)	(93,5)	(71,0)	(1,0)	(2,5)	(1,5)

Hovedformålet med denne del av arbeidet har vært å gi størrelsesordenen av de ulike kilders andel i tilførselene av organisk stoff, nitrogen og fosfor - for resipientssystemet i sin helhet og de større områder som det kan dels opp i. Det er nødvendig å gjenta at tabell 3.27 gir et skjematisk bilde som må gjøres til gjenstand for kritisk tolkning, spesielt med hensyn til de enkelte tall. Begrepet person-ekvivalenter er også på mange vis villedende, men har særlig sin berettigelse i forhold til hele fjordområdet.

Med disse forbehold i minne kan følgende konklusjoner trekkes ut av det materialet som er presentert i tabellene 3.22 til 3.27.

- a) For fjordsystemet i sin helhet og spesielt i Frierfjorden dominerer industrien bidraget både av org. stoff, nitrogen og fosfor. Tilførselene av organisk stoff finner i hovedsaken sted via elven, men det må antas at vesentlige mengder når fjorden i umineralisert form, og derfor har stor betydning for oksygenforholdene. Når det gjelder plantenæringsstoffer er det særlig grunn til å feste oppmerksomheten ved de store utslipp fra Norsk Hydro, primært med hensyn til nitrogenforbindelser, men også av fosfor.
- b) Utslipet av husholdningskloakkvann utgjør en betydelig del av forurensningstilførselene på elvestrekningen og til de indre fjordresipienter. Av tabell 3.27 ses det at fosforbidraget også er viktig sett i relasjon til hele området.
- c) Bidraget fra landbruket, silo- og halmlutingsanlegg er relativt ubetydelig (unntatt med henblikk på lokale resipienter).

3.6 Referanser vedrørende forurensningstilførsler

- (1) Ingeniør Chr. F. Grøner A/S, 1971.
Skien kommune. Avløpsplan. Maskinskrevet, 125 s., 28 bilag.
- (2) Ingeniør Chr. F. Grøner A/S, 1972.
Grenland regionalplanråd. Regional avløpsplan for kommunene Bamble, Porsgrunn og Skien. Maskinskrevet, 38 s., 11 bilag.
- (3) Bouveng, H.O. & Hargbäck, H., 1971.
Inventering av industrins fosforförluster. Rapport B 92 fra Instituttt för vatte- och luftvårdsforskning, Stockholm, 28 s.
- (4) NIVA, 1972.
0-15/72. Undersøkelse av avløpsvann fra Vestfold slakteri, Tønsberg. Stensilert, 31 s.
- (5) Steensland, H., 1972.
Avløpsvann med biologisk opprinnelse, herunder næringsmiddelindustri - virkninger i resipient. *Meieriposten* 61: 551-557, 584-591.
- (6) From, J.O., 1972.
Biologiske rensemetoder for næringsmiddelindustriens avløpsvann. Anvendelser og problemer. *Industri og Miljø* 3(10) : 5-14.
- (7) Southgate, B.A., 1948.
Treatment and disposal of industrial waste waters. London, H.M. Stationery Off. 327 s., ill.
- (8) NIVA, 1971.
0-166/70. Vurdering av utslipp fra Findus A/S, Hedrum. Stensilert, 19 s.
- (9) Nordhagen, T.A., 1970.
Industriens avløpsproblemer. Problemer innen spesielle industri- grener. I kompendium fra kursdagene ved NTH 7-9/1 1970. "Industriens avløpsproblemer". Den Norske Ingeniørforening. Stensilert, 13 s.

- (10) Brink, N. & Gustafson, A., 1970.
Kväve och fosfor från skog, åker och bebyggelse. Lantbrukshögskolan, Institutionen för markvetenskap, Vattenvård 1, 108 s. Uppsala.
- (11) OECD Environment Directorate, Water Management Sector Group, 1972.
Programme on evaluation of eutrophication control. Report of the working group on fertilisers and agricultural waste products. NR/ENV/72.25. Stensilert, 76 s.
- (12) Bylterud, A. & Uhlen, G., 1973.
Beskrivelse av utslipp av forurensende spillprodukter. Særskilt vedlegg 1 til St.meld. nr. 71 for 1972-73. Langtidsprogrammet 1974-1977. Spesialanalyse 1. Forurensninger: 169-178. Finansdepartementet.
- (13) Arnesen, R.T., 1970.
Andre industrigrener. I kompendium fra kursdagene ved NTH 7-9/1 1970, "Industriens avløpsproblemer." Den Norske Ingeniørforening. Stensilert, 19 s.
- (14) Statens Naturvårdsverk, Vattenvårdsbyråen, 1971.
Föroreningar till Östersjön från befolkning och industri i Sveriges kustland. Stensilert, 24 s., 21 fig. og 5 tab.
- (15) NIVA, 1967.
Vannforsyning og avløpsforhold i Østlandsfylkene. Rapport I. Beskrivelser og undersøkelser av vannforekomster. Del 1. Generell oversikt over arbeidsopplegg og metodikk. Stensilert, 31 s.