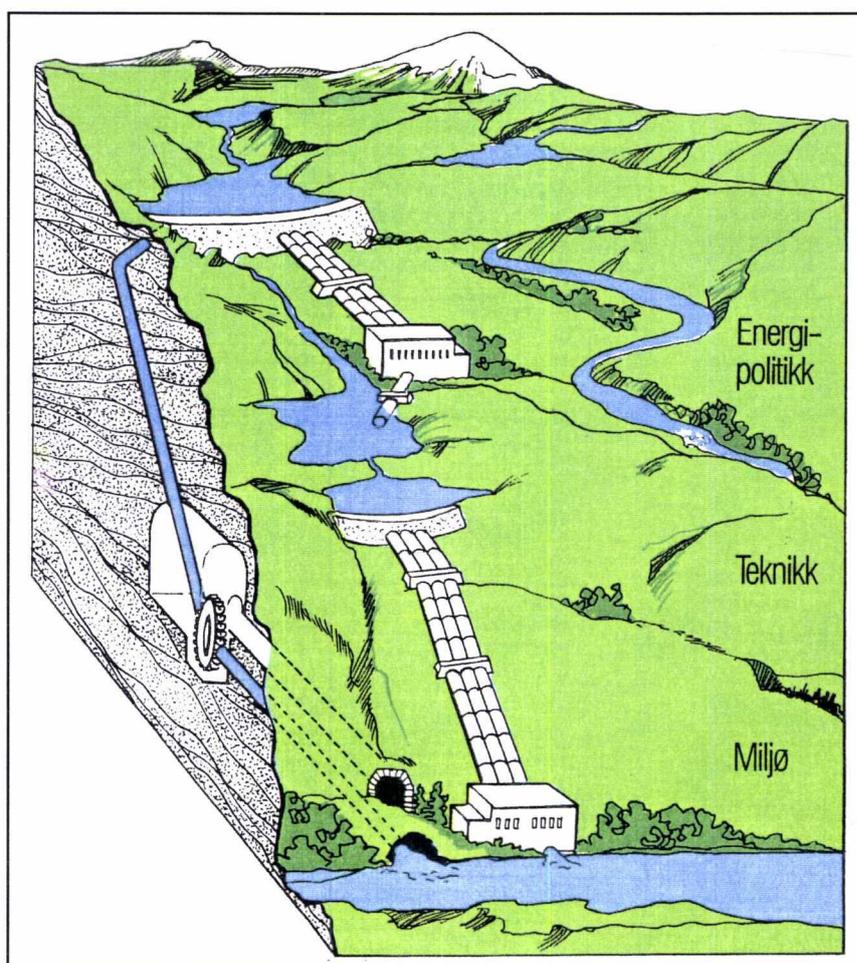


# OPPRUSTING OG UTVIDELSE AV VANNKRAFTVERK

DEMONSTRASJONSPROSJEKT Nr 1

ROTNES, AKERSHUS



OED - NVE - VR - NEVF - SAMKJØRINGEN

952-21

Rotnes Kraftverk

## ORIENTERING

Denne rapporten tar for seg ny dam og inntak for Rotnes kraftverk i Nitelva. Det er sett på to alternativer, fast betongterskel og terskel med liten gummiluke for å kunne heve normalvannstanden.

En enkel vurdering av nødvendige tiltak for rørgate og kraftstasjon er også utført og produksjonen for et alternativ med et nytt aggregat er beregnet.

Det er lagt vekt på å bevare mest mulig av de gamle damkonstruksjonene etter ønske fra grunneier.

Oppdraget er utført for NVE.

INNHOLDSFORTEGNELSE:		side
1.	Sammendrag og konklusjon	1
	Tabell over hoveddata	2
2.	Produksjonsberegning	3
2.1	Hydrologi	3
2.2	Fallhøyde	3
2.3	Valg av turbin	3
2.4	Produksjon	4
3.	Teknisk beskrivelse	5
3.1	Eksisterende dam og inntakskonstruksjoner	5
3.2	Ny dam	5
3.2.1	Alternativ 1: Fast overløp	5
3.2.2	Alternativ 2: Fast overløp og gummiluke	6
3.3	Nytt inntak	6
3.4	Ny rørgate	6
3.5	Rehabilitering av eksisterende kraftstasjon med nytt aggregat	7
3.6	Kanalisering	7
3.7	Flomsikring	7
4.	Kostnader	8
4.1	Anleggskostnader	8
4.2	Utbyggingskostnader	9
Vedlegg:		
1	Varighetskurve sommer	
2	Varighetskurve vinter	
3	Produksjonsberegning alt. 1	
4	Produksjonsberegning alt. 2	
Tegninger:		
952-01	Oversikt	M=1:1000
952-02	Ny dam og inntak alternativ 1	M= 1:100
952-03	Ny dam og inntak alternativ 2	M= 1:100

## 1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.

---

Det er sett på nytt inntak og ny dam for Rotnes kraftverk. Nytt inntak er plassert på omtrent samme sted som i eksisterende anlegg, mens dammen er trukket nedstrøms den eksisterende. Dette betyr at denne kan restaureres og beholdes som et historisk innslag, som ønsket av grunneier. Mht. det estetiske bør høyspentmasta i elveløpet fjernes. Fundamentene for denne forstyrrer også strømningsbildet foran den nye dammen. Kostnader til flytting av masta er ikke tatt med.

To alternativer for dam er vurdert;

Alt. 1      Fast overløp, lengde 36m og terskel på k.117,8

Alt. 2      Fast overløp, lengde 15 m med terskel på k.118,2 og en 0,7m høy gummiluke, lengde 20 m, for å få tilstrekkelig kapasitet ved stor flom.

Ved en dimensjonerende flom ca. 100 m<sup>3</sup>/s vil den gamle dammen gi en stuvning på ca. 0,4 m, og bør derfor vurderes fjernet.

Utbyggingskostnadene for de to damalternativene er henholdsvis 2,66 og 2,86 kr/kWh for Alt.1 og Alt.2. I forhold til produksjonsgevinsten synes Alt.2 med gummiluke å bli for dyrt. Det anbefales derfor at videre prosjektering tar utgangspunkt i en enkel overløpsdam.

## Tabell over Hoveddata:

### Hydrologi:

Nedslagsfelt	252 km <sup>2</sup>
Middelvannføring	4,54 m <sup>3</sup> /s
Dimensjonerende tilløpsflom	100 m <sup>3</sup> /s
Reguleringsmagasin	8,5 mill. m <sup>3</sup>

### Kotehøyder:

	Alt. 1	Alt. 2
--	--------	--------

Normalvannstand	117,8	118,2
Flomvannstand v/ny dam	119,1	119,1
Flomvannstand oppstr. gml. dam	119,5	119,5
Undervannstand	105,3	105,3

### Flomløp:

Overløpslengde	36 m	15 m
Lukelengde		20 m
Bunntappeluke	1,2x1,0 m	

### Rørgate:

Dimensjon	Ø 1400
Lengde	135 m

### Produksjonsdata:

Sommerproduksjon	1,18	1,22 GWh
Vinterproduksjon	<u>1,41</u>	<u>1,46 GWh</u>
Totalproduksjon	<u>2,59</u>	<u>2,68 GWh</u>
	====	=====

## 2. HYDROLOGI OG PRODUKSJON.

---

### 2.1 Hydrologi

Det er antatt at nedbørfeltet for Rotnes (252 km<sup>2</sup>) er av samme karakter som feltet for vannmerke nr.1572-0 Kråkfoss i elva Leira. Data for dette vannmerket er skalert til midlere vannføring ved Rotnes (4,54 m<sup>3</sup>/s) og varighetskurven danner grunnlaget for produksjonsberegningen. Se vedlegg 1 og 2. Total årlig vannmengde i Nitelva ved Rotnes er 143 mill.m<sup>3</sup>.

Flomfrekvensanalyse er utført med utgangspunkt i data fra vannmerke 1785-0 Strøm Sag i Nitelva for perioden 1969-83. Beregningene er usikre, men dimensjonerende flom (1000-års) er satt til 100m<sup>3</sup>/s.

Totalt reguleringsmagasin i Nitelva er 8,5 mill. m<sup>3</sup>, fordelt på følgende sjøer:

Harestuvannet	3,44 mill. m <sup>3</sup>
Skillingen	1,36 "
Fjellsjøen	0,82 "
Elvatnet	1,59 "
<u>Langvannet</u>	<u>1,33 "</u>
Total	8,54 mill. m <sup>3</sup> =====

### 2.2 Fallhøyde

Nøyaktige nivå for undervann er ikke kontrollert, men er oppgitt å være ca. k 105,3.

Ved å legge overløpsterskelen på kt.117,8 i alternativ 1 og kanalisere nedstrøms kraftstasjonen blir brutto fallhøyde ca.12,5m. Falltap i inntak, rørgate og avløpskanal vil være omkring 0,8m. Netto fallhøyde blir tilnærmet 11,7m.

I alternativ 2 økes fallhøyden med 0,4m, ved vannføringer opp til 25 m<sup>3</sup>/s, da gummiluke må åpnes.

### 2.3 Valg av turbin

Av hensyn til reguleringsevne og maksimal utnyttelse av vannet er det valgt en fullregulert kaplanturbin med slukeevne 5m<sup>3</sup>/s og effekt på omkring 500kW ved fallhøyde 12m. Det er regnet med intermitterende kjøring ved vannføring mindre enn ca.1,4 m<sup>3</sup>/s.

## 2.4 Produksjon

Varighetskurvene gir en årlig utnyttbar vannmengde på (mill.m<sup>3</sup>):

sommer		vinter		total
39,2	+	45,9	=	85,1 mill.m <sup>3</sup>

I tillegg kommer reguleringer (tot. 8,54 mill.m<sup>3</sup>). Vi har antatt en magasinoppfyllingsgrad på ca. 1,5 med følgende fordeling:

sommer		vinter		total
5,4	+	7,4	=	12,8 mill.m <sup>3</sup>

Magasinutnyttelsen kan synes høy, men erfaring viser at ved effektiv drift av små reg.anlegg i Østlandsområdet er dette mulig, såfremt det ikke ligger restriksjoner på nedtapping i sommerhalvåret. Utnyttelsesgrad vinterstid kan muligens økes til over 90%.

Den totale utnyttbare vannmengde blir dermed:

sommer		vinter		total
44,6	+	53,3	=	97,9 mill.m <sup>3</sup>

Dette gir en produksjon på:

	Alt. 1	Alt. 2
Sommer	1,18 GWh	1,22 GWh
Vinter	<u>1,41 "</u>	<u>1,46 "</u>
<u>Totalt</u>	<u>2,59 GWh</u>	<u>2,68 GWh</u>

Detaljert produksjonsberegning er vist på vedlagte kopi av regneark, vedlegg 3 og 4.

### 3. TEKNISK BESKRIVELSE.

---

#### 3.1 Eksisterende dam og inntakskonstruksjoner

Det er regnet med kostnader til å kappe føringer i flomløpene og forsterke opphengingen av lukene. De heises så langt opp som mulig for ikke å redusere kapasiteten ved store flommer. Lukene må forrigles godt.

Deler av eksisterende inntakskanal og inntak må rives for å kunne fundamentere det nye inntaket. Rester etter de gamle konstruksjonene kan legges i kanalen for så å fylles over med egnede masser slik at det dannes en liten flomvoll. Skråningen på flomvollen erosjonssikres.

Eksisterende dam vil gi en viss stuvning ved store flommer selv om lukene er hevet. Stuvningen ved 100 m<sup>3</sup>/s er beregnet til 0,4 m, noe som gir flomvannstand på k. 119,5 oppstrøms gammel dam, og k. 119,1 mellom dammene. Er denne flomvannstand akseptabel betyr det i praksis at en taper ca. 0,4 m (3,3%) på grunn av at eksisterende dam blir stående.

#### 3.2 Ny dam

##### 3.2.1 Alternativ 1: Fast overløp

For å lede vannet inn i det nye inntaket bygges en buet gravitasjonsdam. Dammen vil bestå av 6m (alt.4m) rette seksjoner. Toppen av dammen vil være formet som et overløp med god hydraulisk form. Total lengde vil være 36m, og med topp dam på kt.117,8 vil flomstigningen være akseptabel. En flom på 100 m<sup>3</sup>/s vil tilsvare en oppstrøms vannstand på kt.119,1.

Dammen fundamenteres på godt fjell ved å renske vekk løst og dårlig fjell. Det er ikke forutsatt noen fjellbolter. Hvis geologiske undersøkelser/befaringer viser oppsprukket fjell under dammen må det injiseres. Det er ikke tatt med noen kostnader for dette.

### 3.2.2 Alternativ 2: Fast overløp og gummiluke

Dette alternativet har et fast overløp på 15 m og en gummiluke på 20 m lengde og 0,7 m høyde. Løsningen gir omtrent samme flomavledning som i alternativ 1. Overløpsterskel og topp gummiluke er hevet til kt.118,2, noe som gir en økning i fall på 0,4 m i forhold til alternativet med fast overløp.

Andre alternative størrelser på gummiluka kan være aktuelt for å heve vintervannstanden ytterligere. Den valgte luka gir imidlertid gunstige vannstandsforhold ved midlere flommer. Når det er ca. 0,45 m overløp på gummiluka bør denne åpnes, og vannstanden senkes da ned til HRV.

Det er regnet med luft i gummiluka p.g.a. klimatiske og derav driftsmessige årsaker.

### 3.3 Nytt inntak

Det nye inntaket flyttes noe nedstrøms og konsentreres slik at et enkelt trebygg kan reises over varegrind med grindrensker og eventuelt inntaksluke. Inne i "lukehuset" er også spyleluke plassert. Alt utstyr for grindrensker er plassert i trebygget.

Av kostnadsårsaker er ikke luke medregnet, det anordnes derfor bjelkeføringer som kan fungere som "revisjonsluke". Rørbruddsluke eller ventil er ikke påkrevet for anlegg av denne størrelse og type. Bjelkestengselet kan derimot utføres slik at en rørbruddsluke (fallluke) senere kan monteres.

En 3m lang inntakskonus av betong fra varegrinda på 2,5m\*2,5m inn til stålrøret med Ø 1,4m gir lite falltap.

Bunntappeluke med tilstrekkelig kapasitet til å ta hele vannføringen i tørre perioder er bygd inn i inntakskonstruksjonen. Det gjør vedlikeholdsarbeider på varegrind og inntak enklere.

### 3.4 Ny rørgate

Noen detaljprosjektering av ny rørgate er ikke foretatt. Det er antatt at den eksisterende rørgata skiftes ut med stålrør med diameter 1400mm. En god del av fundamentene må erstattes av nye. Det er her antatt 10 stk. De resterende må utbedres for å bære nye rør. Lengden av den nye rørgata blir fra inntaket ned til den bestående kraftstasjonen, 135m.

### 3.5 Rehabilitering av ny kraftstasjon med nytt aggregat

Det er her tatt med kostnader til ombygging av eksisterende bygning for å kunne sette inn et nytt aggregat. Kostnadene kan derimot variere vesentlig avhengig av hvilken type aggregat som velges.

Hvis det gamle aggregatet fortsatt er brukbart etter en overhaling vil dette kanskje være en økonomisk gunstigere løsning.

### 3.6 Kanalisering

Kostnader for en utvidet avløpskanal, ca. 50m lang, ut i elva nedstrøms kraftstasjonen er tatt med.

### 3.7 Flomsikring

Den østre elvebredden nedstrøms dammen plastres med grov stein for å unngå erosjon av arealene innenfor. Forbi kraftstasjonen og langs den nedre delen av rørgata legges det opp en voll for å hindre flom inn i kraftstasjonen og graving rundt rørfundamentene. Masser til dette hentes på motsatt side i elva. De frilagte skråningene etter masseuttak i elva samt vollen må erosjonsbeskyttes med stor stein som sorteres ut av massene i elva.

4.

KOSTNADER

Kostnadsnivået er pr. nov. 1991. Enhetspriser lagt til grunn for beregningene er hentet fra tilsvarende prosjekter. En post med uforutsett er tatt med som et prosenttillegg, hhv. 7 og 10% for bygningsteknisk og maskin/elektro siden nøyaktigheten i vurderingene er forskjellig.

Investeringsavgift, planlegging og byggeledelse er tatt med. Den antatte byggetiden er 6 mnd. Utgiftene er antatt likt fordelt og finansieringsutgifter er tatt med som et prosenttillegg på 6 %.

4.1 Anleggskostnader

**BYGNINGSTEKNISKE KOSTNADER:**

	Damalt. 1	Damalt. 2
Rigg og drift	500.000	500.000
Fangdammer, veier	50.000	50.000
Dam m/sidevange	410.000	450.000
Gummiluke		550.000
Inntak m/spylekanal	390.000	390.000
Fundamenter for rørgate	110.000	110.000
Flombeskyttelse, plastring nedstrøms dam	120.000	120.000
Kanalisering	45.000	45.000
Ombygging av eksisterende kr. st.	250.000	250.000
Rehabilitering av gml. dam	<u>50.000</u>	<u>50.000</u>
Sum	1.925.000	2.515.000
Uforutsett (7%)	<u>134.750</u>	<u>176.050</u>
Sum bygningsteknisk	2.059.750	2.691.050
	=====	=====

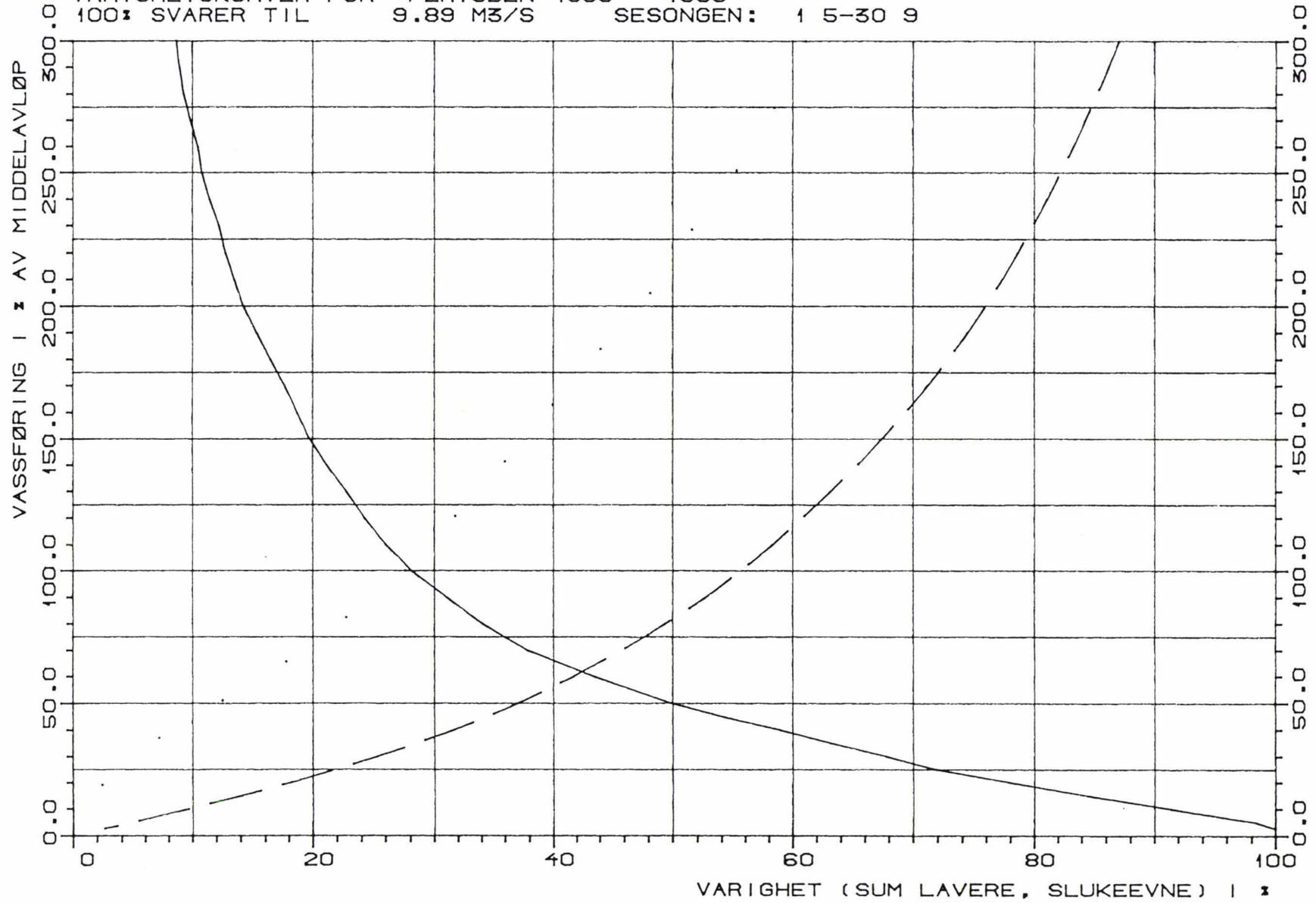
**MASKIN-/ELEKTROTEKNISKE KOSTNADER:**

Turbin/generator	2.300.000
Inntakskonstruksjoner	500.000
Rørgate	<u>513.000</u>
Sum	3.313.000
Uforutsett (10%)	<u>331.300</u>
Sum maskin/elektro	3.644.300
	=====

## 4.2 Utbyggingskostnader

	Damalt. 1	Damalt. 2
Bygningstekniske kostnader	2.059.750	2.691.050
Maskin-/elektrotekniske kostnader	<u>3.644.300</u>	<u>3.644.300</u>
Anleggskostnader	5.704.050	6.335.350
Investeringsavgift (7%)	399.284	443.475
Planlegging, byggeledelse (7%)	<u>399.284</u>	<u>443.475</u>
Sum	6.502.618	7.222.300
Finansieringsutgifter (6%)	<u>390.157</u>	<u>433.338</u>
Utbyggingskostnader	<u>6.892.775</u>	<u>7.655.638</u>
Produksjon (GWh)	2,59	2,68
Fordeling sommer/vinter (%)		46/54
Utbyggingspris (kr/kWh)	2,66	2,86

VMNR 1572 - 0 KRÅKFOSS      ÅRSMIDDEL Q= 7.92 M<sup>3</sup>/S  
 VARIGHETSKURVER FOR PERIODEN 1966 - 1990  
 100% SVARER TIL 9.89 M<sup>3</sup>/S      SESONGEN: 1 5-30 9



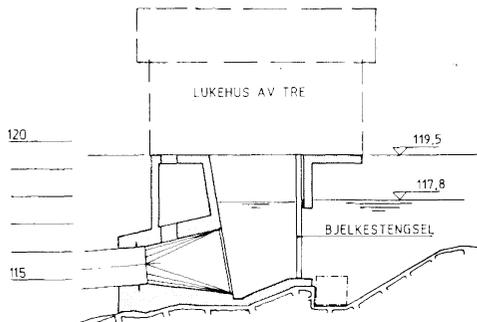
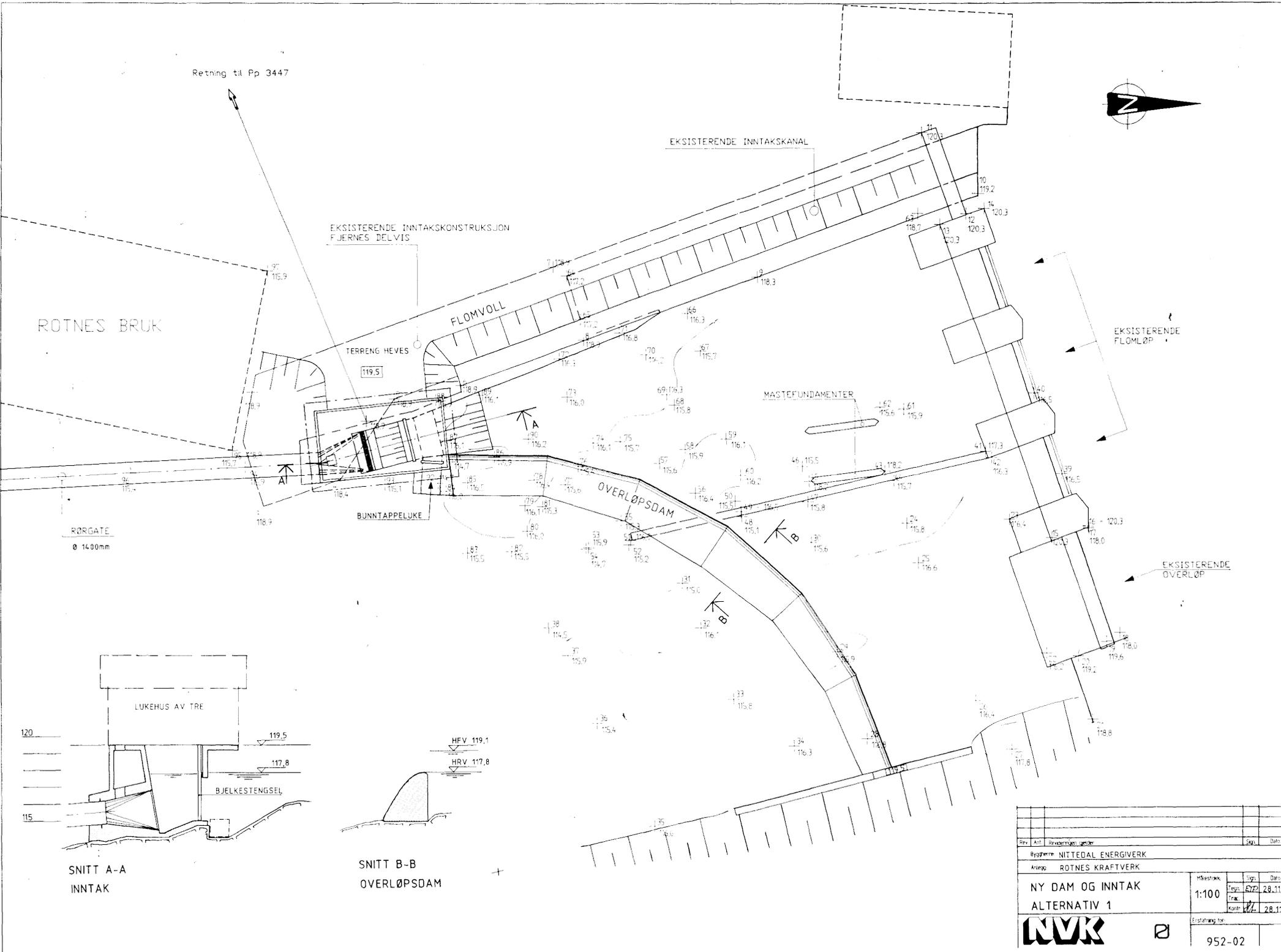




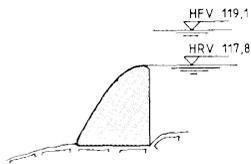




Retning til Pp 3447



SNITT A-A  
INNTAK



SNITT B-B  
OVERLØPSDAM

Rev	Ant	Revisjonen gjelder	Sig.	Dato
Byggherre: NITTEDAL ENERGIVERK				
Anlegg: ROTNES KRAFTVERK				
NY DAM OG INNTAK ALTERNATIV 1			Skala: 1:100	Opp. Dato: 28.11.92
Etablert for:			Trak. 28.11.92	
<b>LNK</b>			Ø	952-02

Retning til Pp 3447



ROTNES BRUK

EKSISTERENDE INNTAKSKONSTRUKSJON  
FJERNES DELVIS

EKSISTERENDE INNTAKSKANAL

FLOWVOLL

TERRENG HEVES  
119,5

EKSISTERENDE  
FLOMLØP

MASTEFUNDAMENTER

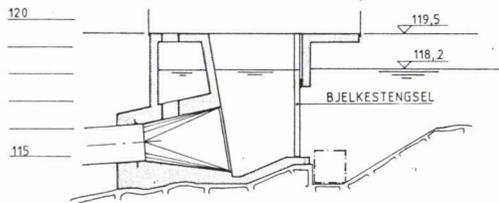
OVERLØPSDAM

BUNNTAPPELUKE

EKSISTERENDE  
OVERLØP

RØRGATE  
Ø 1400mm

LUKEHUS AV TRE



SNITT A-A  
INNTAK



SNITT B-B  
OVERLØPSDAM  
M/GUMMILUKE

Rev. Ant.	Revisjonen gjelder	Sign.	Data
Byggherre: NITTEDAL ENERGIVERK			
Anlegg: ROTNES KRAFTVERK			
NY DAM OG INNTAK ALTERNATIV 2		Målestokk: 1:100	Sign. Data Tegn: EFP 28.11.9 Trac: 28.11.9 Kontr: 28.11.9
Erstatning for:		952-03	
<b>NVK</b> NORSK VANNBYGNINGSBYRÅ A/S			