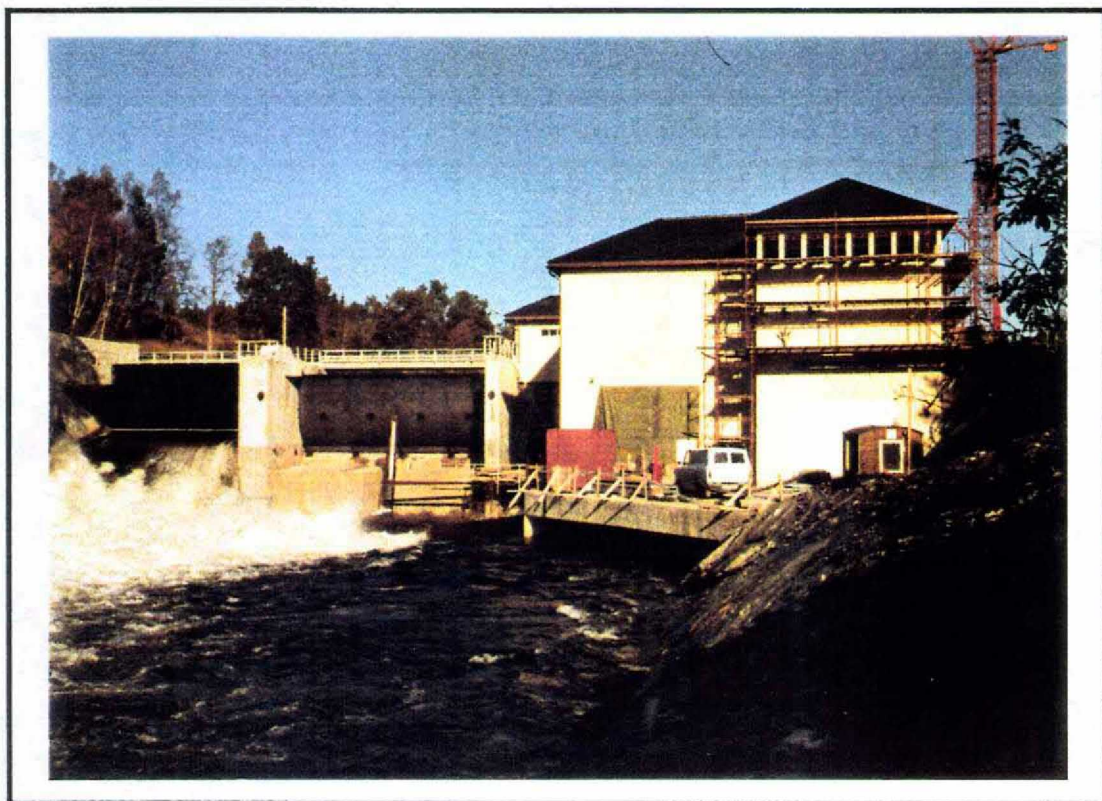




NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

OPPRUSTING OG UTVIDELSE AV VANNKRAFTVERK

Erfaringer fra gjennomførte prosjekter
Røstefossen kraftverk, Hedmark



NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIVERK

PUBLIKASJON

NR

3



NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

TITTEL Opprusting og utvidelse av vannkraftverk. Erfaringer fra gjennomførte prosjekter. Røstefossen kraftverk, Hedmark	NR 03
FORFATTER(E) /SAKSBEHANDLER(E) Ødegaard & Grøner A/S/Torodd Jensen, NVE	DATO 01.12.88
	ISBN: 82-410-0038-3 ISSN: 0802-2569

SAMMENDRAG

Rapporten inngår i en serie publikasjoner som beskriver gjennomførte opprustings-/utvidelsesprosjekter. Det er lagt vekt på å belyse spesielle problemer knyttet til konsesjonsvilkår, økonomisk vurdering av alternativer, ombygging mens det gamle kraftverket er i drift, osv. På denne måten formidles erfaring som kan komme til nytte ved framtidige prosjekter.

ABSTRACT

This report is included in a series of publications that describe knowhow on upgrading and refurbishing hydro-electric power plants. Only projects which are commissioned will be described. The reports especially emphasize on problems such as terms of concession, economic evaluation of alternatives, financing, construction while the old plant is in operation, etc. This experience will be valuable when other similar projects are planned for implementation in the future.

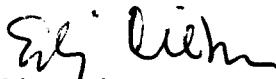
EMNEORD

Opprusting
Erfaring

SUBJECT TERMS

Upgrading
Experience

ANSVARLIG UNDERSKRIFT


Erling Diesen
Generaldirektør

NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIVERK

OPPRUSTNING/UTVIDELSER

RØSTEFOSSEN KRAFTVERK

O.NR 3569

NOV. 1988

INNHALDSFORTEGNELSE

1.	EKSISTERENDE KRAFTVERK.....	2
1.1	Forhistorien.....	2
1.2	Generell beskrivelse av gammelt anlegg.....	2
2.	HVORFOR OMBYGGING.....	2
3.	NYTT KRAFTVERK.....	2
3.1	Beskrivelse av valgt alternativ.....	2
3.2	Andre alternativer.....	4
3.3	Begrunnelse for valget.....	4
3.3.1	Miljøsiden.....	4
3.3.2	Økonomi/investering/finansiering.....	4
3.3.3	Kraftbehov i forsyningsområdet.....	4
3.4	Problemer i planfasen.....	4
4.	UTBYGGINGSFASEN.....	4
4.1	Teknisk opplegg for anleggsdriften.....	4
4.2	Organisatorisk opplegg for anleggsdriften.....	5
4.3	Drift av kraftverket i anleggsperioden.....	5
4.4	Bruk av bestående anlegg.....	5
4.5	Landskapsbildet.....	5
5.	FINANSIERING/ORGANISATORISKE SPØRSMÅL.....	5
5.1	Samarbeid med andre kraftverk.....	5
5.2	Beskrivelse av finansieringsavtale.....	6
6.	VURDERING AV SLUTTRRESULTAT.....	6

BILAGSFORTEGNELSE

Bilag 1A-	Tegn. nr 3387-1001 Røstefossen kraftverk. Oversiktstegning. Dat. 17.01.86.
Bilag 1B-	Tegn. nr 3095-120 Røstefossen kraftverk. Dam innmålt april 1981. Dat. 20.07.81.
Bilag 2A-	Tegn. nr 3387-2001 Røstefossen kraftverk. Kraftverk.Plan kt +8 og snitt. Dat. 05.02.86.
Bilag 2B-	Tegn. nr 3387-3001. Røstefossen kraftverk. Ny dam. Oppriss og snitt. Dat. 11.02.86.
Bilag 3 -	Kostnadsoverslag.
Bilag 4 -	Brosjyre bl.a. med liste over entreprenører, leveran- dører og rådgivere.
Bilag 5A,B,C -	Fotos.

1. EKSISTERENDE KRAFTVERK

1.1. Forhistorien

Det første aggregatet i Røstefossen kraftstasjon ble satt i drift i 1913. Det ble supplert med et tilsvarende aggregat i 1916. I 1970 ble kraftstasjonen påbygget og et nytt aggregat ble installert.

1.2. Generell beskrivelse av gammelt anlegg

Røstefossen kraftverk ligger i Glomma ca 1 mil sør for Røros og eies av Røros Everk A/S. Det er et elvekraftverk bestående av en 30 meter lang dam og kraftstasjon. Den gamle dammen var en massivdam med nåleoverløp. Kraftstasjonen var bygget i betong. De eldste turbinene var 2 stk Francis tvillingturbiner plassert i kum, mens den neste var en rørturbin. Generatorene var luftkjølte synkrongeneratorer.

Hoveddata er listet opp under pkt 3.1.

Det gamle anlegget er vist i bilag 1.

2. HVORFOR OMBYGGING

På grunn av dammens dårlige forfatning (ustabil) og vanskelige driftsforhold (is, nåler) måtte den uansett ombygges. Dette var også et ønske fra Damtilsynet, NVE. Spørsmålet var da om ombygging av den eldste delen av kraftverket skulle utføres samtidig. De eldste aggregatene fra 1913-16 var generelt i dårlig forfatning og var vanskelige å operere (innfasing vha. 4" boks). I tillegg var slukeevnen liten og virkningsgraden lav. Fallhøyden kunne også økes noe.

Regnestykket i pkt 3.1 viste at en ombygging var forsvarlig.

3. NYTT KRAFTVERK

3.1. Beskrivelse av valgt alternativ

Den nye dammen og kraftverket er vist i bilag 2.

Ny massivdam ble bygget med 1 segmentluke (4,6 m . 13,5 m) og 1 klappluke (4,6 m . 13,5 m).

Stasjonen med de to eldste aggregatene ble revet og erstattet med en ny stasjon hvor en ny Kaplanturbin ble installert sammen med en ny generator.

Elveløpet ble rensket oppstrøms og senket nedstrøms. Kraften leveres rett inn på eksisterende 20 kV nett som før.

Hoveddata for det gamle og det nye anlegget er vist i tabell nedenunder der også konsekvensene av en utbygging av Øvre Glomma er tatt med. Se også vedlagte brosjyre.

		Før opprusting/ utvidelse	Etter opprusting/ utvidelse	Etter opprusting/ utvidelse
		Aggregat 1913/16&1970	Aggregat 1970&1987	+ Ø.Glomma 1970&1987
Nedbørfelt	km2	1790	1790	1790
Tilsig	mill.m3/år	1177	1177	1177
Magasin	mill.m3	215	215	394
Brutto fallhøyde	m	8,7	9,2	9,2
Installasjon	MW	0,4 1,5	1,5 3,5	1,5 3,5
Slukeevne	m3/s	6 19	19 40	19 40
Median produksjon				
Vinter	GWh	5,8	9,7	13,5
Sommer	GWh	4,9	10,5	8,4
Sum	GWh	10,7	20,2	21,9
Prod.verdi *)	mill.kr	24,6	54,3	63,5
Utbygg.kostn. (1985)	mill.kr	10,4	35,7**)	35,7**)
Prod.verdi minus utbygg.kostn.	mill.kr	14,2	18,6	27,8

*) Produksjonsberegningene er utført med programmet SIMPRO. Vinterpris 26,3 øre/kWh, sommerpris 15 øre/kWh. Restlevetid for de eldste aggregatene 8 år. 25 år for det neste og 40 år for det nyeste. 7% rente er benyttet.

**) Endelig utbyggingskostnad ble 37,4 mill.kr. Mer detaljert kostnadsoverslag er vist i bilag 3.

3.2. Andre alternativer

Turbinstørrelse samt alternative turbintyper ble vurdert.

3.3. Begrunnelse for valget

3.3.1. Miljøsiden

Bortsett fra at hele anlegget ble vesentlig forskjønnert, innebar utvidelsen ingen miljømessige endringer.

3.3.2 Økonomi/investering/finansiering

Som nevnt under pkt 1.2 var den generelle tilstand dårlig. I tillegg ga den økonomiske beregningen lønnsom investering.

3.3.3 Kraftbehov i forsyningsområdet

Tilleggskraften er kjærkommen i Røros Everks forsyningsområde og øker egendekningsgraden.

3.4. Problemer i planfasen

Det var ingen problemer av betydning i planfasen hverken på eier- eller miljøsidan.

Problemen besto i en utrolig sen saksbehandling i E-direktoratet vedrørende elektrisk konsesjon. Dispensasjon ble gitt, men elektrisk konsesjon er pr okt. 1988 ennå ikke gitt.

4. UTBYGGINGSFASEN

En oversikt over entreprenører, leverandører og rådgivere er vist i brosjyre, bilag 4.

4.1. Teknisk opplegg for anleggsdriften

Utbyggingen ble utført av en liten lokal entreprenør, som ble valgt pga. laveste pris. Anleggets begrensede størrelse og utstrekning

gjorde at bruk av flere entreprenører var uaktuelt. Dette innebar en beskjeden rigg. Betongen ble hentet fra Røros. Siden utbyggingen foregikk midt i byggeboomen, hadde entreprenøren problemer med bemanningen slik at fremdriftsplanen ikke holdt. Den nye kraftstasjonstomta ble hugget ut med pigghammer slik at en unngikk sprengning. Dette var svært viktig med tanke på eksisterende stasjon vegg i vegg.

4.2. Organisatorisk opplegg for anleggsdriften

Byggherren valgte et rådgivende ingeniørfirma til prosjektledelse og byggeteknisk planlegging. Elektrosiden ble for det meste dekket av byggherren. Maskinteknisk konsulent var engasjert i tillegg til VVS-konsulent og arkitekt.

Byggherren tok selv byggeledelsen med jevnlig bistand fra prosjektledelsen.

4.3. Drift av kraftverket i anleggsperioden

Dammen og den eldste kraftstasjonen ble revet umiddelbart etter byggestart. Aggregatet fra 1970 sto mens ny dam ble bygget. Da dammen var ferdig, ble det mulig å holde aggregatet i drift ved hjelp av fangdammer opp- og nedstrøms.

4.4. Bruk av bestående anlegg

Av eksisterende anlegg ble bunntappelukene bevart sammen med kraftstasjonen fra 1970.

4.5. Landskapsbildet

I byggeperioden ble det kun beskjedne inngrep i landskapet. Utbyggingen totalt medførte at området fikk en betydelig anslaktsløfting både når det gjelder bygninger og landskap.

5. FINANSIERING/ORGANISATORISKE SPØRSMÅL

5.1. Samarbeid med andre elverk

Prosjektet ble utført uten samarbeide med andre elverk.

5.2. Beskrivelse av finansieringsavtale

Lånet ble tatt opp i bank og forsikringsselskap:

Mill.kr	Avdrags- frihet år	Avdrags- tid år	Rente
21	0	30	13,55 (fast i 10 år)
5	5	20	15,5

Resterende ble finansiert av Røros Everk.

6. VURDERING AV SLUTTRRESULTAT

Se fotos, bilag 5.

Sluttresultatet ble noe rimeligere enn forventet.
Kvalitetsmessig og utseendemessig ble resultatet meget bra.

En leverandør burde imidlertid vært valgt på elektrosiden for å unngå unødig diskusjon om ansvarsforhold. Dette fordi det har vist seg å være visse problemer med sammenkoplingen mellom de forskjellige elektriske komponenter.

Trondheim, 23.11.88.TGj.

LUFTSIDE

PLAN ↑

LUKERUS

+740
▽

+652
▽

P4

P3

P2

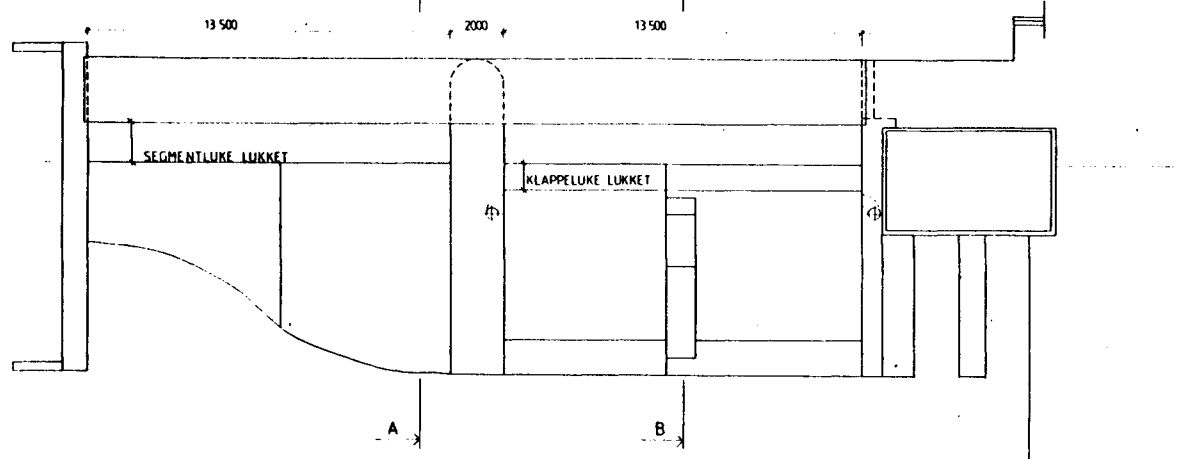
P1

EMIL SPUNT
KONFER FOTO

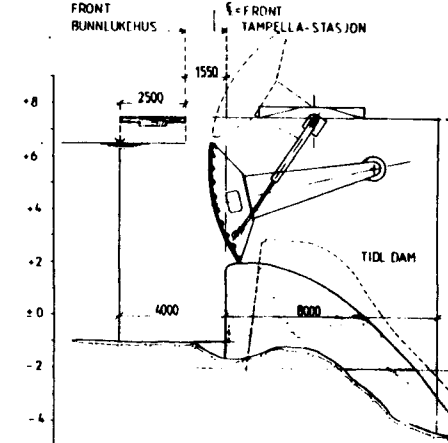
OPPRISS VANNSIDE

FUN KRISSEMESSIG INNMÅLING MED STOR
1/100000 LUKTSKED
KONFERER BILDER TATT 23.4.81

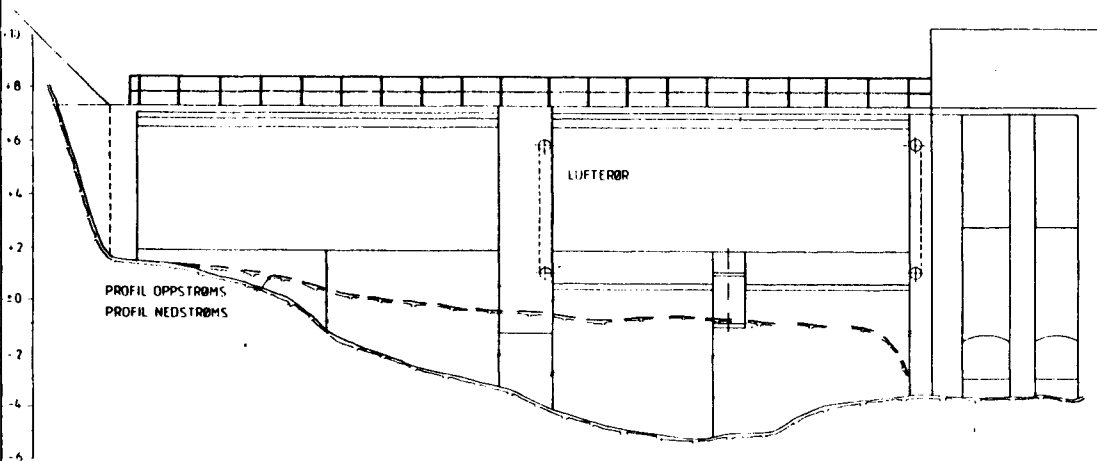
PRO	TEKNIKKEN GJELDER	SKALA	BLAD	DA
RØROS ELEKTRISITETSVK	RØSTEFOSSEN KRAFTVERK	1:50	120	20.7
DAM INNMÅLT APRIL 1981	INNMÅLING FOR	3095 - 120		
BESLAGS & GJØRTEKNIKK		DRUPPLASSER		
BESLAGS & GJØRTEKNIKK		29/11/81		



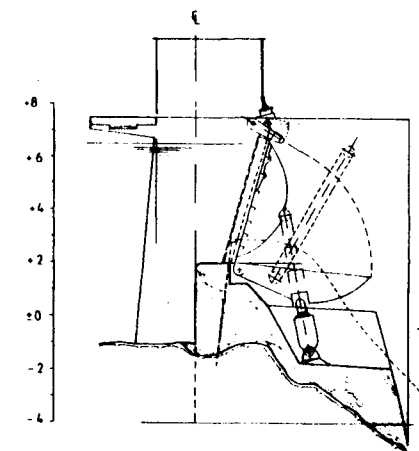
PLAN
1:100



SNITT A-A
1:100



OPPRISS (SETT FRA NEDSTRØMS SIDE)
1:100



SNITT B-B
1:100

ANBUDSTEGNING

M 1:100 0 5 10 m

PROJ.	REV.	PROJEKTANT	SKALA	BL. NR.	BL. ANT.
RØROS E VERK			1:100	1	102
RØSTEFOSSEN KRAFTVERK					
NY DAM					
PLAN, OPPRISS OG SNITT					
				3387	— 3001

EDGAARD & ØRNER
BYGGTEKNIKK OG BYGGKONSTRUKSJON
KONTOR: 1100 OSLO, TELEFON: 21 11 11

NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIVERK

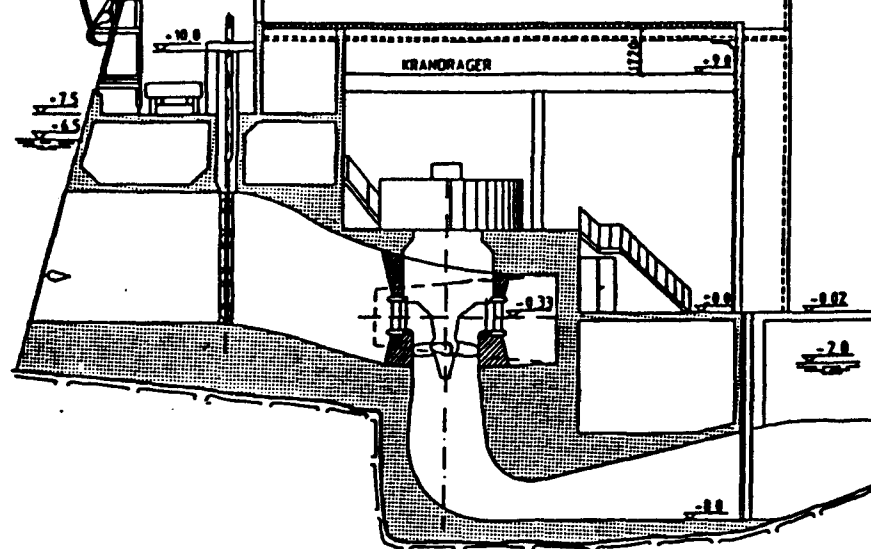
OPPRUSTNING/UTVIDELSE RØSTEFOSSEN KRAFTVERK

KOSTNADSOVERSLAG

	Kostnads- overslag mill.kr	Reelle kostnader mill.kr
Reguleringsanlegg	7,40 1)	5,78
Kraftstasjon, bygn.messig	5,90	7,48 2)
Kraftstasjon, maskinelt	(	6,26 3)
Kraftstasjon, elektro	(10,65	8,86 3)
Diverse, uforutsett	3,30	0,88 4)
Investeringsavgift	3,05	2,92
Planlegging, administrasjon	3,20	2,92
Finansiering	2,20	2,30 5)
Sum overslag 1985	35,70	
Prisstigning 1985-1987	6,50	
Utbyggingskostnad (1987) 6)	42,20	37,40

- 1) Forutsatt 2 stk klappeluker.
- 2) Aggregatet senket.
- 3) Omløpstall minsket fra 200 til 187,5 °/min.
- 4) Ingen uforutsette hendelser av betydning oppsto.
- 5) En kalkulert kostnad. Røros Everk har lånt vare 2/3 av kostnaden.
- 6) Regnet til tyngdepunktet i utbyggingen.

RØSTEFOSSEN KRAFTVERK



SNITT-KRAFTSTASJON

FIRMAER SOM DELTAR I UTBYGGINGEN

KONSULENTER

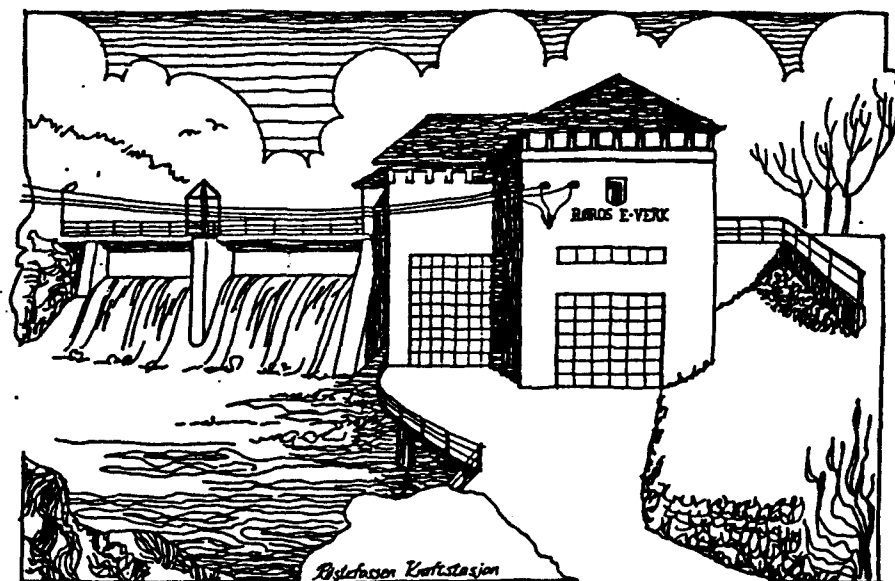
Ødegaard & Grøner as	Prosjektledelse, byggeteknikk
Nybro-Bjerck A/S	Luker, grinder, turbin
Prof. Westgaard	Generator
Lien og Risan A/S	Arkitekt
Gaute Flatheim A/S	VVS

HOVEDENTREPRENØR BYGNINGSTEKNISKE ANLEGG

Johan Kjellmark A/S

LEVERANDØRER

Hafslund Hydropower	Turbin
NEBB	Generator
A/S National Industri	Transformator
Hato mek. verksted	Flømluker, inntaksluke
Kvarner Brug A/S	Varegrinder
Kone A/S	Maskinsalkran
	Apparatanlegg



ØDEGAARD & GRØNER as

RØSTEFOSSEN KRAFTVERK

Røstefossen kraftverk består av to kraftstasjoner som er sammenbygd med en inntaksdam på tvers av Glåma.

Den eldste kraftstasjonen inneholdt to aggregater fra 1913 og 1916.

Hele stasjonen er revet og det bygges en ny kraftstasjon med en kaplanturbin på 3,5 MW, ny generator, inntaksluke og varegrind.

I 1970 ble det bygd en ny kraftstasjon ved den østre bredden med en rør-turbin-type Tampella på 1,5 MW.

Denne stasjonen påbygges en etasje og nytt inntak på vannsiden.

Resten av anlegget bestod av et bunnløp og en ca 30 m lang massiv overløpsdam med nålestengsler.

Bunnløpet beholdes mens dammen rives. Det påbygges en ny dam med en klappeluke nærmest dypløpet og en segmentluke nærmest venstre landkar.

HOVEDDATA RØSTEFOSSEN KRAFTVERK

TILLØPSDATA

Nedbørfelt	km ²	1790
Midl. tilløp inkl. flomtap	m ¹¹¹ .m ³	1177
Magasin	m ¹¹¹ .m ³	215

STASJONSDATA

		Kaplan	Tampella
Midl. brutto fallhøyde	m	9,2	9,2
Midl. energiekivalent	kWh/m ³	0,0213	0,0165
Inst. v/midl. fallhøyde	MW	3,5	1,5
Slukeevne v/midl. fallhøyde	m ³ /s	40	19
Brukstid	timer	4040	

PRODUKSJON

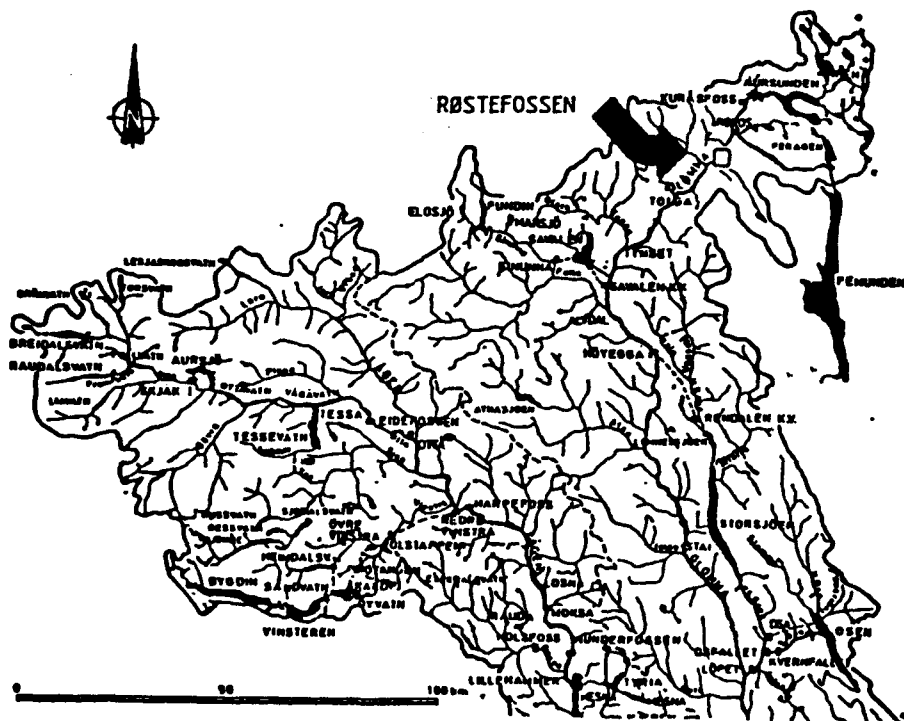
Median vinterproduksjon	GWh	9,7
Median sommerproduksjon	GWh	10,5
Median produksjon	GWh	20,2

UTBYGGINGSKOSTNAD

Ombygging av eksist. inntak og ny stasjon	m ¹¹¹ .kr	31,4
Dam med luker	m ¹¹¹ .kr	11,7
Totalt	m ¹¹¹ .kr	43,1
Byggetid	ca år	1

Kostnadene inkluderer lønns- og prisstigning samt 13% rente i byggetiden.

Ferdigstillelse mai 1987.

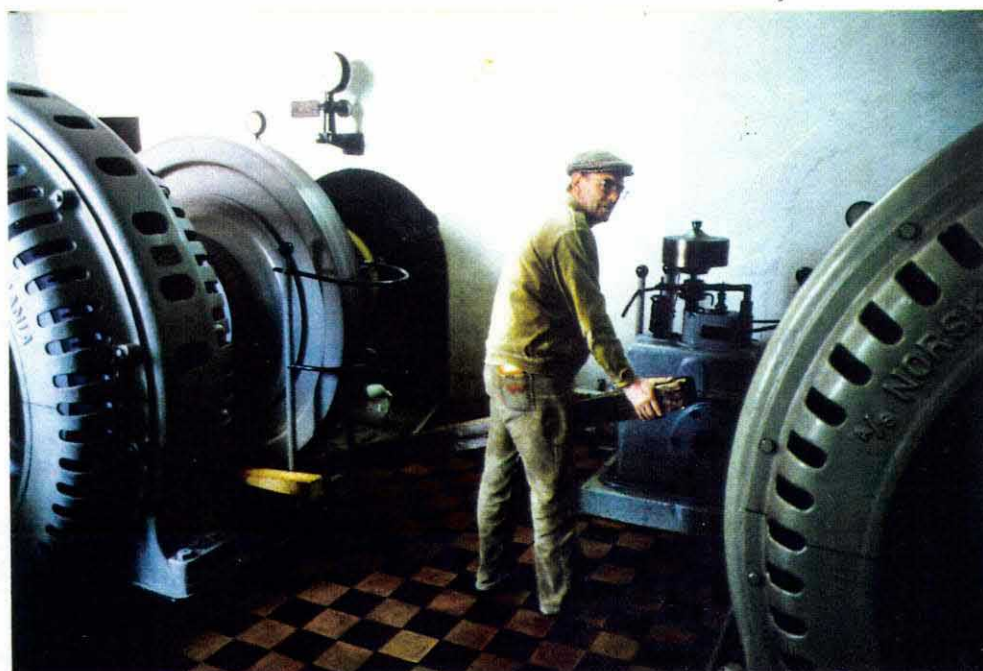


RØSTEFOSSEN KRAFTVERK FØR OMBYGGING/UTBYGGING



Kraftverket sett fra nedstrøms side

Fra venstre nåleoverløp, bunntappelukker, stasjon fra 1913/16
og stasjon fra 1970



E-verksjef Rymoen under innfasing av gammelt anlegg.

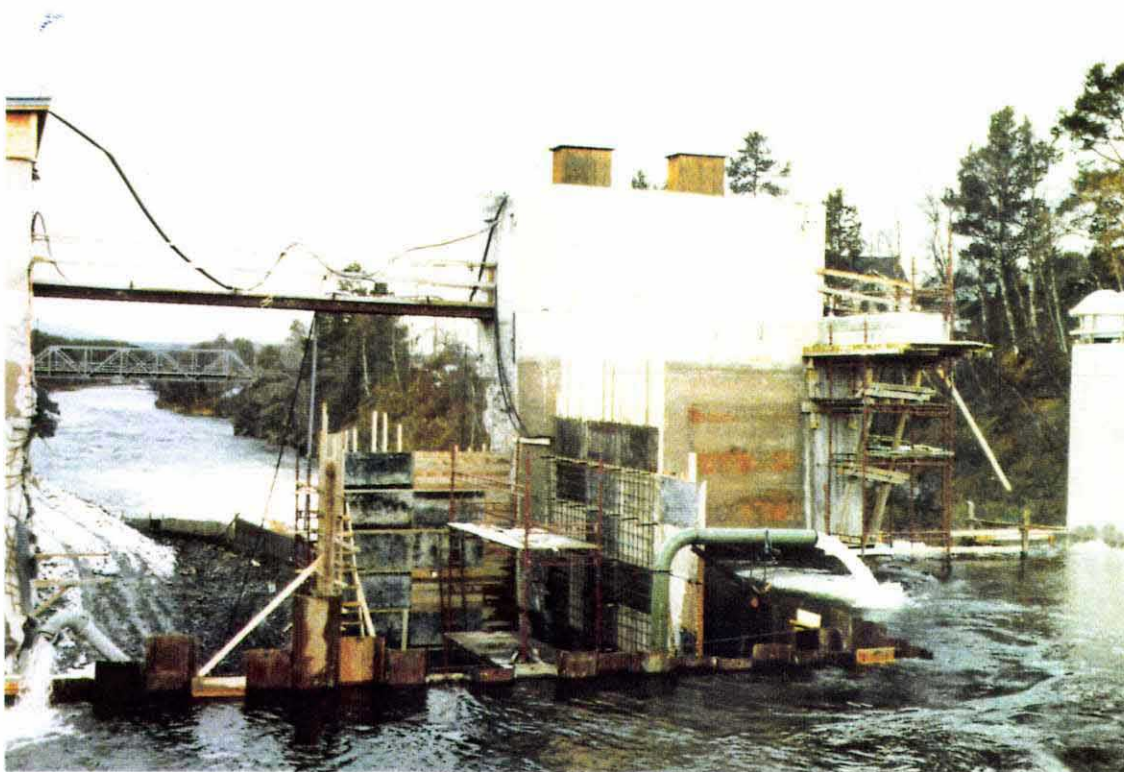
RØSTEFOSSEN KRAFTVERK UNDER OMBYGGING



Anlegget sett fra nedstrøms side.

Bunntappelukene i midten og stasjonen fra 1970 til høyre bevares.

Flomløp gjennom byggegropa mens dammen bygges.



Anlegget sett fra oppstrøms side.

Forskaling av nystasjonen.

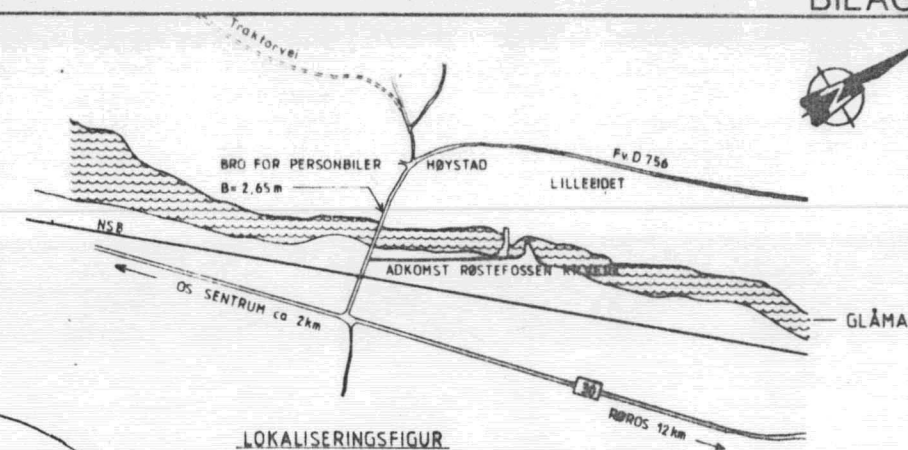
RØSTEFOSSEN KRAFTVERK FERDIG ANLEGG



Anlegget sett fra nedstrøms side.

Fra venstre: ny segmentluke, ny klappeluke, ny stasjon og stasjon fra 1970 med nyrøstet tak.

Turbintromme i betong.



ADKOMST TAMPELLASTASJON KOTE 0,0

ADKOMST BETJENINGSROM CA KOTE 6,5

RESTER AV
GAMMEL ADKOMST

SMIE

BRASSE

GJERDE MOT NSB

RIGGOMRÅDE

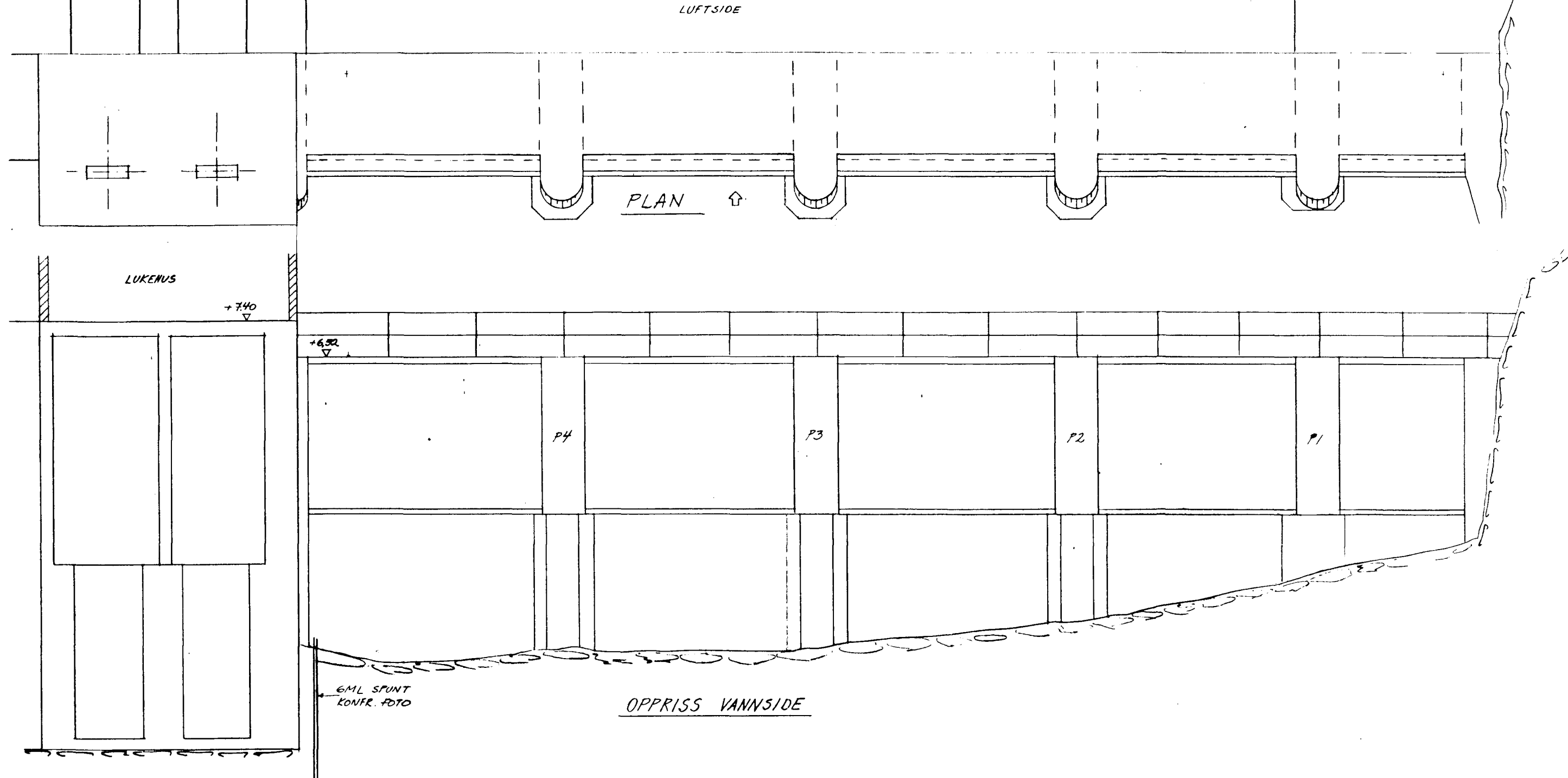
NSB

ANBUDSTEGNINGRØROS E VERK
RØSTEFOSSEN KRAFTVERKMÅLSTOKK
1:200
TEGN
df
KONT
KPR

OVERSIKTSTEGNING

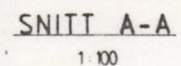
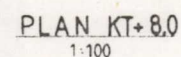
ARKIV NR
ERSTATN FOR
TEGNING NR
3387 — 1001

SØRENSEN & GRØNER AS
 MNF RÅDGIVENDE INGENIØRER I BYGGETEKNISK MNF
 NORØYE GT 8 POSTBOKS 231 7001 TRONDHEIM TLF 07 52 10 30

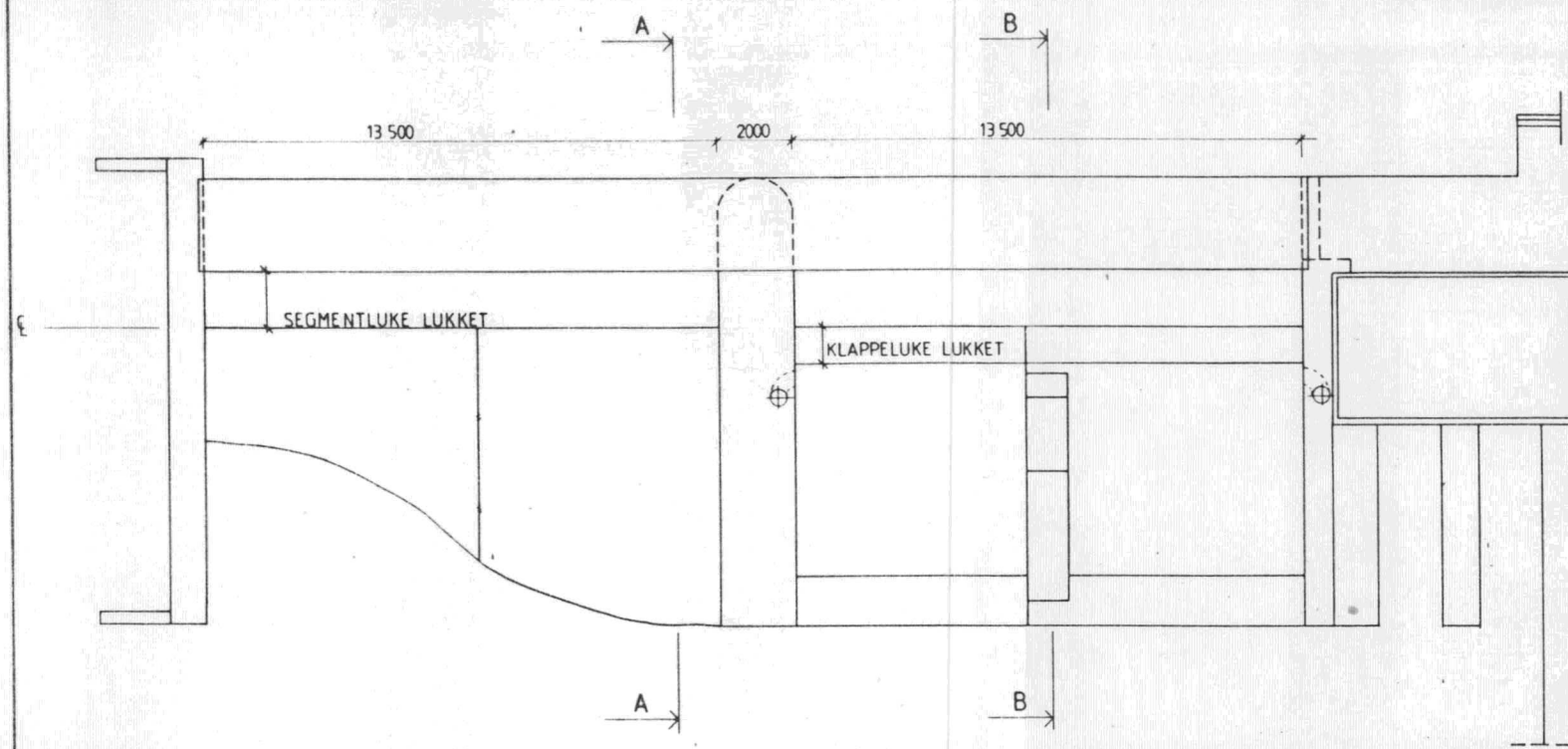


FUN SKISSEMESSIG INNMÅLING MED STOR
LINJE, AUT. NIVÅUTLESER
KONFERER BILDER TATT 23.4.81

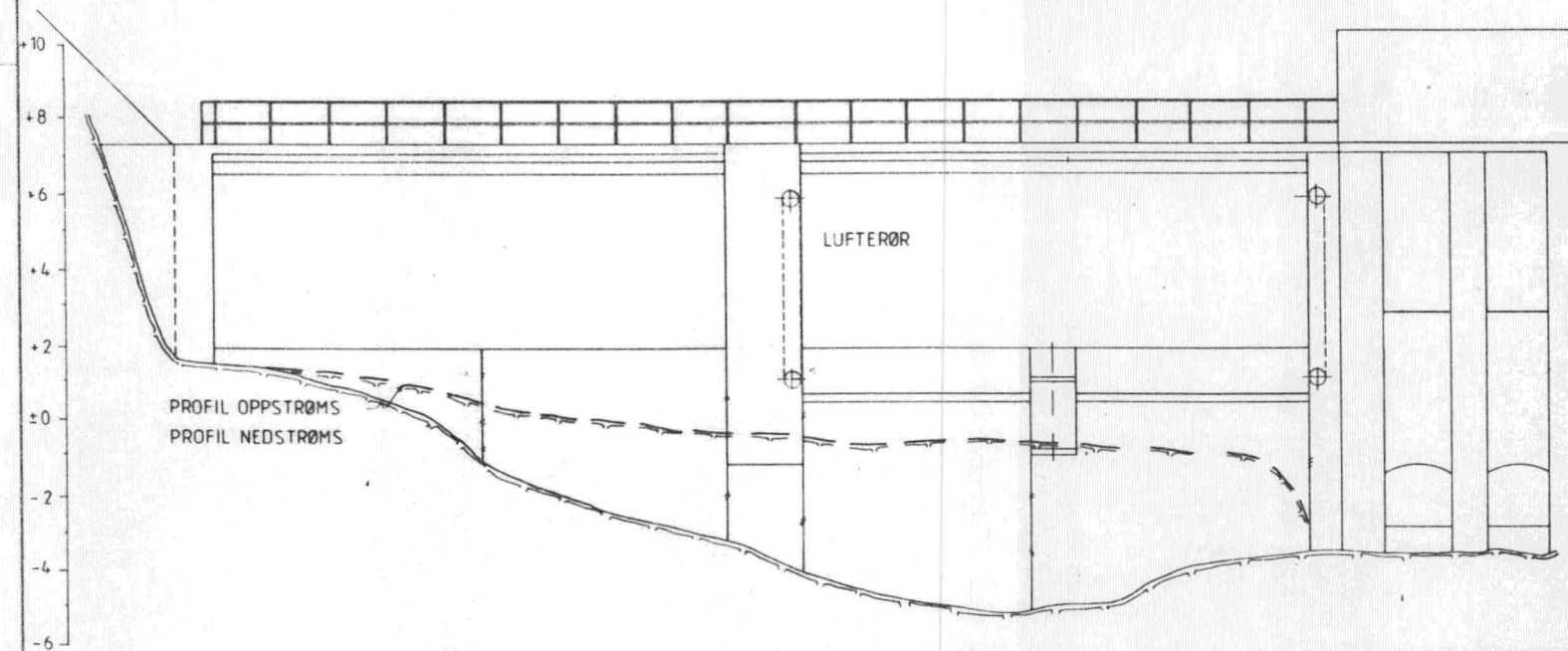
END	ENDRINGEN KJELDER	SIGN	DATE
RØROS ELEKTRISITETSVK	MALETTID	TEGN	TH 20.7.81
RØSTEFOSSEN KRAFTVERK	1:50	KTR	
DAM INNMÅLT APRIL 1981	ERSTATNING FOR	TEGN NR	3095 - 120
BOGAARD & ØRNER AS TELEFON		SKUFF/PLASS NR	29/46
ÅRSBEREKNINGEN I 1981		MØRRE 61 8 - POSTS 81 -	



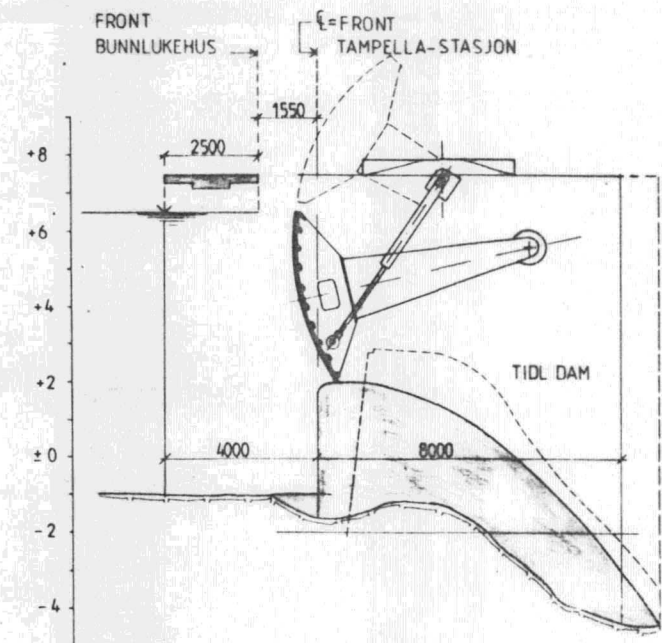
ENDR	ANT	ENDRINGEN KJELDER	SIGN	DATE
RØROS E. VERK RØSTEFOSSEN KRAFTVERK			MÅLESTOKK	TEGN LT 05020
			1 100	
			KONTROL	
KRAFTVERK PLAN KT-8,0 OG SNITT			ARKIV NR.	
			ERSTATN FOR	
			TEGNING NR.	3387 — 2001
 SDEGAARD & ØRNER as 				
MRIF RADGIVENDE INGENIØRER I BYGGETEKNIK MRIF NORDRE GT. 8. POSTBOKS 331, 2001 TRONDHEIM, T.F. 02 82 10 10.				



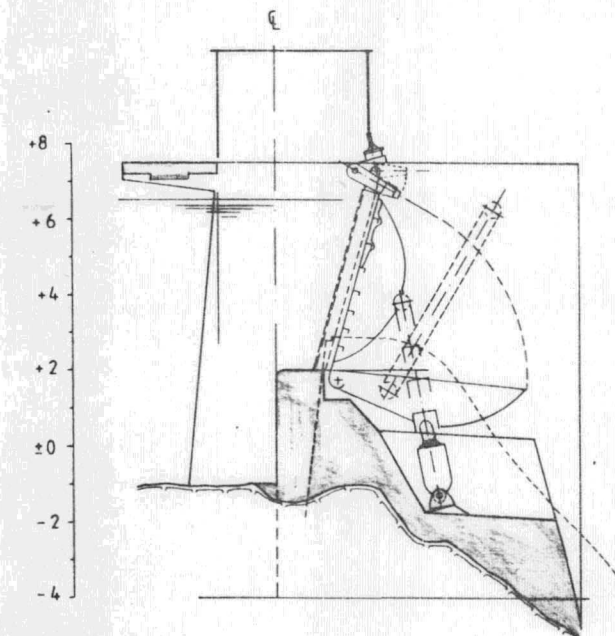
PLAN
1:100



OPPRISS (SETT FRA NEDSTRØMS SIDE)
1:100



SNITT A-A
1:100



SNITT B-B
1:100

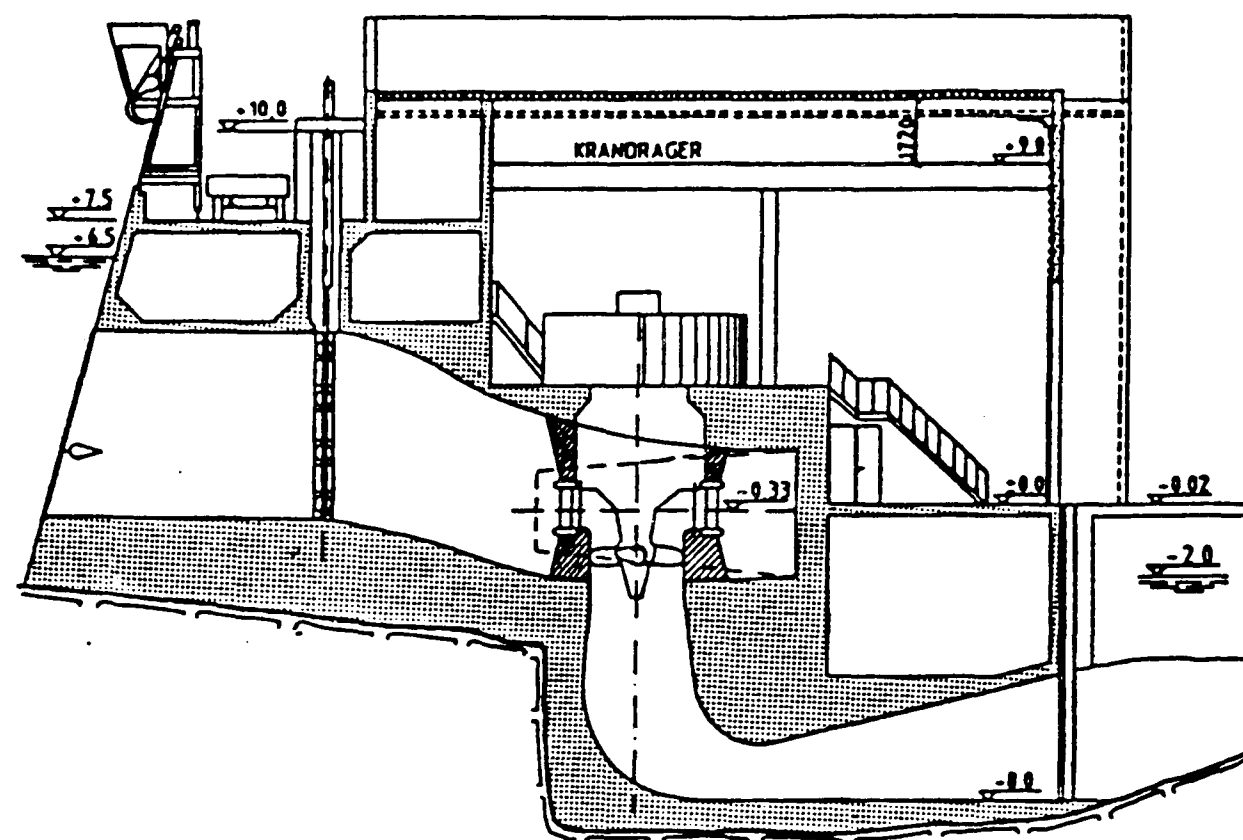
ANBUDSTEGNING

M 1:100 0 5 10 m

ENDR	ANT	ENDRINGEN GJELDER	SIGN	DATE	
RØROS E. VERK RØSTEFOSSEN KRAFTVERK			MÅLSTOKK	TEGN LT KONTN	110286
			1: 100	KFR EDA	14.02.86
			ARKIV NR		
			ERSTATN FOR		
NY DAM PLAN,OPPRISS OG SNITT			TEGNING NR	3387 — 3001	
 ØDEGAARD & ØRNER as  MRIF RÅDGIVENDE INGENIØRER I BYGGTEKNIKK MRIF NORØRE 01 8 RØSTBOKS 331 7001 TRONDHEIM TLF 07 52 10 30					

RØROS E-VERK

RØSTEFOSSEN KRAFTVERK



SNITT-KRAFTSTASJON

FIRMAER SOM DELTAR I UTBYGGINGEN

KONSULENTER

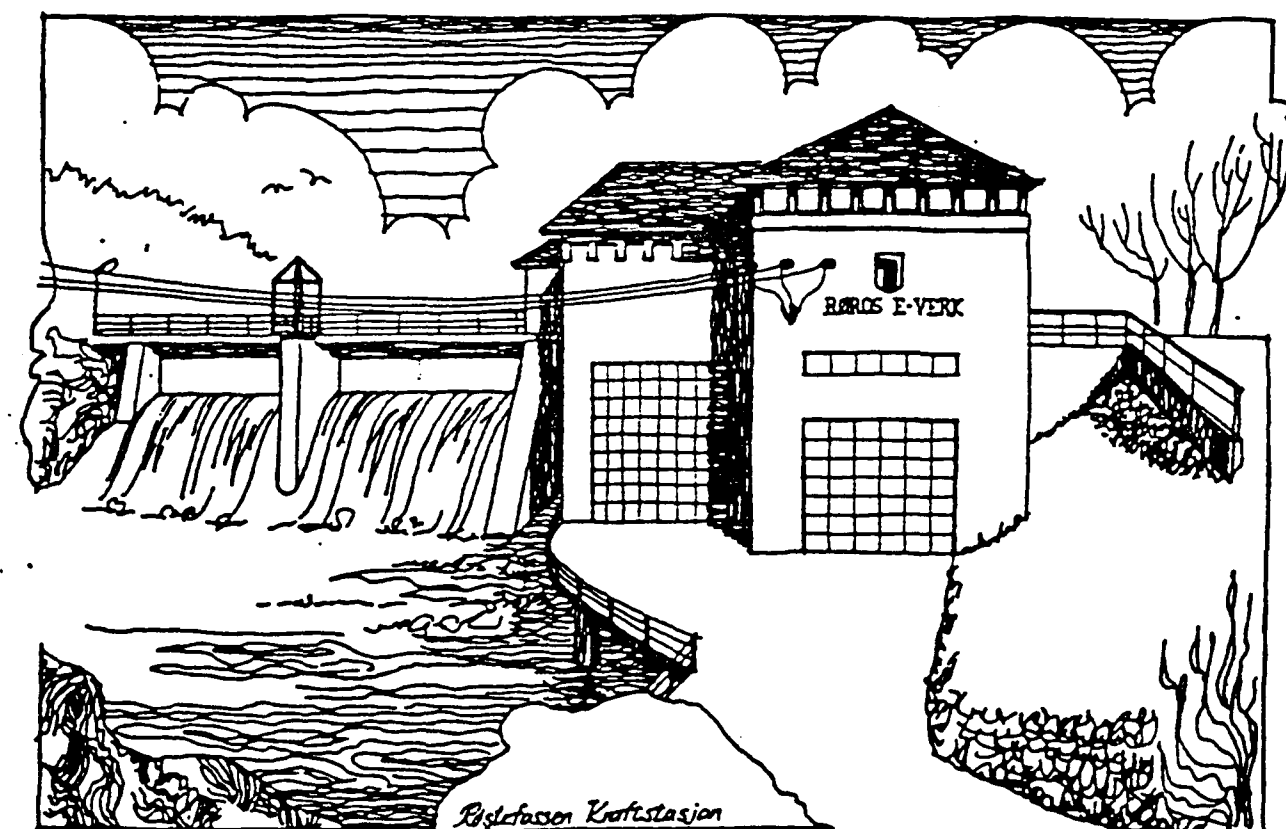
Ødegaard & Grøner as	Prosjektledelse, byggeteknikk
Nybro-Bjerck A/S	Luker, grinder, turbin
Prof. Westgaard	Generator
Lien og Risan A/S	Arkitekt
Gaute Flatheim A/S	VVS

HOVEDENTREPRENØR BYGNINGSTEKNISKE ANLEGG

Johan Kjellmark A/S

LEVERANDØRER

Hafslund Hydropower	Turbin
NEBB	Generator
A/S National Industri	Transformator
Hato mek. verksted	Flomluker, inntaksluke
Kværner Brug A/S	Varegrinder
Kone A/S	Maskinsalkran
	Apparatanlegg



ØDEGAARD & GRØNER as

RØSTEFOSSEN KRAFTVERK

Røstefossen kraftverk består av to kraftstasjoner som er sammenbygd med en inntaksdam på tvers av Glåma.

Den eldste kraftstasjonen inneholdt to aggregater fra 1913 og 1916.

Hele stasjonen er revet og det bygges en ny kraftstasjon med en kaplanturbin på 3,5 MW, ny generator, inntaksluke og varegrind.

I 1970 ble det bygd en ny kraftstasjon ved den østre bredden med en rør-turbin-type Tampella på 1,5 MW.

Denne stasjonen påbygges en etasje og nytt inntak på vannsiden.

Resten av anlegget bestod av et bunnløp og en ca 30 m lang massiv overløpsdam med nålestengsler.

Bunnløpet beholdes mens dammen rives. Det påbygges en ny dam med en klappe-luke nærmest dypløpet og en segmentluke nærmest venstre landkar.

HOVEDDATA RØSTEFOSSEN KRAFTVERK

TILLØPSDATA

Nedbørfelt	km ²	1790
Midl. tilløp inkl. flømtap	mill.m ³	1177
Magasin	mill.m ³	215

STASJONSDATA

		Kaplan	Tampella
Midl. brutto fallhøyde	m	9,2	9,2
Midl. energiekivalent	kWh/m ³	0,0213	0,0165
Inst. v/midl. fallhøyde	MW	3,5	1,5
Slukeevne v/midl. fallhøyde	m ³ /s	40	19
Brukstid	timer	4040	

PRODUKSJON

Median vinterproduksjon	GWh	9,7
Median sommerproduksjon	GWh	10,5
Median produksjon	GWh	20,2

UTBYGGINGSKOSTNAD

Ombygging av eksist. inntak og ny stasjon	mill.kr	31,4
Dam med luker	mill.kr	11,7
Totalt	mill.kr	43,1
Byggetid	ca år	1

Kostnadene inkluderer lønns- og prisstigning samt 13% rente i byggetiden.

Ferdigstillelse mai 1987.

