

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
B L I N D E R N .

0 - 307.

Undersøkelse av Namsens munningsområde
som resipient for industrielt
avfallsvann.

Saksbehandler: cand.real B. Bergmann-Paulsen,
Rapporten avsluttet: 22/2 - 1962.

I N N H O L D:

1. <u>Innledning.</u>	Side:
1.1 Bedriften	4
1.2 Namsen og dens munningsområde	4
a) Nedbørfelt og løp	4
b) Vannføring	5
c) Bunnforholdene nedenfor Namsenbrua og ut Namsenfjorden.	6
d) Estuareffekt	7
1.3 Virkning av avfallsvann fra en papirfabrikk på laks og aure.	8
1.4 Problemstilling	11
2. <u>Undersøkelser.</u>	11
2.1 Stasjonsplassering	11
2.2 Tidevannsforhold	11
2.3 Undersøkelse av sjøvannsinnblandingen i Namsens munningsområde	12
2.4 Undersøkelse av strømforholdene	13
3. <u>Diskusjon.</u>	13
3.1 Variasjoner i sjøvannsinnblandingen	13
3.2 Strømforholdene	14
3.3 Utslipp av avfallsvann	16
a) Sulfitavluten	16
b) Det øvrige avfallsvann	17
c) Nitratlaster og avfallsvann	
4. <u>Konklusjon.</u>	18
5. <u>Litteraturliste.</u>	20

Tabeller.

Side:

Tabell 1:	Virkning av sulfitavlut på aure i forskjellige vanntyper.	10
" 2:	Stasjonsplassering	11
" 3:	Prosentvis sjøvannsinnblanding, den 15/1 1962	21
" 4:	" " , stasjon 1, den 16/1 1962	22
" 5:	" " , " 7, den 17/1 1962	23
" 6:	Strømhastigheter, stasjon 6, den 15/1 1962, kl. 13.20 - 14.00	24
" 7:	" " , stasjon 1, den 16/1 1962, kl. 11.45 - 12.00	25
" 8:	" " " " " 13.40 - 14.00	25
" 9:	stasjon 7, den 17/1 1962, " 10.00 - 10.10	26
" 10:	" " " " " 12.35 - 13.00	26
" 11:	" " " " " 17.00 - 17.50	27
" 12:	Analyseresultater av vannprover fra munningsområdet.	28

Figurer.

Figur 1:	Skisse over Namsens munningsområde.
" 2:	Dybdeforholdene fra marbakken til havgapet.
" 3:	Prosentvis sjøvannsinnblanding, den 15/1 1962.
" 4:	- " " - stasjon 1, den 16/1 1962.
" 5:	- " " - stasjon 7, den 17/1 1962.
" 6:	Strømhastigheter, stasjon 6, den 15/1 1962.
" 7:	- " - stasjon 1, den 16/1 1962.
" 8:	- " - stasjon 7, den 17/1 1962.

1. INNLEDNING.

I desember 1961 anmodet Namsos kommunes Tiltaksråd vårt institutt om å foreta undersøkelser av Namsen og dens utløp i forbindelse med forurensning fra en eventuell papir-, tremasse- og cellulosefabrikk i Namsos.

Da Namsen er en meget god lakseelv, ville Tiltaksrådet gjerne ha en vurdering av mulige skadevirkninger på forholdene, særlig med henblikk på laksebestanden, og hvordan ulempene best mulig kunne minskes eller elimineres.

1.1 Bedriften.

Bedriftens beliggenhet og produksjon er p.t. ikke fastlagt. Følgende forutsetninger, som forutsetter en fremtidig full utbygging er derfor gjort av oss:

- a) Hele bedriften legges til Namsos (se fig. 1,)
- b) Produksjon: 200.000 tonn avispapir pr. år.
160.000 tonn tørretenkt tremasse pr. år.
40.000 tonn bleket cellulose pr. år.
- c) Cellulose fremstilt ved kalsium-sulfitmetoden uten gjenvinning av noe slag.

Til disse punkter kan bemerkes:

Ad. b). Produksjonen i 1.byggetrinn er beregnet til halvparten, ca. 100.000 tonn avispapir pr. år.

Ad. c). Ved å benytte andre baser (magnesium eller natrium) til sulfitmetoden eller ved bruk av sulfatmetoden, kan det være nødvendig med gjenvinning av kjemikalier. Dette fører til en betydelig reduksjon i mengden av avfallsstoffer.

1.2. Namsen og dens munningsområde. (se fig.1,)

- a) Nedbørfelt og løp.

Namsen har et totalt nedbørfelt på 6 265 km².

Fjellgrunnen i dette område består av store forekomster av kambrosiluriske sedimentbergarter med lokaliteter av kalkforekomster. Kaledoniske intrusivbergarter (gneiser og gabbro) har regionalt stor utbredelse. Løsavsetningen består, under den marine grense, av leirarter, over den marine grense vesentlig av morenejord. Leiravsetningen strekker seg fra fjordområdet og oppover til henholdsvis Namskogan og Øyevann.

Et nedbørfelt av denne karakter vil medføre at avrenningsvannet etter norske forhold er relativt rikt på elektrolyter, og derfor har noe bufferegenskaper. (Den elektrolytiske ledningsevne for noen norske vanntyper oppgitt i $10^{-6} \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$:

Nitelven 20 - 25, Selbusjøen 25, Otra 12,5 , Dramselva 35 og Namsen 30).

Fra Grongrenner Namsen i store slynger vestover mot Namsos gjennom et dalføre hvor bunnen består vesentlig av sand- og leirelag. Rett vest for Grong renner Sandøla ut i Namsen, ved Ranem renner Bjøra ut, og ca. 8 km lenger vest munner Vesteråen ut. Ca. 5 km ovenfor Namsbrua kommer Reinbjørelva ut. I tillegg til disse elver renner det også mange større og mindre bekker ut i Namsen nedenfor Grong.

b). Vannføring.

Vannføringen i Namsen blir målt av Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk ved Fiskumfoss hele året. Fiskumfoss ligger ca. 65 km fra munningen og nedbørfeltet ovenfor dette sted er $3\,326 \text{ km}^2$. Forholdet mellom Namsens totale nedbørfelt og nedbørfeltet ovenfor Fiskumfoss er 1,88.

I sommerhalvåret blir vannføringen også målt ved Ranem bru, ca. 30 km fra munningen. Målingen blir her utført av Flotningsinspeksjonen, men på grunn av isoppstuvning kan vannføringen ikke måles her i vinterhalvåret.

I forbindelse med våre undersøkelser er vannføringen ved munningen av stor interesse. Denne kan tilnærmet bli beregnet ut fra kjennskapet til vannføringen ved Fiskumfoss og forholdet mellom nedbørfeltene.

Den gjennomsnittlige vannføring og gjennomsnittlig minste vannføring ved Namsos, er beregnet som de tilsvarende vannføringer ved Fiskumfoss, multiplisert med 1,88.

Vannføringen på bestemte dager er beregnet som summen av:

1. Vannføringen ved Fiskumfoss.
2. Tillegg for avrenningen fra den nedenforliggende del av nedbørfeltet. Avrenningen er forutsatt å være den samme for hele nedbørfeltet.
3. Tillegg for lavereliggende strøk og uregulerte innsjøer.

Beregningen er utført av flotningsinspektør P. Høiaas, Overhalla. Vannføringen ved Namsens munning vil variere meget i løpet av en tidevannsperiode. Med beregnet vannføring forståes her den gjennomsnittlige transport av ferskvann ut i fjorden i løpet av et døgn, oppgitt som m³/sek. Med reell vannføring forståes summen av fersk- og sjøvannstransporten i et gitt øyeblikk.

Denne kan også variere i retning.

Noen karakteristiske vannføringer:

	v.f. Fiskumfoss	Beregnet v.f.Namsos
Gjennomsnittlig vannføring:	154,2 m ³ /sek.	290 m ³ /sek.
Gjennomsnittlig minste vannføring:	13,7 -"-	25,8 -"-
- " - i 1945-1950:	32,5 -"-	44,6 -"-

Etter at Tunnsjø ble regulert i 1945/46 er den gjennomsnittlige minste vannføring øket vesentlig. Ved nye reguleringer vil den øke ytterligere.

Undersøkelsen i Namsen ble foretatt i dagene 15.16.17.januar 1962.

De beregnede vannføringer ved Namsos disse dager var:

	15/1	16/1	17/1
Vannføring ved Fiskumfoss	96,1 m ³ /sek	83,5 m ³ /s.	82,4 m ³ /sek.
Tillegg for nedenforliggende areal etter 6,1 l/sek.km ²	18,3 "	18,3 "	18,3 "
Tillegg for lavereliggende strø og uregulerte innsjøer	15,0 "	15,0 "	15,0 "
Beregnet vannføring ved Namsens munning ca.	130 m ³ /sek	117 m ³ /sek.	116 m ³ /sek.

c). Bunnforholdene nedenfor Namsbrua og ut Namsenfjorden.

Fra Namsbrua går hovedstrømmen rett ned mot Tinnholmen hvor den bøyes av mot sydvest og ut i fjorden. Syd for hovedstrømmen har den anlagte fylling frem til Namsbrua medført at det har dannet seg en stor bakevje.

Strømforholdene avspeiles i bunnforholdene. Under og rett nedenfor Namsbrua er strømmen meget sterk, og dybden varierer her fra 6 til 9 m. (Dybder er tatt ut fra siv.ing. Hetlands bunnkart i målestokk: 1: 25 000 1962). Ca. 500 m vest for brua stiger bunnen og danner et platå med en dybde på ca. 4 m. Dette platået strekker seg videre

nedover elven, runder Tinnholmen og ender ved marbakken. Tett inn-til sydøst-siden av Tinnholmen har elven gravet seg ned, slik at det her er et isolert område med dyp ned til 9 m.

I bakevjen nedenfor Namsbrua, syd for hovedstrømmen, er det lagt opp meget sand og leire. Hele dette området er meget grunt, og ved lavvann er store arealer tørrlagt.

Marbakken er brått, og bunnen synker fra 4 til 50 m dyp på en strekning av ca. 150 m. Utover i Namsenfjorden synker bunnen nedover mot 300 m dyp, lengre ut ned til ca. 500 m dyp. (Se fig.2). I Namsenfjorden er det to terskler, en 14 km fra Namsos og en ved havgapet. Begge disse terskler er mere enn 200 m dype.

Vest for Namsos går et sund, Lokkaren, nordover fra Namsenfjorden. Gjennom Lokkaren, Surviksundet, Lovøfjorden og Rødsundet kan vannmassene føres ut til havet. I Lokkaren danner imidlertid bunnen et forholdsvis grunt platå med terskler opp til ca. 20 m dyp.

d). Estuareffekt.

Vannmassene i nærheten av munningsområdet har typisk brakkvannspreg. 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 8°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 her ved deles i sjikt med ferskvann overst, brakkvann i midten og sjøvann nederst. Tykkelsen på overflatelaget, ferskvannet, vil avta utover mot fjorden, etter hvert som blandingen med sjøvannet finner sted.

På grunn av forskjellige strømhastigheter av de horisontale vannlag i elven, vil turbulenser etc. bevirke at ellevannet hele tiden river med seg noe av sjøvannet og omvendt. Så lenge det er et sjøvannslag langs bunnen, vil saliniteten av ellevannet 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 Namsen er komplisert på grunn av den store tidevannsforskjellen, som kan være opptil omkring 3 m.

Mot høyvann vil det skje en oppstuvning av vannet i elven. I enkelte deler av tidevannsperioden vil strømmen i alle dyp, i alle fall nedenfor Namsbrua, være rettet oppover. Mot lavvann strømmer alt sjøvann og det oppstuede ferskvann utover mot fjorden. Vannføringen i Namsen ved Namsos vil derfor variere både i mengde og retning. Sjøvannstungen kan gå mange kilometer opp i Namsen. Hvor langt opp den går, er avhengig av vannføringen og vannstand ved høyvann. Oppstuvningen kan registreres 22 km oppover.

1.3. Virkning av avfallsvann fra en papir-fabrikk på laks og aure.

Avfallsvannet fra en papir-, tremasse- og cellulosefabrikk har et høyt innhold av løste, organiske stoffer, og kan dessuten ha et betydelig fiberinnhold. Virkningen av slike avfallsvann på organismene i de vassdrag de ledes ut i kan ha forskjellige årsaker:

1. Oksygensvikt i vannmassene.

De organiske stoffer i avfallsvannet vil brytes ned av mikroorganismer til carbondioksyd og vann. Til denne prosessen bruker mikroorganismene oksygen som er løst i vannet. Ved høye konsentrasjoner av organiske stoffer, kan det oppstå situasjoner hvor det forbrukes så meget oksygen at fisken kveles. I de mest kritiske tilfelle vil alt oksygenet forbrukes, og det kan oppstå anoksiske forhold med utvikling av hydrogensulfid. Disse tilstander kan oppstå i sakteflytende vassdrag, innsjøer og fjorder som er overbelastet med avfallsstoffer. Ved gode luftningsforhold for vannmassene eller ved gode strømnings- og utvekslingsforhold i fjorder uten markerte terskler, er sjansene for at slike forhold skal oppstå relativt små.

Av de forskjellige typer avfallsvann fra en papirfabrikk, av den typen som er planlagt her, må sulfitavluten betraktes som den farligste for fiskebestanden.

Bortsett fra oksygensvikt i vannet, kan følgende tenkes å innvirke på fiskebestanden:

2. Det forurensede vannet virker drepende på fisken i et eller flere stadier av livssyklus.
3. Fisken skyr det forurensede vannet og vil ikke ta opphold i det til tross for at vannet ikke virker drepende på fisk.
4. Forurensningene virker forstyrrende eller drepende på organismer som utgjør fiskens næringsgrunnlag.
5. Forurensningene virker forstyrrende eller ødeleggende på fiskens reproduksjonsmuligheter.

6. Forurensningene kan bevirke endringer, slik at fiskearten Ikke lenger kan hevde sin plass i organismesamfunnet og derfor utkonkurreres eller utryddes av andre organismer.

Av disse punkter er det flere som i det foreliggende tilfelle kan settes ut av betraktning. Når laksen kommer fra sjøen og søker opp i elven, står den i en tid av noen uker utenfor elvemunningen for å akklimatisere seg. I denne tid tar den antagelig ikke næring til seg. Erfaringer tyder på at laksen beveger seg i de øverste lag av vannmassene i estuarområdet. Bedriften vil eventuelt bli plassert tett ved Namsens munning, slik at avfallsvannet bare vil kunne få innvirkning på den nederste elvestrekning. Punkt 4 har derfor ingen realitet her. Av samme grunn er det lite tenkelig at fiskens reproduksjonsmuligheter skal bli ødelagt (punkt 5), eller at laksen skal utkonkurreres av andre organismer (punkt 6). Angående punkt 3 er forholdene usikre. Høglund¹⁾ har påvist at ettårige unger av laksefisk viser unnvikelsesreaksjoner i konsentrasjoner av sulfitavlut på mellom 0,1 og 1 ml/l. Undersøkelsene var foretatt med ferskvann og resultatene kan derfor ikke direkte overføres til brakkvann eller sjøvann.

De punkter som står tiltake, og som derfor må underkastes en nøyere vurdering er pkt. 1, - oksygensvikt i Namsenfjorden, og pkt. 2 - toksisk virkning av avfallsvannet på laks.

Tidligere publiserte undersøkelser over virkningen av sulfitavlut på fisk er sterkt motstridende. Ebeling²⁾ fant at laue (Alburnus alburnus L.) ikke ble påvirket ved en konsentrasjon av 10 ml sulfitavlut (Ca-base) pr. liter vann. I en konsentrasjon av 50 ml/l inntok fisken sideleie etter 10 minutter. Vallin³⁾ fant at lakseyngel døde etter 30 min. i en konsentrasjon av 20 ml sulfitavlut pr. liter vann, etter 48 timer ved 10 ml/l, mens en konsentrasjon på 5 ml/l ikke hadde noen virkning på forsøksfisken. Williams et al.⁴⁾ utførte forsøk i system med gjennomstrømmende saltvann (varierende fra 50% brakkvann til rent sjøvann), og brukte unger av chinook salmon (Onchorhynchus tshawytscha) og pink salmon (Onchorhynchus gorbuscha) som testfisk. Ved korttidsundersøkelser over 72 timer med konsentrasjoner av sulfitavlut (Ca-base) fra ca. 1 til 5 ml/l, fant de ikke i noe tilfelle dødelighet over 66 %. For pink salmon forekom ikke dødelighet i konsentrasjoner opp til 5 ml/l over et tidsrom av 72 timer.

Williams et.al. foretok også undersøkelser over sulfitavlutens

virksomheter på disse lakseartene over lengre tid. På grunnlag av 30 dagers forsøk oppstilte han terskelverdier for sulfitavlutens virkninger innenfor dette tidsrom. For den mest omfintlige art og størrelsesgruppe fant de en terskelverdi på ca. 0,5 ml sulfitavlut pr. liter vann. For de andre arter og størrelsesgrupper varierte terskelverdiene for giftvirkning mellom ca. 0,55 og 1,55 ml/l.

Ved undersøkelser som Instituttet har foretatt i Otra⁵⁾, ble det påvist at ettårige unger av laks og aure døde i løpet av 6 - 10 døgn når de levde i vann med mellom 0,1 og 0,5 ml sulfitavlut pr. liter. Dramselva har noe større relativ belastning av sulfitavlut enn Otra, men her er det fremdeles laks. . Hvor meget forurensninger fisken kan tåle, er antagelig avhengig av vannets fysisk-kjemiske egenskaper. I Otra-rapporten⁵⁾ er det beskrevet et forsøk med tilsetning av sulfitavlut (Mg-base) til forskjellige naturlige forekommende vann typer. Resultatene er satt opp i tabell 1. Disse resultatene indikerer en direkte forbindelse mellom dødelighet og vannets fysisk-kjemiske egenskaper.

Tabell 1.

Virkningen av sulfitavlut på årsyngel av aure i forskjellige vann typer.

Tilsatt 4 ml sulfitavlut pr. l/løsning.
 Timer .) Minutter)
 Før = Før tilsetning av sulfitavlut.
 Etter = Etter - " " -

Vanntype	Tid for 100 % dødelighet	°C Temp	pH før	etter	Ledn.e.10 ⁻⁶ for	Total hårdhet mg CaO/l for
Otra	3,30'	11,3	5,50	4,56	17,2	2
Mysmer- bekken,	4,30'	11,3	5,92	4,61	43,0	7
Sognsvann,	5,55'	11,1	6,40	4,70	41,7	8
Maridals- vannet,	7,35'	11,0	6,60	4,71	37,8	7
Ulsrudvann,	10.	11,0	6,61	4,95	51,3	10
Gaustad- bekkan,	31.	11,2	7,00	5,84	80,4	20
Østensjø- vannet,	96. ^x	11,7	7,22	6,60	184,8	38

^x 60 % dødelighet.

1.4. Problemstilling.

Ved utslipp av avfallsvann fra en papir-, tremasse- og cellulosefabrikk ved Namsens munning er det tre forhold som må behandles.

1. Om utslippet vil føre til oksygensvikt i deler av Namsenfjorden.
2. Hvordan sulfitavluten kan slippes ut uten at konsentrasjonene i resipienten blir så store at de overskrider terskelverdiene for giftvirkningen på laks under de eksisterende forhold i Namsen.
3. Om de konsentrasjoner av avfallsvann som overflatevannet vil ha kan føre til unvikelsesreaksjoner hos laksen slik at den ikke vandrer opp i elven.

For å belyse disse forhold var det i første rekke nødvendig å samle opplysninger om elvens hydrografi. Spesielt var det viktig å bestemme sjøvannsinnblandingen og strømningsforholdene i estuarområdet.

2. UNDERSØKELSER:

2.1. Stasjonsplassering.

For undersøkelse ble det valgt seks stasjoner. Alle stasjoner, unntatt stasjon 5, ble plassert over dypålen i elven i hovedstrømmen, se fig. 1.

Tabell 2.

Plassering av stasjoner.

Stasjonsnr.: Beliggenhet:

1	Over marbakken, ca. 800 m syd for „van Severn.“
3	ca. 500 m syd for vestsipissen av Bjørumsøra.
4	ca. 50 m sydøst for Tinnholmen.
5	ca. 650 m øst for Tinnholmen.
6	Under Namsbrua.
7	ca. 750 m vest for Namsbrua.

Stasjon 5 lå på grunt vann syd for dypålen og utenfor hovedstrømmen.

2.2. Tidevannsforhold i undersøkelsesperioden.

Tidevannsforholdene er tatt ut fra:

„Tidevannstabeller for den norske kyst med Svalbard“, 1962, utgitt av Norges Sjøkartverk,

Tid for høyvann og lavvann ved Namsos finnes ut fra data for standardhavnen Rørvik. Forsinkelsen fra Rørvik til Namsos er 9 minutter, mens høydedifferensen ikke påvirkes målbart. De nedenfor oppgitte høyder for lav- og høyvann er målt i forhold til vår-jevndøgns spring lavvann ved Rørvik. Namsos' nullpunkt ligger ca. 145 cm høyere enn dette.

Dag:	Høyvann:		Lavgann:		Beregnet vannføring ved Namsos:
	kl.	cm	kl.	cm	
Mandag 15/1	0712	c202	0104	c64	130 m ³ /sek.
	1936	205	1333	81	
Tirsdag 16/1	0824	206	0211	67	117 -"-
	2048	207	1443	77	
Onsdag 17/1	0923	213	0311	67	116 -"-
	2148	212	1543	70	

2.3. Undersøkelse av sjøvannsinnblandingen i Namsens munnings- område.

En enkel metode til bestemmelse av sjøvannsinnblandingen i vannmassene i estuarområdet, er måling av den elektrolytiske ledningsevne. Denne er proporsjonal med de mengder salter som er løst i vannet, og gir derfor med en gang relasjonen mellom sjøvann og ferskvann. Den elektrolytiske ledningsevne er også avhengig av temperaturen, men ved de nøyaktigheter som kreves ved undersøkelser av denne type, blir resultatene tilfredsstillende uten korreksjon for temperatur.

Ved målingen er benyttet en "WTW Leitfähigkeitsmesser, Type LBR/B" tilknyttet en senkbar målecelle med platinaelektroder. Målingene ble utført fra båt.

På grunn av den store høydeforskjell mellom høyvann og lavvann i Namsen, er det store variasjoner i sjøvannsinnblandingen i løpet av en tidevannsperiode.

Undersøkelsene ble derfor konsentrert om to stasjoner, stasjonene 1 og 7. Her ble målinger utført omtrent hver 1/2 time over ca. 12 timer, det vil si omtrent en tidevannsperiode av gangen.

En dag ble også målingen foretatt på samtlige stasjoner. Resultatene står oppført som prosentvis sjøvannsinnblanding i tabellene 3,4 og 5, side 21-23 og figurene 3,4 og 5.

Med 100 % sjøvann menes her sjøvann med en salinitet på 33,49 ‰.

2.4. Undersøkelse av strømningsforholdene.

I tillegg til målingene av den elektrolytiske ledningsevne ble strømhastighetene målt på stasjonene 1, 6 og 7 under forskjellige forhold. Til målingene ble det benyttet et "Flügel", konstruksjon Ott. Resultatene er oppført i tabellene 6 - 11 side 24-27, og satt opp grafisk i figurene 6, 7 og 8.

3. DISKUSJON:

3.1. Variasjoner i sjøvannsinnblandingen.

Undersøkelsen av sjøvannsinnblandingen i Namsens munningsområde viste som antatt store variasjoner i løpet av en tidevannsperiode.

Målingene som ble foretatt den 15/1 1962 på stasjonene 1, 3, 4, 5 og 6 mellom høyvann og lavvann, viser at sjøvannsinnblandingen i de forskjellige dyp avtar med økende avstand fra marbakken. Dette kan imidlertid delvis også være forårsaket av at målingene ble utført nærmere lavvannstid for økende stasjonsnr.

Ved stasjon 5 var resultatene avvikende, idet sjøvannsinnblandingen i alle dyp var høyere enn for stasjonene 4 og 6, som var målt omtrent samtidig. Dette har sin årsak i at stasjon 5 ligger utenfor hovedstrømmen i en bakkveie som antagelig fører med seg en del sjøvann. Målingene som ble tatt den 16/1 1962 ved stasjon 1 i løpet av en tidevannsperiode viste at grensen for 100 % sjøvann, regnet i høyde over bunnen, varierte lite med tiden. Den varierte noe usystematisk, antagelig på grunn av hydrauliske forhold, undervannsbølger eller lignende, men lå hovedsakelig i en høyde av mellom 21,0 og 21,5 m over bunnen, det vil si et dyp varierende fra 2 til 4 m. Variasjoner med tiden ga tydelige utslag først ved 80 % sjøvannsinnblanding. For 70 % og lavere konsentrasjoner, var variasjonene store. Ved høyvann var det i overflaten 70-80 % sjøvann. Mot lavvann sank innblandingen til ca. 40 % ved lavvannstid.

Målingene ved stasjon 7 den 17/1 1962 viste en mindre sjøvannsinnblanding i hele tidevannsperioden, og større variasjoner med tiden. Konsentrasjonen langs bunnen varierte fra ca. 90 % ved høyvann, til ca. 60 % ved lavvann. I overflaten var innblandingene henholdsvis 50 % og 10 - 15 %.

Ved stasjon 1 var det ved en beregnet vannføring på $117 \text{ m}^3/\text{sek.}$, minimum 35 % sjøvannsinnblanding i overflaten. På et dyp som omtrent tilsvarende platået på 4 m dyp i elven, var det hele tidevannsperioden 100 % sjøvann.

3.2. Strømforholdene.

På den nederste strekningen i Namsen er det lite fall og elven er relativt bred slik at den oppstuvning som følger tidevannsvekslingen kan merkes langt oppover. Det vannvolum som er nødvendig for å heve vannstanden i elven blir derfor meget stort. Tidevannsforskjellen i fjorden varierer mellom ca. 90 cm og 280 cm.

En grov beregning over volumet som fylles opp i elven fra lavvann til høyvann kan utføres under følgende forutsetninger:

Tidevannsforskjellen gjør seg fullt ut gjeldende

10 km oppover elven fra marbakken.

Den oppstuvning som finner sted ovenfor, regnes ikke med.

Elvens gjennomsnittlige bredde på denne strekning settes til 500 m.

Høydeforskjellen mellom lavvann og høyvann settes til

100 cm.

Volumøkningen blir da:

$$10\,000 \text{ m} \times 500 \times 1 \text{ m} = 5.000.000 \text{ m}^3.$$

Halvparten av forandringen finner sted i løpet av ca. 2 timer, midt imellom høy- og lavvann. Den vannføring Namsen må ha for å kunne fylle dette volum blir derfor:

$$1/2 \times 5.000.000 \text{ m}^3 : 7.200 \text{ sek} \approx 350 \text{ m}^3/\text{sek.}$$

Ved denne vannføring vil strømhastigheten være 0 ved utløpet i den nevnte 2-timers periode. Den gjennomsnittlige vannføring i Namsen ved utløpet kan beregnes til ca. $290 \text{ m}^3/\text{sek.}$, men vannføringen vil som regel være langt mindre.

Selv om beregningene ovenfor er anslagsvise, er det klart at Namsens vannføring i de fleste situasjoner er for liten til å kunne fylle det nødvendige volum mellom lavvann og høyvann. Dette medfører at det i en del av tidevannsperioden vil gå en strøm oppover elven i alle lag av vannmassene i den nederste del av elven. En stor del av det vannet som strømmer oppover på denne måten, vil være sjøvann.

Denne stituasjon ble observert den 17/1 1962 ved stasjon 7. Fra ca. kl. 18.00, 2 1/4 time etter lavvann, til ca. kl. 19.20, 2 1/2 time før høyvann, var strømmen fra overflaten til bunnen rettet oppover.

I tiden fra høyvann til lavvann må alt det oppstuede vannet strømme ut i fjorden i tillegg til den ordinære vannføring. I denne periode blir den reelle vannføring ved utlopet meget stor.

Mellom de to stasjoner som er beskrevet, kan forholdene være at strømmen i overflaten er rettet utover, mens det langs bunnen går en sjøvannsstrøm oppover.

Ved en relativt normal vannføring vil strømsituasjonen være følgende ved utlopet, regnet i rekkefølge: høyvann - lavvann - høyvann.

1. Omkring høyvann en utoverrettet strøm av fersk- eller brakkvann i de øvre lag av vannmassene, og en oppoverrettet sjøvannsstrøm langs bunnen.
2. En kraftig utoverrettet strøm i alle lag.
3. Omkring lavvann, som 1.
4. Kortere eller lengre tid uten målbare strømmer i noe lag, avhengig av vannføringen i Namsen.
5. Oppoverrettet strøm i alle lag.
6. Som pkt.4.
7. Høyvann som 1.

Vannføringen i Namsen som blir oppgitt i $m^3/sek.$ representerer ferskvannstransporten nedover, og er målt et godt stykke opp i vassdraget. Denne vannføringen kan ikke direkte benyttes i munningsområdet på grunn av de varierende strømforhold. Riktigere er det å betrakte den gjennomsnittlige vannføring over en tidevannsperiode. Denne er differensen mellom utoverstrømmende og innoverstrømmende vannmengder. De vannmengder som strømmer utover vil normalt være meget større enn det vannføringen som er målt høyere oppe tilsier, idet sjøvannstransporten oppover elven i deler av tidevannsperioden kan være betydelig, og denne kommer i tillegg til ferskvannstransporten. Overslag synes å vise at transporten av sjøvann kan være flere ganger større enn ferskvannstransporten.

3.3. Utslipp av avfallsvann.

Avfallsvannet fra den planlagte papirfabrikk vil være sammensatt av utslipp fra mange avdelinger:

Fra celluloseavdelingen kommer sulfitavluten, blekeriavløpsvann, vaskevann o.s.v., fra tresliperiet. vaskevann og fra papirfabrikken en del bakvann.

Felles for samtlige typer avfallsvann er det mer eller mindre rike innhold av løste organiske stoffer og fibre. Fibertapet kan bli redusert vesentlig ved bruk av effektive filtre, mens de løste organiske stoffene vanskelig kan holdes tilbake.

a) Sulfitavluten.

Av de forskjellige typer avfallsvann er sulfitavluten den del som kan forårsake de største ulemper. Forurensningene fra produksjonen av ett tonn ferdig vare av cellulose, tremasse og papir forholder seg til hverandre som: 200:5:17. Disse tall er beregnet ut fra avfallsvannenes innhold av organiske stoffer og den mengde oksygen som er nødvendig for å oksydere disse stoffer. Sulfitavluten inneholder også visse stoffer som under spesielle betingelser kan virke drepende på fiskebestanden. Av den grunn er det nødvendig å unngå for høye konsentrasjoner i vannmassene.

En produksjon på 40.000 tonn sulficellulose pr. år vil gi en mengde sulfitavlut -, ca. 340.000 m³/år eller ca. 1100 m³/døgn, med et antatt tørrstoffinnhold på 12 %. Ved en vannføring på 20 m³/sek. i Namsan, vil konsentrasjonen bli ca. 0,65 ml sulfitavlut/l ellevann i gjennomsnitt, hvis det kunne foregå en fullstendig blanding. I realiteten vil konsentrasjonen variere med tiden i forhold til tomning av kokerne fra 0 til omkring 4 ml/l. Disse konsentrasjoner er langt over den grensen som er tilrådelig. Utslipp i ellevannet bør derfor ikke komme på tale.

En utslippsmåte som kan tenkes å føre til tilstander som kan tolereres er basert på følgende forhold:

Moderne vaskemetoder for cellulosemasse (f.eks. vask ved fortrenning) gjør det praktisk mulig å få ut 85 - 90 % av den mengde sulfitavlut som opprinnelig var i kokerne uten vesentlig fortykning. Konsentrasjonen kan bli holdt oppe på ca. 85 % av konsentrasjonen i kokeren. Tørrstoffinnholdet i denne fraksjonen vil være ca. 12 % eller mer, og tettheten vil være langt større enn 1,030 g/cm³.

Sulfitavluten kan ledes i eget rør ned langs marbakken til et passende dyp, antagelig 25 m eller dypere. Forskjellen i spesifikk vekt mellom avfallsvannet, mere enn $1,030 \text{ g/cm}^3$, og sjøvannet, $1,025 \text{ g/cm}^3$, vil medføre at sulfitavluten vil renne videre nedover langs marbakken inntil den er tilstrekkelig fortynnet med sjøvannet. Sjøvannet har meget gode bufferegenskaper, slik at den sure sulfitavluten raskt vil bli nøytralisert.

De resterende 10 - 15 % av sulfitavluten vil i fortynnet tilstand følge etter den konsentrerte delen i røret ned til marbakken. Tettheten vil være mindre enn sjøvannets. Denne fortynnede sulfitavluten vil derfor stige mot overflaten, og i løpet av kort tid bli ytterligere fortynnet med sjøvann og nøytralisert.

Ved en slik anordning av utslippet skulle konsentrasjonen av sulfitavlut i overflatevannet bli lave, og at det derfor foreligger mulighet for å anordne utslippet slik at det ikke representerer noen fare for laksen som erfaringsmessig holder til i de øvre lag av vannmassene. Ved planlegging av et utslipp av denne type må forholdene i munningsområdet og den nærmeste del av Namsenfjorden bli undersøkt grundig. Utslippsstedet må legges i et område hvor det ikke er fare for at den konsentrerte delen av sulfitavluten kan bli ført opp i høyereliggende vannlag av strømmer eller av andre grunner. Derved elimineres mulighetene for at sulfitavluten kan bli ført opp i elven med sjøvannstungen.

Som beskrevet under pkt. 1.3 er sulfitavlutens giftvirkning på fisk antagelig bestemt av vannets fysiske-kjemiske egenskaper, spesielt surhetsgraden. Vannet i Namsen har egenskaper som er meget likt Dramselvas vannmasser. Belastningen av Dramselva varierer under lav vannføring, $130 \text{ m}^3/\text{sek.}$, fra 0,1 ml sulfitavlut pr. 1 elvevann ved Hellefoss, til ca. 0,4 ml/l ved utløpet i Dramsfjorden. Dette har ført til lite tilfredsstillende forhold med begroing av elvebunnen, luktulempet og annet, men det er fremdeles laks i vassdraget.

b) Det øvrige avfallsvann.

Avfallsvannet for den øvrige del av bedriften må bli ledet ut på annen måte. Antagelig vil et utslipp i eller nær overflaten være tilfredsstillende. Dette må imidlertid anordnes på en måte som best mulig kan hindre at avfallsvannet blir transportert oppover elven.

En slik transport kan foregå i de deler av tidevannsperioden da strømmen i alle lag av vannmassene er rettet oppver, dessuten kan noe av avfallsvannet bli ført oppover i sjøvannstungen. Hvis meget av avfallsvannet blir ført oppover i elven, kan dette føre til en belastning av den nederste elvestrekning med derav følgende konsekvenser som begroing eller annet.

Tidligere erfaringer fra belastninger av estuarområder med organiske stoffer, tyder imidlertid på at de ulemper som oppstår er mindre enn ved tilsvarende belastninger av rent ferskvannførende elvestrekninger. Virkningen av utslippet på vannmassene i Namsenfjorden er vanskelig å bestemme uten et nøye kjennskap til fjordens hydrografi. Spesielt vil strømnings- og utskiftningsforhold ha stor virkning. Det er sannsynlig at anoksiske forhold eventuelt bare vil oppstå i begrensede områder.

De mengder ferskvann som føres ut i den indre delen av Namsenfjorden fra andre elver enn Namsen, er relativt små. Utskiftingen av vannmassene som følge av tidevannsvekslingen vil derfor antagelig være stor. Det overflatevann som inneholder forurensninger vil bli ført støtvis utover. Sannsynligheten for at fisken ikke vil vandre opp i Namsen er liten. Forurensningene vil være begrenset til en del av munningsområdets bredde. Den kjønnsmodne laks synes også erfaringsmessig å tåle relativt store forurensninger ved elvemunninger uten å bli skremt.

KONKLUSJON:

Etter en nøye vurdering av det foreliggende materiale er vi kommet til at avfallsvannet fra en kombinert cellulose-, tremasse- og papirfabrikk ved Namsos kan slippes ut i Namsens munningsområde under følgende betingelser:

1. a) Minst 85 % av sulfitavluten inndampes og forbrennes eller uskadeliggjøres på annen måte.
eller
- b) Minst 85 % av sulfitavluten slippes ut i en konsentrasjon som gir en spesifikk vekt på minst $1,030 \text{ g/cm}^3$.
Avluten kan da føres i rør ned langs marbakken til et passende dyp. Utslippsstedet må endelig fastlegges etter grundig undersøkelser av strømningsforholdene ved marbakken.

2. Den øvrige del av avfallsvannet må slippes ut på en måte som best mulig forhindrer at det kan bli transportert oppover i elven. Hvis utslippet anordnes på ovenfornevnte måte, er det sannsynlig at skadevirkninger på laksebestanden ikke vil forekomme, i høyden bli av begrenset omfang.
3. Før utslippstidene og utslippsanordningene endelig fastlegges bør det utføres nærmere undersøkelser av de hydrografiske forhold i estuarområdet. Dessuten er det ønskelig å bestemme fiskens reaksjoner i den aktuelle vanntype ved fiskeforsøk.

Litteraturliste.
=====

1. Høglund, L.: Studier över fiskarnas reaktioner i konsentrationsgradienter med särskild hensyn til sulfitavlut, pH, koldioxid och syrgass.
Medd. Skogsindustriernas Vattenskyddsrad,
Stockholm, nr. 23 s. 6-21, 1960.
2. Ebeling, G.: Untersuchungen über die Wirkung von Zellstofffabrikationsabwassern auf Fische und Fischnährtiere.
Z.f. Fischerei, 30, 1932.
3. Vallin, S.: Cellulosafabrikerna och fisket.
Medd. Lantbr. Styr. Nr. 5, s.1-41, 1935.
4. Williams.R.W.; Eldridge, W.E., Mains, E.M. and Lasater, J.E.:
Toxic effect of Sulfite Waste Liquor on Young Salmon.
State of Washington Departement of Fisheries
Research Bull. Nr. 1. s. 111, 1953.
5. Norsk Institutt for Vannforskning:
Rapport over undersøkelser i Otra 1960-61.
Ferdig i nær fremtid.

T a b e l l 3 .Prosentvis sjøvannsinnblanding i Namsen, den 15/1-1962.

Stasjon nr.:	1	3	4	5	6
Kl.:	10 ¹⁵	12 ¹²	12 ²³	12 ⁴²	12 ⁵⁵
Dyp:	%	%	%	%	%
0,0 m	21	20	19,5	25	14
0,5 "	40	27	20	34	15
1,0 "	53	38	19	45	15
1,5 "	59	49	21	51	15,5
2,0 "	67,5	60,5	35-42	58	19
2,2 "				60	
2,5 "	82	76,5	68		25,5
3,0 "	91	83,5			38-53
3,5 "	92	92			60
4,0 "	93	93			67,5
4,5 "	95				74
5,0 "	96				77
5,5 "	96				80
6,0 "	96,5				83,5
10,0 "	100				
15,0 "	100				
20,0 "	100				
25,0 "	100				

% = prosent sjøvann,

100 % sjøvann = salinitet 33,5 o/oo

T a b e l l e 4.

Prosentvis sjøvannsinblanding i Nansen, stasjon 1, den 16/1-1962.

Kl.:	100 % sjøvann = salinitet 33,5 o/oo													
	9 ²⁶	10 ⁰⁵	10 ⁴²	11 ⁰⁵	11 ³⁷	12 ²⁵	13 ⁰³	13 ³³	14 ¹³	14 ⁴⁵	15 ²¹	16 ⁰³	16 ³³	17 ⁰⁰
Dyp: i m	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0,0	-	-	-	-	61	57,5	48	43	42	38	39	40,5	40,5	55,5
0,5	75,5	78	79,5	71	63	60	43,5	43	46,5	43,5	43	43	62	55,5
1,0	78	78,5	81	72	71	65,5	57	49	51	89,5	54	70	79	86
1,5	82	87,5	81	77	75,5	69	75	53	84,5	96	91	96	96	92,5
2,0	90	91,5	84,5	85,5	93	89	96	93,5	95	100	99	100	96	96
2,5	96	97,5	92	89,5	99	92	99	99	95,5	100	99	100	98	96
3,0	98,5	98,5	93	99,5	99	98	99	99	97	100	99	100	98	99
3,5	98,5	98,5	98	99	99	99	99	99	99	100	100	100	99	99
4,0	98,5	98,5	98	99	99	99	99	99	99	100	100	100	99	99
4,5	98,5	98,5	98	99	99	99	99	99	99	100	100	100	99	99
5,0	99	98,5	98,5	100	99	99	99	99	100	100	100	100	100	100
0,0	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0,0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
eregnet dyp:	24,7	24,6	24,4	24,3	24,1	23,9	23,7	23,6	23,5	23,5	23,5	23,8	23,8	23,9

T a b e l l 5.

Prosent sjøvannsinnblanding i Namsen, stasjon 7, den 17/1-1962.

Kl.:	% = prosent sjøvann.										100 % sjøvann = salinitet 33,5 o/100.											
	09	10	17	10	24	10	46	11	30	11	54	12	18	13	06	13	25	13	40	14	23	
Dyp:	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
0,0 m	51	30	35	29	21	19	18	14	15,5	17	17,5	20,5	20,5	16	14	17	15,5	17	17,5	19	19	
0,5 "	52,5	31	37	35	24	22	20,5	16	17	22	17,5	20,5	20,5	22	16	17	17	17,5	17,5	20,5	20,5	
1,0 "	57,5	46,5	58,5	57	44	38,5	36	22	31	38,5	20,5	36	36	22	22	31	31	20,5	20,5	23,5	23,5	
1,5 "	63	65,5	69,5	68,5	47	47	51,5	42	39	47	34	51,5	51,5	42	42	39	39	34	34	27	27	
2,0 "	70	76,5	74	74	51	58	58	47,5	48	58	42	58	58	47,5	47,5	48	48	42	42	34	34	
2,5 "	78,5	81,5	77,5	80,5	67	69	72,5	56	52,5	69	56	72,5	72,5	56	56	52,5	52,5	47	47	41,5	41,5	
3,0 "	82	86	79	83,5	77	74	75	61,5	55,5	74	61,5	75	75	61,5	61,5	55,5	55,5	50	50	45	45	
3,5 "	85	87	85	86	80	80	78,5	64,5	60	80	64,5	78,5	78,5	64,5	64,5	60	60	52,5	52,5	49	49	
4,0 "	87,5	88,5	87	86	82	81,5	80	65	65	81,5	65	80	80	65	65	65	65	62,5	62,5			
4,5 "	90	90	88	87,5	84	83,5	(81,5)	78		83,5		(81,5)		78								
5,0 "	91,5	90	88,5	87,5	84,5	87,5																
regn. dyp:	5,4	5,4	5,3	5,3	5,1	4,9	4,8	4,5	4,4	4,3	4,3	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,3	4,3	4,1	4,1	
Kl.:	14	15	13	16	16	16	17	18	18	16	16	17	17	18	18	18	18	19	19	19	19	
Dyp:	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
0,0 m	17	14	13	12	10,5	10,5	8	16	16	16	16	11,5-16	11,5-16	31,5	16	16	16	31	31	24,5	24,5	
0,5 "	18,5	15,5	15,5	15	14,5	16	11,5-16	31,5	31,5	16	31,5	11,5-16	11,5-16	31,5	16	20	20	31,5	31,5	30,5	30,5	
1,0 "	20	16,5	23	20,5	24	25	19 - 28	39,5	39,5	25	39,5	19 - 28	19 - 28	39,5	25	34-44	34-44	34-42	34-42	46-60	46-60	
1,5 "	23	22,5	28	29	28	33	38	52	51	33	52	38	38	52	33	51	51	70,5	70,5	77	77	
2,0 "	26,5	25-28	31	30,5	30	36-42	57	64,5	75	36-42	64,5	57	57	64,5	36-42	75	75	78	78	82,5	82,5	
2,5 "	35	32	36	33,5	37	47	71,5	73	81	47	73	71,5	71,5	73	47	81	81	81	81	84	84	
3,0 "	39,5	36	43	39	42	75,5	81	81,5	83,5	75,5	81,5	81	81	81,5	75,5	83,5	83,5	82	82	84,5	84,5	
3,5 "	47	42	58	52,5	51,5	77,5	82	84	84	77,5	84	82	82	84	77,5	84,5	84,5	83	83	85,5	85,5	
4,0 "	65,5	60	(60,5)		(78,5)	83	85	85	85	83	85	85	85	85	83	86	86	85,5	85,5	86,5	86,5	
4,5 "																						
5,0 "																						
regn. dyp:	4,1	4,0	4,0	4,0	4,1	4,2	4,4	4,5	4,7	4,9	4,9	4,8	4,8	4,5	4,4	4,4	4,4	4,3	4,3	4,1	4,1	
Kl.:	14	15	13	16	16	16	17	18	18	16	16	17	17	18	18	18	18	19	19	19	19	
Dyp:	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
0,0 m	17	14	13	12	10,5	10,5	8	16	16	16	16	11,5-16	11,5-16	31,5	16	16	16	31	31	24,5	24,5	
0,5 "	18,5	15,5	15,5	15	14,5	16	11,5-16	31,5	31,5	16	31,5	11,5-16	11,5-16	31,5	16	20	20	31,5	31,5	30,5	30,5	
1,0 "	20	16,5	23	20,5	24	25	19 - 28	39,5	39,5	25	39,5	19 - 28	19 - 28	39,5	25	34-44	34-44	34-42	34-42	46-60	46-60	
1,5 "	23	22,5	28	29	28	33	38	52	51	33	52	38	38	52	33	51	51	70,5	70,5	77	77	
2,0 "	26,5	25-28	31	30,5	30	36-42	57	64,5	75	36-42	64,5	57	57	64,5	36-42	75	75	78	78	82,5	82,5	
2,5 "	35	32	36	33,5	37	47	71,5	73	81	47	73	71,5	71,5	73	47	81	81	81	81	84	84	
3,0 "	39,5	36	43	39	42	75,5	81	81,5	83,5	75,5	81,5	81	81	81,5	75,5	83,5	83,5	82	82	84,5	84,5	
3,5 "	47	42	58	52,5	51,5	77,5	82	84	84	77,5	84	82	82	84	77,5	84,5	84,5	83	83	85,5	85,5	
4,0 "	65,5	60	(60,5)		(78,5)	83	85	85	85	83	85	85	85	85	83	86	86	85,5	85,5	86,5	86,5	
4,5 "																						
5,0 "																						
regn. dyp:	4,1	4,0	4,0	4,0	4,1	4,2	4,4	4,5	4,7	4,9	4,9	4,8	4,8	4,5	4,4	4,4	4,4	4,3	4,3	4,1	4,1	

T a b e l l 6.Strømhastigheter i Namsen ved stasjon 6,den 15/1-1962, kl. 13²⁰-14⁰⁰.

Dyp i m:	kl.:	Hastighet i m/sek :	Retning:
0,1	13 ²⁰	0,60	—————>
0,5	13 ²⁴	0,63	—————>
1,0	13 ²⁶	0,53	—————>
1,5	13 ²⁹	0,51	—————>
2,0	13 ³²	0,29	—————>
2,5	13 ³⁶	0,07	<—————
3,0	13 ³⁹	0,11	<—————
3,5	13 ⁴⁰	0,12	<—————
4,0	13 ⁴⁵	-	--
4,5	13 ⁴⁸	0,05	<—————
5,0	13 ⁵⁰	0,05	<—————
5,5	13 ⁵⁵	<0,05	--

Namsens løpsretning: —————>

T a b e l l 7.

Strømhastigheter i Namsen, stasjon 1, den 16/1-1962,
kl. 11⁴⁵-12⁰⁰.

Namsens løpsretning: —————>

Dyp i m:	kl.:	Hastighet i m/sek :	Retning
0,1	11 ⁴⁵	0,70	—————>
0,5	11 ⁵⁰	0,62	—————>
1,0	11 ⁵³	0,40	—————>
1,5	11 ⁵⁷	0,15	—————>
2,0	11 ⁵⁹	<0,05	↪
2,5	} Fløgelet dreiet sakte rundt flere omdreininger.		
3,0			
4,0			

T a b e l l 8.

Strømhastigheter i Namsen, stasjon 1, den 16/1-1962,
kl. 13⁴⁰-14⁰⁰.

Namsens løpsretning: —————>

Dyp i m:	kl.:	Hastighet i m/sek.:	Retning:
0,1	13 ⁴⁰	0,63	—————>
0,5	13 ⁴³	0,53	—————>
1,0	13 ⁴⁷	0,27	—————>
1,5	13 ⁵²	0,10	↘
2,0	13 ⁵⁵	0,06	↪
2,5	13 ⁵⁸	0,27	↘
3,0	14 ⁰⁰	0,10	↪

T a b e l l 9.

Strømhastigheter i Namsen, stasjon 7,
den 17/1-62, kl. 10⁰⁰ - 10¹⁰.

Dyp i m:	
0,1	<p style="text-align: center;">Ingen strøm i noe dyp.</p> <p>> kl. 10¹² begynte vannet å strømme mot fjorden.</p>
0,5	
1,0	
1,5	
2,0	
2,5	
3,0	
4,0	

T a b e l l 10.

Strømhastigheter i Namsen, stasjon 7,
den 17/1-62, kl. 12³⁵ - 13⁰⁰.

Namsens løpsretning: —————>

Dyp i m:	kl.:	Hastighet i m/sek :	Retning:
0,1	12 ³⁷	1,11	—————>
0,5	12 ³⁸	1,00	—————>
1,0	12 ⁴⁰	0,89	—————>
1,5	12 ⁴³	0,78	—————>
2,0	12 ⁴⁶	0,67	—————>
2,5	12 ⁴⁸	0,57	—————>
3,0	12 ⁵¹	0,41	—————>
3,5	12 ⁵³	0,31	—————>
4,0	12 ⁵⁵	0,17	—————>
4,5	12 ⁵⁸	0,10	—————>

T a b e l l 11.Strømhastigheter i Namsen, stasjon 7,den 17/1-1962, kl. 17⁰⁰-17⁵⁰.

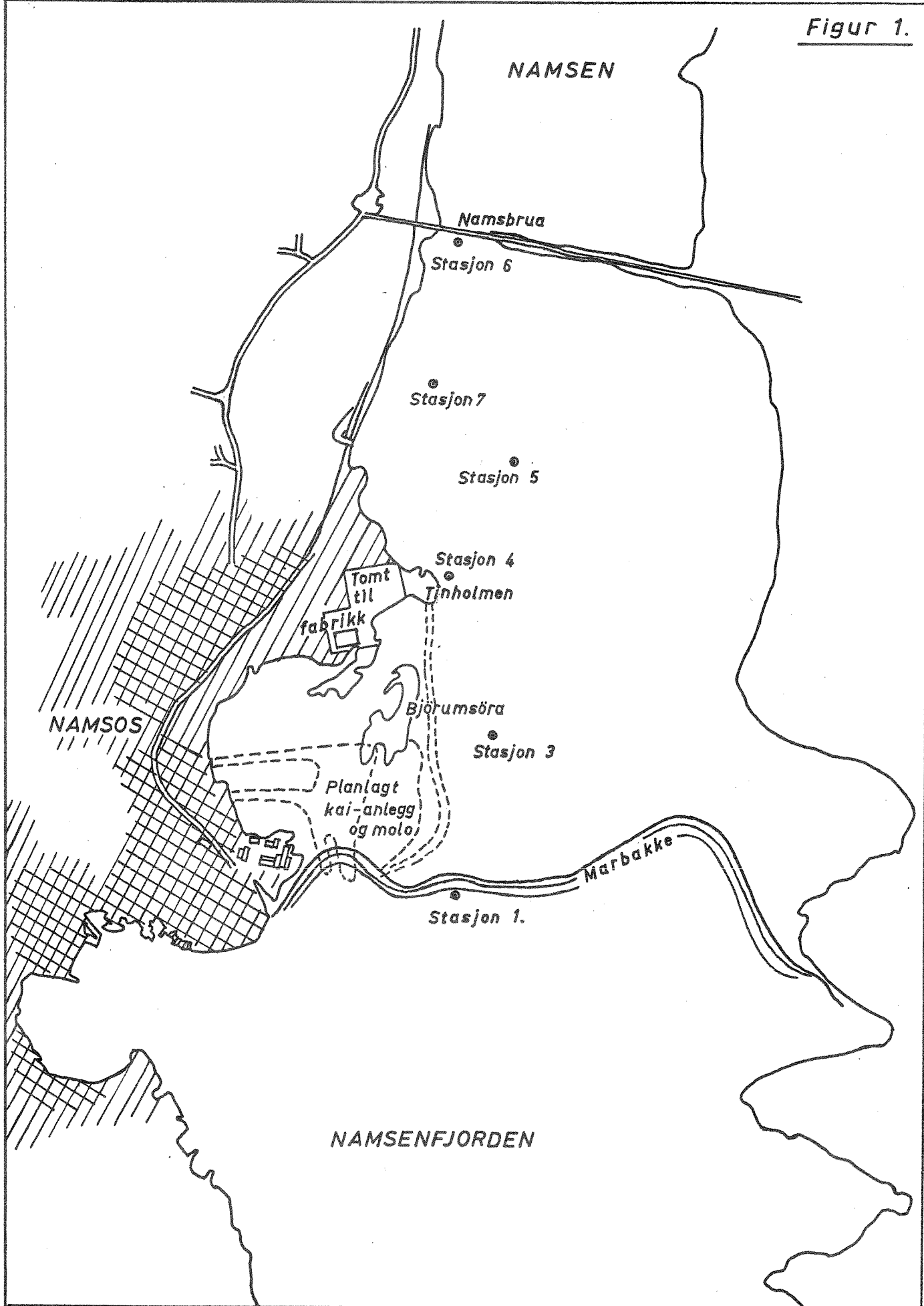
Dyp i m:	kl.:	Hastighet i m/sek :	Retning:
	08		
0,1	17	0,29	—————>
	11		
0,5	17	0,16	—————>
	15		
1,0	17	0,05	—————>
	18		
1,5	17	0,08	<—————
	21		
2,0	17	0,33	<—————
	24		
2,5	17	0,33	<—————
	28		
3,0	17	0,30	<—————
	30		
3,5	17	0,26	<—————
	32		
4,0	17	0,25	<—————
	45		
4,2	17	0,24	<—————
	48		
4,35	17	<0,05	

Namsens løpsretning: —————>

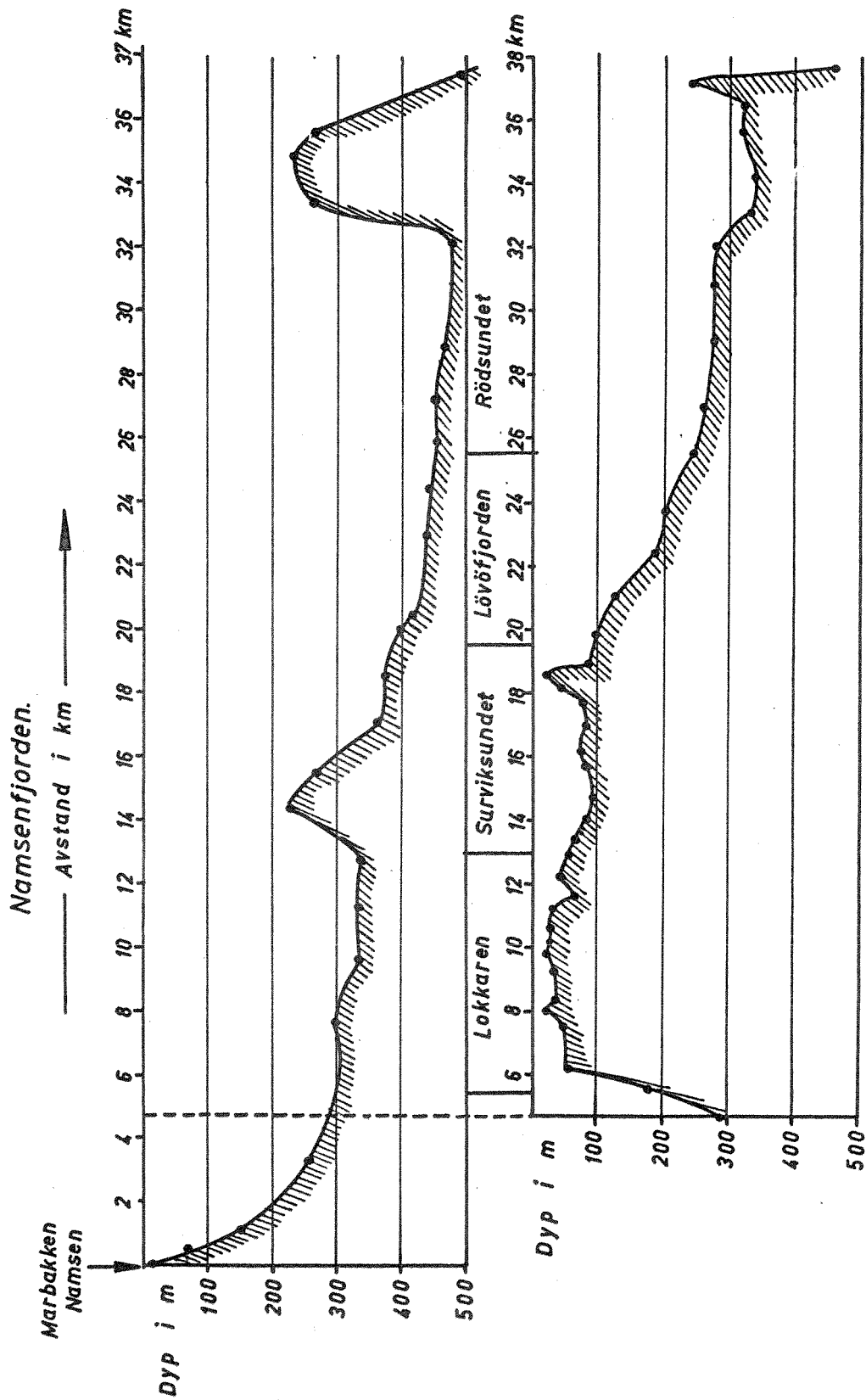
T a b e l l 12.Analyser av vannprøver fra Namsen.

Dato	Stasjon nr.:	Dyp m:	Kl.:	pH:	El.ledningsevne " $20 \cdot 10^{-5}$	Salinitet: ‰
15/1	1	0,0	10 ⁴⁰	7,1	818	5,08
16/1	1	0,0	15 ³⁰	7,6	1851	12,70
"	1	0,5	15 ³⁴	7,9	2062	14,34
"	1	1,0	15 ³⁸	8,0	2868	22,66
"	1	1,5	15 ⁴²	8,0	3880	33,13
"	1	2,0	15 ⁴⁶	8,0	4000	33,28
"	1	5,0	15 ⁵⁰	8,0	4260	33,49
17/1	7	0,0	19 ⁴⁵	7,8	1132	7,59

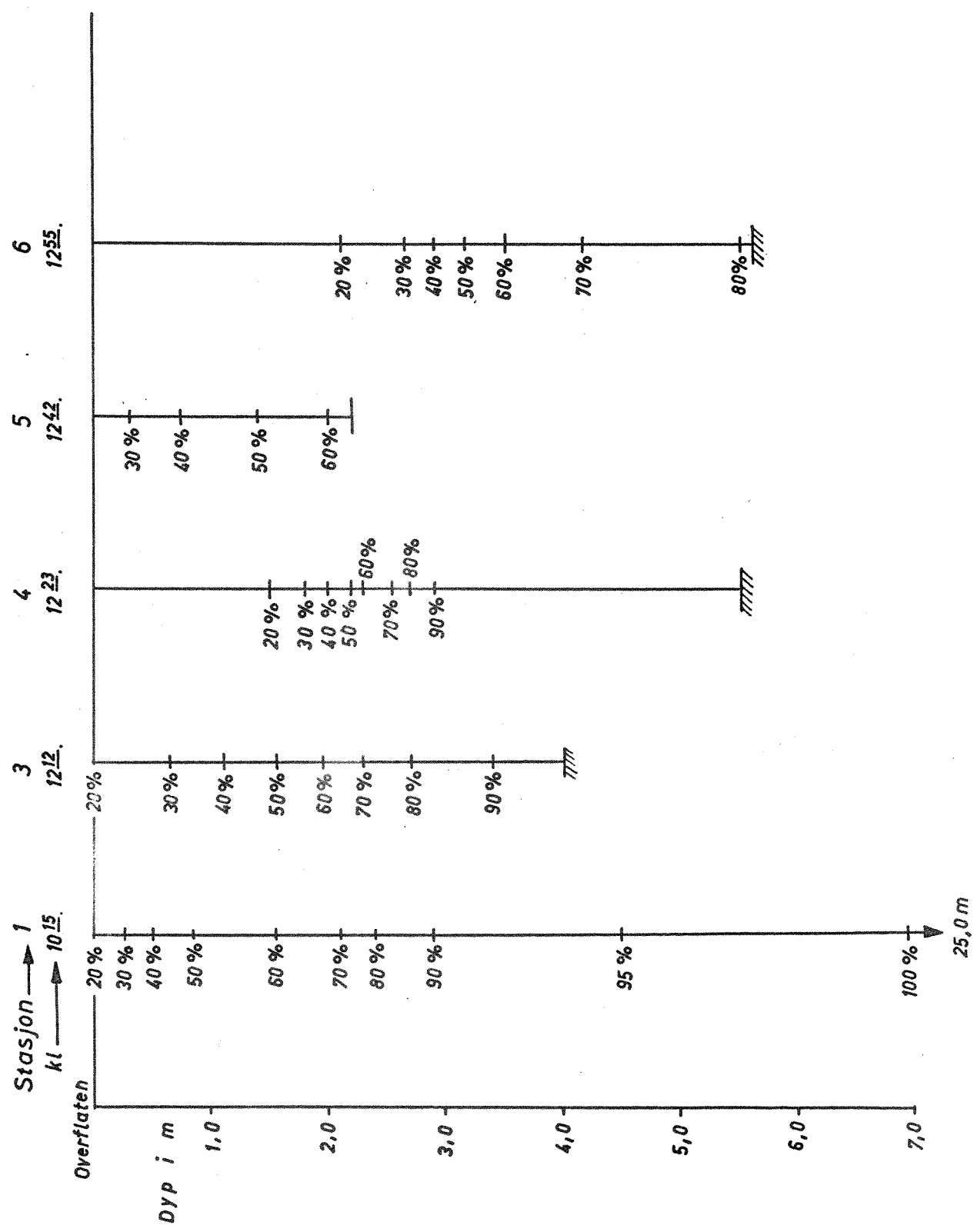
Figur 1.



Dybdeforholdene i fjordene fra Namsos til havgøpet.



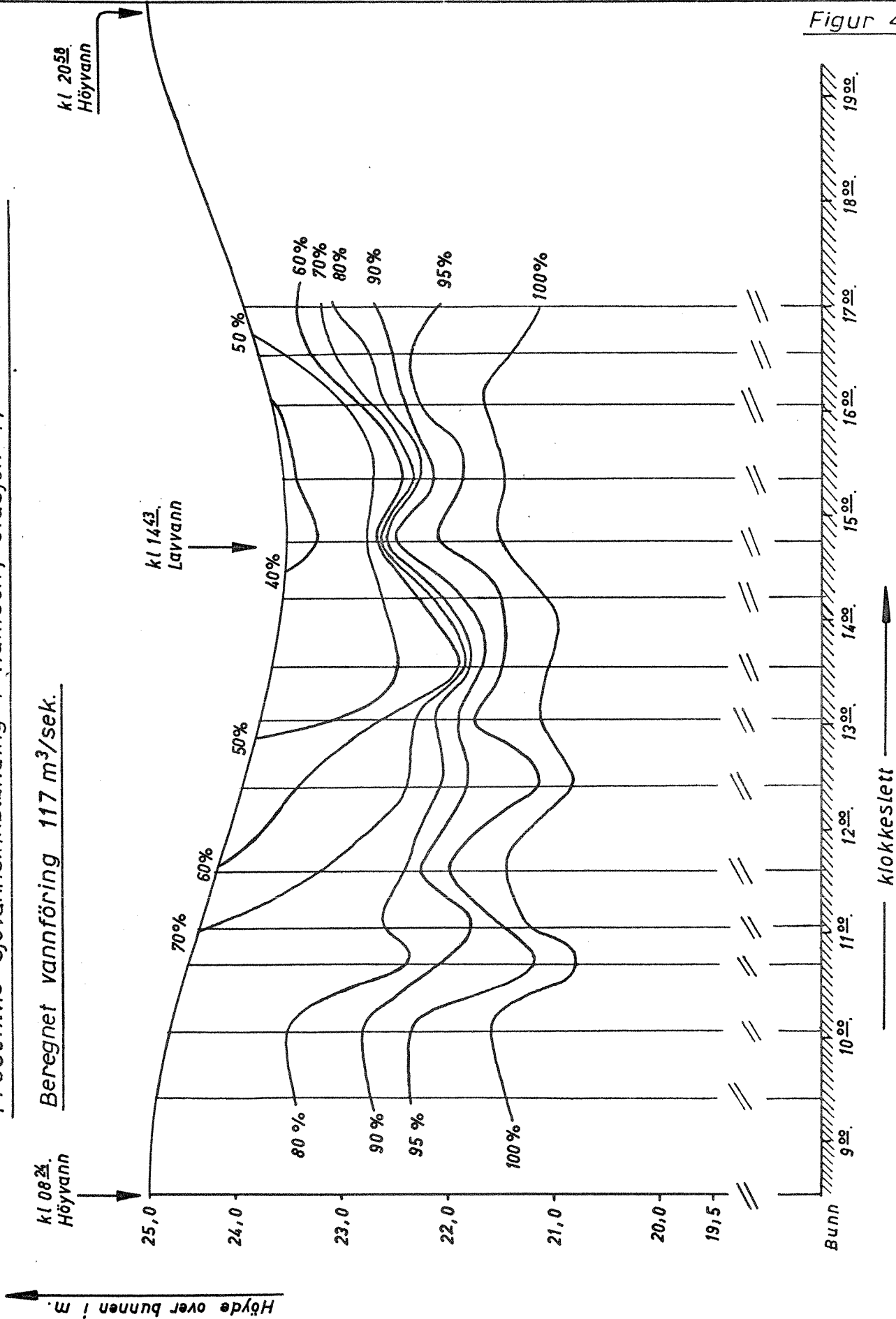
Beregnet vannføring 130 m³/sek. Höyvann kl 07¹². Lavvann kl 13³³.



Figur 4.

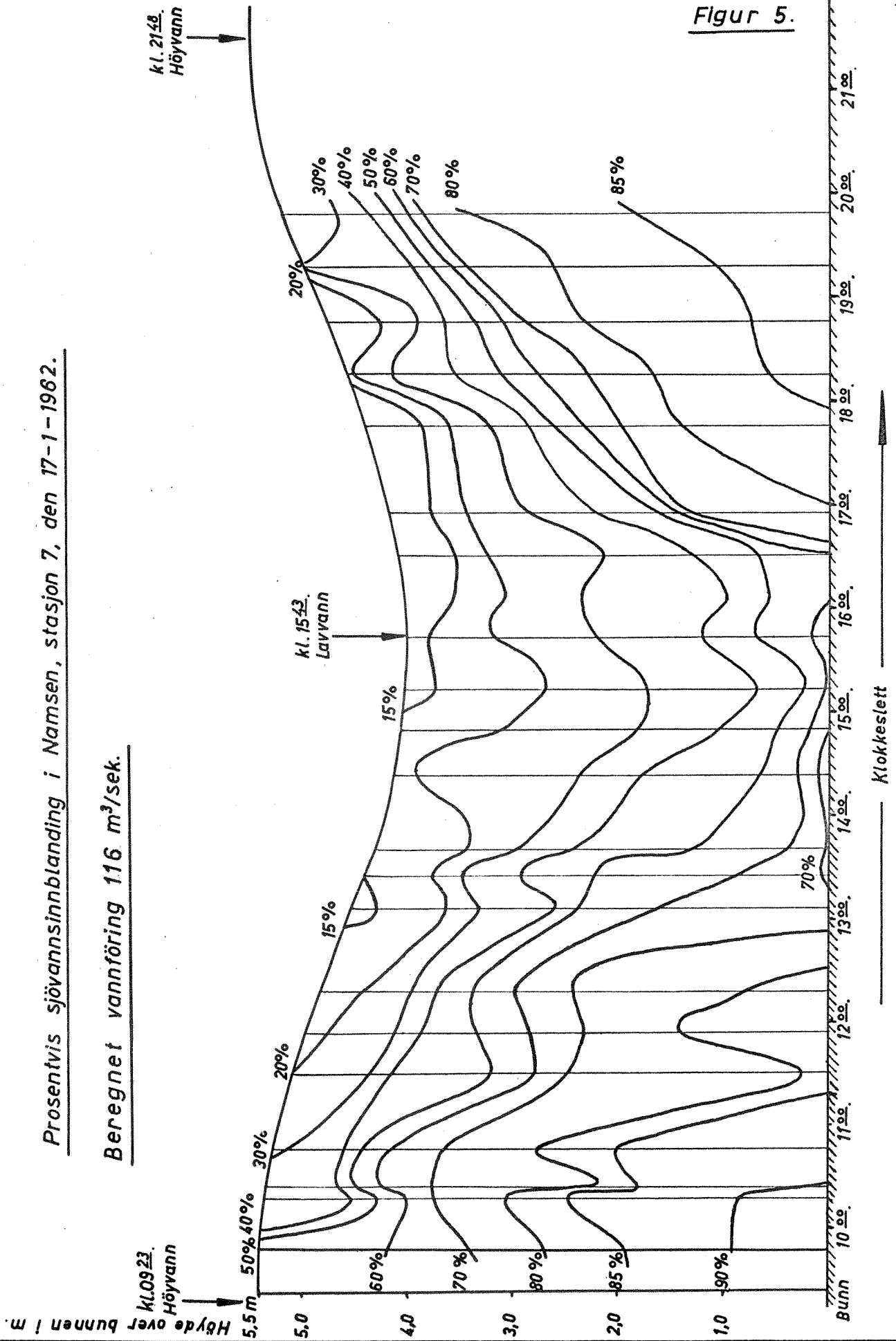
Prosentvis sjøvannsinnblanding i Namsen, stasjon 1, den 16-1-1962.

Beregnet vannføring 117 m³/sek.



Prosentvis sjövattnsinnblanding i Namsen, stasjon 7, den 17-1-1962.

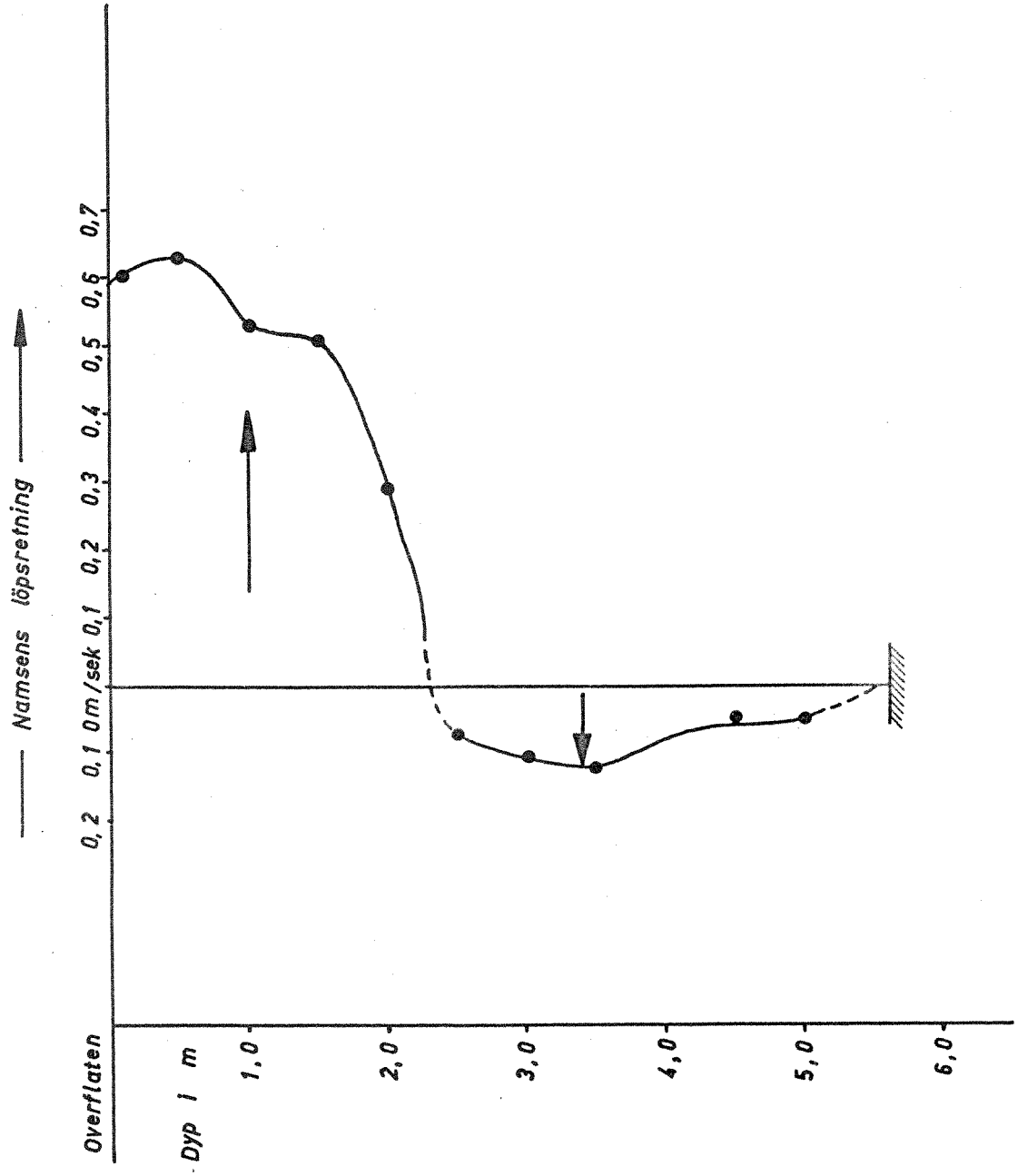
Beregnet vannføring 116 m³/sek.



Figur 5.

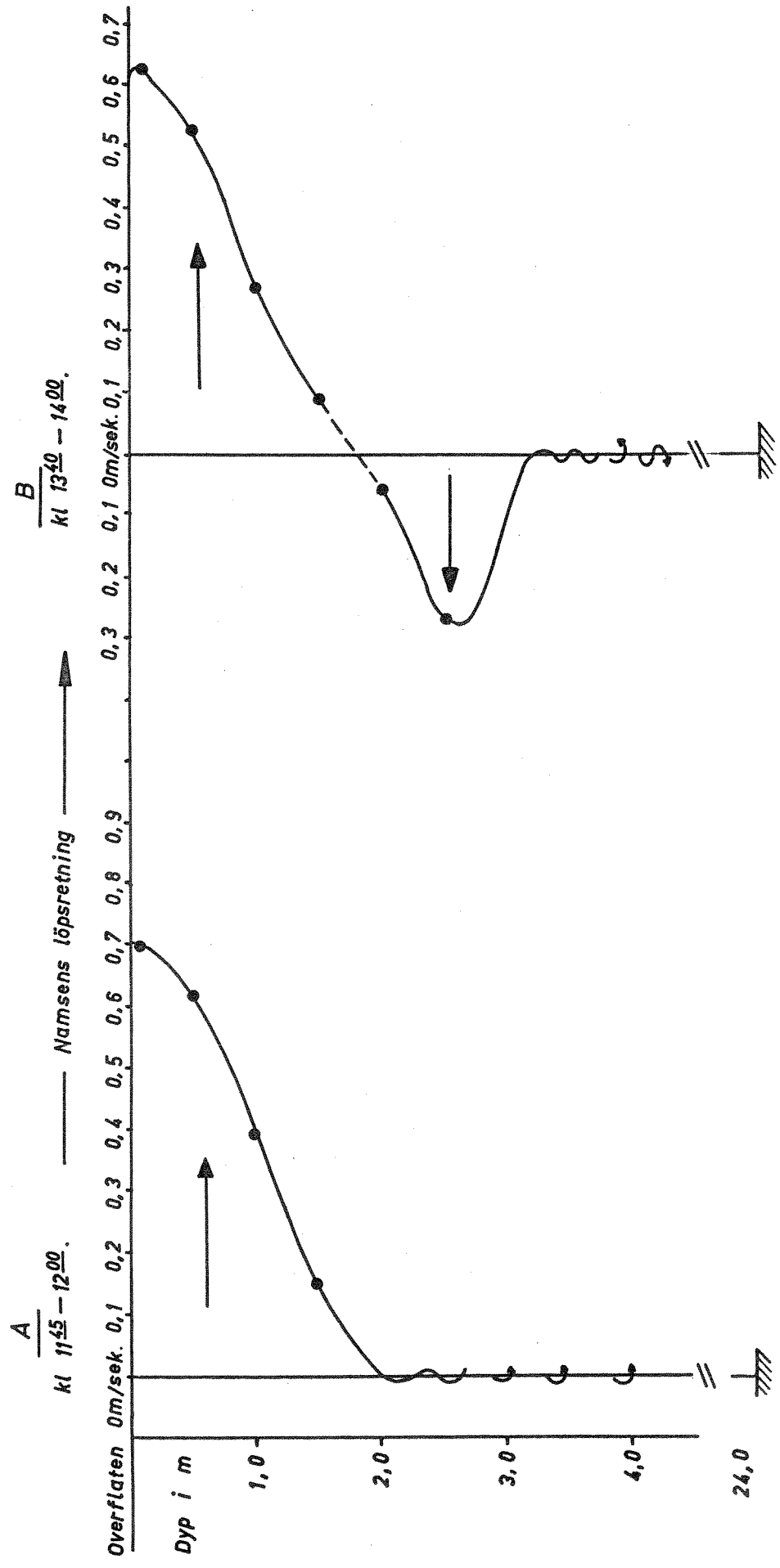
Strömhastigheter i Namsen ved stasjon 6, den 15-1-1962, kl. 13²⁰-13⁴⁰.

Beregnet vannføring 130 m³/sek. Lavvann kl 13³³.



Strömhastigheter i Namsen ved stasjon 1, den 16-1-1962.

Beregnet vannføring 117 m³/sek. Höyvann kl 08²⁴. Lavvann kl 14⁴³.



Strömhastigheter i Namsen, stasjon 7, den 17-1-1962.

Beregnet vannføring 116 m³/sek. Höyvänn kl. 09²³ og 21⁴⁸. Lavvann kl. 15⁴².

Namsens löpsretning →

