

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN.

0 - 18/62.

**Undersøkelse av Vefsnas nedre løp
som recipient for ven- og tarm-
innhold fra Vefsn Slakteri.**

**Saksbehandler: Cand.real. B. Bergmann-Paulsen.
Rapporten avsluttet: 26/6 1962.**

I N N H O L D :

	Side
1. INNLEDNING.	1
1.1. Vem- og tarminnhold	1
1.2. Vefen Slakteri	1
1.3. Vefena	2
1.4. Estuareeffekt	3
2. UNDERSØKELSER.	4
3. RESULTATER.	5
3.1. Vannføring, øjevannsinnblanding	5
3.2. Resultater av biologiske prøver	6-8
4. VURDERING.	8
5. DISKUSJON.	9-10
6. KONKLUSJON.	11

T A B E L L E R :

1. Prosentvis øjevannsinnblanding 2/5 1962	12
2. - " - 3/5 1962	13
3. Strømhastigheter, stasjon A, 2/5 1962	14
4. - " " B & C, 3/5 1962	15

F I G U R E R :

1. Skisse av Vefenas nedre løp	
2. Prosentvis øjevannsinnblanding 2/5 1962	
3. - " - 3/5 1962	
4. Strømhastigheter 2/5 1962	
5. - " - 3/5 1962	

1. INNLEDNING.

I mars 1962 ble vårt institutt anmodet av S/L Nord-Norges Salgselag om å foreta en undersøkelse i forbindelse med utslipp fra Vefsn Slakteri i Vefsn.

Undersøkelsen skulle spesielt belyse om det var forsvarlig å lede vom- og tarminnholdet fra de slaktede dyr direkte ut i Vefsn gjennom en rørledning.

Slakteriet har tidligere fått tillatelse fra Norges Vassdrags og Elektrisitetsvesen til å lede det øvrige avfallsvann ut i elven, etter å ha passert en septiktank.

1.1. Vom- og tarminnhold.

Dette er vanligvis den største forurensningskilden fra slakterier. Innholdet er meget rikt på organiske stoffer som gjennomgår rask biologisk nedbrytning i en recipient. Forurensningsmaterialet fra vom- og tarmer kan bare i liten grad fjernes ved sedimentering, idet en stor del av de organiske stoffer enten er løst eller holder seg suspendert i vannet. Noe av vom- innholdet er ufordøyde eller bare delvis fordøyde planterester som halmstrå og liknende, i størrelse fra noen cm til 5 - 6 cm.

1.2. Vefsn Slakteri.

Beliggenheten av slakteriet er angitt på skissen. Den hittil største slaktemengde ble oppnådd i 1961 med 4430 dyr som fordelte seg slik:

Storfe:	3309.
Kalv:	321.
Geit og sau:	640.
Hest:	71.
Gris:	111.

Forurensningsmengden vil variere i takt med slaktemengden, men i middel kan den anses til ca. 2000 - 2500 personekvivalenter.

Vannforbruket i 1961 var 34.500 m³, hvorav 8.200 m³ ble benyttet til produksjonen, 32.000 m³ i slakteriet og 14.300 m³ til kjølevann for frysemaskinene.

En del av avfallvannet føres fra en septiktank og ut i elven gjennom en 3" jernledning. Nesteparten av avfallvannet føres imidlertid sammen med vom- og tarminnholdet direkte ut i elven gjennom en 9" rørledning.

1.3. Vefna.

Ved grunningsområdet leper Vefna i nordlig retning. På nedsiden av tettbebyggelsen i Mosjøen passerer elven en innnevring, før sammlepet med Skjerva, se fig. 1.

Fra bebyggelse og industri føres flere kloakker ut i Vefna.

De viktigste omfatter:

Ca. 300 m syd for riksveibroen ledes kloakken fra Gildevangen ut, og ca. 100 m nord for broen renner sykehuskloakken ut.

Disse kloakker fører avfallvann fra tilsammen ca. 2000 personer.

Slakteriets avfallvann føres i to ledninger ut i elven omtrent rett ut for bygningene.

Ca. 100 m nedenfor leper kloakken fra meieriet ut, og rett bak kinoen en kloakk fra omkringliggende bebyggelse.

Videre nordover leper det ut flere kloakker fra tettbebyggelsen i Mosjøen. Tilsammen fører de kloakkvann fra ca. 2000 personer.

Vefsn har en god laksebestand og er betraktet som en meget verdifull fiskeelv. Elven er også meget benyttet til tommerflatning.

Nedberfektet er 3.647 km^2 . Den gjennomsnittlige vannføring er $152,2 \text{ m}^3/\text{sek}$, mens alminnelig løyvannføring er $10,0 \text{ m}^3/\text{sek}$. Vannføringen er lite stabil da vassdraget er lite regulert.

Elvebunnen i det nedre området består hovedsakelig av grus og sand.

Tidevannsforskjellen i Mosjøen er sjelden under 100 cm og over 250 cm. Den merkes langt oppover vassdraget.

1.4. Estuareffekt.

Vannmassene i nærheten av grunningsområdet har typisk brakkevannspreg. Blandingsforholdet mellom ferskvann og sjøvann varierer fra overflaten og nedover.

Et område hvor en elv går over i et fjordbasseng, og ferskvannet blandes opp med sjøvann, kalles et estuarområde. Sjøvann har en tetthet på $1,025 \text{ g/cm}^3$ ved 5°C , og en salinitet (saltinnhold) på 32 ‰, mens ferskvann ved den samme temperatur har en tetthet på $0,9998 \text{ g/cm}^3$. På grunn av denne forholdsvis store forskjell i tetthet, vil sjøvannet trenge inn under det lettere ferskvannet, og ligge langs bunnen oppover elven.

Vannmassene vil herved deles i sjikt med ferskvann øverst, brakkevann i midten og sjøvann nederst. Tykkelsen på overflatelaget, ferskvannet, vil avta utover mot fjorden, etter hvert som blanding med sjøvannet finner sted.

På grunn av forskjellige strømhastigheter av de horisontale vannlag i elven, vil turbulenser etc. bewirke at elvevannet hele tiden river med seg noe av sjøvannet og omvendt. Sålenge det er et sjøvannslag langs bunnen, vil saliniteten av elvevannet derfor øke mot dypet, og jo nærmere det kommer fjorden.

Det sjøvann som på denne måten føres tilbake til fjorden, blir kompensert ved at en sjøvannsstrøm trenger seg oppover langs elvebunnen.

Forholdene i Vefena er komplisert på grunn av den store tidevannsforskjellen, som kan være opptil omkring 2,5 m. Mot høyvann vil det skje en oppstuvning av vannet i elven. I enkelte deler av tidevannsperioden vil strømmen i alle dyp være rettet oppover. Mot lavvann strømmer alt sjøvann og det oppstuede forskvann utover mot fjorden. Vannføringen i Vefena ved Moojeen vil derfor variere både i mengde og retning. Sjøvannstungen kan gå mange kilometer opp i elven. Hvor langt opp den går, avhenger av vannføringen og vannstand ved høyvann. Oppstuvningen kan registreres 16 km oppover.

2. Undersøkelser.

Ved undersøkelsen ble valgt tre stasjoner, A, B og C. Stasjon A var i dypålen rett ut for munningen til avløpsrøret fra slakteriet. Stasjon B var i dypålen ca. 50 m nedenfor kincen (ca. 300 m nedenfor stasjon A. Det ble dessuten innhentet biologiske prøver fra en tredje stasjon, stasjon C, som lå ca. 50 m ovenfor stasjon A.

2. og 3. mai 1962 ble det foretatt målinger av elektrolytisk ledningsevne over lengre perioder ved stasjon A og B. Resultatene er oppført som prosentvis sjøvannsinnblanding i tabellene 1 og 2 og i figurene 2 og 3.

Strømhastighetene i de forskjellige dyp av elven ble målt tre ganger. Resultatene er oppført i tabell 3 og i figurene 4 og 5. Vannprøver til fysisk-kjemiske undersøkelser ble innhentet ved stasjonene B og C. Resultatene er oppført i tabell 4.

Vannføringen i Vefena, målt ved Laksfors vannmerke, var begge dager $59,2 \text{ m}^3/\text{sek}$. Høydeforskjellen mellom høyyvann og lavvann var 2. mai, 227 cm og 3. mai, 243 cm.

3. RESULTATER.

3.1. Vannføring, sjøvannsinnblanding.

Ved vurdering av den fortykning avfallsvannet kan oppnå i elven må vannføringen tas i betraktning. Det er viktig å skille mellom den vannføring som måles ved Laksfors og den reelle vannføring i det aktuelle området. Den første representerer den rene ferskvannstransporten ut i sjøen, og er forholdsvis jevn. Den reelle vannføring ved slakteriet er sammensatt av ferskvanns- og sjøvannstransporten og kan derfor variere både i størrelse og retning avhengig av tidevannet.

Figurene 4 og 5 viser hvordan strømhastighetene i de forskjellige dyp varierer med tiden. På minutter etter at målingene til figur 5a var utført, var strømmen rettet oppover i alle dyp.

Strømforholdene i det aktuelle området av Vefena kan ved relativt lav vannføring karakteriseres slik gjennom en tidevannsperiode på ca. 13 timer:

- | | |
|-------|---|
| Flo | 1. Omkring høyyvann en utoverrettet strøm av fersk- eller brakkevann, i de øvre lag av vannmassene, og en oppoverrettet sjøvannsstrøm langs bunnen. |
| | 2. En kraftig strøm utover i alle lag. |
| Fjære | 3. Omkring lavvann som pkt. 1. |
| | 4. Kortere eller lengre tid uten målbare strømmer i noe lag. |
| | 5. Oppoverrettet strøm i alle lag. |
| | 6. Som pkt. 4. |
| Flo | 7. Høyyvann som pkt. 1. |

Dette forløp ha de strømmen ved en vannføring på ca. $50 \text{ m}^3/\text{sek}$. målt ved Laksfors, og en tidevannsforskjell på 210 cm.

Ved økende vannføring og/eller mindre tidevannsforskjeller kan følgende skje:

- a) Alt sjøvann blir ført ut av elven ved lavvann (pkt.3) slik at strømmen vil være utoverrettet i alle lag.
- b) Ved enda høyere vannføring vil strømmen i overflaten hele tiden være rettet utover (pkt.4,5 og 6).
- c) Meget høye vannføringer eller lave tidevannsforskjeller vil forårsake at sjøvannstungen ikke når opp til det aktuelle elveområdet under noen del av tidevannsperioden. Tidligere undersøkelser vi har foretatt i Vefsnas nedre løp, gir grunn til å anta at dette finner sted når vannføringen er noe under $100 \text{ m}^3/\text{sek}$. ved midlere tidevannsforskjeller.

3.2. Resultater av biologiske prøver.

Materialet som var innsamlet, beste dels av prøver av organismer som dannet begreing på bunnen av elven i nærheten av breddene, dels av frafiltrert substans fra de fri vannmasser. De biologiske forhold som prøvene demonstrerte, er karakteristiske for områder hvor ferskvann og saltvann møtes. Planktonet som ble funnet i håvtrekkene, fra stasjonene A og B, beste f.eks. både av organismer fra elven (bl.a. Staurastrum sp., Tabellaria sp.) og fjorden (bl.a. Chaetoceros sp.). Organismene som utgjorde begreingen på den undersøkte elvestrekning, var sammensatt av et lite utvalg arter. Dette er også sedvanlig for områder med brakkvannspreg. I det følgende vil det biologiske materiale bli omtalt med hensyn på hva det viser om forurensningspåvirkningen av Vefсна i det aktuelle elveavsnitt.

Det er nødvendig å ta forbehold med hensyn til bedømmelsen av prøvene, fordi materialet er lite og representerer en enkelt dag.

Stasjon A. Munnprøver. Vegetasjonen besto hovedsakelig av en brunalge (Botocarpus sp.) sammen med en grønnalge (Ulothrix sp.) En pennat diatome (Synedra sp.) dannet tette bevekninger på de makroskopiske algene. Disse algene er regelmessig å finne i estuarområder også med beskjeden forurensningspåvirkning. Imidlertid blir deres vekst stimulert ved innblanding av husholdningskloakkvann. Prøvenes innhold av organisk substans i nedbryting (muskelfragmenter, fett-perler, pattedyrhår, fargekorn) indikerer den direkte kloakkpåvirkning.

Plankton. Nåvtrekk. Organismene i de fri vannmasser er transportert til lokaliteten med elven og saltvannsstrømmen, og de består av en blanding av marine og limniske arter. Organisk substans og en rikholdig bakterieflora viser en betydelig kloakkbelastning.

Stasjon B. Plankton. Nåvtrekk fra denne lokalitet viste i hovedtrekkene samme kvantitative innhold som tilsvarende prøver fra stasjon A. Innslaget av marine planktonalger (Chaetoceros spp.) var imidlertid mer fremtredende. Komponenten av organisk substans i nedbrytning var i kvantitet betydelig mindre enn på Stasjon A.

Stasjon C. Benthos. Den høyere algevegetasjon var dominert av grønnalger Enteromorpha cf. intestinalis og brunalgen Botocarpus sp. Som på stasjon A var Synedra sp. vanlig som sekundærbegreing. Lokaliteten er tydelig saltvannspåvirket, og det er vanlig å finne frodige bevekninger av Enteromorpha cf. intestinalis i slike miljøer påvirket av organiske forurensninger.

Stasjon 200 m. ovenfor stasjon A. Plankton. Denne lokalitet er tydelig mindre saltvaanspåvirket enn de foregående. Innslaget av ferskvaansalger var helt dominerende i prøven. Proven inneholdt mye partikular organisk substans, og sammen med bakterieinnholdet (Chlamydobakterier) demonstrerer dette prøvestedets forurensning. Fragmenter som kunne indikere slakteri-forurensning ble ikke funnet.

Sammenfattende gjelder det at de biologiske prøvene viste at alle lokalitetene var markert påvirket av organiske forurensninger. Særlig gjelder dette stasjon A, men også stasjonene B og C må karakteriseres som tydelig belastede.

4. VANNFERING.

Ved høy vannføring, målt ved Lakefors, vil avfallsvannet oppnå tilstrekkelig fortynning.

Fortynningen ved lav vannføring ved Lakefors, vil imidlertid også bli god. Et grovt overslag vil vise hvilke vannmasser som staves opp i elven ved høyvann.

Vi regner at tidevannet merkes 7 km opp i elven ved en gjennomsnittlig høydeforskjell mellom høyvann og lavvann på 80 cm.

Den gjennomsnittlige bredde settes til 200 m.

Volumekningen blir da:

$$7.000 \times 200 \times 0,8 \text{ m}^3 = 1.100.000 \text{ m}^3.$$

Halvparten av forandringen finner sted i løpet av ca. 2 timer mellom lav- og høyvann. Den vannføring Vefsna måtta ha for å fylle dette volum blir derfor:

$$\frac{1}{2} \times 1.100.000 \text{ m}^3 : 7.200 \text{ sek.} \approx 80 \text{ m}^3/\text{sek.}$$

Ved denne vannføring og tidevannsforskjell vil antakelig betingelsene for punkt b være oppfylt. Lavere vannføringer vil betinge en sjevannstransport oppover også i overflaten foruten det som som blir ført opp i sjevannstungen.

Den reelle vannføring utover ved Mosjøen ved lavvannsføring på $10 \text{ m}^3/\text{sek}$. målt ved Laksfors under tider med relativt små tidevannsforskjeller kan derfor i gjennomsnitt antas å være over $40 \text{ m}^3/\text{sek}$. Figurene 2 og 3 viser hvordan den prosentvise sjevannsinnblanding varierte ved stasjonene A og B, 2. og 3. mai 1962.

5. DISKUSJON.

Ved diskusjon av problemer som vedrører utslipp av kloakkvann og industrielt avfallsvann i elver, må bruken av den eventuelle resipient nedfor utslippet være bestemt.

Følgende anvendelser av Vefsnas vannmasser kan normalt komme i betraktning:

1. Vann til industrielt bruk.
På grunn av sjevannsinnblanding er muligheten for å benytte Vefsnas nedre løp som vannkilde sterkt redusert.
2. Fiske, spesielt etter laks og sjøaure.
3. Tømmerfløting, tømmeropplag.
4. Som resipient for kloakk og industrielt avfallsvann.

De ulemper og skadevirkninger som kan komme på tale i det aktuelle område av Vefna i forbindelse med utslipp av vom- og tarminnhold fra Vefna Slakteri, er følgende:

- a) Det kan skapes luktuleper langs elven gjennom tettbebyggelsen.
- b) Ved å tilføre vannmassene i elven større mengder løst og lett nedbrytbare organiske stoffer, øker sjansen for vekst av enkelte organismer som alger, sopp og bakterier.

Disse organismer kan feste seg på elvebunn og -bredder samt på gjenstander i vannet og der danne begroing i form av tildels tykke "tepper". I Vefena vil eventuell begroing være uheldig på brygger, småbåter og de tømmerstokker som utgjør lensene. På grunn av strømforholdene i elven vil avfallsvannet periodevis føres oppover elven, slik at ulemperne også eventuelt vil merkes ovenfor utslippet.

c) Ved å slippe ut partikulære stoffer i avfallsvannet, kan det estetiske bildet av elven skjemmes. Noe av stoffene kan sedimentere i nærheten av utløpet og gjennom lengre tid danne tykkere lag som etterhvert kan gå i forråtnelse. Når utløpet ligger mellom høy- og lavvannsmærke, vil sedimentene ligge terrlagt på bredden ved lavvann. En annen del av de partikulære stoffer kan flyte på overflaten og virke skjemmende. Resten vil bli transportert i vannmassene, og kan derved skape vanskeligheter for garnfisket.

Problemet med utslipp av vom- og tarminnhold fra slakteriet, kan ikke vurderes isolert. Det er viktig å se det i sammenheng med alle andre nåværende og fremtidige utslipp av kloakkvann og industrielle avfallsvann, og dessuten ha oversikt over hvilke krav det stilles til resipienten.

Forholdene slik de er idag er antakelig selv om de ikke kan karakteriseres som fullt tilfredsstillende. Skjemmende lukt og andre estetiske ulemper synes ikke å være tilstede i vesentlig grad, selv om forholdene rundt utløpet er mindre gode med sedimenterte plantester og andre fragmenter som tydelig kommer fra slakteriet.

De biologiske forholdene viste at området rundt munningen av slakterikloakken var tydelig påvirket av utslippet.

En sterkt medvirkende årsak til at forholdene i elven er mindre gode ved den relativt lave belastning, er kloakkutløpenes plassering. Utløpsrørene fra Slakteriet munnet ut på et sted som lå over laveste lavvannsnærke meget nær bredden. Derved blir avfallsvannet ført langt denne bredden uten å oppnå skikkelig fortynning. De fleste av de kommunale kloakker var også bare ført til elvebredden, oftest ikke lenger enn at de lå høyt over lavvannstand.

KONKLUSJON:

Før utslipp i Vefena bør alt avfallsvann passere sedimenteringstank og før Slakteriets vedkommende også fettavskillere. Det er ønskelig at vom-innholdet ikke føres ut i elven, men tas ut for seg og disponeres på annen måte. Derved blir innholdet av sedimenterbare partikler vesentlig redusert. Tarminnholdet består i vesentlig grad av løslige og emulgerte stoffer, og kan forelselig føres ut i elven.

Ferutsetningen før at forholdene i elven ikke skal sdslegges er at avfallsvann føres såvidt langt ut i elven at utløpene ligger omkring 1 m under vannstand ved spring lavvann.

Tabelle 2.


Frosenvis øjvindansblanding i Vefvane nedre løp 3/5 1962.
 Lavvann kl. 0611 og kl. 1836. Høyvann kl. 1216. Vannføring 59,2 m³/sek.

Stasjon	B				A				B									
	8.30	8.45	10.16	10.30	10.45	11.05	11.20	12.05	13.00	13.15	13.30	14.30	14.55	15.35	16.00	16.30	17.00	17.25
0 m	1.3	1.5	1.4	1.5	1.6	15	6.5	7.1	4.3	4.8	4.6	4.5	5.9	4.8	3.6	3.4	0.9	1.2
0.5	1.4	1.6	1.4	1.7	1.6	15	9	7.1	5.8	4.8	5.6	5.3	7.3	6.7	6.3	4.4	3.4	2.9
1.0	1.6	1.7	1.4	1.8	2.4	16	13	7.1	7.7	7.0	6.3	5.9	8.0	8.1	7.1	3.3	4.2	4.0
1.5	2.3	2.3	2.5	3.2	8.2	17	22.5	11	14.5	16	6.8	6.4	8.9	9.8	8.0	9.9	7.3	6.8
2.0	2.8	2.7	3.9	5.2	19	23.5	29	41	38	38	34	13	21	22	15	14.5	11	9.8
2.5	14.7	12	15	23.5	25	70	85.5	77.5	75	69	63.5	39	44	34.5	34.5	45	53	64.5
3.0	43	45	65.5	76.5	82	91	95	90	93.5	93.5	85	75	58.5	54	58	86	90	95.5
3.5	61.5	70	88.5	92.5	93.5		96	94	93	93.5	91	88.5	92.5	84	82	97.5		
4.0	71	84	92	94	96		96	96.5	95	97.5	96.5	97.5	95.5	95	94			
4.5					96		100	97	96.5	97.5	100	100	95.5					
5.0							100	98	98	100	100	100						
5.5							100	100	100	100	100	100						

Tabell 3.

Strømhastigheter i Vefnnes nedre løp 2. og 3. mai 1962.

Vefnnes løpsretning \longrightarrow

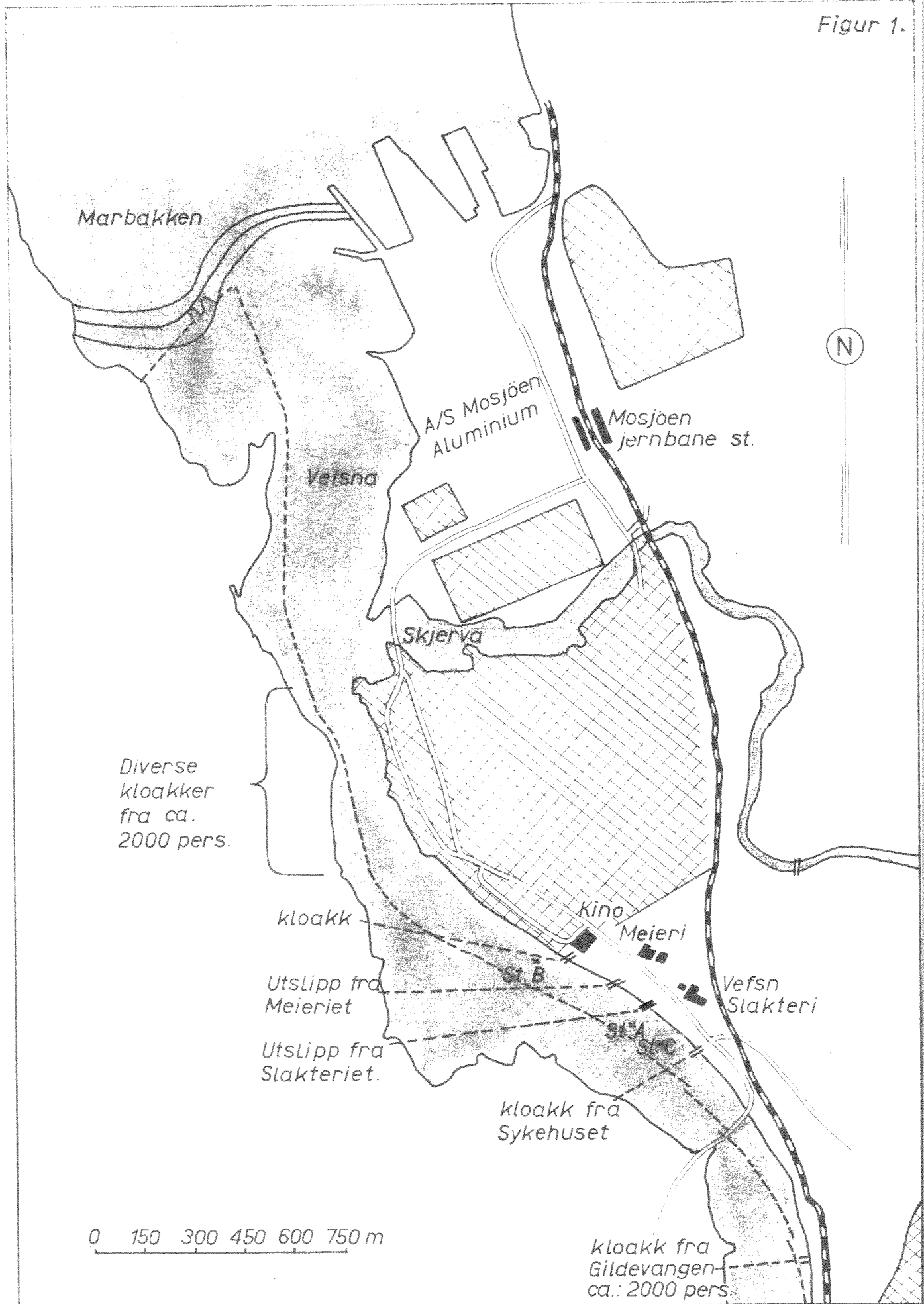
Stasjon A, 2/5 kl. 11.40-12.00			Stasjon B, 3/5 kl. 9.35-10.10			Stasjon B, 3/5 kl. 15.05-15.25		
Dyp i m.	Hastighet i cm./sek.	Retning	Dyp i m.	Hastighet i cm./sek.	Retning	Dyp i m.	Hastighet i cm./sek.	Retning
0,1	22,1	\longrightarrow	0,1	19,7	\longrightarrow	0,1	84,1	\longrightarrow
0,5	22,6	\longrightarrow	0,5	9,4	\longrightarrow	0,5	80,0	\longrightarrow
1,0	17,1	\longrightarrow	1,0	0		1,0	89,0	\longrightarrow
1,5	14,2	\longrightarrow	1,5	0		1,5	73,2	\longrightarrow
2,0	13,5	\nearrow 120°	2,0	0	\longleftarrow	2,0	53,1	\longrightarrow
2,5	11,0		2,1	8,8	\longleftarrow	2,5	45,7	\longrightarrow
3,0	0		2,5	17,7	\longleftarrow	3,0	35,5	\longrightarrow
3,5	0		3,0	39,7	\longleftarrow	3,5	4,8	\longrightarrow
4,0	0		3,5	36,1	\longleftarrow	4,0	0	
4,5	0		3,9	32,0	\longleftarrow			
5,0	0							
5,5	0							

Tabell 4.

Fysisk-kjemiske analyseresultater av vannprøver fra Vefvna.

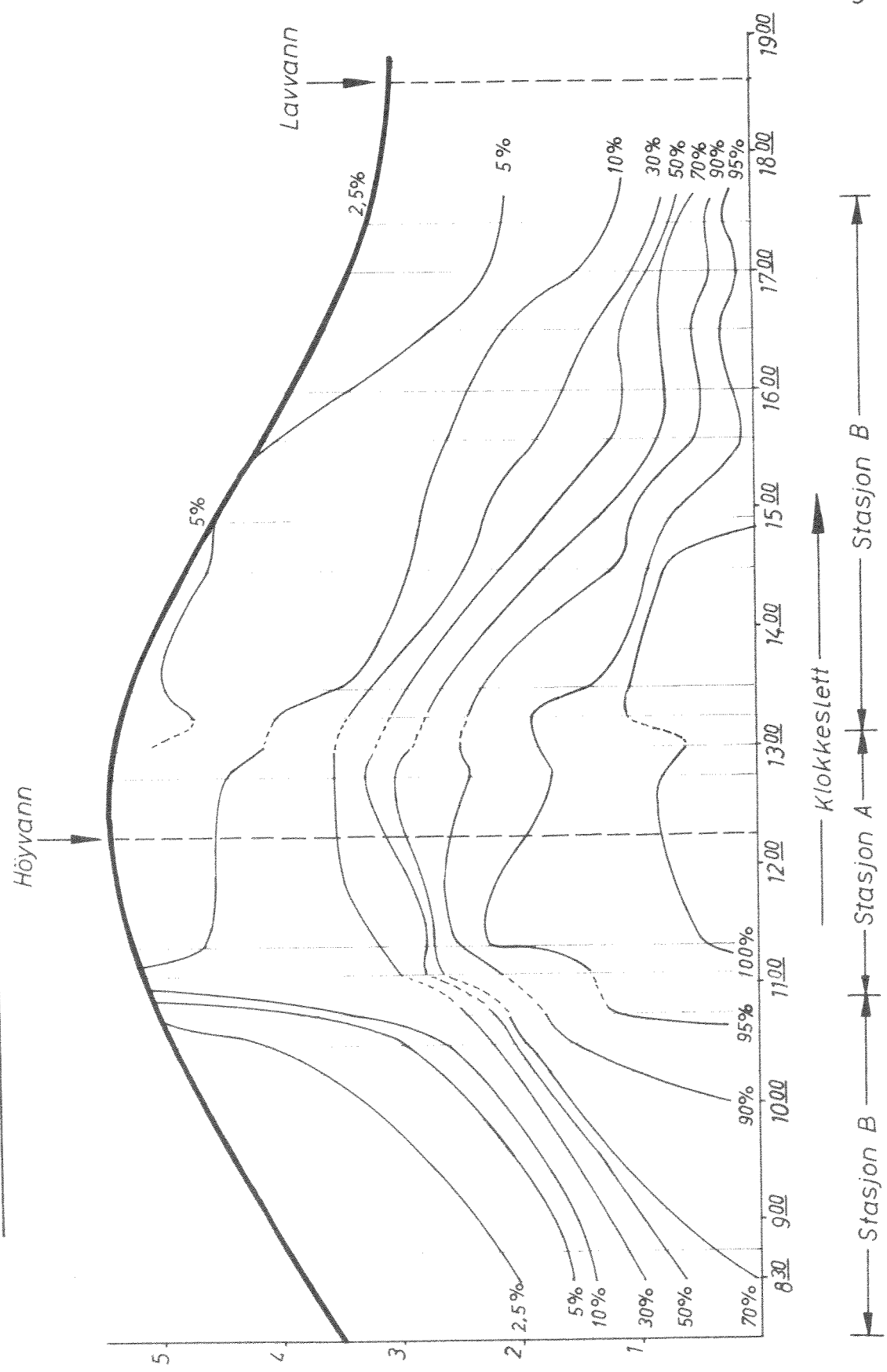
St. C, Kl. 10 ³⁰ 3/5 1962.					
m Dyp	pH	El. ledn. evne 20°C .10 ⁻⁶	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	Salinitet o/oo
0,5	7,75	5070	24,2	0,81	3,19
1,0	7,94	9200	24,2	0,77	5,25
1,5	8,18	14100	20,2	0,81	8,59
2,0	8,19	23200	22,2	0,68	15,41
St. B, Kl. 16.10 3/5 1962.					
m Dyp	pH	El. ledn. evne 20°C .10 ⁻⁶	Farge mg Pt/l	Turbiditet mg SiO ₂ /l	Salinitet o/oo
0,5	7,71	3140	24,2	1,07	1,91
1,0	7,90	3400	22,2	1,32	2,18
2,0	8,06	11400	18,2	0,68	6,83
3,0	8,25	38600	7,0	0,68	27,25
3,4	8,10	37200	7,0	0,72	26,33

Figur 1.



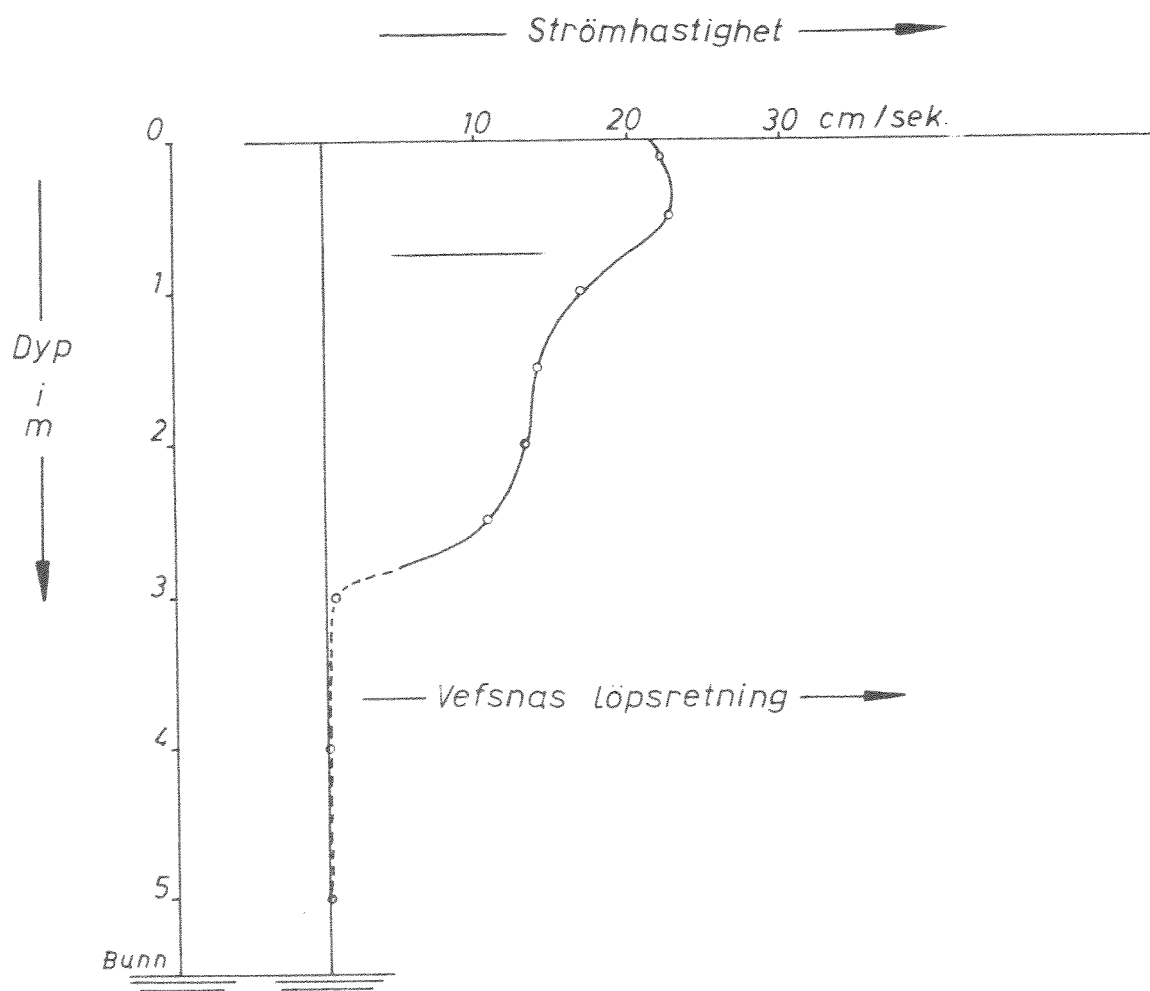
Prosentvis sjøvannsinnblanding i Vefsna, stasjon A og B, 3/5 1962.

Kurvene basert på måling av elektrolytisk ledningsevne. Vannføring 59,2 m³/sek.



Strömhastighet i Vefsna, stasjon A, 2/5-1962.KL 11⁴⁰. til 12⁰⁰.Lavvann kl 11³⁰. Vannføring 59,2 m³/sek.

(Målt med „Flügel“, konstruksjon Ott.)



Lavvann kl 06¹¹. Höyvann kl 12¹⁶. Lavvann kl 18³⁶.

Vannføring 59,2 m³/sek. Målt med „Flügel“, konstr. Ott.

