

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

0 - 160/71

UNDERSØKELSE AV HYDROGRAFISKE OG BIOLOGISKE  
FORHOLD I INDRE OSLOFJORD

RU - 12

FORURENSNINGSTILFØRSLER TIL INDRE OSLOFJORD

Forslag til vannmålerstasjon i Åroselva

Røyken kommune

RAPPORT nr. 1

5. februar 1977

Saksbehandler: Siv.ing. Lasse Vråle

Medarbeider: Siv.ing. Jørunn Ofte

Instituttetsjef: Kjell Baalsrud

## INNHALDSFORTEGNELSE

	Side:
1. ORIENTERING	3
2. MÅLEPROFILET, ALTERNATIVER	3
2.1 Eksisterende installasjoner	3
2.2 Måleprofilet	4
2.3 Alternativer	4
3. VURDERING AV ALTERNATIVENE	11
3.1 Alternativ I	11
3.2 Alternativene II og IV	11
3.3 Alternativ III	12
3.4 Årskostnader	13
3.5 Kostnadsgrunnlag	15
4. KONKLUSJONER	16

- o -

## FIGURFORTEGNELSE

Figur nr. 1	Aktuelt målested	5
" "	2 Vannmålerstasjon, Alt. I	7
" "	3        "-        Alt. II	8
" "	4        "-        Alt. III	9
" "	5        "-        Alt. IV	19
" "	6 Parshall-renne. Plansnitt og byggemål	14

- o -

## 1. ORIENTERING

I forbindelse med undersøkelsene vedrørende forurensningssituasjonen i indre Oslofjord er det besluttet at Norsk institutt for vannforskning (NIVA) skal koordinere oppstarting og yte bistand ved gjennomføring av et program for kartlegging av forurensningstilførslene til dette fjordområdet (jfr. programforslaget for 1976, datert 2.4.76). Ved denne kartleggingen skal det gjøres målinger i 14 vassdrag og 11 renseanlegg med direkte utslipp til fjorden. Alle vassdragene skal ifølge programmets intensjoner utstyres med måleprofiler for kontinuerlig registrering av vannføring. De fleste vassdragene i kommunene Oslo og Bærum har slike installasjoner, men i de øvrige samarbeidskommuner finnes det bare et fåtall.

For å få en oversikt over de installasjoner som finnes rundt i vassdragene og renseanleggene, har NIVA arrangert befaringer sammen med representanter for kommunene. I tillegg til å få en oversikt over det som finnes og standarden på det, har hensikten vært å plukke ut egnede steder for bygging av eventuelle nye stasjoner. I mai 1976 ble disse befaringene arrangert i kommunene Røyken, Asker og Bærum, og i september i Frogn, Ås og på Nordre Follo kloakkverk.

Ved befaringen i Åroselva 12. mai 1976 konkluderte man med at det beste stedet for plassering av et måleprofil er ca. 300 m nedstrøms ødelagt dam (ved bedehuset Salem). Røyken kommune har over telefon bedt NIVA om å utarbeide et notat vedrørende alternative løsninger med kostnadsberegninger. 13. desember 1976 foretok Lasse Vråle og Jørunn Ofte en ny befaring til det aktuelle anleggsstedet, og på grunnlag av denne befaringen er dette notatet utarbeidet.

## 2. MÅLEPROFILET, ALTERNATIVER

### 2.1 Eksisterende installasjoner

I forbindelse med fjordundersøkelsene i 1964-66 ble det i 1964 satt opp et vannmerke i Åroselva like ved Åros mek. verksted. Dette vannmerket ble avlest ved prøvetaking. Det var ikke nivellert inn og var kalibrert ved

5-6 vannstander. Vannmerket er ikke anvendbart i dag. NVE har et Cipolletti overløp lenger oppe i elven, men dette ligger for langt oppe i vassdraget og er muligens for grovt for mindre vannføringer til at det er hensiktsmessig å benytte for dette prosjektet.

## 2.2 Måleprofilen

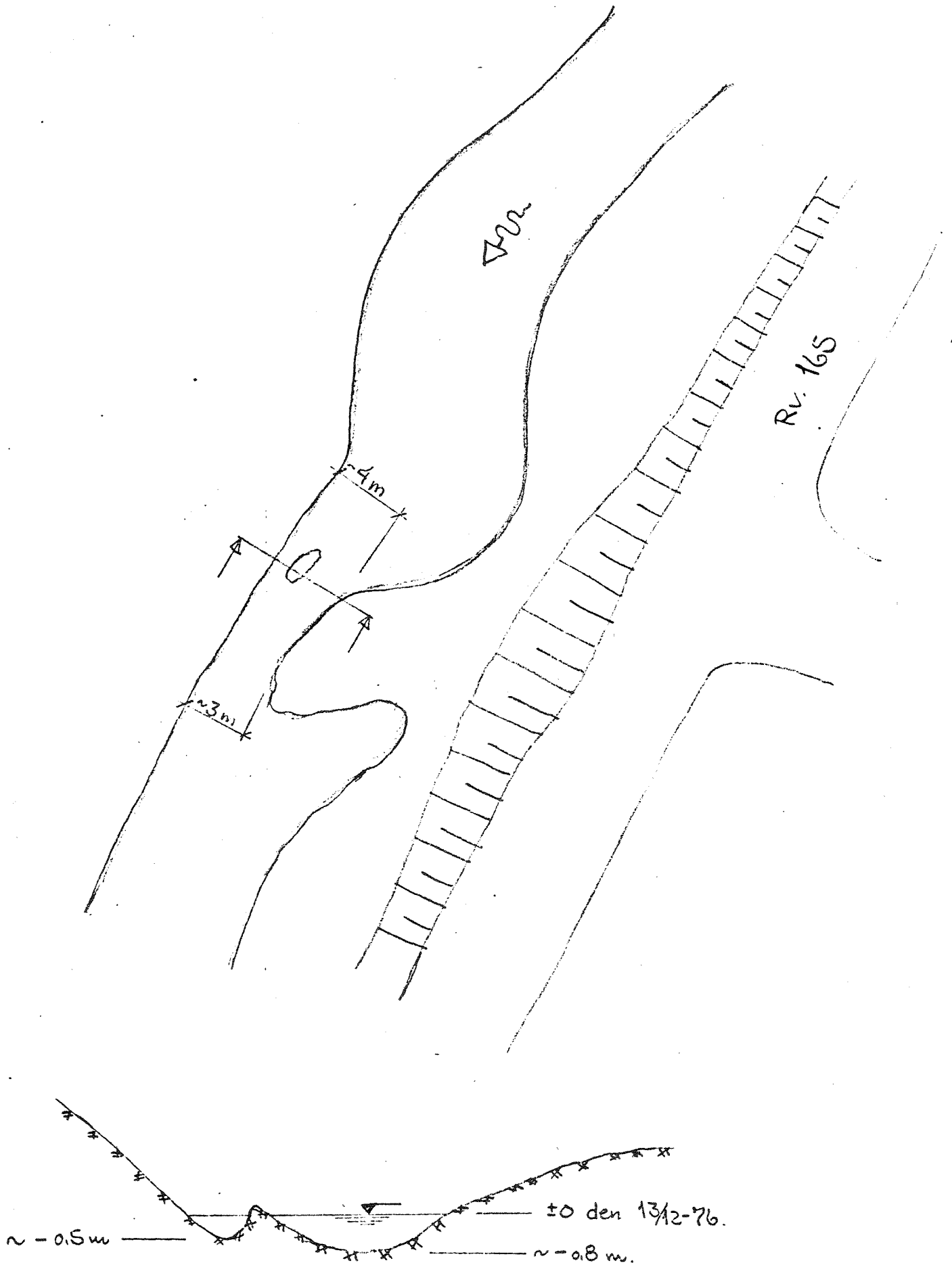
Det stedet som nå er aktuelt å benytte til bygging av nytt måleprofil, ligger som nevnt i pkt. 1, ca. 300 m nedstrøms ødelagt dam og rett nedenfor bedehuset Salem. Elveprofilen er forsøkt skissert på fig. 1. På vestsiden (lengst fra veien) går en relativt bratt fjellskrent ned i elven. På andre siden går et slakere svaberg oppover fra elven mot veien. Selve elveløpet ser også ut til å være fast fjell. Elveløpet er todelt, men om skillet er fast fjell eller en stor stein er usikkert. Ved små vannføringer går vannet i det østre løpet (nærmest veien) som altså er dypest, men normalt går vannet i begge løp. Det glattskurte berget mellom bekken og veien tyder på at ved ekstreme flomvannføringer, går vannet over her.

Så lenge vannet holder seg nede i hovedløpet, er profilen godt egnet slik det er. Det vil imidlertid være en fordel å stenge det ene løpet, slik at man unngår et sprang i vannføringskurven når vannet går fra det ene løpet og over i begge. Profilen egner seg også relativt godt for måling av de store vannføringene, men nøyaktigheten vil her være mindre på grunn av det relativt flate berget som vannet da strømmet ut over.

Som det går fram av ovenstående, vil det være nødvendig med en del anleggsarbeider for å få et fullgodt profil, men stedet som sådan egner seg fint. Profilen er i fast fjell, er veldefinert, og det er ikke fare for oppstuvning fra nedstrøms side. Befaringen 13.12. ble foretatt etter en relativt lang kuldeperiode, men det så ikke ut til at isproblemer vil forekomme i vesentlig grad i profilen.

## 2.3 Alternativer

Ved etablering av slike målestasjoner må man avveie de økonomiske ressurser en setter inn, imot de informasjonen en ønsker å få, og den nøyaktighet som



Figur 1  
ÅROSELVA, RØYKEN.  
AKTUELT MÅLESTED

Bække 20/12-76 J. Ofte.

kreves for å oppfylle formålet med målingene. Ved tilførselsberegninger av den art som skal gjøres for indre Oslofjord, må man prinsipielt etterstrebe best mulige målinger så vel hva angår nøyaktighet som kontinuitet på vannføringsmålingene og hyppighet på prøvetakingen. Av kostnadmessig hensyn bør man imidlertid differensiere noe, etter en vurdering av hva det enkelte vassdrag betyr i forureningsmessig sammenheng.

I Åroselva har vi vurdert fire alternativer for utbygging. Hvilke av disse som skal benyttes, avhenger av hvilket ambisjonsnivå man vil legge seg på, og hvor mye penger kommunen vil benytte til dette formål.

Alternativene er skissert i figurene 2-5 og går i korte trekk ut på følgende:

#### Alternativ I

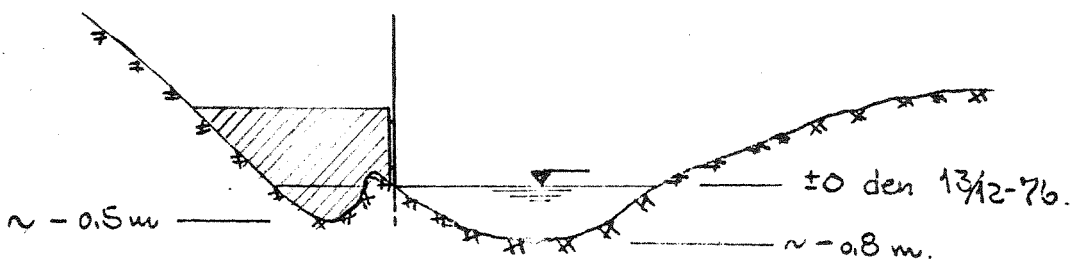
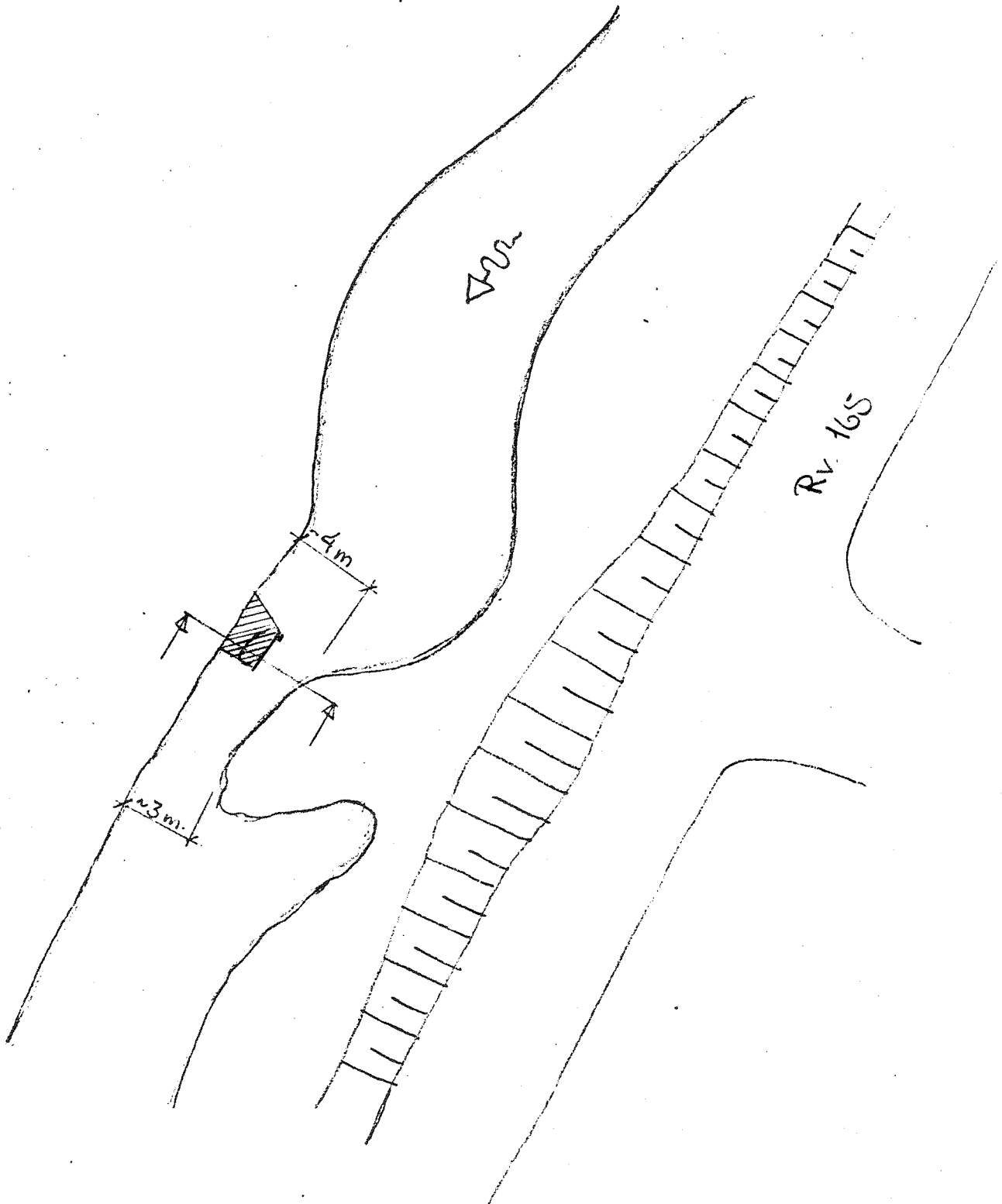
Stenge det vestre løpet (lengst fra veien) og sette opp vannmerke på vestsiden av elven. Neppe nødvendig med nevneverdig arbeid i østre løp, men vannmerket må føres ned til laveste vannstand (fig. 2).

#### Alternativ II

Stenge vestre løp med en betongdam. Inne i dammen bygges flottørkum og oppå plasseres limnigrafkiosk. Neppe nødvendig med nevneverdig arbeid i østre løp, men det må sørges for åpen forbindelse mellom laveste punkt i profilet og flottørkummen (fig. 3).

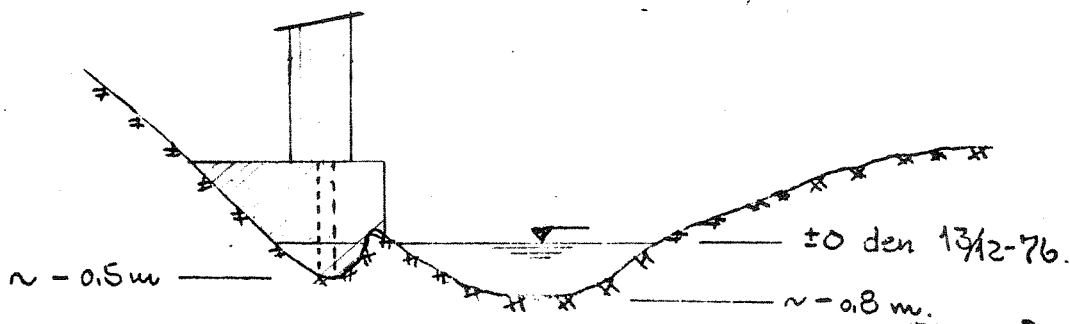
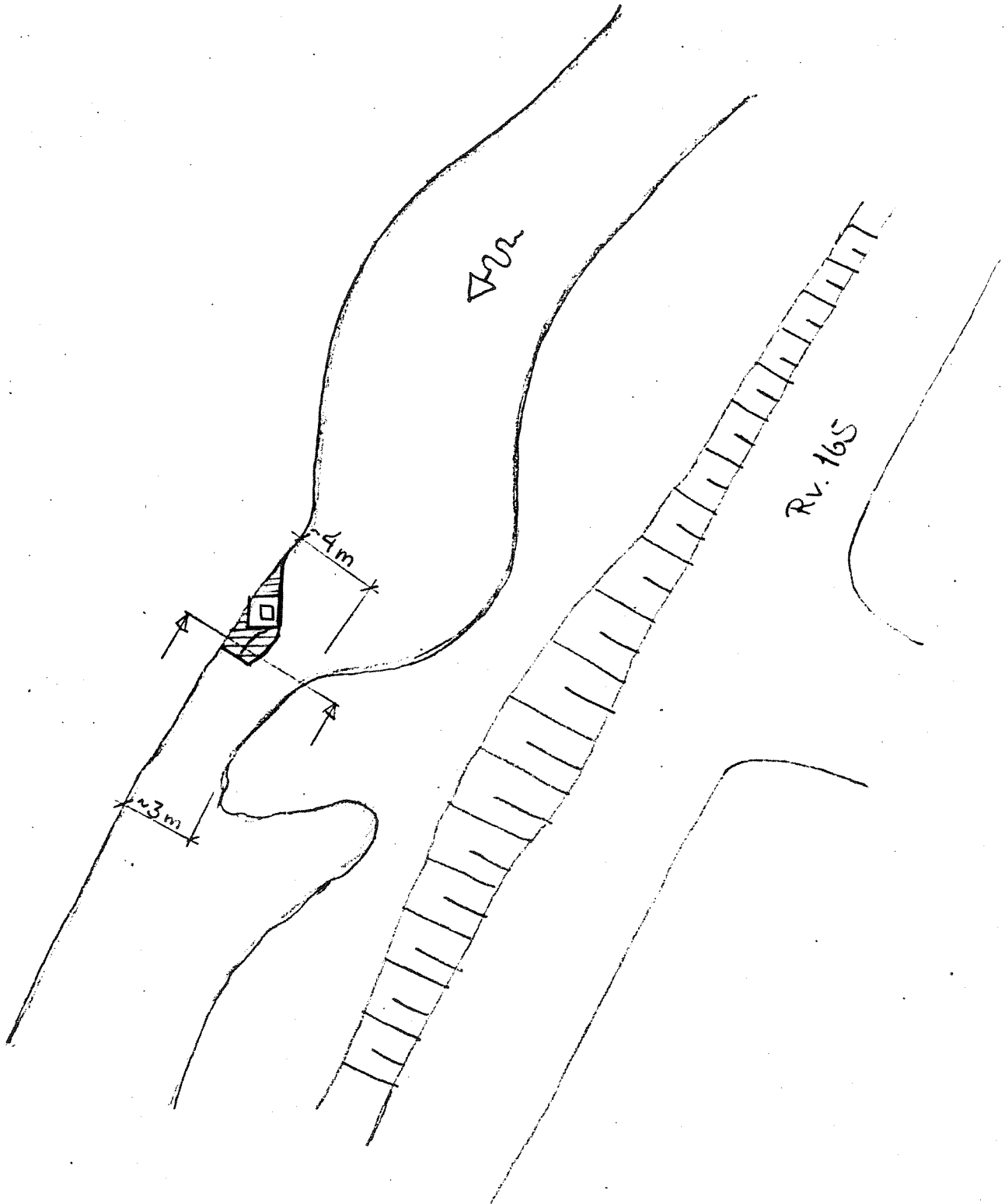
#### Alternativ III

Støpe inn Parshall-renne i elven like oppstrøms de to løpene. En må regne med en del arbeider med planering for rennen, og ryggen som nå deler elveløpet, må fjernes. Mellom rennen og elvesidene settes opp en forstøtning av betong, spunt e.l. Denne tilfylles på baksiden. Limnigrafhuset plasseres sannsynligvis best på østsiden av rennen. Plasseringen av limnigrafen må imidlertid sees i sammenheng med etableringen av et avløp for å ta unna flomtoppene (fig. 4).



Figur 2.  
ÅROSELVA, RØYKEN,  
VANNMÅLERSTÆJON, ALT I

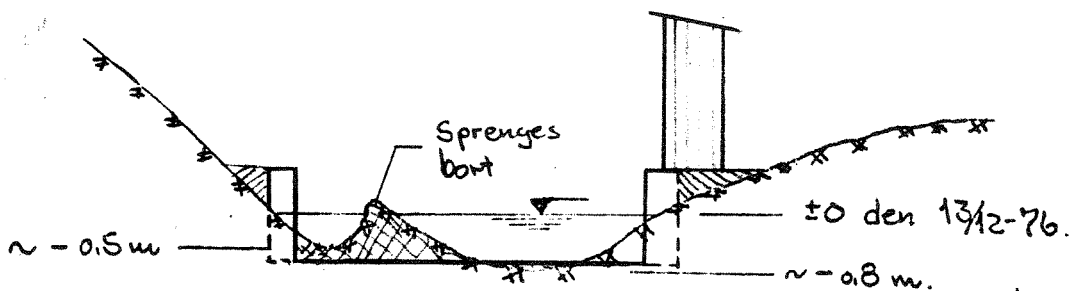
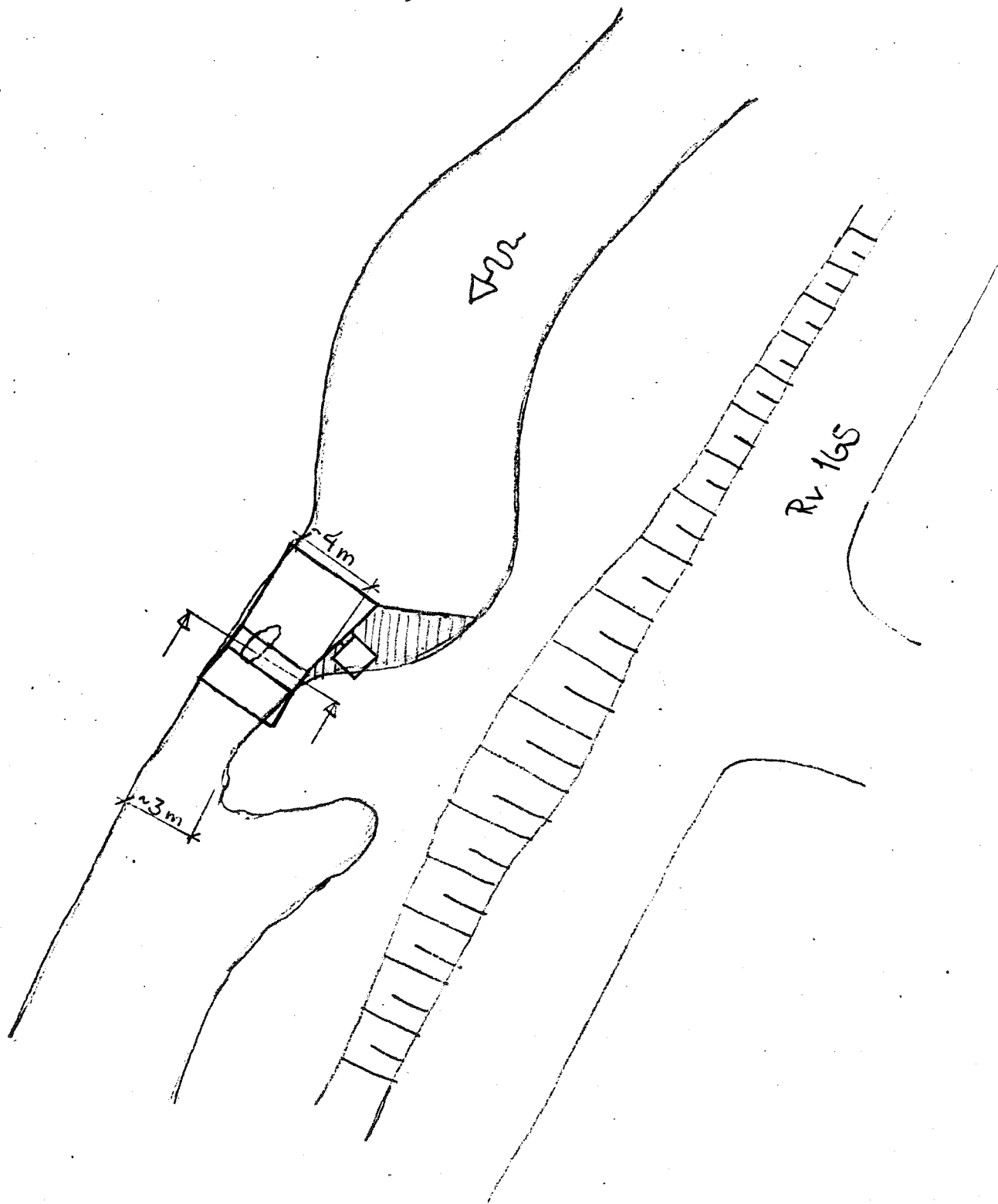
Brekke 20/12-76 Y. O. T. S.



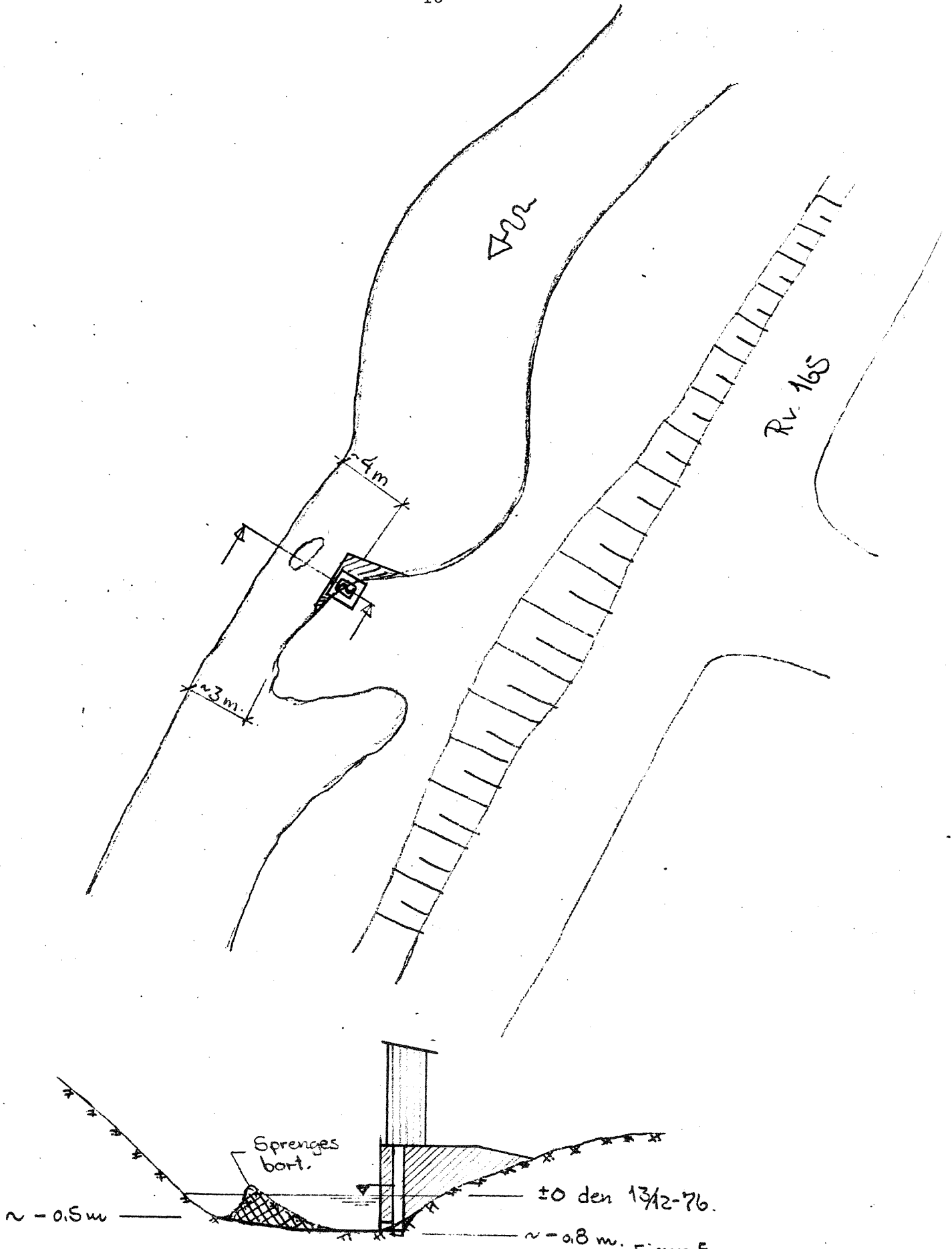
Figur 3.  
ÅROSELVA, RØYKEN  
VANNMÅLERSTASJON, ALT. II.

Brekke 29/12-76. y.o.b.





Figur 4.  
ÅROSELVA, RØYKEN  
VANNMÅLERSTASJON, ALT III  
Buekke 20/12-76 y. Øfto



ÅROSELVA, RØYKEN

VANNMÅLERSTASJON, ALT IV

Brekke 29/12-76 Y Otto

#### Alternativ IV

Fjellryggen sprenges ut slik at det blir ett samlet elveløp. Fra østsiden bygges det opp en sperredam av betong. Denne bygges slik at de fleste flomtopper tas unna i elveløpet, men med muligheter for avrenning over damkronen. Flottørkummen og limnigrafhuset plasseres i dette alternativet på østsiden av elven (fig. 5).

### 3. VURDERING AV ALTERNATIVENE

#### 3.1 Alternativ I

Utbyggingskostnad (inkl. merverdiavgift) ca. kr. 7.500

Dette er det enkleste og billigste alternativet, men også det som gir de dårligste informasjoner. Med stangavlesning får en ikke noen kontinuerlig registrering av det som skjer i vassdraget. I beste fall får en 3-4 punkter på vannstandskurven pr. døgn. Timene mellom hver avlesning vet man ingen ting om.

Ser man bort fra disse ulempene som er av vesentlig betydning når resultatene skal benyttes til beregning av forurensningstransporten i vassdraget, er dette alternativet hva nøyaktighet angår, jevngodt med Alt. II og Alt. IV. Ved disse alternativene som er basert på målinger i det naturlige elveløpet, er det realistisk å anta en nøyaktighet på  $\pm$  15-20%.

Dersom man velger å bygge ut dette alternativet, må man nøye vurdere plassering av selve vannmerket. Det må monteres slik at det ikke rives løs eller skades av strøm eller isgang, og en må passe på at det ikke kan forskyves opp eller ned. En plassering på bortsiden av elven i forhold til veien anser vi for å være gunstig. Det er da mindre utsatt for hærverk, og staven blir enklere å lese av.

#### 3.2 Alternativ II og IV

Disse to alternativene er både teknisk og økonomisk så like at vi finner det enklest å vurdere dem under ett.

Utbyggingskostnader (inkl. merverdiavgift):

Alternativ II	<u>ca. kr. 17.000</u>
Alternativ IV	<u>ca. kr. 17.500</u>

Hydraulisk sett er disse alternativene likeverdige med Alt. I, og de har samme nøyaktighet,  $\pm$  15-20 %. Det som utmerker disse to løsningene fremfor den med et enkelt vannmerke, er at man her får en kontinuerlig informasjon om vannstandsvariasjonene over tid. Dette er informasjoner av vital betydning for de arbeider som skal utføres på grunnlag av måleresultatene fra stasjonen.

Hvilket av disse to alternativer som er det beste, må vurderes ut fra andre hensyn enn de rent måletekniske. Følgende momenter kan settes opp ved sammenlikning av de to:

- Alt. II medfører mindre arbeider i elveløpet. Dette bør sjekkes nærmere ved lavvannsføring, men ved Alt. II bør det være mulig å bruke elveløpet som det er.
- Alt. II er sikrere med hensyn til å ta unna ekstreme flomtopper. Sva-berget på østsiden opp mot veien blir liggende urørt og kan fungere som overløp når det er nødvendig. Ved Alt. IV blir elveløpet betydelig redusert ved høye vannstander. Demningen må derfor utformes slik at den kan fungere som overløp. Samtidig må en plassere og sikre limnigrafen slik at den ikke tas av flom.
- Alt. IV har alt utstyr plassert på hitsiden av elven, dvs. på samme side som veien. Slik forholdene er på stedet med langt til nærmeste bro, medfører dette betydelige fordeler m.h.t. adkomsten. Ulempen kan være at den enkle adkomsten også øker faren for at det kan utøves hærverk på utstyret. En solid, avlåst bu for limnigrafen kan redusere denne faren, og flottøren løper i en innstøpt brønn i demningen.

### 3.3 Alternativ III

Utbyggingskostnad (inkl. merverdiavgift)	<u>ca. kr. 67.000</u>
--	-----------------------

Dette alternativet er ubetinget det teknisk sett beste og mest nøyaktige, men også det absolutt dyreste. Ved å anvende en Parshall-målerenue er det realistisk å anta en nøyaktighet på  $\pm$  5-8%.

I kostnadsoverslaget er det regnet med en renne av stål. Det er også regnet med relativt kostbar transport, da dette vil bli en renne med store dimensjoner. Levert på stedet er det regnet en kostnad på kr. 35.000 eks. merverdiavgift. Det er fullt mulig å bygge en slik renne av trykkimpregnert virke. For å gi mulighet til å vurdere kostnader ved bygging av renne i tre, er det i fig. 6 vist plan og snitt av rennen med byggemål (aktuell størrelse understreket). Vi har ikke reflektert nærmere over eventuelle kostnadsreduksjoner ved å bygge i tre, men en bør kunne anta at dersom kommunen i sin stab har en habil snekker, bør kostnadene kunne reduseres en del.

Alternativet medfører en del sprengning og planering i elveløpet. Det er videre nødvendig med det samme limnigrafutstyret som i Alt. II og IV. Limmigrafen må kobles til rennen på et bestemt punkt langs lengdeaksen, men det er uten betydning hvilken side den står på, og dette kan avgjøres ut fra vurderinger som nevnt i pkt. 3.2

#### 3.4 Årskostnader

Årskostnadene for vannmålerstasjonen er sammensatt av kapitalkostnader + driftskostnader. Driftskostnadene vil bestå av kostnader til kalibrering av måleprofilet, kostnader for papir til skriver og diverse forbruksmaterialer samt arbeidskostnader for avlesning av måler, og vedlikehold. I tillegg til dette kommer kostnader i forbindelse med bearbeiding av registreringene, men dette kan gradvis sees i sammenheng med rapportarbeid.

For de alternativer som benytter selve elveløpet som måleprofil, vil det være nødvendig med en grundig kalibrering av profilet i forbindelse med anleggelsen av dette profilet. Senere forandringer i profilet vil direkte påvirke

Fig. 6. Parshall-renne. Plan, snitt og byggemål.

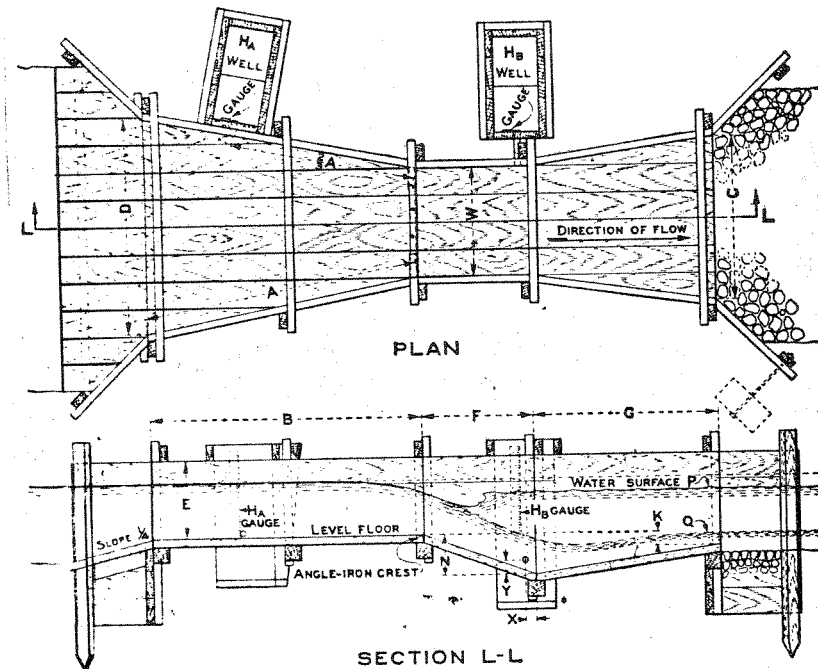


FIGURE 1 — Plan and elevation of the Parshall measuring flume

Standard dimensjoner og kapasiteter for Parshall renner.

Bredder		Lengder							Høyder			Målepunkt nr. 2 ved dykket strømming		Vannføringskapasiteten ved fri strømming.			
Hals W	D	C	A	Aksiale				E	N	K	X	Y	H <sub>A</sub>	Q	H <sub>A</sub>	Q	
				$\frac{2}{3}A$ eller $\frac{2}{3}(\frac{W}{2}+4)$	R	F	G										Minimum
ft.in.	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	l/s	mm	l/s	
1"	25	167	93	363	242	356	76	203	152	29	19	8	13	30	0.3	210	5.4
2"	51	214	135	414	276	406	114	254	203	43	22	16	25	30	0.6	240	13.3
3"	76	259	178	466	311	457	152	305	381	57	25	25	38	30	0.8	332	32.1
6"	152	334	394	621	414	610	305	610	457	114	76	51	76	30	1.4	377	81.8
9"	229	574	381	879	586	864	305	457	610	114	76	51	76	30	2.7	424	143.8
12"	305	845	610	1372	915	1343	610	914	914	229	76	51	76	50	9.9	762	455
18"	457	1025	762	1448	965	1419	610	914	914	229	76	51	76	60	14.4	762	697
24"	610	1207	914	1524	1016	1495	610	914	914	229	76	51	76	60	18.7	762	937
30"	762	1391	1067	1632	1088	1600	610	914	914	229	76	51	76	60	22.9	762	1182
3'	914	1571	1219	1676	1117	1644	610	914	914	229	76	51	76	60	27.4	762	1427
4'	1219	1937	1524	1829	1219	1793	610	914	914	229	76	51	76	60	35.7	762	1922
5'	1524	2302	1829	1961	1321	1943	610	914	914	229	76	51	76	76	62.8	762	2424
6'	1829	2667	2134	2134	1423	2092	610	914	914	229	76	51	76	76	74.5	762	2931
7'	2134	3032	2438	2286	1524	2241	610	914	914	229	76	51	76	90	113	762	3438
8'	2438	3397	2743	2438	1625	2391	610	914	914	229	76	51	76	90	127	762	3950
10'	3048	4756	3658	4350	1829	4267	914	1829	1219	343	152	305	229	90	155	848	5660
12'	3558	5667	4470	4972	2032	4877	914	2438	1524	343	152	305	229	90	192	1070	9910
15'	4572	7620	5588	7772	2337	7620	1219	3048	1829	457	229	305	229	90	238	1316	17000
20'	6096	9144	7315	7772	2845	7620	1829	3658	2134	686	305	305	229	90	317	1524	28150
25'	7620	10668	8948	7772	3353	7620	1829	3962	2134	686	305	305	229	90	390	1524	34900
30'	9144	12312	10566	8083	3861	7925	1829	4267	2134	686	305	305	229	90	467	1524	41600
40'	12192	15461	13813	8588	4577	8730	1829	4677	2134	686	305	305	229	90	617	1524	56500
50'	15240	18529	17272	8388	5833	8230	1829	6056	2134	686	305	305	229	90	775	1524	68600

(1) For spesielle forhold kan maksimumsverdiene økes ved å øke rennens dybder uten å minske målenøyaktigheten. Hvis store økninger i kapasiteten er nødvendig bør de aksiale dimensjoner modifiseres.

Referanser: Halsbredde W fra 1" til 8', (1) R.L. Parshall 1928. The improved venturi flume Colorado Exp. Sta. Bull. 336. Fort Collins, Colo.  
 Halsbredde W fra 10' til 50', (2) R.L. Parshall 1932. Parshall flumes of large size. Colorado Exp. Sta. Bull. 386. Fort Collins, Colo.

måleresultatene, og det er nødvendig med årlige kalibreringer for at vannføringsmålingene skal være representative. En fullstendig kalibrering vil komme på kr. 1500 - kr. 2000, men det kan være tilstrekkelig å kontrollere ett punkt på vannføringskurven for å se om det er foregått noen forandring i profilet. En slik kontroll vil komme på kr. 300 - kr. 400. For Parshallrennen (Alt. III) vil en slik kalibrering ikke være nødvendig hverken ved anleggsutførelse eller ved senere drift så lenge ingen skade på profilet kan observeres.

Kostnader for papir til skriver etc. og diverse forbruksmaterialer vil være relative beskjedne, men avhengig av intensiteten av målingene.

Arbeidskostnader for avlesning av måler (forutsettes foretatt i kommunal regi) samt vedlikehold er også avhengig av brukshyppighet. Alt. I som krever manuell avlesning, vil ved hyppig bruk kreve relativt mye i arbeidskostnader. De andre alternativene er utstyrt med skriver, og arbeidskostnadene vil derved ha et mer begrenset omfang.

På et grovt grunnlag kan man si at driftskostnadene for alle alternativene er omtrent likeverdige.

### 3.5 Kostnadsgrunnlag

De oppgitte kostnader for de ulike alternativene er meget overslagsmessige. De gir et begrep om størrelsesorden på de nødvendige investeringer og et nokså realistisk bilde av de relative forhold mellom alternativene.

Erfaringstall fra innhentede arbeider i Oslo-området er benyttet som grunnlag for anslag på enhetspriser for betong, forskaling m.v. Priser på utstyr er innhentet over telefon fra aktuelt leverandørfirma.

Den største usikkerheten ligger på anslag over masser og nødvendige arbeider i elveløpet. Det er ikke tatt noen profiler eller gjort noen målinger som kan gi grunnlag for disse antakelsene utover en øyemålsvurdering ved befaringen 13.12.76. I kostnadsoverslagene er det gjort et tillegg for uforutsette utgifter og beregnet 20% merverdiavgift.

#### 4. KONKLUSJONER

1. Vi anbefaler at det bygges en vannmålerstasjon lokalisert på det stedet i Åroselva som er omtalt i rapporten (ca. 300 m nedstrøms ødelagt dam og rett nedenfor bedehuset Salem).
2. Vi anbefaler videre at det bygges en målestasjon som kan gi kontinuerlig registrering av vannføringen i Åroselva ved hjelp av limnigraf eller annet automatisk registrerings-utstyr.
3. For anleggelse av måleprofil kan både alternativ II, III, IV anvendes. Alternativ III, Parshall-rennen, gir mest nøyaktige målinger og er dyrest i investeringskostnad, men faller rimeligere med hensyn på driftskostnader. Årsaken til dette er at en Parshall-renne har et tverrsnitt som ikke er utsatt for forandring og er forhåndskalibrert, slik at rutinemessige kalibreringer normalt ikke er nødvendig.
4. De omtalte investeringskostnader kan muligens reduseres hvis kommunen selv kan utføre deler av arbeidet.
5. Målestasjonen kan gi informasjon om vannføringene i Åroselva, som kan danne grunnlag både for oversikt over forurensningstilførsler til indre Oslofjord og for et eventuelt kommunalt overvåkingsprogram for Årosvassdraget. Et slikt overvåkingsprogram kan danne et vurderingsgrunnlag for effekten av de tekniske tiltak i Åroselvas nedbørfelt. På denne måten kan et kommunalt overvåkingsprogram være et redskap for prioriteringen av tekniske tiltak.
6. Eventuelle virkninger av målestasjonen på fiskens vandringer, gyting og oppvekstområder, samt utøvelse av fiske, er ikke vurdert. Dette må tas opp med de lokale fiskeri-interesser.

---o0o---