

NGU-rapport nr. 84.172

Suspensjonstransport og  
sedimentasjonsprosesser  
i øvre Otta



# Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eirikssons vei 39, Postboks 3006, 7001 Trondheim - Tlf. (07) 92 16 11  
Oslokontor, Drammensveien 230, Oslo 2 - Tlf. (02) 55 31 65

Rapport nr. 84.172	ISSN 0800-3416	Åpen/Forlagt	
Tittel: Suspensjonstransport og sedimentasjonsprosesser i øvre Otta.			
Forfatter: Eva Skarbøvik		Oppdragsgiver: NGU/UIO	
Fylke: Oppland		Kommune: Lom	
Kartbladnavn (M. 1:250 000)		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 22	Pris: 60,-
		Kartbilag:	
Feltarbeid utført: 1984	Rapportdato: 20.11.84	Prosjektnr.: 2203	Prosjektleder: Jim Bogen
Sammendrag:  En undersøkelse av suspensjonstransport og sedimentasjonsprosesser i Øvre Otta.  Suspendert materiale i Bøvra- og Ottavassrdaget blir analysert m.h.p. konsentrasjon, kornfordeling og geokjemi. Sedimentert materiale i Ottavatn blir analysert m.h.p. kornfordeling og geokjemi.  Av analyseresultatene er hittil bare konsentrasjonen av det suspenderte materialet kjent. I rapporten blir suspensjonstransporten diskutert som en funksjon av sesong, vannføring og type kilde.			
Emneord	Suspensjonstransport	Sedimentasjonsprosesser	

Eva Skarbøvik.

SUSPENSJONSTRANSPORT  
OG  
SEDIMENTASJONSPROSESSER  
I ØVRE OTTA

Geografisk institutt  
Universitetet i Oslo  
1984.

Universitetet i Oslo  
Geografisk institutt  
Naturgeografisk seksjon

## GG 212 RAPPORT

	DATO 20/11 1984
TITTEL SUSPENSJONSTRANSPORT OG SEDIMENTASJONS- PROSESSER I ØVRE OTTA.	SIGN
UTFØRT AV  Eva Skarbøvik	GODKJENT AV
VEILEDER  Jim Bogen og Kjell Nordseth	SIDER 45
	VEDLEGG Ingen.

### SAMMENDRAG

En undersøkelse av suspensjonstransport og sedimentasjonsprosesser i Øvre Otta.

Suspendert materiale i Bøvra- og Ottavassdraget blir analysert m.h.p. konsentrasjon, kornfordeling og geokjemi. Sedimentert materiale i Ottavatn blir analysert m.h.p. kornfordeling og geokjemi.

Av analyseresultatene er hittil bare konsentrasjonen av det suspenderte materialet kjent. I rapporten blir suspensjonstransporten diskutert som en funksjon av sesong, vannføring og type kilde.

## INNHOLD

Innledning	3
-Suspensjonstransport	5
-Sedimentasjonsprosessene	7
-Geokjemi	8
Feltbeskrivelse	9
-Klima	9
-Geologi	9
-Løsmasser	12
-Otta-vassdraget	12
-Bøvra-vassdraget	13
Metode	15
-Vannprøver	15
-Sedimentprøver	18
Data og databeskrivelse	20
Diskusjon. Konklusjoner	39
Videre utvikling av oppgaven	42
Sammendrag	43
Referanser	44

## INNLEDNING

I oppgaven undersøkes faktorer som har betydning for transport og sedimentasjon av suspendert materiale i et vassdrag.

Formålet er å undersøke hvordan suspensjonstransportens kornfordeling og kjemiske sammensetning varierer som en funksjon av vannføring, sesong og type kilde. Oppgaven vil også belyse hvordan disse faktorene innvirker på fordelingsmønsteret til det sedimenterte materialet ute på en deltaplattform. Fig.1 viser en oversikt over problemstillingen.

Feltet ble lagt til Øvre Otta i Oppland fylke. Elvesystemet Øvre Otta omfatter Ottavatnet, samt vassdragene Bøvra og Otta. (Fig.2). Begge vassdragene danner suspensjonsdeltaer ut i Ottavatn. I rapporten vil hele Ottavatn bli betraktet som en stor deltaplattform, der deltafronten ligger 11,5 km. nedstrøms Lom.

Årsaken til at dette området ble valgt, er de store sedimentmengdene som Bøvra og Otta frakter ned til Ottavatn, samt at opplysninger som fremkommer i oppgaven senere kan benyttes i konsekvens-analyser, siden området er planlagt utbygd.

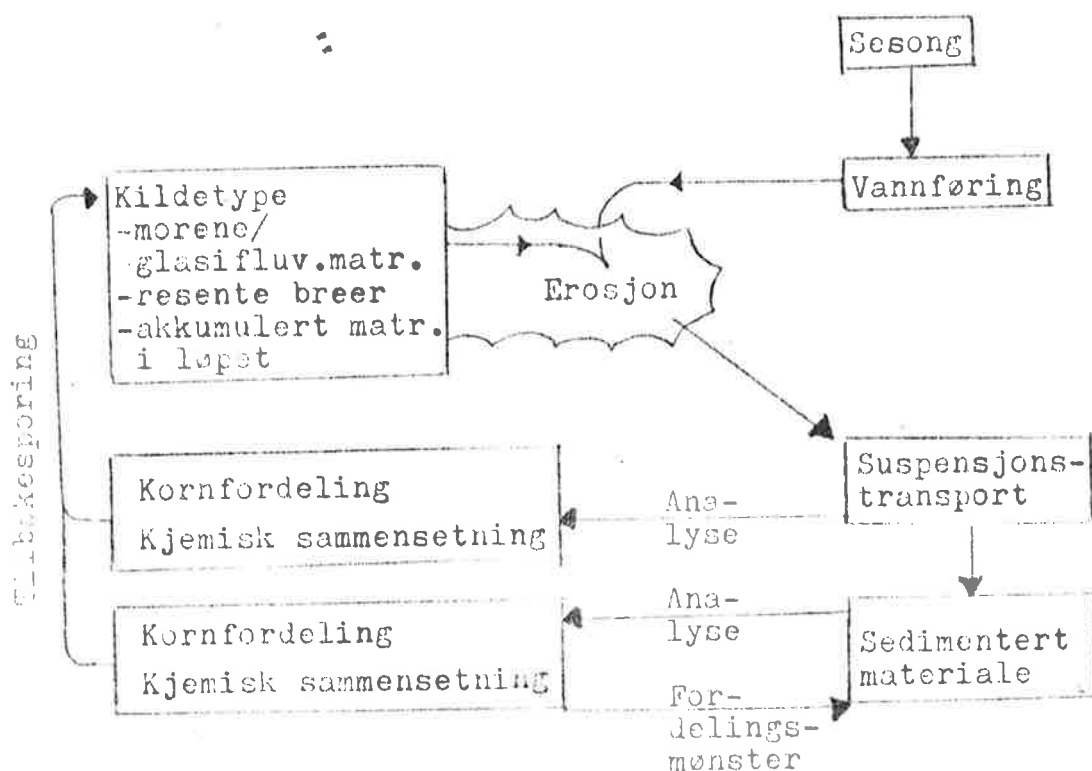


Fig. 1. Problemstilling.

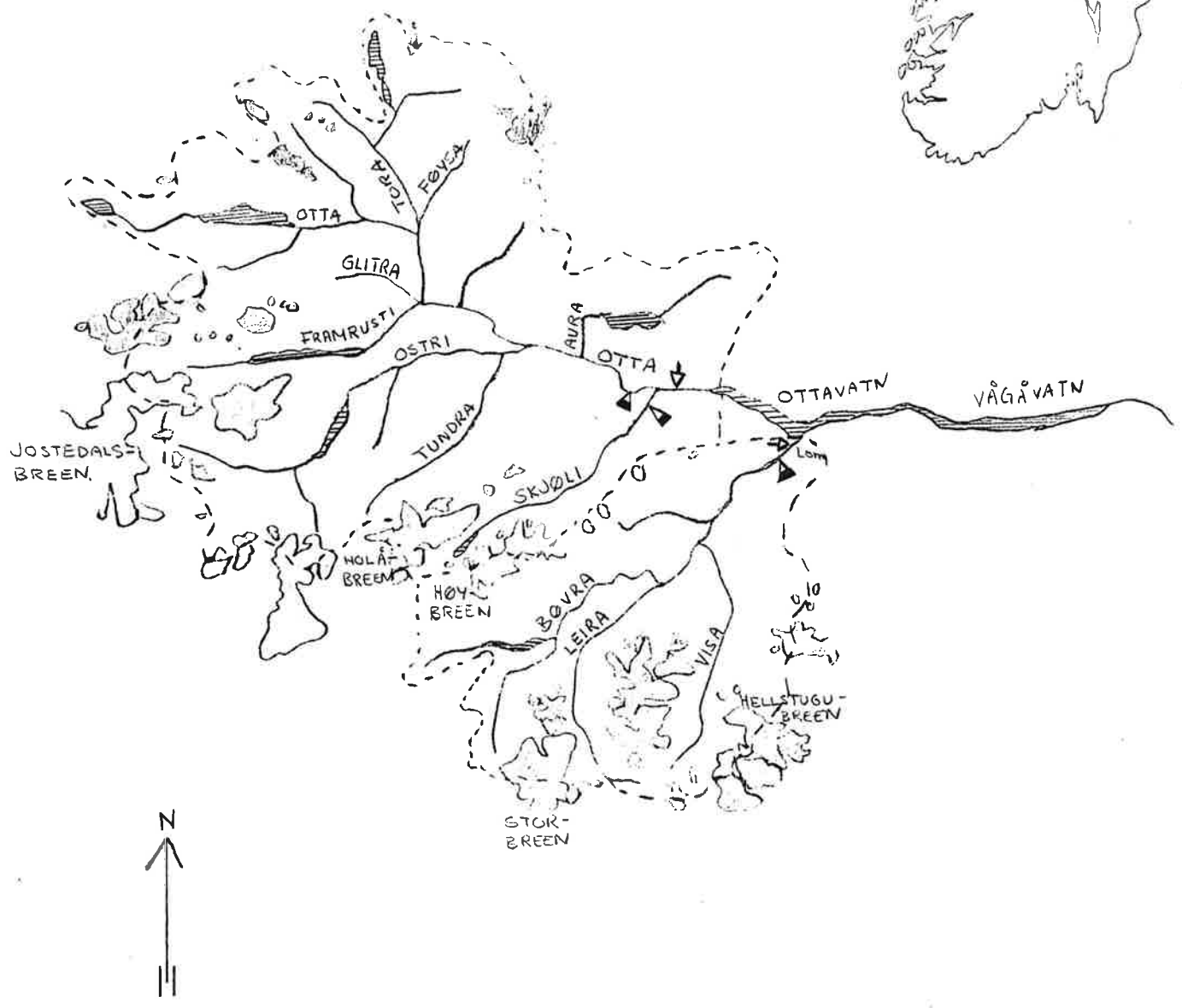


Fig.2. Kart over området.  
 ↓: Vannprøve-lokaliteter.  
 ▼: Limnigrafstasjoner.

### Suspensjonstransport:

Rennende vann transporterer materiale på tre ulike måter:

Som løste salter, i suspensjon og som bunntransport.

Absolutt nedre grense for bunntransport regnes som partikkeldiameter 0,18mm, dvs. at partikler som er mindre enn 0,18mm lett kan bringes i suspensjon.

Partikler med diameter mellom 0,5 og 0,18mm kan veksle mellom bunn- og suspensjonstransport. Hva som her holdes i suspensjon er avhengig av strømhastighet, turbulensgrad og partiklenes fallhastighet. (Sundborg 1956, sitert fra Bogen 1984)

Partikler som er mindre enn 0,02mm i diameter følger vannstrømningene passivt, mens partikler som er større enn 0,02mm har så stor treghet at de beveger seg etter et eget system som vekselvirker med væskestrømmen. Strømmende vann med partikler i suspensjon kan derfor sies å være et tofasesystem. (Bogen 1984)

Sedimenter i suspensjon består av både organisk og minerogent materiale. Det minerogene materialet er bergartsfragmenter som har forvitret ved ulike kjemiske og mekaniske prosesser. Organisk materiale blir ikke undersøkt i denne oppgaven.

Mengden av transportert materiale varierer med vannføringen. Vanligvis når sedimenttransporten en topp før vannføringen, og transporten er som regel større på stigende enn på synkende vannføring. (Nordseth 1975). Dette kan skyldes at vannmassene er mer turbulente ved stigende vannføring, men det kan også ha sammenheng med avstanden til sedimentkildene og tilgangen på materiale. Det siste er særlig tilfelle om våren, da det i løpet av vinteren har lagret seg opp materiale som lett kan fraktes nedover.

Det omvendte tilfelle, der transporttoppen kommer etter flomtoppen, er vanlig i vassdrag med høy sjøprosent. Flombølgen forplantes raskt gjennom sjøene, mens sedimentpartiklene krever lenger tid.



Forholdet mellom suspensjonstransport og vannføring kan ofte tilpasses funksjonen

$$G_s = k \cdot Q^j$$

der  $G_s$  er suspensjonstransporten i kg/s,

$Q$  er vannføring i m<sup>3</sup>/s,

og  $k$  og  $j$  er konstanter.

J-verdien varierer vanligvis mellom 1 og 3. (Nordseth 1975). I vassdrag med høy j-verdi vil en stor del av den totale sedimenttransport fraktes under flomdøgn. Vassdrag med høy j-verdi er derfor følsomme for høye vannføringer. Brevassdrag er typiske eksempler på dette. I Bøvra ved Galdesand ble 50% av den årlige transporten fraktet ut under et flomdøgn i 1969. (Nordseth 1975). Det er derfor viktig at målinger av suspensjonstransport foregår under flomperioder.

Målinger av suspensjonstransporten i Bøvra ved Lom i undersøkelser utført i 1969-70 (Karlsen/Stene 1978) viser en slamføringskurve på formen  $G_s = 0,00012Q^{2,58}$ . Karlsen og Stene fant at suspensjonstransporten nådde en topp før vannføringen, og at dette var særlig tydelig for snøsmelteflommene i første halvdel av juni. For de mer bresmeltingsbetingete flommene senere på sommeren, var ikke tendensen fullt så tydelig. Total årlig suspensjonstransport i Bøvra ved Lom ble beregnet til 75000 tonn. Ottas sedimenttransport ble antatt å være ca. 5-15% av Bøvras, men dette gjelder sannsynligvis transportforholdene i Otta like før Bøvras utløp. Om sedimenttransporten lenger oppe i Otta-vassdraget, er lite materiale publisert.

Norges Hydrodynamiske Laboratorier har analysert suspensjonstransporten i Bøvra og Otta mhp. konsentrasjon og mineralsammensetning ved hjelp av røntgendiffraksjon. (NHL 1981). Mineralsammensetningen i de to vassdragene reflekterte bergartsforholdene i nedbørsfeltene. Den høyeste konsentrasjonen av suspendert materiale ble funnet i Leira ved Elveseter. Det ble antatt at omlag 43% av totalt og 32% av mineralt suspendert materiale fra Leira, Visa og Bøvra sedimenterte i løpet før vannmassene nådde Lom.

Sedimentasjonsprosessene.

Et delta kan defineres som et akkumulasjonssystem som dannes når en elv strømmer inn i et større basseng, og elvens transporterende evne svekkes. (Bogen 1981). En delta-plattform kan defineres som området mellom deltakanten og punktet der strømlinjene divergerer. (Bogen 1984).

Fordelingen av sedimentert materiale på et delta er en funksjon av samspillet mellom sedimentasjonsprosesser på deltaet og erosjons- og transportprosesser i vassdragene ovenfor. (Bogen 1981). Faktorer som virker inn på sedimentasjonsprosessene er de faktorene som bestemmer om materiale skal holdes i suspensjon eller ikke: Partiklenes fallhastighet og vannets strømhastighet og turbulensgrad.

En undersøkelse av sedimentasjonsforløpet på et delta vil derfor kunne gi opplysninger om utviklingshistorien både til deltaet selv og til vassdragene ovenfor.

Mye av det materialet som Bøvra og Otta frakter med seg, sedimenterer ut i Ottavatn. Ottavatn er svært grunt, middeldybden varierer med vannføringen, men lå i juni/juli 1984 på ca. 3-4 m. Strømhastigheten virker forholdsvis rask, særlig langs de dypere områdene. Vannet kan betraktes som en stor deltaplattform i et suspensjonsdelta, der deltafronten ligger 11,5 km nedenfor Lom.

Karlsen og Stene (1978) regnet med at Otta stod for 10-20% av suspensjonstransporten ved Lia bru. I 1975 ble total suspensjonstransport ved Lia bru beregnet til 100 000 tonn. 50 000 tonn av dette ble antatt å stamme fra Bøvra, 10 000 tonn fra Otta. Disse tallene er usikre p.g.a. usikkerhet omkring vannføringen i Otta, men fordi forskjellen mellom det de to elvene tilførte og det som ble målt ved broa var såpass stor som 40 000 tonn, regnet man med at det foregikk en netto erosjon i strekningen ovenfor Lia bru.

Norges Hydrodynamiske Laboratorier har analysert suspensjonstransportert materiale ved røntgendiffraksjon i Bøvra og Otta. De fant at 70% av totalt og 73% av mineralt suspendert materiale fra Bøvra ved Lom, sedimenterte i Ottavatn og Vågåvatn før Lalm. Ved Lia bru observerte de et visuelt skille i vannkvalitet på langs av vannet.

Den nordligste delen var grønnfarget og ble antatt å komme fra Ottavassdraget, mens den sørlige delen var gråfarget og ble antatt å komme fra Bøvra. Mineralogien til sedimentpartiklene i vannet støttet dette synet. (NHL 1981).

#### Geokjemi.

Årsaken til at sedimentenes kjemiske sammensetning analyseres, er, som før nevnt, at man vil finne en mulig sammenheng mellom spredning av mineraler og transport- og sedimentasjonsprosesser i et vassdrag. Slike sammenhenger kan kanskje brukes til å spore materialkilder, og dermed lette arbeidet med å finne viktige mineralforekomster.

I tillegg til dette kan det være interessant ut fra et helsemessig synspunkt å undersøke om det finnes giftige mineraler i et vassdrag.

Norges Geologiske Undersøkelser har samlet inn bekkesedimenter i Oppland-Hedmark regionen og analysert dem m.h.p. tungmetaller som er løselige i salpetersyre. (NGU 1983). Metallene omfatter vanadium, mangan, jern, kobolt, nikkel, kobber, sink og bly. Resultatene viser at det i Bøvra er funnet større konsentrasjoner av vanadium og jern, ellers ser mineralfordelingen i Otta og Bøvra forholdsvis lik ut.

I 1979 undersøkte Norges Geologiske Undersøkelse innholdet av jern, kobber, nikkel, sink og bly i materiale fra 9 prøvestasjoner langs to elver som drenerte blyforekomstene i Snertingdalen. Rapporten (NGU 1979) konkluderte med at de variasjoner som ble funnet i mineralinnhold i sedimentene skyldtes - foruten feil ved metoder - først og fremst geografisk fordeling av kilder og prøve-lokaliteter.

## FELTBESKRIVELSE:

Kart over området er vist på fig.2.

### Storformer:

Området er preget av kontrasten mellom de eldre paleiske (prekvartære) og de yngre (kvartære og resente) formelementer. Fjellandskapet varierer derfor fra avrundete, slake former (Grotliområdet) til spisse tinder og egger (Jotunheimen, Hestbrepiggane). Den kaledonske fjellkjedefoldingen har vært bestemmende for berggrunnens struktur. (Gjessing 1976). (Husebye 1984).

### Klima:

Det er stor variasjon i klimaet innen området.

Fra vest kommer maritime fuktige luftmasser, men det meste av nedbøren blir avgitt i høyfjellsområdene. (Advektivt bestemt klima.) Ottadalen blir derfor liggende i regnskyggen, og klimaet her nede blir mer kontinentalt og strålingsbestemt. 30-års normalene for årlig nedbør på Fanaråken (1931-60) viser således 1221 mm/år, mens tilsvarende tall for Lom er 274 mm/år. Lom/Skjåk skal være blandt de mest nedbørsfattige områder i Norge. (Husebye 1984).

Vannføringen i vassdragene påvirkes av klimaet. For brefrie vassdrag (Otta nord for Polfoss) vil avrenningen reflektere nedbørsfordelingen. For brevassdrag spiller temperatur, luftfuktighet og vindforhold i breområdene en viktig rolle, da avrenningen vil reflektere bresmeltingen.

### Geologi:

Opplysningene er for en stor del hentet fra geologiske kart over området. (NVE/NGU 1968)

Disse kartene er lagt til grunn for fig.3, "Geologisk kart over området."

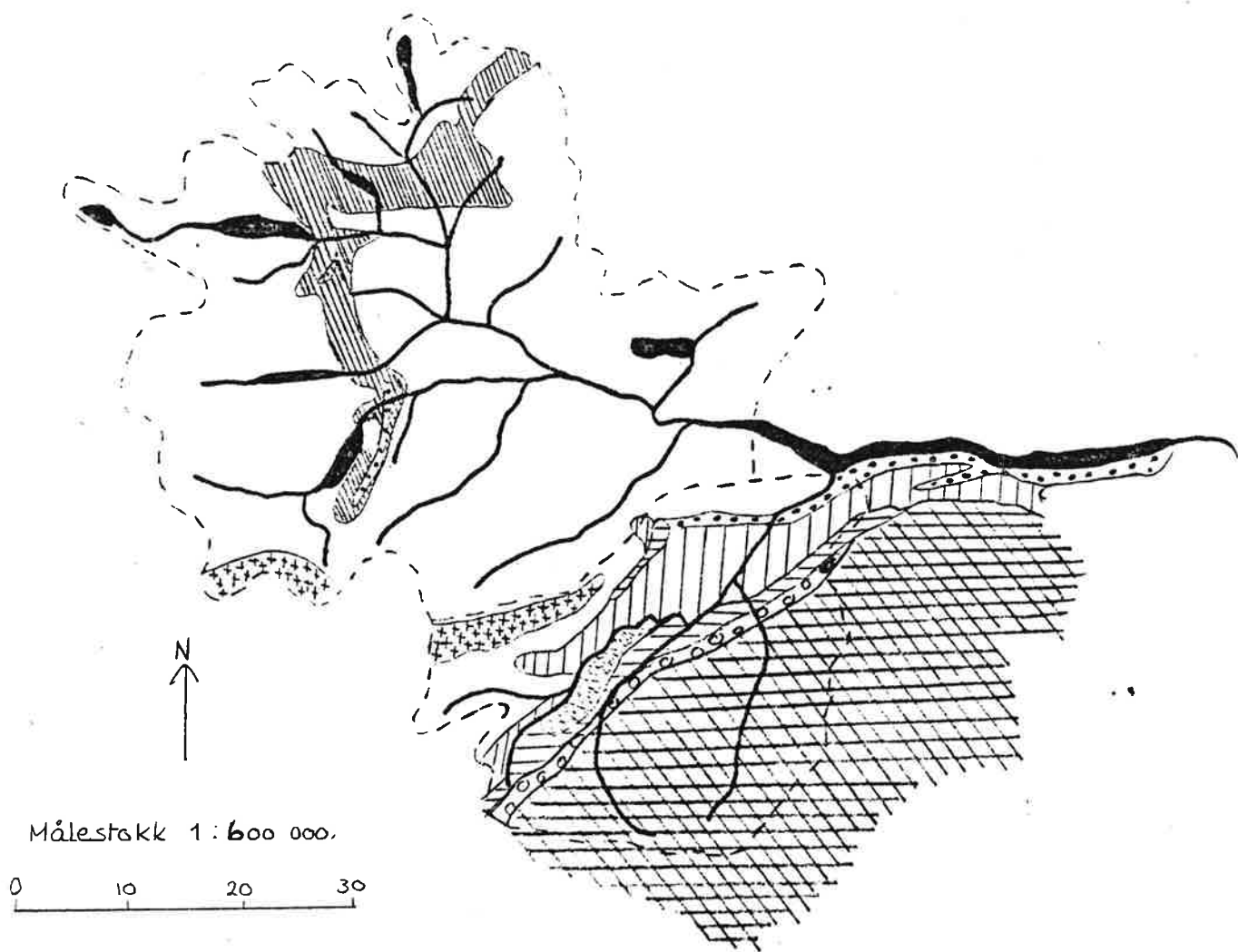
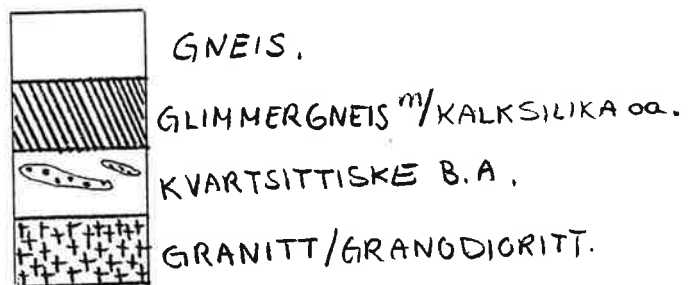


FIG. 3. GEOLOGISK KART OVER OMRÅDET.

JOTUNKOMPLEKS:



GNEISKOMPLEKS:



Området kan grovt inndeles i to berggrunnsregioner: Det vestnorske grunnfjellsområdet i nord og vest, og skyvedekkenene i Sogn-Jotunheimsynklinalen i sørøst. Strøk og struktur er bestemt av den kaledonske fjellkjedefolding. (Husebye 1984).

Det vestnorske grunnfjellsområdet består for det meste av gneis-bergarter (bunngneis). Disse bergartene ble muligens dannet i prekambrium, men fordi de har blitt sterkt omvandlet under den kaledonske fjellkjedefoldingen, er alderen vanskelig å bestemme. (Husebye 1984).

Et bånd av glimmergneis og kvartsitt, som tilhører gneiskomplekset, strekker seg fra Sotskarvet og nordover, forbi Ostra og østenden av Raudalsvatn mot Grotli. Her bøyer det av mot øst-nordøst og går via Vulavatnet opp mot Spongvatnet. I dette båndet finnes mindre forekomster av anortositt, amfibolitt, ultrabasitt, kalksilikater og krystallinsk kalkstein.

Fra Hestbrepiggane og videre vest-sydvestover strekker det seg - i et nivå på 1000 m.o.h. - et bredt belte av granitt/granodioritt. Bergarten er intrusiv, d.v.s. at den har trengt seg opp gjennom gneisen.

Bøvrås nedslagsfelt ligger i den nordvestre delen av Sogn-Jotunheimsynklinalen. I denne synklinalen ligger de skjøvne Jotun-bergartene som grovt kan inndeles i følgende hovedgrupper: (Etter Rekstad 1904, Holtedal 1960 (sit. fra Karlsen/Stene 1978), Strand 1964).

1. Øvre Jotundekke. Dette består hovedsakelig av gabbro, en basisk eruptiv som er hard og motstandsdyktig mot erosjon. I gabbroen opptrer tallrike innslag av olivinstein. Jotunheimens sentralmassiv består av disse bergartene, mens de øvrige lagene dukker frem bl.a. i Bøverdalen.
2. Valdressparagmitt. Dette kan igjen inndeles i to avdelinger: En øvre med basiske gråvakker, og en undre med feltspatrik sandstein.
3. Undre Jotundekke. Også kalt Ottadekket. Består hovedsakelig av krystallinske bergarter.
4. Fyllittiske bergarter. Disse er sterkt foldete, metamorfe kambrosilurske sedimentære bergarter.

5. Sparagmittiske bergarter.

6. De underliggende prekambriske bergarter.

Lagene under Øvre Jotundekke er delvis omvandlet og forskifret p.g.a. foldingene, og er derfor lett forvit-  
rerlige.

Blandt fyllitt- og sparagmittlagene forekommer stedvis kalkrike lag som er særlig utsatte for kjemisk forvitring. Dette har bl.a. gitt opphav til et karstland-  
skap ved Bøvertun, og til flere grotter i Dummadalen.

Løsmasser.

Det meste av området er dekket av et tynt lag med bunn-  
morene. Denne er usortert med store, kantete blokker. Den kan enkelte steder være ravinert, som f.eks. i Bøverdalen, Leirdalen, Tundradalen og nedre deler av Lundadalen. (Karlsen/Stene 1978, Husebye 1984).

Eldre glasifluviale avsetninger er det forholds-  
vis lite av i området. Eskere finnes bl.a. ved Bøvertun, Dalsvatn-Nettosetrene og i Ottadalen ved Nordberg. Terrasser finnes i nedre deler av Skjøli-vassdraget og Tundra-vass-  
draget, i Ottadalen ved Bismo og Billingen og i Bøverdalen ved Visas utløp og ved Fossberget. Det glasifluviale materialet er grovt og godt sortert, men ikke særlig rundet. (Karlsen/Stene 1978, Husebye 1984).

Foran dagens breer finnes morenemateriale som er avdekket/avsatt siden 1750, da breene hadde sin største utbredelse.

OTTA-vassdraget.

Hydrologi.

Størrelsen av Ottas nedbørsfelt er ikke definert. (NVE 1969).

Feltarealet ovenfor samløpet med Skjøli er 1576 km<sup>2</sup>.

Skjølis feltareal er 182 km<sup>2</sup>. Ottas feltareal kan derfor sies å være ca. 1758 km<sup>2</sup>.

Limnigrafene som er benyttet i oppgaven, er Skjøli (stasjon nr. 1606-0, opprettet 29/10 -66, feltareal 182 km<sup>2</sup>), Kittilstad (stasjon nr. 1784-0, opprettet 1/12 -65, feltareal 1505 km<sup>2</sup>) og Ofossen (stasjon nr. 2279-0, opprettet 1/1 -79, feltareal 1576 km<sup>2</sup>). Vannføringen i Otta ble beregnet som summen av vannføringen ved Skjøli og vannføringen ved Ofossen eller Kittilstad. (Data fra Kittilstad ble benyttet når data fra Ofossen manglet.)

### Glasiologi.

Ottas nedbørsfelt har 56 breenheter, totalt breamråde er 114,75 km<sup>2</sup>, noe som tilsvarer en breprosent for hele vassdraget på ca. 6,5%. (NVE 1969).

Det er særlig sidevassdragene Skjøli, Tundra og Framfusti (mindre klar p.g.a. det regulerte Raudalsvatnet) samt til en viss grad Otta mellom Polfoss og Ottavatn, som betraktes som brepåvirkede. Otta nord for Polfoss kan ikke karakteriseres som brevassdrag. (Husebye 1984).

### Sedimentkilder.

Siden oppgaven undersøker det suspenderte materialet i de nedre deler av vassdraget, er det av interesse å finne materialkilder som kan bidra med materiale her nede.

Store deler av vassdraget har enten for mange sedimentasjonsbassenger eller for få aktive sedimentkilder til at de kan frakte betydelige materialmengder nedover. De sidevassdragene som sannsynligvis frakter mest materiale er Skjøli og Tundra. (Husebye 1984).

Skjøli er rikt på sedimentkilder som ravinerte løsmasseavsetninger (bl.a. ved Lundadalssetra), breer (Holåbreen, Høybreen) og vegetasjonsfritt morenemateriale, men Lundadalsvatnet sedimenterer endel av materialet. Tundra er derimot helt fri for sedimentasjonsbassenger, og frakter betydelige materialmengder, bl.a. fra Gjelåibreen. Den viktigste sedimentkilden i Otta er breerosjonen.

### BØVRA-vassdraget.

#### Hydrologi.

Bøvra drenerer de nordvestlige delene av Jotunheimen, og løper ut i Ottavatn (362 mo.h.) ved Lom. Nedbørsfeltet er på 895 km<sup>2</sup>. Største avstand fra Ottavatn til vannskillet er 43 km, og høyeste punktet i nedbørsfeltet er 2469 mo.h. (ved Galdhøpiggen.) Vassdraget har derfor svært stor relieffenergi etter østnorske forhold. (Karlsen/Stene 1978).

Bøvras feltareal før samløp med Leira er 313 km<sup>2</sup>, Leiras feltareal er 147 km<sup>2</sup> og Visas er 257 km<sup>2</sup>. (Husebye 1984.).



Limnigrafstasjonen som ble benyttet i oppgaven er stasjon nr.1364, Akselen, med feltareal 788 km<sup>2</sup>. Stasjonen ble opprettet i 1961 etter at stasjon nr.294 ved Marstein bru ble nedlagt.

#### Glasiologi.

Bøvras nedbørsfelt har 58 breenheter. Totalt er 85,38 km<sup>2</sup> av feltet nediset, noe som tilsvarer en breprosent på ca.9,5. (NVE 1969).

#### Sedimentkilder.

Den viktigste sedimentkilden er den resente breerosjonen. Særlig er morenefeltet foran Storbreen i Leirdalen stort. (Karlsen/Stene 1978). I tillegg kan raviner i bunnmorene-dekket tilføre elva materiale under kraftige regnskyll. Kvartære eskere og terrasser står enkelte steder i åpent ras ned mot løpet.

Bøvras løp går vekselvis gjennom trange terskler og brede bekkener. I disse dalbekkenene kan materiale lagres midlertidig. (Bekkenene ved Flåklypa, Medalen, Galdesand, Liasand og Nettosetrene.) Sjøarealet er ca.13 km<sup>2</sup> (1,5%) og er konsentrert til øvre Bøverdalen. (Nordseth 1974). Det er bekkene ved Høydalsvatn, Dalsvatn, Bøvertunvatn og Bøvertjern som har innsjøer. Sjøene i Leira og Visa ligger så nært vannskillet at de har liten innvirkning som sedimentasjonsbassenger.

## METODE

## Vannprøver.

I forbindelse med vannprøvetaking er det særlig 3 faktorer man bør kjenne til.

1. Vannpumpingen bør være isokinetisk, d.v.s. at pumpehastigheten bør være like stor som elvas strømhastighet. (Bogen 1984).

Tenker vi oss et hastighetsfelt med parallelle strømlinjer, vil en for lav pumpehastighet føre til at strømlinjene divergerer, mens en for høy pumpehastighet vil medføre konvergerende strømlinjer. Partikler som er mindre enn 0,02 mm i diameter vil følge strømlinjene, mens større partikler har for stor treghet og vil fortsette i sin opprinnelige retning.

2. I elver med en logaritmisk hastighetsfordeling vil konsentrasjonen av suspendert materiale øke mot bunnen av elven. Se fig.4.

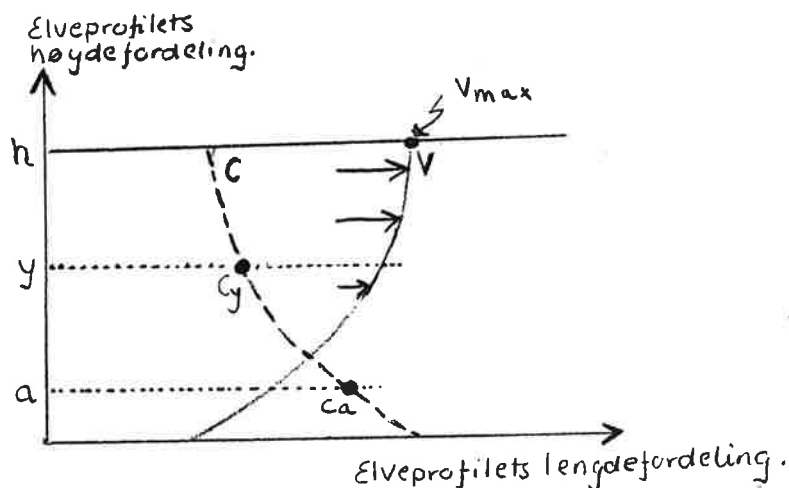


Fig.4. Teoretisk vertikalfordeling av suspenderte sedimenter.

Konsentrasjonen  $C_y$  i et nivå  $y$  i et elveprofil med dyp  $h$ , uttrykkes som en funksjon av konsentrasjonen  $C_a$  på et referansenivå  $a$  for partikler med en gitt fallhastighet  $v_s$ . (Sundborg 1956, ref. fra Bogen 1984).

$$C_y = C_a \left( \frac{h-y}{y} \frac{a}{h-a} \right)^{z_t}$$

$$\text{der } Z_t = \frac{6,25 v_s \ln\left(\frac{h}{Z_0}\right)}{v_{\max}}$$

$v_{\max}$  er vertikalens maksimale hastighet,  $Z_0$  er ruhetselementets høyde, som innvirker på turbulensgraden.

Konsentrasjonen av partikler med høy fallhastighet (tyngre sandpartikler) vil m.a.o. øke mot bunnen, mens konsentrasjonen av silt og leire vil være jevnere fordelt.

3. Det vil kunne oppstå tidsmessige fluktuasjoner i konsentrasjonen av det suspenderte materialet. Dette kan bl.a. skyldes små turbulente strømminger som frakter suspensjonsmaterialet i bølger nedover elven.

For å kunne ta representative vannprøver må man ta hensyn til disse tre faktorene. Man bør altså pumpe opp prøvene isokinetisk, og de bør være dybde- og tidsintegrerende. Ifølge Bogen (1984) kan problemet løses ved å ta vannprøvene i svært turbulente vannmasser. Ved kraftig turbulens vil ikke vannet ha noe parallelt strømningsfelt, slik at innpumpingshastigheten blir av underordnet betydning. Det blir heller ikke nødvendig å ta dybdeintegrerende prøver, da konsentrasjonen av suspendert materiale vil være jevnt fordelt gjennom hele profilet.

Tre ulike typer vannprøver ble tatt:

1. Vannprøver tatt med automatisk vannprøvetaker.  
(ISCO, modell 1680.)

Fig.5 viser en demontert ISCO.

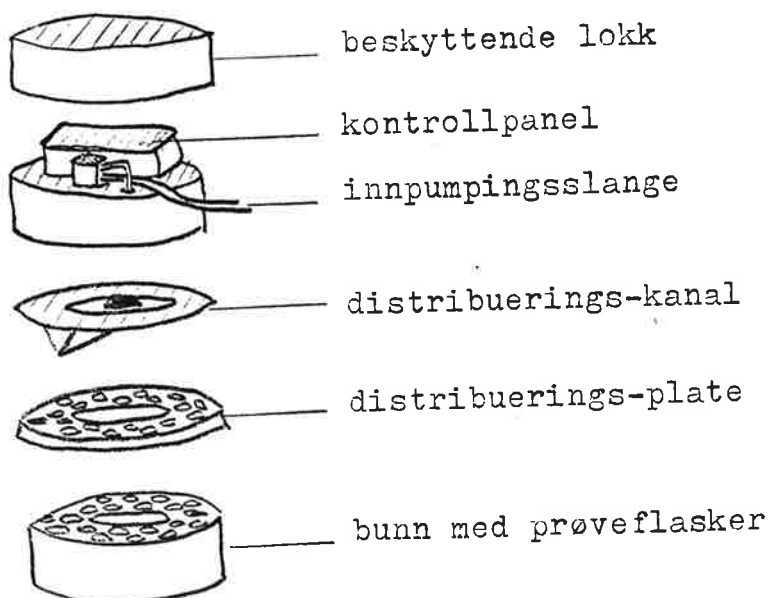


Fig.5. Demontert ISCO.

Denne prøvetakeren kan programmeres til å suge inn vannprøver med jevne mellomrom. Etter å ha tatt 28 prøver stopper den automatisk, og må da tømmes og settes i gang på nytt.

ISCO'en ble plassert ved Bøverfossen ved Lom. I perioden 17/6 - 23/7 pumpet prøvetakeren inn 4 prøver i døgnet (kl. 4, 10, 16 og 22), i perioden 23/7 - 20/8 pumpet den inn en gang i døgnet (kl. 16). Ideelt skulle hver prøve bestå av ca. 400 ml vann. De beste resultatene ble oppnådd i perioden 26/6 - 15/7.

Fordelen med å benytte en ISCO er først og fremst at den er arbeidsbesparende. For å kunne danne seg en god oversikt over suspensjonstransporten i et vassdrag, kan det være nødvendig å ta hyppige prøver over lengre tidsrom. Dette kan selvfølgelig gjøres manuelt, men vil da gå på bekostning av andre arbeidsoppgaver i feltet. Forskjellen i datamengde fra suspensjonstransporten i Bøvra og i Otta er en illustrasjon på fordelene ved å bruke automatisk vannprøvetaker.

De største problemene med vannprøvetakeren oppstod fordi det var vanskelig å holde innsugingsslangen på plass i de turbulente vannmassene. Stor vannhastighet og kraftig turbulens førte til at loddene som skulle holde slangen på plass i vannet, ble kastet mot berget og slått i stykker. Fig. 6 gir et inntrykk av kreftene i fossen. Problemene med å montere brukbare lodd førte til at innsugingsslangen enkelte ganger ble flytende i vannskorpa. I disse periodene sugde ISCO'en inn mindre vannmengder, noe som reduserer representativiteten til prøvene. For å rette på dette vil jeg neste år forsøke å finne et nytt sted å plassere prøvetakeren, hvor det vil bli lettere å få et lodd til å holde seg i vannmassene.

2. Manuelle vannprøver på ca. 1 liter ble tatt med jevne mellomrom i turbulente vannmasser i Bøvra ved Bøverfossen og i Otta ved Øya Camping (ved gamlebroa).

3. På samme sted som de små håndprøvene ble tatt, øste jeg ca. 70 l vann opp i store dunker. 4 slike store vannprøver ble tatt fra hver elv.

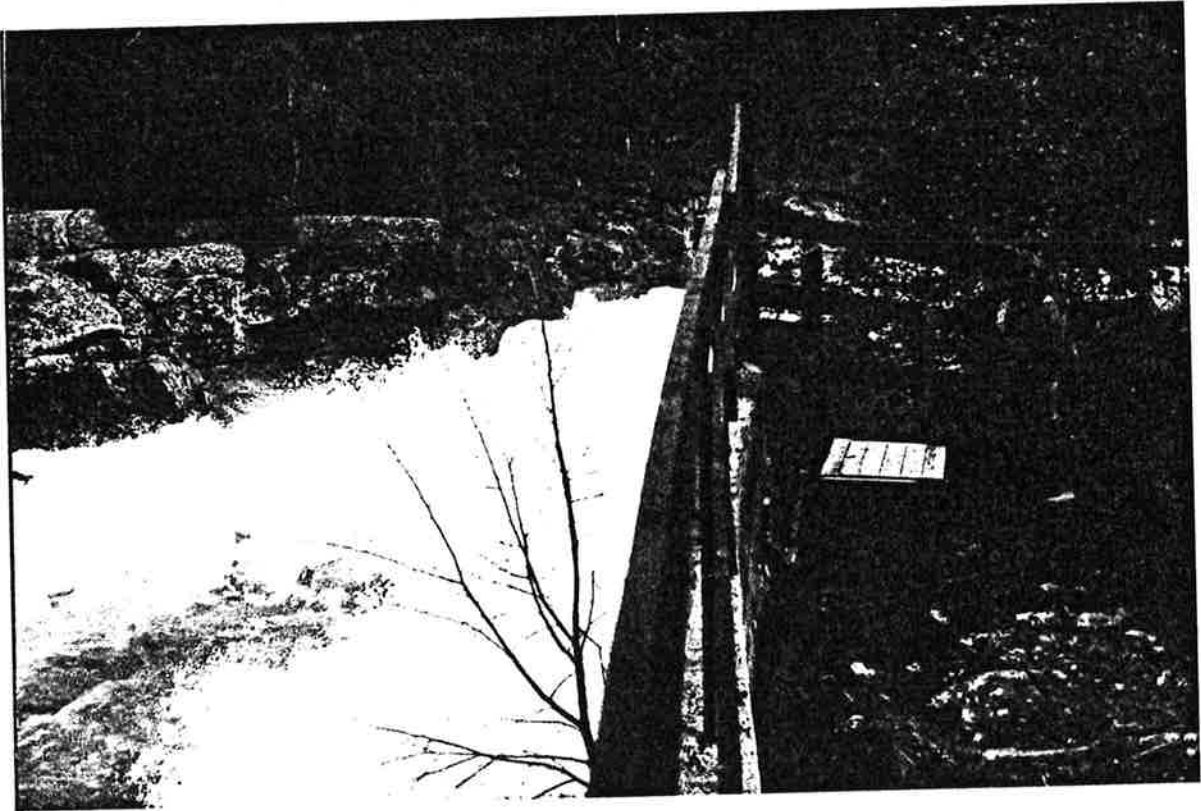


Fig.6. Bøverfossen. Kassen med ISCO'en til høyre på bildet.  
Tatt 25/6 1984.

#### Bearbeiding av vannprøvene.

ISCO-prøver og hånd-prøver ble filtrert gjennom papirfiltere. Papirfilterene ble brent i porselensdigler ved  $6-700^{\circ}\text{C}$  i ca. 2 timer (1 time med lokk, 1 time uten). Diglene ble deretter satt i tørkeeksikator og tilslutt ble innholdet veid. Fra ISCO- og hånd-prøver fant jeg altså konsentrasjonen av det suspenderte materialet.

Store vannprøver ble filtrert gjennom milliporefiltere med poreåpning på  $0,45\ \mu\text{m}$ . Materialet er ikke ferdig behandlet, men vil bli analysert m.h.p. kornfordeling og geokjemi.

De fleste prosedyretrinn er beheftet med feilkilder, men siden samme metode er benyttet til samme type prøver, vil den trenden som resultatene viser, være interessant.

#### Sedimentprøver.

Ute i Ottavatn ble det tatt prøver av det sedimenterte materialet. Dette ble enten gjort v.h.j.a. en feltspade, en plastboks festet til en stang eller ved å bruke Eckman's grabb. Sistnevnte er utformet som et gravemaskins-hode tilkoblet en wire og en lukkemekanisme. Grabben senkes åpen

ned til bunnen, og idet lukkemekanismen utløses, graves endel materiale inn i grabbhodet.

Bearbeiding av sedimentprøvene.

Grovt materiale ble bearbeidet på stedet, ved hjelp av en tellemetode. Midtaksen på ca. 120 steiner fra et representativt område på 1 m<sup>3</sup> ble målt opp. Med midtaksen menes den største av de aksene som ligger normalt på steinens lengste akse. Der det var mulig ble det tatt en prøve av finmaterialet under de store steinene.

For finere materiale brukes siktepanner med ulik nettstørrelse (fra 0,063mm og opp til 32mm). Materialet spyles gjennom de ulike sjiktene, tørkes og veies.

For prøver med mye finmateriale under 0,063mm benyttes en pipettemetode. Denne er basert på at kornfraksjoner av ulik størrelse sedimenterer med ulik hastighet.

Til de kjemiske analysene, utført ved Norges Geologiske Undersøkelse, ble kun materiale under 0,18mm benyttet. 1 gram av dette ble tilsatt 5 ml HNO<sub>3</sub> (salpetersyre), og deretter kokt i 3 timer. Oppløsningen ble deretter fortynnet og filtrert. Filtratet ble tilslutt analysert v.hj.a. atomabsorpsjonsspektrometri.

Av sedimentprøvene foreligger hittil bare resultater fra telleprøvene.

## DATA OG DATABESKRIVELSE

Figurene 7 , 8 , 9 og 10.

Forholdet mellom vannføring og suspensjonstransport i Bøvra i undersøkelsesperioden (17/6 - 20/8).

Lukket sirkel på suspensjonstransport-kurven markerer verdier fra ISCO-prøver, mens åpen sirkel markerer verdier fra hånd-prøver. Der ISCO-prøver mangler, kan ikke alltid de manuelle prøvene brukes direkte. Til det viser de for stor diskontinuitet med ISCO-prøvene. De manuelle prøvene kan imidlertid fortelle noe om hvordan kurven fluktuerer, slik fig. 9 viser for 15. og 16. juli.

Fig. 7 viser data fra perioden 17/6 til 30/6. Vannføringen i denne perioden viste tre flomtopper. De tilsvarende transport-maksima inntraff rett før vannførings-toppene. Suspensjonstransporten 28. juni viser en plutselig økning. Dette skyldes sannsynligvis tilfeldigheter, idet større kornpartikler kan ha blitt sugd inn i ISCO-slangen og gitt store utslag på vekten.

Fig. 8 og 9 viser forholdene i juli. Merk at hver dag i disse figurene er tegnet dobbelt så lang som i figur 7 og 10. I denne perioden ser det ut til at variasjoner i vannføring og suspensjonstransport følger hverandre. Maksimal vannføring i juli fant sted den 11. og 12., og de tilsvarende transporttoppene skjedde kort tid etterpå. I første del av juli ser det enkelte steder ut til at suspensjonstransporten kan ha to maksimum under en og samme flom.

Fig. 10 viser siste del av juli og de 20 første dagene i august. I begynnelsen av august når vannføringen den største verdien som er målt i undersøkelsesperioden:  $156 \text{ m}^3/\text{s}$ . 2 - 3 døgn senere når konsentrasjonen opp i  $579 \text{ mg/l}$  eller  $57,6 \text{ kg/s}$ . P.g.a. de store verdiene for suspensjonstransporten, er denne akse trukket sammen i figur 10.

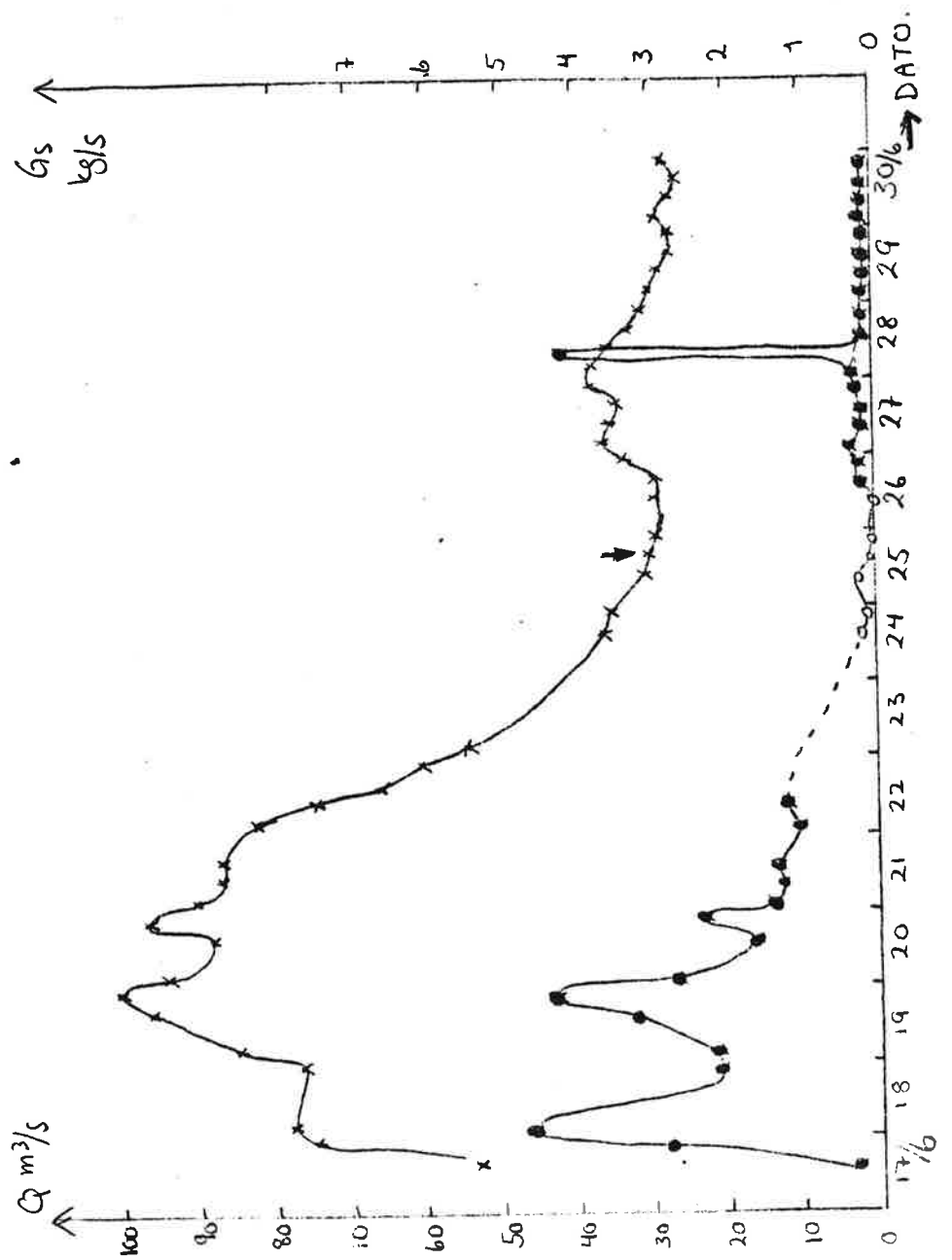


Fig. 7. Forholdet mellom suspensjons-transport og vannføring i Bøvra i perioden 17/6 - 30/6.

- x : Kjente punkt på hydrogrammet.
- : ISCO-prøve-verdier.
- : Håndprøve-verdier.
- ↓ : Store vannprøver.



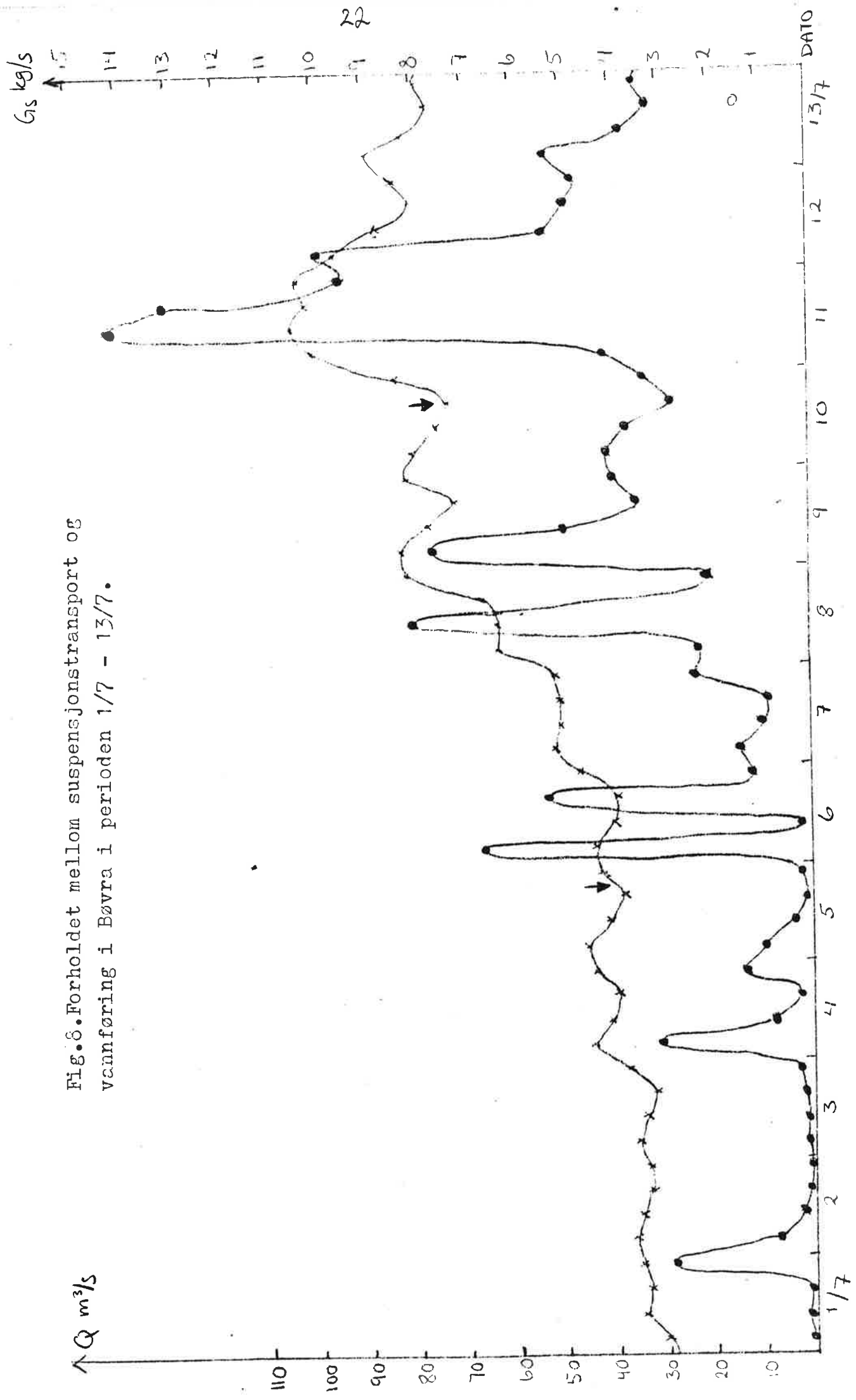


Fig. 6. Forholdet mellom suspensjonstransport og vannføring i Bøvra i perioden 1/7 - 13/7.

Fig. 9. Forholdet mellom suspensjonstransport og vannføring i Bøvra i perioden 14/7 - 23/7.

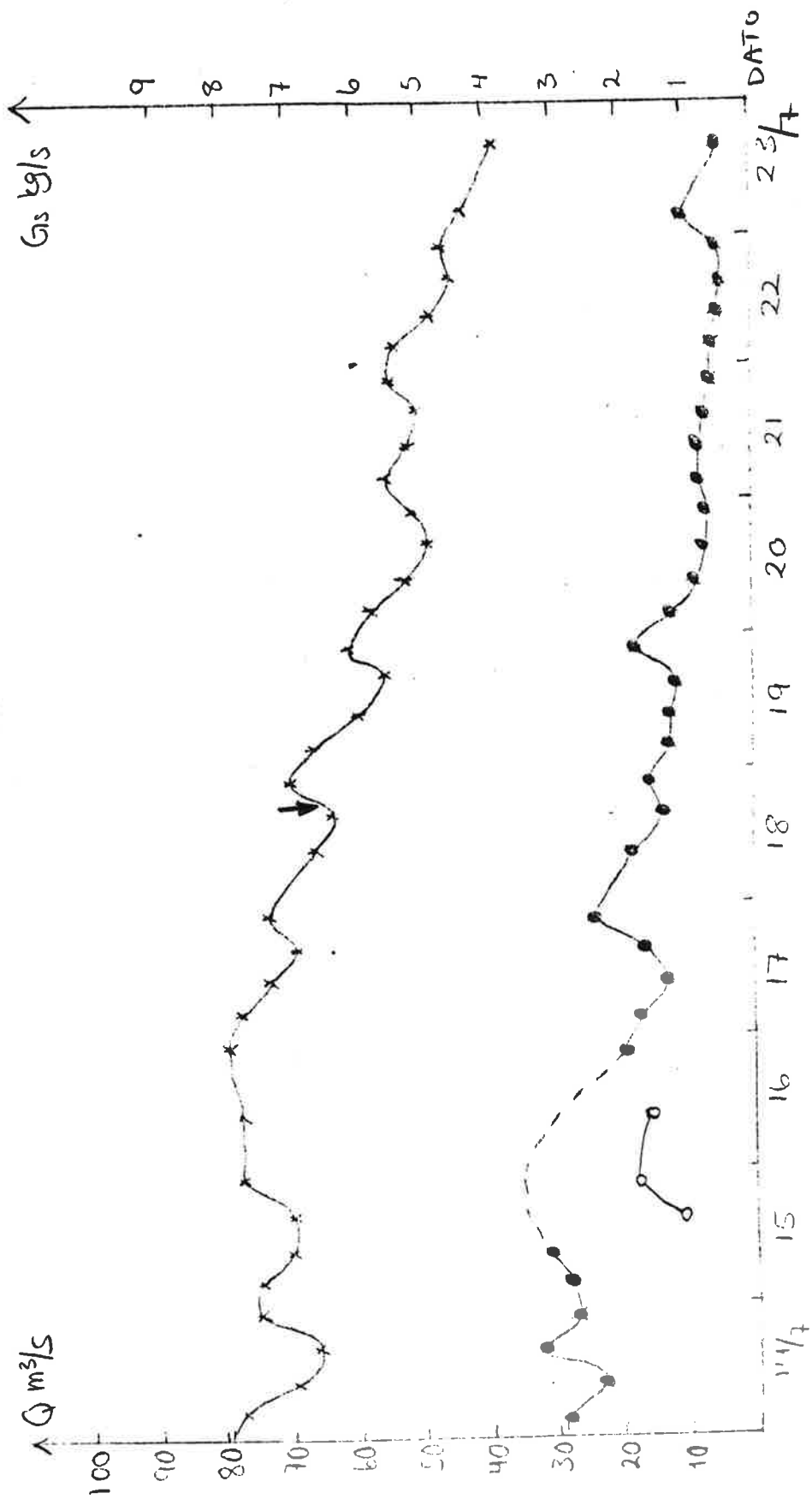
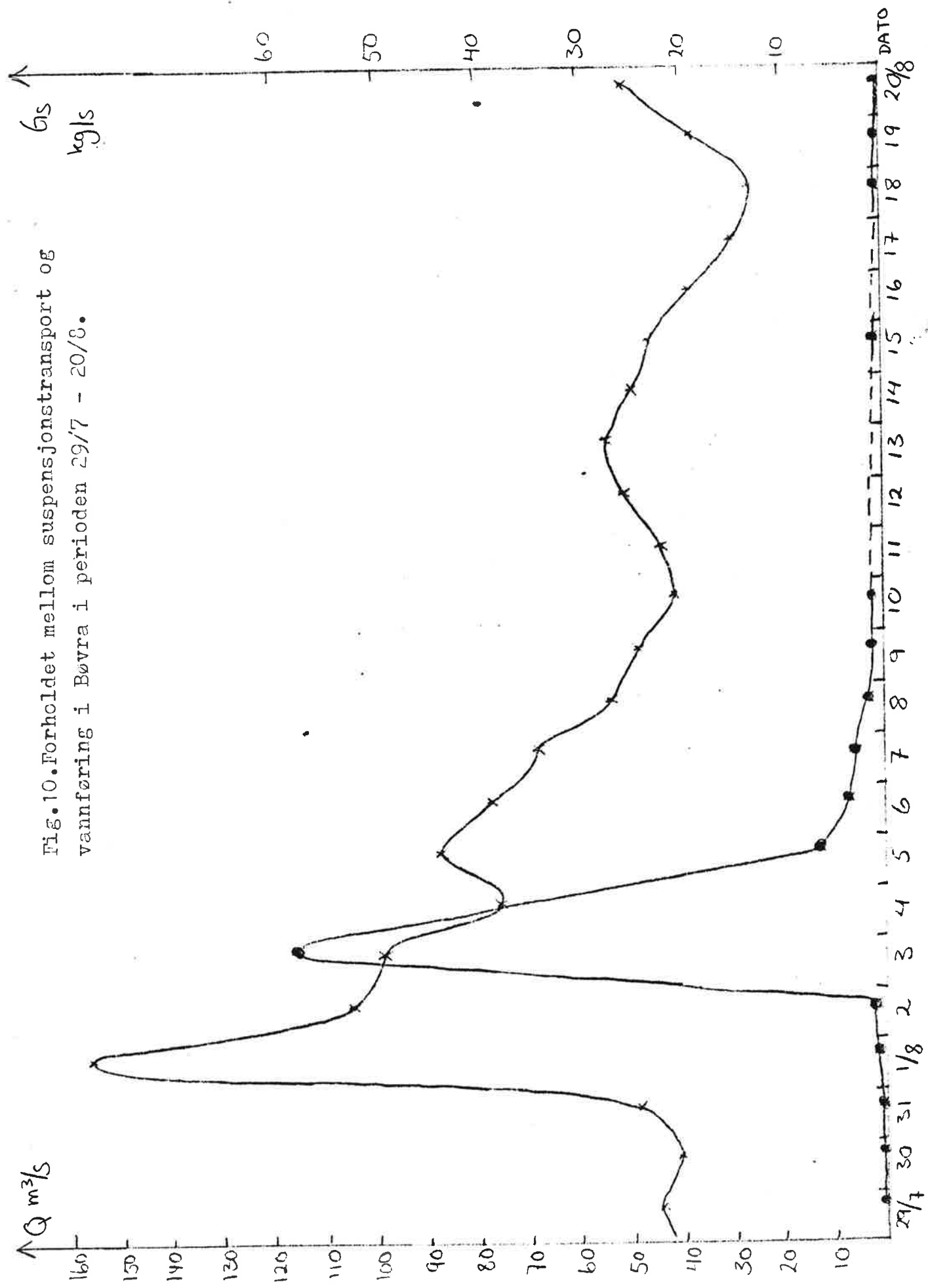


Fig. 10. Forholdet mellom suspensjonstransport og vannføring i Bøvra i perioden 29/7 - 20/8.



Figurene 11 , 12 , 13 , 14 , 15 , 16 og 17.

Forholdet mellom vannføring og suspensjonstransport kan også uttrykkes v.hj.a. ligningen  $G_s = kQ^j$ , der  $G_s$  er suspensjonstransport,  $Q$  er vannføring og  $k$  og  $j$  er konstanter (se kap.1, Innledning). På dobbeltlogaritmisk papir vil kurven til denne ligningen bli uttrykt som en rett linje, slik det er vist for Bøvra i figurene 11, 12, 13, 14 og 15. Fig. 11 viser resultatene fra hele undersøkelsesperioden, fig. 12 fra perioden 17/6 - 30/6, fig. 13 fra 1/7 - 7/7, fig. 14 fra 8/7 - 23/7 og fig. 15 fra 24/7 - 20/8. Alle prøvene er ISCO-prøver. De rette linjene på figurene er funnet v.hj.a. regresjonsanalyse: De ulike koordinatene ble plottet inn i en programmerbar kalkulator, som deretter regnet ut  $k$ -verdi og  $j$ -verdi for ligningen. Tabell 1 viser  $k$ -verdi,  $j$ -verdi og standard avvik ( $r$ ) for de forskjellige kurvene.

Bøvra	$k$	$j$	$r$
Alle ISCO-prøver	$2,53 \cdot 10^{-5}$	2,6542	0,80
ISCO-prøver 17/6-30/6	$4,16 \cdot 10^{-5}$	2,4248	0,89
ISCO-prøver 1/7-7/7	$5,74 \cdot 10^{-5}$	4,9890	0,64
ISCO-prøver 8/7-23/7	$1,68 \cdot 10^{-6}$	3,3348	0,90
ISCO-prøver 24/7-20/8	$1,15 \cdot 10^{-3}$	1,6867	0,55
Alle håndprøver	$2,14 \cdot 10^{-6}$	3,1392	0,98
Otta			
Alle håndprøver	$4,57 \cdot 10^{-4}$	1,4225	0,69

Tabell 1.  $k$ -verdi,  $j$ -verdi og standard avvik ( $r$ ) for tilpasningskurvene i figurene 11, 12, 13, 14, 15, 17 og 19.

Fig. 16 viser en sammenligning av tilpasningskurvene for de forskjellige periodene. (Periode 1, 17/6-30/6 representeres ved kurve 1, o.s.v.).

Fig. 17 viser en tilsvarende kurve som de ovenfor, men denne er basert på håndprøver.

Figurene 18 og 19.

Forholdet mellom vannføring og suspensjonstransport i perioden 2. til 22. juli i Otta er vist i fig. 18. Kurvene viser at i perioden 7. til 14. juli kulminerer suspensjonstransporten under stigende vannføring.

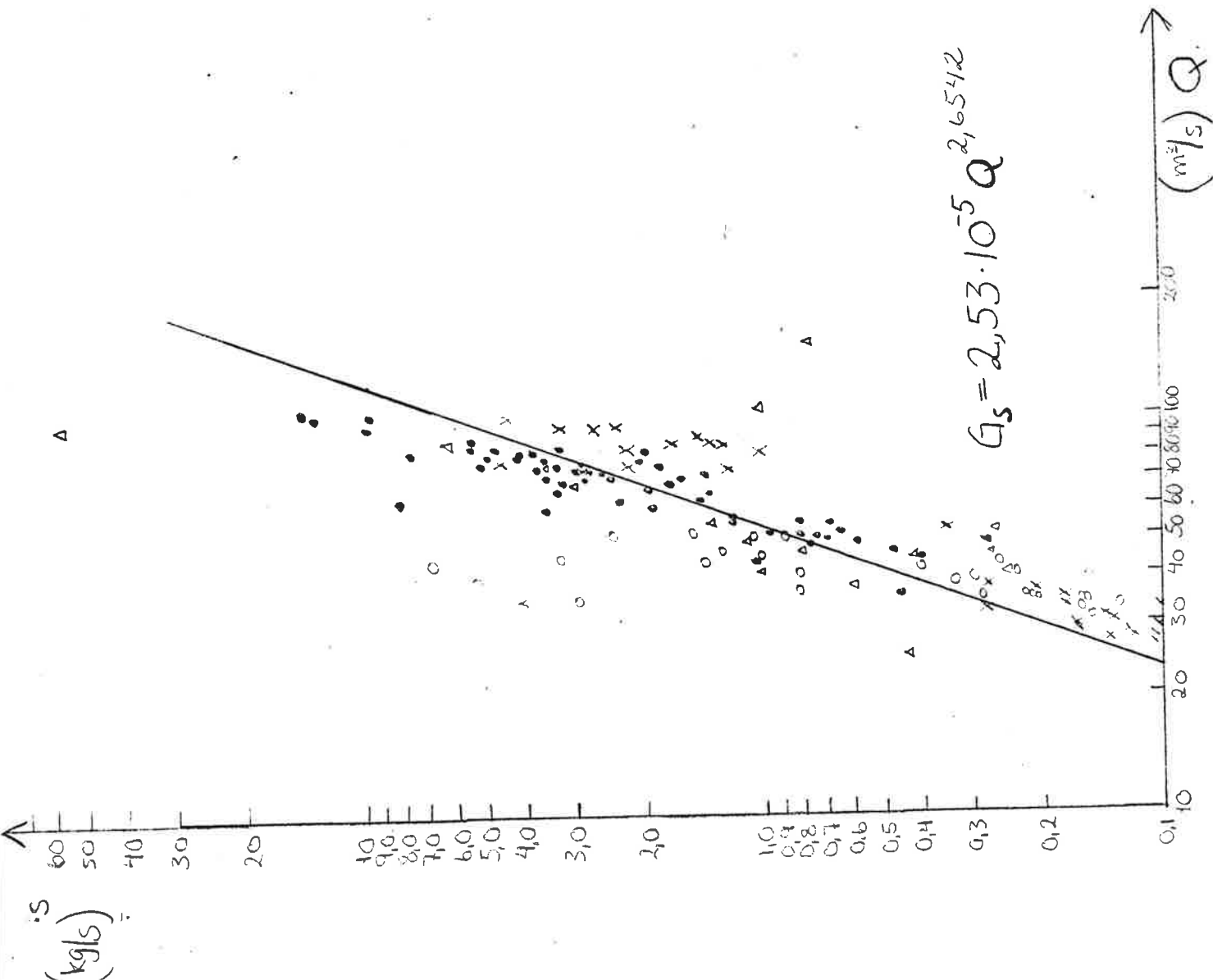


Fig.11. Forholdet mellom suspensjonstransport og vannføring i Bøvra i perioden 17/6 - 20/8 vist på dobbeltlogaritmisk papir.

- x : 17/6-30/6
- o : 1/7-7/7
- : 8/7-23/7
- Δ : 24/7-20/8

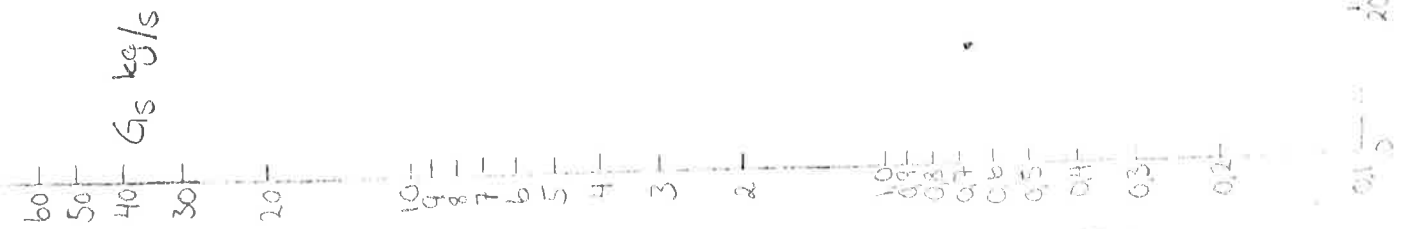


Fig. 12. Som fig. 11. For perioden 17/6-30/6.

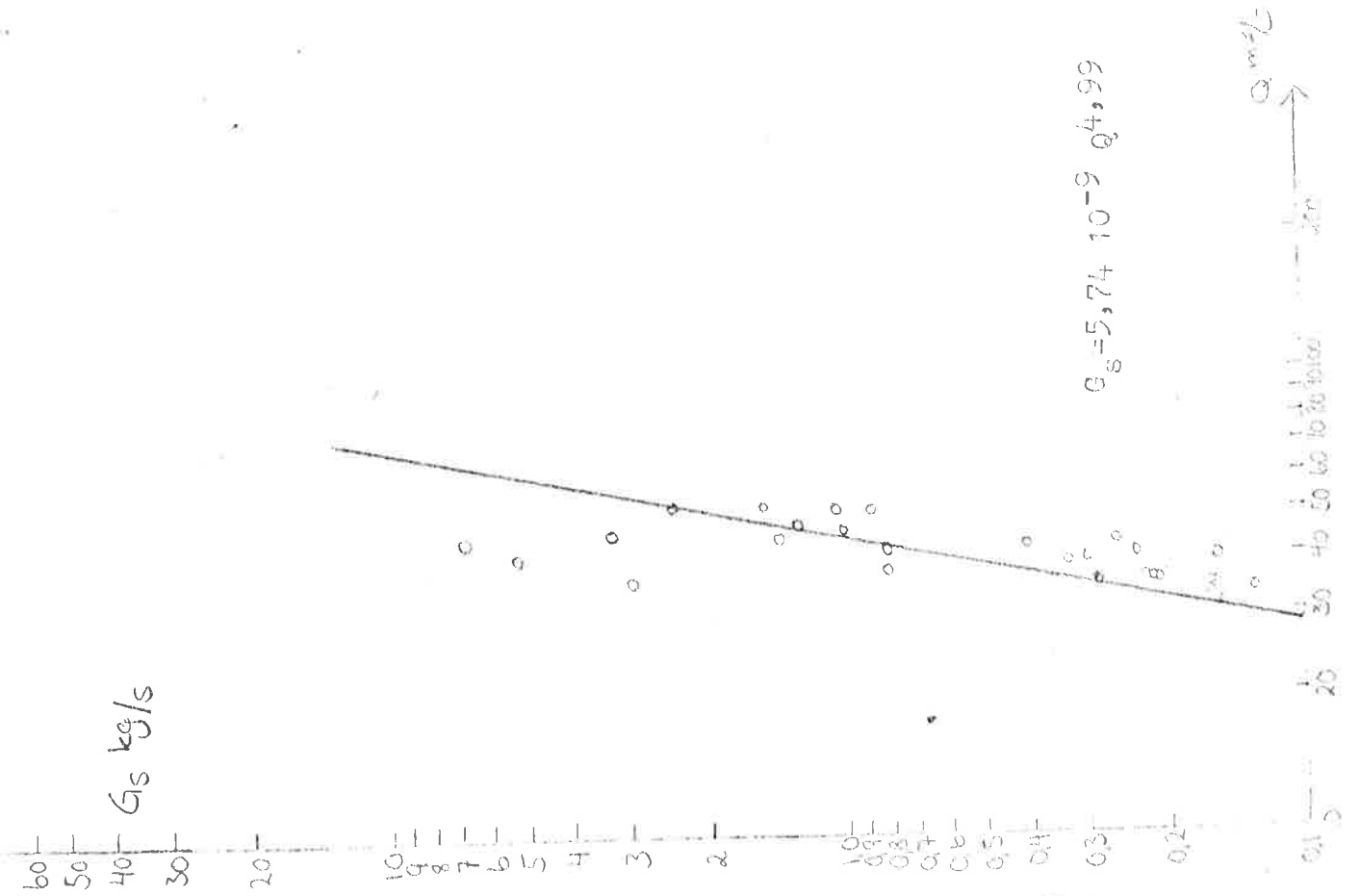


Fig. 13. Som fig. 11. For perioden 1/7-7/7.

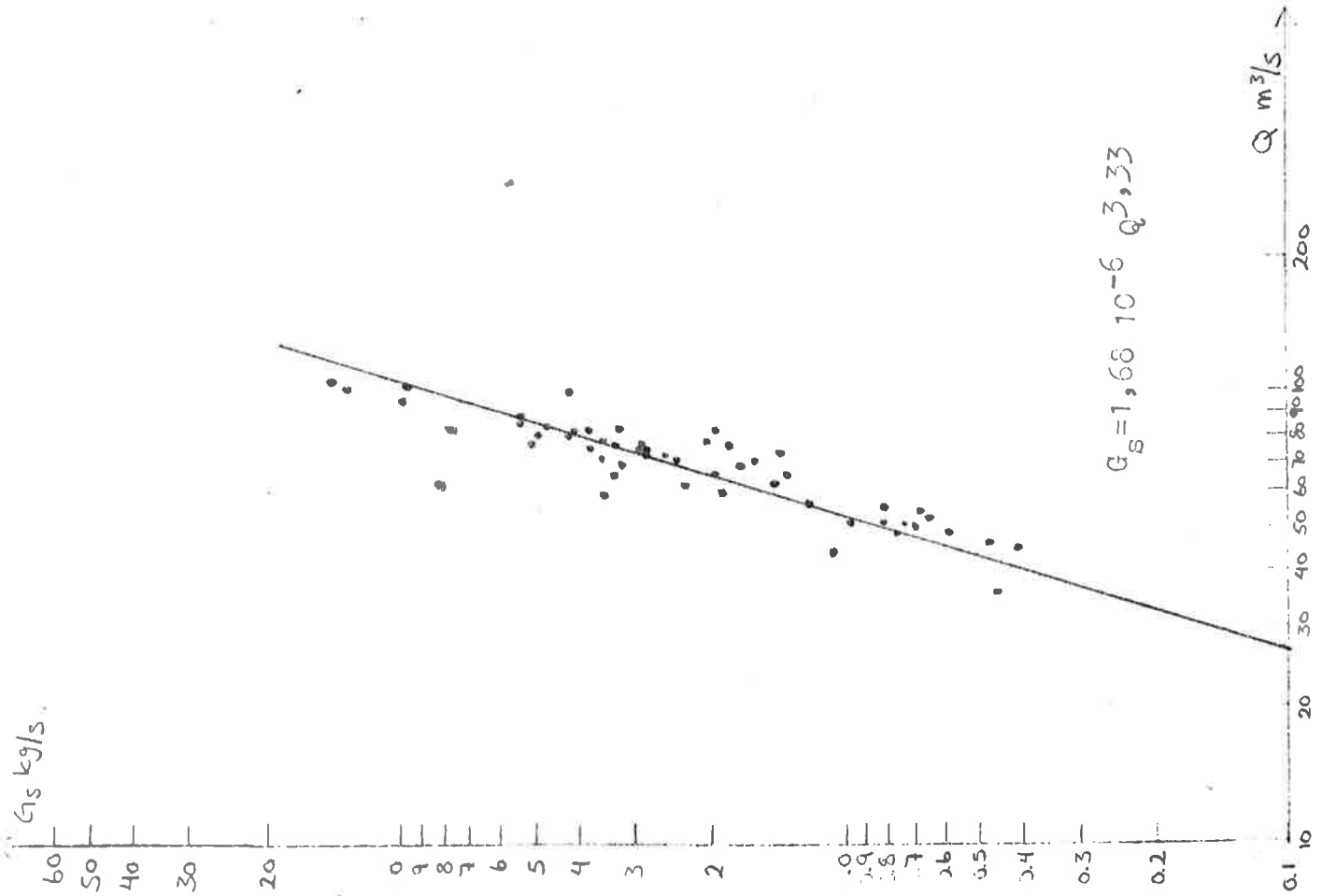


Fig. 14. Som fig. 11. For perioden 8/7-23/7.

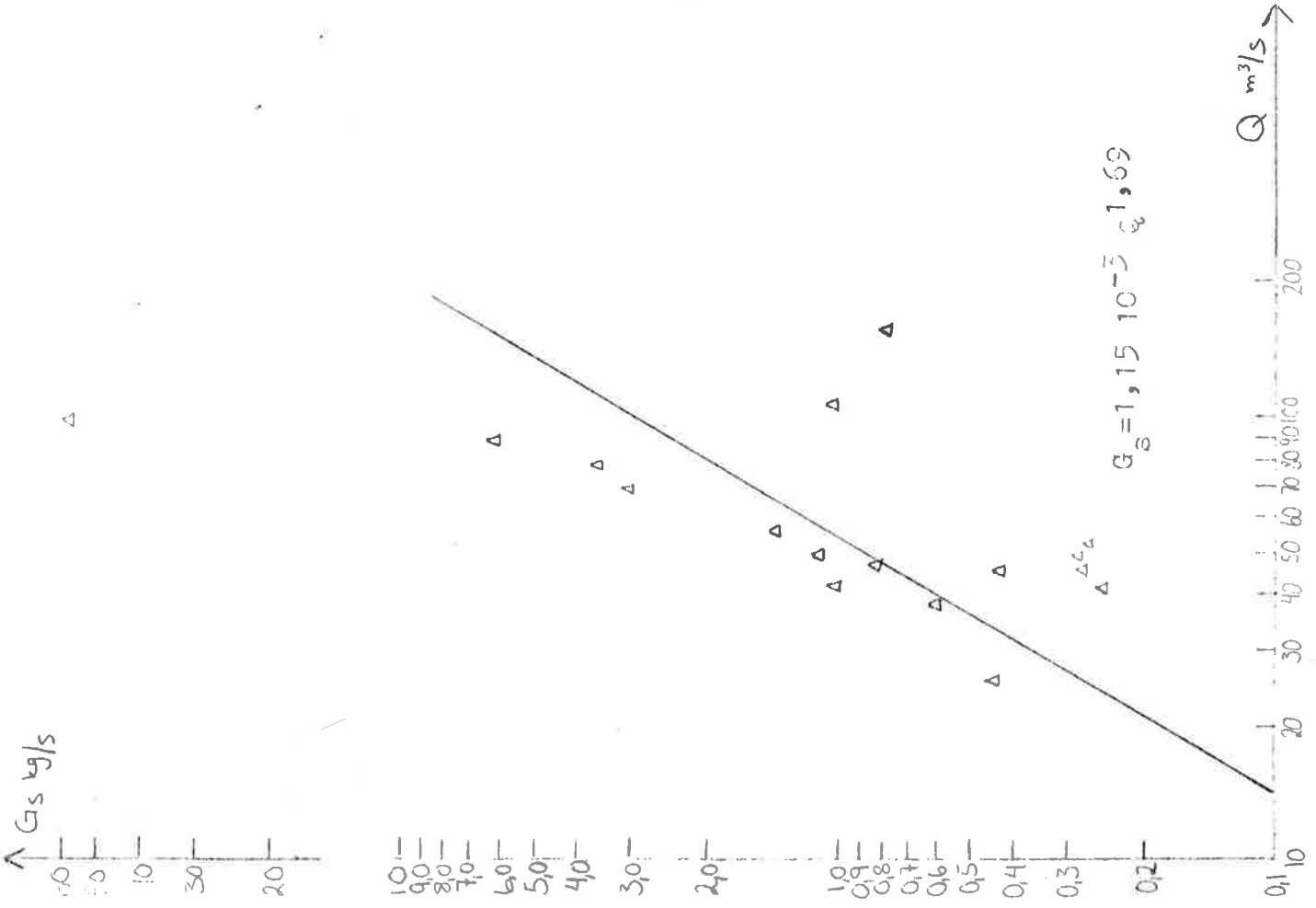


Fig. 15. Som fig. 11. For perioden 24/7-20/8.

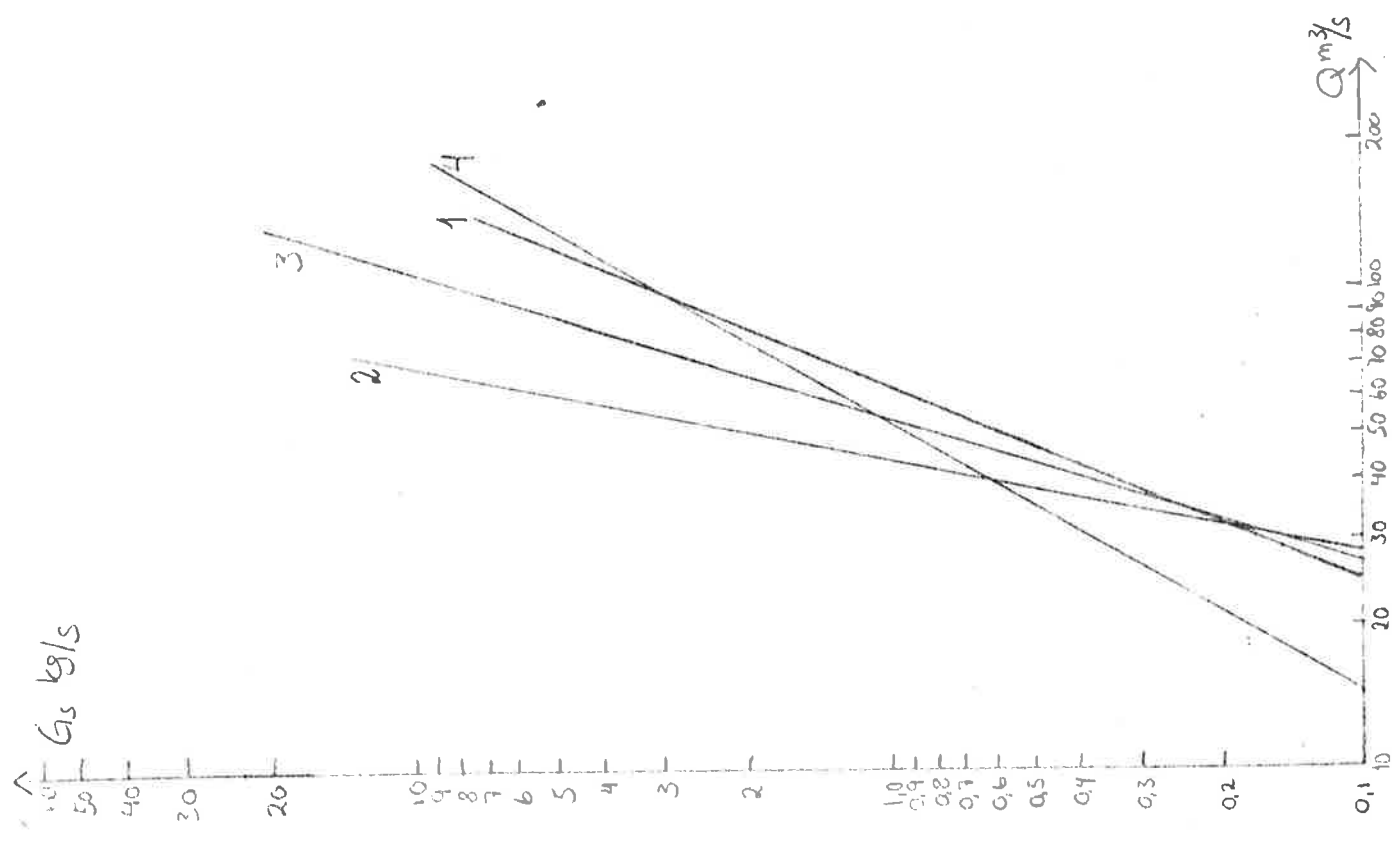


Fig. 16. En sammenligning av kurvene i figurene 12, 13, 14 og 15.

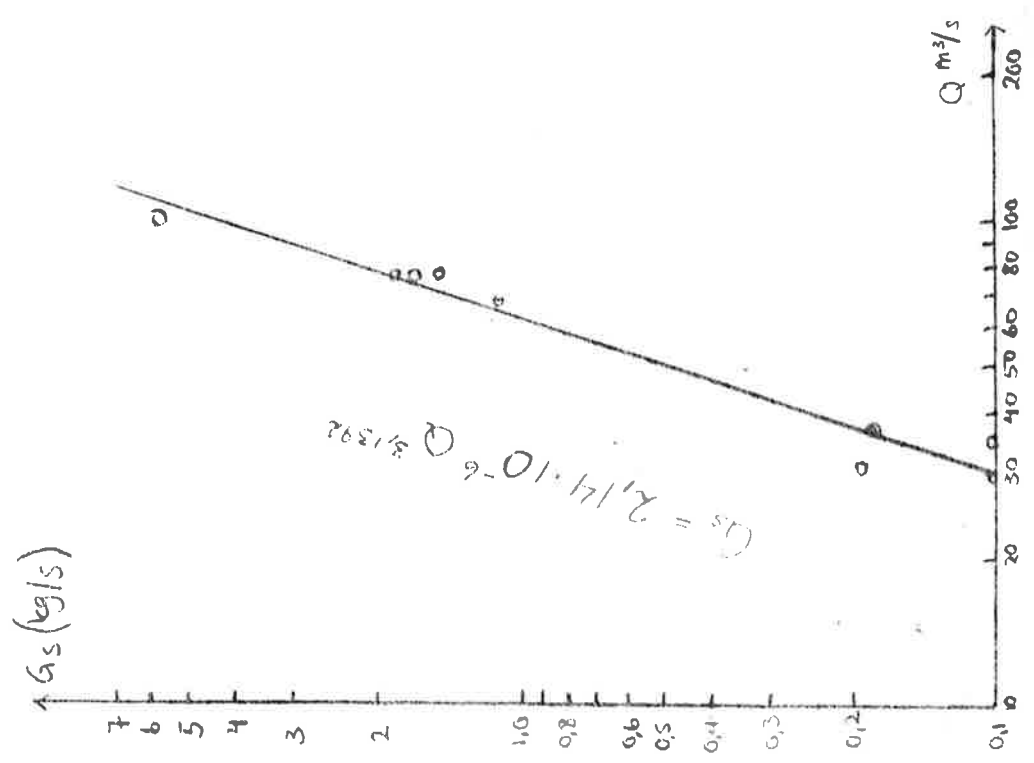
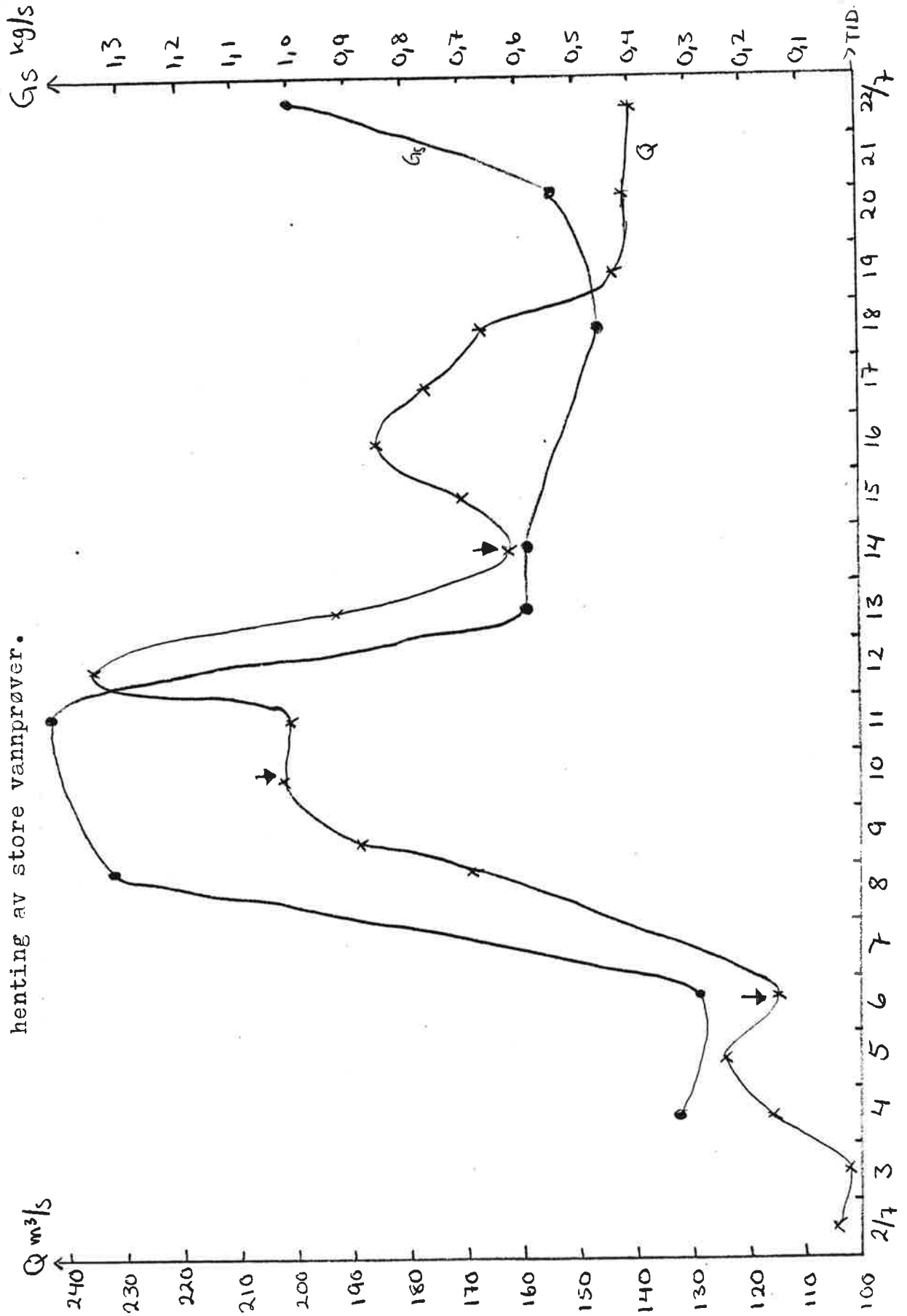


Fig. 17. Forholdet mellom suspensjonstransport og vannføring i Bøvra. Manuelle prøver.



Fig. 18. Forholdet mellom suspensjonstransport og vannføring i Otta i perioden 2/7 - 22/7. Pilene markerer tidspunkt for henting av store vannprøver.



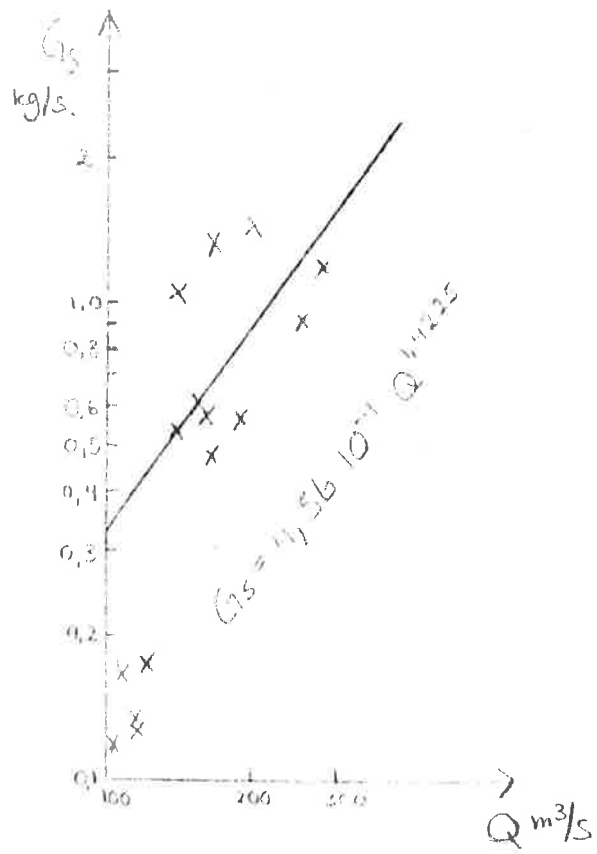


Fig.19. Forholdet mellom suspensjonstransport og vannføring i Otta i perioden 19/6 - 22/7.

Forholdet er, på samme måte som for dataene fra Bøvra, også vist på dobbeltlogaritmisk papir i fig.19. Tabell 1 gir k- og j-verdi og standardavvik (r) for kurven.

Det er hittil ikke foretatt kornfordelingsanalyse eller kjemisk analyse av det suspenderte materialet i elvene. Pilene på figurene 7,8,9,10 (Bøvra) og 18 (Otta) viser når de store vannprøvene ble tatt. (Se også tabeller i appendix.)

Figurene 20 , 21 , 22 , 23 og 24.

Fig.20 viser et kart over Ottavatn. Kartet er tegnet av fra to M711-kart (målestokk 1:50 000): Kart 1618 IV Lom, utgitt 1982, og kart 1518 I Skjåk, utgitt 1952.

Det har vært vanskelig å finne gode kart og nyere flyfotografier over området. Dette medfører at fremstillingen av lokalitetene for sedimentprøver blir noe uklar. Figurene 21,22,23 og 24 er en oversikt over Ottavatn tegnet av fra en fotografiserie som ble tatt den 17/8 1984 oppe på Ramstadbergje nord for Skjåk. Tegningene må sees i perspektiv, fig.20 kan kanskje være til hjelp her. Det er dessuten streket opp perspektivlinjer som går på tvers av vannet. Prøvelokalitetene er markert med et kryss og et nummer. Dato og dybde til de forskjellige lokalitetene er gitt i appendix.

Figur 25.

Fig.25 er et histogram som viser kornfordelingen til prøvene med grovt materiale (telle-analyse). Lokalitet 15 er den øverste av lokalitetene (markert med "1"), deretter følger i nedstrøms retning lokalitetene 40,38,42 og 44 (markert henholdsvis med "2","3","4" og "5").

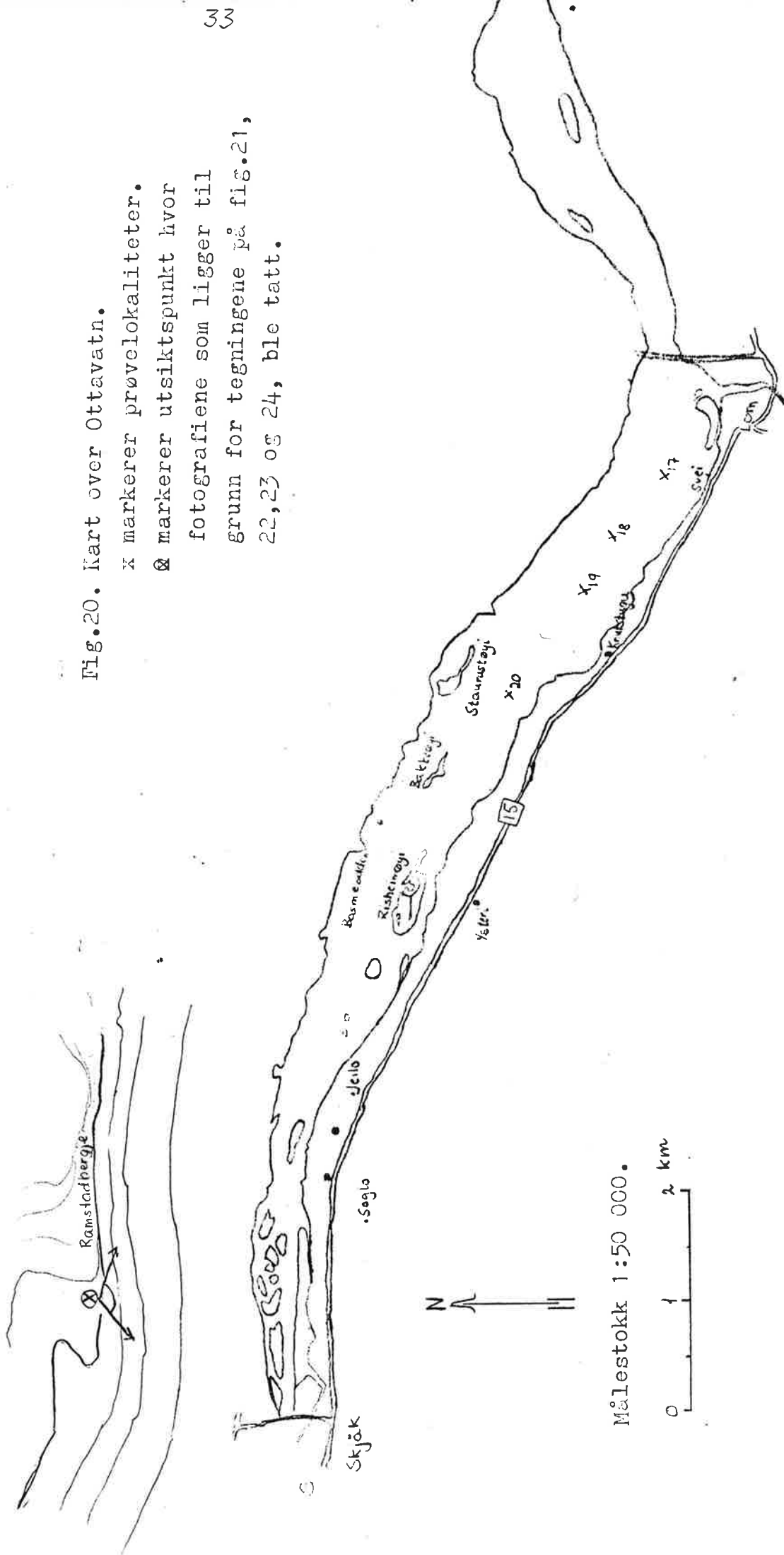


Fig.20. Kart over Ottavatn.

X markerer prøvelokaliteter.

Ø markerer utsiktspunkt hvor

fotografiene som ligger til

grunn for tegningene på fig.21,

22,23 og 24, ble tatt.

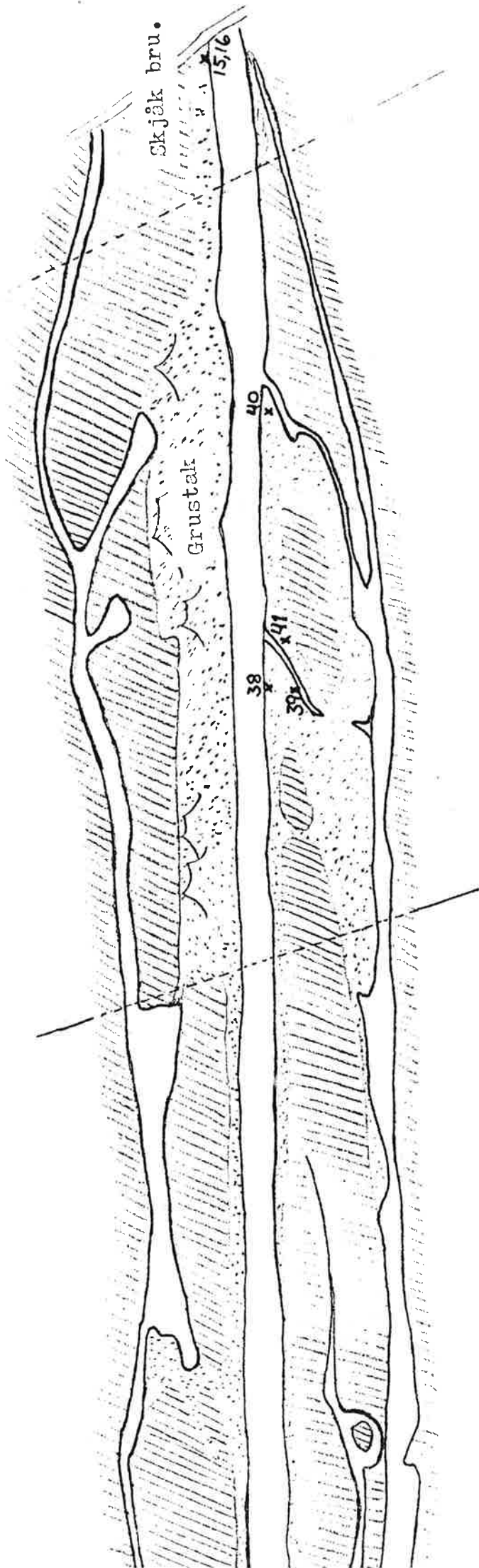


FIG. 21 .Tegning av Ottavatn. Sett mot sør.

Skraverte områder er vegetasjonsdekket,  
prikkete områder er dekket av løsmasser.  
x markerer prøvelokalitet.

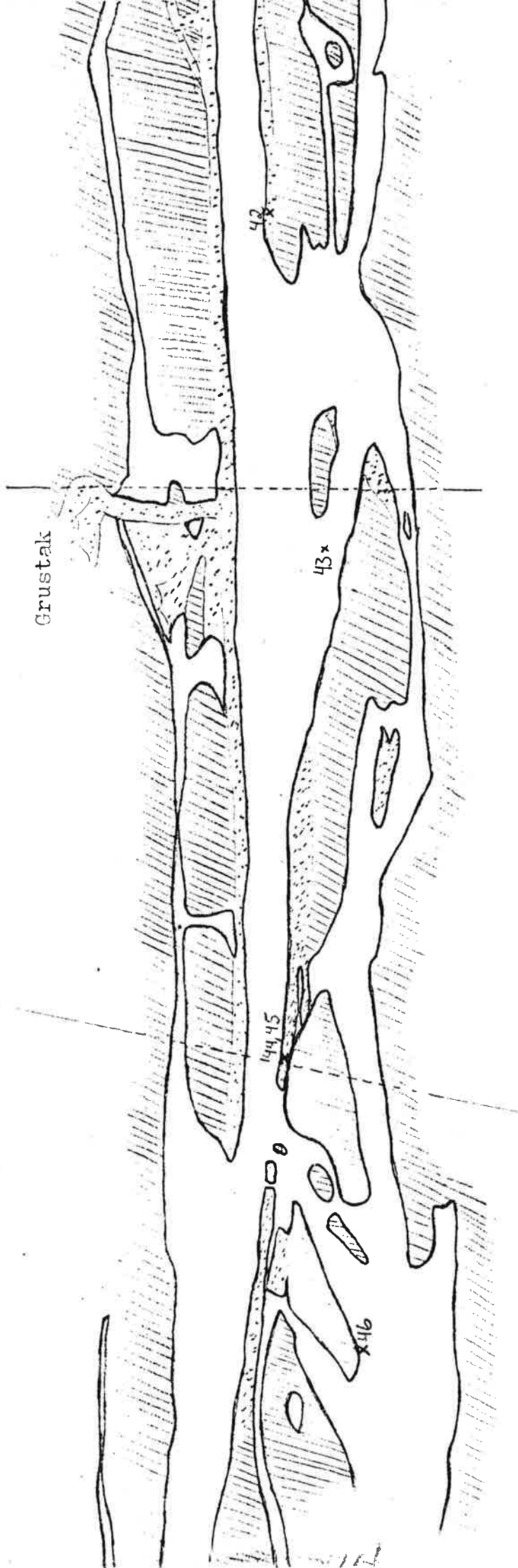


Fig. 22. Tegning av Ottavatn. Sett mot sør.  
Skraverte områder er vegetasjonsdekket,  
prikkete områder er dekket av løsmasser.  
x markerer prøvelokaliteter.

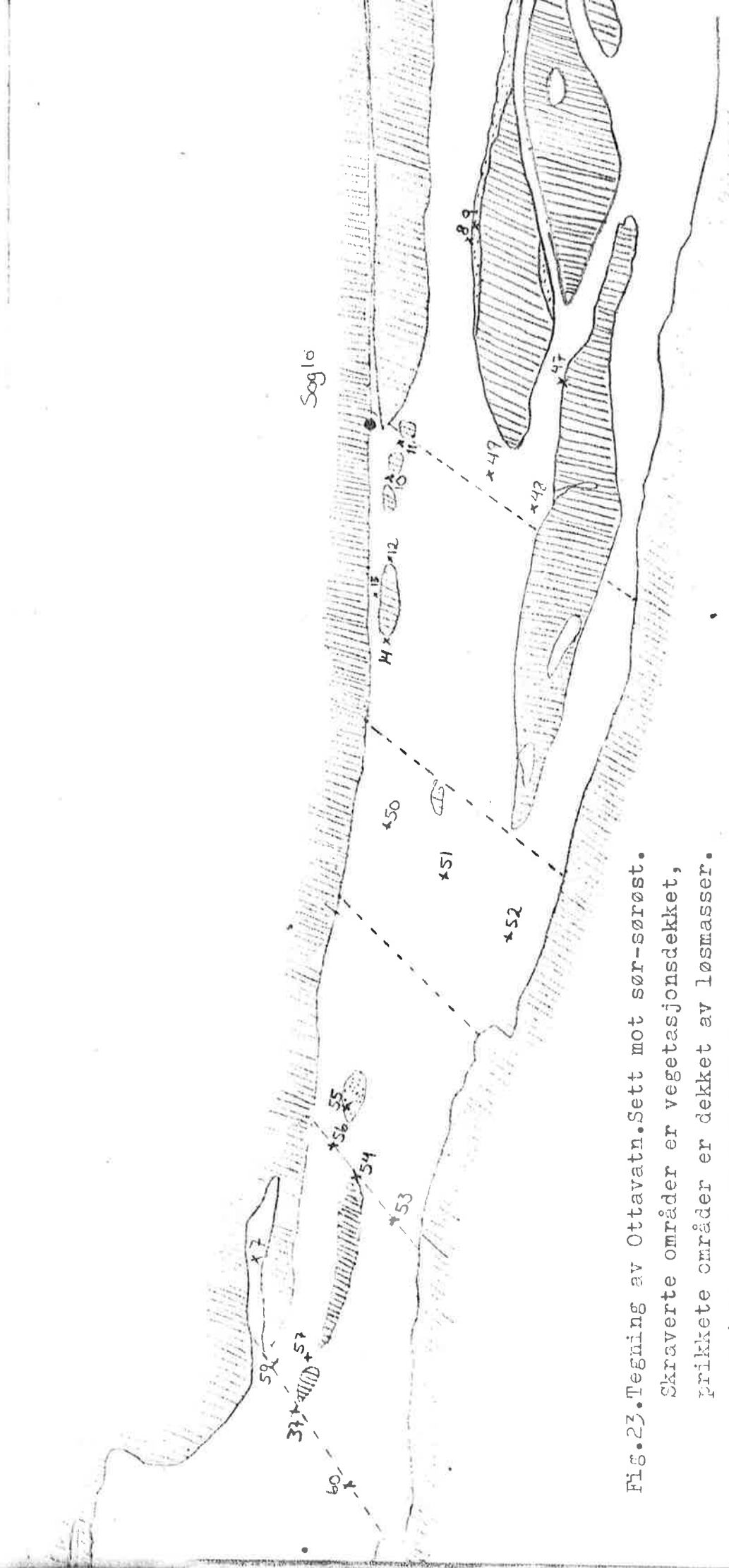


Fig. 23. Tegning av Ottavatn. Sett mot sør-sørøst.  
 Skraverte områder er vegetasjonsdekket,  
 prikkete områder er dekket av løsmasser.  
 x markerer prøvelokaliteter.

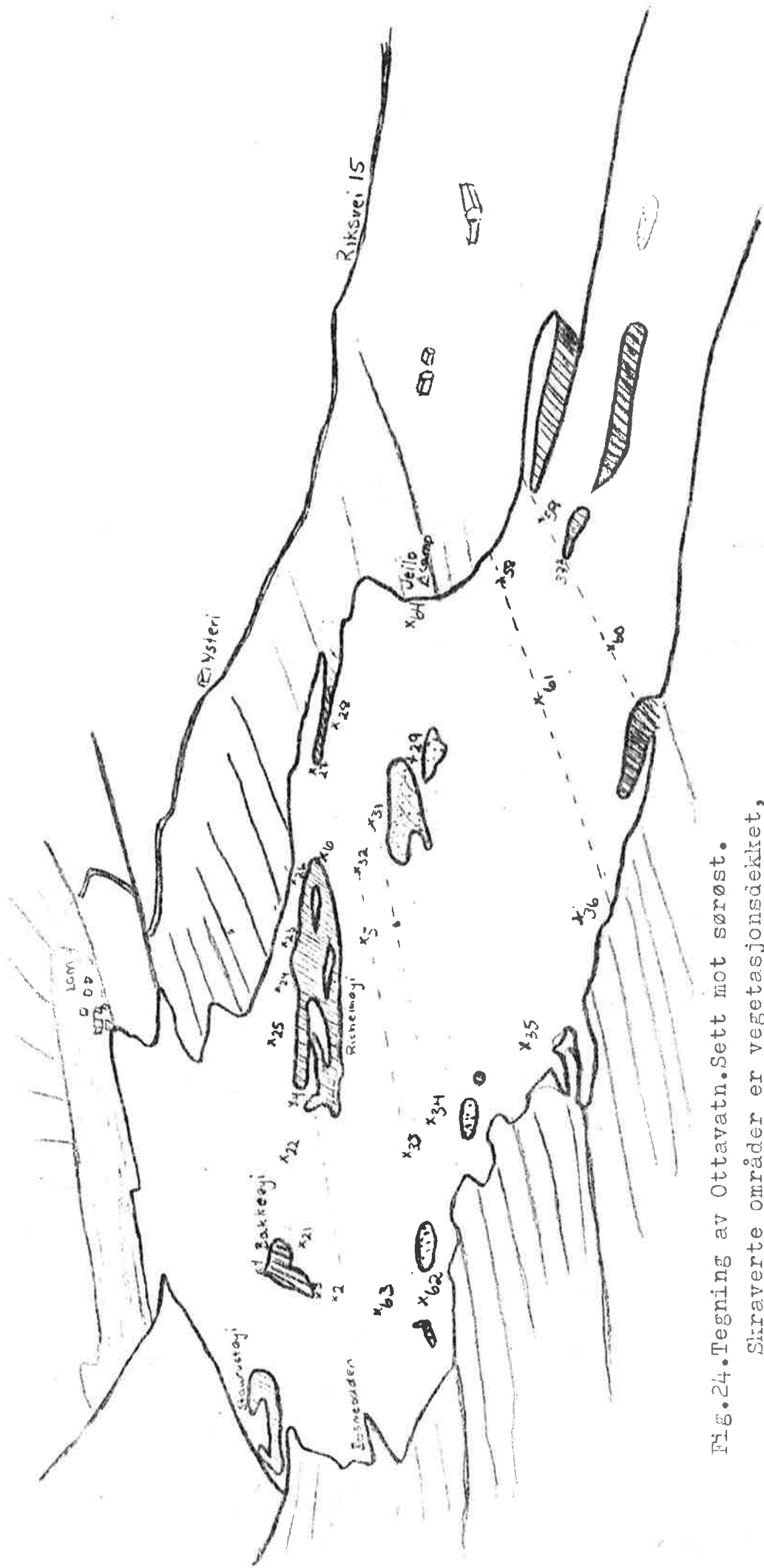
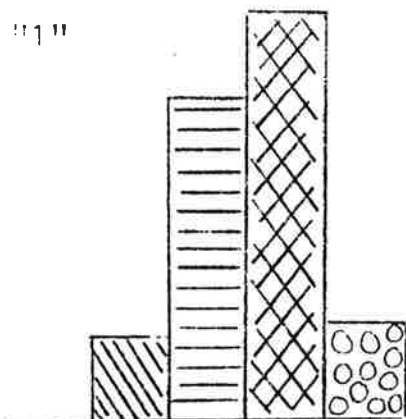


Fig.24.Tegning av Ottavatn.Sett mot sørøst.  
 Skraverte områder er vegetasjonsdekket,  
 prikkete områder er dekket av løsmasser.  
 x markerer prøvelokaliteter.

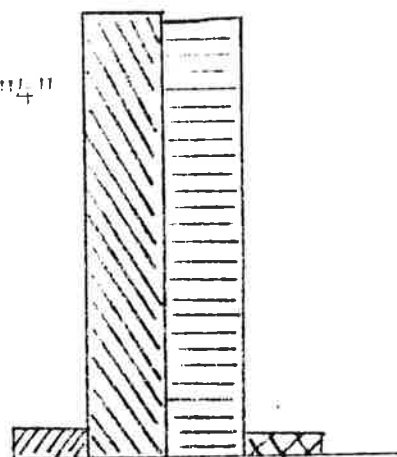


"1"



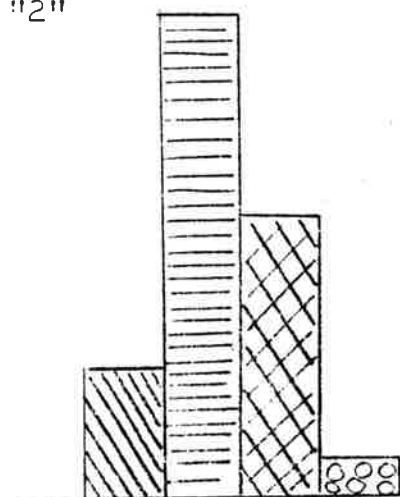
Lokalitet 15.

"4"



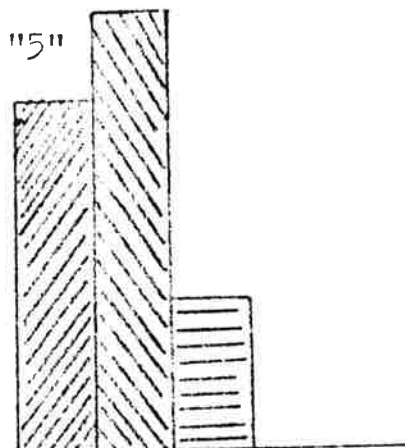
Lokalitet 42.

"2"



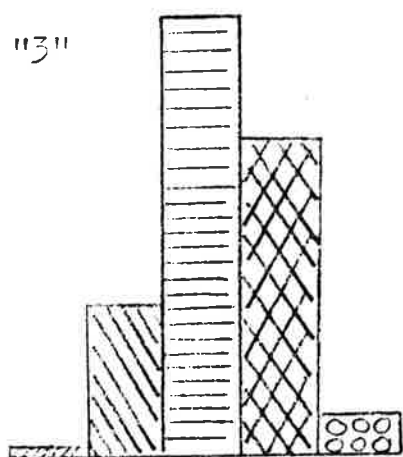
Lokalitet 40.

"5"



Lokalitet 44.

"3"



Lokalitet 38.



0,8-	1,6-	3,2-	6,4-	12,8-
1,6	3,2	6,4	12,8	25,6

Fig.25. Histogram som viser kornfordelingen til prøver med grovt materiale.

## DISKUSJON

## KONKLUSJONER

Ut fra vannføringsdata fra NVE kan en slutte at vassdragene Otta og Bøvra har tre flomperioder i løpet av ett år.

Den første flomperioden inntreffer i mai/juni og skyldes snøsmeltingen. Den neste kommer senere på sommeren når breene smelter. Utover høsten kommer så den tredje og siste perioden som en følge av økt nedbør.

Karlsen og Stene (1978) foretok i 1970 målinger i Bøvra ved Fossberget og fant at under snøsmelteflommene tidlig på sommeren kulminerte suspensjonstransporten før avløpet. Senere, under de mer bresmeltingsbetingete flommene, var denne tendensen ikke fullt så tydelig.

Figurene 7, 8, 9 og 10 viser situasjonen ved Fossberget i perioden 17. juni til 20. august 1984. Under juni-flommen kulminerer sedimenttransporten under stigende vannføring, men utover i juli ser det ut til at sedimenttransport og vannføring stiger og synker i takt med hverandre. Enkelte avløpsmaksimum inntreffer før sedimenttransporten har nådd sin største verdi. Denne tendensen forsterkes utover i juli. Under den store flommen i august har sedimenttransporten sin største verdi 2-3 døgn etter flomtoppen.

Resultatene fra Bøvra i juni, som viser transportmaksimum før avløpsmaksimum, samsvarer med resultatene fra Otta (fig. 18). Årsaken kan være at vannet er mer turbulent på stigende enn på synkende vannføring. Jo mer turbulent vannet er, desto større erosjonsevne har det. Men forløpet kan også ha sammenheng med avstanden til materialkildene og tilgangen på materiale. (Nordseth 1975). Det løsmaterialet som blir produsert langs elveløpet om vinteren, fungerer senere som materialkilde for vårflommene.

Resultatene fra Bøvra i juli og august, som viser transportmaksimum under og etter flomtoppene, kan til en viss grad skyldes at vannføringsmålingene er utført et stykke ovenfor Fossberget, ved stasjon 1364, Akselen. En avløpstopp ved Akselen i prøvetakingsøyeblikket kan ha vært en stigende avløpskurve ved Fossberget. Avstanden mellom Akselen og Fossberget er imidlertid ikke så stor at dette alene kan forklare resultatene.

I følge Nordseth (1975) kommer avløpstoppen ofte før suspensjonstransport-toppen i vassdrag med mye sjøer. I slike vassdrag vil flombølgen forplante seg raskt gjennom sjøene, mens sedimentpartiklene bruker lenger tid. Bøvra er et sjøfattig vassdrag, men det kan allikevel være mulig at en flom vil kunne forplante seg som en trykkbølge nedover elveløpet. Materialet vil fraktes langsommere, fordi det følger vannstrømmen og ikke flombølgen. Nederst i vassdraget vil derfor flomtoppen registreres før materialtransport-toppen. Hvis materialkildene ligger langt oppe i elvesystemet, forsterkes denne tendensen. Sannsynligvis fører flommene i løpet av en sesong til at stadig mindre akkumulert materiale vil ligge igjen langs elveløpet. Utover mot høsten vil derfor mye av det suspenderte materialet nederst i vassdraget være langtransportert.

Figur 16 er interessant i denne sammenheng. Den viser forholdet mellom suspensjonstransport og vannføring i Bøvra for periodene 17/6-30/6 (1), 1/7-7/7 (2), 9/7-23/7 (3), og 24/7-20/8 (4). Kurvene bestemmes av ligningen  $G_s = kQ^j$  (se kap. 1, Innledning), der  $j$ -verdien har betydning for kurvens gradient. Jo høyere  $j$ -verdien er, desto brattere blir kurven. I praksis betyr en høy  $j$ -verdi at sedimenttransporten er svært følsom for forandringer i vannføringen.

Figur 16 viser at suspensjonstransportens reaksjon på vannføringsforandringer var sterkest i begynnelsen av juli, for deretter å synke utover sommeren. Kurven for juni (kurve 1) har en gradient som ligger mellom kurvene for juli og august.

Flommen i juni kan ha vært den siste av snøsmelteflommene. Mesteparten av det materialet som hadde akkumulert i Bøvra i løpet av vinteren, hadde sannsynligvis blitt fraktet bort av tidligere vårflommer. Materialkildene er altså ikke så lett eroderbare som tidligere på våren, men de ligger fremdeles akkumulert langs løpet slik at suspensjonsmaksimum registreres før avløpsmaksimum ved Fossberget.

I juli kan bresmelteflommene ha startet. Dette betyr nye materialkilder, som i begynnelsen vil være lett eroderbare og derfor følsomme for vannføringsendringer. (Jfr. fig. 16, der kurve 2 har en  $j$ -verdi på nesten 5.) Kildene ligger imidlertid så langt unna, at vannføringsmaksimum registreres før transportmaksimum ved Fossberget.

Utover sommeren synker materialkildenes følsomhet for vannføringsendringer (jfr.kurve 3 og 4 i fig.16),men fremdeles er breerosjonen hovedkilden for sedimenttransporten.

Kornfordelingsanalyser og geokjemiske analyser av det suspenderte materialet vil kunne gi flere opplysninger om materialkildene.

I første del av juli ser det ut til at én flomtopp noen ganger har medført to transportmaksimum.(Fig.8.) Hvis dette ikke skyldes målefeil,kan det komme av at materialet stammer fra to kilder med ulik geografisk lokalisering.Også her ville det være interessant å undersøke materialets kornfordeling og kjemi.

Figur 11 viser forholdet mellom suspensjonstransport og vannføring i hele forsøksperioden i Bøvra.J-verdien er ca. 2,65.Dette stemmer bra med den j-verdien på 2,58 som Karlsen og Stene fant i 1970 ved samme sted (Fossberget).

Figur 19 viser det samme forholdet i Ottavassdraget ved Øya Camping (gamlebroa).J-verdien her er ca.1,4. Dette skulle tilsi at suspensjonstransporten i Otta er mindre følsom for vannføringsforandringer enn i Bøvra. Datamaterialet for Ottas suspensjonstransport er imidlertid forholdsvis tynt.Det vil derfor ikke være riktig å trekke sikre konklusjoner om transportforholdene her foreløpig.

Data om det sedimenterte materialet ute i Ottavatn foreligger foreløpig ikke.

Det kan være litt vanskelig å lokalisere hvor Otta slutter og Ottavatn begynner.Nedenfor broen ved Skjåk (fig.21) har løpet opprinnelig videt seg ut ,med øy- og bankedannelser.Her foregår det i dag forbygningsarbeider. Langs den sørlige delen av løpet har det i to år blitt tatt grus fra elva.Se fig.21 og 22.

Histogrammene på figur 25 viser kornfordelingen i dette området.Prøve 15 er tatt like nedenfor Skjåk bru,på sørsiden av løpet.De øvrige prøvene er tatt på nordsiden av løpet.Histogrammet viser at kornfordelingen blir finere i nedstrøms retning.

Nedenfor lokalitet 49 (ved Soglo) vider vannet seg ut. Strømmen følger etterhvert to hovedårer, en på sørsiden og en på nordsiden av vannet. Enkelte steder går også løp på tvers av vannet. Langs de dypere løpene var materialet grovere enn i de grunnere områdene. Materialet virket også finere jo lenger ned på deltasletten en kom. Dette reflekterer vannets transporterende evne som en funksjon av strømhastighet og turbulens. Kornfordelingsanalyser og geokjemiske analyser vil kunne gi opplysninger om fordelingsmønsteret på plattformen.

#### VIDERE UTVIKLING AV OPPGAVEN

Oppgavens arbeidsområder kan deles inn i tre trinn: Sporing av materialkilder oppe i vassdragene, måling av suspensjonstransporten nederst i vassdragene og kartlegging av fordelingsmønsteret til det sedimenterte materialet ute på deltaplattformen.

Av disse arbeidsområdene er det de to siste som hittil er blitt utført i felt. Jeg tror da også at det vil føre for vidt å foreta noen undersøkelse av materialkildene i to så store vassdrag. Da er det mer hensiktsmessig å konsentrere seg om suspensjonstransport og sedimentasjonsprosesser.

I det videre arbeid med oppgaven vil jeg følgelig skaffe flere data om transportforholdene i Bøvra og Otta. ISCO'en ved Bøverfossen i Lom har vært nyttig i dette arbeidet. I Otta bør jeg ta flere og hyppigere manuelle vannprøver enn det som var praktisk mulig i 1984. Suspensjonstransporten må også undersøkes m.h.p. kornfordeling og geokjemi. Filtrering av store vannprøver til dette formål viste seg å by på til dels store problemer. Hvis disse problemene kan løses til neste år, vil det bli mulig å ta slike prøver oftere enn i år.

I tillegg til dette vil jeg fortsette å prøveta bunnsedimentene i Ottavatn. Mens sommeren 1984 gikk med til å hente prøver fra de vestligste områdene, vil jeg i sommeren 1985 konsentrere meg om områdene mellom Bakkeøya i vest og Lia bru i øst.

## SAMMENDRAG

Oppgaven er en undersøkelse av hvordan suspensjons-transportens kornfordeling og kjemiske sammensetning i vassdragene Bøvra og Otta varierer som en funksjon av vannføring, sesong og type kilde. I tillegg undersøkes hvordan disse faktorene innvirker på fordelingsmønsteret til det sedimenterte materialet ute i Ottavatn.

Feltet ligger i Oppland fylke. Bortsett fra Ottavassdraget nord for Polfoss, regnes begge elvene som bredominerte. I løpet av en sesong har de tre flomperioder, som skyldes snøsmelting (vår), bresmelting (sommer) og økt nedbør (høst).

Det suspenderte materialet i Bøvra og Otta ble analysert m.h.p. konsentrasjon, kornfordeling og geokjemi. Det sedimenterte materialet i Ottavatn ble analysert m.h.p. kornfordeling og geokjemi. Av disse analysene er hittil bare konsentrasjonen av det suspenderte materialet kjent. Konsentrasjon sett i forhold til vannføring gir suspensjonstransport per tidsenhet ( $G_s$ ). Denne er sammenlignet med fluktuasjoner i vannføringen i forskjellige diagrammer i kapittel 4, Data og databeskrivelse. I Bøvra i første del av juni og i Otta kulminerer suspensjonstransporten under stigende vannføring, mens det i Bøvra utover i juli og august observeres transport-kulminasjoner først etter flomtoppene. Dette har sammenheng med tilgang på materiale og avstand til materialkildene. Analyser av det suspenderte materialets kornfordeling og geokjemi vil gi opplysninger som forteller mer om materialkildene.

I det videre arbeid vil analyser av kornfordeling og geokjemi til både suspendert og sedimentert materiale kunne gi opplysninger om transport- og sedimentasjonsprosesser i området.

## REFERANSER

- Bogen, J. 1981. Deltaet i Veitastrondvatn i Årøyvassdraget. Kontaktutv. vassdragsreg. Univ. Oslo. Rapp. 25. 45 s.
- Bogen, J. 1984. Fluviale transport og sedimentasjonsprosesser. Samarbeidsutv. i hydrologi. Univ. Oslo. Rapp. 3. 80 s.
- Gjessing, J. 1976. Geomorfologi i ekskursjonsområdet Gudbrandsdalen - Jotunheimen. Ekskursjonsguide. Geogr.inst Univ. Oslo. 26 s.
- Holtedal, O. 1960. Geology of Norway. Norg.geol.unders. 208, s. 280 - 287. Referert fra Karlsen & Stene '78.
- Husebye, S. 1984. 005 Glomma og Lågen, "Øvre Otta", 48 Ånestad Kraftvrk, 40 Raudal Pumpeverk, 52 Dalsvatn Kraftverk. Bidrag til naturverndelen i vassdragsrapporten for samlet plan. Geofag. Kontaktutv. vassdragsreg. Univ. Oslo. Notat. 62 s.
- Karlsen, O. G. & Stene, R. N. 1978. Bøvra i Jotunheimen. En fluvialgeomorfologisk undersøkelse. Kontaktutv. vassdragsreg. Rapp 78/2. 50 s.
- NGU 1979. Bølviken, B. , Ottesen, R. T. og Sinding-Larsen, R. Prospekting in areas of glaciated terrain 1979. The institution of mining and metallurgy. s. 51 - 58.
- NGU 1983. Ottesen, R. T. , Ekremsøter, J. og Bølviken, B. Nitric Acid Soluble Heavy Metals in Stream Sediments from the Oppland - Hedmark Region, Southern Norway. Norg. geol. unders. Offprint NGU 389, s. 57 - 64.
- NHL 1981. Nilsen, J. Transport av suspendert materiale i Bøvra-, Otta- og Lågenvassdragene. Norges Hydrodynamiske Laboratorier, 1981.
- Nordseth, K. 1975. Løpshydraulikk, Erosjon, Sedimenttransport. Repetisjonshefte, Fluvialgeomorfologi, Gg 201. Geogr.inst. Univ. Oslo. 16 s.
- Nordseth, K. 1974. Sedimenttransport i norske vassdrag. Sammendrag av arbeider ved Geografisk Institutt, Universitetet i Oslo 1969 -1973. Geogr.inst. Univ. Oslo. 177 s.

- NVE/NGU 1968. Barkey, H. Geologiske og tektoniske kart over Vest-Jotunheimen. Kartlagt for NVE-Statskraftverkene i 1968 av NGU Geofysisk avd. NGU-oppdr.817.
- NVE 1969 Østrem, G. & Ziegler, T. Atlas over breer i Sør-Norge. Hydrol.avd. NVE, medd. nr. 20.
- Rekstad, J. 1904. Fra det nordøstlige af Jotunfjeldene, Norg. geol. unders. nr.37.
- Strand, T. Ottadekket og Valdres-gruppen i strøkene langs Bøverdalen og Leirdalen. Norg. geol. unders. nr. 228. s. 280 - 287.
- Sundborg, A. 1956. The river Klaraelven, a study of fluvial processes. Geog. ann. nr. 38, s. 125 - 316.  
Ref fra Bogen 1984.



APPENDIX

TABELL I. Suspensjonstransportmålinger i Bøvra.  $Q$  = vannføring i  $m^3/s$ ,  $C_S$  = konsentrasjon i  $mg/l$ ,  $G_S$  = suspensjonstransport i  $kg/s$ .

DATO	KL	$Q$ $m^3/s$	$C_S$ $mg/l$	$G_S$ $kg/s$
17/6	16	53,19	6,5	0,346
	22	74,86	37,7	2,822
18/6	04	77,80	58,7	4,567
	22	76,61	28,0	2,145
19/6	04	84,49	25,8	2,180
	16	95,43	33,8	3,226
	22	100,15	43,1	4,316
20/6	04	94,77	28,18	2,671
	16	88,27	19,13	1,689
	22	96,76	24,00	2,322
21/6	04	90,19	16,13	1,455
	10	87,00	14,91	1,297
	16	87,00	15,48	1,347
22/6	04	82,63	12,50	1,033
	10	74,86	16,31	1,221
26/6	16	29,42	5,65	0,166
	22	33,29	6,56	0,218
27/6	04	36,50	7,76	0,283
	10	35,10	5,05	0,177
	16	34,19	5,19	0,177
	22	37,94	5,53	0,210
28/6	04	37,94	7,26	0,275
	10	35,56	116,31	4,136
	16	33,29	2,99	0,100
	22	31,53	4,44	0,140
29/6	04	30,68	4,26	0,131
	10	29,02	3,59	0,104
	16	27,42	5,07	0,139
	22	27,81	4,24	0,118
30/6	04	29,02	5,60	0,163
	10	27,42	3,95	0,108
	16	26,64	3,95	0,105
	22	28,21	4,32	0,122

TABELL I, forts.

DATO	KL	Q m <sup>3</sup> /s	C <sub>S</sub> mg/l	G <sub>S</sub> kg/s
1/7	04	30,68	4,08	0,150
	10	35,10	6,08	0,213
	16	34,19	4,50	0,154
	22	35,56	82,02	2,917
2/7	04	36,98	22,00	0,814
	10	35,10	3,10	0,284
	16	33,29	4,94	0,164
	22	33,73	3,82	0,129
3/7	04	35,56	6,36	0,226
	10	34,19	4,57	0,156
	16	32,84	6,35	0,209
	22	38,43	3,63	0,332
4/7	04	44,61	72,33	3,227
	10	41,96	19,70	0,827
	16	39,92	7,58	0,303
	22	44,07	31,85	1,404
5/7	04	46,24	22,33	1,033
	10	41,96	9,64	0,404
	16	38,92	4,00	0,156
	22	43,01	6,12	0,263
6/7	04	44,07	152,12	6,704
	10	40,93	5,81	0,238
	16	39,92	134,40	5,369
	22	47,36	27,33	1,294
7/7	04	51,99	29,27	1,522
	10	50,81	21,02	1,068
	16	50,81	17,63	0,896
	22	51,99	46,26	2,405
8/7	04	63,47	36,25	2,301
	10	63,47	128,00	3,124
	16	66,23		
	22	82,02	24,24	1,988
9/7	04	83,25	91,96	7,656
	10	77,21	64,78	5,002
	16	71,97	49,33	3,550
	22	82,02	49,07	4,025

TABELL I, forts.

DATO	KL	Q m <sup>3</sup> /s	C <sub>s</sub> mg/l	G <sub>s</sub> kg/s
10/7	04	80,80	51,50	4,161
	10	75,44	50,34	3,798
	16	73,46	38,32	2,815
	22	84,49	38,75	3,274
11/7	04	100,15	42,27	4,233
	10	104,99	135,05	14,263
	16	102,21	128,75	13,160
	22	103,59	91,91	9,521
12/7	04	96,76	103,01	9,967
	10	87,00	61,99	5,393
	16	80,80	61,08	4,935
	22	84,49	55,78	4,713
13/7	04	89,55	60,22	5,393
	10	82,02	46,67	3,827
	16	77,80	41,89	3,259
	22	79,59	43,96	3,499
14/7	04	77,21	38,43	2,967
	10	70,50	34,36	2,422
	16	66,23	50,00	3,312
	22	75,44	37,35	2,818
15/7	04	74,86	39,10	2,927
	10	69,78	45,56	3,179
16/7	22	79,59	25,26	2,010
17/7	04	77,21	23,69	1,829
	10	73,46	19,70	1,447
	16	69,06	24,82	1,714
	22	73,46	34,29	2,519
18/7	10	66,23	29,5	1,954
	16	63,47	23,00	1,460
	22	70,50	22,78	1,606
19/7	04	66,23	20,50	1,358
	10	59,48	22,75	1,353
	16	55,65	21,98	1,223
	22	60,79	31,11	1,891

Tabell I, forts.

DATO	KL	Q m <sup>3</sup> /s	C <sub>s</sub> mg/l	G <sub>s</sub> kg/s
20/7	04	57,54	21,54	1,239
	10	52,59	18,57	0,977
	16	48,49	15,65	0,759
	22	50,81	14,46	0,735
21/7	04	55,03	15,00	0,825
	10	52,59	15,63	0,822
	16	50,22	14,03	0,705
	22	54,49	12,33	0,672
22/7	04	53,80	12,00	0,646
	10	48,49	12,00	0,582
	16	45,15	8,92	0,403
	22	46,24	10,29	0,476
23/7	04	44,07	24,20	1,066
	16	38,92	12,40	0,483
26/7	16	45,69	9,45	0,432
29/7	16	44,61	6,15	0,274
30/7	16	40,93	6,15	0,252
31/7	16	48,49	5,88	0,285
1/8	16	156,04	5,00	0,780
2/8	16	104,99	9,86	1,035
3/8	16	99,47	579,33	57,626
4/8	16	75,44		
5/8	16	87,63	71,25	6,244
6/8	16	78,39	45,37	3,557
7/8	16	68,34	44,83	3,064
8/8	16	54,49	26,32	1,434
9/8	16	48,49	23,14	1,122
10/8	16	40,93	24,55	1,005
15/8	16	46,24	17,31	0,800
18/8	16	25,13	18,37	0,462
19/8	16	38,43	16,30	0,626
20/8	16	51,99	5,19	0,270

TABELL II. Suspensjonstransportmålinger i Otta.  $Q_s$  = vannføring i  $m^3/s$ ,  $C_s$  = konsentrasjon i  $mg/l$ ,  $G_s$  = suspensjonstransport i  $kg/s$ .

DATO	KL	$Q$ $m^3/s$	$C_s$ $mg/l$	$G_s$ $kg/s$
17/6	12	168,50		
18/6	12	189,50		
19/6	21	274,47	4,27	1,172
20/6	12	290,50		
21/6	16	257,92	3,50	0,903
22/6	12	228,50		
23/6	18	154,47	3,98	0,615
24/6	20	121,59	1,46	0,178
25/6	19	109,60	6,00	0,653
26/6	17	104,97	2,76	0,290
2/7	12	104,58		
3/7	12	102,03		
4/7	12	115,37	2,84	0,328
5/7	12	123,87		
6/7	16	114,87	2,50	0,287
8/7	22	168,09	7,89	1,326
9/7	12	189,19		
10/7	12	202,08		
11/7	15	200,59	7,16	1,436
12/7	12	234,68		
13/7	14	191,09	3,13	0,598
14/7	15	161,26	3,70	0,597
15/7	12	169,36		
16/7	12	184,26		
17/7	12	175,49		
18/7	13	165,98	2,93	0,486
19/7	12	142,41		
20/7	21	140,14	3,92	0,549
22/7	12	139,81	7,56	1,057

TABELL III. Dato, klokkeslett og vannføring i Bøvra ved henting av store vannprøver.

NR.	DATO	KL	Q m <sup>3</sup> /s
1	25/6	16	30,68
2	5/7	20	43,01
3	10/7	16	80,80
4	18/7	17	63,47

TABELL IV. Dato, klokkeslett og vannføring i Otta ved henting av store vannprøver.

NR.	DATO	KL	Q m <sup>3</sup> /s
1	26/6	17	104,97
2	6/7	16	114,87
3	10/7	15	188,13
4	14/7	15	161,26

TABELL V. Sedimentprøver i Ottavatn.

NR	DATO	DYBDE	NR	DATO	DYBDE
1	6/7	1,05	35	19/7	0,30
2	-	1,00	36	-	0,76
3	-	1,05	37	-	1,00
4	-	1,11	38	-	
5	-	0,80	39	-	
6	-	1,00	40	-	
7	8/7	1,00	41	-	
8	-	0,10	42	-	
9	-		43	-	1,10
10	-	2,00	44	-	
11	-	1,20	45	-	
12	-	0,48	46	-	0,50
13	-	0,87	47	-	
14	-	1,63	48	-	1,40
15	11/7		49	-	1,50
16	-		50	-	1,10
17	12/7	1,78	51	-	0,48
18	-	1,77	52	-	2,20
19	-	1,60	53	-	2,20
20	-	1,56	54	-	1,40
21	-	1,35	55	-	
22	-	1,45	56	-	1,80
23	-	2,10	57	-	1,45
24	-	1,26	58	-	0,50
25	-	0,90	59	-	0,70
26	-	1,78	60	-	1,10
27	-	1,50	61	-	1,10
28	-	0,95	62	-	0,70
29	19/7	0,30	63	-	0,40
31	-	0,60	64	-	1,00
32	-	0,60			
33	-	0,60			
34	-	1,80			