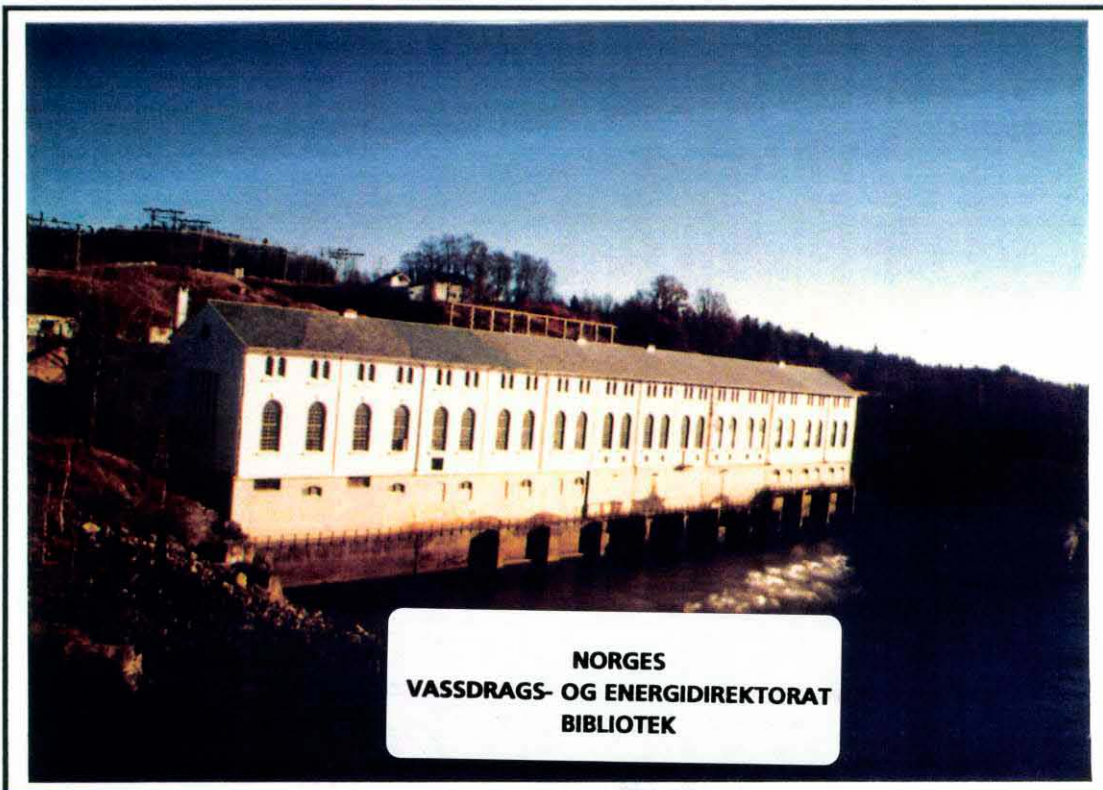




NVE  
NORGES VASSDRAGS-  
OG ENERGIVERK

## OPPRUSTING OG UTVIDELSE AV VANNKRAFTVERK

Erfaringer fra gjennomførte prosjekter  
Kykkelsrud kraftverk, Østfold



NORGES  
VASSDRAGS- OG ENERGIDIREKTORAT  
BIBLIOTEK

NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIVERK

**PUBLIKASJON**

**NR**

**5**



NVE  
NORGES VASSDRAGS-  
OG ENERGIVERK

TITTEL OPPRUSTING OG UTVIDELSE AV VANNKRAFTVERK. ERFARINGER FRA GJENNOMFØRTE PROSJEKTER. KYKKELSRUD KRAFTVERK, ØSTFOLD.	NR 05
FORFATTER(E) /SAKSBEHANDLER(E) Hafslund Engineering/Hallvard Stensby, NVE	DATO 22.05.90
	ISBN 82-410-0086-3 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 den 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

**HAFSLUND NYCOMED - KRAFTDIVISJONEN**

**KYKKELSRUD KRAFTVERK**

**OPPRUSTNING KOMBINERT MED DELSVIS NEDBYGGING AV KRAFTSTASJON**

Kykkelsrud kraftverk ligger i Glomma ca. 12 km nedstrøms utløpet av Øyern. Kraftverket eies i sin helhet av Hafslund Nycomed AS.

Utbygging av Kykkelsrud kraftverk ble igangsatt i 1900, og anlegget ble planlagt for installasjon av 13 aggregater med samlet ytelse 33 MW. Første byggetrinn ble utført i perioden 1903 - 1906 og omfattet inntak i Glomma ved Haltorpøy, ca. 1 km lang tilløpskanal, inntaksbasseng for samlet planlagt utbygging samt stasjonsbygning tilpasset en utrustning med 4 vertikale aggregater og samlet ytelse 8.8 MW. Ytterligere 5 nye aggregater ble suksessivt installert i utvidet kraftstasjonsbygg i perioden 1908 - 1913 i takt med økende kraftsalgsmarked.

I 1937 ble ytterligere et nytt aggregat på ca. 7 MW installert samtidig som de to aggregater fra 1903 ble erstattet med to nye noe større aggregater på samme oppstillingsplass.

I 1946 fikk stasjonen sin siste utvidelse med 2 nye aggregater hver på ca. 7 MW.

Kykkelsrud kraftverk var etter fullført utbygging utstyrt med 12 vertikale Francisaggregater med samlet effekt 56 MW og korresponderende maksimal slukeevne 410 m<sup>3</sup>/s utnyttet i et maksimalt brutto fall på ca. 19,5 m. Samlet felt til Kykkelsrud utgjør ca. 40.400 km<sup>2</sup>. Kraftverket deltar i reguleringsanlegg tilhørende Glommen og Laagens Brukseierforening. Samlet magasinvolym utgjør ca. 3 570 Mill. m<sup>3</sup>, midlere årsavløp ca. 21 500 Mm<sup>3</sup>. Vassdraget ved Kykkelsrud har regulert vannføring ca. 464 m<sup>3</sup>/s. Alminnelig lavvann-føring utgjør ca. 115 m<sup>3</sup>/s og "normal" flomvannføring ca. 3 000 m<sup>3</sup>/s. MPF er beregnet til 5 300 m<sup>3</sup>/s.

Kykkelsrud kraftstasjon hadde følgende utrustning etter ferdigstillelse 1948:

12	11	10	09	08	04	03	Nr.	02	01	05	06	07	Ø
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	— S
-48	-48	-37	-13	-13	-06	-06	ÅR	-38	-38	-07	-10	-12	V

Trinn 4	Trinn 3	Trinn 1	Trinn 2
1948	1912-37	1903-06	1908-12

Opprinnelig aggregat 01 og 02 fra 1903 er som vist utskiftet med nye aggregater på samme oppstillingsplass i 1938.

I 1964 ble fellesanlegget Kykkelsrud Fossumfoss (FKF) utbygget med 2 Kaplanaggregater hver på 55 MW. I forbindelse med utbyggingen ble vannstanden hevet til 27 m, og samlet slukeevne på FKF (Sameie Kykkelsrud A/S og Oslo Lysverker) utgjorde 480 m<sup>3</sup>/s. Etter denne utbyggingen ble Kykkelsrud kraftstasjon i det vesentligste kjørt i sommerperioden - og det ble etablert luke og energidreper mellom FKF's inntaksmagasin og inntaksbasseng Kykkelsrud kraftstasjon. I 1983 ble ytterligere ett nytt aggregat på 80 MW installert i FKF, og slukeevnen i denne stasjon dermed øket til 840 m<sup>3</sup>/s. Kykkelsrud Kraftverk fikk heretter status som flomkraftverk. Siden stasjonen ikke var i drift i vinterperioden fra november til april, ble Kykkelsrud inntaksbasseng tappet tomt hver vintersesong for å unngå istrykk på bassengmuren.

Den nye driftssituasjonen for Kykkelsrud førte til økende lekkasjer gjennom såvel bassengmur som fjellfundament. I perioden 1965 - 1980 ble det utført tettningsarbeider med henholdsvis plastbelegg, delvis omstøping av betong og

injeksjon av bassengmur (damkropp).

I 1988 ble igjen lekkasjer og sprekker i betongkonstruksjoner påvist og etter gjennomført grundig tilstandskontroll ble besluttet gjennomført en delvis opprustning av anlegget slik at aggregatene 10 - 11 og 12 skulle sikres fortsatt drift, men resten av stasjonen skulle nedlegges.

Opprustningen omfattet følgende arbeider:

Etablering av sperredam i inntaksbasseng umiddelbart nedstrøms for aggregat nr. 10. Omstøping av alle våte betongflater på bassengmur og inntakskonstruksjoner. Etablering av drens-skjerm foran damtå kombinert med spylbar dremskanal. På grunn av risiko for at lukene mot FKF's inntaksbasseng teoretisk kunne få forsinket avstengning i forhold til full stopp i Kykkelsruds produksjon ved linjefeil, måtte sperredammen utføres med overløp samtidig som det måtte drives en kort avløpstunnel under det opprinnelige overløp for gamle basseng.

I henhold til budsjett fordeler omkostningene seg som følger:

Bygningsteknikk	8.0 Mkr
Elektrotekniske arbeider	10.1 "
Div. maskintekn. arbeider	1.6 "
Adm. og planlegging	<u>3.0 "</u>
	22.7 M.kr
Inv. avg.	<u>2.3 "</u>
Sum ex. renter i byggetid	25.0 M.kr
	=====

Ombygging/nedbygging av Kykkelsrud kraftstasjon medfører at midlere årsproduksjon er blitt redusert fra 57 GWh/år til 26 GWh/år. Stasjonen er automatisert, men aggregatene må fases inn manuelt. Stasjonen er ubetjent, men har dagvakt sammen med FKF.

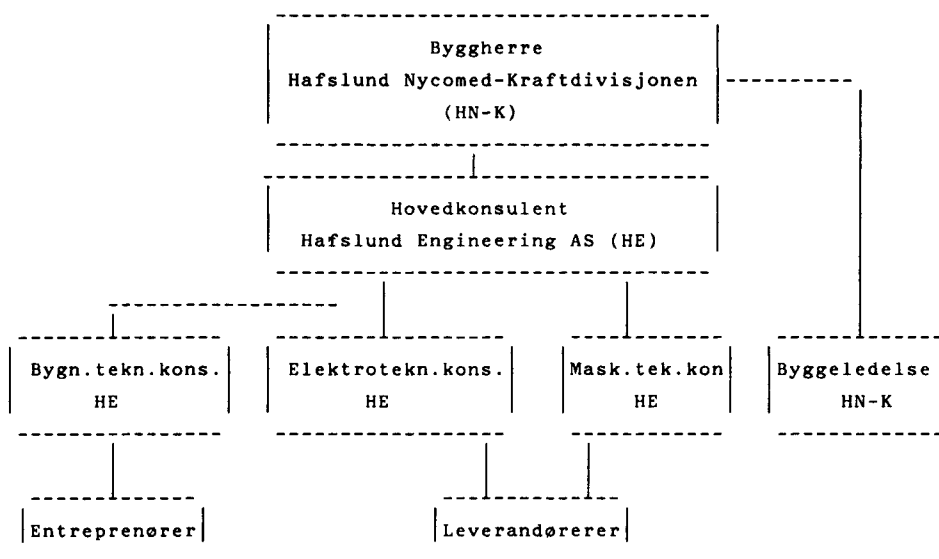
Den gjennomførte ombygging av anlegget ble vurdert mot alternativene full nedlegging av hele stasjonen eller bygging av ny stasjon med fallhøyde korresponderende til FKF's installasjon (FKF 4).

Vurdert over en produksjonsperiode på 15 år var delvis nedbygging av anlegget som ovenfor beskrevet den ombyggingsform som gav best økonomisk resultat.

Det oppsto ingen problemer i planfasen.

Det tekniske opplegg for anleggesdriften ble vurdert sammen med den bygningstekniske entreprenør som på denne tid var engasjert av kraftdivisjonen for ombygging av lukene på Vamma.

Arbeidet ble organisert etter følgende opplegg:

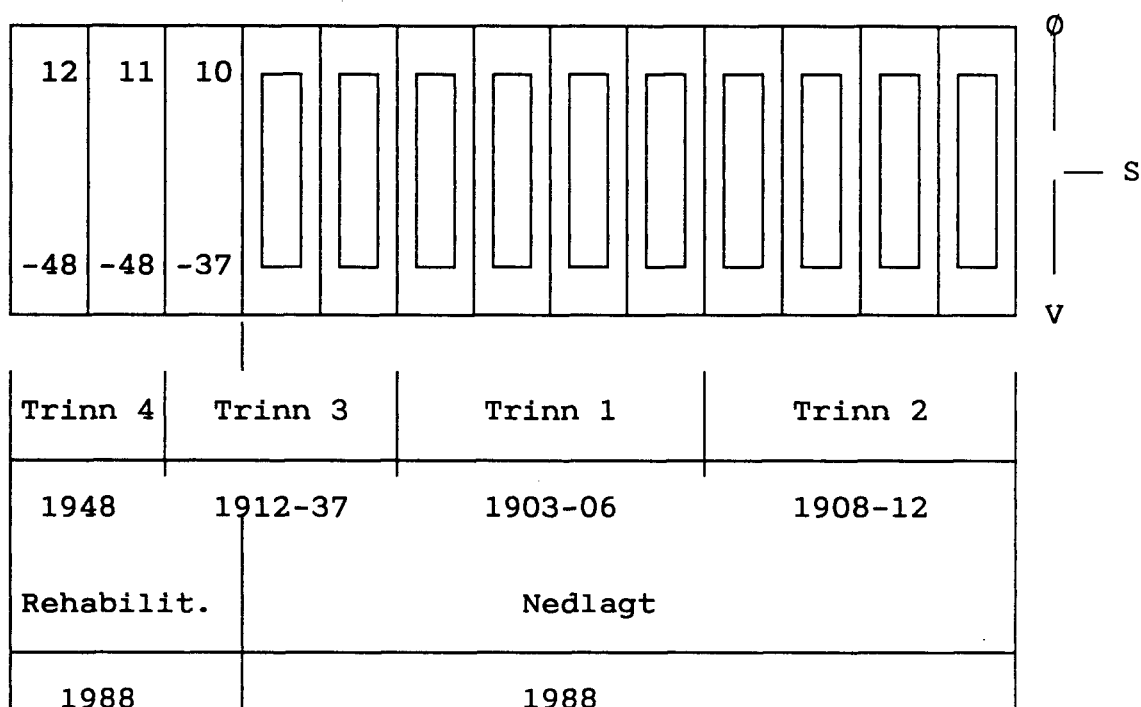


Kykkelsrud kraftverk måtte avstilles i anleggsperioden fra april 1988 til april 1989.

Som det fremgår av ovenforstående, ble alle gamle hoved-

komponenter i den gjenværende del av stasjonen beholdt ):  
bassengmur og inntak, turbinrør, turbiner og generatorer. Det  
ble imidlertid innsatt nye varegrinder i alle tre inntak,  
koblingsanlegget ble delvis fornyet og helt nytt kontroll-  
anlegg montert.

Etter ombyggingen har Kykkelsrud kraftstasjon følgende  
utrustning:



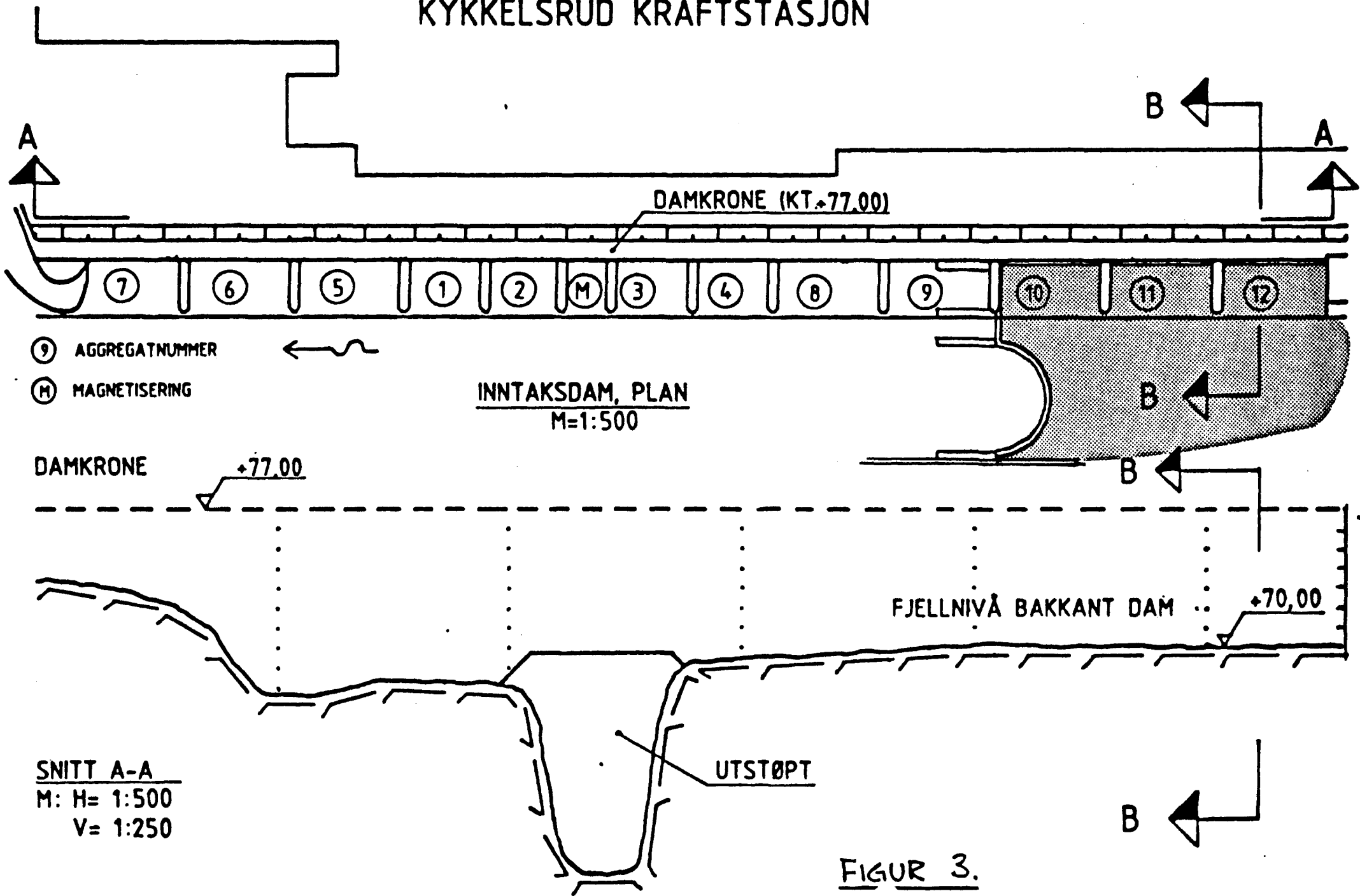
Finansiering av utbyggingen ble foretatt over Hafslund  
Nycomed-Kraftdivisjonens investeringsbudsjett.

Den gjennomførte ombyggingen gir lønnsom drift for den del av  
stasjonen som ikke er teknisk foreldet. Ombyggingen medførte  
en nedlegging av 61% av effekten med tilsvarende 55%  
reduksjon av produsert energi. Parallellarbeide mellom  
ombygging Kykkelsrud og ombygging Vamma luker bidro til  
reduserte riggomkostninger for bygningstekniske arbeider.

(kloed)ask-kykkelsrud



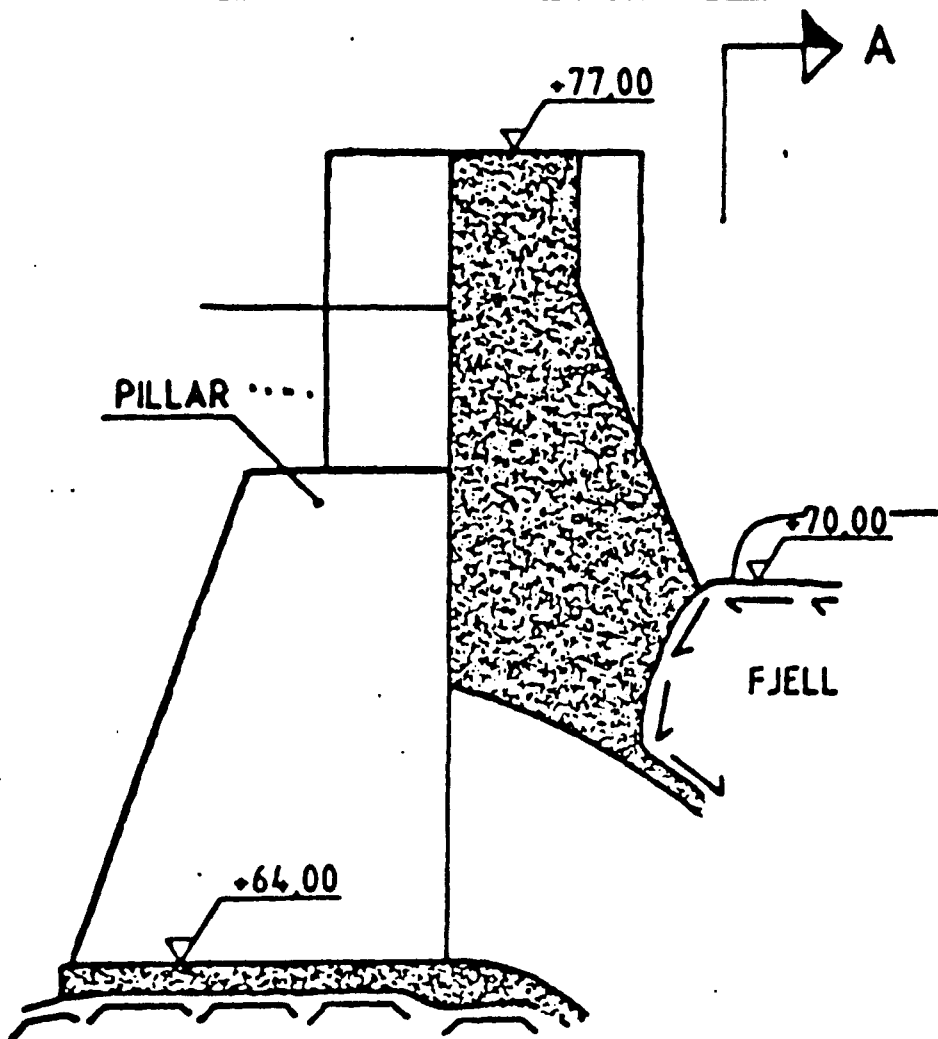
# KYKKELSRUD KRAFTSTASJON



FIGUR 3.

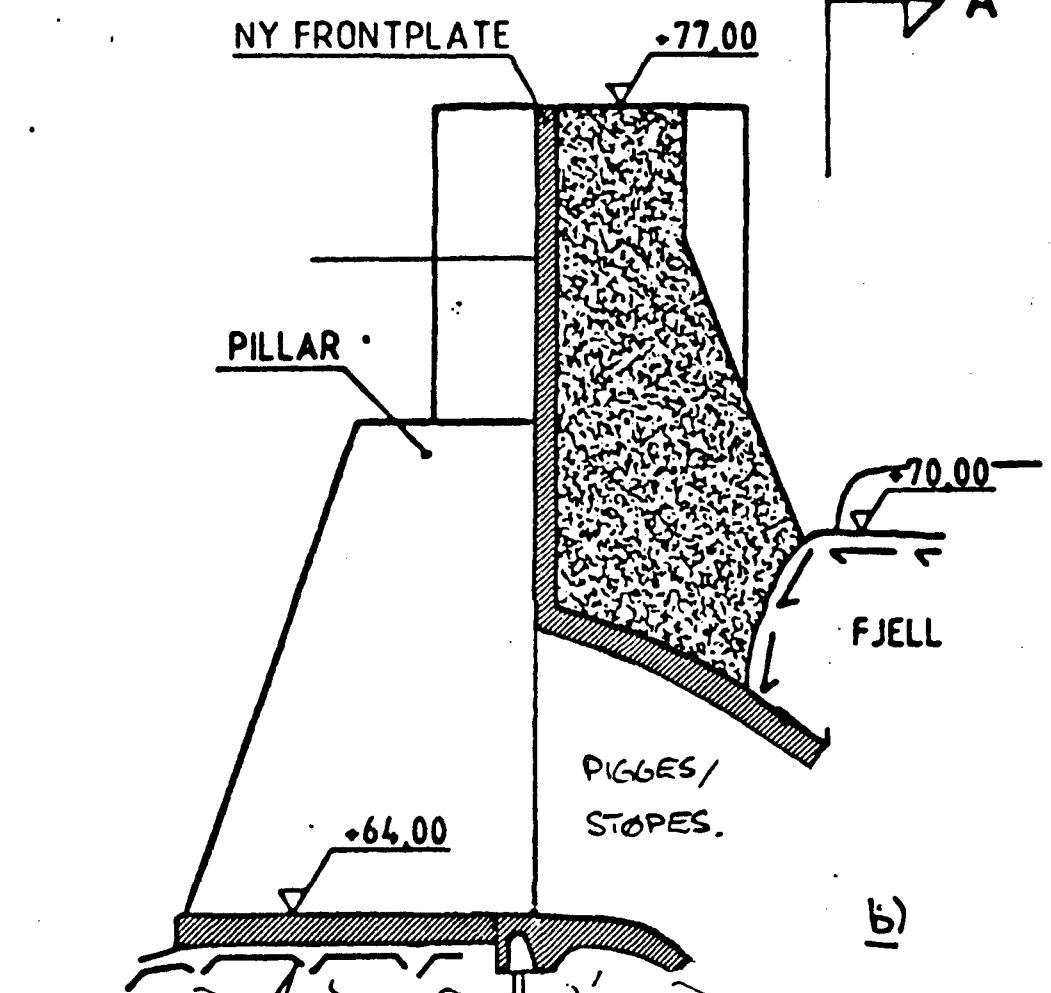
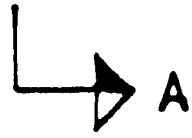
FOR REHABILITERING

ETTER REHABILITERING



SNITT B-B  
M=1:125

a)

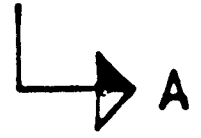


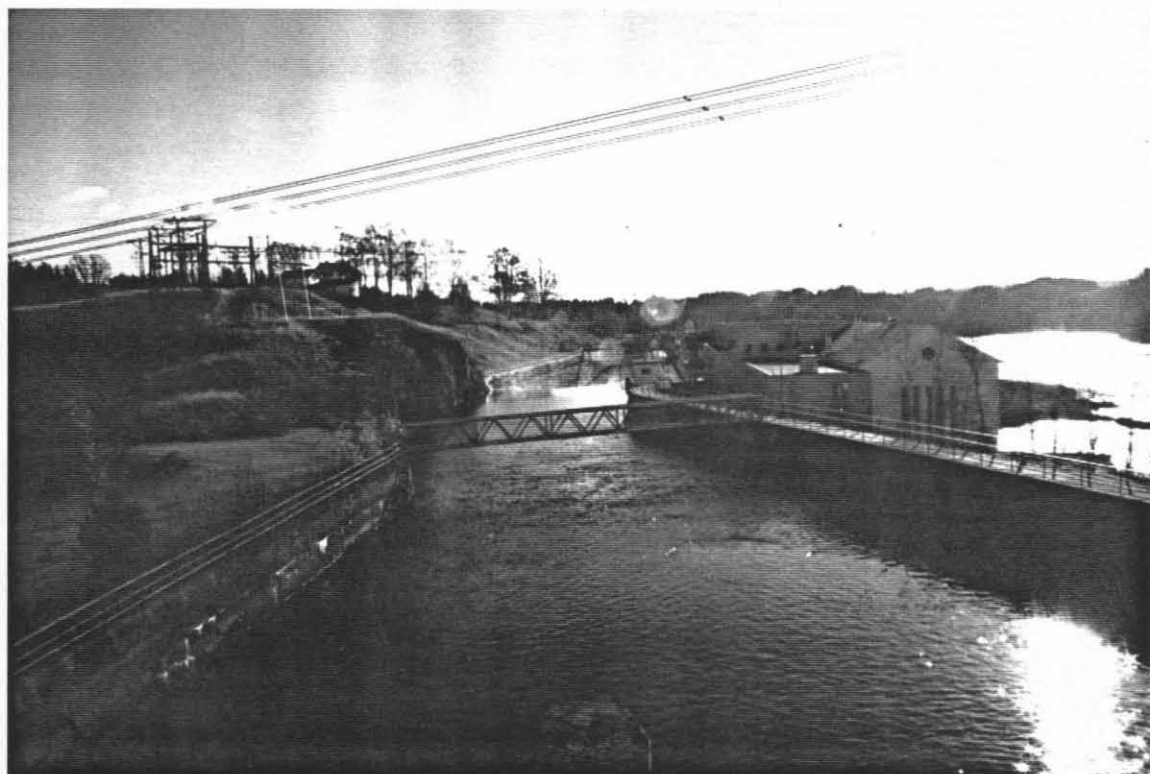
INJEKSJ.  
SNITT B-B  
M=1:125  
FIGUR 2

SNITT B-B  
M=1:125

DRENSHULL

b)





Inntakskanal Kykkelsrud kraftverk



Sperredam under utførelse



Sperredam inntakskanal



Nedhugging av gammel inntakskonstruksjon