

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

O-197/71

RESIPIENTUNDERSØKELSER I SØMOMRÅDENE I

STAVANGERREGIONEN

Rapport nr. 1 Generelle forhold -

Forurensningstilførsler - Tidligere undersøkelser

Saksbehandler: cand.real. Erik Andreassen

Medarbeidere: siv.ing. B. Bjerkeng

cand.mag. S. Kolstad

cand.real. T. Bokn

Rapporten avsluttet: 24. april 1974

Rettelse

På side 19, under tabell 4 står referert til figur 12 b.
Denne figur har ved en feil ikke kommet med i rapporten.

F O R O R D

Etter avtale med Regionplanrådet for Jæren (brev av 8. desember 1971 og 21. mai 1973) har Norsk institutt for vannforskning (NIVA) utarbeidet et forslag til program for resipientundersøkelse av sjøområdene i Stavangerregionen, datert 10. mars 1974. Avtalen omhandlet også utarbeidelse av en Rapport nr. 1.

Den foreliggende rapport omhandler de viktigste sider av det grunnlagsmateriale som er nødvendig for planlegging, gjennomføring og vurdering av den påtenkte resipientundersøkelse. Rapporten er imidlertid utformet slik at den også skal kunne benyttes som et selvstendig dokument over de generelle geologiske, topografiske og hydrologiske forhold og om forurensningstilførsler.

Regionplanrådet for Jæren, distriktets kommuner og enkeltbedrifter takkes for velvillig å ha bistått med innsamling av rådata. En spesiell takk rettes til Statens vann- og avløpskontor.

Fra NIVAs fjordseksjon har cand.real. Erik Andreassen vært saksbehandler og siv.ing. B. Bjerkeng og cand.mag. S. Kolstad har deltatt i planimetreringen. Videre har cand.real. T. Eokn beskrevet tidligere biologiske undersøkelser i området.

Brekke, 24. april 1974

Erik Andreassen

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side:
FORORD	2
TABELLFORTEGNELSE	5
FIGURFORTEGNELSE	7
1. GENERELL GEOLOGISK BESKRIVELSE AV OMRÅDET	8
1.1 Berggrunnen og løsavsetninger	8
1.2 Jordsmonnet	9
2. FJORDOMRÅDENES TOPOGRAFI OG GEOGRAFISKE AVGRENSNING	
FRA VANNMASSENE UTENFOR	10
2.1 Byfjorden	10
2.2 Gandsfjorden	11
2.3 Hafrsfjorden	12
3. FJORDOMRÅDENES NEDBØRFELT, AREALBRUK OG VANNVOLUM	14
3.1 Byfjorden	16
3.2 Gandsfjorden	17
3.3 Hafrsfjorden	20
4. AVRENNING OG FORURENSNINGSTILFØRSLER. BEREGNINGSGRUNNLAG	23
4.1 Volumtilførsler av ferskvann	23
4.1.1 Nedbør og avrenning	23
4.1.2 Tilførsler via ledningsnett	24
4.2 Forurensningstilførsler	25
4.2.1 Tilførsel av organisk materiale	26
4.2.2 Tilførsel av næringssalter	34
4.2.3 Tungmetaller og andre miljøgifter	44
5. BEREGNEDE TILFØRSLER I DE ENKELTE FJORDER OG FJORDOMRÅDER	50
5.1 Volumtilførsler av ferskvann	50
5.1.1 Byfjorden	51
5.1.2 Gandsfjorden	52
5.1.3 Hafrsfjorden	54
5.2 Tilførsel av organisk materiale	56
5.2.1 Byfjorden	57
5.2.2 Gandsfjorden	59
5.2.3 Hafrsfjorden	61

	Side:
5.3 Tilførsel av fosfor	63
5.3.1 Byfjorden	64
5.3.2 Gandsfjorden	66
5.3.3 Hafrsfjorden	68
5.4 Tilførsel av nitrogen	70
5.4.1 Byfjorden	71
5.4.2 Gandsfjorden	73
5.4.3 Hafrsfjorden	75
5.5 Tilførsel av enkelte tungmetaller, cyanid og olje	78
5.5.1 Byfjorden	79
5.5.2 Gandsfjorden	81
5.5.3 Hafrsfjorden	83
5.6 Utslipp av suspendert uorganisk materiale, sure og basiske avløpsvann	85
6. TIDLIGERE UNDERSØKELSER I OMRÅDET	86
6.1 Hydrofysiske og hydrokjemiske data fra regionens fjordområder	86
6.1.1 Byfjorden	86
6.1.2 Gandsfjorden	87
6.1.3 Hafrsfjorden	88
6.2 Tidligere biologiske undersøkelser	90
6.2.1 Byfjorden	90
6.2.2 Gandsfjorden	91
6.2.3 Hafrsfjorden	91
7. REFERANSER	113
7.1 Kartgrunnlag	113
7.2 Litteraturliste	114

TEBELLFORTEGNELSE

Tabell nr.		Side:
1	Arealdata for Byfjordens nedbørfelt	16
2	Areal og volumdata for Byfjorden	17
3	Arealdata for Gandsfjordens nedbørfelt	18
4	Areal og volumdata for indre og midtre Gandsfjorden	19
5	Arealdata for Hafrsfjordens nedbørfelt	21
6	Areal- og volumdata for indre og midtre Hafrsfjorden	22
7	Utslipp av organisk stoff i slakterier	29
8	Forurensningsbelastning fra konserverindustri for vegetabiliske produkter	29
9	Tørrestoffinnhold, biologisk og kjemisk oksygenforbruk i sigevann fra fyllplasser	31
10	Tørrestoffinnhold, biologisk- og kjemisk oksygenforbruk i sigevann fra Grønmo søppelplass, Oslo	31
11	Styrke av noen konsentrerte syrer og baser	36
12	Næringssaltinnhold i dreneringsvann fra Grønmo søppelfyllplass	37
13	Avrenning fra dyrket mark, skog og utmark	38
14	Forurensningstilførsler av nitrogen og fosfor i Forus-kanalen	39
15	Husdyrhold i Stavangerområdet. Fordeling av husdyrslag og storfeenheter på kommunene. Fra jordbrukstillingen 1969	41
16	Næringssaltinnholdet i pressaft fra surførsilo	42
17	Produksjon av silofôr og luthalm i Stavangerområdet. Jordbrukstilling 1969	43
18	Næringssaltutslipp ved halmluting	44
19	Innhold av tungmetaller i avløpsvann i mg/mg ³	45
20	Sporelementinnhold i glacial leire fra Sandnes	46
21	Sporelementer i sedimentære bergarter	46
22	Metallinnhold i sigevann fra Grønmo søppelfyllplass	49
23	Naturlig ferskvannstilførsel og tilførsel av avløpsvann til Byfjorden	51
24	Naturlig ferskvannstilførsel og tilførsel av avløpsvann til Gandsfjorden	53

Tabell nr.		Side:
25	Naturlig ferskvannstilførsel og tilførsel av avløpsvann til Hafrsfjorden	55
26	Tilførsel av organisk materiale til Byfjorden	58
27	Tilførsel av lett nedbrytbart organisk stoff til Byfjorden (regnet som p.e.)	59
28	Tilførsel av organisk materiale til Gandsfjorden	60
29	Tilførsel av lett nedbrytbart organisk stoff til Gandsfjorden (regnet som p.e.)	61
30	Tilførsel av organisk materiale til Hafrsfjorden	62
31	Tilførsel av lett nedbrytbart organisk materiale til Hafrsfjorden (regnet som p.e.)	63
32	Tilførsel av fosfor til Byfjorden	65
33	Tilførsel av fosfor til Byfjorden (regnet som p.e.)	66
34	Tilførsel av fosfor til Gandsfjorden	67
35	Tilførsel av fosfor til Gandsfjorden (regnet som p.e.)	68
36	Tilførsel av fosfor til Hafrsfjorden	69
37	Tilførsel av fosfor til Hafrsfjorden (regnet som p.e.)	70
38	Tilførsel av nitrogen til Byfjorden	72
39	Tilførsel av nitrogen til Byfjorden (regnet som p.e.)	73
40	Tilførsler av nitrogen til Gandsfjorden	74
41	Tilførsel av nitrogen til Gandsfjorden (regnet som p.e.)	75
42	Tilførsel av nitrogen til Hafrsfjorden	76
43	Tilførsel av nitrogen til Hafrsfjorden (regnet som p.e.)	77
44	Tilførsel av tungmetaller, cyanid og oljedispergeringsmiddel til Byfjorden	80
45	Tilførsel av tungmetaller, cyanid og oljedispergeringsmiddel til Gandsfjorden	82
46	Tilførsel av tungmetaller, cyanid og oljedispergeringsmiddel til Hafrsfjorden	84
47	Saltholdighetsmålinger ($^{\circ}$ /oo S) i overflaten, Hafrsfjord 1970	89

FIGURFORTEGNELSE

Fig.nr.		Side:
1	Fjordområdenes inndeling og avgrensning fra vannmassene utenfor	93
2	Stavangerområdet. Kommuneinndeling og nedbørfelt	94
3	Bunnprofil av Byfjorden	95
4	Bunnprofil av Gandsfjord fra Sandnes til Høgsfjord/Horgefjord	96
5a	Bunnprofil fra Snekkjadypet til Lindøy	97
5b	Bunnprofil av Riskafjorden fra Lihalsen til Brattholmen	97
6	Bunnprofil av Hafrsfjord. Dypålen	98
7	Bunnprofil av Hafrsfjords gruntvannsområde	99
8	Arealkurver	15
9	Volumberegning av dypsonen $z - (z + 10)$	15
10	Arealkurver for Byfjorden	100
11	Volumkurver for Byfjorden	101
12	Volum- og arealkurve indre Gandsfjord	102
13	Arealkurver for Hafrsfjord	103
14	Volumkurver for Hafrsfjord	104
15	Nedbør, Nord-Jæren. Observasjonsperiode 1900-1940	105
16	Restinnhold av olje-komponenter i vannfasen ved bruk av ulike avfettingsmidler	106
17	σ_t isopleter Skogstø. Juni 1971-juni 1972	107
18	σ_t isopleter for Forus. Juni 1971-juni 1972	108
19	σ_t isopleter Hinna. Juni 1971-juni 1972	109
20	σ_t isopleter Hillevåg. Juni 1971-juni 1972	110
21	Siktedypsmålinger i Gandsfjorden	111
22	Siktedypsmålinger i Hafrsfjorden	112

1. GENERELL GEOLOGISK BESKRIVELSE AV OMRÅDET

1.1 Berggrunnen og løsavsetninger

Jæren er preget av betydelig løsavsetninger. Spesielt i området syd for Sandnes er disse store, og bare enkelte steder når de motstandsdyktige bergarter opp i dagen. Jærområdet har glimmergneis som hovedbergart, mens en nord for Hafrsfjord og i noen mindre områder i Jærens randsone har fyllitt i berggrunnen. Nord-Jæren er noe mindre rikt på løsavsetninger enn de søndre deler.

Øst for Gandsfjorden-Brusand består grunnen av harde bergarter som gneiser, gneisgranitter og granitter. Løsavsetningene er av mindre mektighet og landskapet har også en annen karakter.

Løsavsetningene består hovedsakelig av glacimarin leire¹⁾ avsatt ved at isfronten har beveget seg over området. Den glacimarine leire er relativt ugjennomtrengelig for vann på grunn av stor sammenpakning og liten kornstørrelse. Glacimarin leire kan ligge over og/eller selv være dekket av lag med høyere vanngjennomtrengelighet (permeabilitet) f.eks. glaci-fluvialt materiale²⁾ som på grunn av at avsetningen har skjedd i strømmende vann gjerne er godt sortert med hensyn på kornstørrelse og består oftest av grov sand, **fin** grus eller grovere partikler avhengig av vannhastigheten i avsetningsøyeblikket.

Vanlig morenemateriale fins også i betydelige mengder, men dette er i alminnelighet lite sortert med hensyn på kornstørrelse (består av større steiner, grov grus, fin grus, sand, silt og leire) og er

1) glacimarin leire = leire som er transportert med landisen og brevann og avsatt i sjøvann idet området lå under nåværende strandsone.

2) glaci-fluvialt materiale = løsavsetninger transportert med is og brevann og avsatt i elver.

ofte lite til middels gjennomtrengelig for vann.

Selv om den glaciale leire og moréneleiren har sin hovedutbredelse i Jærens søndre områder fins betydelige forekomster omkring sørenden av Gandsfjord. Disse forekomstene danner idag råstoff for betydelig leirvareindustri i området (jfr. kap. 4.2.3 og 5.5).

1.2 Jordsmonnet

Det såkalte Låg-Jæren er lite preget av stedege bergarter, mens en i Stavanger-Sandnesområdet har mindre løsavsetninger slik at grunnfjellet kommer opp i dagen. Således er jordsmonnet her i stor grad preget av forvitret glimmerskifer som er den dominerende bergart i området. Jordsmonnet er ikke spesielt rikt m.h.t. næringssalter, men v.h.a. gjødseltilførsler har en kunnet dra full nytte av jordsmonnets dreningsevne og de stedlige terrengforhold. Jordsmonnet er rikt på kalk.

De største mengdene av jord med organisk opprinnelse, vesentlig myrjord, fins syd i regionen, og delvis utenfor fjordområdenes nedbørfelt.

Avrenningsvannets egenskaper influeres av at området har stor årlig nedbør og at det er stor nedtrengning i jordsmonnet. I motsetning til områder syd i Rogaland og i Vest-Agder er avrenningsvannet ikke preget av "sur nedbør".

2. FJORDOMRÅDENES TOPOGRAFI OG GEOGRAFISKE AVGRENSNING FRA VANNMASSENE UTENFOR

De enkelte fjorder og fjordområder samt tilhørende nedbørfelt er gjengitt i figur 1 og 2.

Et godt kjennskap til de topografiske og geografiske forhold i undersøkelsesområdet danner noe av grunnlaget for valg av prøvetakingsstasjoner, deres antall, plassering, samt hvilke parametre som undersøkelsen bør omfatte. Verdien av hydrografiske og biologiske undersøkelser vil ofte avhenge av om en ved planleggingen har tatt tilstrekkelig hensyn til slike informasjoner.

Foreliggende sjøkartverk gir ofte ikke sikre opplysninger om terskeldyp og strømmingstverrsnitt. Behovet for slike tilleggsundersøkelser bør derfor vurderes på et tidlig tidspunkt, slik at arbeidet kan innpasses i det øvrige toktprogram. På det nåværende tidspunkt har en ikke det ønskelige og nødvendige kjennskap til alle fjordområdenes strømmingstverrsnitt og det er behov for tilleggslodding av de mange sund og grunnpartier som avgrenser Gandsfjorden fra vannmassene i Høgsfjord og Horgefjord (se avsnittet om Gandsfjord). For Hafrsfjorden og Byfjorden synes det eksisterende kartverk godt nok, og det er ikke behov for bathygrafiske tilleggsundersøkelser i disse fjordområdene.

2.1 Byfjorden

Som det fremgår av figur 1, kan Byfjorden karakteriseres ved jevnt avtakende bredde, og den er ikke entydig avgrenset fra vannmassene utenfor. I programforslaget av 10. mars 1974, "Resipientundersøkelser i sjøområdene i Stavangerregionen", er Byfjorden avgrenset fra vannmassene utenfor av en tenkt linje mellom kommunegrensen Randaberg/Stavanger og Kvitodden på Hundvåg. I forbindelse med de forberedende undersøkelser har en planimetrert området fra Notberget (Randaberg) til Saltneset på Hundvåg. Byfjordens indre område utgjøres av Østre Havn.

Byfjordens topografiske forhold er gjengitt i figur 3. Fra de dype områdene utenfor Randaberg grunner fjorden jevnt opp til ca. 50-55 meters dyp. Karakteristisk for det midtre fjordparti er flere mindre terskler der muligens høyderyggen ved Tjuvholmen kan være av betydning for vannutskiftningen. Mellom Østre og Vestre Havn er det en meget markert terskel med et største dyp på 12-13 m, men det ved Østre Havns avgrensning mot Gandsfjorden er en høyderygg på 15-16 m under havflaten. Videre inn i Gandsfjorden øker dypet igjen meget raskt.

2.2 Gandsfjorden

Gandsfjord omfatter et topografisk og geografisk meget variert område. Den naturlige avgrensning mot Byfjorden går ved øyrekken Grasholmen-Sølyst-Engøy-Hundvåg (figur 1 og 2). Avgrensningen mot Horgefjord-Høgsfjord skjer ved øyrekken Hundvåg-Bjørnøy-Roaldsøy-Hestholmen-Vassøy-Lindøy-Hellesøy-Kalvøy-Teitsholmen-Brattholmen. Det foreligger ikke tilstrekkelige opplysninger om dypforholdene mellom disse øyene.

En intern oppdeling/inndeling av Gandsfjorden kan vanskelig gjøres på grunnlag av de topografiske data alene (jfr. figur 4, 5a og 5b og dyprennens beliggenhet i figur 1). Inndelingen som vist i figur 1 er også foretatt på bakgrunn av tilgjengelige data om hydrologiske og geografiske forhold, og det er tatt hensyn til registreringer og beregninger av fjordens tilførsler fra land.

Gandsfjordens indre parti (fra Sandnes til Lura, jfr. figur 1 og 4) er et gruntvannsområde som mottar betydlige forurensningstilførsler. Fjordpartiets største dyp, ca. 30 m, er delt ved en markert høyderygg mellom Lauvik og Rovik, og ved overgangen til det midtre fjordparti fins en mindre terskel med ca. 20 meters sadeldyp. Geografisk danner Luraområdet en utvidelse av fjordens overflate.

Gandsfjordens midtre parti fra Lura til Lihalsen (jfr. figur 1 og 4) danner heller ingen topografisk definert grense mot områdene utenfor. Avgrensningen ved Lihalsen er derfor valgt ut fra geografiske forhold og ved at området alt er planimetrert (samt volum- og arealberegnet) som en del av den tidligere undersøkelsen i området, NIVA-rapport

O-11/64, (febr. 1966). Fra Lura-området skråner bunnen jevnt mot Lisandvika (fra ca. 20 til ca. 225 m), mens det største dyp, ca. 245 meter, fins utenfor Lihalsen. Områdene Hinna, Jåttå og Gausel danner spesielle gruntvannspartier.

Fjordområdet utenfor Lihalsen omfatter hovedløpet mot Høgsfjord/Horgefjord, med Riskafjorden som en ringavgrensning rundt Uskje. Partiet mot Horgefjorden-Byfjorden kan også defineres som et eget avsnitt i dette fjordområdet, jfr. figur 1 og 5.

Gandsfjordens største dyp (ca. 245 m) ligger i dette området. Hovedløpet mot Høgsfjorden grunner bratt opp til en høyderykk på ca. 135 meters dyp, og utenfor denne er det største dyp ca. 155-160 m. Videre utover skråner bunnen opp mot et antatt dyp på 80-100 m ved Brattholmen (jfr. figur 4).

Fra det største dyp ved Lihalsen danner Riskafjordens bunn to markerte terskler på henholdsvis 65 og 47 m, mens det utenfor Hommersåk er et flatere parti på ca. 45 meters dyp, økende til et største dyp på ca. 135 m rett syd for Brattholmen. Riskafjordens dyp-profil er gjengitt i figur 5b.

Fjordområdet som grenser opp mot Stavanger by/Byfjorden er avdelt fra hovedaksen Brattholmen-Sandnes, jfr. figur 1, av en høyderykk ved Marøystein fyrlykt (ca. 85 m dyp). Området har et største dyp på 137 m (Lindøydypet) og i Lindøysund er det antakelig 80-90 meters dyp.

2.3 Hafnsfjorden

Hafnsfjord er inndelt i et ytre, midtre og indre fjordområde. Inndelingen fremgår av figur 1, og fjordens bunnprofil er gjengitt i figur 6.

Ytre fjordområde går inn til broen ved Tananger, der det er en veldefinert terskel med ca. 45 meters sadeldyp (ca. 3 meter ved springlavvann). Strømmingstverrsnittet er såvidt lite som ca. 340 m^2 . Området er ikke entydig avgrenset fra sjøen utenfor, men det største dyp på ca. 100 m fins umiddelbart utenfor en tenkt linje fra

Vistenestangen til Fjornesholmene. Utenfor grunner det opp mot arkipelet. Når en her har valgt en geografisk avgrensning ved Vistenestangen-Fjornesholmene har det sammenheng med at arkipelet utenfor gjør at en har et meget usikkert grunnlag å avgrense ytre fjord på grunnlag av topografi og strømningsbilde. Et nærmere kjennskap til strømforholdene i området ville krevet meget inngående og langsiktige hydrodynamiske undersøkelser.

Fjordens midtre del omfatter strekningen Tanangerbroen til Hagøy og består av to bassenger hver med et dyp på 21 m atskilt av en terskelformasjon der dypet er 13 m. Terskelen ved Hagøy har også et sadeldyp på 13 m.

Det indre fjordområdet danner en betydelig arealutvidelse; jfr. figur 1 og tabell 6. Den dypeste renne avbøyes her ca. 90° mot nordøst. Dette fjordområdet kan inndeles i et dypvannsparti og et gruntvannsområde dannet av øyrekken Hagøy-Prestøy-Sømsøy. I gruntvannsområdet (jfr. figur 7) er det største dyp ca. 30-31 m, mens det i dypvannspartiet er ca. 60 m.

3. FJORDOMRÅDENES NEDBØRFELT, AREALBRUK OG VANNVOLUM

Områdets nedbørfelter fremgår av figur 2. Opplysninger om arealbruk er hentet fra Jorddirektoratets kartverk "Produksjonsgrunnlaget for landbruket", Jæren 1969, fra grunnlagsmateriale innsendt av Regionplanrådet for Jæren og dels fra kommunene Sandnes, Sola, Stavanger og Randaberg.

De enkelte fjordområder er av NIVA inndelt i avsnitt. Inndelingen har skjedd ut i fra en sammenfattet vurdering av topografiske og geografiske data, arealbruk, avrenning og forurensningstilførsler.

Oppdelingen i separate og mindre nedbørfelt er i noen utstrekning gjort på et skjønnsmessig grunnlag. I deler av området har kartgrunnlagets usikre koteanvisning medført at denne oppdeling ikke er så god som ønskelig, men inndelingen er tilstrekkelig til å gi et godt arbeidsgrunnlag for å vurdere avrennings- og tilførsels-karakteristika i de enkelte fjordavsnitt. Som det fremgår er beregningene noe mer detaljert og utfyllende enn det som ble ansett nødvendig i forbindelse med undersøkelsene i 1964/65. Dette har sammenheng med at forståelsen for og ønske om mer detaljerte opplysninger om tilførsler har endret seg betydelig på disse 10 årene. Videre har en fått bedre grunnlag for å estimere totaltilførsler fra områder med forskjellig arealutnyttelse. En kan på dette grunnlag foreta bedre vurdering av tilførsler fra land i relasjon til de informasjoner resipientundersøkelsene kan gi om fjordens tilstand og utvikling. For interessentene medfører dette fordeler for planleggingen i området. Denne del av arbeidet må anses viktig for fortsettelse av realistiske kvalitetskrav.

Avgrensningen mellom forskjellige arealtyper kan vanskelig bestemmes entydig. Således vil boliger og industri bli behandlet sammen og utgjør "tettbygd-strøk".

Til beregning av fjordområdenes horisontale bassengarealer i forskjellige dyp er det benyttet planimeter. Arealene som korre-

sponderer med sjøkartenes dybdekoter kan antas å være relativt nøyaktige. De andre arealene baserer seg på inntegning av dybdekoter ut fra sjøkartenes dypangivelser.

Volumet av fjordområdenes vannmasser er beregnet på grunnlag av arealtallene. Areal tallene og volumtallene er gjengitt i volum/arealkurver og tabeller for hver fjord. Beregningene for de enkelte soner er utført på følgende måte:

1. Arealkurver som funksjon av dypet er inntegnet gjennom de kjente punkter for hver 10-meters dyp. Kurven er gitt en glatt form. Figur 8.

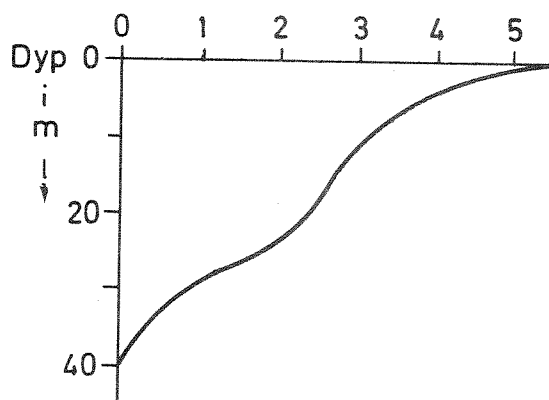


Fig. 8 Arealkurver

2. Sonens vannmasser er inndelt ovenfra i horisontale skiver. Hver av disse skivene kan tilnærmet regnes som en rett-avkortet kjegle. Topp- og bunnarealene er for hver 10-meters dyp lest ut av arealkurven. Figur 9.

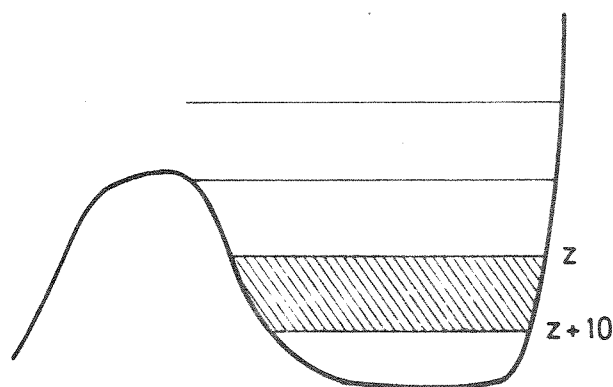


Fig. 9 Volumberegning av dypsonen $z - (z+10)$

3.1 Byfjorden

Nedbørfeltet i Byfjordens indre område domineres av Stavanger by. Utenfor østre Havn er det en betydelig forskjell mellom fjordens to sider.

Ved beregningen av nedbørfeltene og arealutnyttelsesfordeling er det tatt hensyn til at deler av Stokkavatnområdet er kloakkert mot Byfjorden (ca. 2 km²). Avgrensningen av og inndeling av nedbørfeltene i Stavanger byområde er gjort skjønnsmessig ved hjelp av oversiktskart for kloakkeringen. Imidlertid vil en slik inndeling innebære at grensefastsettelsen blir noe usikker. Dette antas imidlertid å være av relativt liten betydning for beregningsoverslag m.h.t. avrenning og forurensningstilførsler idet en til dette formål også har benyttet Stavanger kommunes kloakkregistreringer.

Arealbruken i Byfjordens nedslagfelt fremgår av tabell 1.

I det velavgrensede indre fjordområdet (Østre Havn) er forholdet mellom nedbørfelt/fjordoverflate ca. 70.

Tabell 1. Arealdata for Byfjordens nedbørfelt.

Område	Fjordareal km ²	Nedbørfelt km ²	Dyrket mark		Utmark mv.		Bolig-industri	
			%	km ²	%	km ²	%	km ²
Østre Havn	0,37	2,6	4	0,1	15	0,4	81	2,1
Midtre og ytre	5,81	11,3	49	5,5	14	1,6	37	4,2
Fastlandet ¹⁾		9,3	52	4,8	12	1,1	36	3,4
Fra Stokkavatn		(2,1)	(52)	(1,1)	(29)	(0,6)	(19)	(0,4)
Øyene		2,0	35	0,7	25	0,5	40	0,8
Byfjorden totalt	6,18	13,9	40	5,6	15	2,0	45	6,3

1) Inkludert det området som er overført fra Stokkavatnets opprinnelige nedbørfelt.

Data for Stokkavatnets nedbørfelt er oppført i parentes.

Byfjordens areal og volumdata fremgår av tabell 2 samt figur 10 og 11.

Tabell 2. Areal og volumdata for Byfjorden.

Arealene er gitt i km² og volumene i 10⁶ m³.

Kolonne I gjelder volumer fra 0 til gitt dyp, kolonne II for 10 meters intervaller.

Dyp i m	Indre område			Midtre fjord			Ytre fjord			Totalt		
	Areal	Vol I	Vol II	Areal	Vol I	Vol II	Areal	Vol I	Vol II	Areal	Vol I	Vol II
0	0,37	-	-	1,08	-	-	4,73	-	-	6,18	-	-
10	0,21	3,0	3,0	0,83	9,5	9,5	3,83	42,5	42,5	4,87	55	55
20	0,04	4,0	1,0	0,47	16,0	6,5	3,29	77,5	35	3,80	97,5	42,5
30	0	4,1	0,1	0,3	19,6	3,6	2,8	108	30,5	3,1	131,7	34,2
40				0,1	21,5	1,9	2,3	134	26	2,4	159,5	27,8
50				-0,03	21,9	0,4	1,7	155	21	1,7	180,5	21
60					22	0,1	1,3	170	15	1,3	196	15,5
70							1,1	182	12	1,1	208	12
80							0,9	192	10	0,9	218	10
90							0,6	199	7	0,6	225	7
100							0,5	205	6	0,5	231	6
110							-0,02	207	2	-0,02	233	2

3.2 Gandsfjorden

Gandsfjordens samlede fjordoverflate utgjør ca. 47 km². Det tilhørende nedbørfelt er ca. 106 km², hvorav ca. 7 km² er øyer.

I indre fjordområde (Sandnes Havn) er forholdstallet nedbørfelt/fjordoverflate ca. 49,5, mens det i midtre fjord er ca. 1,6 og i ytre fjord ca. 1,4.

Inndelingen av nedbørfeltet er beheftet med en liten usikkerhet idet kartgrunnlaget ikke har muliggjort en så detaljert inndeling som for Hafnsfjord. Dette kommer klart frem i prosentangivelsen. På tross

av denne usikkerheten fremgår det betydelige variasjoner i områdets arealutnyttelse. Likeledes fremgår at arealutnyttelsen i Gandsfjordens nedbørfelt er vesentlig forskjellig fra Hafrsfjordens og Byfjordens nedbørfelter.

I en sammenlikning med NIVA-rapport nr. 0-11/64 fremgår det at en i klassifiseringen av jordbruksareal har benyttet noe forskjellig grunnlag. Ved undersøkelsen av 1964 har en beregnet jordbruksarealet til 36,6 km² det totale nedbørfelt på 68,7 km² (Gandsfjorden var i 1964 snevrere definert), eller til ca. 53% av nedbørfeltet.

Dyrkingsarealet er antatt å utgjøre 45% av jordbruksarealet (tilsvarende 16,5 km² eller 24% av det totale nedbørfelt). I denne rapport utgjør indre og midtre fjord noe mer enn "Gandsfjorden av 1964". Som det fremgår av tabell 3 er dyrket mark nå beregnet til å dekke ca. 24 km² eller ca. 39% på basis av jordbruksdirektoratets kartverk.

Tabell 3. Arealdata for Gandsfjordens nedbørfelt.

Fjordområde	Fjordens areal	Nedbørfelt	Dyrket mark		Skog, utmark m.v.		Bolig, industri	
	km ²		km ²	%	km ²	%	km ²	%
Indre fjord (Sandnes Havn)	0,8	39,6	50	19,8	30	11,9	20	7,9
Midtre fjord	14	23,0	20	4,5	60	13,9	20	4,6
hvorav:								
Østre side		11,8	5	0,6	94	11,1	1	0,1
Vestra side		11,2	35	3,9	25	2,8	40	4,5
Ytre fjord	32	43,3	10	4,2	64	27,9	26	11,2
hvorav:								
Riskaområdet		28,2	10	2,9	80	22,4	10	2,9
Øyer		7	10	0,7	75	5,3	15	1,0
Ørige områder		8,1	7	0,6	3	0,2	90	7,3
Totalt	ca. 47	ca. 106	27	28,5	51	53,7	22	23,7

Tabell 4. Areal og volumdata for indre og midtre Gandsfjorden.

Arealene er gitt i km² og volumene i 10⁶ · m³.

Kolonne I gjelder volum fra 0 til gitt dyp. Kolonne II for 10 meters dypintervall.

Dyp i m	Indre fjordområde			Midtre fjordområde			Totalt		
	Areal	Vol I	Vol II	Areal	Vol I	Vol II	Areal	Vol I	Vol II
0	0,75	-	-	14,2	-	-	15,0	-	-
6	0,56	3,97	3,97		-	-		-	-
10	0,38	5,85	1,88	11,6	129	129	12,0	135	135
20	0,08	7,89	2,04	10,7	241	112	10,8	249	114
30	0,003	8,28	0,39	9,8	344	103	9,8	352	103
40				8,8	437	93	8,8	445	93
50				7,9	520	83	7,9	528	83
60				7,1	505	75	7,1	603	75
70				6,3	662	67	6,3	670	67
80				5,6	722	60	5,6	730	60
90				5,0	775	53	5,0	783	53
100				4,6	823	48	4,6	831	48
110				4,2	867	44	4,2	875	44
120				4,0	908	41	4,0	916	41
130				3,6	946	38	3,6	954	38
140				3,2	980	34	3,2	988	34
150				2,8	1010	30	2,8	1018	30
160				2,5	1037	27	2,5	1045	27
170				2,2	1061	24	2,2	1069	24
180				2,1	1083	22	2,1	1091	22
190				1,9	1103	20	1,9	1111	20
200				1,6	1121	18	1,6	1129	18
210				1,3	1136	15	1,3	1144	15
220				1,0	1148	12	1,0	1156	12
230				0,7	1157	9	0,7	1165	9
240				0,4	1163	6	0,4	1171	6

Areal og volumkurve for indre + midtre parti er gjengitt i NIVA-rapport nr. 0-11/64 figur 4, og er tatt med her av praktiske grunner (figur 12b). Areal og volumkurve for indre parti er vist i figur 12.

3.3 Hafrsfjorden

Areal- og volumberegninger av Hafrsfjorden m/tilhørende nedbørfelt og områdeinndeling refererer seg til de grenser som er trukket opp i kapitlene om fjordområdenes topografi og geografiske avgrensning.

Hafrsfjordens indre område omfatter i dag tilrenning fra Store Stokkavatn. Dette vannets naturlige nedbørfelt dekker ca. 7,3 km², hvorav ca. 2 km² er vekk-kloakkert. Store og Lille Stokkavatn har et areal på ca. 2,4 km², og er inngående beskrevet av Holtan og medarbeidere i 1971 (NIVA-rapport 0-102/69 febr. 1971). (Stavanger kommune har under vurdering å overføre vassdraget til Hålandsvatn (Sak nr. 0-193/73.)) Stokkavatn m/tilhørende nedbørfelt utgjør ca. 20% av arealet som drenerer til indre fjord og ca. 50% av den delen av nedbørfeltet som drenerer til fjordområdets dypbasseng.

Forusområdet dekker ca. 9 km² og ca. 53% er jordbruksareal. Nedbørfeltet utgjør ca. 24% av det samlede nedbørfelt i indre fjord, og ca. 34% av nedbørfeltet som drenerer til indre fjord gruntvannsområde. Ved arealberegningene er det tatt hensyn til at det med utbygging i Forusområdet skjer en utvidelse av nedslagsfeltet. I arealberegningene i NIVA-rapport nr. 0-11/64 ble Stokkavatn og Forusområdet ikke medregnet til Hafrsfjordens nedbørfelt.

I ytre fjordområdet utgjør selve Hålandsvatn ca. 1,1 km² mens ca. 4,2 km² drenerer til Hålandsvatn.

Hafrsfjordens nedbørfelt og områdenes arealbruk fremgår av tabell 5.

Tabell 5. Arealdata for Hafrsfjordens nedbørfelt.

Fjordområde	Fjordens areal	Nedbørfelt	Dyrket mark		Utmark m.v.		Bolig, industri	
	km ²	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²
Indre fjord	9,4	46,8	62	29,1	28	13,0	10	4,7
hvorav:								
Dypbasseng ¹⁾ (Store og Lille Stokkavatn)	5,8 (2,4)	20,5 (7,3)	43 (53)	8,9 (3,8)	40 (29)	8,2 (2,1)	17 (18)	3,4 (1,3)
Gruntvanns- ²⁾ område	3,6	26,3	77	20,2	18	4,8	5	1,3
Midtre fjord	3,0	7,6	73	5,6	11	0,8	16	1,2
hvorav:								
Østre fjordside		4,8	67	3,2	8	0,4	25	1,2
Vestre fjordside		2,8	86	2,4	14	0,4	0	0,01
Ytre fjord ³⁾	-	14,5	63	9,1	26	3,8	11	1,6
hvorav:								
Nordre fjordside (Hålandsvatn)	(1,1)	13,3 (4,2)	63 (74)	8,4 (3,1)	25 (21)	3,3 (0,9)	12 (5)	1,6 (0,2)
Søndre fjordside		1,2	58	0,7	42	0,5	-	-
Hafrsfjord totalt	-	68,9	64	43,8	25	17,6	11	7,5

1) Arealet av Stokkavatn er medregnet i "utmark". Stokkavatnets nedbørfeltdata er satt i parentes.

2) Forusområdet og Stavanger lufthavn er regnet som dyrket mark.

3) Arealet av Hålandsvatn er medregnet i "utmark". Hålandsvatnets nedbørfeltdata er satt i parentes.

Hafrsfjordens areal og volum som funksjon av dypet er gjengitt i figur 13 og 14 samt i tabell 6. Beregningene omfatter ikke ytre fjordområde.

Tabell 6. Areal- og volumdata for indre og midtre Hafrsfjorden

Arealene er gitt i km² og volumene i 10⁶ · m³.

Kolonne I gjelder volum av 0 til gitt dyp (integreert volum), mens kolonne II angir volumet for dypintervall.

Dyp i m	Indre fjordområde									Midtre fjord			Totalt		
	Dypbasseng			Gruntv.område			Sum for indre fjord			Areal	Vol I	Vol II	Areal	Vol I	Vol II
	Areal	Vol I	Vol II	Areal	Vol I	Vol II	Areal	Vol I	Vol II						
0	5,8			3,6			9,4			3,0			12,4		
6	5,4	34	34	2,5	18	18	7,9	52	52	2,3	16	16	10,2	68	68
10	5,0	53	19	2,0	27	9	7,0	80	28	1,7	24	8	8,7	104	36
20	4,0	98	45	1,1	42	15	5,1	140	60	0,3	33	9	5,4	173	69
30	2,5	131	33	0	47	5	2,5	178	38	0	35	2	2,5	213	40
40	1,7	153	22				1,7	200	22				1,7	235	22
50	1,0	166	13				1,0	213	13				1,0	248	13
60	0	172	6				0	219	6				0	254	6

4. AVRENNING OG FORURENSNINGSTILFØRSLER. BEREGNINGSGRUNNLAG

I denne oversikt og i det etterfølgende kapittel 5, har en tatt sikte på å kvantifisere fjordområdenes tilførsler. I noen grad har det vært nødvendig å basere seg på antakelser og erfaringsdata fra andre områder. Forholdene i Rogaland er imidlertid på mange måter forskjellig fra de områdene dataene ble utarbeidet for. Under de enkelte avsnitt vil en redegjøre for en del av de foreliggende erfaringsmateriale, samt for de justeringer som anses nødvendige med tanke på forholdene i Stavanger-regionen.

4.1 Volumtilførsler av ferskvann

4.1.1 Nedbør og avrenning

For Nordjæren er nedbøren målt på Sandve og i Stavanger. Sandve har noe høyere årsmiddel enn Stavanger, henholdsvis 1180 og 1170 mm/år. (NIVA 0-11/64.) Nedbørens sesongmessige variasjon for årene 1900-1940 er gjengitt i figur 15.

Målinger av korttidsnedbør er utført av Stavanger kommune som oppgir 140 l/sek pr. ha ved 10 min. varighet. (NIVA 0-11/64.) I nedbørfelt med liten magasinvirksomhet (kupert terreng, tettbygd strøk og vassdrag med få og/eller små vann) vil kortsvariasjoner i nedbøren medføre at avrenningen fra nedbørfeltet også viser betydelige korttidsvariasjoner.

Avrenningsmessig er det også betydelig forskjeller mellom forskjellige arealtyper (arealnyttelse jordsbunn m.v.), men over tid vil den område-spesifikke avrenning være nedbørkorrelert. Ifølge "Hydrologiske undersøkelser i Norge" (1958) kan en for området vest for Gandsfjord sette avrenningen til 45-50 l/sek pr. km², mens en øst og syd for fjorden har 50-60 l/sek pr. km² som midlere avrenning.

For beregningsformål har en satt den midlere avrenning til 50 l/sek pr. km² for Gandsfjordens vestsida og for avrenning til Hafsrfsfjorden, mens en har benyttet 55 l/sek pr. km² for arealet syd og øst for Gandsfjorden. I de tilfeller der det foreligger tilleggsopplysninger, f.eks. NIVA-rapport nr. 0-102/68, er det tatt hensyn til disse i beregningene.

Ut fra det beregnede avrenningsmiddel pr. årsdøgn, kan en ved å benytte koeffisientene 0,73 og 1,27 tilnærmet beregne de omtrentlige vår/sommer og høst/vinterverdiene for avrenningen.

Ferskvannstilførslene er av sentral betydning for fjordområdenes vannutskifting i det disse er med å styrer den estuarine sirkulasjon.

4.1.2 Tilførsler via ledningsnett

I tettbygde strøk og når fjordområdenes naturlige nedbørfelter er små - slik som i Stavangerregionen, vil fjordene også motta betydelige vannmengder gjennom rørledningsnettene. Denne tilførsel vil kunne bevirke en netto tilførselsøkning dersom en i vannforsyningssammenheng benytter vann fra nedbørfelt som ikke har naturlig avrenning til fjordområdet. Dette er tilfellet i Stavangerregionen etter utbygging av det nye interkommunale vannverk.

Industriutslipp. Oppgaver over vannforbruk i industrien er innhentet fra distriktets kommuner, fra enkelte bedrifter og fra Statens vann- og avløpskontor (nå Statens Forurensningstilsyn) i de tilfeller en kjenner til at det er innsendt utslippssøknad eller utslippstillatelse er gitt.

Årsforbruk er omregnet og utjevnet til årsdøgnforbruk = $\frac{\text{årsforbruk}}{365}$.
Vannforbruket pr. produksjonsdøgn = $1,6 \cdot \text{årdsøgnforbruk}$ for virksomheter med vanlig diskontinuerlig produksjon (230 produksjonsdøgn pr. år). For industri der en kjenner til at antall produksjonsdøgn avviker fra 230, er det tatt hensyn til dette i beregningene av årdsøgnforbruket. I en del industrier vil det være betydelige sesongmessige variasjoner i vannforbruket som følge av ujevn råstofftilgang (f.eks. slakterier, meierier) eller ved at det i forbindelse med produksjonen kan foregå porsjonsutslipp.

For bedrifter som benytter vann som råstoff, er det ved beregningene forsøkt å korrigere for den vannmengde som inngår i det ferdige produkt.

Årsdøgn- eller produksjonsdøgnverdiene gir ikke et fullgodt hydraulisk uttrykk for reelle utslippsmengder idet de fleste bedrifter har konsen-

trert avløpsutslippene til dagtid. Basert på årsdøgnverdiene (T_{365}) vil det gjennomsnittlige timeutslipp i produksjonstiden være:

$$1,6 \cdot \frac{24}{8} \cdot T_{365} = 4,8 \cdot T_{365}$$

Det maksimale utslipp vil i mange bedrifter være konsentrert til kortere tid enn i timer, hvorved disse utslippene vil kunne ha langt større betydning enn det som fremgår av kapittel 5.

Utslipp fra boligområder. For boligområder er det regnet med et spesifikt vannforbruk = utslipp på 300 l/person pr. døgn (årsdøgn). Dette inkluderer vannforbruk fra slik småindustri som ofte er lokalisert til boligområder (lager og servicefunksjoner, forretninger m.v.). Det kan her anføres at vannforbruk ikke nødvendigvis = utslipp, idet lekkasjer fra vannforsyningsnettene vil kunne registreres som "forbruk". Det er ikke regnet med infiltrasjonsvann, overflatevann, takvann m.v., da dette har sin opprinnelse i feltenes nedbør og vil således nå vannforekomstene også uten gjennom ledningsnett. Dersom det skal gjøres beregninger over inntrengningsvann, dreensvann m.v., må det tas hensyn til rørledningsnettets lengde, materialvalg, ledningsnett-system, grunnforhold m.v. for de enkelte nedbørfelt. Slike beregninger faller utenfor rammen for denne rapport.

4.2 Forurensningstilførsler

Forurensningstilførsler til de enkelte fjordsavsnitt er beregnet på grunnlag av oppgaver innsendt fra distriktets kommuner, fra Statens vann- og avløpskontor (nå Statens Forurensningstilsyn) hva angår overflatebehandling av metaller, produksjons- og utslippsdata for meierier, slakterier og bensinstasjoner og ved direkte henvendelse til enkelte av distriktets bedrifter.

Forurensningene er inndelt i organisk materiale (lett og tungt nedbrytbart), næringssalter (fosfor og nitrogen) samt tungmetaller og andre miljøgifter. Som det vil fremgå av nedenstående avsnitt er det ved beregningene vurdert bidraget fra forskjellige kilder. For å kunne foreta sammenlikninger mellom de forskjellige kilder, er forurensnings-

belastningene angitt dels som personekvivalenter, = p.e. = den mengde som tilsvarer det gjennomsnittlige utslipp fra en person (organisk stoff og næringssalter) dels som elementvektenheter (næringssalter, tungmetaller og oljekomponenter) dels som vanlig vektenheter (f.eks. olje, dispergeringsmidler m.v. der en ikke kjenner den spesifikke vekt og molekylstruktur).

De beregnede verdier refererer til gjennomsnittlige årstilførsler beregnet som årsdøgnsutslipp. På samme måte som for volumtilførsler (i kaptittel 4.1.2) kan det beregnes gjennomsnittlig utslipp pr. produksjonstime.

Som det fremgår av hovedtabellene er forurensningsbelastningene (organisk materiale og næringssalter) fra bedriftenes ansatte medregnet i utslippstallene.

Dette innebærer at en person kan registreres både i forbindelse med boligenhet og ved sin arbeidsplass. En slik registrering kan forsvares ved at en i boligen utfører rengjøring, klesvask og matlagning etter antall bosatte personer, mens en i bedriftene har kantine, sanitærinstallasjoner, rengjøring m.v. i forhold til antall ansatte. I beregningen er en ansatt person satt lik 1/3 p.e., og det er tatt hensyn til at det normalt er 230 produksjonsdøgn pr. år (om det ikke foreligger andre opplysninger fra bedriftene). Denne beregningsmåten vil også være av interesse ved at en i stor grad har boliger og arbeidsplasser adskilt - ofte på forskjellige avløpssoner.

På grunn av at NIVA ikke har mottatt alt nødvendig grunnlagsmateriale fra distriktets kommuner hva angår husholdningsavløp (sykehus, sanatorier, internatskoler, hoteller, pensjonater, skoler m.v.) samt for en del industrivirksomhet (se senere avsnitt) gir beregningene ikke et fullstendig bilde. De beregnede verdier er trolig en del for lave. På den annen side kommer hovedtrekkene klart frem.

4.2.1 Tilførsel av organisk materiale

Tilførslene av organisk materiale er hovedsakelig angitt som kg BOF₇ • BOF er en forkortelse for Biokjemisk (event. Biologisk) Oksygen Forbruk, og

angir den mengde oksygen (= surstoff) som vil medgå til den biologiske nedbrytning av det tilførte organiske materiale (oppløst og partikulært organisk stoff) under standardiserte laboratoriebetingelser. Indeksen 7, i BOF_7 , refererer til at målingene omfatter en nedbrytningsperiode på 7 døgn.

Dersom en resipient tilføres organisk nedbrytbart materiale i en slik grad at forbruket av oksygen blir større enn tilførslene, vil vannmassene gradvis tappes for oksygen. Når det ikke lenger er tilgjengelig fritt oksygen, vil den videre nedbrytning av det organiske materialet skje uten ved bruk av fritt oksygen (anaerob nedbrytning). Hydrogensulfid (svovelvannstoff = H_2S) er et av nedbrytningsproduktene ved den anaerobe nedbrytning. Hydrogensulfid er en meget sterk gift og i slike vannmasser er det ikke livsgrunnlag for høyere dyr og planter.

Ved beregning av **tilført** organisk materiale angis verdiene ofte i personekvivalenter (p.e.).

1 boligenhet	=	3,5 personekvivalenter (p.e.)
1 personekvivalent	=	75 g BOF_7 /døgn
1 "	=	60 g BOF_5 /døgn

Som omregningsfaktor for institusjoner, sykehus m.v., benyttes vanligvis:

Barne skoler:	0,1 p.e./elev og ansatt
Ungdomsskoler:	0,2 " " " "
Internat:	1,0 " " " "
Sykehus:	2,0 " /seng
Pleiehjem, sanatorier:	1,5 " "
Hoteller, pensjonater:	1,0 " "

For flere typer avløpsvann er det imidlertid vanskelig å angi belastningen som BOF_7 (vekt eller p.e.). Dette gjelder for avløpsvann som også inneholder giftige komponenter (større mengder fenol, cyanid, tungmetaller, sterkt sure eller basiske avløp), samt for avløpsvann som inneholder store mengder tungt nedbrytbart materiale

(trefiber, bark) og avløpsvann med svært ensidig sammensetning (f.eks. høyt oljeinnhold). På denne måten må tilførslene av organisk stoff angitt som BOF_7 benyttes meget kritisk som mål på det som tilføres resipientene.

Det er nødvendig å understreke at det ikke er entydig sammenheng mellom tilførsler av BOF_7 og forurensningsvirkning i resipienten, idet en har samvirkning mellom flere faktorer f.eks. utslippsted og -måte, innhold av næringssalter, lett og vanskelig nedbrytbart organisk stoff, strømforhold og vannutskiftning, hvilket bare kan vurderes i forbindelse med resipientundersøkelser.

For avløpsvann som inneholder olje og oljeprodukter, angis oftest vekt av olje (mg olje/l) eller karbonvekt (mg C/l).

Husholdningsavløpsvann. Vanlig husholdningsavløpsvann vil bidra med organisk materiale i størrelsesorden 75 g BOF_7 /døgn pr. p.e. De beregnede verdier er trolig noe lavere enn de reelle, idet registreringene ofte ikke er helt ajourførte.

Når det gjelder insitusjoner vil det kunne være betydelige belastningsvariasjoner i forhold til de oppførte omregningsverdier, bl.a. beroende på om det utføres tøyvask, om det er forsamlingslokaler i institusjoner m.v.

Industriavløpsvann. Foruten den organiske belastning som kan knyttes til de ansatte, vil en spesielt fra næringsmiddelindustri (fórkjøkkener, slakterier, foredlingsanlegg for fisk og kjøtt, meierier, potetbearbeidende industri, mineralvann og bryggerier m. fl.) og i noen grad fra tekstilindustri få utslipp av organisk materiale. (Treforedlingsindustri fins ikke i Stavangerregionen.) Fra servicenæring (hoteller, pensjonater, sosialinstitusjoner (sykehus, skoler m.v.) og forlegninger (militære, leirskoler m.v.) vil det også skje utslipp av organisk materiale.

Meieriene kan inndeles i konsummeierier og produksjonsmeierier. Produksjonsmeierier vil som regel forurense mer enn konsummeieriene. I førstnevnte vil en i tillegg til spillmelk få tap av myse (oppsamlingen er sjelden 100%), kasein, saltlake og smørskyllevann.

Spillmengden vil alltid kunne diskuteres når det ikke foreligger eksakte målinger, men 2% tap i produksjonsmeierier og 1,5% i konsummeierier representerer trolig realistiske tall.

Frue Meieri er et konsummeieri. Stensland (1972) angir en BOF_5 -verdi på 111 g/l melk. Beregningene for Frue Meieri baseres også på oppgaver fra bedriften og innsamlet materiale fra Statens vann- og avløpskontor.

Slakterier, kjøtthermetikk, pølsemakeri gir som regel betydelige resipientbelastninger med organisk stoff, avhengig av produksjonsopplegg og interne rensetekniske tiltak, vannforbruk m.v.

I en undersøkelse ved Vestfold slakteri (NIVA-rapport nr. 0-15/72, august 1972) har en beregnet følgende utslippsmengder:

Tabell 7. Utslipp av organisk stoff i slakterier.

Slakting	7,8 kg BOF_7 /tonn slakt
Slakting og foredling	9,2 " " "

For ren foredling angis at spillet utgjør 2% av råvaremengden, at BOF_5 -verdien er ca. 0,5 kg pr. kg tørrstoff og at tørrstoffinnholdet er 20% av produksjonsvekten. Omregnet til BOF_7 /tonn produksjonsvare vil dette ble ca. 2,5 kg BOF_7 /tonn.

Ved forurensningsberegningene av utslipp fra distriktets slakterier har en basert seg på de opplysninger som er gitt i søknad om utslippstillatelse.

I bedrifter som produserer syltetøy, saft og andre vegetabiliske konserver oppgir From (1972) følgende utslippstall:

Tabell 8. Forurensningsbelastning fra konserverindustri for vegetabiliske produkter.

Produksjon	kg BOF_5 /tonn bær og frukt
Syltetøy, saft	15
Sylteagurk, rødbet	12

Fiskehermetikk og fisketilvirkning er antatt å gi følgende foruren-
ningsutslipp: 2,5 kg BOF_7 /tonn produksjonsvare (omregnede verdier
etter NIVA-rapport nr. 0-31/73 mars 1973).

Førkjøkken, benfett, benmel m.v. kan vurderes ut fra NIVA-rapport
nr. 0-125/71 (des. 1971) som oppgir 1,7 kg BOF_7 /tonn råvare.

Mineralvannproduksjon gir utslipp av sukker og fruktsyrer (lett
nedbrytbare forbindelser) som følge av rengjøring av returflasker,
ved brekkasje under tapping og lagring samt ved rengjøring av produk-
sjonsutstyr. From (1972) angir utslippsverdiene til ca. 2 kg BOF_5 pr.
 m^3 produsert mineralvann. Fra Tou A/S har en beregnet samlet utslipps-
verdier (mineralvann og ølproduksjon).

Fra ølbryggerier kan en ifølge From (1972) regne med ca. 7 kg BOF_5 pr.
 m^3 produsert øl. De organiske forurenningene utgjøres av sukker,
ølrester, gjær, berme, mask og humle idet oppsamling vanligvis ikke
er fullstendig.

Ved beregning av utslippene fra Tou A/S har en også støttet seg til
oppgaver fra bedriftene og til opplysninger fra Statens vann- og
avløpskontor.

Olje- og oljeholdige blandinger vil tilføres fjordområdene fra bolig-
og industriområder i forbindelse med rengjøring av tanker for fyrings-
olje, som emulgert - dispergert olje fra verksteder og bensinstasjoner
(jfr. Andreassen og Breiland 1974). Selv om olje må regnes som
organisk stoff vil mange av foredlingsproduktene (f.eks. dieselolje,
lett fyringsolje og en del løsningsmidler) kunne virke som miljø-
gifter overfor aquatiske organismer. Tilførslene er derfor beskrevet
under kapittel 4.2.3 og 5.5.

Kjemisk oksygenforbruk. Fra industri og landbruksvirksomhet samt
fra fyllplasser og i noen grad fra boligområder vil det kunne slippes
ut stoffer som på grunn av sine kjemiske egenskaper vil reagere med
resipientens oksygeninnhold. Av slike stoffer kan nevnes toverdig
jern, sulfid, sulfit m. fl.

Teoretiske beregninger av det kjemiske oksygenforbruk i slike forbindelser er anhengig av et meget godt kjennskap til avløpsvannets sammensetning og mengde. I de fleste tilfeller kan en først få et godt kjennskap til slike forbindelser ved direkte målinger i avløpsvannet.

Målinger av avløpsvannets BOF og KOF vil ofte inkludere overnevnte forbindelser.

Avrenning fra fyllplasser. Fyllplasser er oftest lokalisert ut fra andre kriterier enn hensyn til vannforurensning. I stor grad er fyllplassene også anlagt som tippdeponier uten at det er satt i verk tiltak for å hindre vanntransport til og gjennom fyllmassene (begrensning av nedbørfelt, omlegging av bekker, tildekking m.v.) slik at sigevannet i regelen er rikt på organisk stoff, næringssalter, tungmetaller og andre miljøgifter. Typiske verdier i slikt sigevann fremgår av tabell 9.

Tabell 9. Tørrstoffinnhold, biologisk og kjemisk oksygenforbruk i sigevann fra fyllplasser. (Balmér, 1972, muntlig opplysning.)

Komponent	mg/l
Tørrstoff	ca. 2 000 mg/l
BOF	200-1 000 "
KOF	200-30 000 " x)

x) Svært avhengig av forholdet mellom aerob og anaerob nedbrytning.

Analyser av sigevann fra Grønmo søppelfyllplass har vist følgende verdier:

Tabell 10. Tørrstoffinnhold, biologisk- og kjemisk oksygenforbruk i sigevann fra Grønmo søppelplass, Oslo. (Hallberg 1972.)

Komponent	Variasjonsområde	Middelverdi	Antall prøver
Tørrstoff, mg/l	760-2775	1756	13
BOF "	230-1370	~ 800	13
KOF "	275-1995	1155	11

Middelverdier av syv døgnblandprøver har vist 2150, mer enn 775 og 750 mg/l for henholdsvis tørrstoff, BOF og KOF.

En har ikke tilstrekkelig grunnlagsmateriale til å foreta beregninger av utslipp fra fyllplasser i Stavangerregionen.

Avrenning fra landarealer, ensilering og halmluting. Tilført organisk stoff som følge av avrenning og utvasking fra jordsmonnet er vanskelig å beregne, men er antatt i kunne være betydelig. Mesteparten av dette organiske materialet er humusstoffer, som er tungt nedbrytbare og regnes av denne grunn for lite sentrale for vannmassenes oksygenomsetning. Humustilførslene er imidlertid ikke helt uvesentlig idet humusholdig vann har en sterkt brunlig farge (estetisk-visuelt uheldig for vannforsyning og bading) og ved at humusstoffene kan være av betydning som kompleksbinder for tungmetaller (f.eks. jern). Enkelte kompleksbundne metaller synes lettere tilgjengelige for plater enn om metallene foreligger som uorganiske salter. Således kan nevnes at tilskudd av kompleksbundet jern i mange tilfeller vil gi positive vekstutslag i algekulturer. For andre metaller vil eventuelle giftvirkninger kunne reduseres dersom de kompleksbindes til chelatorer. (Kvikksølv, bly m. fl.)

Braadlie (1934) angir tilførselen av organisk stoff fra nedbørfelt til 10 tonn/km^2 pr. år for Trøndelagsområdet. (Disse tallene er ikke benyttet i belastningsberegningene idet en ikke har funnet grunnlag for å jevnføre denne naturlige belastning med forurensningstilførsler.)

Lettere nedbrytbart organisk stoff vil tilføres vannforekomster fra silovirksomhet, halmlutingsanlegg, og i noen grad fra naturgjødsel spesielt i forbindelse med stor nedbør og gjødsling på frossen mark. Gjødselavrenning er meget vanskelig å anslå - både ved at gjødselproduksjonen er vanskelig å beregne (dette må gjøres ut fra antall dyr i nedbørfeltene) og ved at den %-vise avrenning i stor grad må anslås.

Ensilering. Ved ensilering benyttes hovedsakelig maursyre etter AIV-metoden, i en mengde av 3,6 kg HCOOH/tonn nedlagt masse. I en ut-

redning fra Statens vann- og avløpskontor i forbindelse med utarbeidelse av "Forskrifter for avrenning fra silo for gras og andre grønnfôrvekster", gitt av Miljøverndepartementet den 2. august 1973, er det antatt at 1 tonn fersk masse gir 250 kg pressaft = 50 kg BOF₅, og at 90% av pressaften vil renne av i løpet av 14 dager. Maksimal døgnavrenning kan utgjøre 30% av totalmengden.

Det kan være misvisende å beregne belastningen på årsbasis. I realiteten må en regne med at det i ensileringssesongen (juni-september) skjer kortvarige, men meget kraftige støtbelastninger som langt overstiger belastningen fra andre kilder. Figgjovassdraget og Håelva er eksempler på hvor alvorlig ensileringsevirkningen kan belaste vassdragene. For kommunene Gjesdal, Sandnes, Sola, Klepp, Time og Hå er det fra 1. juni 1974 forbud mot siloutslipp fra bruk med et samlet rominnhold på over 200 m³. For bruk med silovolum på 100-200 m³ er det gitt en frist til 1. juni 1975 og for bruk med samlet silovolum under 100 m³ er fristen 1. juni 1976 for oppsamling og forsvarlig deponering av press-saft.

Ved nyanlegg skal det anlegges utstyr for oppsamling og forsvarlig deponering av silopress-saft. Ved beregning av nåværende utslipp har en basert seg på jordbrukstelingen av 1969.

I henhold til Norsk Forkonservering vil press-saften i alminnelighet inneholde:

Komponent	Kg/tonn press-saft
Organisk stoff	35-40
Tørrestoff	50-55,

men variasjonene kan være større, bl.a. beroende på vanninnhold i vekstene. Således kan en ha fra 35-90 kg BOF pr. tonn press-saft. Ved beregningen er det benyttet verdier fra Statens vann- og avløpskontor. Ved beregningen i denne rapport har en ikke tatt hensyn til de reduksjoner som forventes med forannevnte forbud, idet en har villet belyse de utslipp som i noen tid er tilført fjordene.

Halmluting. Produksjon av dyrefôr ved utluting av halm vil som oftest medføre utslipp av betydelige mengder organisk stoff til vassdrag og dreneringssystem. Luten som er sterkt basisk (pH ~ 12) tappes vanligvis

av én til to ganger pr. år og unøytralisert gir disse utslipp store sjokkvirkninger, mens utslippene av skyllevann gir de mer kontinuerlige utslippsmengder. Utlutet halmmengde kan beregnes på basis av lutforbruket (80 kg NaOH pr. tonn tørr halm) 1 tonn tørr halm gir 4 tonn ferdig lutet halm. Tapet av lut regnes til 30 kg NaOH pr. tonn tørr halm (opplysninger fra Norsk Forkonservering).

Utslipp:	pr. tonn tørr halm
Tørrstoff	ca. 140-150 kg
Organisk stoff	" 100-110 "

Arnesen (1970) har angitt utslippene av organisk stoff til 700 p.e. pr. tonn tørr halm. Disse verdiene må oppfattes som orienterende. Utslippsberegninger for Stavangerområdet bygger på jordbrukstelling av 1969.

4.2.2 Tilførsel av næringssalter

Utslipp av nitrogen og fosforforbindelser gir gjødselsvirkning i vann på samme måte som på land. Nitrogen og fosfor kan forekomme som uorganiske forbindelser (ammonium (NH_4^+), nitritt (NO_3^-), nitrat NO_3^- , hydroksylamin (NH_2OH), ortofosfat (PO_4^-), fosforpentoksyd (P_2O_5) m.v. eller bundet i organisk materiale (proteiner, aminosyrer, urinstoff, urinsyre, fosfor-lipider RNA og DNA baser m.v.).

Av beregningsmessige grunner skiller en ofte ikke mellom nitrogen- og fosforforbindelsenes ulike tilstandsformer selv om dette er av betydning for forurensningsvirkningene i resipienten. Belastningene med og tilførslene av næringssaltene nitrogen og fosfor angis oftest som vekten av nitrogen og fosfor (elementvekt). Således vil 85 g natriumnitrat (NaNO_3) og 53,5 g ammoniumklorid (NH_4Cl) utgjøre 14 g nitrogen.

Næringssaltene gjødselsvirkning i resipienten vil være avhengig av N- og P-forbindelsenes tilstandsform. Organisk bundet nitrogen og fosfor må i stor grad nedbrytes og omdannes før det er tilgjengelig for plantene. Noe av denne nedbrytning kan skje i overflatelaget, men mye av det tilførte organiske materiale vil sedimentere ut (bunnfelles), og på denne måten vil en del av de tilførte næringssalter helt eller

delvis unntas fra den lyspåvirkende sone der planteproduksjonen foregår. Følgelig kan en vanskelig foreta noen direkte jevnføring mellom utslipp og forurensningsvirkning, uten at det foreligger inngående målinger i resipienten.

Husholdningsavløpsvann. Ved beregning av næringssaltutslipp fra husholdninger har en benyttet:

1 boligenhet	= 3,5 personekvivalenter (p.e.)
1 personekvivalent	= 12 g nitrogen (N)
1 "	= 3 g fosfor (P)

og det skilles ikke mellom organiske og uorganiske N- og P-forbindelser.

Industrielt avløpsvann. Fjordområdenes tilførsler av nitrogen og fosfor fra industribedrifter skriver seg dels fra sanitære installasjoner, kantine, vanlig renhold (vaskemidler) og kan relateres til antall ansatte, mens en i mange bedrifter vil ha utslipp av nitrogen og fosfor fra selve produksjonen (tap av råstoff f.eks. fra nærings- og nytelsesindustri, både primærindustri og foredlingsbedrifter), eller i forbindelse med rengjøring av produksjonsmidler og produksjonsutstyr. Fosfor- og nitrogenholdige reagenser kan også inngå i produksjonsprosessene.

Meierier. Douveng og Harbäck (1971) angir melkens fosforinnhold til ca. 950 mg P/l og med samme %-vise tap som anført i kapittel 4.2.1 vil en kunne beregne bedriftens utslipp av fosfor på teoretisk grunnlag. Stensland (1972) oppgir N:P-forholdet til ca. 4,7:1,7 i meieriavløpsvann. Ved beregninger av utslippene for Frue meieri har en benyttet opplysninger fra Statens vann- og avløpskontor og bedriftens opplysninger om bruk av fosforholdige vaskemidler (MIu-base).

Ved beregninger av slakterienes utslipp har en benyttet innsendte opplysninger i forbindelse med utslippssøknader.

Selvstendige kjøttforedlingsbedrifter er utslippsberegnet på grunnlag av omregnede verdier fra NIVA-rapport nr. 0-15/72 som gir ca. 0,4 kg N og 0,04 kg P pr. tonn foredlet vare.

Vegetabilsk konserverindustri vil kunne gi utslipp av næringssalter alt etter produksjonsopplegg og vaskerutiner. Mengdene er imidlertid

vanskelig å beregne, men i forhold til belastningen med organisk stoff er trolig utslippsmengdene beskjedne. For distriktets bedrifter har en til nå ikke fått inn opplysninger som muliggjør beregninger av næringssaltutslipp.

Fiskehermetikk og fisketilvirkning er antatt å gi tap i samme størrelsesorden som ved foredling av kjøtt. (Opplysninger fra Stavangerområdet mangler imidlertid.)

I førkjøkkener, i benfett- og benmelproduksjon oppgis det i litteraturen at tapet er ca. 0,7 kg N og 0,01 kg P pr. tonn råvare (ref. i kap. 4.3.1). Opplysning om slike bedrifter i Stavangerområdet er stort sett manglende.

For ølbryggerier oppgis i litteraturen ca. 0,028 kg fosfor pr. m³ produsert øl (ref. som i foregående kapittel), mens en for mineralvannproduksjon ikke regner med fosforutslipp av betydning. Ved beregningene har en benyttet produksjonsoppgaver fra Tou A/S.

Ved kjemisk overflatebehandling av metaller (galvanoteknisk virksomhet i forbindelse med forsølving, fornikling, forkromming, kadmiering og forsinking) og ved industriell lakkering, benyttes ofte nitrogen og/eller fosforholdige forbindelser (til avfetting, vask og passifisering). I den grad det har vært praktisk mulig har en innsamlet opplysninger for de enkelte bedrifter hos Statens vann- og avløpskontor, i forbindelse med den bransjevise behandling av utslippsforhold og renses-tekniske tiltak. Ved beregningene har en i mange tilfeller måttet basere seg på innkjøpt kjemikalimengde, og som omregningsfaktorer har en benyttet følgende:

Tabell 11. Styrke av noen konsentrerte syrer og baser.¹⁾

Forbindelse	Spesifikk vekt	g tørrsubstans pr.100 g løsn.	g tørrsubstans mol	
			pr.1000 ml løsn.	pr.1000 ml
Saltpetersyre (HNO ₃)	1,42	69-70	990	16
Fosforsyre (H ₃ PO ₄)	1,71-1,72	85	1450	15
Ammoniakkvann (NH ₄ OH)	0,90	28 (NH ₃)	250	15

¹⁾ Etter Lange 1969.

Det er likeledes regnet med at 90-95% av syre-base-kjemikaliene tapes (noe avhengig av produksjonsforholdene).

Avrenning fra fyllplasser. Fyllplasser kan i mange tilfeller gi betydelige tilførsler av næringssalter. For Grønmo fyllplass i Oslo har en i perioden 18/6-70-15/2-71 målt følgende næringssaltkonsentrasjoner i avløpsvannet, jfr. tabell 12.

Tabell 12. Næringssaltinnhold i dreneringsvann fra Grønmo søppelfyllplass. Etter Halberg 1972, muntlig opplysning.

	Variasjonsbredde mg N-P/l	Middelverdi mg N-P/l	Antall prøver N
Ortofosfat	0,1-7,9	1,38	10
Total fosfor	2,4-8,1	5,22	11
Bundet og fri ammonium BFA	12,3-65,1	30,5	12

Bidraget av næringssalter fra fyllplasser i Stavangerområdet er ikke beregnet idet en savner opplysninger om fyllplassenes beliggenhet, areal, rensetekniske installasjoner m.v.

Avrenning fra landarealer, utslipp fra ensilering- og halmlutingsvirksomhet og tilførsel ved gjødsling. Tilførsel av næringssalter ved avrenning fra forskjellige områder (bolig- og industriområder, dyrket mark, utmark og "uproduktive" fjell og myrområder) er alltid vanskelig å anslå med basis i erfaringsdata idet lokale variasjoner i jordsmonn, terrengformasjoner, vekstsesong, gjødselbruk m.v., gjør store utslag. Hvis terrenget er kupert, vil en vesentlig del av regnvannet avrenne på overflaten til nærmeste vassdrag. Følgelig vil utvaskingen gjennom jordsmonnet reduseres. Det samme vil skje med frossen mark uansett terrengformasjoner, og der det er lite løsmasser eller dårlig permeabilitet. Ved store nedbørmengder vil avrenningen også medføre massetransport (partikkeltransport) noe som vil kunne føre til betydelige variasjoner m.h.t. utvasking av fosfor. Generelt vil nitrogen vaskes ut hurtigere enn fosfor som følge av større løselighet, men sivilisatorisk påvirkning i nedbørfeltet vil kunne endre utvaskingsforholdene vesentlig. Fjellsprengning, gjødsling,

oppdemming, vassdragsoverføring og drenering er viktige faktorer for slike endringer i avrennings- og utvaskingsforløpet m.h.t. nærings-salter.

I tabell 13 er det samlet noen avrenningstall for utvaskingen av nærings-salter fra dyrket mark, skog og uproduktive områder.

Tabell 13. Avrenning fra dyrket mark, skog og utmark.

	Dyrket mark		Skog		Uproduktive områder	
	kg/km ²	pr. år	kg/km ²	pr. år	kg/km ² pr. år	
	N	P	N	P	N	P
Brink & Gustavson (1970)	350	8,9	220	6,4		
OECD (1973)	1200	40,0	200	5,0		
Bylterud & Uhlen (1973)	1000	8,0	220	6,5	120	3,2
Holtan 1974 muntlig opplysning						6

Brinkman og Gustavsons materiale refererer til normalt gjødslede områder i Sverige (ingen gjødsling av skog). OECD-tallene refererer til middel fra 8 forskjellige land og kan vanskelig sies å være representative for annet enn områder med intensivt jordbruk. Bylterud & Uhlens tall er antatt å utgjøre transport av nærings-salter fra dyrket mark uten gjødsling og er valgt med støtte i lysimeterforsøk. De viser god overensstemmelse med NIVAs undersøkelser av Leira på Romerike (Holtan 1971).

Holtan (1972) har beregnet nitrogen og fosfortransporten med avrenningsvann fra Forus-området, etter måling i Forus-kanalen.

Tabell 14. Forurensningstilførsler av nitrogen og fosfor i Forus-kanalen.

	1970	1971	Avrundet middel
Tot P kg/år	1 510	1 590	1 550
Tot P kg/år km ²	170	180	175
Tot N kg/år	19 730	18 350	19 000
Tot N kg/år km ²	2 200	2 000	2 100

Dette er meget høyere verdier enn hva som anses som normalt for jordbruksområder i Norge, og må ses i sammenheng med driftsmåten i området (husdyrhold, ensilering og ved at avrenning fra gjødselkjiellere i stor grad tilføres kanalen. Videre ved at Forus-sletta utgjør bunnen i en tidligere innsjø i området.)

Tallene refererer til samlet avrenning inklusive gjødsling, ensilering og halmluting. I beregninger vil en av hensyn til lokale variasjoner helst detaljere beregningene til avrenning uten spesiell gjødsling, bidrag fra naturgjødsel, annen gjødsling, ensilerings- og halmlutingsvirksomhet.

Som beregningsgrunnlag har en i denne rapporten benyttet følgende verdier:

Årsverdier

Dyrket mark uten gjødsling		Skog og uproduktive områder ¹⁾		Dyrket mark med normal gjødsling	
kg N/km ²	kg P/km ²	kg N/km ²	kg P/km ²	kg N/km ²	kg P/km ²
1000	8	200	6	1200	20

¹⁾ Disse arealene er slått sammen (i forhold til data i tabell 13) en ved at en i distriktet har små skogarealer.

Tettsted og boligfelter i området er antatt å kunne tilsvare dyrket mark uten gjødsling (parkanlegg, hager m.v.)

Avrenning fra gjødselkjellere er meget vanskelig å beregne idet bruken av produsert naturgjødsel kan variere betydelig fra landsdel til landsdel. I noen tilfeller skjer det direkte utspyling til vassdrag. Bylterud og Uhlen (1973) antar at 20% av gjødselmengden vil forårsake vannforurensning og at 20% av nitrogeninnholdet og 10% av fosforinnholdet avgis til resipienter. (Gjødsel inneholder ca. 0,5% nitrogen og 0,1% fosfor.) I beregningen er det således antatt at nitrogen og fosfortilførsel utgjør:

Nitrogen: $2 \cdot 10^{-4}$ av produsert gjødselmengde
Fosfor : $2 \cdot 10^{-5}$ " " "

Ved beregninger av gjødselproduksjonen er det benyttet følgende omregningsfaktor:

1 storfe produserer 14 tonn gjødsel pr. år

1 storfe = 1 hest = 10 sauer = 10 geiter = 4,5 svin = 100 høns.
Oppgaver over dyrehold i kommunen er hentet fra jordbrukstillingen av 1969, og dyreholdet er relatert til dyrket mark. Det er antatt samme forhold mellom dyrkningsjord og husdyrhold innen de enkelte nedslagsfelt som innen kommunen, men en har tatt hensyn til at husdyrholdet viser variasjon fra kommune til kommune.

Stavangerområdet har også relativt mye pelsdyr, og selv om fordelingen av pelsdyr vanligvis følger et noe annet mønster enn husdyr, har en søkt å fordele disse på de enkelte nedbørfelter. Ved omregning til "storfeenheter" har en antatt 2 ungdyr tilsvarer et utvokst dyr og at

50 voksne mink = 1 storfeenhet
25 " blårev = 1 "

Beregning av storfeenheter og den kommunevise arealfordeling fremgår av tabell 15.

En vil understreke at tallberegningene refererer seg til husdyrhold fra noen tid tilbake og at ekvivalentberegningene bare gir et skjønnsmessig uttrykk for gjødselproduksjon. Når det gjelder tilførselsbe-

Tabell 15. Husdyrhold i Stavangerområdet. Fordeling av husdyrslag og storfeenheter på kommunene. Fra jordbruksstatistikkene 1969.

Kommune	Jordareal km ²	Hest antall	Storfe antall	Sau antall	Geit antall	Svin antall	Høns antall	Annet fjærkre	Pelsdyr beseth.	Mink voksen	Mink unger	Sølv- & blårev voksen	Sølv- & blårev unger	Sum storfe-		Storfe- enheter/ km ² jord
														enheter	enheter	
Sandnes	207,3	311	13 400	21 134	48	12 379	98 232	357	101	14 805	46 810	71	299	6	19 920	96,1
Stavanger	33,3	169	4 592	546	6	5 757	51 900	113	34	5 234	17 004	101	326	6	6 749	202,7
Sola	52,1	97	8 309	1 405	-	9 725	57 536	45	62	9 416	30 986	58	198	4	11 509	220,9
Randsberg	19,6	74	3 572	126	7	2 491	38 657	50	11	1 276	3 960	28	70	1	4 633	236,4
Sum	312,3	651	29 873	23 211	61	30 352	246 325	565	309	30 731	98 760	258	893	17	42 811	137,1
Sandnes		311	13 400	2 113	5	2 751	982	6		296	47	3	6	6	19 920	96,1
Stavanger		169	4 592	55	1	1 279	519	2		105	17	4	6	6	6 749	202,7
Sola		97	8 309	141	-	2 161	575	1		188	31	2	4	4	11 509	220,9
Randsberg		74	3 572	15	1	554	387	1		25	4	1	1	1	4 633	236,4
Sum		651	29 873	2 322	7	6 745	2 463	10		614	99	10	17	17	42 811	137,1

regningene er det gjort visse forenklinger. I mange områder vil de reelle utslipp langt overstige de anførte verdier bl.a. beroende på direkte utspyling av gjødsel (vanligst fra grisehus og hønserier).

Ensilering vil også medføre betydelige næringssaltutslipp. I henhold til opplysninger fra Norsk Forkonservering vil pressaften inneholde:

Tabell 16. Næringssaltinnholdet i pressaft fra surforsilo.

Komponent.	kg pr. tonn pressaft
Nitrogen (N)	ca. 1,5-2,0
Fosfor (P)	ca. 0,5

1 tonn fersk masse gir ca. 250 kg pressaft.

Også her vil varierende vanninnhold i veksten kunne gi avvik i utslipp av pressaft. Vannholdige vekster vil gi større totalutslipp av nærings-salter enn tørre vekster. Generelt kan en si at vekstenes vanninnhold er høyt i Stavangerområdet som følge av det fuktige klimaet.

Ved beregninger av nedlagt silomasse har en støttet seg til jordbruks-tellingen. Det er antatt at "silofordelingen" er jevn innen en kommune, regnet som silomasse/km² jordbruksareal, jfr. tabell 17. For de enkelte nedbørfelter er det tatt hensyn til at disse kan fordele seg på flere kom-muner som vist i figur 2.

Tabell 17. Produksjon av silofôr og luthalm i Stavangerområdet. Jordbrukstelling 1969.

	Silovirksomhet						Halmfluting				
	Jordbruks- areal i km ²	Silo antall	Silovol. m ³	Silo i bruk 1969	Nedlagt i 1968 m ³	Nedlagt i 1968 m ³ /antall	Nedl. silo- masse pr. areal m ³ , 1968	Bruk m/ egen halm-	Bruk i drift	Ferdig masse i tonn 1968	Ferdig masse i tonn pr. km ² jord
Sandnes	207,3	853	78 757	479	48 368	47 819	233,3	158	124	2 957	14,3
Stavanger	33,3	224	15 578	149	9 619	9 393	288,7	42	21	453	13,6
Sola	52,1	491	43 935	292	25 017	24 473	480,2	120	122	3 498	67,1
Randaberg	19,7	200	15 693	131	8 707	8 657	443,7	46	36	723	36,8
Sum	312,4	1 768	153 963	1 051	91 711	90 342	-	366	303	7 631	

Bylterud og Uhlen (1973) regner med at 50% av pressafta disponeres slik at vannforurensning ikke oppstår.

Næringssaltutslipp som følge av halmluting er antatt å kunne utgjøre:

Tabell 18. Næringssaltutslipp ved halmluting.

Komponent	kg pr. tonn tørrhalm
Nitrogen (N)	2-3 (2,5)
Fosfor (P)	0,6

1 kg tørrhalm = 4 kg våt halm, og det medgår ca. 80 kg NaOH ved luting av 1 tonn tørr halm (oppløst fra Norsk Forkonservering), og av dette vil ca. 30 kg NaOH tapes ved skyllingen. Jfr. også tidligere kapittel.

Produksjonen av silofoer og luthalm i distriktets kommuner fremgår av tabell 17.

4.2.3 Tungmetaller og andre miljøgifter

Tungmetaller og andre miljøgifter (f.eks. cyanid, insektbekjempningsmidler, soppbekjempningsmidler, avfallskjemikalier inneholdende klorerte hydrokarboner, visse dispergeringsmidler, fett og oljeløsningsmidler samt sterkt sure og basiske utslipp) kan ha meget stor betydning som forurensninger. Selv om en i kartleggings- og tilførselsberegninger vanligvis ikke kan få noen fullstendig oversikt over de samlede tilførsler, har en i den senere tid følt et stadig sterkere behov for å fremskaffe orienterende oversikter over tilførsel av slike forbindelser.

Kommunalt avløpsvann. Vanlig kommunalt avløpsvann vil inneholde en del tungmetaller, bl.a. beroende på fysiologisk utskillelse av metaller i befolkningen. (Opptak - lagring = utskilt mengde.) Videre vil innlekket overflatevann fra veier og gater samt dreneringsvann inneholde tungmetaller i varierende mengder. På grunnlag av analyser av kommunalt avløpsvann uten og med tilknyttet industri kan det settes opp følgende tabell:

Tabell 19. Innhold av tungmetaller i avløpsvann i mg/mg³.

Avløpssone	Middelverdier								
	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Mn	Fe
1. Overveiende boligtilknytning	1,7	< 10	180	13	< 50	22	180	60	
2. Bolig og industritilknytning	< 20	170	180	-	110	-	370	-	1090

len er omarbeidet etter: O-40/71 C, O-34/71, O-35/71, O-38/71, O-37/71, O-36/71 samt opplysning fra Halberg 1974.

Jern er ikke målt i avløpsvann fra boligområder, men kan antas å ligge på omlag 500-1000 mg/m³ avløpsvann. Det er her benyttet 750 mg/m³.

I boligområder vil en kunne tilskrive en del av tungmetallinnholdet til infiltrasjonsvann (særlig der en har leire i grunnen). Ved beregningene av tungmetallutslipp i Stavangerområdet har en benyttet tabellens horisontalkolonne 1.

Periodevis vil det kunne forekomme utslipp av oljerester, oljeslam og oljeholdig vann fra boligområder i forbindelse med rengjøring av tanker for fyringsolje m.v. (se senere kapittel).

Industri. Registreringer av bedrifter med metallholdig avløpsvann vil ofte være noe mangelfulle, idet en i mindre bedrifter ofte ikke har kjennskap til sammensetning i reagenser og tilsetningsstoffer. Bruk av handelsnavn og produksjonsmessige rettigheter utgjør vanlige hindringer. Videre vil en ofte måtte anslå hvor mye som tilføres avløpsnett, idet noe av reagensene og tilsetningsstoffene vil inngå i produktene. I større bedrifter vil det kunne etableres lukkede prosesser med oppsamling av verdifulle avfallsstoffer (f.eks. sølv - sink). I hovedtabellene (se bilag) har en dels basert seg på målte verdier i avløpet (der dette foreligger), dels har en tatt hensyn til innkjøpte mengder (forbruk) av reagenser og tilsetningsstoffer. Utslippsdataene er innhentet fra Statens vann- og avløpskontor (kjemisk overflatebehandling av metaller). Det er også verd å være oppmerksom på at en ved slike

registreringer og ved beregninger har liten mulighet til å vurdere eventuelt innhold av mer uvanlig forekommende forbindelser. I denne sammenheng kan navnes at det fra Sola skjer utslipp av små mengder indium.

Stavangerområdet er et senter for leirvare-industri. I denne industrien inngår foruten leire også ofte forskjellige metaller i glasur og farge. Price (ref.in Doff 1969) oppgir følgende verdier for sporelementer i glacial leire fra Sandnes, jfr. tabell 20.

Tabell 20. Sporelementinnhold i glacial leire fra Sandnes, mg/kg = ppm, gjennomsnitt av 12 prøver.

Ba	Nb	Ni	Rb	Sr	Ti	Y	Zn	Zr
779	14	46	209	227	5300	42	136	187

Turekian og Wedepohl (1961) oppgir følgende verdier for sporelementer i sedimentbergarter.

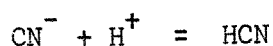
Tabell 21. Sporelementer i sedimentære bergarter, ppm.

As	Ba	Co	Cr	Cu	Mo	Nb	Ni	Pb	Rb	Sr	Ti	V	Y	Zn	Zr
13	580	19	90	45	3	11	68	20	140	300	4600	130	26	95	160

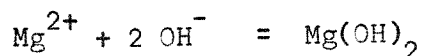
En kan således forvente at leirvareindustrien i distriktet gir et vesentlig tilskudd av enkelte tungmetaller, bl.a. som leirvann ved vask av utstyr benyttet i de primære prosesser (leirbearbeidelse før brenning). I de etterfølgende prosesser vil det i forbindelse med brenning inngå farging og glasering. Innen leirvareindustri benyttes forskjellige typer glasur - oftest inneholdende silikater. Bruk av blyholdige kjemikalier er ikke lenger vanlig. Til nå har det ikke lyktes NIVA å fremskaffe analysedata for de glasurtyper som bedriftene i Sandnes benytter. En har heller ikke fått opplysninger om utslipp av leirslam, slik at hovedtabellen (se bilag) ikke gir opplysninger om de totale tilførsler av tungmetaller fra industrien. Videre vil en også ha utslipp av visse tungmetaller fra annen industri (spesielt steinbearbeidende industri) uten at dette kan la seg registrere.

Ved resipientmessige vurderinger av belastningen med tungmetaller må en ta hensyn til at metallenes tilstandsform har betydning. F.eks. vil seksverdig krom være mer giftig enn treverdig. Likeledes vil utslipp av toverdig jern kunne adskille seg fra treverdig. Angående kompleksbinding vises til tidligere kapittel.

Andre miljøgifter. I enkelte bedrifter med kjemisk overflatebehandling av metaller inngår cyanider (salter av blåsyre) i prosessen, jfr. hovedtabellene (se bilag). Slike komponenter vil foruten å gi resipientmessige belastninger også kunne bety visse faremomenter for det personale som arbeider med vedlikehold av kloakkledningsnett og i renseanlegg, spesielt dersom kloakknettet tilføres sterkt sure avløp som befordrer dannelsen av blåsyregass som avgis til luften. Kjemisk kan dette forklares ved:



Sterkt sure og basiske avløpsvann vil også kunne gi ulemper i ledningsnett (korrosjon, dannelsen av CaSO_4 som gir taring på betongrør m.v.). I resipientene vil forskyvning av syre - base-likevekten kunne gi store virkninger. Riktignok har sjøvann en meget stor bufferkapasitet mot slike utslipp (pH varierer i overflatevann stort sett innenfor 7,7-8,3), men ved sterkt basiske utslipp vil en få en lokal utfelling av sjøvannets magnesium. De kjemiske forhold vises i ligningen:



Sure og basiske utslipp vil vanligvis bare ha lokal betydning i sjøvann.

Insektisider, soppbekjempningsmidler og ugressmidler vil vesentlig skrive seg fra jord- og hagebruksvirksomhet. En har ikke beregningsgrunnlag for i dag å angi belastningen med slike midler. En nærmere kartlegging av og registrering av forbrukte biosider kan vise seg å bli nødvendig.

Emulgerings-, dispergerings- og oljeløsende midler benyttes i industriell avfetting, bilvask og til oljesølsbekjempelse. Alt etter bruksområde har midlene forskjellig sammensetning. En del midler til industriell

avfetting inneholder klorerte hydrokarboner (sterk giftvirkning og akkumulering i næringskjedene). En del midler har et høyt innhold av aromatiske hydrokarboner, og disse forbindelsene er giftige overfor akvatiske organismer - spesielt for planktonorganismer. Dispergerings- og avfettingsmidlene består av et løsningsmiddel og en emulgatorandel. Løsningsmiddelet er som oftest ikke entydig, men består av forskjellige petroleumskomponenter (50-95% av avfettingsvæsker). Generelt kan en si at for akvatiske organismer har aromatiske løsningsmidler større giftvirkning enn de alifatiske. Emulgatoren virker som en brobygger mellom olje og vann (molekylet har en lipofil og en hydrofil del).

For å unngå eller redusere den petroleumsmengde som tilføres vassdrag eller hovedavløpsnett installeres oljeavskillere. Etter en viss oppholdstid i avskillerne vil det vesentligste av oljen være avskilt, men visse mengder olje og oljekomponenter er fremdeles oppløst eller dispergert i vannfasen. Vannfasen vil etter en slik henstand variere fra svakt turbid (< 100 mg/l) til melkehvitt (>1000 mg/l). Bruk av sterkt emulgerende midler har redusert verdien av å anlegge oljeutskillere med kort oppholdstid.

I figur 16 er det vist hvordan restinnholdet av oljekomponenter i vannfasen kan variere ved bruk av forskjellige typer "kaldavfettingsmidler". (Etter Andreassen & Breiland 1974.)

Utlekking av større mengder emulgert olje gir, foruten direkte skader i resipienten, problemer dersom avløpsvannet ledes inn på avanserte renseanlegg (biologiske og kjemiske anlegg) ved at selve renseprosessen blir forstyrret. I biologiske renseanlegg vil det i regelen ikke inntre forstyrrelser om det til anlegget føres avløpsvann som inneholder mindre enn ca. 50 mg olje/l. (Andreassen & Breiland 1974)

Ved bruk av uheldige avfettingsmidler og ved mangelfull tømming av oljeutskillere vil avløpsvannet fra bensinstasjoner - verksteder m.v. kunne inneholde 5-7 g karbon/l vinterstid (stort bilvaskbehov) og 200-500 mg karbon/l om sommeren. Denne differensen skyldes at forbruket av vaskemidler er størst om vinteren. Som en midlere vinterverdi kan angis ca. 800 mg karbon/l (dels fra vaskemiddelet, dels fra den emulgerte

olje), mens en om sommeren vil ha ca. 300 mg karbon/l. Som årsmiddel benyttes 500 mg karbon/l. For norske bensinstasjoner er det gjennomsnittlige vannforbruket ca. 2000 m³/år, tilsvarende 5,5 m³/årsdøgn.

Avrenning fra fyllplasser. Under nedbrytning av organisk stoff skapes det et kjemisk miljø som gjør at forskjellige metaller kan frigjøres. Fyllingene er i regelen rike på metaller både fra husholdningsavfall og grovt avfall. Som det fremgår av tabell 22 kan utslipp av forskjellige metaller bli betydelig.

Tabell 22. Metallinnhold i sigevann fra Grønmo søppelfyllplass. (Etter Halberg 1972.)

Komponent	Variasjonsområde mg/l	Middelverdi mg/l	Antall prøver
Jern (Fe)	39-230	153	6
Krom (Cr)	0,03-0,08	< 0,1	7
Kobber (Cu)	0,04-0,12	0,08	7
Sink (Zn)	2,8 -7,6	5,2	6
Nikkel (Ni)	-	< 0,1	4

Som nevnt i et tidligere kapittel er det ikke gitt opplysninger om fyllplasser i Stavangerområdet.

5. BEREGNEDE TILFØRSLER I DE ENKELTE FJORDER OG FJORDOMRÅDER

Nedenstående beregninger kan betraktes som en foreløpig bearbeidelse så langt det tilgjengelige materiale rekker, og gir av denne grunn ikke et fullstendig bilde av fjordområdenes tilførsler. Selv om det således er en rekke usikkerheter og en har benyttet forenklede beregningsmetoder som det er viktig å ta hensyn til ved bruken av materialet (jfr. kapittel 4), er det imidlertid ikke grunn til å tro at de er av en slik størrelsesorden at det vil endre forholdene vesentlig sammenholdt med de beregnede verdier. De beregnede verdier gir følgelig et relativt godt uttrykk for størrelsesordenen på fjordområdenes tilførsler samt et hensiktsmessig bilde av fordelingen på de enkelte fjordavsnitt - herunder den prosentvise fordeling mellom forskjellige kilder.

Så langt det er forsvarlig har en i de enkelte underkapitler søkt å gi en sammenfattet vurdering av sesongmessige variasjoner i tilførslene samt en nærmere vurdering av beregningsusikkerhetenes betydning i forhold til de tabellerte verdier.

Som nevnt tidligere bør en prinsipielt ikke sette likhetstegn mellom forurensningstilførsler og forurensningsvirkninger. En nærmere vurdering av forurensningsvirkninger (utover det som er nevnt i kapittel 4) faller utenfor rammen av denne rapport. Selv om slike vurderinger i noen grad kan utføres på grunnlag av teoretisk kunnskap, bør de prinsipielt bygge på resipientundersøkelser. Ved slike undersøkelser kan en i langt større grad enn ved teoretiske beregninger alene få informasjon om samvirkning mellom tilførsler, topografiske, geografiske og klimatiske, forhold samt om fjordområdenes evne til biologisk omsetning av de tilførte forurensningskomponenter.

5.1 Volumtilførsler av ferskvann

Beregningene bygger på arealdataene i kapittel 3, de opplysninger som er gitt i kapittel 4.1 og de tabellerte verdiene i appendikset. Etter utregning er tallene skjønnsmessig avrundet noe.

5.1.1 Byfjorden

Volumtilførslene til Byfjorden er vist i tabell 23.

Tabell 23. Naturlig ferskvannstilførsel og tilførsel av avløpsvann til Byfjorden. Middeltilførsler pr. årsdøgn og pr. produksjonsdøgn for avløpsvann. Midlere tilførsel samt vår- og høstverdi-
verdier i den naturlige ferskvannstilførsel.

	Østre havn		Midtre og ytre fj.		Totalt	
	10 ³ m ³ /d	%	10 ³ m ³ /d	%	10 ³ m ³ /d	%
Avrenning fra nedbørfelt	11,2 (8,2-14,3) ¹⁾	62	48,8 (35,6-62,0) ¹⁾	65,5	60,1 (43,8-76,3) ¹⁾	65
Nedbør på fjordoverflate	1,1 (0,8-1,4) ¹⁾	6	17,1 (12,5-21,7) ¹⁾	23	18,2 (13,3-23,1) ¹⁾	18,5
Avløpsvann fra boliger m.v.	3,7	20,5	6,8	9	10,4	11
Avløpsvann fra industriltak	2,1 (3,3) ²⁾	11,5	2,1 (3,4) ²⁾	3	4,2 (6,7) ²⁾	4,5
Gjennomsnittlig tilførsel	18,1		74,8		92,9	
Sesongvariasjon i naturlig tilførsel	9,0-15,7 ¹⁾		48,1-83,7 ¹⁾		57,1-99,4 ¹⁾	

1) Angir beregnet avrenning og nedbør vår og høst.

2) Utslipp pr. produksjonsdøgn. %-verdiene er avrundet til nærmeste 0,5%.

Som det fremgår av tabell 23 vil de samlede avløpsvannmengder i nedbørfattige perioder kunne være av omtrent samme størrelsesorden som den naturlige avrenning til østre havn, mens de naturlige vanntilførsler vil dominere i midtre-ytre fjord, idet avløpsvannet ikke vil overstige ca. 20% av tilførslene i normalt tørre perioder, mens de i middel vil

utgjøre ca. 10-15%. Avløpsvann fra boliger dominerer klart over de industrielle utslipp. På grunn av arealbruken i området vil fjordens tilførsler i perioder uten nedbør bli dominert av avløpsvann, jfr. også kapittel 4.1.

5.1.2 Gandsfjorden

Gandsfjordens tilførsler av vann fremgår av tabell 24. Det er til dels betydelige forskjeller mellom de enkelte fjordområder hva angår de enkelte kilders prosentvise andel av tilførslene. Likeså kan en merke seg at bolig- og industriavløp i middel synes å utgjøre 5-6% både i indre og midtre fjord og at boligavløpsvann synes å dominere over industriavløpene i indre og ytre fjord, mens de er omtrent likeverdige i midtre fjord. I midtre og ytre fjord utgjør nedbør på fjordens overflate en relativt stor del av totaltilførslene. For fjorden som helhet vil nedbør på den frie fjordoverflate være av størrelsesorden ca. 20% av de totale tilførsler.

Tabell 24. Naturlig ferskvannstilførsel og tilførsel av avløpsvann til Gandsfjorden.

Middelttilførsel pr. årsdøgn og pr. produksjonsdøgn for avløpsvann. Midlere tilførsel samt vår- og høstverdier i den naturlige ferskvannstilførsel.

	Indre fjord		Midtre fjord		Ytre fjord		Totalt	
	10 ³ m ³ /d	%	10 ³ m ³ /d	%	10 ³ m ³ /d	%	10 ³ m ³ /d	%
Avrenning fra nedbørfelt	188,2 (137,4-239,0) ¹⁾	93,5	104,5 (76,2-132,6) ¹⁾	68	193,6 (141,3-245,3) ¹⁾	64,5	486,3 (355-618) ¹⁾	74,5
Nedbør på fjordoverflate	2,4 (1,7-3,0) 1)	1	41,2 (30,1-52,4) ¹⁾	26,5	94,3 (68,8-119,7) ¹⁾	31,5	137,9 (101,1-175,8) ¹⁾	21
Avløpsvann fra boliger m.v.	6,5	3	4,3	3	7,6	2,5	18,4	3
Avløpsvann fra industrivirksomhet	4,0 (6,3)	2	4,1 (6,6)	2,5	3,8 (6,0)	1,5	11,9 (18,9)	2
Sum middelveirdi	201,1		154,1		299,3		654,5	
Årstidsvariasjon i naturlige tilførsler	139,1-242,0 ¹⁾		106,3-185,0 ¹⁾		210,1-365,5 ¹⁾		456-794 ¹⁾	

1) angir beregnet avrenning og nedbør vår og høst.

2) gjelder beregnet utslipp pr. produksjonsdøgn.

%-verdiene er avrundet til nærmeste 0,5.

5.1.3 Hafrsfjorden

Hafrsfjorden adskiller seg fra Byfjorden og Gandsfjorden ved at avrenning fra nedbørfelter totalt dominerer på tilførselssiden, og ved at tilførslene fra bolig og industri spiller en meget beskjedne rolle, jfr. tabell 25. Med en videre avskjæring av Hafrsfjorden som anført i avløpsplanen, vil avløpsvannets andel synke ytterligere. En overføring av Stokkavann til ytre fjord vil imidlertid gi en drastisk reduksjon i ferskvannstilførselen til indre fjords dypbasseng (ca. 35%). Til indre fjord totalt blir reduksjonen på ca. 15 % av de samlede tilførsler selv når det er medregnet en betydelig økning som følge av industriutbyggingen på Forus (reduisert fordampning og utslipp av kjølevann og utvidet nedbørfelt).

Tabell 25. Naturlig ferskvannstilførsel og tilførsel av avløpsvann til Hafrsfjorden.

Middelttilførsel pr. årsdøgn og pr. produksjonsdøgn for avløpsvann. Midlere tilførsel samt vår- og høstverdier i den naturlige ferskvannstilførsel.

	Indre fjord				Midtre fjord				Ytre fjord	
	Dypbasseng		Gruntvannsomr.		Totalt					
	10 ³ m ³ /d	%	10 ³ m ³ /d	%	10 ³ m ³ /d	%	10 ³ m ³ /d	%	m ³ m ³ /d	%
Avrenning fra redbørfelt	81,2 (59,3-103,1) ¹⁾	81,5	102,2 (74,6-129,8) ¹⁾	88,5	183,4 (123,9-233,0) ¹⁾	85,5	32,8 (24,0-41,7) ¹⁾	77,5	71,4 (42,1-90,7) ¹⁾	98,5
Etter overføring av Stokkavatn	46,7 (34,1-59,3) ¹⁾				148,9 (108,7-189,1) ¹⁾				106,2 (77,5-134,9) ¹⁾	
Nedbør på fjordoverfl.	17,1 (12,5-21,7) ¹⁾	17	10,6 (7,7-13,5) ¹⁾	9	27,7 (20,2-35,2) ¹⁾	13	8,8 (6,5-11,2) ¹⁾	21	-	
Avløpsvann fra bolig m.v.	1,3	1,5	1,2	1	2,5	1	0,8	2	1,1	
Avløpsvann fra industri- virksomhet	0,3 (0,5) ²⁾	0,5	1,6 (2,6) ²⁾	1,5	0,9 (,15) ²⁾	0,5	uten betydn.		uten betydn.	
Sum	99,9		115,6		214,5		42,4		>72,5	
Ved overføring av Stokkavatn	65,4		115,6		180,0		42,4		>179,7	
Sesongvar. i naturlig tilførsel	71,8-124,8 ¹⁾		82,3-143,3 ¹⁾		153,1-268,1 ¹⁾		30,5-52,9 ¹⁾			

Ved beregningen er det tatt hensyn til at det blir en økt avrenning som følge av industrireiseing i Forusområdet. Tegnforklaring som for tabell 23 og 24.

Sammenlignet med de andre fjordene skiller Hafrsfjorden seg også ut ved at nedbøren på den frie fjordoverflate utgjør en mindre prosentandel av de samlede tilførsler.

5.2 Tilførsel av organisk materiale

I kapittel 4 er det redegjort for beregningsgrunnet og de grunnlagsopplysninger som foreligger for regionen. Anslag omkring naturlig avrenning er naturlig nok meget vanskelig, men i og med at det er den sivilisatoriske påvirkning som er av størst interesse i forbindelse med resipientundersøkelser har en i beregningsarbeidet konsentrert seg om disse tilførslene. I beregningstabellene, tabell 26, 27 og 28, fremgår derfor ikke de totale tilførsler. For å markere dette har en listet opp flere kilder enn de en har kunnet foreta pålitelige beregninger for.

Ved beregning av gjennomsnittlige produksjonsdøgnverdier ved ensilering har en søkt å beregne det midlere utslipp i den tid nedlegging foregår. Som det fremgår av tabellene synes ensilering (og øvrige landbruksaktiviteter) å være av beskjedent størrelse på årsbasis, mens en i sesongen vil ha betydelige utslipp. Følgelig ville en tabellarisk oversikt over årsgjødnertilførslene alene gi et misvisende bilde av situasjonen. Tilsvarende beregninger er ikke utført for halmluting og gjødselavrenning, idet disse kildene gir langt mer jevne utslipp. (Riktignok vil en i mange tilfelle kunne få betydelige støtutslipp fra halmlutning når svartluten tappes ut, men skyllingen representerer en meget stor utslippsutjevning over tid.) De reelle utslipp fra landbruksaktiviteter i regionen er muligens noe større enn det som fremgår av beregningstabellene (jfr. det som i kapittel 4 er nevnt om landbruksavrenning i Forusområdet).

De beregnede industriutslipp er også noe lavere enn de reelle verdier. Den prosentvise fordeling mellom reelle industri og landbruk er trolig av samme størrelsesorden som tabellen.

5.2.1 Byfjorden

Fjordens tilførsler av lett nedbrytbart organisk materiale fremgår av tabell 26.

Selv om industriens utslippstall er noe høyere enn de beregnede verdier tilsier, vil husholdningsavløpsvann dominere de årlige tilførslene av organisk stoff både i de enkelte fjordavsnitt og i fjorden som helhet. Dette endres ikke om en baserer seg på industriens utslipp pr. produksjonsdøgn. Naturlig nok er tilførslene av organisk stoff fra landbruksaktiviteter beskjedne over året, men i ensileringssesongen vil slike utslipp i midtre og ytre fjord - samt i fjorden som helhet, spille en viss rolle.

Det er også av interesse at tilførslene av organisk stoff fra sanitæravløpsvann synes høyere enn tilførslene fra prosess og rengjøring. Selv om forskjellen antakeligvis ikke er så stor som tabellen kan gi inntrykk av (på grunn av slike faktorer som er nevnt i kapittel 4), er det lite trolig at dette vil endre dette forhold vesentlig.

Tabell 26. Tilførsel av organisk materiale til Byfjorden.
 Gjennomsnittlige årsdøgnverdier (I) og gjennomsnittlige produksjonsdøgnverdier (II).

	Indre fjord (# Østre Havn)		Midtre og ytre fjord				Totalt	
	I Kg BOF ₇ /d	II Kg BOF ₇ /d	I Kg BOF ₇ /d	II Kg BOF ₇ /d	I %	II Kg BOF ₇ /d	I Kg BOF ₇ /d	II Kg BOF ₇ /d
Naturlig avrenning	-		-				-	
Landbruksaktiviteter								
Ensilerings ^x	uten betyd.		88	(688)	5		88	(688)
Halmputing ^x	uten betyd.		18		1		18	
Gjødselavrenning	-		-				-	
Fyllplasser	-		-				-	
Boliger, institusj. m.v.								
Ordnete kloakkforh.	919		1609		87		2520	
Spredt bosetting	-		-				-	
Industrivirksomhet								
Saniteravløpsvann	>245	(392)	>139	(222)	8		>384	(614)
Prosess- og vaskevann	>55	(88)	-				>55	(88)
Sum	>1219		>1846				>3065	

^x Beregning til Kg BOF₇/d må anses som orienterende, jfr. det som er nevnt i kap. 4. om halmputing.

Omregnet til personekvivalenter (konf. definisjon i kapittel 4) vil døgnbelastningen i de enkelte fjordavsnitt være av følgende størrelsesorden:

Tabell 27. Tilførsel av lett nedbrytbart organisk stoff til Byfjorden (regnet som p.e.). De laveste tallene refererer til midlere årsdøgntilførsel, mens de høyeste gjelder midlere tilførsler pr. produksjonsdøgn.

Indre fjord	Midtre og Ytre fjord	Totalt i Byfjorden
16 300 - 18 700	24 500 - 33 800	40 800 - 52 500

5.2.2 Gandsfjorden

I Gandsfjorden er husholdningsavløpsvann dominerende i alle områder og det er rimelig grunn til å anta at disse utslippene svarer for omlag 70-80% av de totale årstilførsler. Mens en i Byfjorden synes å ha mindre prosessavløp enn sanitæravløp fra industritiltak er forholdet i Gandsfjorden motsatt. Dette har dels en sammenheng med industrilokaliseringen i området, men noe av forskjellen kan også tilskrives slike usikkerheter som kapittel 4 omhandler. Tilførslene av lett nedbrytbart organisk stoff fremgår av tabell 28.

Tabell 28. Tilførsel av organisk materiale til Gandsfjord.
Gjennomsnittlige årsdøgnverdier (I) og gjennomsnittlige produksjonsdøgnverdier (II).

	Indre fjord			Midtre fjord			Ytre fjord			Totalt		
	I Kg BOF ₇ /d	II Kg BOF ₇ /d	I %	I Kg BOF ₇ /d	II Kg BOF ₇ /d	I %	I Kg BOF ₇ /d	II Kg BOF ₇ /d	I %	I Kg BOF ₇ /d	II Kg BOF ₇ /d	I %
Naturlig avrenning	-		-	-		-	-		-		-	
Landbruksaktiviteter												
Ensilering	317	2479	15	84	657	6	72	563	3	473	3699	8
Halmfoting ^x	40		2	9		1	8		-	57		1
Gjødselavrenning	-		-	-		-	-		-	-		-
Fyllplasser	-		-	-		-	-		-	-		-
Boliger, institusjoner m.v.												
Ordnete kloakkforh.	1613		76	1069		70	2030		83	4712		78
Spredt bosetting	-		-	-		-	-		-	-		-
Industrivirksomhet												
Sanitæravløpsvann	>58	93	3	>37	59	2	>150	240	6	>245	392	4
Prosess- og vaskevann	>81	130	4	>318	509	21	>173	270	7	>572	915	9
(f775=fremtidig)				(775=fremtidig)								
Sum	2109			1517			2433			6059		

^x Beregning til Kg BOF₇/d må anses relativt usikkert.

I ensileringssesongen er utslipp av silopressaft en betydelig kilde, og vil, sammenliknet med utslippene av husholdningsavløpsvann, kunne utgjøre omlag 150, 50 og 25-30% i de enkelte fjordavsnitt. Tilsvarende vil industrien svare for henholdsvis ca. 15%, 50-55% og 50-55% av boligkloakken.

Omregnet til personekvivalenter (pe) vil døgobelastningen utgjøre:

Tabell 29. Tilførsel av lett nedbrytbart organisk stoff til Gandsfjord
(regnet som p.e.).

Indre fjord	Midtre fjord	Ytre fjord	Totalt
28 100 - 58 100	20 200 - 30 700	32 400 - 41 600	80 700 - 211 100

De laveste verdiene refererer til midlere årsdøgntilførsel, mens de høyere gjelder midlere tilførsler pr. produksjonsdøgn.

5.2.3 Hafnsfjorden

Fjordens tilførsler er gjengitt i tabell 30.

Tabell 30. Tilførsel av organisk materiale til Hafstrfjord.

Gjennomsnittlige årsdøgnverdier (I) og gjennomsnittlige produksjonsdøgnverdier (II).

	Indre fjord dybasseng										Totalt			Midtre fjord			Ytre fjord			Totalt														
	Stokka- vatn		Øvrige		I		II		I		II		I		II		I		II		I		II											
	Kg BOF _T /d	%	Kg BOF _T /d	%	Kg BOF _T /d	%	Kg BOF _T /d	%	Kg BOF _T /d	%	Kg BOF _T /d	%	Kg BOF _T /d	%	Kg BOF _T /d	%	Kg BOF _T /d	%	Kg BOF _T /d	%	Kg BOF _T /d	%	Kg BOF _T /d	%										
Naturlig avrenning	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										
Landbruksaktiviteter																																		
Ensilerings	75		114		189		(1478)		31		(4035)		54		705		(5513)		45		244		(1908)		45		1092		(8539)		43		8	
Halmfluting	7		22		29				5				12		141				9		37				7		206							
Gjødselavrenning	-		-		-				-		-		-		-				-		-				-		-							
Fyllplasser	-		-		-				-		-		-		-				-		-				-		-							
Bolig-, institusjoner m.v.																																		
Ordrede kloakkforhold																																		
Spredt bosetting			330		330				54				32		629				40		265				49		1100							
Industrivirksomhet																																		
Sanitærvåpnevann																																		
Prosess- og vaskevann																																		
Gjennomsnittlig årsdøgn- tilførsel					605										1554						372						2556							

I pr. årstdøgn

II pr. produksjonsdøgn

x beregning av BOF_T/d nå anses relativt usikkert.

Hafrsfjorden, jfr. tabell 30, atskiller seg meget klart fra Byfjorden og Gandsfjorden, idet landbruksaktivitetene synes å spille omtrent like stor rolle som avløpene fra bolig og industri, regnet over året. I ensileringssesongen vil omlag 80-90% av tilført organisk stoff pr. døgn skyldes pressaft - også når det er tatt hensyn til produksjonsdøgnutslippene i industrien.

Beregningene tyder på at det er karakteristiske forskjeller mellom de enkelte fjordområdene i Hafrsfjord. Forholdene i Foruskanal viser at belastningen med lett nedbrytbart organisk materiale er stor ("lamme-haler" ble i 1972 observert så sent som i midten av oktober).

Omregnet til personekvivalenter vil døgnbelastningen være av størrelsesorden:

Tabell 31. Tilførsel av lett nedbrytbart organisk materiale til Hafrsfjorden (regnet som p.e.).

Indre fjord	Midtre fjord	Ytre fjord	Totalt
20 700 - 85 500	5 000 - 18 000	7 300 - 29 500	33 000 - 133 000

De laveste tallene refererer til midlere tilførsler pr. årsdøgn, men de høyeste gjelder midlere tilførsel pr. produksjonsdøgn.

5.3 Tilførsel av fosfor

I kapittel 4.2.2 fremgår det at en ved oversiktsberegninger vanligvis ikke skiller mellom bundet og oppløst fosfor, og det ble anført at en derved ikke kan foreta noen umiddelbar sammenlikning mellom tilførsel av næringssalter og forurensningsvirkninger i resipienten, til det kreves omfattende undersøkelser og målinger i vannmassene.

På den annen side vil oversiktsberegninger være av stor betydning både ved planlegging av undersøkelser og vurdering av resultatene fra slike undersøkelser.

Det er mer sannsynlig at de teoretisk beregnede verdier heller er for lave enn for høye i forhold til de reelle tilførsler. Dette fremgår av det som er nevnt i kapittel 4.2.2, samt ved at en i området har høyere utslipp av næringssalter fra jordbruksvirksomhet enn i landet for øvrig. De utførte målinger i Foruskanalen bekrefter dette. For å få et nærmere kjennskap til størrelsen av dette, kan en foreta sammenlikninger mellom teoretisk beregnede og målte verdier i Forusområdet. En slik detaljert sammenlikning faller noe utenfor rammen av denne rapport, men **overslagsberegninger** tyder på at jordbruksavrenning og tilførsel ved husdyrhold og ensilering kan være ca. 15-25% høyere enn det som fremkommer i beregningstabellene. Før det kan utføres mer detaljerte studier kreves at en har bedre kjennskap til landbruksvirksomheten i området.

Utvaskingen av fosfor på land er i stor grad nedbøravhengig, og utvaskingen vil således vise sesongmessige variasjoner tilnærmet på samme måte som de nedbørmessige variasjoner, jfr. kapittel 5.1. Ved beregningene har en imidlertid ikke lagt særlig vekt på dette, idet avrenningen fra land utfjør en prosentvis liten andel av de totale tilførsler.

5.3.1 Byfjorden

I likhet med tilførslene av organisk materiale dominerer boligavløpene på årsbasis. De andre kildene spiller prosentvis en meget beskjeden rolle, dog vil industriens utslipp pr. produksjonsdøgn utgjøre omlag 20% av de totale tilførsler i fjorden som helhet og 30-35% av tilførslene til indre fjord. Av dette utgjør sanitæravløpsvann en meget vesentlig andel. (Prosessavløpene er i tabellen lavere enn de reelle utslipp.) Fosfortilførslene fremgår av tabell 32.

Tabell 32. Tilførsel av fosfor til Byfjorden.

Gjennomsnittlige årsdøgnverdier (I) og gjennomsnittlige produksjonsdøgnverdier (II).

	Indre fjord (= Østre Havn)			Midtre og ytre fjord			Totalt		
	I kg P/d	II kg P/d	I %	I kg P/d	II kg P/d	I %	I kg P/d	II kg P/d	I %
Avrenning fra dyrket mark uten gjødsling, inkl. parker og hager	0,05		< 1	0,10		< 1	0,15		< 1
Dyrket land m/gjødsling inkl. gjødslet beite	uten betyd.			0,30		< 1	0,30		< 1
Uproduktive områder inkl. løvskog	uten betyd.			0,05		< 1	0,05		< 1
Jordbruksaktiviteter									
Ensilering	uten betyd.			0,90	(7,05)	1	0,90	(7,05)	< 1
Halmlutting	uten betyd.			0,05		< 1	0,05		< 1
Gjødselsavrenning	uten betyd.			0,85		1	0,85		< 1
Boligområder, institusj. Ordnete kloakkforh. Spredt bosetting	36,75		77	64,05		89	100,80		84
Industrivirksomhet	-			-			-		
Saniteravløpsvann	>9,80	(>15,7)	21	>5,60	(>9,0)	8	>15,40	(>24,7)	>13
Prosess- og vaskevann	>1,05	(>1,7)	2	-			>1,05	(>1,7)	>1
Fyllplasser	-			-			-		
Sum	>47,65			>71,9			>119,55		

En forsiktig omregning til personekvivalenter antyder at årsdøgn- og produksjonsdøgnutslippene er av følgende størrelsesorden:

Tabell 33. Tilførsel av fosfor til Byfjorden (regnet som p.e.).
De laveste verdiene refererer til midlere årsdøgntilførsler,
mens de høyeste tallene gjelder midlere tilførsler pr.
produksjonsdøgn.

Indre fjord	Midtre og ytre fjord	Totalt
15.900-18.100	24.000-25.100	40.000-43.200

Dette tilsvarer omtrent den organiske belastningen, regnet som p.e. BOF₇/d, jfr. kapittel 5.2.1.

5.3.2 Gandsfjorden

Gandsfjorden skiller seg noe ut fra Byfjorden ved at årstilførslene fra land (naturlig avrenning) og landbruksaktiviteter beregningsmessig gir høyere prosenttall. Spesielt i indre fjord vil en i ensileringssesongen ha betydelige fosfortilførsler. Som det fremgår av tabell 34, utgjør boligavløpsvann de største tilførsler i indre og ytre fjord, mens industriavløp er helt dominerende i midtre fjord. Dette skyldes i stor grad Rørvalseverket som synes å ha et forbausendestort tap av fosfor, hvorved også fjordens totale tilførsler helt domineres av industrielle utslipp. Derved blir de øvrige kilders prosentvise andel lav, selv om de absolutte tall viser at de avgjort er av betydning.

Tabell 34. Tilførsel av fosfor til Gandsfjorden.
Gjennomsnittlige årsdøgnverdier (I) og gjennomsnittlige produksjonsdøgnverdier (II).

	Indre fjord			Middre fjord			Ytre fjord			Totalt		
	I Kg P/d	II Kg P/d	I %	I Kg P/d	II Kg P/d	I %	I Kg P/d	II Kg P/d	I %	I Kg P/d	II Kg P/d	I %
Avrenning fra dyrket mark uten gjødsling, inkl. parker m.v.	0,15		<1	0,10		<1	0,25		<1	0,50		<1
Dyrket land m/gjødsling inkl. gjødslet beite	1,10		1	0,25		<1	0,25		<1	1,60		<1
Uproduktive områder inkl. løvskog m.v.	0,20		<1	0,20		<1	0,45		<1	0,95		<1
Landbruksaktiviteter												
Ensilering	3,20	25,00	4	0,85	6,65	<1	0,70	5,5	1	4,75	37,2	1
Halmfluting	0,10		<1	0,05		<1	0,05		-	0,20		-
Gjødselavrenning	1,45		2	0,65		<1	0,60		1	2,65		<1
Boligområder, institusjoner												
Ordnete kloakkforhold	>64,55		78	>42,75		6	>81,20		89	188,50		21
Spredt bosetting	-			-			-			-		
Industrivirksomhet												
Sanitæravløpsvann	>2,35	>3,75	3	>1,50	>2,40	<1	6,00	>9,6	7	9,85	>15,8	1
Prosess- og vaskevann	>9,60	>15,36	12	675,50 (686,50) x	1080,8	94	1,55	2,5	2	686,65	>1098,65	77
Fyllplasser	-			-			-			-		
Sum årsdøgnverdier	>82,70			721,85			91,05			895,65		

x fremtidig økning

På samme måte som for Byfjorden kan fosfortilførslene omregnes til personekvivalenter:

Tabell 35. Tilførsel av fosfor til Gandsfjorden (regnet som p.e.).
De laveste verdiene refererer til midlere årsdøgntilførsler, mens de høyere tallene gjelder mindre tilførsel pr. produksjonsdøgn.

Indre fjord	Midtre fjord	Ytre fjord	Totalt
27.600-37.200	240.600-378.000	30.300-33.300	298.500-448.500

5.3.3 Hafrsfjorden

Tilførslene av fosfor til Hafrsfjorden fremgår av tabell 36. For Forus har en basert seg på målte totalverdier hvorved beregningene over de enkelte kilders prosentvise andel f.eks. av de samlede fjordtilførsler, ikke gir et helt enhetlig sammenlikningsgrunnlag. (Se tabell 36). Således vil boligernes og industriens andel være for høyt beregnet og de øvrig tilsvarende for lavt beregnet. Forskjellene er imidlertid ikke så stor at det endrer på de klare forskjeller det er kildene imellom. Årsdøgntilførslene er dominert av utslipp fra industri og boliger, og her utgjør prosessavløpsvann den betydeligste fosforkilde til indre fjord.

Tabell 36. Tilførsel av fosfor til Hafresfjorden. Gjennomsnittlige døgnverdier (I) og gjennomsnittlige produksjonsdøgnverdier (II).

	Indre fjord								Midtre fjora			Ytre fjord			Totalt ¹⁾							
	Stokka vatn		Øvrige dybbasseng		Forus	Øvrige gruntvann		Totalt ¹⁾			I Kg P/d	II Kg P/d	I %	I Kg P/d	II Kg P/d	I %	I Kg P/d	II Kg P/d	I %			
	I Kg P/d	II Kg P/d	I Kg P/d	II Kg P/d	I Kg P/d	I Kg P/d	II Kg P/d	I Kg P/d	II Kg P/d	I %												
	I Kg P/d	II Kg P/d	I Kg P/d	II Kg P/d	I Kg P/d	I Kg P/d	II Kg P/d	I Kg P/d	II Kg P/d	I %												
Avrenning fra dyrket mark uten gjødsling inkl. parker og hager.	0,05		0,10		x		0,05				0,20	<1	0,05		1-2	0,05		<1	0,30		<1	
Dyrket mark m/gjødsling inkl. gjødslet beite.	0,20		0,30		x		0,60			1,10	1-2	1-2	0,30		3	0,50		3	1,90		2	
Uproduktive områder inkl. løvskog m.v.	0,05		0,10		x		0,10			0,25	<1	<1	uten betyd.		<1	0,05		<1	0,30		<1	
Landbruksaktiviteter																						
Ensilering	0,75	(5,85)	1,40	(10,95)	x		1,10	(8,6)		3,25	(19,55)	4	1,45	(11,20)	13	2,45	(19,15)	16	7,15	(49,9)	7	
Halmfluting	0,05		0,05		x		0,30			0,40	1-2	1-2	0,10		1	0,10		1	0,60		1	
Gjødselavrenning	0,60		0,55		x		1,70			2,85	4	4	0,90		8	1,60		10	5,35		5	
Boligområder, institusjoner																						
Ordrede kloakkforh.	-		13,20		x		11,95			25,15	34	34	8,20		75	10,60		69	43,95		44	
Spredt bosetting	-																					
Industrivirksomhet																						
Sanitæravløpsvann	-		0,05	(0,10)			0,30	(0,5)		0,35	(0,55)	1-2	-			-			0,35	(0,55)	<1	
Prosess- og vaskevann	-		2,50	(4,0)			33,85	(54,2)		36,35	(58,16)	49	-			-			36,35	(58,16)	36	
Fyllplasser	-																					
Sum Forus					4,25					4,25	6									4,25		4
Gjennomsnittlig årsdøgn-tilførsel	1,70		18,25		4,25		49,95			74,15			11,0			15,35			100,50			

I pr. årsdøgn
 II pr. produksjonsdøgn
 1) Verdien og %-angivelse i sumkolonnene er for lave idet Forusområdet ikke er splittet opp på de forskjellige kildene.
 x Inkludert i de målte fosfortilførsler.

I vekstsesongen utgjør imidlertid avrenning fra dyrket mark og utslipp av silopressaft en betydelig andel av de totale tilførsler, (og antakelig noe mer enn det tabellen viser).

Omregnet til personekvivalenter blir tilførslene av fosfor av følgende størrelsesorden:

Tabell 37. Tilførsel av fosfor til Hafnsfjorden (regnet som p.e.)

Indre fjord	Midtre fjord	Ytre fjord	Totalt
24.700-37.500	3.700-6.900	5.100-10.700	33.500-55.100

De laveste tallene refererer til midlere årsdøgntilførsler, mens de høyeste verdiene gjelder midlere utslipp pr. produksjonsdøgn.

Sammenliknet med den organiske belastningen (kap. 5.2.3) er fosforbelastningen høyere i indre fjord, noe lavere i midtre og ytre fjord, samt høyere i fjorden som helhet.

5.4 Tilførsel av nitrogen

Nitrogen vil tilføres i form av organisk bundet partikulært materiale, i form av oppløst organisk stoff og uorganisk lettløselige salter. Ved beregningene har en ikke skilt mellom disse tilstandsformene. På samme måte som for fosfor er avrenningen fra land sesongbetont, men på det nåværende tidspunkt har en ikke forsøkt å vurdere slike variasjoner.

Beregningene omfatter ikke tilført nitrogen fra luften. I fjorder med stor overflate i forhold til nedbørfelt f.eks. Gandsfjorden, vil slike tilførsler kunne være av betydning. Slike nedbørberegninger krever også at en har et relativt godt kjennskap til luftens innhold av nitrogenforbindelser. (Med nitrogenforbindelser menes ikke molekylært nitrogen som bare unntaksvis vil ha biologisk interesse.) Målinger av nedbørens innhold av nitrogenforbindelser (NH_4^+ og nitrogenoksyder = NO_x) har vist at slike tilførsler avgjort kan ha betydning. En mulig utvei er her å regne på de direkte tilførsler på fjordområdenes overflate. I Stavangerområdet vil slike beregninger lett kunne bli såvidt spekulative at en på det nåværende tidspunkt ikke finner det riktig å utføre slike beregninger.

Når det gjelder tilførsler av nedbør-nitrogen til nedbørfeltene og avrenning derfra til sjøen, er dette "innebygget" i de erfaringstall som benyttes. I stor grad vil en i selve nedbørfeltet omsette (biologisk) nedbørtilførte nitrogenforbindelser. (Holtan 1974, muntlig opplysning).

5.4.1 Byfjorden

Fordelingen på de enkelte kilder følger stort sett det samme mønster som for organisk stoff og fosfor. Dette kan ses som et uttrykk for denne fjords påvirkning fra boliger og industri. En kan imidlertid merke seg at avrenning fra landarealer og landbruksvirksomhet ikke er helt uten betydning, jfr. tabell 38.

Tabell 38. Tilførsel av nitrogen til Byfjorden.

Gjennomsnittlige årsdøgnverdier (I) og gjennomsnittlige produksjonsdøgnverdier (II).

	Indre fjord (= Østre Havn)		Midtre og ytre fjord			Totalt			
	I Kg N/d	II Kg N/d	I %	I Kg N/d	II Kg N/d	I %	I Kg N/d	II Kg N/d	I %
Avrenning fra dyrket Mark uten gjødsling inkl. parker og haver	6,0		3	11,5		4	17,5		3
Dyrket land m/gjødsling inkl. Gjødslet beite	0,5		<1	18,0		6	18,5		4
Uproduktive områder inkl. løvskog m.v.	uten betyd.			1,0		<1	1,0		<1
Jordbruksaktiviteter									
Ensilerering	uten betyd.			3,5	(29,0)	1	3,5	(29,0)	1
Halmfoting	uten betyd.			uten betyd.			uten betyd.		
Gjødselavrenning	uten betyd.			8,5		3	8,5		2
Boligområder, institusj.									
Ordnete kloakkforh.	147,0		72	256,5		80	403,5		77
Spredt bosetting	-		-	-		-	-		-
Industrivirksomhet									
Saniteravløpsvann	39,0	(63,0)	19	22,5	(36,0)	7	61,5	(99,0)	12
Prosess- og vaskevann	11,0	(18,0)	5	-	-		11,0	(18,0)	2
Fyllplasser	-			-			-		
Sum	203,5			321,5			525,0		

Omregnet til personekvivalenter blir fordelingen som følger.

Tabell 39. Tilførsel av nitrogen til Byfjorden (regnet som p.e.).

Indre fjord	Midtre og ytre fjord	Totalt
17.000-19.500	26.800-30.100	43.800-49.600

De laveste tallene gjelder midlere tilførsler pr. årsdøgn, mens de høyeste verdiene gjelder midlere tilførsler pr. produksjonsdøgn.

Belastningen med nitrogen er således noe høyere enn for organisk stoff og fosfor.

5.4.2 Gandsfjorden

I Gandsfjorden vil avrenning fra land og tilførsler som følge av jordbruksaktiviteter utgjøre ca. 30% av årsdøgntilførslene i indre fjord, ca. 15% i midtre fjord og ytre fjord. For fjorden totalt ca. 20%, jfr. tabell 40.

Dersom en tar hensyn til sesongmessig variasjon, vil døgntilførslene kunne utgjøre betydelig mer enn dette, jfr. tabellen.

Tabell 40. Tilførsler av Nitrogen til Gandsfjorden.
Gjennomsnittlige årsdøgnverdier (I) og gjennomsnittlige produksjonsdøgnverdier (II).

	Indre fjord			Midtre fjord			Ytre fjord			Totalt		
	I Kg N/d	II Kg N/d	I %	I Kg N/d	II Kg N/d	I %	I Kg N/d	II Kg N/d	I %	I Kg N/d	II Kg N/d	I %
Avrenning fra dyrket mark uten gjødsling inkl. parker og hager	21,5		5	12,5		5	30,5		7	64,5		6
Dyrket land m/gjødsling inkl. gjødslet beite	64,0		16	15,0		5	14,0		3	93,0		8
Uproduktive områder inkl. løvskog m.v.	6,5		2	7,5		3	15,5		4	29,5		3
Jordbruksaktiviteter	13,0	102	3	3,5	27	1	3,0	23	1	19,5	152	2
Ensilering	0,5		<1	uten betyd.			uten betyd.			0,5		<1
Malmluting	14,5		4	6,5		2	6,0		1	27,0		2
Gjødselavrenning												
Boligområder, institusjoner	258,0		63	171,0		63	324,5		78	753,5		69
Ordnete kloakkforhold	-		-	-		-	-		-	-		-
Spredt bosetting												
Industrivirksomhet	9,5	15	2	6,0	9	2	24,0	38	6	39,5	62	4
Sanitæravløpsvann	19,0	31	5	51,0	81	19	uten betyd.			70,0	112	6
Prosess- og vaskevann				(124)	(198)							
Fyllplasser	-		-	-		-	-		-	-		-
Sum	406,5			273,0			417,5			1 097,-		

x fremtidige verdier for industri som alt er etablert i området.

Boligavløpsvann regnes å utgjøre 60-70% i indre, midtre og totalt sett, mens det i ytre fjord er noe høyere verdier, men i og med at en ikke har innkalkulert tilførsel på den frie fjordoverflate, er imidlertid "boligverdien" i prosent noe for høyt beregnet. I midtre fjord er tilførsler med industriavløpsvann av vesentlig betydning. Omregnet til personekvivalenter blir tilførselen:

Tabell 41. Tilførsel av nitrogen til Gandsfjorden (regnet som p.e.).

Indre fjord	Midtre fjord	Ytre fjord	Totalt
33.900-42.800	22.700-27.500	34.800-37.600	91.400-10.107.900

De laveste verdiene gjelder midlere tilførsler pr. årsdøgn, mens de høyeste verdiene gjelder midlere tilførsler pr. produksjonsdøgn.

Sammenliknet med p.e. beregningene for organisk materiale synes nitrogentilførslene å være noe større.

Ved sammenlikning med fosfor ser en at nitrogenbelastningen er noe høyere i indre og ytre fjord, men betraktelig lavere i midtre fjord, og i fjorden totalt, jfr. kapittel 5.3.2.

5.4.3 Hafrsfjorden

Forholdene i Hafrsfjord preges av store variasjoner fra område til område, og denne fjorden skiller seg også ut fra de andre fjordene i regionen, idet landbruksavrenning og avrenning fra dyrket mark mv. er de dominerende tilførselskilder, både i fjorden som helhet og i de enkelte fjordavsnitt, jfr. tabell 42. På samme måte som for fosfor, vil prosentangivelser i sumkolonnen være noe for lave (se kapittel 5.3.3), idet Forusverdien (52,0 kg) skal fordeles på de enkelte kilder. Omregnet til personekvivalenter blir tilførslene av nitrogen av følgende størrelsesorden.

Tabell 42. Tilførsel av nitrogen til Hafrsfjorden.

Gjennomsnittlige årsdøgnverdier (I) og gjennomsnittlige produksjonsdøgnverdier (II).

	Indre fjord										Midtre fjord			Ytre fjord			Totalt	
	Til dypbasseng					Til gruntvannsområde					I Kg N/d	II Kg N/d	I Kg N/d	II Kg N/d	I Kg N/d	II Kg N/d	I %	II %
	Stokka vatn Kg N/d	Øvrige Kg N/d	Sum dypbasseng Kg N/d	Forus		Øvrige gr.v. Kg N/d	Totalt indre fjord		I Kg N/d	II Kg N/d								
				I Kg N/d	II Kg N/d		I Kg N/d	II Kg N/d			I Kg N/d	II Kg N/d						
Avrenning fra dyrket mark uten gjødsling	3,5	6,0	9,5	7	x	5,5	13,0	4		3,5	4,5	5	4	21,0	4			
Dyrket mark m/gjødsling inkl. gjødslet beite.	12,5	17,0	29,5	23	x	35,5	65,0	22		18,5	30,0	26	28	113,5	24			
Uproduktive områder inkl. skog, myr m.v.	1,0	4,5	5,5	4	x	2,5	8,0	3		0,5	2,0	1	2	10,5	2			
Landbruksaktiviteter																		
Ensilering	3,0 (23,5)	6,0 (47)	9,0	7	x	4,5	13,5	5		6,0	10,0	8	9	29,5	(230)			
Halmfutting					x	1,0	1,0	<1		0,5	0,5	1	<1	2,0				
Gjødselavrenning	6,0	11,0	17,0	13	x	17,0	34,0	12		9,0	16,0	13	15	59,0	13			
Boligområder, institusjoner																		
Ordnete kloakkforh. Spredt bosetting		53,0	53,0	41	-	48,0	101,0	34		33,0	42,5	46	40	176,5	38			
Industrivirksomhet																		
Sanitæravløpsvann		0,5	0,5	<1		1,0	1,5	<1		-	-	-	-	1,5	(2,5)		>1	
Prosess- og vaskevann		4,0	4,0	3		uten betyd.	4,0	1		-	-	-	-	4,0	(6,5)		1	
Fyllplasser					x	-	-			-	-	-	-	-	-			
Sum Forus			128		52,0	113	293	17						52,0				
Gjennomsnittlig årsdøgn-tilførsel	26,0	102			52,0	113	293			71	105,5			469,5			11,0	

I pr. årsdøgn

II pr. produksjonsdøgn

1) Verdiene og %-angivelse i sumkolonnene er for lave idet Forusområdet ikke er splittet opp på de forskjellige kildene.

x Inkludert i de målte fosfortilførsler.

Tabell 43. Tilførsel av nitrogen til Hafrsfjorden (regnet som p.e.).

Indre fjord							Midtre fjord	Ytre fjord	Totalt
Stokka- vann	Øvrig dypvann	Totalt dyp- vann	Forus	Øvrige grunt- vann	Total til grunt- vann	Total			
2.200-	8.500-	10.700-	4.300	9.400-	13.700-	24.400-	5.900-	8.800-	39.100-
3.900	12.000	15.900		12.100	16.400	32.300	9.300	14.500	56.100

Nitrogenverdiene (i p.e.) er gjennomgående noe høyere enn belastningene med organisk materiale (i p.e.) og sammenliknet med fosfor er belastningene av samme størrelsesorden i indre fjord, noe høyere i midtre, ytre og fjorden totalt.

5.5 Tilførsel av enkelte tungmetaller, cyanid og olje

For disse komponentene må beregningene anses orienterende og foreløpige. Selve beregningsgrunnlaget er noe usikkert for en del parametres vedkommende, dels vil det også kunne være betydelige kilder i tillegg til de en har foretatt beregninger for. I tabellene 35, 36 og 37 er dette markert med "andre kilder".

Estimering av tungmetaller fra boligområder bygger på analyser foretatt i Østlandsområdet. I den grad det foreligger variasjon i råvannets tungmetallinnhold mellom Østlandet og Stavangerregionens vannkilde, vil dette kunne føre til at de beregnede verdiene ikke vil avspeile de reelle forhold. For eksempel vil avløpsvannets innhold av jern være betinget av råvannets jerninnhold (som av forskjellige grunner varierer fra område til område, bl.a. avhengig av pH og innhold av humusstoffer).

Når det gjelder industribedrifter og større institusjoner kan en positivt si at beregningene er gode for de industrier en har vurdert, men at totaltilførslene er for lave, idet en savner data fra en rekke kategorier. Eksempler på dette er leirvareindustri, sykehus, laboratorier etc.

Av andre kilder vil fyllplasser, avrenning og utvasking fra land samt gjødselavrenning (muligens også ensilering og halmluting) ventelig gi registrerbare tillegg til de beregnede verdiene, og for enkelte parametre, f.eks. jern (Fe) bly (Pb), mangan (Mn) og sink (Zn) vil slike kilder kunne være av betydning.

De beregnede verdier kan således anses å være for lave. Ved at en til nå bare har vurdert tilførslene fra bolig- og industriområder, kan en vanskelig anslå de enkelte kilders prosentvise andel av tilførslene. Som det fremgår i beregningstabellene har en imidlertid søkt å vurdere forholdet mellom bolig- og industritilførsler.

Når det gjelder andre miljøgifter enn tungmetaller vises til kapittel 4.2.3.

5.5.1 Byfjorden

Byfjordens tilførsler av organisk stoff, fosfor og nitrogen følger stort sett boligavløpsvann og industriavløpsvann. Dette vil ventelig også være tilfellet for flere tungmetaller mv., selv om en ikke har vurdert andre kilder. For enkelte parametre (særlig jern, bly og olje) vil imidlertid overvannsavrenning, drensvann mv. kunne være helt eller delvis dominerende. Fjordens beregnede tilførsler er vist i tabell 44.

Tabell 44. Tilførsel av tungmetaller, cyanid og oljedisperseringsmiddel til Byfjorden.
Gjennomsnittlige årsavgrensninger (I) og gjennomsnittlige produksjonsavgrensninger (II).

Komponent og kilde		Indre fjord			Midtre og ytre fjora			Totalt		
		I Kg/d	II Kg/d	I %	I Kg/d	II Kg/d	I %	I Kg/d	II Kg/d	I %
Kadmium Cd	Boligområder	0,006			0,004			0,010		
	Industri - prosess.	-			-			-		
	Andre kilder	-			-			-		
	Sum	0,006			0,004			0,010		
Krom Cr	Boligområder	0,036		34	0,063		86	0,099		55
	Industri - prosess.	0,070	(0,112)	66	0,010	(0,016)	14	0,080	(0,128)	45
	Andre kilder	-			-			-		
	Sum	0,106			0,073			0,179		
Kobber Cu	Boligområder	0,662			1,218		99	1,880		99
	Industri - prosess.	-			0,010	(0,016)	1	0,010	(0,016)	1
	Andre kilder	-			-			-		
	Sum	0,662			1,228			1,890		
Kvikksølv Hg	Boligområder	0,048			0,085			0,133		
	Industri - prosess.	-			-			-		
	Andre kilder	-			-			-		
	Sum	0,048			0,085			0,133		
Nikkel Ni	Boligområder	0,184			0,339		76	0,523		83
	Industri - prosess.	-			0,110	(0,176)	24	0,110	(0,176)	17
	Andre kilder	-			-			-		
	Sum	0,184			0,449			0,633		
Bly Pb	Boligområder	0,082			0,147			0,229		
	Industri - prosess.	-			-			-		
	Andre kilder	-			-			-		
	Sum	0,082			0,147			0,229		
Sink Zn	Boligområder	0,662		11	1,218			1,880		25
	Industri - prosess.	5,580	(8,928)	89	-			5,580	(8,928)	75
	Andre kilder	-			-			-		
	Sum	6,242			1,218			7,460		
Mangan Mn	Boligområder	0,221			0,407			0,628		
	Industri - prosess.	-			-			-		
	Andre kilder	-			-			-		
	Sum	0,221			0,407			0,628		
Jern Fe	Boligområder	2,758			5,072		98	7,830		99
	Industri - prosess.	-			0,110	(0,176)	2	0,110	(0,176)	1
	Andre kilder	-			-			-		
	Sum	2,758			5,182			7,940		
Sølv Ag	Boligområder	-			-			-		
	Industri - prosess.	-			-			-		
	Andre kilder	-			-			-		
	Sum	-			-			-		
Cyanid CN	Boligområder	-			-			-		
	Industri - prosess	4,59	(7,344)		0,01	(0,016)		4,60	(7,36)	
	Andre kilder	-			-			-		
	Sum	4,59			0,01			4,60		
Olje	Boligområder	-			-			-		
	Industri - prosess	-			63,0	(100,8)		63,0	(100,8)	
	Andre kilder	-			-			-		
	Sum	-			63,0			63,0		

Det mest dominerende trekk er at tilførslene av cyanid er relativt store i denne fjorden, hele 4,6 kg pr. årsdøgn eller 7,36 kg pr. produksjonsdøgn. Fjorden mottar også en del sink - vesentlig i indre område der industriens andel dominerer klart. Totalt tilføres fjorden i det minste ca. 7,5-11 kg pr. døgn. Kobber tilføres i en mengde av ca. 2 kg/d og jerntilskuddet er på minst ca. 8 kg.

Olje og oljekomponenter (herunder dispergeringsmidler tilføres i en mengde av ca. 60-100 kg/døgn, vesentlig fra bensinstasjoner og verksteder.

5.5.2 Gandsfjorden

I Gandsfjorden er det tydelige forskjeller mellom de enkelte fjordområder, jfr. tabell 45. Indre fjord mottar betydelige tilførsler av krom (ca. 2,1-3,3 kg/d) vesentlig fra industritiltak. Nikkel og bly tilføres i størst mengde til indre og ytre fjord, mens sink fordeler seg med 7,7-11,5 kg/d til indre og 8-12 kg/d til midtre fjord. Tilførslene av jern er meget høye i midtre fjord, ca. 1100-1760 kg/d og kan i alt vesentlig tilbakeføres til Rørvalseverket. Cyanidtilførslene er meget store til ytre fjord (ca. 8,6-13,8 kg/d) mens det i indre og midtre fjord er mer moderate verdier (selv om også disse må sies å være relativt høye).

Tabell 45. Tilførsel av tungmetaller, cyanid og oljedisperseringsmiddel til Gandsfjora.
Gjennomsnittlige årsavgiveraier (I) og gjennomsnittlige produksjonsavgiveraier (II).

Komponent og kilde		Indre fjord			Midtre fjord			Ytre fjord			Totalt		
		I Kg/d	II Kg/d	I %	I Kg/d	II Kg/d	I %	I Kg/d	II Kg/d	I %	I Kg/d	II Kg/d	I %
Kadmium Cd	Boligområder	0,011			0,006			0,012			0,029		
	Industri - prosess.	-			-			-			-		
	Andre kilder	-			-			-			-		
	Sum	0,011			0,006			0,012			0,029		
Krom Cr	Boligområder	0,064		3	0,044		9	0,079		13	0,187		6
	Industri - prosess.	2,080	(3,33)	97	0,430	(0,69)	91	0,540	(0,86)	87	3,050	(4,88)	94
	Andre kilder	-			-			-			-		
	Sum	2,144			0,474			0,619			3,237		
Kobber Cu	Boligområder	1,162			0,771			1,470		99	3,403		99
	Industri - prosess.	-			-			0,02	(0,03)	1	0,02	(0,03)	1
	Andre kilder	-			-			-			-		
	Sum	1,162			0,771			1,490			3,423		
Kvikksølv Hg	Boligområder	0,082			0,057			0,099			0,238		
	Industri - prosess.	-			-			-			-		
	Andre kilder	-			-			-			-		
	Sum	0,082			0,057			0,099			0,238		
Nikkel Ni	Boligområder	0,323		34	0,216			0,409		56	0,948		54
	Industri - prosess.	0,50	(0,80)	61	-			0,32	(0,51)	44	0,82	(1,3)	46
	Andre kilder	-			-			-			-		
	Sum	0,823			0,216			0,729			1,768		
Bly Pb	Boligområder	0,143			0,093			0,177			0,413		
	Industri - prosess.	-			-			-			-		
	Andre kilder	-			-			-			-		
	Sum	0,143			0,093			0,177			0,413		
Sink Zn	Boligområder	1,162		15	0,771		10	1,470		83	3,403		20
	Industri - prosess.	6,53	(10,49)	85	7,20	(11,52)	90	0,30	(0,48)	17	14,03	(22,5)	80
	Andre kilder	-			-			-			-		
	Sum	7,692			7,971			1,770			17,433		
Mangan Mn	Boligområder	0,384			0,256			0,488			1,128		
	Industri - prosess.	-			-			-			-		
	Andre kilder	-			-			-			-		
	Sum	0,384			0,256			0,488			1,128		
Jern Fe	Boligområder	4,843		80	3,209		< 1	6,112		> 99	14,164		1
	Industri - prosess.	1,20	(1,92)	20	1100,64	(1761,0)	> 99	0,03	(0,05)	< 1	1101,87	(1763,0)	99
	Andre kilder	-			-			-			-		
	Sum	6,043			1103,849			6,142			1116,034		
Sølv Ag	Boligområder	-			-			-			-		
	Industri - prosess.	-			-			-			-		
	Andre kilder	-			-			-			-		
	Sum	-			-			-			-		
Cyanid CN	Boligområder	-			-			-			-		
	Industri - prosess.	0,67	(1,07)		0,86	(1,38)		8,61	(13,78)		10,14	(16,22)	
	Andre kilder	-			-			-			-		
	Sum	0,67			0,86			8,61			10,14		
Olje	Boligområder	-			-			-			-		
	Industri - prosess.	167,0	(267,2)		15,4	(24,6)		35,0	(56,0)		217,4	(347,8)	
	Andre kilder	-			-			-			-		
	Sum	167,0			15,4			35,0			217,4		

Følgende metaller tilføres i relativt betydelige mengder, totalt, eller i et enkelt fjordavsnitt. Krom (Cr): totalt og i indre fjord. Sink (Zn): totalt, i indre og midtre fjord. Jern (Fe): totalt og i midtre fjord. De øvrige metallene tilføres i moderate mengder. Indre fjord mottar også et stort tilskudd av olje og oljeholdige blandinger (ca. 165-265 kg/døgn).

Utover det som er beregnet, kan leirvareindustrien gi et tilskudd av tungmetaller til Gandsfjorden, jfr. kapittel 4.2.3.

5.5.3 Hafrsfjorden

Hafrsfjorden mottar beskjedne mengder tungmetaller, men på grunn av denne fjords dårlige vannutskiftning vil tilførslene likevel kunne være av betydning, og en må likeledes ta forbehold for andre kilder. Som det fremgår av tabell 46 tilføres fjorden ca. 0,1-0,15 kg sølv pr. døgn. Det kan også nevnes at fjorden mottar små mengder indium.

Tilførslene av olje- og oljekomponenter er antakelig vesentlig høyere enn det de oppførte verdiene tilsier (ca. 95-150 kg/d) idet tilførslene fra militære områder ikke er medregnet. (Slike opplysninger kan være vanskelig å få frigjort).

Tabell 46. Tilførsel av tungmetaller, cyanid og oljedispergeringsmiddel til Hafstrfjorden.
Gjennomsnittlige årsdøgnverdier (I) og gjennomsnittlige produksjonsdøgnverdier (II).

Komponent og kilde		Indre fjord						Midtre	Ytre	Totalt			
		Dyp bass.	Gruntvannsomr.		Tot. indre fjord					I Kg/d	II Kg/d	I %	
		I Kg/d	I Kg/d	II Kg/d	I %	I Kg/d	II Kg/d	I %	I Kg/d	II Kg/d	I %		
Kadmium Cd	Boligområder	0,002	0,001		14	0,003		33	-	0,002	0,005	45	
	Industri - prosess.	-	0,006	(0,01)	86	0,006	(0,01)	67	-	-	0,006	(0,01)	55
	Andre kilder	-	-			-			-	-	-		
	Sum	0,002	0,007			0,009				0,002	0,011		
Krom Cr	Boligområder	0,013	0,012		32	0,025		50	0,008	0,010	0,043	63	
	Industri - prosess.	-	0,025	(0,04)	68	0,025	(0,04)	50	-	-	0,025	(0,04)	37
	Andre kilder	-	-			-			-	-	-		
	Sum	0,013	0,037			0,050			0,008	0,010	0,068		
Kobber Cu	Boligområder	0,238	0,216		97	0,454		99	0,147	0,190	0,791	99	
	Industri - prosess.	-	0,006	(0,01)	3	0,006	(0,01)	1	-	-	0,006	(0,01)	1
	Andre kilder	-	-			-			-	-	-		
	Sum	0,238	0,222			0,460			0,147	0,190	0,797		
Kvikksølv Hg	Boligområder	0,017	0,016			0,033			0,009	0,013	0,055		
	Industri - prosess.	-	-			-			-	-	-		
	Andre kilder	-	-			-			-	-	-		
	Sum	0,017	0,016			0,033			0,009	0,013	0,055		
Nikkel Ni	Boligområder	0,066	0,061			0,127			0,041	0,055	0,223		
	Industri - prosess.	-	-			-			-	-	-		
	Andre kilder	-	-			-			-	-	-		
	Sum	0,066	0,061			0,127			0,041	0,055	0,223		
Bly Pb	Boligområder	0,030	0,026			0,056			0,016	0,023	0,095		
	Industri - prosess.	-	-			-			-	-	-		
	Andre kilder	-	-			-			-	-	-		
	Sum	0,030	0,026			0,056			0,016	0,023	0,095		
Sink Zn	Boligområder	0,238	0,216			0,454			0,147	0,190	0,791		
	Industri - prosess.	-	-			-			-	-	-		
	Andre kilder	-	-			-			-	-	-		
	Sum	0,238	0,216			0,454			0,147	0,190	0,791		
Mangan Mn	Boligområder	0,079	0,071			0,150			0,048	0,067	0,262		
	Industri - prosess.	-	-			-			-	-	-		
	Andre kilder	-	-			-			-	-	-		
	Sum	0,079	0,071			0,150			0,048	0,067	0,262		
Jern Fe	Boligområder	0,991	0,899		79	1,890		89	0,616	0,797	3,303	93	
	Industri - prosess.	-	0,239	(0,382)	21	0,239	(0,382)	11	-	-	0,239	(0,382)	7
	Andre kilder	-	-			-			-	-	-		
	Sum	0,991	1,138			2,129			0,616	0,797	3,542		
Sølv Ag	Boligområder	-	-			-			-	-	-		
	Industri - prosess.	-	0,095	(0,152)		0,095	(0,152)		-	-	0,095	(0,152)	
	Andre kilder	-	-			-			-	-	-		
	Sum	-	0,095			0,095			-	-	0,095		
Cyanid CN	Boligområder	-	-			-			-	-	-		
	Industri - prosess.	-	0,357	(0,571)		0,357	(0,571)		-	-	0,357	(0,571)	
	Andre kilder	-	-			-			-	-	-		
	Sum	-	0,357			0,357			-	-	0,357		
Olje	Boligområder	-	-			-			-	-	-		
	Industri - prosess.	-	95,4	(153)		95,4	(153)		-	-	95,4	(153)	
	Andre kilder	-	-			-			-	-	-		
	Sum	-	95,4			95,4			-	-	95,4		

5.6 Utslipp av suspendert uorganisk materiale, sure og basiske avløpsvann.

Det foreliggende materialet gir ikke grunnlag for slike bregninger som for volumtilførsler, tilførsler av organisk materiale, fosfor, nitrogen og metaller. Dette betyr imidlertid ikke at slike utslipp er uvesentlige eller at de er helt uten resipientmessig betydning, jfr. kapittel 4.2.3.

Utslipp av suspendert materiale vil ha betydning for vannmassenes siktedyp og farge. Avhengig av mengdene vil slike forbindelser kunne bety en fysisk nedslamming av bunnområder. Leirvare- og sementvareindustri, smelteverk o.a. kan ha utslipp av turbid avløpsvann. Videre vil ofte landskapsinngrep i forbindelse med endret arealutnyttelse kunne være av betydning.

Utslipp av syrer og baser finner sted både fra landbruksaktiviteter (ensilering og halmluting), jfr. kapittel 4.2 og fra svært mange industri-tiltak, f.eks. sementvareindustri, galvanoteknisk industri, nærings- og nytelsesvareindustri, sykehuslaboratorer mv. I den grad det foreligger opplysninger om slike utslipp er disse inntatt i hovedtabellene i bilaget. Denne tabellen inneholder imidlertid ikke utslipp fra landbruksaktiviteter.

6. TIDLIGERE UNDERSØKELSER I OMRÅDET

I de foregående kapitler, spesielt i kapittel 4, er det referert til Holtan og medarbeidere (1971) NIVA-rapport nr. O-102/69, samt til analyser av vann i Foruskanalen, og til NIVA-rapport nr. O-11/64. Det er også referert til Stavanger kommunes måling av korttidsnedbør over 10 minutters intervaller.

I de følgende avsnitt vil en konsentrere seg om hydrofysiske, hydrokjemiske og biologiske undersøkelser i regionens sjøområder.

6.1 Hydrofysiske og hydrokjemiske data fra regionens fjordområder

6.1.1 Byfjorden

Byfjorden har, så vidt vites, ikke vært omfattet av tidligere målinger, med unntak av Stavanger kommunes målinger av siktedyp, saltholdighet og temperatur (grunnlag for tetthetsberegninger) i tidsrommet juni 1971 til juni 1972. Målingene ble utført ved hjelp av salinoterm i området ved Skogstø. Dataene er omarbeidet av NIVA og presentert i figur 17. Salinotermmålinger vil ofte gi et fortegnet bilde av tidsutviklingen (på grunn av vansker med null-stilling, tidskonstanter og med å registrere at sonden "tar bunnen" og ved at en ofte får helning på kabelen. Målingene gir imidlertid god informasjon om sprannglagets beliggenhet og vertikalutstrekning. Tetthetsdiagrammet viser at sprannglagets beliggenhet og vertikalutstrekning har vist til dels betydelige variasjoner over året - hvilket tyder på at de øvre vannmasser i denne perioden skiftes ut hyppig. På den annen side kan antakelig salinotermmålingene i Byfjorden og Gandsfjorden gi et utilstrekkelig bilde av dypvannsvannmassenes dynamiske forhold idet disse, på tross av terskelen mellom Gandsfjorden og Byfjorden, tilsynelatende står i meget god kontakt med hverandre. Blant annet ser det ut til at fra de foreliggende salinotermdata, at det foregår kraftige og synkrone utskiftninger i begge fjordene, hvilket er lite trolig energetisk sett. De planlagte resipientundersøkelsene vil kunne gi bedre holdepunkter for å kunne vurdere holdbarheten og representativiteten av de utførte salinotermmålinger.

6.1.2 Gandsfjorden

Av tidligere undersøkelser kan nevnes: Havforskningsinstituttet har hydrofysiske observasjoner for Gandsfjord fra 11.8. 1974, 30.4. 1949 og 11.6. 1952 (ref. i NIVA rapport nr. 0-11/64).

NIVA har ved to tokt (4.7.1964 og 28.4. 1965) foretatt måling av noen hydrofysikse og hydrokjemiske parametre.

Stavanger kommune v/Ingeniørvesenet har i perioden 1971/72 foretatt målinger av saltholdighet, temperatur og siktedyp ved Hillevåg, Hinna og Forus. Disse dataene er bearbeidet av NIVA og σ_t (vannmassens tetthet - 1) $\cdot 10^3$) er fremstilt i figur 18, 19 og 20. På grunn av måleusøyaktigheter ved bruk av salinoterm kan en ikke foreta direkte sammenlikning mellom Forus, Hinna og Hillevåg, eller få informasjoner om den absolutte utvikling over tid. Målingene gir imidlertid et godt bilde av den vertikale tetthet ved hvert måletidspunkt.

Overflatelaget er periodevis relativt svakt avgrenset fra de underliggende vannmasser, også om sommeren.

Isoteplettdiagrammene (som består av linjer mellom punkter med samme tetthet) gir ikke inntrykk av at det i fjordens overflate er tydelig avtakende tetthet innover i fjorden (mot Sandnes). Dette er noe overraskende på bakgrunn av at indre fjord har et høyt forholdstall mellom nedbørfelt og fjordoverflate, jfr. kapittel 3.2, men det kan skyldes at tilførselene viser meget utpregede korttidsvariasjoner. Likeledes vil vindpåvirkningen trolig føre til at den utgående brakke overflatestrøm hovedsakelig følger Gandsfjordens østside. (Det henvises her også til kapittel 2, 3 og 4.)

Temperatur- og saltholdighetsmålingene kan tyde på at det stort sett inntrer synkrone og betydelige hydrografiske endringer på de tre målepunktene. Dette sammen med at endringene ikke regnes å følge et klart årstidsmønster, er en sterk indikasjon på at den hydrografiske situasjon blir påvirket av sterke ut- og innstrømminger. Både i mellomdypet (20-60 m) og i de dypere liggende vannmasser ser det ut til at endringene skjer raskere og i større omfang enn det tidligere målinger ga inntrykk

av. (I denne forbindelse er det av vesentlig betydning at en i 1971/72 hadde månedlige observasjoner.) Slike raske endringer i mellomdypet kan også bli forårsaket av store endringer i ferskvannstilførselen og i hydrografiske endringer i kystvannet utenfor. Det er imidlertid her grunn til å undersøke at salinoterm-målinger kan gi noe upålitelige resultater og et σ_t avvik på $\pm 0,3$ kan forekomme ved forskjellige måletidspunkter. Siktedypsmålinger, jfr. figur 21, understreker at det er stor parallelitet i vannmassens endringer mellom Hillevig og Hinna. Forusområdet skiller seg imidlertid noe ut ved at siktedypsendringer synes å følge et annet mønster.

De hydrokjemiske målingene fra 1964/65 er såvidt sparsomme at de ikke gir tilleggsopplysninger av betydning for forståelsen av vannbevegelse, lagdeling og utskiftning.

Gandsfjordens dypvannsmasser representerer et betydelig volum som en har lite kunnskap om. I henhold til målinger foretatt av Havforskningsinstituttet var det i 180 m dyp forskjellige vannmasser den 11.8. 1948 og 30.4. 1949. NIVA-målingene i 1964/65 viste at det i 100 m-nivået var forskjellige vannmasser i 1964 og 1965, hvilket kan tyde på at det ikke er stagnerende dypvann. Datomaterialet er imidlertid for begrenset til at en kan trekke slutninger om utskiftningshyppighet.

6.1.3 Hafnsfjorden

Tidligere data fra området er gitt i NIVA-rapport nr. 0-11/64 og Bokn (1972).

Saltholdighets- og temperaturmålingene i 1964-1965 viste at det i løpet av 1964-1965 fant sted en total utskiftning av vannmassene ned til største dyp også i indre fjord. Med forbehold for representativiteten av målingene den 28. april 1965 kan en antyde mulighetene for at det periodevis kan opptre høyere saltholdigheter i overflatelaget i midtre og indre fjordparti enn i vannmassene i kystvannet utenfor. Dette kan ha sammenheng med stor ferskvannstilførsel fra snøsmelting i høyere-liggende sydlige områder og transportmed kyststrømmen til Stavangerområdet. Målingene kan også tyde på at vannutvekslingen mellom indre fjord og kystvannet utenfor periodevis er svak - til tross for at

en ut fra teoretiske betraktninger over tidevannsvirkning vil anta relativt jevnlig utskiftninger, særlig av overflatelaget. Målingene gir også et klart inntrykk av terskelens betydning.

Undersøkelsene i 1964/65 gir få hydrografiske holdepunkter. De utførte strømmålinger synes å gi inntrykk av store horisontale strømhastigheter og en viss vertikalblanding forårsaket av tidevannsvariasjonene.

Undersøkelsene referert i 0-11/64 gir på grunn av få målinger med langt tidsintervall beskjedne muligheter i å vurdere dypvannsstagnasjonen. Oksygenmålingene fra 4. juli 1964 viser imidlertid lavt O₂-innhold ved bunnen i midtre og indre fjord.

I et arbeide av Bokn (1972) gis, foruten biologisk beskrivelse av Hafrsfjord og Risavika, informasjon om saltholdighetsverdier i overflaten i området, jfr. tabell 47.

Tabell 47. Saltholdighetsmålinger (o/oo S) i overflaten, Hafrsfjord 1970.

Dato	Stasjon 1 (Indre fjord)	Stasjon 5 (Indre fjord)	Stasjon 8 (Hafrsfjord- broen)	Δ(S 1)-(S 8)
2.1.		33,1		
1.4.		30,1		
18.7.	27,6		31,2	3,6
24.7.		28,1		
25.7		27,4		
3.8.		28,1		
4.8.	27,3		31,4	4,1
5.8.	28,4		31,5	3,1
7,8	29,7		31,9	2,2
8.8.	29,2			
10.8.	28,7		30,8	2,1
11.8.	30,8		31,3	0,5
12.8.	29,3		32,2	2,9
14.8.	30,5		31,1	0,6

(Bokn 1972, side 11.)

På tross av at overnevnte saltholdighetsmålinger refereres til 0 m - som vanligvis oppviser betydelige døgn- og sesongmessige endringer - , danner de et verdifulle bidrag ved at det er kort tid mellom målingene. Likeledes er det stort sett korresponderende verdier til målinger i Risavika, jfr. Bokn 1972, side 19.

Den relativt beskjedne saltholdighetsreduksjon og de inntrådte endringer mellom stasjon 1 og 8 kan tyde på relativt god kommunikasjon mellom ytre og indre fjord hva angår overflatevannet, og gir et inntrykk av at ferskvannspåvirkninger i indre fjord var beskjeden i undersøkelsesperioden.

Indre fjords gruntvannsområde vil trolig oppvise betydelig planteproduksjon. Siktedypsmålingen den 4.7. 1964, 28.4. 1965 (NIVA 0-11/64) og 2.7. 1971 (Bokn 1972) gir grunn til å tro at en i Hafnsfjords indre område kan ha meget høy produksjon. Midtre fjord oppviser både den 4.7. 1964 og 2.7. 1971 en interessant siktedypsending mellom de to dyppartiene, jfr. figur 27. Ytre fjord atskiller seg markert fra midtre og indre fjord, jfr. figur 22. Målingene den 28.4. 1965 er antakelig atypiske og representerer muligens et unntaksbilde i likhet med den påviste saltholdighetsøkning innover i fjordsystemet ved dette måletidspunkt.

6.2 Tidligere biologiske undersøkelser

I fjordene som angir Stavangerhalvøya er det utført enkelte algologiske undersøkelser, vesentlig i løpet av de siste 25 år.

6.2.1 Byfjorden

Etter det en kjenner til har ikke Byfjorden vært gjenstand for noen biologiske undersøkelser. Det er imidlertid utført kartleggingsarbeid angående fastsittende alger på flere av øyene utenfor fjorden.

Breivik (1948) har beskrevet algevegetasjonen på Kvitsøy, Utstein, Mosterøy og Rennesøy. Grenager (1953) og Svendsen (1972) har registrert de kvantitative forekomster av kommersielt utnyttbare tarearter ved Kvitsøy.

6.2.2 Gandsfjorden

Breivik (1958) har også beskrevet algesamfunnene ytterst i Gandsfjorden (på østsiden). Brunalgen *Pelvetia canaliculata* (sautang) som har sin søndre utbredelsesgrense i Rogland ble ikke funnet i Gandsfjorden. Dahl (1958) har imidlertid registrert denne arten i dette område, men hvorvidt dette er et tegn på at miljøfaktorene er endret, kan ikke fastslås da artene i sine grenseutbredelsesområder kan oppvise en del variasjoner bl.a. med bakgrunn i mindre og kortvarige endringer.

Sautang er en karakteristisk alge øverst i strandsonen i områder som er middels utsatt for bølger. Den vil i mange tilfeller kunne være en god indikator til påvisning av eventuelt ugunstige vannmasser.

6.2.3 Hafrsfjorden

Vegetasjonen av fastsittende alger i Hafrsfjorden ble undersøkt i 1969-71 av Bokn (1972). 10 stasjoner ble valgt ut til nærmere analyser. Det er beskrevet forskjellige algesamfunn, de vanligste algenes vertikale og horisontalutbredelse, lokale variasjoner og miljøfaktorer som antas å kunne belyse disse lokale variasjoner. Dessuten er algevegetasjonen sammenliknet med andre kystområder i Sør-Norge.

Algefloraens sammensetning forandret seg vesentlig fra indre Hafrsfjord og ut til øygruppene omkring Håstein både i kvalitet og kvantitet. Dette skyldes en fjordeffekt forårsaket av endringer i de naturlige miljøfaktorene og sivilisatorisk påvirkning av vannmassene.

I Hafrsfjordens innerste basseng er det en reduksjon i bølgeeksponering, siktedyp og til dels saltholdighet, varierende brunnforhold og økning av temperatur og sivilisatorisk påvirkning. Alle disse endringer i miljøfaktorer fører til en reduksjon i artsantall. Enkelte observasjoner i Hafrsfjorden kunne tyde på en eutrofieringseffekt. Vannmassene i indre basseng var turbide, som de reduserte siktedyp viser, hvilket kan skyldes rike planteplanktonsamfunn. Gruntvannsområdene i Solabukta var bevakst med store mengder av grønnalgen *Enteromorpha* spp. (tarmgrønske), som trives meget godt i eutrofe områder. Dette gruntvannsområdet bør således holdes under observasjon.

Pelvetia canaliculata (sautang) ble også registrert i Hafrsfjorden like innenfor Hafrsfjordbroen og endog spredte individer på Kabbholmen i indre basseng.

På Håstein vest for Hafrsfjorden ble det sommeren 1971 oppdaget oljepåvirkede områder, hvor algene i øvre del av strandsonen var drept. Slike effekter av petrokjemiske produkter bør følges nøye i årene fremover.

I områdene like utenfor Hafrsfjorden har NIVA (1968, 1972) og Bokn (1972) beskrevet de biologiske forhold i Risavika, mens Wennberg (1950) har gitt en oversikt over mer spesielle alger fra Tananger, Rott og Kjør.

Eldre algologiske arbeider i området er beskrevet av Hansteen (1892) og Arwidsson (1936).

AND/LJA

26.6.1974

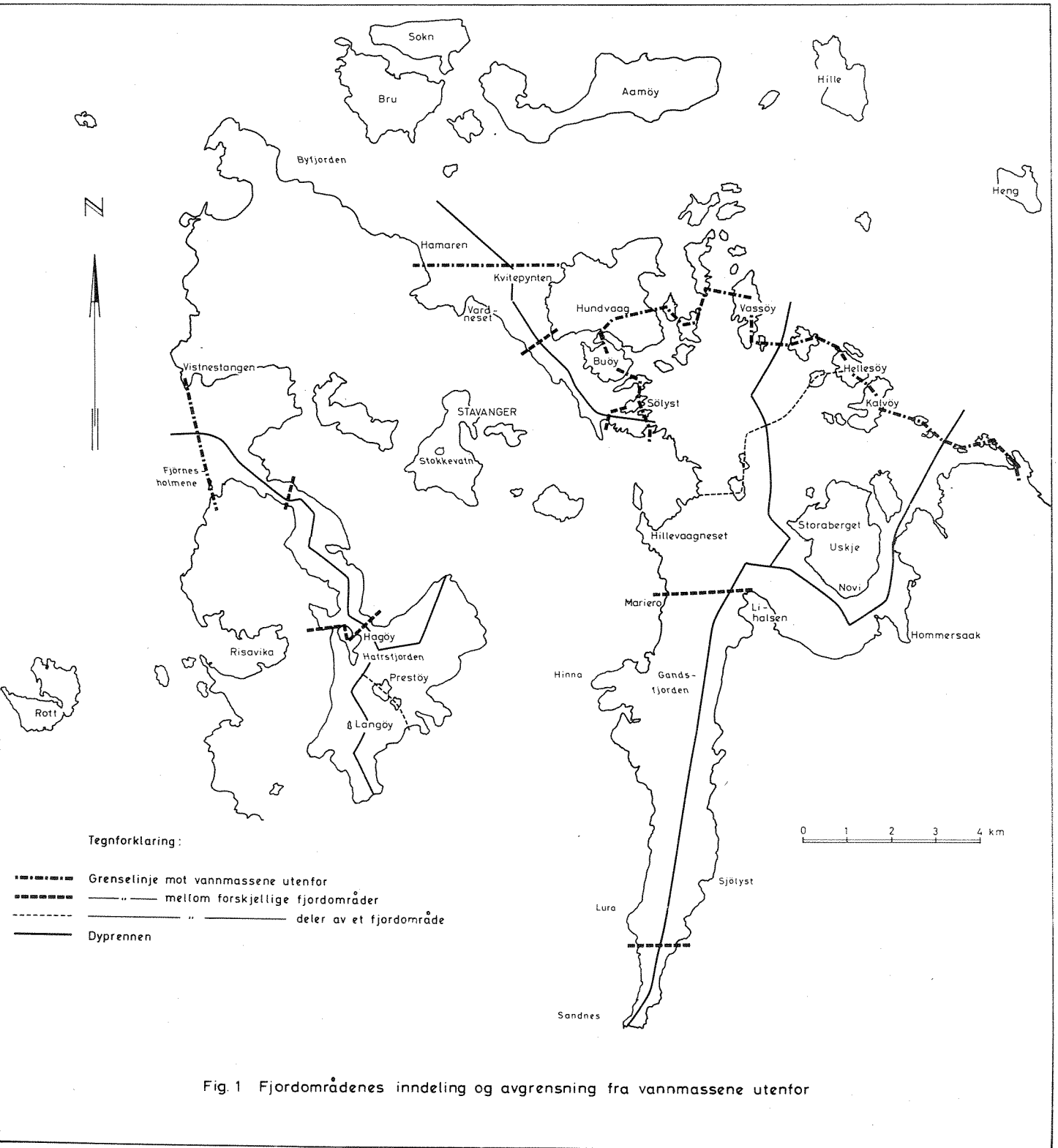
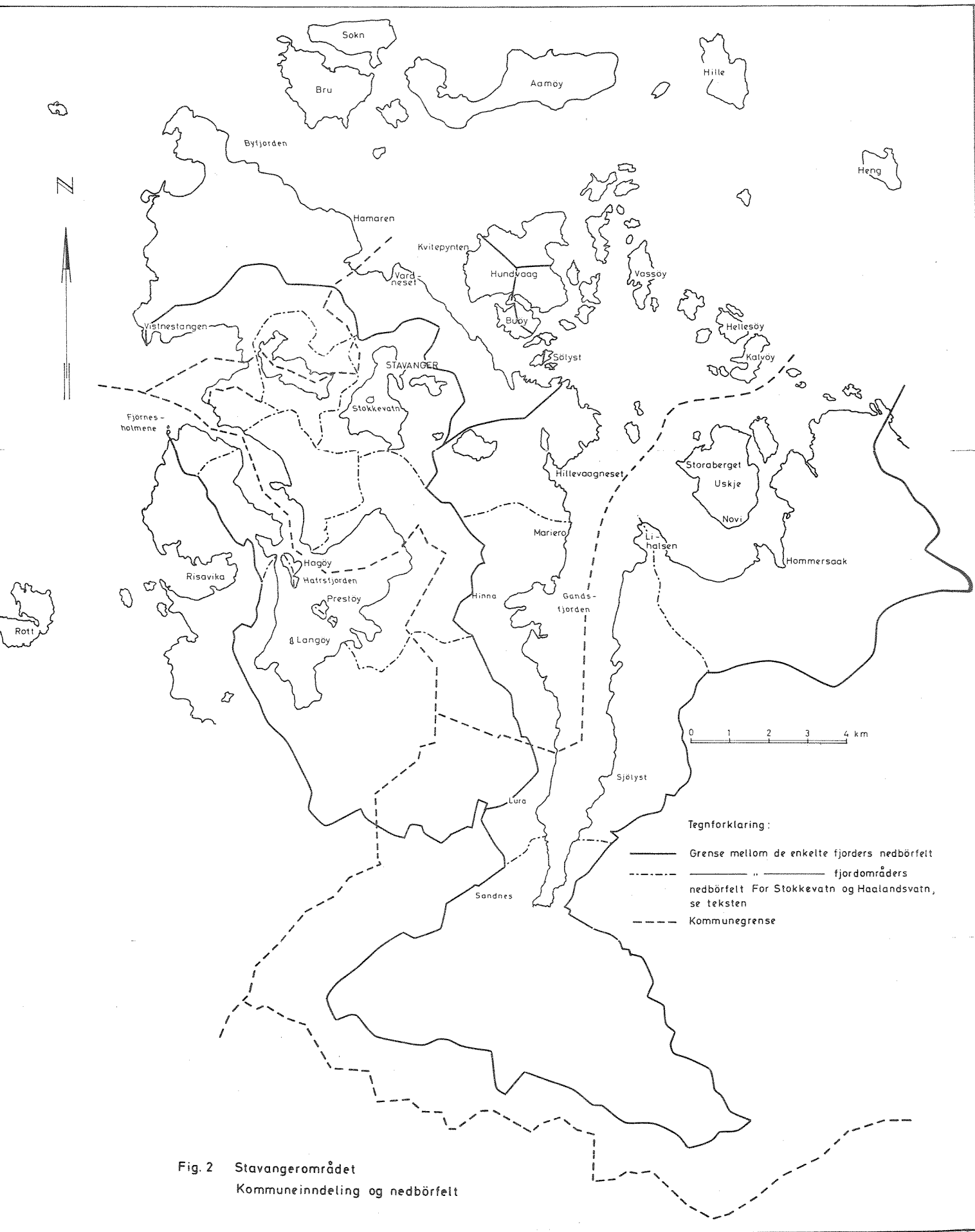


Fig. 1 Fjordområdenes inndeling og avgrensning fra vannmassene utenfor



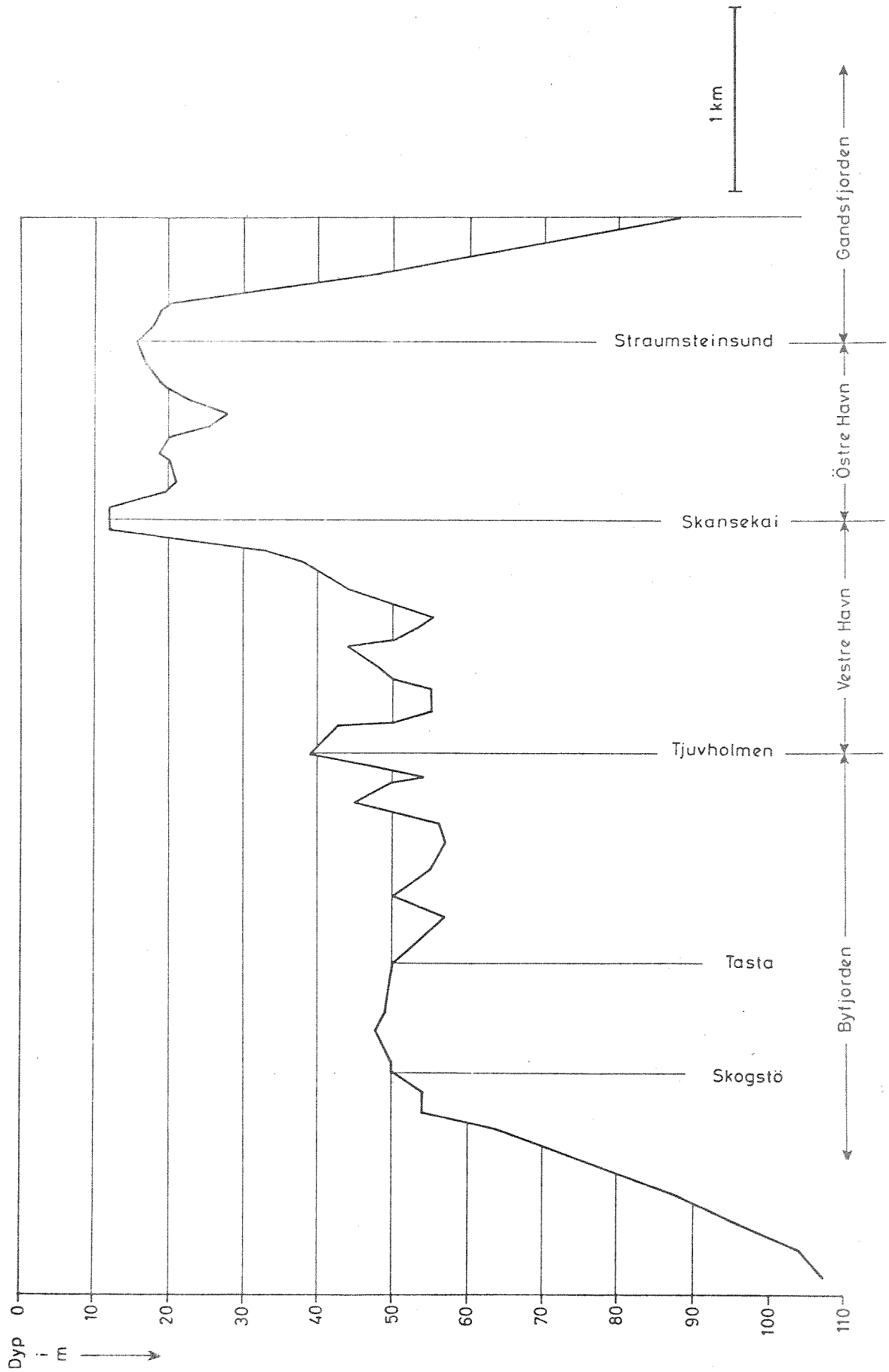


Fig. 3 Bunnprofil av Byfjorden

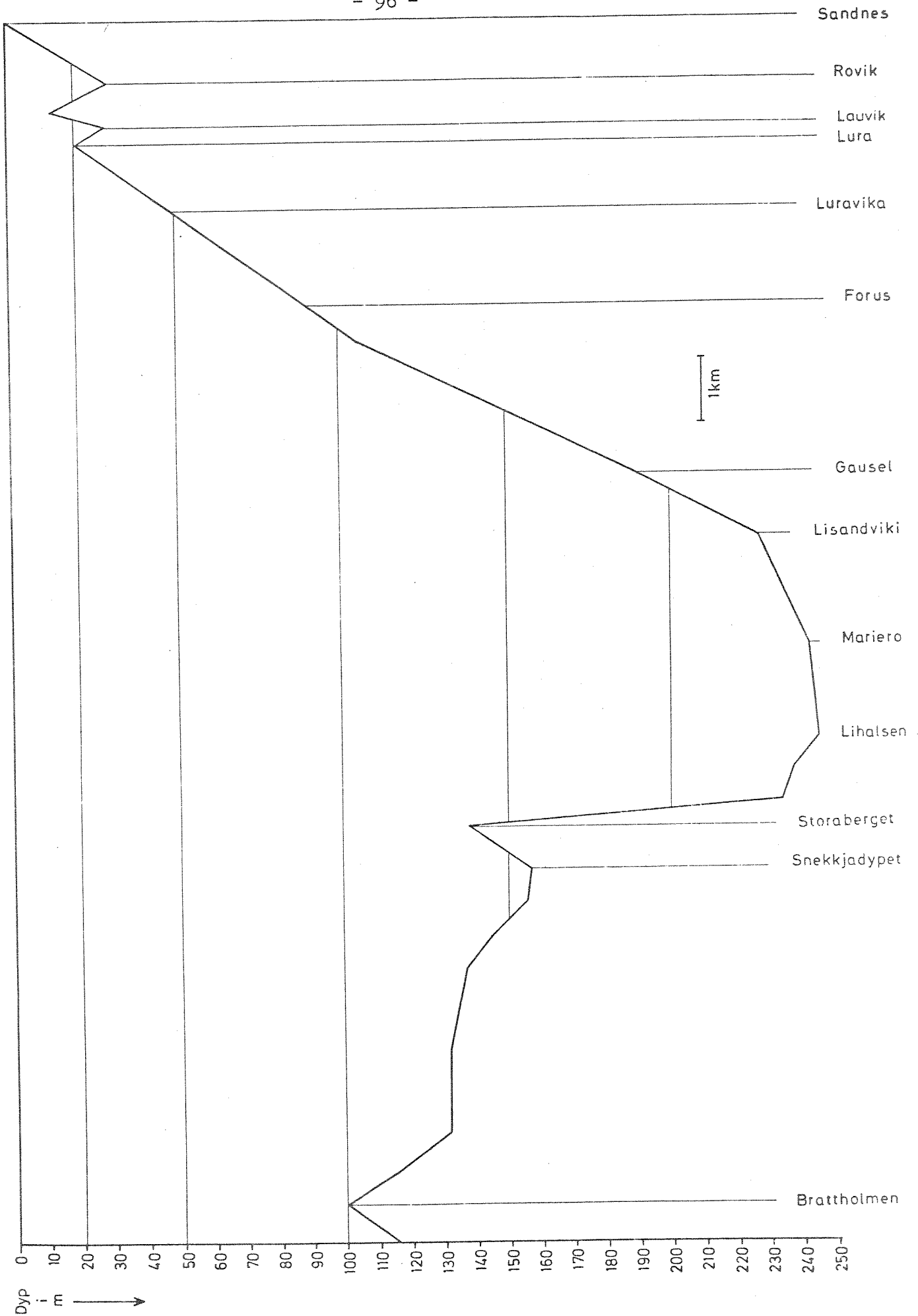


Fig.4 Bunnprofil av Gandstfjord fra Sandnes til Høgsfjord/Horgefjord

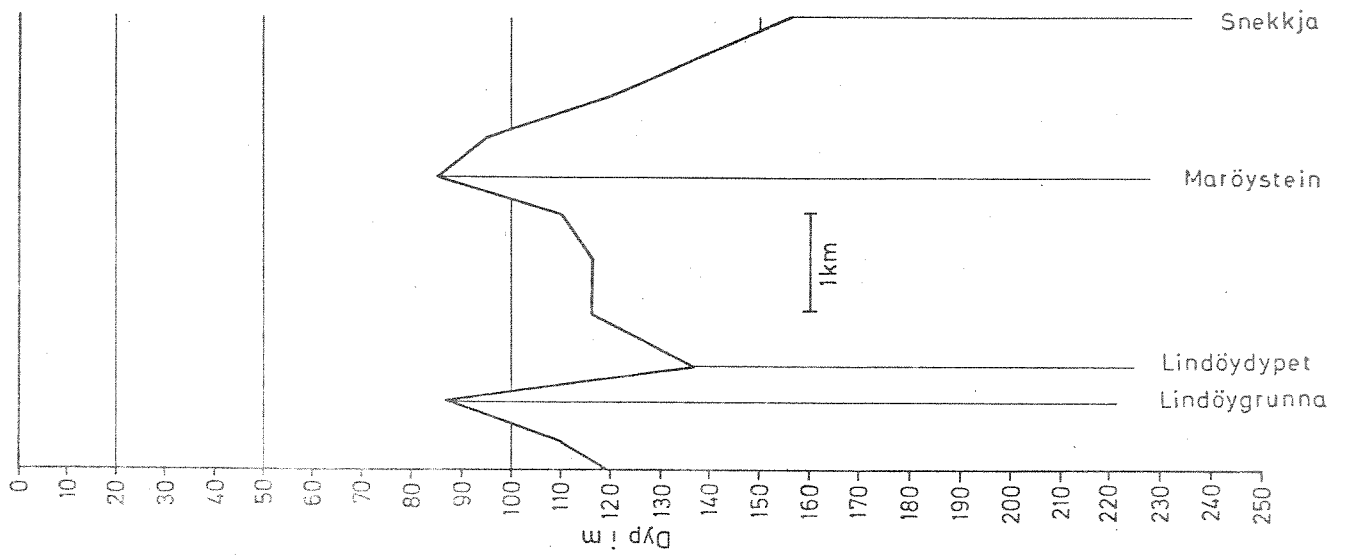


Fig. 5a
Bunnprofil fra Snekkjadypet til Lindøy

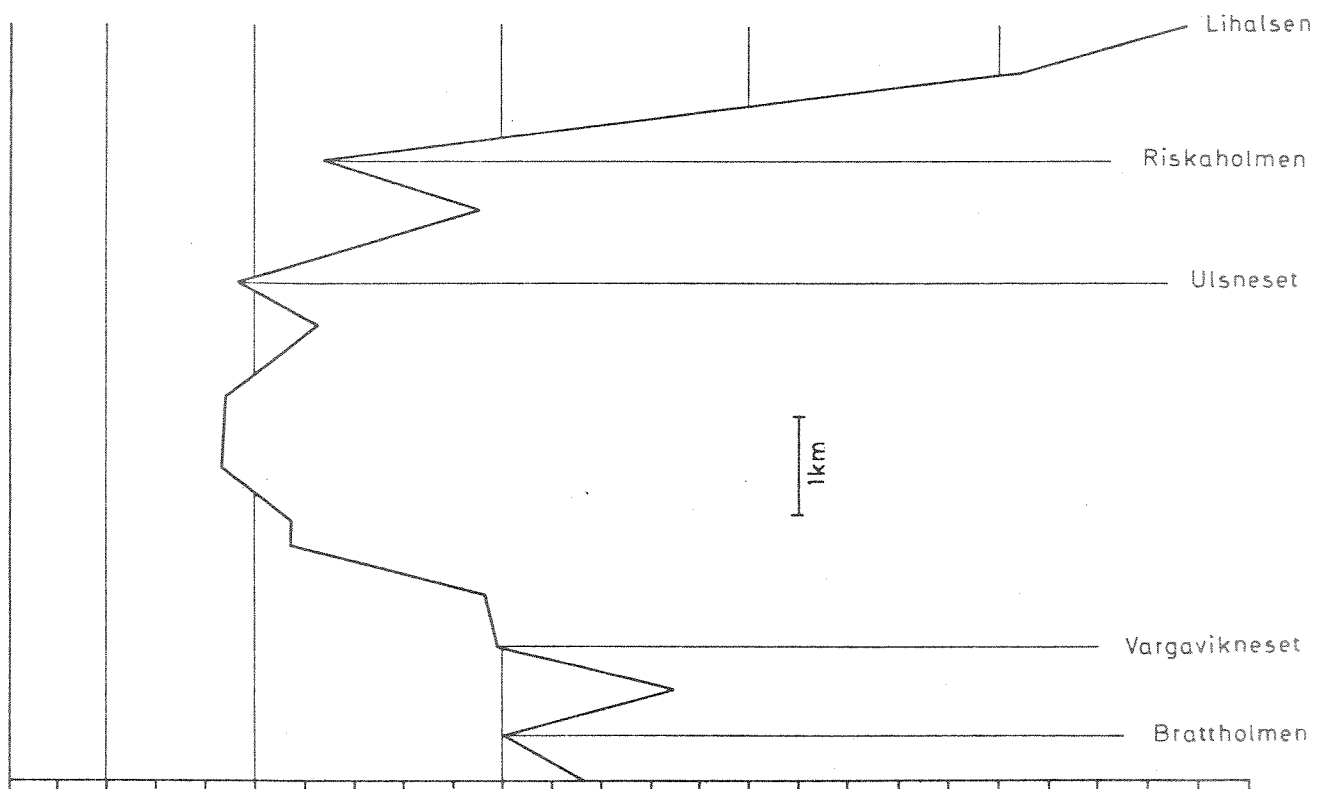


Fig. 5b
Bunnprofil av Riskafjorden fra Lihalsen til Brattholmen

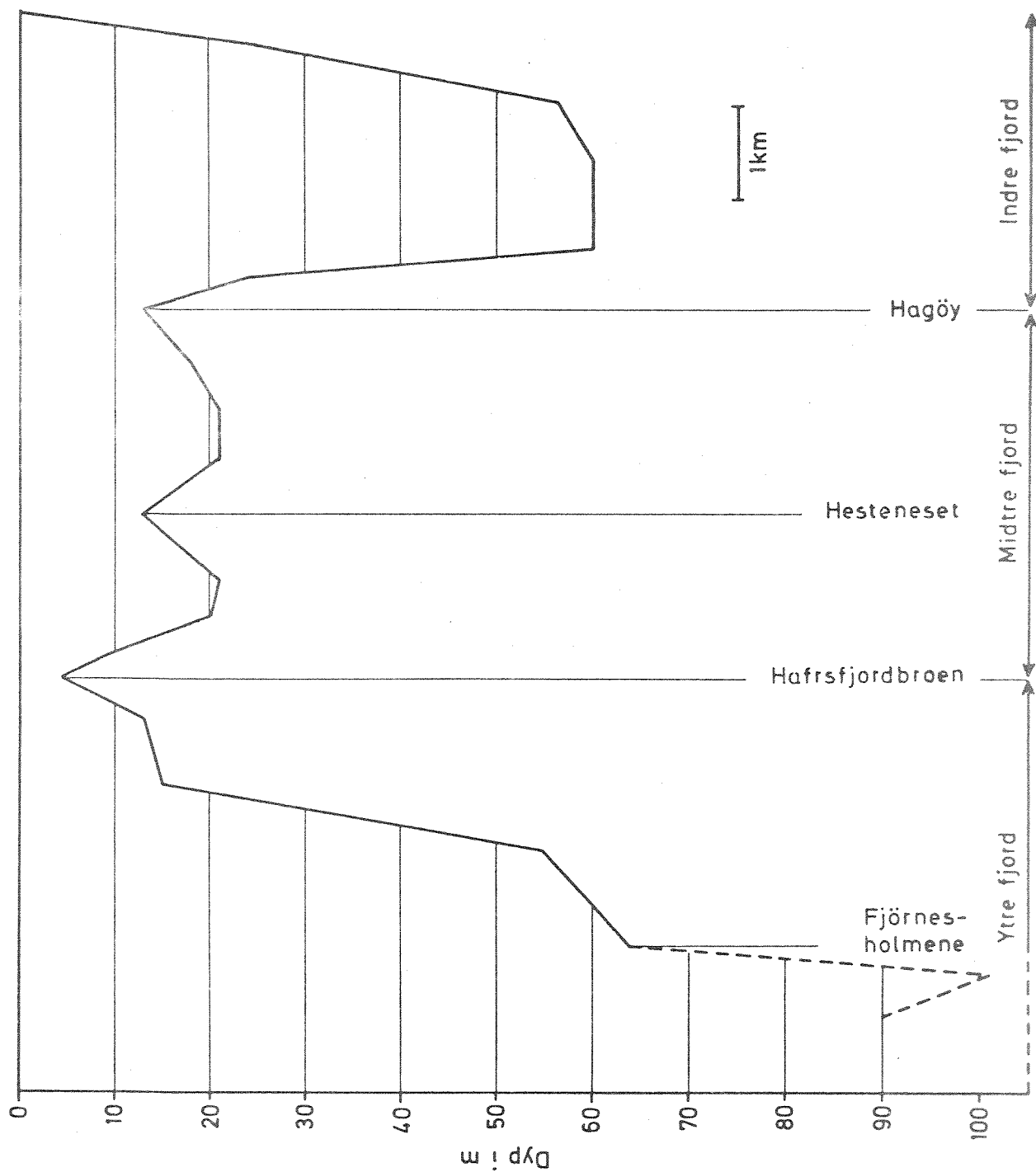


Fig. 6
Bunnprofil av Hafrsfjord. Dypålen

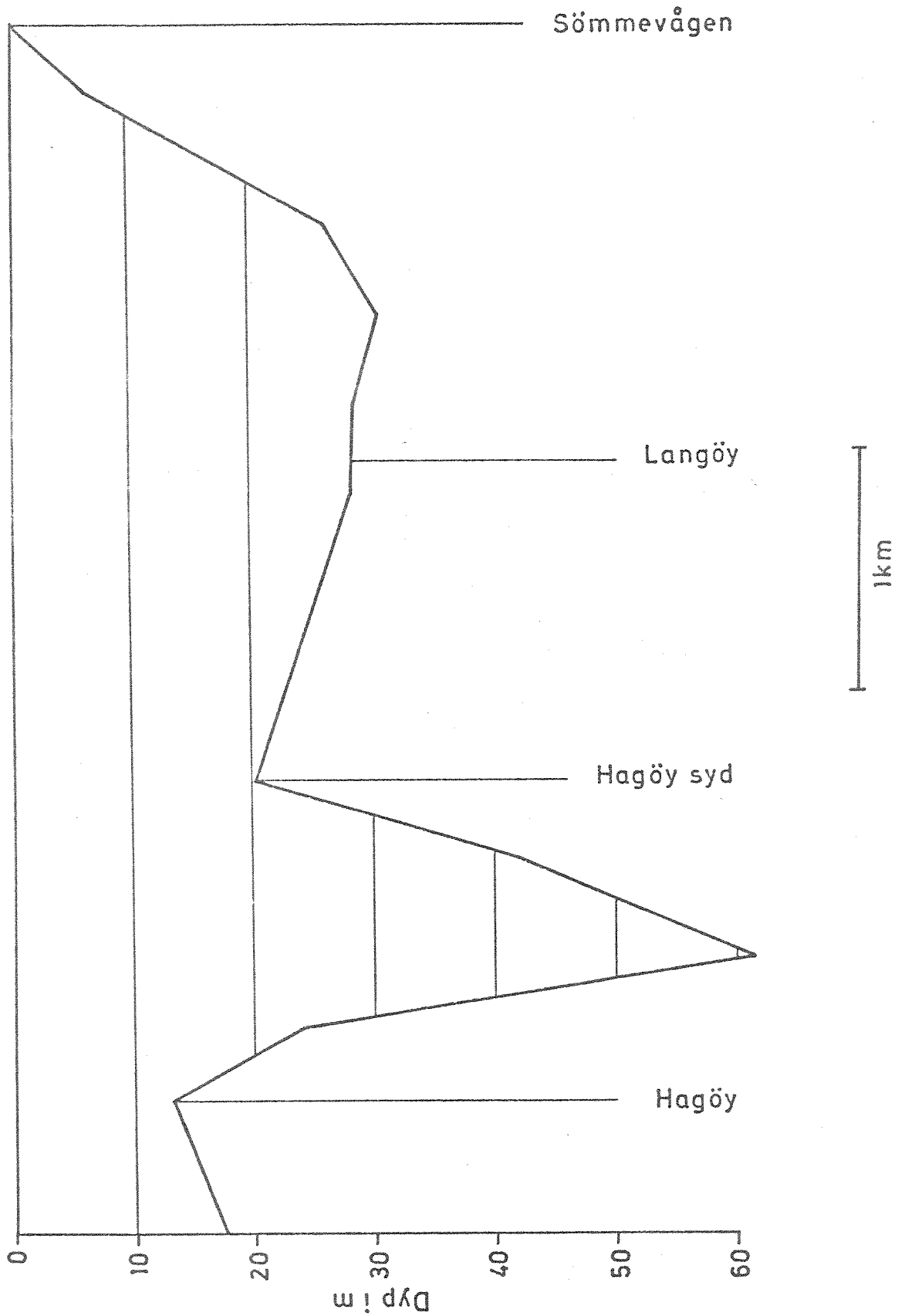


Fig. 7
Bunnprofil av Hafrsfjords grundvannsområde

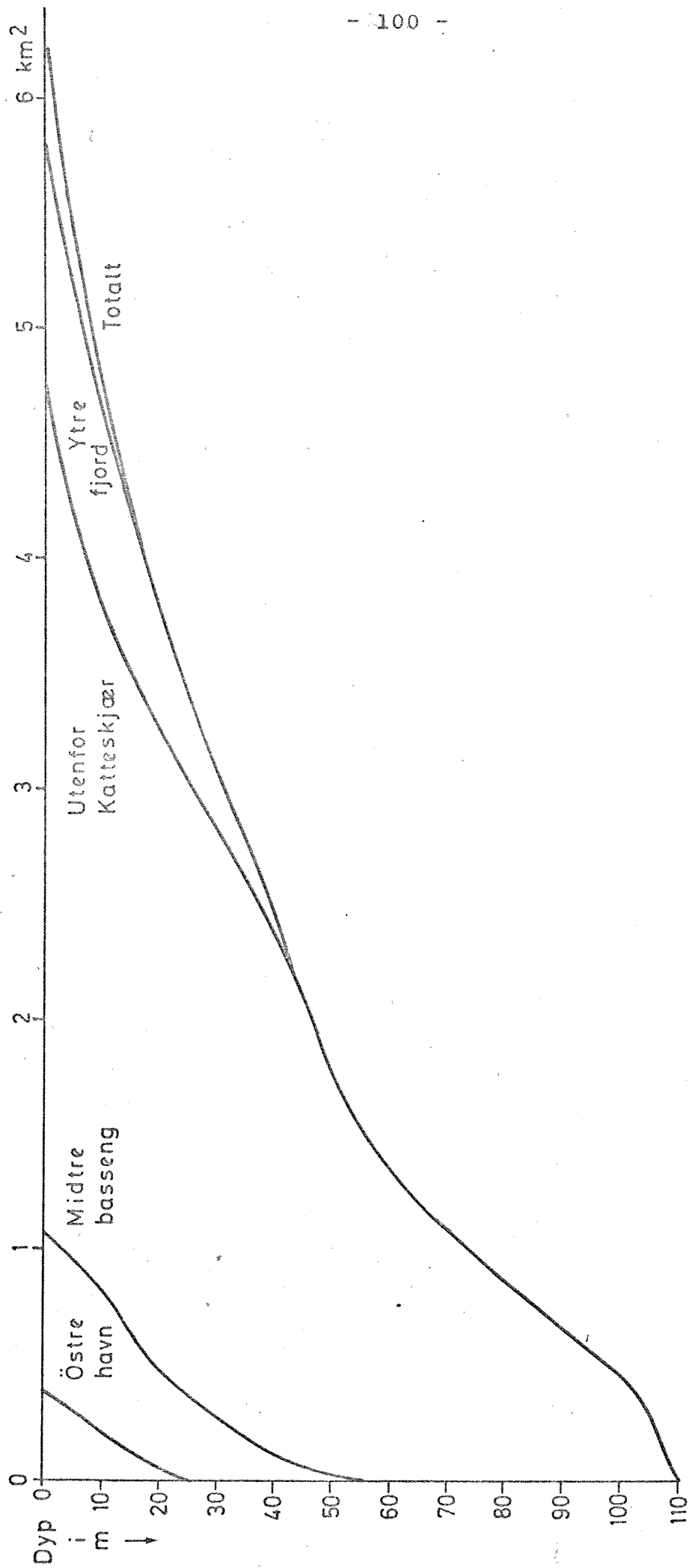


Fig.10 Arealkurver for Byfjorden

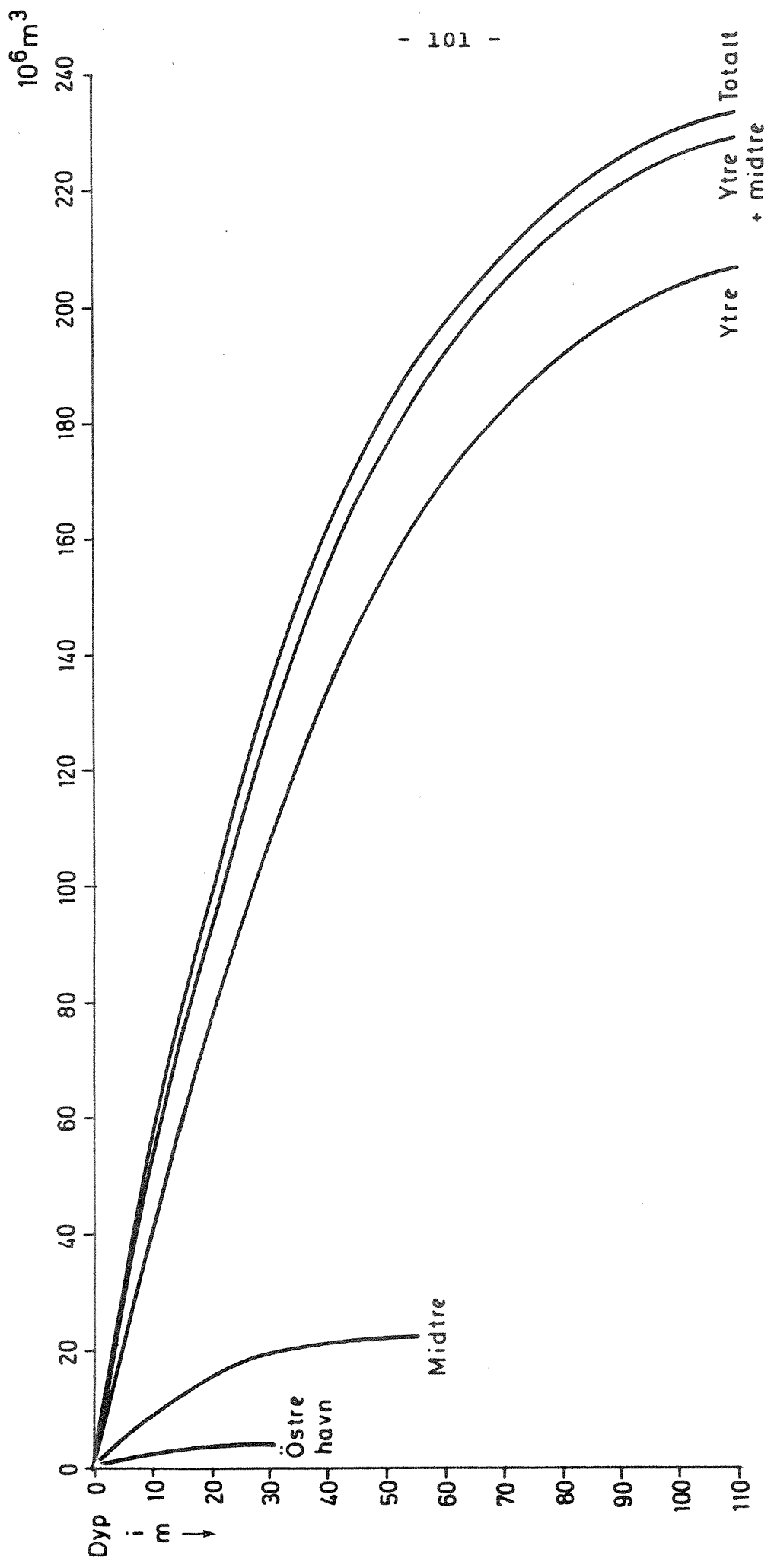


Fig.11 Volumkurver for Byfjorden

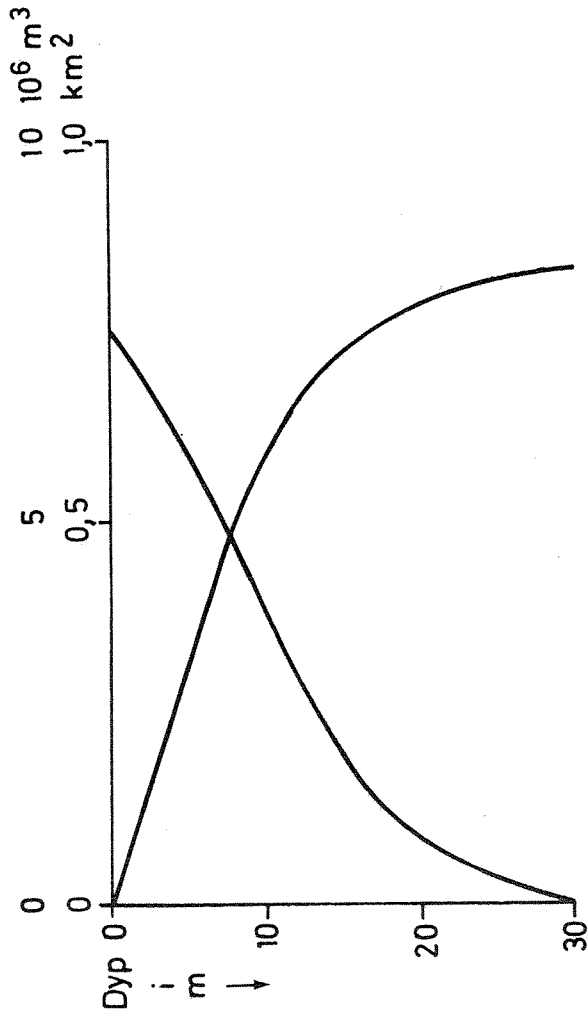


Fig. 12
Volum-og arealkurve Indre Gandsfjord

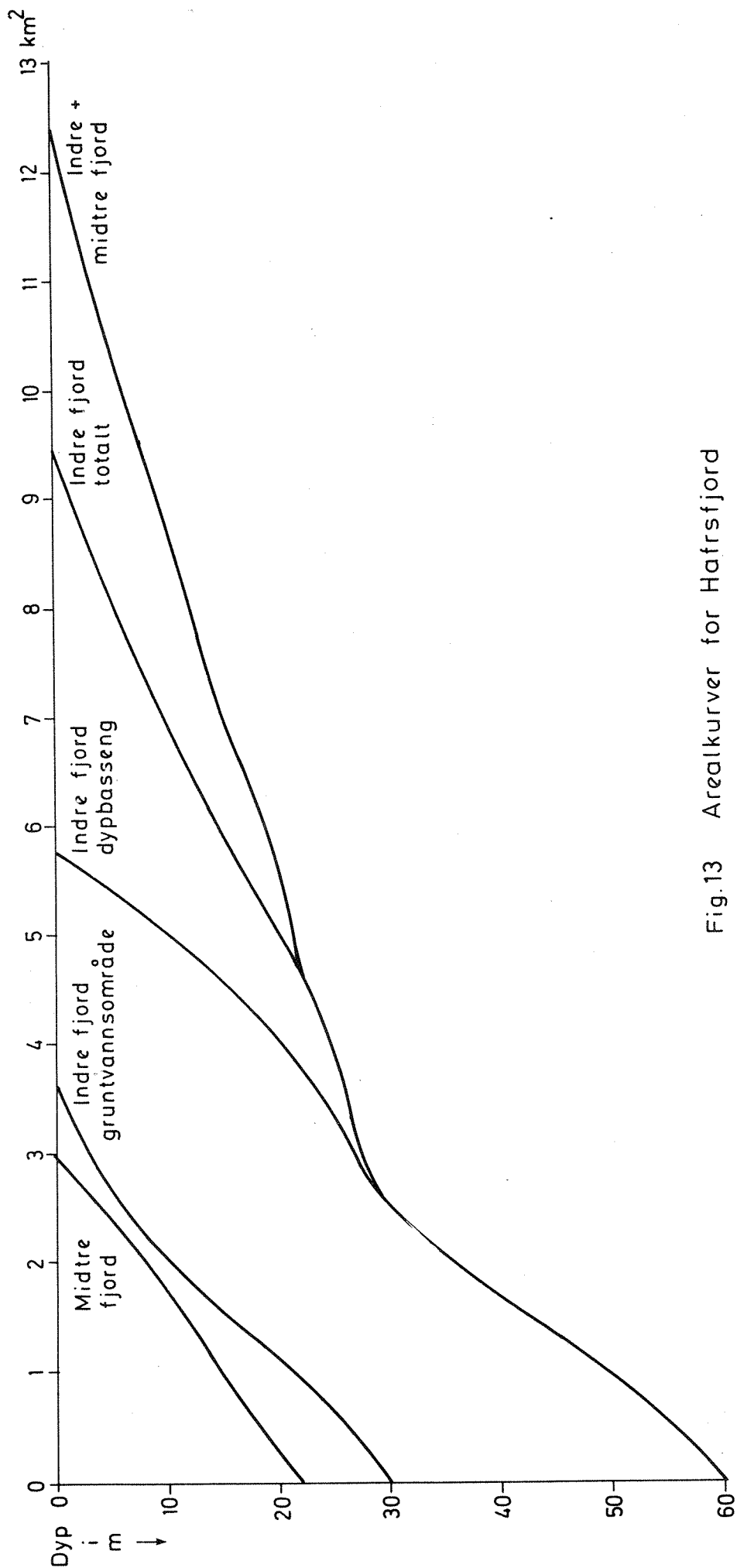


Fig.13 Arealkurver for Hafrsfjord

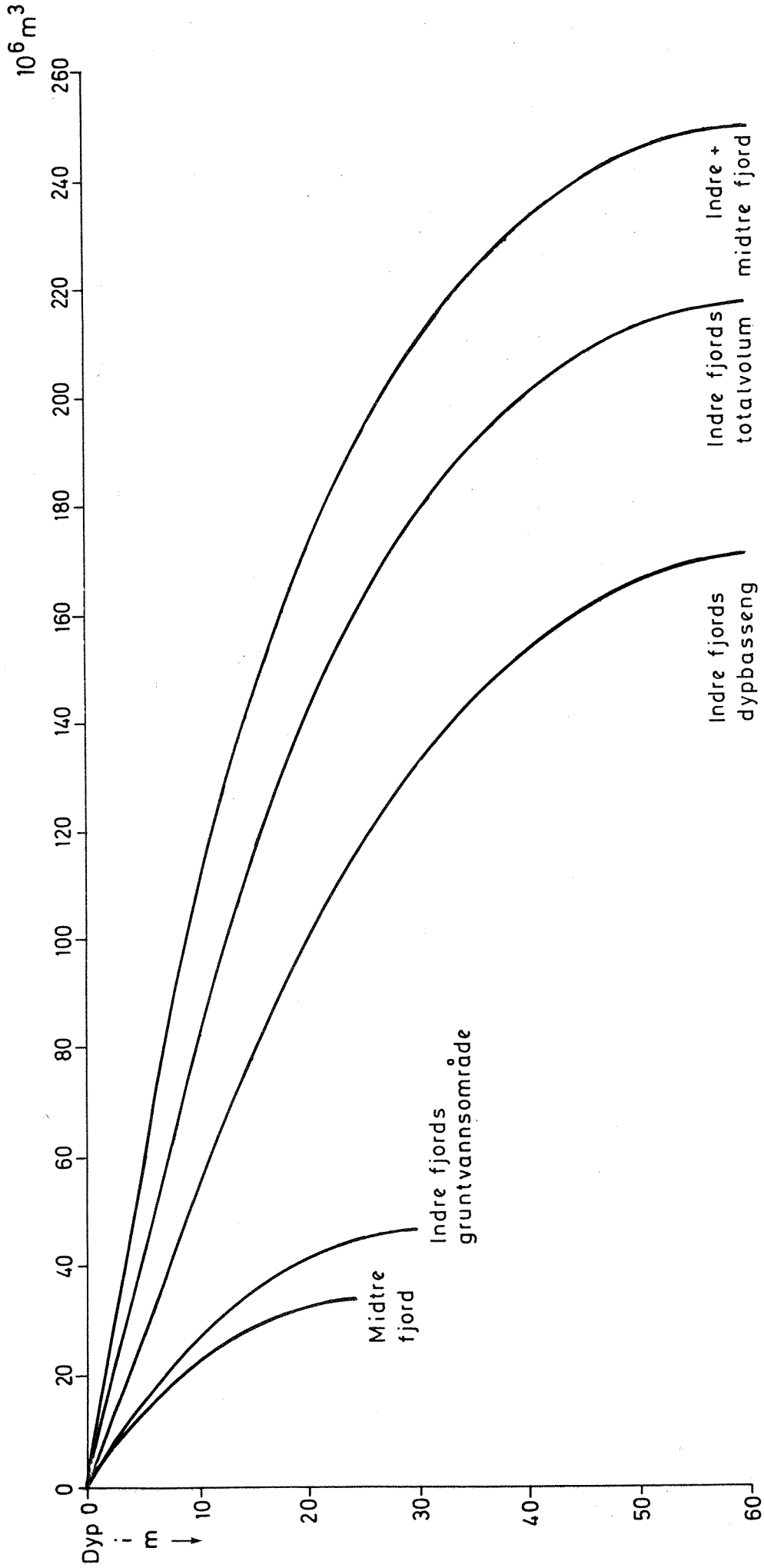


Fig.14 Volumkurver for Hafrsfjord

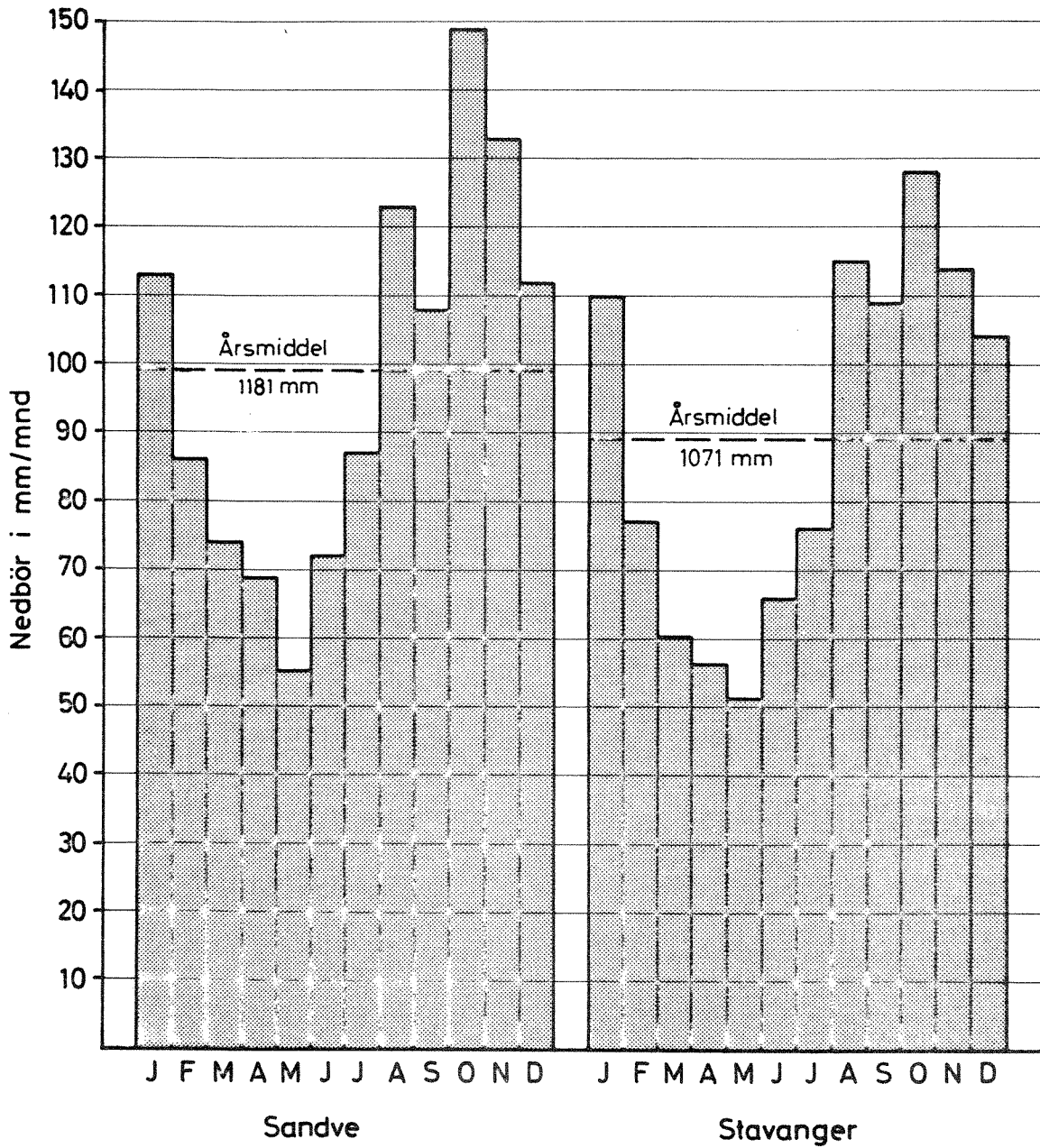


Fig. 15 Nedbör, Nord-Jæren Observasjonsperiode 1900-1940

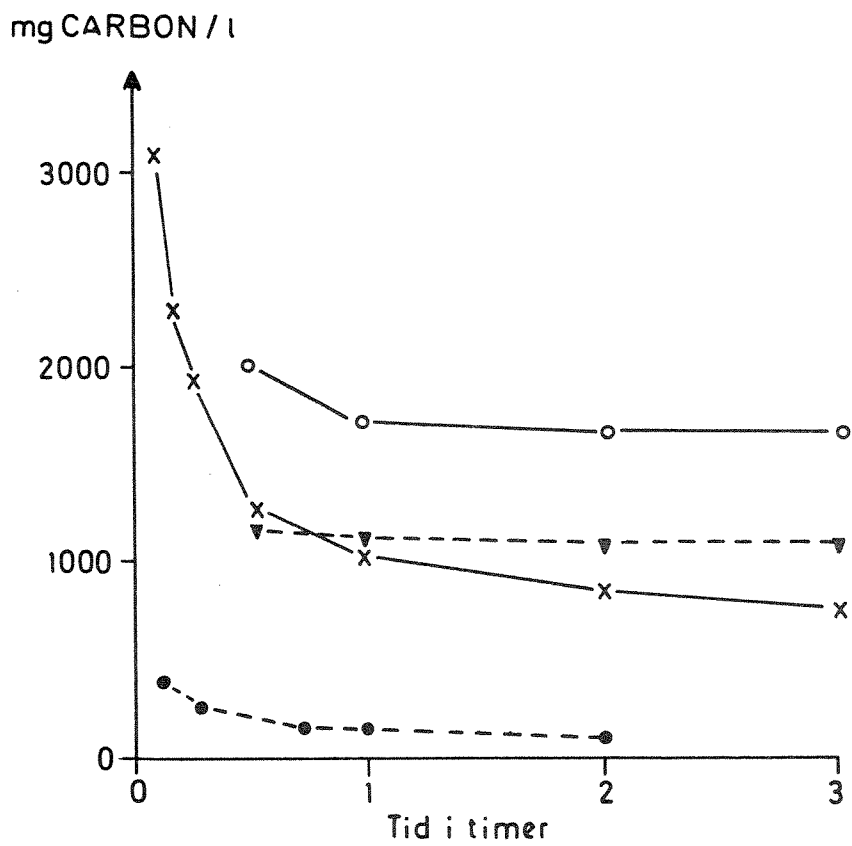


Fig.16 Restinnhold av olje-komponenter i vannfasen ved bruk av ulike avfettingsmidler

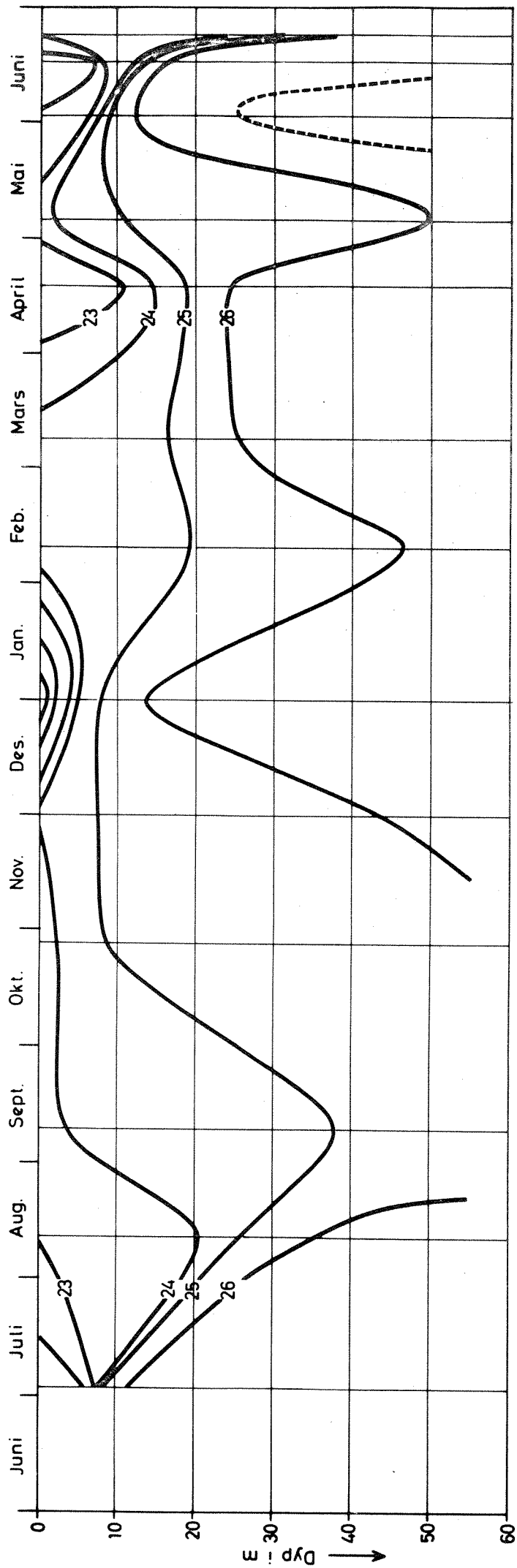


Fig.17 σ_t isopleter Skogstö Juni 1971 - juni 1972

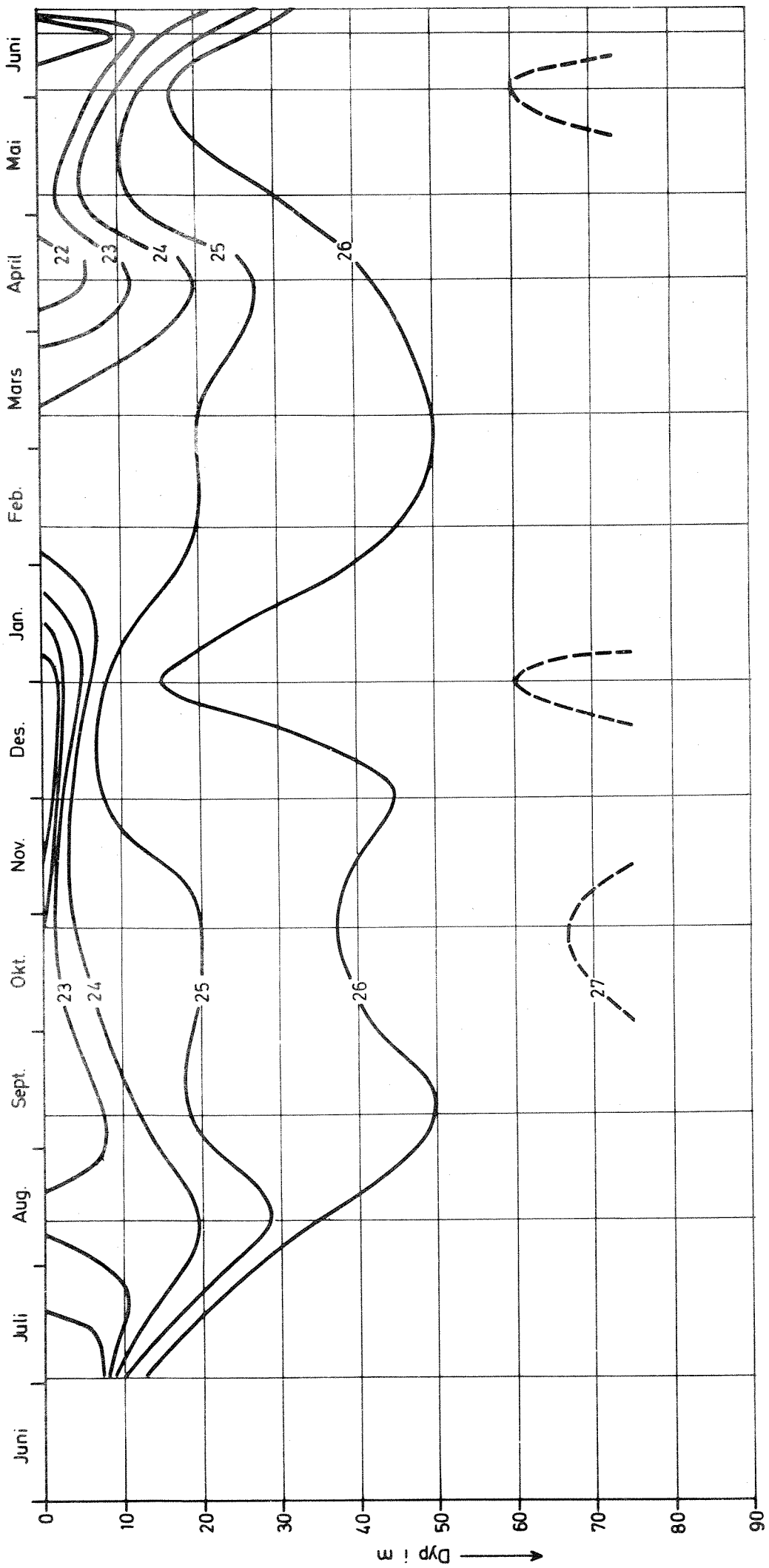


Fig.18 σ_t isopleter for Forus Juni 1971 - juni 1972

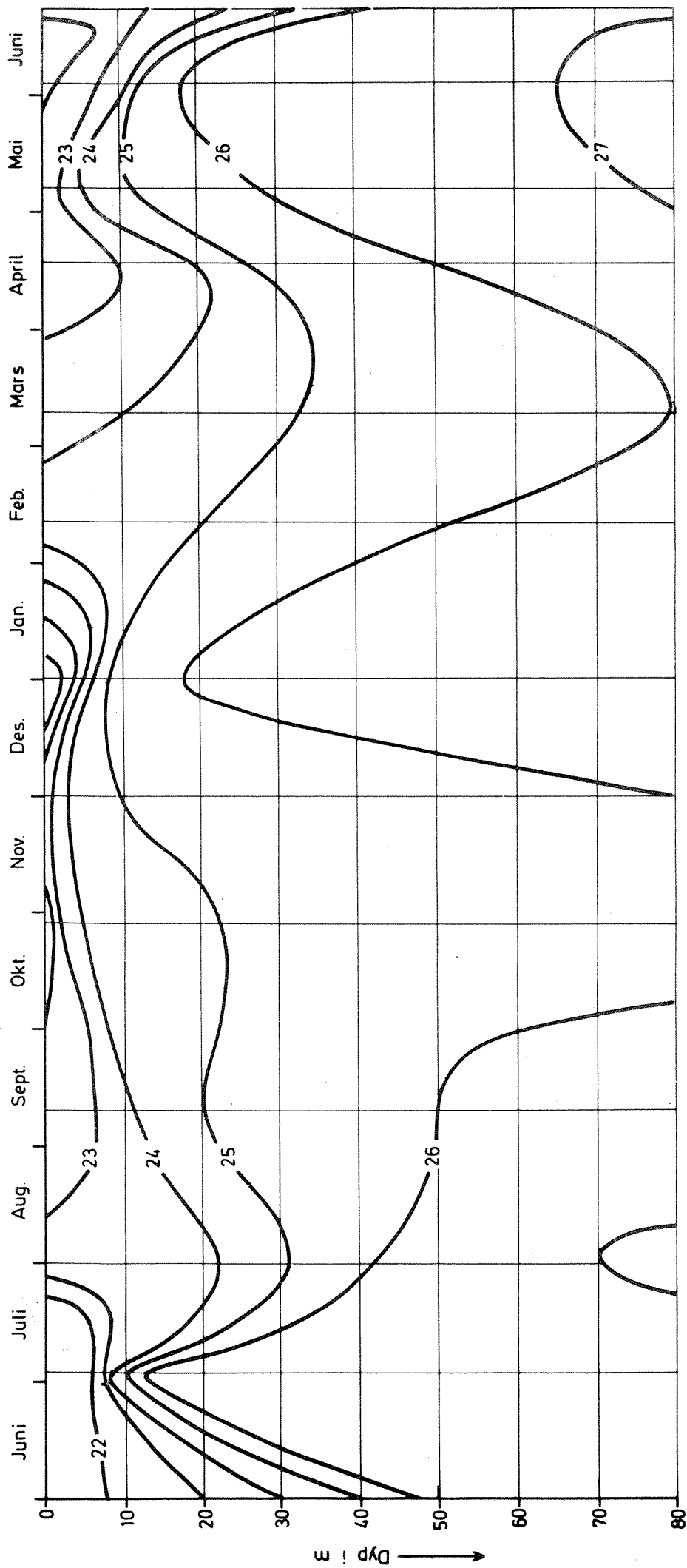


Fig. 19 σ_t isopleter Hinna Juni 1971 - juni 1972

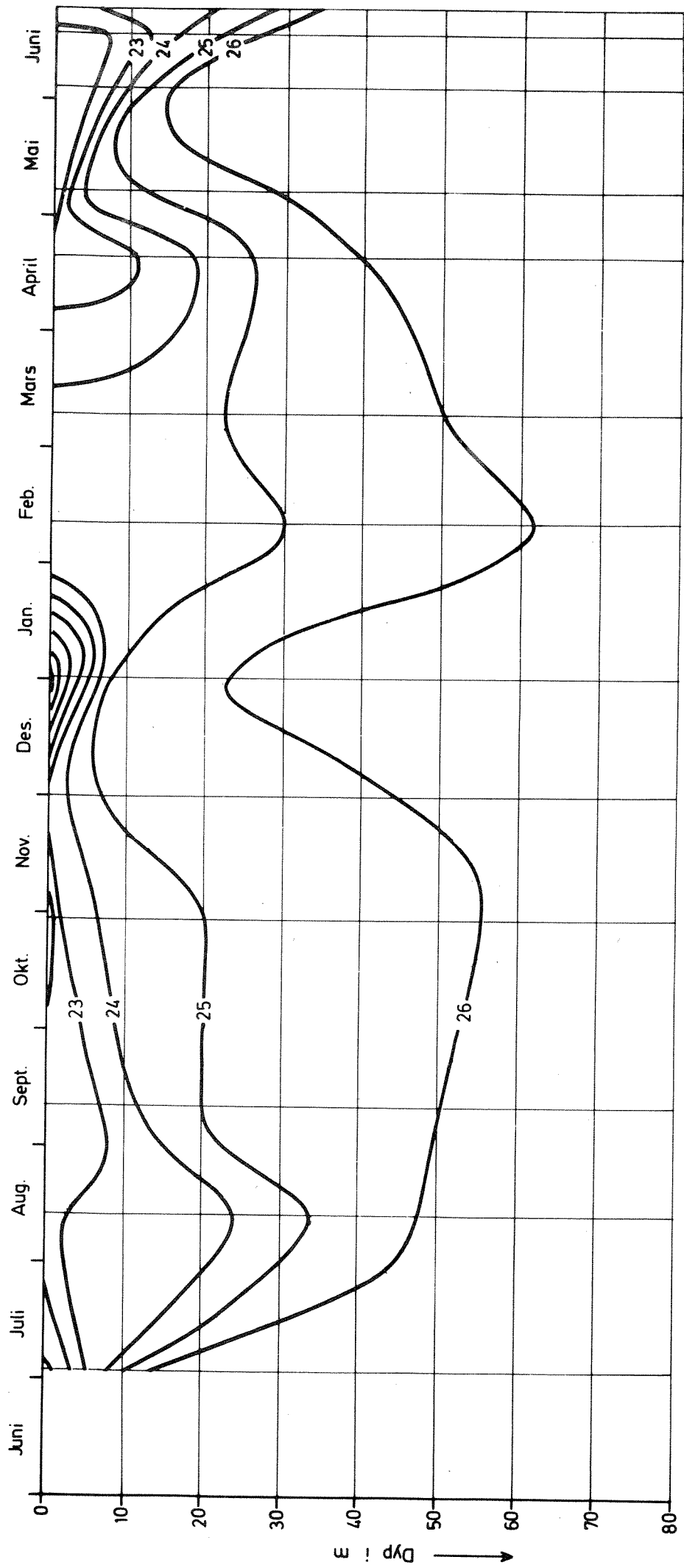


Fig.20 σ_t isopleter Hillevåg Juni 1971 - juni 1972

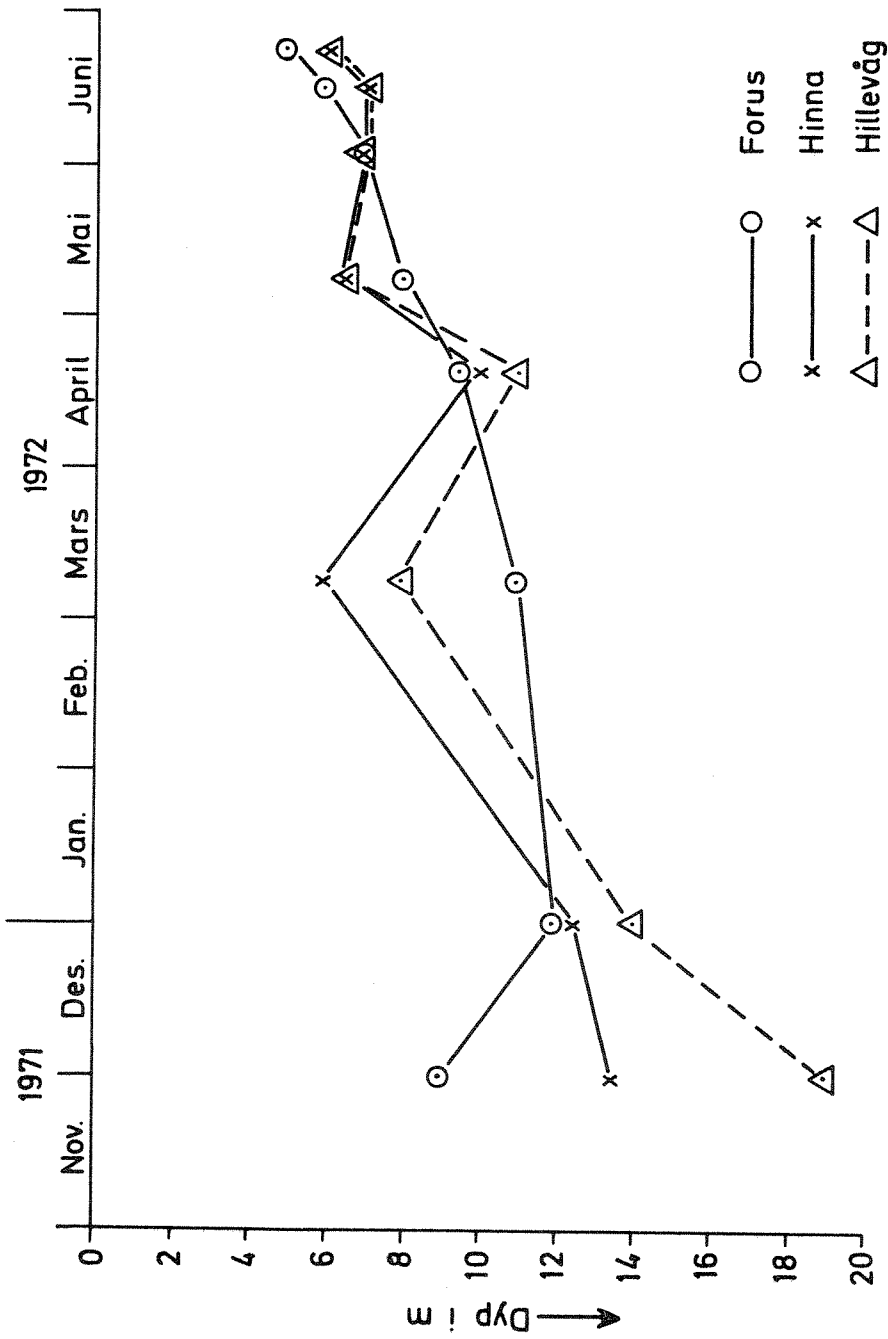


Fig.21 Siktedypsmålinger i Gandsfjorden

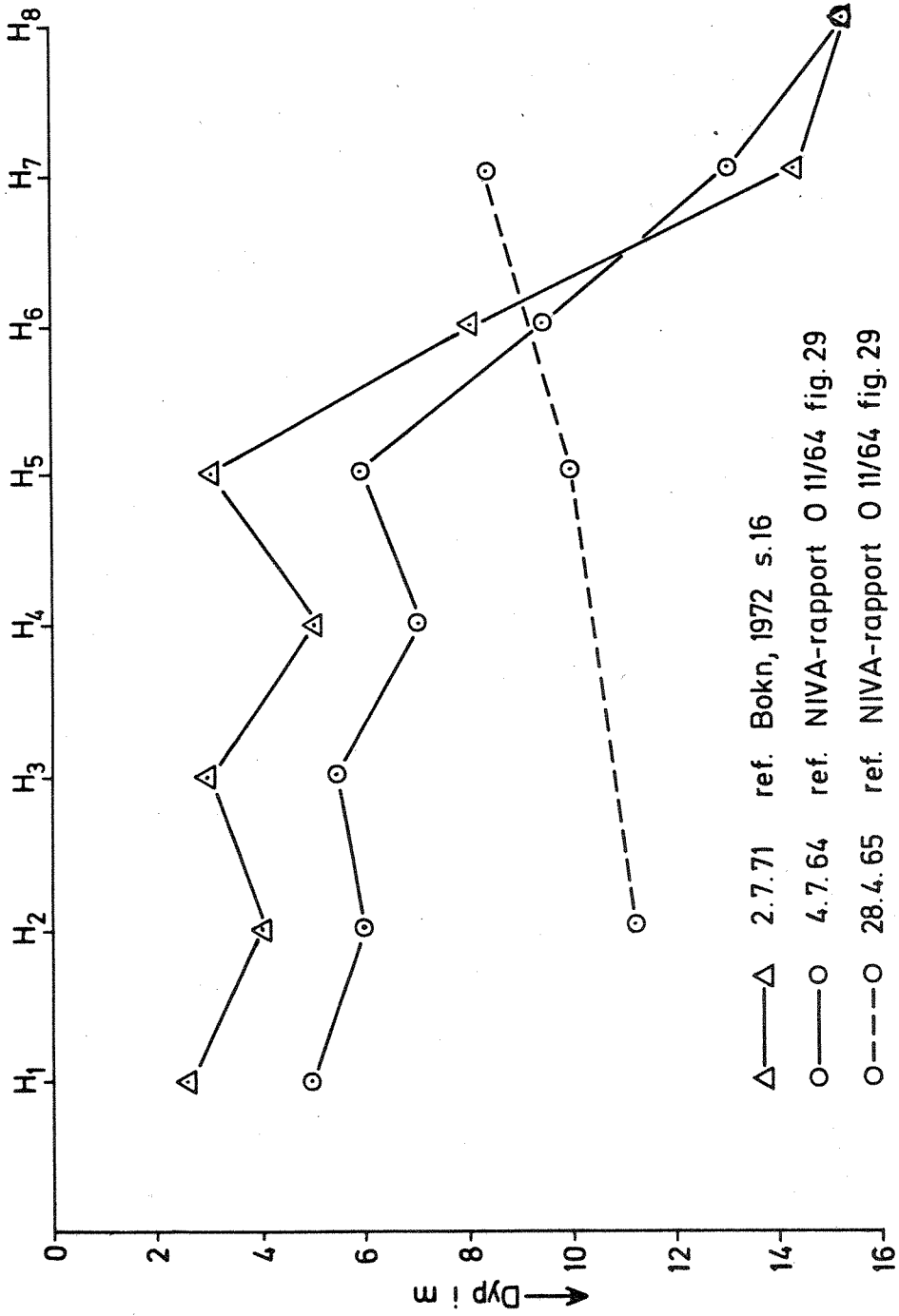


Fig.22 Siktedypsmålinger i Hafrsfjorden

7. REFERANSER

7.1 Kartgrunnlag

Foruten grunnlagskart innsendt til NIVA av regionens kommuner og av regionplanrådet har følgende kart blitt benyttet:

Jorrdirektoratet, 1969.

Produksjonsgrunnlaget for landbruket 1968. M = 1:100 000.

Norges geografiske oppmåling, 1958.

Topografisk kart over Stavanger omland. Blad II Høyland. Oppmålt 1941-42, revidert 1957-58. M = 1:25 000.

Norges geografiske oppmåling, 1958.

Topografisk kart over Stavanger omland. Blad VI Byfjorden. Oppmålt 1957, revidert 1958. M = 1: 25 000.

Norges geografiske oppmåling, 1958.

Topografisk kart over Stavanger omland. Blad I Klepp. Oppmålt 1941-42, revidert 1955 og 1958. M = 1:25 000.

Norges geografiske oppmåling, 1961.

Topografisk kart over Stavanger omland. Blad V Madla. M = 1:25 000.

Norges geografiske oppmåling, 1962.

Topografisk kart over Stavanger omland. Blad IV Sandnes. M = 1:25 000.

Norges geografiske oppmåling, 1962.

Topografisk kart over Stavanger omland. Blad III Sola. M = 1:25 000.

Norges geografiske oppmåling, 1967.

Kart nr. 1212 I Høle. Oppmålt 1955. M = 1:50 000.

Norges geografiske oppmåling, 1967.

Kart nr. 1212 IV Stavanger. Oppmålt 1955. M = 1: 50 000.

Sjøkartverket i Stavanger, 1938.

Sjøkart nr. 16 fra Tananger, Stavanger til Skudenes. Sjømåling 1906-14.

M = 1:50 000

Sjøkartverket i Stavanger, 1952.

Sjøkart nr. 455. Stavanger og Sandneshavn. Sjømåling 1941-42.

M = 1:10 000.

Sjøkartverket i Stavanger, 1968.

Sjøkart nr. 475. Risavika med innseilinger. Sjømåling 1909-1967.

M = 1:25 000.

7.2 Litteraturliste

Andreassen, E. og Breiland, B., 1974.

Olje og vannforurensning. Årsak, virkninger og mottiltak (del 2).

Industri og miljø 5 1 p 11-17.

Arnesen, R.T., 1970.

"Andre industrigrener. Kurs i Industriens avløpsproblemer", NTH, 7-9
januar 1970, arr.: Den Norske Ingeniørforening. Stensil.

Arwidsson, TH., 1936.

Meeresalgen aus Vest-Agder und Rogaland. - Nyt Mag. Naturv. 76:
85-149.

Bokn, T., 1972.

Den marine benthosalgevegetasjon i et område på Nord-Jæren,
Rogaland. - Manuskript. Universitetet i Oslo.

Bouveng, H.O. og Hargbäck, H., 1971.

Inventering av industrins fosforförluster. IVL B.92.

Braadlie, O., 1934.

Avsluttende elveundersøkelser i Trøndelag. Kgl. Norske Videnskabers
Selskap. Forhandl. Bd. VII, 27.

Breivik, K., 1958.

Observations on the macroscopic algal vegetation in the fjords near Stavanger, Norway. - Nytt Mag. Bot. 6: 19-37.

Brink, N. og Gustafson, A., 1970.

Kväve och fosfor från skog, åker och bebyggelse. Lantbrukshögskolan, Inst. för markvetenskap. Vattenvård nr. 1. Uppsala.

Bylterud, A. og Uhlen, G., 1973.

Beskrivelse av utslipp av forurensende spillprodukter i St.meld. nr. 71. Langtidsprogrammet 1974-1977. Spesialanalyse I. Forurensninger. Særskilt vedlegg s. 169-178.

Dahl, O.G., 1968.

En biografisk og økologisk undersøkelse av *Pelvetia canaliculata*. Dcne. et Thur. - Manuskript. Universitetet i Oslo.

Doff, D.H., 1969.

The geochemistry of recent oxic and anoxic sediments of Oslo Fjord, Norway. Thesis. University of Edinburgh. 245 pp + tables and figures.

From, J.O., 1972.

Biologiske rensemetoder for næringsmiddelindustriens avløpsvann - anvendelse og problemer. Industri og Miljø 3 10 p 5-14.

Grenager, B., 1953.

Kvantitative undersøkelser av tareforekomster på Kvitsøy og Karmøy 1952. - Rep. Norweg. Inst. Seaw. Res. 3: 1-53.

Halberg, P.A., 1972, 1973.

Muntlig opplysning.

Hansteen, B., 1892.

Algeregioner og Algeformationer ved den norske vestkyst. - Nyt.Mag. Naturv. 32: 341-363.

Lange, R., 1969.

(Ed) Chemical Oceanography. Universitetsforlaget. Oslo, 152 pp.

Norsk førkonservering, 1972.

Muntlig opplysning.

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING:

NIVA, O-11/64. Febr. 1966. En resipientundersøkelse av Gandsfjord og Hafrsfjord 1964/65. (T. Simensen og S. Stene Johansen.) 46 pp.

NIVA O-123/65. (1968). Kjemiske og biologiske undersøkelser i Risavika 1966-67. Stensilert 40 pp. (J.E. Samdal.)

NIVA O-102/69. Febr. 1971. Store Stokkavatn. Limnologiske undersøkelser 1970 (H. Holtan, A. Grytbakk, E.A. Lindstrøm). 20 pp.

NIVA O-125/71, des. 1971. Undersøkelse av avløpsvann fra Telemark kjøtt- og benmelfabrikk, Nome. (P. Balmér og Ø. Mundheim). 11 pp.

NIVA O-123/65 (1972). Kjemiske og biologiske undersøkelser i Risavika 1970-72. 41 pp. Stensilert. (H. Kristiansen.)

NIVA O-38/71 (1972). PRA 2.2 Kjemisk felling i eksisterende anlegg. Dønnski renseanlegg. (Saksbeh. H. Ødegaard). Utsolgt.

NIVA O-15/72, aug. 1972. Undersøkelse av avløpsvann fra Vestfold Slakteri, Tønsberg. (E. Lagset, H. Steensland og A. Rosendahl.) 31 pp.

NIVA O-31/73, mars 1973. Characterization of effluents from a dehydrated fish and marine soup plant: Toro A/S Rieber & Son, Bergen. (E. Lagset, K. Ormerod). 12 pp.

NIVA O-34/74 (juni 1973). PRA 2.2 Kjemisk felling i eksisterende anlegg. Åmot renseanlegg. (Hdegaard og A. Rosendahl, NIVA; J. Nerland og P. Simonsen, ANØ.) 77 pp.

NIVA O-35/71 (juni 1973). PRA 2.2 Kjemisk felling i eksisterende anlegg. Losby renseanlegg. (H. Ødegaard og A. Rosendahl, NIVA og P. Simonsen, J. Nerland, ANØ.) 45 pp + bilag.

NIVA O-36/71. PRA 2.2 Skarpsno renseanlegg (under trykking). Saksbeh. A. Rosendahl.

NIVA O-37/71. PRA 2.2 Dønski renseanlegg (under trykking).
Saksbeh. A. Rosendahl.

NIVA O-40/71-C. PRA 2. Rensing av avløpsvann. Kjeller (NIVA
forsøksstasjon) (under trykking). Saksbeh. P. Balmér.

NIVA O-11/70. Undersøkelse av Foruskanalen 1970/71. (H. Holtan).
Rapport foreligger ikke.

NIVA O-122/66. Den internasjonale hydrologiske dekade (IHD).
(H. Holtan, K. Baalsrud - under bearbeidelse.)

OECD, 1973.

Enviromental Directorate. Water Management Sector Group. Report
of the Working Group on fertilizers and agricultural waste products.
Paris. (Programme on Evaluation of Eutrophication Control, NR/ENV/72.25.)
76 pp. ill.

Statistisk sentralbyrå, 1971.

Jordbruksteljinga 20. juni 1969. Hefte IV, Maskinar, reiskapar,
bygningar, driftsanlegg m.v.

Steensland, H., 1972.

Avløpsvann med biologisk opprinnelse, herunder næringsmiddelindustri -
virkninger i resipient. Meieriposten 61. 24.

Svendsen, P., 1972.

Noen observasjoner over taretråling og gjenvekst av stortare,
Laminaria hyperborea. - Fiskets Gang, 58: 448-460.

Turekian, K.K. & Wedepohl, K.H., 1961.

Distribution of the elements in some major units of the Earth's
Crust. Bull. Geol. Soc. Am. 72: 175-191.

Wennberg, T., 1950.

The distribution of certain marine algae on the Norwegian West Coast. -
Acta Horti gothoburg., 18:293-302.

APPENDIKS

Hovedtabeller over utslippsdata i de enkelte fjorder

AND/LJA
15/5 1974

Tabell 8-1. Forurensningstilførsler fra boligområder: BYFJORDEN, INDRE

Topografisk kart 1212 IV.

Utløps- ledning Ref	Utslipps- sted Kart ref	Organisk belastning		Nitrogen- tilførsel p.e. kg/d	Fosfor- tilførsel p.e. kg/d	Vann- forbruk m ³ /d	Tungmetaller kg/d									
		p.e. BOF ₇	kg/d				Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Mn	Fe	
St. 18	1242	150	11,250	150	150	0,450	45			0,008	0,001	0,002	0,001	0,008	0,003	0,034
"	1242	75	5,625	75	75	0,225	23			0,004		0,001		0,004	0,001	0,017
"	1241	1400	105,000	1400	1400	4,200	420	0,001	0,004	0,076	0,005	0,021	0,009	0,076	0,025	0,315
"	1241	9925	744,375	9925	9925	29,775	2978	0,005	0,030	0,536	0,039	0,149	0,066	0,536	0,179	2,234
"	1241	700	52,500	700	700	2,100	210		0,002	0,038	0,003	0,011	0,005	0,038	0,013	0,158
SUM		12250	918,750	12250	12250	36,750	3675	0,006	0,036	0,662	0,048	0,184	0,082	0,662	0,221	2,758

Tabell 8-2. Forurensningstilførsler fra boligområder: BYFJORDEN, MIDTRE OG YTRE, side 1

Topografisk kart 1212 IV, 1213 III.

Utløps- ledning Ref	Utløps- sted Kart ref	Organisk belastning		Nitrogen- tilførsel		Fosfor- tilførsel		Vann- forbruk m ³ /d	Tungmetaller kg/d								
		p.e.	BOF ₇ kg/d	p.e.	kg/d	p.e.	kg/d		Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Mn	Fe
St. priv.	1242	95	7,125	95	1,140	95	0,285	38				0,007	0,002	0,001	0,007	0,002	0,029
"	0844	100	7,500	100	1,200	100	0,300	30				0,005	0,002	0,001	0,005	0,002	0,023
"	0844	42	3,150	42	> 0,504	42	0,126	13				0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,010
"	0944	775	58,125	775	9,300	775	2,325	233		0,002	0,042	0,003	0,012	0,005	0,045	0,014	0,175
"	0944	28	2,100	28	0,336	28	0,084	8		0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,006	0,006
"	0944	525	39,375	525	6,300	525	1,575	158		0,002	0,028	0,002	0,008	0,003	0,028	0,009	0,119
"	1044	300	22,500	300	3,600	300	0,900	95		0,001	0,017	0,001	0,005	0,002	0,017	0,006	0,071
"	1044	200	15,000	200	2,400	200	0,600	60		0,001	0,011	0,001	0,003	0,001	0,011	0,004	0,045
"	1043	825	61,875	825	9,900	825	2,475	248		0,002	0,045	0,003	0,012	0,005	0,045	0,015	0,186
"	1043	80	6,000	80	6,960	80	0,240	24		0,004	0,004	0,001	0,001	0,001	0,004	0,001	0,018
"	1043	7	0,525	7	0,084	7	0,021	2									0,002
"	1043	75	5,625	75	0,900	75	0,225	23				0,004	0,001	0,001	0,004	0,001	0,017
"	1043	150	11,250	150	1,800	150	0,450	45				0,008	0,001	0,001	0,008	0,003	0,034
"	1043/1143	2 450	183,750	2 450	29,400	2 450	7,350	735		0,001	0,132	0,010	0,037	0,016	0,132	0,044	0,551
"	1043/1143	14	1,050	14	0,168	14	0,042	7				0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,005
"	"	18	1,350	18	0,216	18	0,054	5				0,001	0,001	0,001	0,001	0,004	0,004
"	1143	150	11,250	150	1,800	150	0,450	45				0,008	0,001	0,002	0,008	0,003	0,034
"	1142	1 200	90,000	1 200	14,400	1 200	3,600	360		0,001	0,065	0,005	0,018	0,008	0,065	0,022	0,270
"	1142	5 975	448,125	5 975	71,700	5 975	17,925	1 793		0,003	0,018	0,023	0,090	0,039	0,323	0,108	1,345
"	1142	125	9,375	125	1,500	125	0,375	38				0,007	0,002	0,001	0,007	0,002	0,029
"	1142	3 275	245,625	3 275	39,300	3 275	9,825	983		0,002	0,010	0,013	0,049	0,022	0,177	0,059	0,737
"	1142	150	11,250	150	1,800	150	0,450	45				0,008	0,001	0,001	0,008	0,003	0,034

Tabell 8-2. Forurensningstilførsler fra boligområder: BYFJORDEN, MIDTRE OG YTRRE, side 2

Utløps- ledning Ref	Utslipps- sted Kart ref	Organisk belastning		Nitrogen- tilførsel p.e. kg/d	Fosfor- tilførsel		Vann- forbruk m ³ /d	Tungmetaller kg/d								
		p.e. BOF ₇	kg/d		p.e.	kg/d		Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Mn	Fe ₁
St. 17	1041	2 200	165,000	2 200	26,400	2 200	6 600	660	0,007	0,119	0,009	0,033	0,015	0,119	0,040	0,495
" 63	1245	425	31,875	425	5,100	425	1,275	127	0,001	0,023	0,002	0,006	0,003	0,023	0,008	0,095
" 64	1145	200	15,000	200	2,400	200	0,600	60	0,001	0,011	0,001	0,003	0,001	0,011	0,004	0,045
" priv.	1145	20	1,500	20	0,240	20	0,060	6		0,001				0,001		0,005
" "	1145	15	1,125	15	0,180	15	0,045	5		0,001				0,001		0,004
" 65	1144	475	35,625	475	5,700	475	1,425	143	0,001	0,026	0,002	0,007	0,003	0,026	0,009	0,107
St. x	1144							331	0,003	0,060	0,004	0,017	0,007	0,060	0,020	0,248
" 66	1244	345 + 35	25,875 2,625	345 35	4,140 0,420	345 35	1,035 0,105	103 11	0,001	0,019 0,002	0,001	0,005 0,001	0,002	0,019 0,002	0,006 0,001	0,077 0,008
" 67	1244	50	3,750	50	0,600	50	0,150	15		0,003		0,001	0,003	0,003	0,001	0,011
" 72	1244	125	9,375	125	1,500	125	0,375	37		0,007		0,002	0,001	0,007	0,002	0,028
" priv. div.	1244	110	8,250	110	1,320	110	0,330	35		0,006		0,002	0,001	0,006	0,002	0,026
" 73	1143	275	20,625	275	3,300	275	0,825	83	0,001	0,015	0,001	0,004	0,002	0,015	0,005	0,062
" priv.	1143	40	3,000	40	0,480	40	0,120	12		0,002		0,001	0,001	0,002	0,001	0,009
" 74	1143	110	8,250	110	1,320	110	0,330	33		0,006		0,002	0,001	0,006	0,002	0,025
" 75	1242	250	18,750	250	3,000	250	0,750	75	0,001	0,014	0,001	0,004	0,002	0,014	0,005	0,056
" priv.	1242	20	1,500	20	0,240	20	0,060	6		0,001				0,001		0,005
" 80	1242	50	3,750	50	0,600	50	0,150	15		0,003		0,001	0,003	0,003	0,001	0,011
" 82	1242	50	3,750	50	0,600	50	0,150	15		0,003		0,001	0,003	0,003	0,001	0,011
SUM		21 354	1 601,550	21 354	256,248	21 354	64,062	6 760	0,009	1,218	0,085	0,339	0,147	1,218	0,407	5,072
SUM TOTALT		33 604	2 520,300	33 604	403,248	33 604	100,812	10 436	0,015	1,880	0,133	0,523	0,229	1,880	0,628	7,830

Tabell 8-4. Forurensningstilførsler fra boligområder: GANDSFJORDEN, MIDTRE

Tpografisk kart 1212 IV.

Utløps- ledning Ref	Utslipps- sted Kart ref	Organisk belastning		Nitrogen- tilførsel		Fosfor- tilførsel		Vann- forbruk m ³ /d	Tungmetaller kg/d								
		p.e.	BOF ₇ kg/d	p.e.	kg/d	p.e.	kg/d		Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Mn	Fe
St. 40	1337	2 925	219,375	2 925	35,100	2 925	8,775	877	0,001	0,009	0,158	0,011	0,044	0,019	0,158	0,053	0,658
"	priv.	35	2,625	35	0,420	35	0,105	10			0,002		0,001		0,002	0,001	0,008
"	41	225	16,875	225	2,700	225	0,675	67		0,001	0,012	0,001	0,003	0,001	0,012	0,004	0,050
"	42	925	69,375	925	11,100	925	2,775	277		0,003	0,050	0,004	0,014	0,006	0,050	0,017	0,208
"	43	50	3,750	50	0,600	50	0,150	15			0,003		0,001		0,003	0,001	0,011
"	44	2 525	189,375	2 525	30,300	2 525	7,575	757	0,001	0,008	0,136	0,010	0,038	0,017	0,136	0,045	0,568
"	45	75	5,625	75	0,900	75	0,225	23			0,004		0,001		0,004	0,001	0,017
"	priv.	10	0,750	10	0,120	10	0,030	3			0,001				0,001		0,002
"	"	35	2,625	35	0,420	35	0,105	10			0,002		0,001		0,002	0,001	0,008
"	46	500	37,500	500	6,000	500	1,500	150		0,002	0,027	0,002	0,008	0,003	0,027	0,009	0,113
"	priv.	20	1,500	20	0,240	20	0,060	6			0,001				0,001		0,005
"	47	50	3,750	50	0,600	50	0,150	15			0,003		0,001		0,003	0,001	0,011
"	48	400	30,000	400	4,800	400	1,200	120		0,001	0,022	0,022	0,006	0,003	0,022	0,007	0,090
"	14	30	2,250	30	0,360	30	0,090	9			0,002				0,002	0,001	0,007
"	15	3 500	262,500	3 500	42,000	3 500	10,500	1 050	0,002	0,011	0,189	0,014	0,053	0,023	0,189	0,063	0,788
"	16	10	0,750	10	0,120	10	0,030	3			0,001				0,001		0,002
"	18	190	14,250	190	2,280	190	0,570	57		0,001	0,010	0,001	0,003	0,001	0,010	0,003	0,043
"	div. 1330-1434	120	9,000	120	1,440	120	0,360	36			0,006		0,002	0,001	0,006	0,002	0,027
"	"	1 300	97,500	1 300	15,600	1 300	3,900	390	0,001	0,004	0,070	0,005	0,020	0,009	0,070	0,023	0,293
"	39	130	9,750	130	1,560	130	0,390	40			0,007	0,001	0,002	0,001	0,007	0,002	0,030
"	1433	1 200	90,000	1 200	14,400	1 200	3,600	360	0,001	0,004	0,065	0,005	0,018	0,008	0,065	0,022	0,270
SUM		14 255	1 069,125	14 255	171,060	14 255	42,765	4 275	0,006	0,044	0,771	0,057	0,216	0,093	0,771	0,256	3,209

Tabell 8-5. Forurensningstilførsler fra boligområder: GANESFJORDEN, YTTRE, side 1 Topografisk kart 1212 IV, 1212 I.

Utlops- ledning Ref	Utlops- sted Kart ref	Organisk belastning		Nitrogen- tilførsel		Fosfor- tilførsel		Vann- forbruk m ³ /d	Tungmetaller kg/d									
		p.e.	BOF ₇ kg/d	p.e.	kg/d	p.e.	kg/d		Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Mn	Fe	
St 79	1243	600	45,000	600	7,200	600	1,800	180	0,002	0,032	0,002	0,009	0,004	0,032	0,011	0,135		
" priv.	1243	15	1,125	15	0,180	15	0,045	5		0,001				0,001		0,004		
" 68	1243	170	12,750	170	2,040	170	0,510	50	0,001	0,009	0,001	0,003	0,001	0,009	0,003	0,038		
" 69	1243	80	6,000	80	0,960	80	0,240	24		0,004		0,001	0,001	0,004	0,001	0,018		
" priv.	1243	15	1,125	15	0,180	15	0,045	5		0,001				0,001		0,004		
" 70	1343	50	3,750	50	0,600	50	0,150	15		0,003		0,001		0,003	0,001	0,011		
" 83	1344	100	7,500	100	1,200	100	0,300	30		0,005		0,002	0,001	0,005	0,002	0,023		
" priv.	1444	30	2,250	30	0,360	30	0,090	9		0,002				0,002	0,001	0,007		
" 85	1345	50	3,750	50	0,600	50	0,150	15		0,003		0,001		0,003	0,001	0,011		
" 86	1345	25	3,875	25	0,300	25	0,075	7		0,001				0,001		0,005		
" priv.	1345	70	5,250	70	0,840	70	0,210	21		0,004		0,001		0,004	0,001	0,016		
" 77	1343	100	7,500	100	1,200	100	0,300	30		0,005		0,002	0,001	0,005	0,002	0,023		
" 81	1342	50	3,750	50	0,600	50	0,150	15		0,003				0,003		0,011		
" priv.	1342	15	1,125	15	0,180	15	0,045	5		0,001				0,001		0,004		
" 24	1341	1325	99,375	1325	15,900	1325	3,975	397	0,001	0,071	0,005	0,020	0,009	0,071	0,024	0,280		
" 25	1341	625	46,875	625	7,500	625	1,875	187		0,034	0,002	0,009	0,004	0,034	0,011	0,140		
" 26	1341	650	48,750	650	7,800	650	1,950	195		0,035	0,003	0,010	0,004	0,035	0,012	0,146		
" 27	1341	4175	313,125	4175	50,100	4175	12,525	1253	0,002	0,226	0,016	0,063	0,028	0,226	0,075	0,940		
" priv.	1440	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
" "	"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
" 29	1339	950	71,250	950	11,400	950	2,850	285	0,003	0,051	0,003	0,014	0,006	0,051	0,017	0,214		
" priv.	1240	17	1,275	17	0,204	17	0,051	5		0,001				0,001		0,004		
" 30	1240	75	5,625	75	0,900	75	0,225	22		0,004		0,001		0,004	0,001	0,017		
" 31	1240	870	65,250	870	10,440	870	2,610	260	0,003	0,047	0,003	0,013	0,006	0,047	0,016	0,195		
" 32	1240	1200	90,000	1200	14,400	1200	3,600	410	0,001	0,074	0,005	0,021	0,009	0,074	0,025	0,308		

Tabell 8-5. Forurensningstillførsler fra boligområder; GANDSFJORDEN, YTRRE, side 2

Utløps- ledning Ref	Utslipps- sted Kart ref	Organisk belastning		Nitrogen- tilførsel		Fosfor- tilførsel		Vann- forbruk m ³ /d	Tungmetaller kg/d									
		p.e.	BOF ₇ kg/d	p.e.	kg/d	p.e.	kg/d		Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Mn	Fe	
St. 33	1239	625	46,875	625	7,500	625	1,875	187	0,002	0,034	0,002	0,009	0,004	0,034	0,011	0,140		
"	1239	10100	757,500	10100	121,200	10100	30,300	3030	0,030	0,545	0,039	0,152	0,067	0,545	0,182	2,273		
"	1239	1100	82,500	1100	13,200	1100	3,300	330	0,003	0,059	0,004	0,017	0,007	0,059	0,020	0,248		
"	1338	1150	86,250	1150	13,800	1150	3,450	345	0,003	0,062	0,004	0,017	0,008	0,062	0,020	0,259		
"	1338	400	30,000	400	4,800	400	1,200	120	0,001	0,022	0,002	0,006	0,003	0,022	0,007	0,090		
"	priv.	17	1,275	17	0,204	17	0,051	5	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,004		
"	1344	50	3,750	50	0,600	50	0,150	15	0,003	0,003	0,003	0,001	0,001	0,003	0,001	0,012		
"	1343	28	2,100	28	0,336	28	0,084	8	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,006		
"	priv.	55	4,125	55	0,660	55	0,165	17	0,003	0,003	0,003	0,001	0,001	0,003	0,001	0,013		
"	1443	25	1,875	25	0,300	25	0,075	8	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,006		
"	1443	50	3,750	50	0,600	50	0,150	15	0,003	0,003	0,003	0,001	0,003	0,003	0,001	0,011		
"	priv.	40	3,000	40	0,480	40	0,120	12	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,009		
"	1544	28	2,100	28	0,336	28	0,084	8	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,006		
"	1544	90	6,750	90	1,080	90	0,270	27	0,005	0,005	0,001	0,001	0,001	0,005	0,002	0,020		
"	1544	14	1,050	14	0,168	14	0,042	4	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003		
"	1544	32	2,400	32	0,384	32	0,096	10	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,008		
SUM A		25061	1879,575	25061	300,732	25061	75,183	7566	0,011	0,073	0,091	0,379	0,164	1,362	0,452	5,662		
RISKA FJORD	1636	2000	150,000	2000	24,000	2000	6,000	600	0,001	0,006	0,008	0,030	0,013	0,108	0,036	0,450		
	1836																	
SUM B		27061	2029,575	27061	324,732	27061	81,183	8166	0,012	0,079	0,099	0,409	0,177	1,470	0,488	6,112		

Tabell 8-6. Forurensningstilførsler fra boligområder: HAFSFLJORDEN Topografisk kart 12L2 IV.

Utløps- ledning Ref	Utløps- sted Kart ref	Organisk belastning p.e. BOF. kg/d	Nitrogen- tilførsel p.e. kg/d	Fosfor- tilførsel p.e. kg/d	Vann- forbruk m ³ /d	Tungmetaller kg/d									
						Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Mn	Fe	
St. 49	0737	2 350 176,250	2 350 28,200	2 350 7,050	705	0,001	0,007	0,127	0,009	0,035	0,016	0,127	0,042	0,529	
So. 1	0937	300 22,500	300 3,600	300 0,900	90		0,001	0,016	0,001	0,005	0,002	0,016	0,005	0,068	
So. 3	0636	1 750 131,250	1 750 21,000	1 730 5,250	525	0,001	0,005	0,095	0,007	0,026	0,012	0,095	0,032	0,394	
SUM	IMRE I	(4 400) (330,000)	(52,800)	(13,200) (1 320)	(1 320)	(0,002) (0,013)	(0,238)	(0,066)	(0,017)	(0,066)	(0,030)	(0,238)	(0,079)	(0,991)	
So. 4	0634	2 730 204,750	2 730 32,760	2 730 8,190	820	0,001	0,008	0,148	0,011	0,041	0,018	0,148	0,049	0,615	
So. 5	0634	510 38,250	510 6,120	510 1,530	153		0,002	0,028	0,002	0,008	0,003	0,028	0,009	0,115	
So. 6	0634	450 33,750	450 5,400	450 1,350	135		0,001	0,024	0,002	0,007	0,003	0,024	0,008	0,101	
So. 7	0634	300 22,500	300 3,600	300 0,900	90		0,001	0,016	0,001	0,005	0,002	0,016	0,005	0,068	
SUM	INDRE II	(3 990) (299,250)	(47,880)	(11,970) (1 198)	(1 198)	(0,001) (0,012)	(0,216)	(0,061)	(0,016)	(0,061)	(0,026)	(0,216)	(0,071)	(0,899)	
SUM	TOT. INDRE	(8 390) (629,250)	(100,680)	(25,170) (2 518)	(2 518)	(0,003) (0,025)	(0,454)	(0,127)	(0,033)	(0,127)	(0,056)	(0,454)	(0,150)	(1,890)	
St. priv.	0637	100 7,500	100 1,200	100 0,300	30			0,005		0,002	0,001	0,005	0,002	0,023	
St. 50	0638	525 39,375	525 6,300	525 1,575	157		0,002	0,028	0,002	0,008	0,003	0,028	0,009	0,118	
St. 51	0638	125 9,375	125 1,500	125 0,375	37			0,007		0,002	0,001	0,007	0,002	0,028	
St. priv.	0638	10 0,750	10 0,120	10 0,030	3			0,001				0,001		0,002	
St. 53	0639	25 1,875	25 0,300	25 0,075	7			0,001				0,001		0,005	
St. 54	0639	350 26,250	350 4,200	350 1,050	105		0,001	0,019	0,001	0,005	0,002	0,019	0,006	0,079	
St. 55	0639	350 26,250	350 4,200	350 1,050	105		0,001	0,019	0,001	0,005	0,002	0,019	0,006	0,079	
St. 56	0639	675 50,625	675 8,100	675 2,025	203		0,002	0,037	0,003	0,010	0,004	0,037	0,012	0,152	
St. 58	0540	210 15,750	210 2,520	210 0,630	63		0,001	0,011	0,001	0,003	0,001	0,011	0,004	0,047	
St. 59	0540	325 24,375	325 3,900	325 0,975	97		0,001	0,017	0,001	0,005	0,002	0,017	0,006	0,073	
St. priv.	0540	45 3,375	45 0,540	45 0,135	13			0,002		0,001		0,002	0,001	0,010	
SUM	MIDTRE	(2 740) (205,500)	(32,880)	(8,220) (820)	(820)	(0,000) (0,008)	(0,147)	(0,041)	(0,009)	(0,041)	(0,016)	(0,147)	(0,048)	(0,616)	
St. 60	0441	1 100 82,500	1 100 13,200	1 100 3,300	330	0,001	0,003	0,059	0,004	0,017	0,007	0,059	0,020	0,248	
St. 61	0441	2 300 172,500	2 300 27,600	2 300 6,900	690	0,001	0,007	0,124	0,009	0,035	0,015	0,124	0,041	0,518	
St. 62	0441	100 7,500	100 1,200	100 0,300	30			0,005		0,002	0,001	0,005	0,002	0,023	
St. priv.	0441	30 2,250	30 0,360	30 0,090	10			0,002		0,001		0,002	0,001	0,008	
SUM	YTRE	(3 530) (264,750)	(42,360)	(10,590) (1 060)	(1 060)	(0,002) (0,010)	(0,190)	(0,055)	(0,013)	(0,055)	(0,023)	(0,190)	(0,067)	(0,797)	
SUM	TOTALT	14 660 1 092,500	14 660 175,920	14 660 43 280	4 398	0,005	0,043	0,791	0,055	0,223	0,095	0,791	0,262	3,303	

Tabell 8-7. Forurensningstilførsler fra industri. Tilførsler pr. årsdøgn: BYFJORDEN, side 1.

Topografisk kart 1212 IV, 1213 III.

Bedrift	Utslippssted Kart ref	Vannforbruk m ³ /d		Personer ansatt p.e.	Susp	BOF 7 p.e.	KOF	pH	Nitrogen p.e.	Fosfor p.e.	CN kg/d	Fe kg/d	Ni kg/d	Cd kg/d	Cr kg/d	Cu kg/d	Ag kg/d	Pb kg/d	Zn kg/d	Olje kg/d	
		Total	Kjøll Prosess																		
Indre fjord																					
B-1 Jeasund og Co. Mek verksted, N. bane- gt. 41	1341	13		3						0,30					0,07				0,20		
B-2 Martinsen Klisjean- stalt, Verksgt. 1A	1241	0,03		1					68										1,23		
B-3 Chr. Bielland & Co A/S, Verven 2	1341		33	2					36	4,2									3,00		
B-4 Dreyers Graphisk & Install. A/S, Hetlandsgt.	1241								70										1,13		
B-5 Vestlandske jern- varefab., Sandagt. 17	1241	6,15		1	0,25					0,06									0,02		
B-6 Norsk Hamnerverk	1241	27			10																
B-7 G. Vervik	1241					5															
B-8 Lito service A/S, Verksgt. 54	1241																				
B-9 Stavanger Slaktehus	1241																				
Diverse	1241	2013		3258															5,58		
SUM A		2059,18		3265	56,25		738		912	343	4,59				0,07						
Midtre og ytre fjord																					
B-10 Stavanger Krom og forvklingsanlegg, Øvre Kleivgt. 8	1241	4		1	4					0,01	0,11	0,11	0,11		0,01	0,01			0,01	0,01	36
Diverse	1142	1089		541																	17
"	1242	390		1161																	5
SUM B		1483		1710					912		0,01	0,11	0,11		0,01	0,01				0,01	58
SUM A + B		3542,18		4975	60,25		738		912	343	4,60	0,11	0,11		0,08	0,01			5,58	0,01	58

Tabell 8-7. Forurensingstilførsler fra industri. Tilførsler pr. årsavgang: BYFJØRDEN, side 2.

Bedrift	Utslipps- sted Kart ref	Vannforbruk m ³ /d		Per- soner ansatt i.a.	BOF 7 p.e.	KOF p.e.	pH	Nitro- gen p.e.	Fosfor p.e.	CN kg/d	Fe kg/d	Ni kg/d	Cd kg/d	Cr kg/d	Cu kg/d	Ag kg/d	Pb kg/d	Zn kg/d	Olje kg/d		
		Total	Kjøøl Prosess																		
Diverse	0844	64		13																	
"	0944			4																	
"	1044	22		4																	
"	1043			6																	5
"	1143	215		121																	
"	1045	331		1																	5
SUM C		632		149																	63
SUM B+C		2115	4	1859						0,01	0,11	0,11			0,01	0,01					
SUM A+B+C		4174,18	60,25	5124		738		912	343	4,60	0,11	0,11			0,08	0,01					5,58

Tabell 8-8. Forurensningstilførsler fra industri. Tilførsler pr. år/døgn: GANDSFJORDEN, INDERE, side 1.

Topografisk kart 1212 IV.

Bedrift	Utslipps- sted Kart ref	Vannforbruk m ³ /d		Per- soner ansatt p.e.	Susp	BOF p.e.	KOF	pH	Nitro- Gen p.e.	Fosfor p.e.	CN	Fe kg/d	Ni kg/d	Cd kg/d	Cr kg/d	Cu kg/d	Ag kg/d	Pb kg/d	Zn kg/d	Olje kg/d	
		Total	Kjøll Prosess																		
G-1 Sandnes kom. slaktehus	1228	466		11		733			733	500											
G-2 Sven Kvía Bil- forretning & verksted	1229	14		10																	
G-3 Jonas Hegre Bilforretning & bensinstasj.	1228	19		5																	
G-4 Jonas Øglænd A/S Konfeksjonsfab.	1223	57		126																	
G-5 A/S Gravernes Tegilverk, Austrått	1229	23		21																	
G-6 Fogalund Egglag, Hovevegen	1228	116		17		320			320	166											
G-7 Jadar Isola- sjonsfabrikk, Gandal	1228	17		/																	
G-8 Sandnes Ull- varefabrikk, Vågsst.	1223	616		84																	
G-9 AS AFAS (tarm- renseri)	1229			1																	
G-10 Norsk Brænd- selolje	1229	44		6																	
G-11 Magnus Monsen Pølsefabr.	1228	41		4		32			32	15											
G-12 Sandnes jern- vare A/S	1228	15,4		4								1,2									0,24
G-13 E. Christophersen Langgt. 30	1228		1,6																		
G-14 Jonas Øglænd (Tasta)	1228	877	235	168						880	0,67		0,5		2,08						0,63

Tabell 8-8. Forurensningstilførsler. Tilførsler pr. årsgjenn. GANDSFJORDEN, INDRE, side 3.

Bedrift	Utslipps- sted Kart ref	Vannforbruk m ³ /d		Per- soner ansatt p.e.	Susp	BOF 7 p.e.	KOF	pH	Nitro- Gen p.e.	Fosfor CN p.e.	Fe kg/d	Ni kg/d	Cd kg/d	Cr kg/d	Cu kg/d	Ag kg/d	Pb kg/d	Zn kg/d	Olje kg/d	
		Total	Kjøll Prosess																	
G-31 Ingvald Dale, Trykkeri	1228	8		7																
G-32 Autotrykk, Jøravn. 5	1229			2																
G-33 Sandnes bok- trykkeri	1228			2																
G-34 T.S. Rovik, handel/service bilverksted	1229	2		4																
G-35 Sandnes Aducer- verk (Hana)	1228	495	55	100				5		92								5,66		
G-36 Blandeverket A/S	1229	177		3																
G-37 Sandnes kangarn spinneri, Havnegt. 10	1222	180		38																
+ Bensinstasjoner, 18 stk.	1229	100		16																50
SUM	-	3954,1	235 523	779	-	1085	-	pH	1597	3191	0,67	1,2	0,5	-	2,08	-	-	6,53	167	

Tabell 8-10. Forurensningstilførsler fra industri. Tilførsler pr. årsgjenn: GANDEFJORDEN, YTRE, side 1
Topografisk kart 1212 IV, 1212 I.

Bedrift	Utslipps- sted Kart ref	Vannforbruk m ³ /d		Per- soner ansatt n.e.	Susp	BOF ₇ p.e.	KOF	ph	Nitro- gen p.e.	Fosfor p.e.	CN kg/d	Fe kg/d	Mn kg/d	Cd kg/d	Cr kg/d	Cu kg/d	Ag kg/d	Pb kg/d	Zn kg/d	Olje kg/d
		Total	Kjøøl Prosess																	
G-49 Stavanger preserving	1341	15	15	1				6,5	4		1,03								0,256	
G-50 A. Birkemo Galvano, Hamne- vn. 5, Hillevåg, Stavanger	1339	27		1						97	7,56		0,13		0,06				0,03	
G-51 Stavanger Tin- fabrikk A/S, Ryfylkegt., Stavanger	1341	35		20																
G-52 Maskinhuset A/S, Postboks 201, Hillevåg, v. 101, 4001 Stavanger	1338	145	34	17				10,9	9	200		0,03	0,19		0,32				0,01	
G-53 Nova Print offset trykkeri, Pedersgt. 93, Stavanger	1341	28	6	5				5												
G-54 Stavanger for- sølvning, Hølle- berøgt. 17, Stavanger	1341	0,2		1				5-6			0,02					0,02				
G-55 Trafikk og vei- merking A/S, Baneviksv. 5, Stavanger	1341			4																
G-56 Vestlandske Spigerfabr. A/S, Nymannsv. 140, Stavanger	1341	1745		4																
Diverse	1341	280		643		2310		10												
G-57 Tou	1341	810		414																
Diverse	1240	88		63																
"	1239	176		429																
"																				

fra
ben-
sin-
st.
i
omr.
35

Tabell 8-10. Forurensningstilførsler fra industri. Tilførsler pr. årsgjenn: GANDEFJORDEN, YTRE, side 2

Bedrift	Utslipps- sted kart ref	Vannforbruk m ³ /d		Per- soner ansatt p.e.	BOF ⁷ p.e.	KOF	pH	Nitro- gen p.e.	Fosfor p.e.	CN kg/d	Fe kg/d	Ni kg/d	Cd kg/d	Cr kg/d	Cu kg/d	Ag kg/d	Pb kg/d	Zn kg/d	Olje kg/d	
		Total	Kjøll Prosess																	
Diverse	1338	264		287																
"	1244	11		18																
"	1243	94		-																
"	1343 og 1344	46		2																
G-58 Sandnes Aducerverk, avd. Frøyland				90																
SUM		3764,2		1999	2310		pH	13	517	8,61	0,03	0,32		0,54	0,02			0,296	35	

For Tou A/S vil det skje en gradvis overføring til Forus.
I denne tabell er 1974-verdien benyttet ved Lervig.
I vannforbruksdata er fratrukket den vannmengde som inngår i produktene.

Tabell 8-11: Forurensningstiltaksplaner fra industri. Tiltaksplaner pr. årsseddel: HAFRSFJORD

Topografisk kart 1212 IV.

Bedrift	Utslipps- sted Kart ref	Vannforbruk m ³ /d		Per- sone- arsnett p.e.	Susp	BOF ⁷ p.e.	KOF p.e.	pH	Nitro- gen p.e.	Fosfor p.e.	CN kg/d	Fe kg/d	Ni kg/d	Cd kg/d	Cr kg/d	Cu kg/d	Ag kg/d	Pb kg/d	Zn kg/d	Olje kg/d	
		Total	Kjøll Prosess																		
H-1 Frue Meieri, Grannes	0636	296		21		733				816											
H-2 Braathens SAFE, Vedlikehold fly	0633	30	248	82						11275	0,005			0,006	0,025	0,006					95,4
H-3 Sola Flystasjon	0633	521																			
H-4 Olav A. Ellingsen Fotolaboratorium + 17 mg Fe, (CN)/L (skal flyttes til Asen i Stav. -75)	0633	48		21	1,43	184	16,7		8		0,382	0,239					0,095				
SUM		895	248	124	1,43	917	16,7		8	12091	0,387	0,239		0,006	0,025	0,006	0,095				95,4

1) I tillegg slippes ut meget små mengder indium.