NVE
NORGES VASSDRAGS
OG ENERGIVERK

PUBLIKASJON

OPPRUSTING OG UTVIDELSE AV VANNKRAFTVERK

Erfaringer fra gjennomførte prosjekter

Rakkestadelva, Østfold

- Haugaard kraftstasjon
- Buer kraftstasjon
- Gabestad kraftstasjon
- Brekke kraftstasjon

NORGES
VASSDRAGS- OG ENERGIDIREKTORAT
BIBLIOTEK

NR 8

NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIVERK

NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

TITTEL OPPRUSTING OG UTVIDELSE AV VANNKRAFTVERK. ERFARINGER FRA GJENNOMFØRTE PROSJEKTER. RAKKESTADELVA, ØSTFOLD.	NR 08
FORFATTER(E) /SAKSBEHANDLER(E) Hernes Prosjektering A/S/Marit Flood, NVE	DATO 22.05.90
	ISBN 82-410-0090-1 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

NORGES
VASSDRAGS- OG ENERGIDIREKTORAT
BIBLIOTEK

Kontoradresse: Middelthunsgate 29
Postadresse: Postboks 5091, Maj.
0301 Oslo 3

Telefon: (02) 95 95 95
Telex: 79 397 NVEO N
Telefax: (02) 95 90 00

Bankgiro: 0629.05.75026
Postgiro: 5 05 20 55

RAKKESTADELVA I ØSTFOLD
MODERNE UTNYTTELSE

-HAUGAARD KRAFTSTASJON

-BUER KRAFTSTASJON

-GABESTAD KRAFTSTASJON

-BREKKE KRAFTSTASJON

Utført:
Januar 1990

FORORD

Denne beretning er skrevet av sivilingeniør Sten Hernes, som har vært involvert i utbyggingen av Rakkestadelva i hele den omtalte perioden, først som ansatt i Ing. A.B.Berdal frem til søknad om konsesjon.

Utbyggingen med Haugaard og Buer startet opp i 1984 med Flygt Pumper A/S, som totalleverandører, der Aker Entreprenør A/S hadde ansvar for alle bygningsmessige arbeider. Ferdigstillelsen av Haugaard og Buer, og byggingen av Gabestad og Brekke ble utført av de samme utbyggere, med Hernes Prosjektering A/S som rådgivende ingeniører. Beretningen er skrevet i løpet av 1989.

Hernes Prosjektering A/S, 12.01.90.

S. Hernes

INNHOLDSFORTEGNELSE

1.0		GENERELT	s. 3
	1.1	Orientering	s. 3
	1.2	Forhistorie	s. 4
2.0		NVE - PRØVEPROSJEKT	s. 5
	2.1	Generelt	s. 5
	2.2	Organisasjonsforhold	s. 6
	2.3	Forundersøkelser	s. 6
	2.4	Interesseområder, definisjoner	s. 7
	2.5	De første tekniske utredninger	s. 8
	2.6	Søknad om tillatelse, bilag	s.10
	2.6.1	Kostnadsoverslag	s.10
	2.6.2	Prosjektenes økonomi i mellomfasen	s.11
	2.6.3	Innsigelser mot søknaden	s.11
	2.6.4	Prosjektets stilling i kommunen	s.12
	2.6.5	Prosjektenes fremdrift frem til utbygging	s.12
3.0		BESKRIVELSE AV DE ENKELTE ANLEGG	s.13
	3.1	Hauggaard Kraftstasjon	s.13
	3.1.1	Generelt	s.13
	3.1.2	Driftserfaringer, kompletteringer	s.14
	3.2	Buer Kraftstasjon	s.16
	3.2.1	Generelt	s.16
	3.2.2	Driftserfaringer, kompletteringer	s.17
	3.3	Gabestad Kraftverk	s.18
	3.3.1	Generelt	s.18
	3.3.2	Driftserfaringer, kompletteringer	s.19
	3.4	Brekke Kraftstasjon	s.20
	3.4.1	Generelt	s.20
	3.4.2	Driftserfaringer, kompletteringer	s.20
4.0		OPPSUMMERING	s.20
5.0		BILAG	
	5.1	Nedslagsfelt for Kraftverkene i Rakkestadelva	
	5.2	Oversiktskart Rakkestadelva	
	5.3	Lengdesnitt Haugaard Kraftstasjon	
	5.4	Lengdesnitt Buer Kraftstasjon	
	5.5	Lengdesnitt Gabestad Kraftstasjon	
	5.6	Oversiktskart Brekke Kraftstasjon	
	5.7	Lengdesnitt Brekke Kraftstasjon	
	5.8	Fotografier Hauggaard og Buer	
	5.9	Fotografier Gabestad og Brekke	
	5.10	Litteraturliste	

RESYME FRA PLANLEGGINGEN OG UTBYGGINGEN AV VANNFALLENE I RAKKESTADELVA I 1970 - 1980 ÅRENE

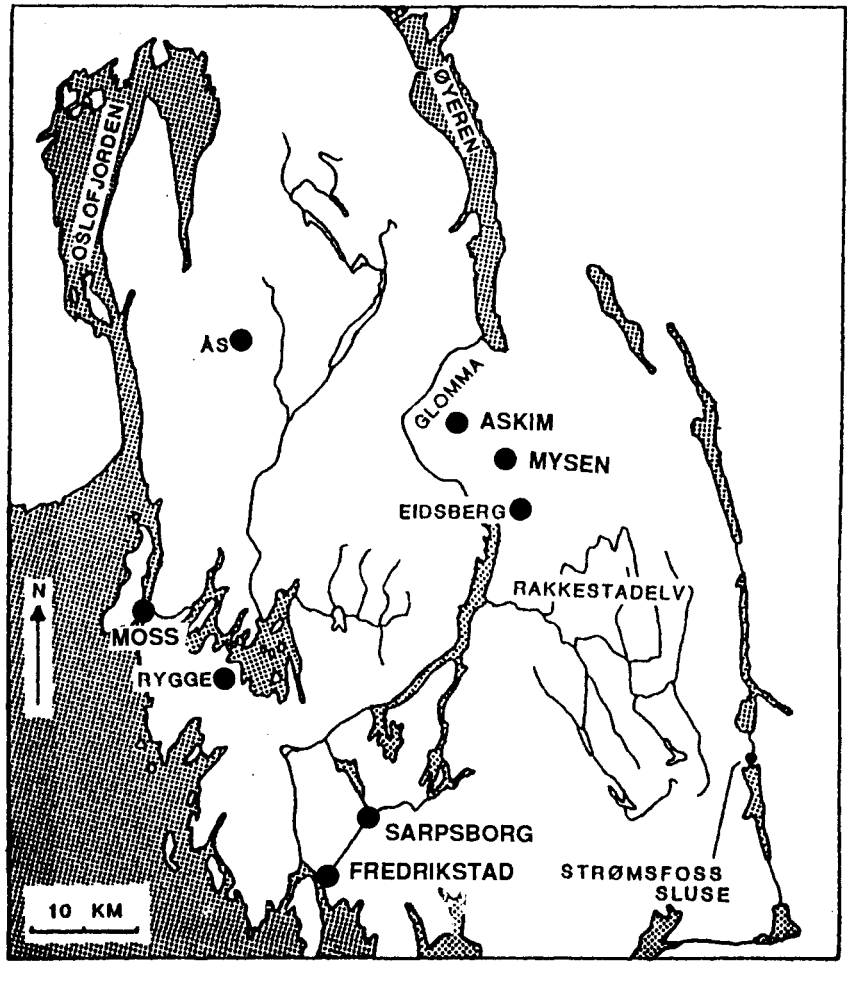
1.0 GENERELT

1.1 Orientering

Rakkestadelva i Rakkestad kommune i Østfold er et sidevassdrag til Glomma. Det samlede nedbørsfelt er 465 km^2 ved utløpet i Glomma. Middelvassføringen ved utløpet i Glomma er ca. 6,8 m^3/s. På de nederste 7 km faller elva vel 60 m, fordelt på 5 fall, Mjørud mølle (Haugaard), Stemme kraftstasjon, Buerfossen, Gabestadfoss og Brekkefoss.

Denne artikkel omhandler planleggingen og utbyggingen av fallene på denne strekningen, i perioden 1977-1987, samt noen av de første erfaringer fra de nye anleggene.

Geografisk beliggenhet:



Se også bilag 5,1

1.2 Forhistorie

Fallene i Rakkestadelva har i tidligere tider vært utnyttet til sagbruk og mølledrift. Spor etter slik virksomhet er ennå synlige i terrenget i form av steinfundamenter, bolter i fjell, møllesteiner, mindre kanaliseringsarbeider osv. I sorenskriverprotokoller i området foreligger notater tilbake fra 1792 og fremover vedrørende avtaler om utnyttelse av fall, dambygging, kontrakter og rettsforlik.

I 1905 ble det i Rakkestad herredsstyre behandlet spørsmål om elektrisk kraft, da det ble søkt om tillatelse til anlegg av en kraftledning fra Vamma til Sarpsborg. Byggingen av denne linjen gav støtet til at man begynte å tenke på elektrisitet til belysning også i dette distriktet. I 1910 ble kommunen tilbudt å kjøpe Mjørud mølle med fossefall. Det ble nedsatt en komite for å vurdere mulighetene for å levere elektrisk kraft i Rakkestad. Komiteen mente at kommunen burde erverve fossefall til anlegg av et eget elektrisitetsverk, og Buerfossen ble kjøpt i 1912. Det ble bevilget midler til ombygging og regulering av magasinene i feltet, det ble engasjert rådgivende ingeniør som utarbeidet kostnadsoverslag for byggingen av dam, rørgate og kraftstasjon. Vedtak om bygging forelå i mars 1912, og allerede 6. februar 1913 kunne Buer kraftstasjon igangkjøres.

Haugaard på motsatt side av Mjørud, ble innkjøpt i 1914, ettersom man mente at denne dam hadde stor betydning i reguleringsøyemed. Gabestad ble innkjøpt i 1916. Brekkefallene forble i A/S Brekke Fossekompani's eie, og de øvrige småfall ble forsatt eiet av forskjellige møllebruk.

Det ble med den kommunale utbyggingen av Buerfallet, ettersom Rakkestad kommune etterhvert fikk større kraftbehov enn det lokal utbygging kunne dekke, og dermed måtte tilknyttes større kraftkilder. Utnyttet kraft på strekningen Mjørud-Brekke ble, etter NVE-oversikt 1943:

Mjørud (Gran mølle, privat.): (Igangsatt 1914), 120 kW, 5 m fall.
Stemme, priv.: (Igangsatt 1896), 136 kW, 6 m fall.
Buer, kommunalt: (Igangsatt 1913), 514 kW, 18 m fall.

Buer kraftverk ble nedlagt i 1962, etter 50 års drift. Transformatorstasjonen i samme bygning er imidlertid drevet kontinuerlig også etter ombyggingen. Dam og kraftstasjonsbygning er bevart og påny i bruk idag.

Mjørud mølle lå på den siden Mjørud vognfabrikk nå ligger. Møllen hadde egen kraft til mølledriften fra en liten kumturbin. Mølledriften opphørte omkring 1919, da møllen ble overtatt av Interessentselskapet Gran Mølle og kornsilo. Kraftverket ble da nedlagt.

Vannkraften på Stemme ga opprinnelig kraft til direkte drift på akslinger i Stemme ullvarefabrikk. Ny turbin og elektrisk utrustning ble installert omkring 1936, samtidig

med bygging av ny dam og kraftverk. Kraftverket har vært i drift frem til 1985, men har etter dette for det meste stått stille. Årsaken til dette blir begrunnet med at turbinen som er innstallert på Stemme ikke er tilrettelagt eller har styrings-utrustning for det driftsmønsteret som Haugaard kraftverk benytter, intermitterende drift.

I 1977 begynte NVE å se på mulighetene for gjennomføringen av rehabilitering/ nybygging av Buer kraftverk og Gabestadfoss. Dette ble etterhvert utvidet til å gjelde også Mjørud (Haugaard), Brekke og Stemme. I første omgang var det ønskelig å vinne erfaring med planlegging av småkraftverk, og PRØVEPROSJEKTET ble derfor igangsatt, finansiert med planleggingsstøtte fra NVE.

BILAG 1: Oversiktskart over nedslagsfeltet i Rakkestadelva.

2.0 NVE - PRØVEPROSJEKT

2.1 Generelt

Medio 1978 fremla NVE tanker om et prøveprosjekt for planlegging av moderne småkraftverk. Dette hadde sin bakgrunn i at "de store kraftutbygningenes tid i Norge" nærmet seg slutten. Man anså det som realistisk å tenke seg at utbyggingsoppgavene ville gli mer over på nybygging av mindre kraftverk og rehabilitering av eldre, ofte mindre kraftverk, såkalte småkraftverk, og i et antall som kanskje kunne forventes å komme opp i tidligere antall, omkring 2000 stk. Kartleggingen og planleggingen av småkraftverk i stor skala ville ventelig kreve et nært samarbeid med distriktenes elektrisitetsforsyning. For å få en enhetlig og sammenlignbar målestokk på prosjektene i et slikt desentralisert opplegg, ble det ansett for nødvendig å utarbeide standarder, retningslinjer og rammebetingelser for hvordan planleggings-arbeidene skulle utføres.

En gjennomført planlegging er svært ressurskrevende, og ofte uavhengig av størrelsen på prosjektene. Man innså at det forelå lite erfaringsmateriale for bygging av småkraftverk i nyere tid. Alle deler av en slik utbygging ville derfor gi nyttig informasjon til hjelp for videre planlegging for andre prosjekter. Dette gjelder da særlig den type av planlegging som ofte repeteres fra kraftverk til kraftverk.

For å kunne utarbeide generelle, realistiske forskrifter ønsket NVE å gjennomføre et prøveprosjekt der man arbeidet seg frem til en totalplan for et vassdrag. I dette arbeidet ønsket også NVE å finne frem til generelle nivåkrav mht. tekniske og landskapsmessige forskrifter. Prøveprosjektet skulle dessuten ha til hensikt å fremskaffe kostnadsgrunnlag for bruk i senere prosjekter.

Ettersom det var ønskelig at prøveprosjektet også skulle gi generelle retningslinjer for saksbehandling for småkraftverk, ønsket man at de tekniske planene skulle utarbeides til anbudsnivå. Den landskapsmessige vurderingen skulle være som for

en konsesjonssøknad. Den gjennomførte planen skulle således kunne benyttes som en **kokebok** for andre prosjekter.

2.2 Organisasjonsforhold.

Rakkestadelva i Østfold fylke syntes å ville tilfredsstille de fleste kravene til et slikt prøveprosjekt, og syntes å kunne gi et omfattende erfaringsgrunnlag for flere prosjekttyper. Elva ligger dessuten sentralt på Østlandet, med gode kommunikasjonsmuligheter, og er derfor lett å nå for de fleste, f.eks. i studieøyemed.

Rakkestadelva kunne dessuten gi muligheter til utviklingen av en vannbruksplan, eller flerbruksplan, ettersom både kulturminner og friluftsliv, jordbruksvanning og flomkontroll er meget aktuelt i dette området. Dette kunne gi verdifulle momenter som kunne tilføres prøveprosjektet.

NVE foretok selv alle produksjonsvurderinger. Det ble tidlig klart at grunnlagsmaterialet var sparsomt. Således måtte det settes opp limnigraf i vassdraget for å etablere en pålitelig tilsigsberegning. Resultater fra denne kunne likevel ikke komme tidsnok til å danne grunnlag for dimensjoneringen i prøveprosjektet. Det ble derfor foretatt en "Simulering av en avløpsserie for Rakkestadelv", rapport nr. 2, 1979 fra Norsk hydrologisk komite. Rapporten er et eksempel på anvendelse av en nedbøravløpsmodell for bruksanlayse i et vassdrag, der det ikke finnes avløpsobservasjoner.

Konsulentfirmaet Ingeniør A.B.Berdal ble engasjert til å forestå den tekniske planleggingen og kostnadsberegningene.

Rakkestad kommune etablerte en egen komite som fikk som oppdrag å fremlegge forslag til en flerbruksplan for Rakkestadelva. Komiteens medlemmer bestod av representanter for Rakkestad kommune, Rakkestad elverk, grunneiere langs Rakkestadelva, samt fra Østfold Kraftforsyning (nå Østfold Energiverk A/S). I forbindelse med vannbruksplanleggingen ble også Norges Hydrodynamiske Laboratorier, NHL, og Norsk institutt for vannforskning, NIVA, koblet inn på prosjektet, støttet av forskningsmidler til kompetansebygging på vannbruksplanlegging.

2.3 Forundersøkelser

I januar 1978 foretok NVE preliminære kostnads- og produksjonsberegninger for Buer og Gabestadfoss. I løpet av året ble dette revidert og utvidet til også å gjelde fallene ved Mjørud og Brekke. Fallet ved Stemme, mellom Mjørud og Buer, var i privat eie, og ble til å begynne med ikke omfattet av prosjektet, men ble likevel senere tatt inn for å gjøre utredningen fullstendig. Foreløpige produksjons- og kostnadsberegninger (VU-notat 11/78) antydet den totale utbygningskostnaden til ca. 18,3 mill.kr.(-78). Utbygningskostnaden syntes å ville bli ca. 1,00 kr/kWh, noe som

såvidt var på den positive siden av grensen til det samfunnsmessig økonomisk forsvarlige. For å redusere kostnadene og optimalisere produksjonen ble det foreslått å benytte intermitterende drift, slik at reguleringsutstyr kunne utelates.

Vurderingene viste at kraftverkene var samfunnsmessig økonomisk utnyttbare, og derfor også burde utbygges. Det var således et realistisk grunnlag for å benytte Rakkestadelva i prøveprosjektet. De eksisterende magasinene i feltet forutsattes ikke benyttet til kraftformål, og det ble forutsatt at kraftverkene ikke måtte ta vann eller ødelegge forholdene for andre primærinteresser, eks.v. jordbruksvanning.

Fra uformelle kontakter mellom partene i løpet av 1977 og 1978, ble prøveprosjektet definert, godkjent og finansiert i 1979. Alle utgifter til konsulentbistand i denne forbindelse ble dekket av NVE.

2.4 Interesseområder, definisjoner

For å oppfylle målsetningene ble arbeidene igangsatt med det mål for øye å kunne gi svar på alle relevante spørsmål. Nedenstående liste er typisk for områder som ble berørt.

Rehabilitering

Dam/ inntak:
Hva må gjøres for å tilfredsstille sikkerhetskrav, tetthetskrav og estetiske krav?
Rehabilitering tilfredsstillende? Ombygging? Nybygging?
Nye luker? Varegrinder?
Bygningsmessige kostnader?
Utstyrskostnader?

Rørgate:
Rørtype, diameter, lengde, etc.?
Reparasjonsmuligheter?
Sikkerhetskrav?
Teknisk tilfredsstillende, diameter, falltap, osv.?

Kraftstasjon:
Hva kan gjøres med eksisterende bygning?
Estetiske krav?
Bygningsmessige kostnader?
Rehabilitering av maskininnstallasjoner?
Rehabilitering av elektroinnstallasjoner.

Nybygging

Generelt:
Adkomstveier. Transporter.
Vannføringsforhold. Fangdammer i byggetiden.
Tilknytning til eksisterende nett. Kraftlinjer.
Egeninnsats fra byggherresiden?

Dam/ inntak:
Sikkerhetsmessige krav til små dammer.
Estetiske krav til små dammer.
Valg av damtype.
Arrangement for flomavledning.
Nødvendige luker, varegrind, osv.
Bygningsmessige kostnader.
Utstyrskostnader.

Rørgate:
Definisjon av krav til falltap, rørdiameter.
Bestemmelse av rørtrase.
Valg av rørtype.
Sikkerhetsmessige og estetiske krav.
Bygningsmessige kostnader.

Kraftstasjon:
Plassering. Innpassing i eksisterende miljø.
Teknisk utforming med tanke på funksjon og lydforhold.
Arkitektonisk utforming.
Bygningsmessige kostnader.

2.5 De første tekniske utredninger

De tekniske utredninger startet opp i august 1978 med befaringer på Mjørud, Buer, Gapestad og Brekke, stort sett for å registrere tilstanden på evt. eksisterende anlegg, naturlige muligheter og momenter, samt omfanget av nødvendig konsulentarbeid. I løpet av vinteren 1978/79 ble det foretatt flere befaringer og møter med representanter for kommune og grunneiere, og det ble oppdaget at det allerede var igang planer om ombygging/ rehabilitering av Mjørud dam, etter at kanaliserings- og senkningsarbeider lenger opp i vassdraget hadde medført økende størrelse på flommene i Rakkestadelva. Dette var et presserende problem for grunneierne langs elva, og måtte løses raskest mulig. Det ble dermed viktig å hjelpe til med å løse dette slik at det ikke skulle bli til hinder for de senere planer som kunne komme.

Det ble utarbeidet løsningsalternativer og kostnadsoverslag på ny flomavledning i

Mjørud dam, og avholdt møter med grunneiere og kommune i løpet av vinteren og våren 1979. Det ble bestemt å bygge ny bunnluke med hydraulisk manøvrering, da dette var den beste og mest fremtidsrettede løsning, selv om det også var den dyreste. Bygningsmessige arbeider ble utført i løpet av 1979 av Byggmester Thorleif Stubberud A/S, etter inngitt anbud på kr. 178.752,- inkl. avgifter. Arbeidene ble etterhvert utvidet til å omfatte ny overløpsterskel over hele dammen.

Samtidig pågikk utredningsarbeidet for kraftverks-prosjektene. Sivilingeniør Nybro Hansen foretok vurdering av turbinalternativer til anleggene. Konklusjonen var at aggregater av Francis- type syntes å være de mest økonomiske både mht. pris og produksjon, spesielt dersom man benyttet intermitterende drift, og automatisk vannstandsregulering. Start-stopp funksjonene ble forutsatt ivaretatt av inntaksluker eller ventiler, som derved ville kreve noe mer reguleringsutstyr enn vanlig. Kostnadene ville likevel bli beskjedene i forhold til vanlig turbinregulering.

Bygningsmessige arrangementsskisser ble utarbeidet på grunnlag av de foreslåtte installasjonsløsninger med Francis-aggregater. Data om fallforholdene ble innhentet, bl.a. fra eksisterende vassdragsnivellement over Rakkestadelva, NVE L.No.90, fra 1922. I tillegg ble benyttet "Katalog over nivellerte elver med korreksjoner og tillegg 1968", med korreksjoner for overføring til NGO- høyder av 1954. Samtlige fall ble på denne basis innarbeidet i NGO's høydesystem.

Det ble nedlagt mye arbeid i å bestemme de korrekte eller beste fremtidige vannstander for kraftverkene, i forhold til eksisterende dammer ved Mjørud, Stemme og Buer, og i forhold til eksisterende terskler i elven, samt vannstandsvariasjonene i Glomma. For å lære elven å kjenne nøyaktig, og for å registrere bestemmende terskler på tilsynelatende flate elvestrekninger, ble det foretatt kartlegging og bunnsonderinger med båt langs hele strekningen. Det ble videre foretatt grundige ingeniørgeologiske og geotekniske vurderinger. På Gabestad tydet foreløpige løsninger på at det ville bli en tunnel i fjell, og forholdene her ble vurdert. Rakkestad ligger i et geoteknisk sett komplisert område med jordskredfare, mulige kvikkleireforekomster, osv. Heving og senkning av vannstandsnivået på deler av elvestrekningen ville kunne føre til økt erosjon eller utglidninger.

Samtidig med pågående utredninger og undersøkelser ble det avholdt flere prosjektmøter mellom konsulenter, NVE og kommunens representanter. Det ble videre avholdt informasjonsmøter i Rakkestad for kommunens formannskap, grunneiere og representanter for flerbruksplankomiteen.

Første fase av prosjektet nærmet seg fullføring omkring årsskiftet 1979/80, og det ble tatt opp til vurdering hvorvidt arbeidet skulle føres videre frem til eventuell konsesjonssøknad. Rakkestad kommune ønsket å føre prosjektet videre frem til utarbeidelse av anbudsdokumenter, noe som lå noe utenfor det opprinnelige planleggingsarbeide. Prøveprosjektet ville imidlertid være tjent med en mer detaljert planlegging av det bygningsmessige, og NVE ga derfor tilsagn om støtte til videreføring frem til konsesjonssøknad/ anbudsnivå.

Andre fase av prosjektet ble gjennomført i løpet av 1980. Det ble utarbeidet en "søknad om tillatelse" i hht. Vassdragslovens $$ 104-106, samt $ 62 (ekspropriasjon). Man gikk nå systematisk tilverks og innledet forhandlinger med grunneiere, og innhentet uttalelser fra alle tenkelige organisasjoner og utvalg, som kunne belyse momenter i prosjektet. Søknaden ble utformet i bokform, og inneholdt samtlige offentlige uttalelser, beskrivelser og tegninger.

Til orientering gjengis søknadens bilagsfortegnelse nedenfor, ettersom denne kan være retningsgivende og typisk for lignende prosjekter.

2.6 Søknad om tillatelse, bilagsoversikt.

1A	Flerbruksplan for Rakkestadelva Innstilling	Rakkestad kommune/ Flerbruksplankomiteen
1B	Overenskomst for regulering av Rakkestadelva	Flerbruksplankomiteen
2	Kraftutbyggingsplan	Ing. A.B.Berdal A/S
3	Enlinje-skjema	Ing. A.B.Berdal A/S
4	Eiendomsforhold	RK/ Berdal
5	Fallhøyder, installasjoner og produksjon	NVE
6	Styring og automatisering	Ing. A.B.Berdal A/S
7	Isforhold	NVE
8	Jordbruksforhold	Rakkestad jordstyre
9	Fiske	R.innlandsfiskenemnd, R.og D Jeger og fiskeforening
10	Friluftsliv	R. Friluftsnemnd
11	Landskap	NVE
12	Kulturvern og fortidsminner	RK Kulturstyre
13	Vannforsyning og vanningsanlegg	RK Teknisk utvalg
14	Vannkvalitet i Rakkestadelva.	R Helseråd

2.6.1 Kostnadsoverslag

I avsnittet for kraftutbyggingsplanen er det angitt typiske tekniske løsninger for alle stasjoner, samt kostnadsoverslag og beregning av utbygningskostnadene. Disse angis nedenfor i tabellform, tabell T1.

T1 Rakkestadutbyggingen kostnadsoverslag pr aug. 1980. (1000 kr)

	Haugaard (Mjørud)	Buer	Gabestad	Brekke	Stemme	Sum
Bygningsomk.	990	3.550	2.610	2.950	1.710	11.810
Maskin og elektro	2.450	3.250	3.230	2.750	2.800	14.480
Byggherreomkostn. (Inv.avg.,renter, adm. prosjektering)	790	1.490	1.400	1.430	1.050	6.160
Sum (eks.forprosj.)	4.230	8.290	7.240	7.130	5.560	32.450
Beregnet årsprod.	1.80	5.50	5.80	5.30	2.40	20.80
Utbygningskostn.	2.35	1.51	1.25	1.35	2.32	1.56

(eksklusive grunnerverv og eiendomskjøp, erstatninger, anleggskraft, nye kraftlinjer, samt pris-og lønnsstigning i byggetiden, og forutsatt også en samlet entreprise med kontinuerlig utbygging).

2.6.2 Prosjektenes økonomi i "mellomfasen".

Samlet utbygningskostnad ble på dette tidspunkt revurdert. Samfunnsøkonomisk lønnsomhet var da tilnærmet 0. Forventet energiknapphet i fylket talte likevel for utbygging i nær fremtid, og arbeidet ble videreført.

NVE foretok oppdatering av produksjons- og kostnads-overslagene etterhvert. Den limnigraf som NVE hadde satt opp ved Brekke i Rakkestadelva viste etter to års drift at middelvannføringen i utgangspunktet var antatt noe for høy, og måtte reduseres med 11-12%. Nye produksjons-beregninger ble gjennomført på dette grunnlag, og nye oversikter over anleggs-og utbygningskostnader ble utarbeidet i løpet av 1981. I de nye beregninger ble også rentefoten hevet fra 7 til 10,75%, ettersom utbyggingen for Rakkestad kommunes vedkommende måtte baseres på et bedrifts-økonomisk forsvarlig underlag. De økonomiske forutsetningene både ved Mjørud og Stemme syntes etterhvert så ugunstige at planene for utbygging av disse måtte omvurderes. Gjennomsnittlig utbygningskostnad for "de mest lønnsomme" kraftstasjonene, Buer, Gabestad og Brekke, ble etter dette oppjustert til 2,39 kr/kWh pr. 1.6.81, tilsvarende samfunnsøkonomisk grensekostnad var da ca. 1.65 kr/kWh.

2.6.3 Innsigelser mot Søknaden

I løpet av vinteren 80/81 kom det endel innsigelser mot de foreliggende planene. Dette gjaldt særlig fiskeriforhold, stopp-startkjøring og utbygging av Stemme kraftstasjon, samt sikring av kanal ut i Glomma, og fisketrapp. Innføring av nye vannspeil ved bygging av overløpsterskler og ved kanaliseringer ble også årsak til uro i lokalmiljøet. Vannkvaliteten i Rakkestadelva er/var så dårlig at man også måtte vurdere om dette ville forverres ved en utbygging. Bl.a. var man redd for at "intermitterende drift" ville føre til stillstand i lengre perioder, noe som kunne tenkes å forverre situasjonen lokalt.

2.6.4 Prosjektets stilling i kommunen.

Kommunen hadde i de innledende faser kunnet tenke seg å forestå utbyggingen selv, evt. med finansieringsbistand fra Østfold Kraftforsyning. Dette syntes i første omgang ikke å kunne gjennomføres pga. ulike syn på kraftomsetningsprisen. Det var derfor nødvendig også å vurdere andre eiersitser, f.eks. Østfold Kraftforsyning. Flerbruksplankomiteen fortsatte imidlertid arbeidet i hht. sitt mandat, og gjennomførte målsetningene vedrørende utarbeiding av RETNINGSLINJER FOR REGULERING AV RAKKESTADELVA.

Videre ble det utarbeidet en innstilling til avtale mellom Østfold fylke v/Østfold Kraftforsyning og Rakkestad kommune, om eierforholdene ved de planlagte kraftverk, der det ble foretatt en fordeling av finansieringsansvar og driftsansvar. Avtalen mellom Østfold Kraftforsyning og Rakkestad kommune ble bearbeidet i detalj og godkjent av partene i løpet av 1982, til dels ved juridisk bistand. Utbygger av kraftverkene ville etter dette være SAMEIET ØSTFOLD FYLKESKOMMUNE/ RAKKESTAD KOMMUNE.

2.6.5 Prosjektenes fremdrift frem til utbygging.

Søknaden om tillatelse ble forelagt NVE-hovedstyret den 10.10.83, og ble oversendt via Olje-og energi- departementet til søker og øvrige høringsinstanser, med svarfrist 5.12.83. NVE-hovedstyret behandlet søknaden, basert på alle foreliggende uttalelser og reviderte kostnadsoverslag. Det korrigerte kostnadsnivå pr. 01.01.82 var steget til 54.55 mill. kr. Utbygningens nyttefaktor var beregnet til 0,97, altså såvidt under grensen for det som er samfunnsøkonomisk akseptabelt. Både Mjørud og Stemme var dyrere, mens de øvrige prosjekter gav positiv netto nytteverdi. På grunn av protesten fra Jørla Fabrikker A/S, ble søknad om ekspropriasjon av dette fallet avslått, tildels også fordi en ny utbygging ikke var samfunnsmessig lønnsom.

I løpet av 1983 foregikk en del prosjektbearbeiding slik at det på slutten av året forelå forespørsler og tilbud fra flere turbinleverandører på mer eller mindre komplette utbygningsalternativer for kraftverkene. Disse anbud/tilbud ble fremmet på tilbydernes egne initiativ og premisser og var basert på den utarbeidede konsesjonssøknaden. Sameiet tilskrev derfor hele 6 potensielle aggregat-leverandører og ba om TOTALTILBUD på komplette, driftsklare anlegg, med skissemessige løsningsforslag. Tilbyderne måtte videre angi garanterte verdier for kraftstasjonens ytelse, og beregnede årsproduksjon, basert på foreliggende hydrologisk underlag. I første omgang konsentrerte man seg om Mjørud og Buer kraftstasjoner.

Det ble forutsatt en videre saksbehandling i løpet av jan/feb.1984, med formodet anleggsstart medio 1984, forutsatt at endelig konsesjon ble gitt, og at Sameiet kunne godta konsesjonsvilkårene og det innstilte anbud. Totaltilbudet fra Flygt Pumper A/S, med Aker Entreprenør A/S som bygningsmessig totalleverandør var den løsning som syntes å ville gi den beste løsning, teknisk og økonomisk. Frem mot kontraktstids-

punktet ble det forhandlet om detaljutforming og leveringsomfang, samt spesifisert forutsetninger og foretatt produksjonsberegninger. Mjørud kraftstasjon ble i denne fasen flyttet fra Mjørud-siden til Haugaardsiden, på sydsiden av fossefallet. Derav navneendringen til Haugaard kraftstasjon.

For Buer kraftstasjon var rørdelen en vesentlig anleggsdel. Anleggets slukeevne forutsatte såpass stor rørdimensjon at få alternativer utenom trerør kunne tenkes. Stål, betong eller GUP-rør kunne ikke konkurrere i pris eller hadde problemer med rørdimensjonen, som er på hele 2.2m. Trerør hadde vært benyttet tidligere, og hadde den fordelen at det kunne benytte stort sett samme smidige trase og fundamenter som det gamle anlegget.

I første halvdel av 1986 ble det foretatt anbudsbefaring på Gabestad og inngitt tilbud på denne kraftstasjonen. Arbeidet ble igangsatt på sommeren. Også her resulterte den endelige løsningen i en kraftstasjonsplassering på motsatt side av elven, i forhold til konsesjonssøknaden.

I slutten av 1986 ble det utarbeidet en ny og oppdatert rapport for Østfold Energiverk vedrørende det nederste fallet, Brekke. Denne skulle danne grunnlag for evt. prisforespørsler også på dette anlegget. Brekke ble imidlertid bygget ut som en ren fortsettelse og utvidelse av Gabestad kraftverk, med samme leverandør og samme type turbiner.

Ved anleggets avslutning i nov. 1987 var således de 4 fallene Mjørud, Buer, Gabestad og Brekke bygget ut med samme turbintype, og de anleggsmessige arbeidene utført av samme entreprenør, stort sett kontinuerlig fra anleggsstarten i 1984.

Det ble ikke gitt konsesjon på utbygging av Stemme kraftstasjon, dels fordi kraftverket var i privat eie, og dels fordi det syntes å være samfunnsmessig uøkonomisk å fornye kraftstasjonen på dette tidspunkt. Søknaden om ekspropriasjon ble derfor avslått.

3.0 BESKRIVELSE AV DE ENKELTE ANLEGG

3.1 Haugaard kraftstasjon

Bilag 5.3, Bilag 5.8

3.1.1 Generelt

Haugaard kraftstasjon ble bygget i løpet av 1984, og idriftssatt i januar 1985. Stasjonen har en netto fallhøyde på 6,1 m, og yter 420 kW ved maksimal slukeevne, 7,5 m^3/s. Gjennomsnittlig årsproduksjon var før utbyggingen beregnet til vel 1,5 GWh. Utbygningskostnaden i 1985 var på 2,45 kr/kWh, mens samfunnsmessig grensekostnad

lå på ca. 2,75 kr/kWh. Den aksepterte, relativt høye utbygningskostnaden må imidlertid sees i sammenheng med de nedenforliggende stasjonene, ettersom Haugaard også fungerer som regulerende verk (magasin) ved lave vannføringer.

Aggregatene består av 3 stk. Flygt EL 7570. Generatorene er direktedrevet, dvs. uten gear, og yter hver 125 kW. Generatorenes utgangsspenning er 360V. Kraften føres i lavspentkabler til en transformatorstasjon på motsatt side av elven. Aggregatene kan ikke reguleres. Variasjoner i vannføringen utnyttes gjennom av/på regulering, dvs. intermitterende drift. Turbinenes slukeevne er nesten konstant. Virkningsgradskurven er meget flat, og relativt uberoende av netto fallhøyde. Vannstrømmen styres gjennom plane glideluker med hydraulisk manøvrering. Anlegget er fullautomatisert, og kan gå uten bemanning. Automatiske skrivere registerer gangtider for de enkelte aggregater. Stasjonen er bygget i betong, i forlengelse av overløpsdammen. Avstanden mellom varegrind og undervann er ca. 11 m. Varegrinden er 4 x 1,8 m, og de tre lukene har hver en lysåpning på 1,2 x 1,8 m.

3.1.2 Driftserfaringer, kompletteringer.

Driftserfaringer etter igangkjøring viste snart at Rakkestadelva er svært "lunefull". På grunn av kanaliseringer, omfattende drenasje av tilstøtende jorder, og senkningsarbeider i elven, er flommene blitt større og hyppigere enn tidligere. Disse arbeidene foregikk like før, under og etter byggingen av Haugaard, og virkningene ble således ikke observert før stasjonen sto ferdig.

Det viste seg også at elven fører med seg svært mye materiale som kan tette varegrinden, det være seg planterøtter og gress, kvist og greiner, samt søppel i form av plast og papir, bokser og tomfat, madrasser, kjøleskap, telefonkataloger og kasser, osv.. Dette forårsaket naturlig nok mange, og uventede driftsforstyrrelser i det første driftsåret. Om vinteren er Rakkestadelva islagt, ofte med ganske tykk is. Det har vært vanlig å felle trær utover isen og kviste dem der. Om våren, og særlig i vårflommen fikk kraftstasjonen problemer med is og isflak på varegrinden, samt store mengder granbar. I inntaksområdet stakk det opp fjellknauser som syntes å hindre isflak i å ta veien over dammen, slik at disse istedet dreide inn mot inntaket. Disse hindret sannsynligvis avledningskapasiteten over dammen.

Det viste seg også at turbinene av forskjellige årsaker ikke leverte den garanterte effekt. Det viste seg vanskelig å oppnå netto fallhøyde på 6,1 m, ettersom undervannet ble oppstuvet under drift på grunn av nedenforliggende terskler. Flygt Pumper ble pålagt å forbedre de hydrauliske forhold i vannveien, ettersom byggherren mente dette var utslagsgivende for falltapet.

Mange driftsstanser, som oftest pga. de ovenfor nevnte forhold, men også pga. innkjøringsvanskeligheter med turbinene, førte til at disse ofte måtte opp for ettersyn og service. Dette arbeidet var planlagt utført med mobilkran, normalt 1 gang pr. år, og man hadde derfor ungått å utruste stasjonen med egen kran. Erfaringer tilsa nå

at man satte opp egen kran på anlegget.

I 1986-87 ble det foretatt en senkning av bunnivået foran inntaksdammen, og det ble kanalisert foran kraftstasjonsinntaket og foran den eksisterende bunntappeluken i dammen. Oppstikkende fjellknøler og fjellnivå oppstrøms dammen ble senket til ca. 1 m under damkronenivå. Det ble planlagt å installere en grovvaregrind etter de gode erfaringer man fikk på Buer kraftverk. Etter grundige overlegninger ble det istedet bygget en stor lensebjelke, skråstilt i forhold til vannstrømmen for å lede is og flytende objekter utenom inntaket og over dammen. Lensebjelken er imidlertid utformet slik at den også kan tjene som opplegg for en grovvaregrind, dersom erfaringer tilsier at det må monteres.

-Det ble foretatt "hydrauliske forbedringer" i inntaksløpene til hver turbin.
-Det ble støpt kranfundament og montert en svingkran som kan dekke alle turbinene og lukene.
-Det ble planert og fylt inn mot stasjonens nedstrøms side slik at bil kan kjøre innenfor kranens arbeidsområde.
-Det ble foretatt kanaliseringer i elven nedenfor kraftstasjonen for å senke vannstanden ved lave vannføringer, og for å redusere faren for oppstuvninger under isgang.

Haugaard kraftstasjon kan på mange måter være et skoleeksempel på at bygging av kraftstasjoner er noe som må læres.

Foruten de ovennenvte forhold, som nok stor sett må sies å ha vært vanskelig forutsigbare, forekom det flere feilvurderinger under planleggingen og byggingen. Inntaket ble gjort i trangeste laget slik at vannhastigheten er forholdsvis høy ved full vannføring. Varegrinden er derfor liten, og den er dessuten steilere enn det som er praktisk gunstig. Det er vanskelig å renske varegrinden under drift fordi høyden opp til gangbanen er stor. Dette, kombinert med stor hastighet på vannet, gjør det nesten umulig å trekke opp rakene. Det er heller ikke mulig å "fløte ut" forurensninger sideveis, ettersom inntaksvangen ikke har noen åpning for dette.

Lukene har kun bunn-og sidetetting. Under ekstreme flomforhold kan det skje overtopping over disse. Her må det imidlertid poengteres at det først er i de siste årene at flommene ofte har kommet opp i det man tidligere karakteriserte som 100-års flom.

Vannets, og isens krefter ble nok også undervurdert ved prosjektering og utførelse. Kabelkulverten nedenfor damterskelen ble påført skader allerede under første vårflom. En dårlig festet stålplate i inntaket løsnet, og ødela et turbinblad. Platen var festet i fjell med bolter og løsnet sannsynligvis pga. vibrasjoner. Videre ga føringene for bjelkestengselet etter under nedtapping, med den fare for menneskeliv dette kunne medført. Føringene var kun festet på inntakets vegger med bolter. Føringene er nå fornyet, men med dobbelt antall fester, rustfrie bolter av kraftigere dimensjon,

og plassert på skrå slik at de presses mot bunnen.

Flygt Pumper A/S har stått som totalleverandør av anlegget. Aker Entreprenør, Østfoldavdelingen, har hatt totalleveranse av alle bygningsmessige arbeider for Flygt. Leverandørene har i hele perioden etter idriftssettelse utbedret feil og mangler som garantiarbeider. Kran og lensebjelke er dog ansett som tilleggsleveranser.

Aker Entreprenør A/S har vært underleverandør for Flygt Pumper A/S for alle bygningsmessige arbeider, først gjennom sitt lokalkontor under byggingen, og senere gjennom sin hoved- anleggsavdeling under perioden med påbygninger og utbedringer. Det har hatt stor betydning for det endelige resultat at leverandørene har vært resurssterke og ansvarlige.

3.2 Buer kraftstasjon

Bilag 5.4, Bilag 5.8

3.2.1 Generelt

Som tidligere nevnt knytter det seg særlige interesser til Buer kraftstasjon. Den ble igangsatt i februar 1913, og leverte kraft i Rakkestad helt frem til nedleggelsen i 1962. Kraftstasjonen var i sin tid en betydelig investering, og hadde stor betydning for utviklingen av Rakkestad kommune. Historikk omkring dannelsen av Rakkestad elverk, og byggingen av Buer kraftstasjon er nedtegnet i 25-års beretningen om "Rakkestad kommunale Elektrisitetsverk", fra 1938.

Etter at kraftverksdriften i Buer stanset i 1962, forfalt dam og rørgate. Kraftstasjonsbygningen ble delvis holdt vedlike ettersom det også var anlagt en sentral transformatorstasjon for Rakkestad her.

Buer kraftstasjon ble rehabilitert i løpet av 1984, og ble idriftssatt et par måneder etter Haugaard kraftstasjon, i Mars 1985. Dammen ble reparert, bl.a. med påstøp av oppstrøms betongplate, rørtraseen ble ryddet for vegetasjon og rester av gamle rør. Ny rørgate ble anlagt, i den gamle traseen, tildels på de gamle fundamentene. Dam og inntak er i betong. Varegrinden er plassert i den gamle inntakskummen og er på ca. 11 m^2. Bak varegrinden er plassert en hydraulisk operert rørbruddsluke. Rørgaten er bygget i impregnert tre, med lengde 575 m og innvendig diameter 2,2m.

Den gamle kraftstsjonsbygning ble ansett som verneverdig, og skulle beholdes. De nye aggregatene måtte plasseres på nedstrøms side, men bygningen kunne benyttes til ventilhus, samt til plassering av styreutrustning, høy-og lavspentanlegg, og transformator.

Buer kraftstasjon har 3 stk Flygt EL 7585. Aggregatene er forsynt med gear, og yter hver 450 kW. Netto fallhøyde er ca. 16 m, og maksimal slukeevne er 10,5 m^3/s. Gjennomsnittlig årsproduksjon var før utbyggingen beregnet til 5,4 GWh. Utbygnings-

kostnaden i 1985 var kr. 1,93 kr/kWh, mens samfunnsmessig økonomisk grensekostnad lå på ca. 2,75 kr/kWh.

Aggregatene kan ikke reguleres, og har derfor konstant slukeevne. Variasjoner i vannføringen utnyttes gjennom intermitterende drift, slik som for Haugaard kraftstasjon, og i takt med denne. Virkningsgradskurven er også her svært flat ved variasjoner i netto fallhøyde. Vannstrømmen styres gjennom spjeldventiler med hydraulisk manøvrering. Anlegget er fullautomatisert, og kan gå uten bemanning. Automatiske skrivere registerer gangtider for de enkelte aggregater.

3.2.2 Driftserfaringer, kompletteringer.

Som for Haugaard kraftstasjon hadde man de første årene en del innkjørings-og drifts- vanskeligheter.

Foran innløpet til varegrindskummen ble det etter noen måneders drift montert en grovvaregrind. Denne stikker bare ca. 1 m ned under vannflaten og samler opp flytende forurensninger uten at åpningen kan gå helt tett. I tillegg til denne ble det lagt ut en flytende lense på skrå ovenfor inntaket for å lede gress o.l direkte over dammen. Dekket for revisjonsluken viste seg å være i svakeste laget. I en situasjon da hydraulikkaggregatet ikke stoppet forskriftsmessig ved en styringsfeil (under tordenvær), gikk luken forbi grensebryter og mot endesperre. Belastningen på sylinderfundament og dekke ble for stor, og det oppstod brudd. Dekket ble forsterket med en kraftig armert påstøp.

Våren 1986, etter et års drift ble stasjonen oversvømmet, etter spesielle omstendigheter med isløsning og vårflom. Det etablerte seg da en isdam nedenfor stasjonen, noe som førte til høyst unormal flomstigning, med flom av vann på alle sider av bygningen. Slike isdammer kan oppstå også i fremtiden, og er vanskelig å sikre seg mot. Stasjonen er nå forsøkt sikret mot strømmende vann med en voll på oppstrøms side. Samme flom førte til for store påkjenninger og dermed forskyvning av fundamenter på rørgaten like nedenfor dammen. Disse er nå sikret med en langsgående betongavskjerming.

For å bedre adkomsten til turbinene, og gi plass til revisjonsarbeider, ble det bygget en forlengelse til dekket på nedstrøms side av aggregatene. Samtidig ble det bygget kranfundament og innstallert en søylesvingkran.

Gearene i aggregatene gir fra seg en kraftig lyd. Denne synes å forsterkes gjennom stålrørene til utenforliggende rørbend. For å redusere lyden omkring stasjonen ble rørbendene bygget inn i et platekledt og isolert tilbygg.

Like nedstrøms dammen ble rørgaten lagt litt for langt ut i elven. Rørgaten måtte her beskyttes med en betongmur. Sommeren 1989 førte en rekke omstendigheter til at trerøret klappet sammen på et kort parti like nedenfor inntaket.

Årsakssammenhengen kan være noe uklar, og her fremføres kun en hypotese:
Tordenvær kan ha satt styringsmekanismer ut av spill, slik at turbinene har gått for fullt, mens rørbruddsluken har gått til stengning.Uhellet skjedde under kraftig flom, som kan ha ført til en samtidig overtopping av rørbruddsluken. Flomvannstanden kan ha medført at luftespalten bak luken har blitt fyllt med vann. Den ekstra luftehatten på røret hadde falt av og var blitt plassert rett over åpningen, slik at lufteåpningen ble tettet. Røret synes dermed å ha blitt utsatt for undertrykk.

3.3 Gabestad kraftverk

Bilag 5.5, Bilag 5.9

3.3.1 Generelt

Byggingen av Gabestad kraftstasjon ble påbegynt i 1986 og stasjonen ble satt i drift i Mai 1987. Kraftverket har en netto fallhøyde på 15,4 m, og yter 1350 kW, ved maksimal slukeevne, ca. 10,5 m^3/s. Den beregnede årsproduksjonen før utbygging var beregnet til 5,3 GWh. Utbygningskostnaden i 1987 var på 1,79 kr/kWh, mens den tilsvarende samfunnsøkonomiske grensekostnad på det tidspunkt lå på ca.3,50 kr/kWh..

Aggregatene består av 3 FLYGT EL 7585, hver på 450 kW. Aggregatene er utstyrt med gear. Generatorenes utgangsspenning er 360 V. Aggregatene er som for de andre kraftverkene innstilt med de gunstigste vinkler på turbinbladene, og kan ikke reguleres. Variasjoner i vannføringen utnyttes gjennom intermitterende drift, slik som for Haugaard og Buer kraftstasjoner, og i takt med disse. Vannstrømmen styres gjennom spjeldventiler med hydraulisk manøvrering. Anlegget er fullautomatisert, og kan gå uten bemanning. Automatiske skrivere registerer gangtider for de enkelte aggregater.

Hele stasjonen er bygget i betong, og lagt i en utsprengt nisje i fjell, slik at lite er synlig fra atkomstsiden. Inntaket er forsynt med både grov- og finvaregrind, som et resultat av tidlige driftserfaringer fra Haugaard og Buer. Fra inntaket ledes vannet i en tett betongkulvert ned til et fordelingskammer hvorfra det går ut rør til hver turbin. Inntaket er forsynt med revisjonsluke. Turbinrørene er forsynt med spjeldventiler med hydraulisk manøvrering og fallodd. Like over fordelingskammer og ventilrom er det bygget kontrollrom og transformatorrom/ høyspentrom. Det er kjørbar atkomst ned på stasjonens tak. Alle aggregater kan betjenes vha. en søylesvingkran plassert på innkjøringsdekket. Det er ikke bygget noen egentlig dam på dette anlegget, hovedsakelig for å unngå oversvømmelse av oppstrøms dyrkede arealer. Istedet er det foretatt en avretting av fossenakken i det nivå som opptrer under normale vannføringer.

3.3.2 Driftserfaringer, kompletteringer.

Med ferske driftserfaringer fra ovenforliggende Buer stasjon, ble inntaket på Gabestad forsynt med en grovvaregrind, da man mente at dette ville redusere faren for rask igjentetting av den nødvendige finvaregrind. Inntaket ble konstruert med tanke på at varegrindene lett skulle kunne renskes under normale forhold. Avstanden opp til gangbanenivå er derfor liten.

I løpet av det første driftsåret kom det flere flommer, tildels med vannføringer opp imot 100-års flom. Dekkene ble oversvømmet, og inntaket overtoppet. Hyppigheten og størrelsen av flommene synes å ha sammenheng med endringer i forholdene i elvens nedslagsfelt, og slike flommer kan derfor forventes også i fremtiden. Det ble derfor vedtatt å bygge en brystning over grovvaregrinden for å sikre arbeidet med grindrensk, og for å hindre is i å fylle opp inntaket. Det ble videre murt opp en lav terskel over inntaket for å hindre overtopping.

3.4 Brekke kraftstasjon

Bilag 5.5, Bilag 5.6, Bilag 5.9

3.4.1 Generelt

Brekke kraftstasjon ble bygget i direkte fortsettelse av Gabestad, og sto driftsklar i november samme år. Stasjonen utnytter en netto fallhøyde på 15,7 m, og yter 1350 kW ved slukeevne 10,5 m^3/s. Gjennomsnittlig årsproduksjon var før utbyggingen beregnet til 5,6 GWh. Utbygningskostnaden da anlegget sto ferdig i november 1987 ble på 2,49 kr/kWh, mens tilsvarende samfunnsøkonomiske grensekostnad lå på ca. 3,70 kr/kWh.

Aggregatene består av 3 FLYGT EL 7585, hver på 450 kW. Aggregatene er utstyrt med gear. Generatorenes utgangsspenning er 360 V. Aggregatene kan ikke reguleres. Variasjoner i vannføringen utnyttes gjennom intermitterende drift, slik som for Haugaard, Buer og Gabestad kraftstasjoner, og i takt med disse. Vannstrømmen styres gjennom sylinderluker med hydraulisk manøvrering. Anlegget er full-automatisert, og kan gå uten bemanning. Automatiske skrivere registerer gangtider for de enkelte aggregater.

Dam og inntak, samt driftsbygning med transformator ligger ved fossenakken. Aggregatene er også plassert her, slik at atkomsten til hovedvei er svært kort. Undervannstanden, Glomma, varierer meget sterkt med vannføringen i Glomma. Fra laveste undervann til høyeste flom kan forskjellen være opptil 6 m. Flygt-turbinene,som står helt dykket til enhver tid, er fullstendig upåvirket av vannstanden, og egner seg derfor spesielt godt på tilsvarende steder.

Inntaket er utformet med en skråstillt lensebjelke og kort inntakskanal med sideoverløp. Varegrinden er ca. 17 m^2, og heller 26,5 grader (2:1). Rørlukene er

bygget av betong og løftes med hydraulikk. Lukene har en innvendig diameter på 1400 mm, og har bunnpakning.

Brekke kraftstasjon må i store deler kalles et fjellanlegg. Aggregatene er senket ned i en vertikal sjakt på ca. 20 m. Fra bunn av sjakten går utløpet gjennom en tunnel rett ut i Glomma. Mellom dam og inntak - og utløpet i Glomma gjør Rakkestadelva en sving, og går parallelt med Glomma. Avløpstunnelen, som er om lag 200 m krysser her under elven. Det er kanalisert i sandbankene utover i Glomma.

3.4.2 Driftserfaringer, kompletteringer.

Damterskelen kan synes i laveste laget. En noe høyere terskel ville ha gitt inntaket et større basseng slik at den intermitterende driften kunne ha gått med lengre intervaller. Når denne terskelen ble lavere enn det man opprinnelig hadde tenkt seg ut fra terrengobservasjoner, så kan det komme av at høydene ved Gabestad og Brekke ikke fullt ut korresponderte i høydegrunnlagene. Under bygging ble høyden overført fra Gabestad til Brekke, og kontrollert flere ganger. Forøvrig fungerer inntak, stasjon og avløp utmerket. Anlegget er utstyrt med kran, som i utgangspunktet var noe underdimensjonert. Kranen ble imidlertid forsterket, og er nå påbygget med et lite overbygg for løpekatten.

4.0 OPPSUMMERING

Prøveprosjektet i Rakkestadelva, med etterfølgende utbygging har vist at de opprinnelige planer og kostnadsoverslag kan bli svært forandret i løpet av planleggingsperioden. Man må imidlertid huske at prosjektet gjelder 4-5 kraftverk, og at gjennomføringen ble gjort for en elvestrekning på 8 km, med utredninger, analyser, konsesjonssøknad, tilbud og anbud, og endelig bygging.

I løpet av den tiden prosjektet varte kom det til flere nye turbinfabrikanter, med nye konsepter som tildels kunne konkurrere godt med de gamle. Dette gav seg utslag i arrangementsløsninger som var vidt forskjellige fra de opprinnelige løsningene i konsesjonssøknaden, og det resulterte i reduserte installasjons- og byggeomkostninger. Det viste seg å være gunstig å la de forskjellige tilbydere få utarbeide egne løsninger innenfor visse rammebetingelser fastlagt og styrt av byggherren. Dette resulterte i nye løsninger, som neppe hadde kunnet komme for en dag ved tradisjonell utbygging, der arrangementsløsningen blir bestemt av uavhengige tekniske rådgivere. Dette medførte, iallfall for utbyggingen i Rakkestadelva at den normale entrepriseform med utredninger, anbud og bygging måtte vike for TOTALENTREPRISEPRINSIPPET.

Tanken om at prøveprosjektet i Rakkestadelva skulle framstå med ulike turbintyper og arrangement som skoleeksempler for andre, ble snart fraveket av kostnadsmessige grunner, og til syvende og sist fremsto alle prosjektene med samme leverandør og

turbintype. Fra Sameiets side ble det nok ganske tidlig lagt vekt på service-tilbud og seriøsitet hos tilbyderne. Som vist ovenfor har servicemulighet- og vilje hatt stor betydning i årene like etter utbyggingen. Dette kan nok tildels også tilskrives barnesykdommer ettersom de første anleggene var de første i sitt slag her i Norge. Service er likevel en vesentlig faktor både for små og store utbyggere.

Den samfunnsmessig økonomiske nytteverdien av prosjektene ble vesentlig mye bedre enn opprinnelig forutsatt, med en gjennomsnittlig utbyggingskostnad på ca. 2.70 kr/kWh pr. 1987. Tilsvarende samfunnsmessige utbygningsgrensekostnad på dette tidspunkt var på ca. 3.35 kr/kWh.

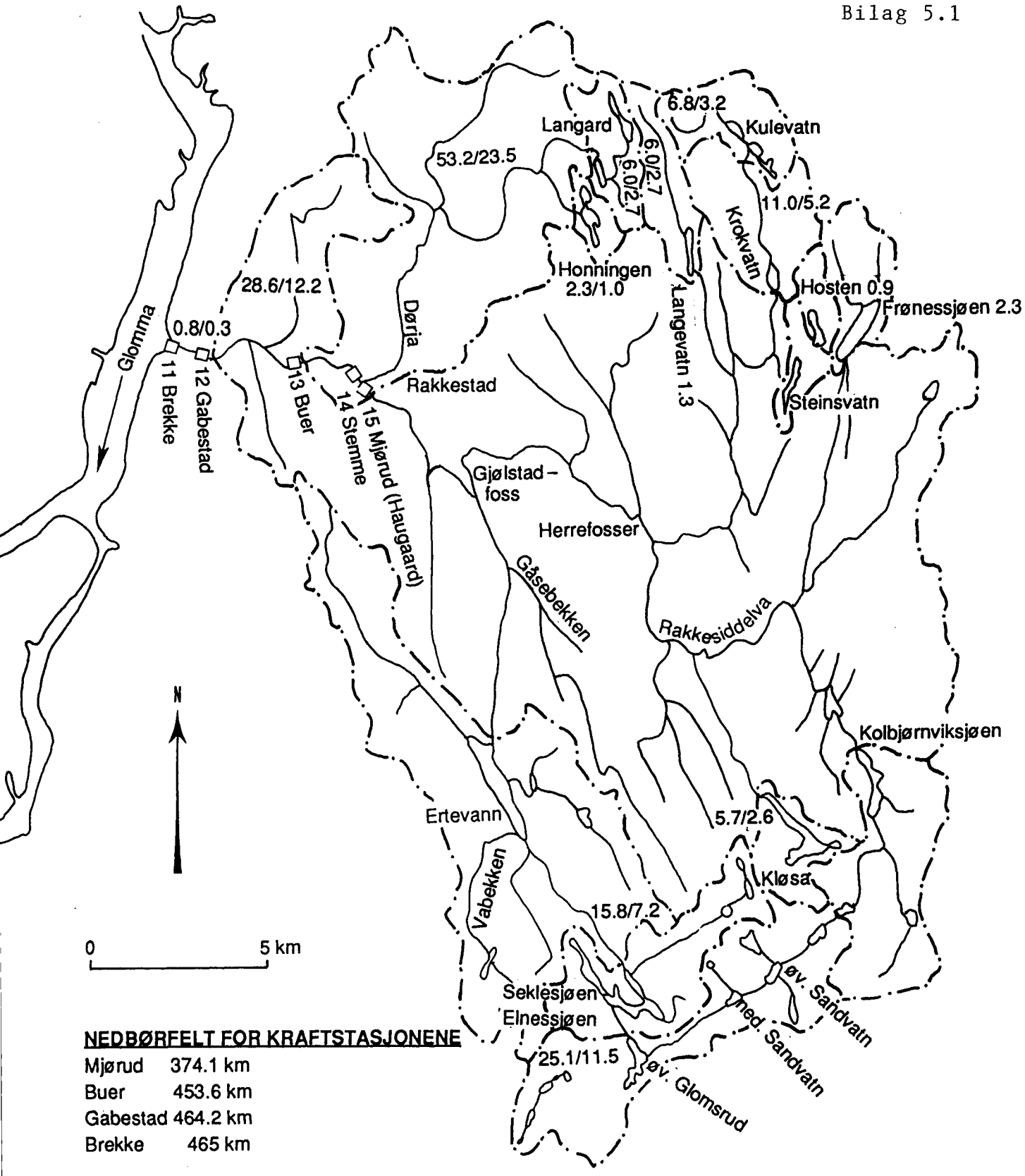
De endelige utbygningskostnadene kan avleses i nedenstående tabell T2.

T2. Rakkestadutbyggingen i tall etter utbygging. (1000 kr)

Idriftsatt	Haugaard (1985)	Buer (1985)	Gabestad (1987)	Brekke (1987)	Sum
Kontrakt-leveranser	3.303	8.526	7.261	11.158	30.248
Byggherre-omkostninger (renter,avg.,erst.)	405	1.927	1.910	2.819	7.061
Samlede omkostn.	3.708	10.453	9.171	13.977	37.309
Midl.årsprod. (GWh)	1.51	5.39	5.10	5.60	17.60
Utbygningskostn.	2.45	1.94	1.80	2.49	2.12
Samfunnsmessig grensekostnad	2.60	2.70	3.55	3.65	

Tallene i tabellen er relatert til idriftsettelsestidspunkt for anleggene.

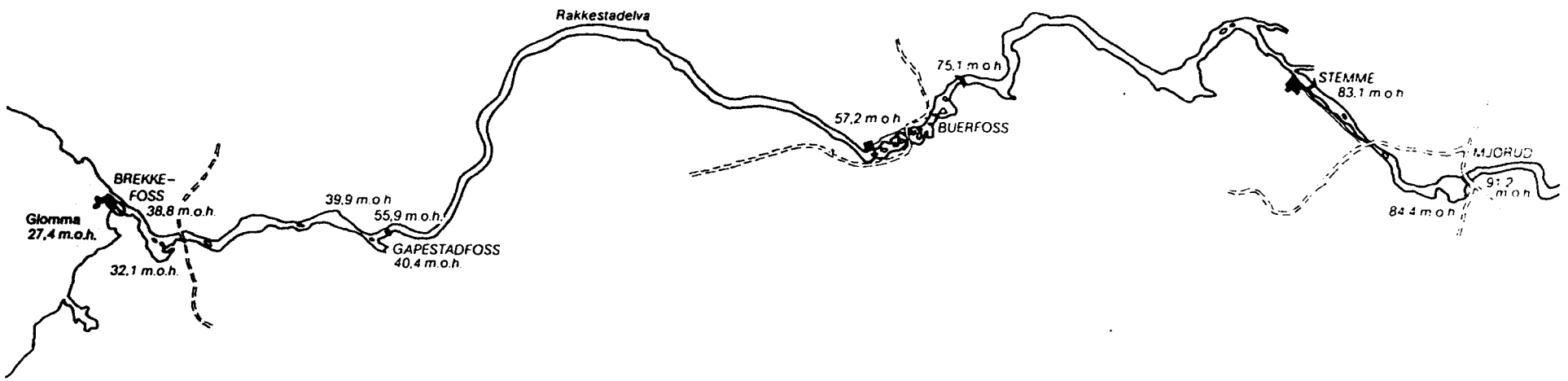
Bilag 5.1



NEDBØRFELT FOR KRAFTSTASJONENE

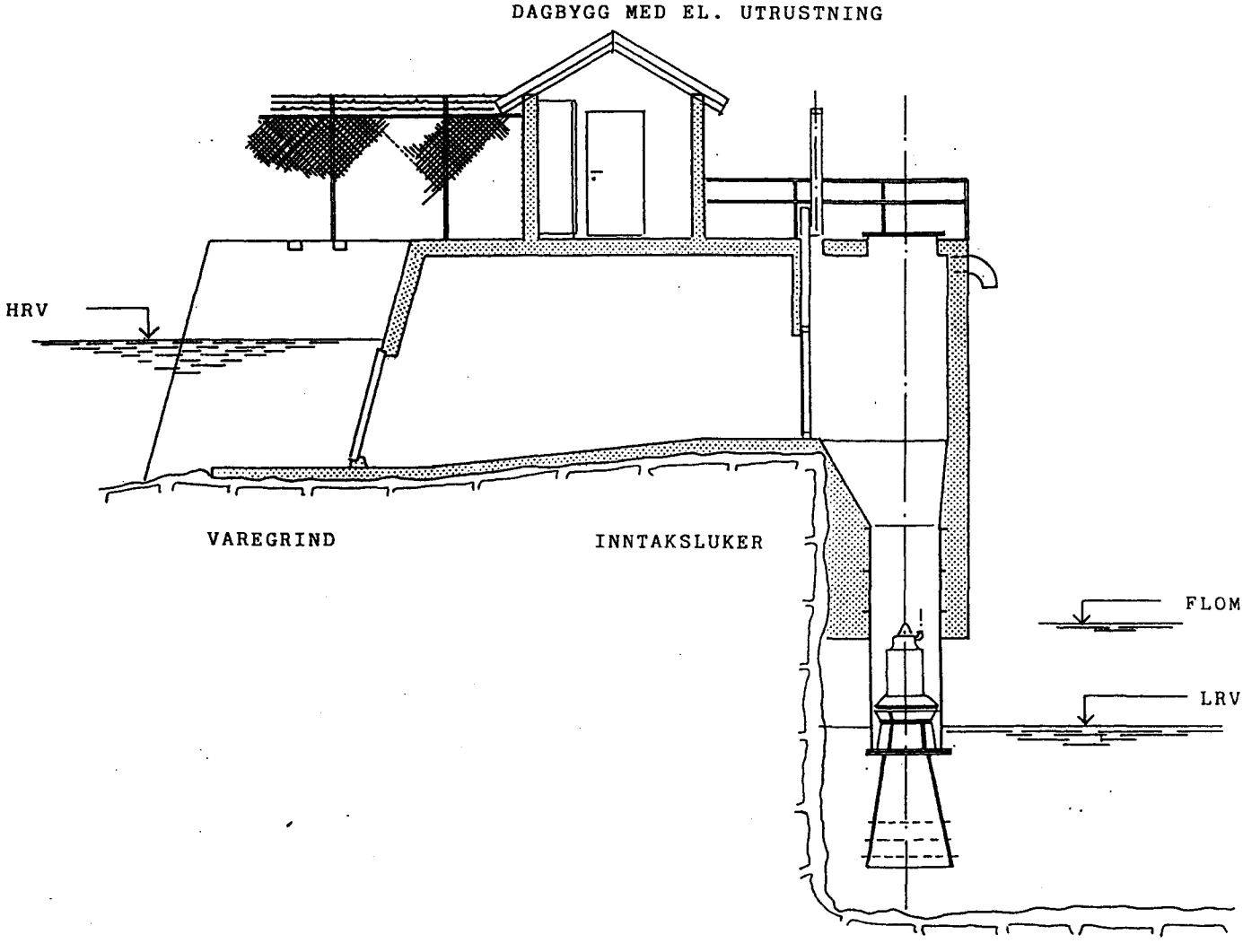
Mjørud	374.1 km
Buer	453.6 km
Gabestad	464.2 km
Brekke	465 km

Kommune				Fylke	
Målt	Tegn.	Konf.	Dato 15.2. 90	Målestokk	NVE VASSDRAGSDIREKTORATET AVD: VU
Sak: 002.AZ RAKKESTADELVA					Erstatning for: / Erstattet av:
Tegn. BUER, STEMME, GABESTAD MJØRUD, BREKKE					Tegn. nr. 79-146
Henvisning		Endring			Vassdr. nr. / Format



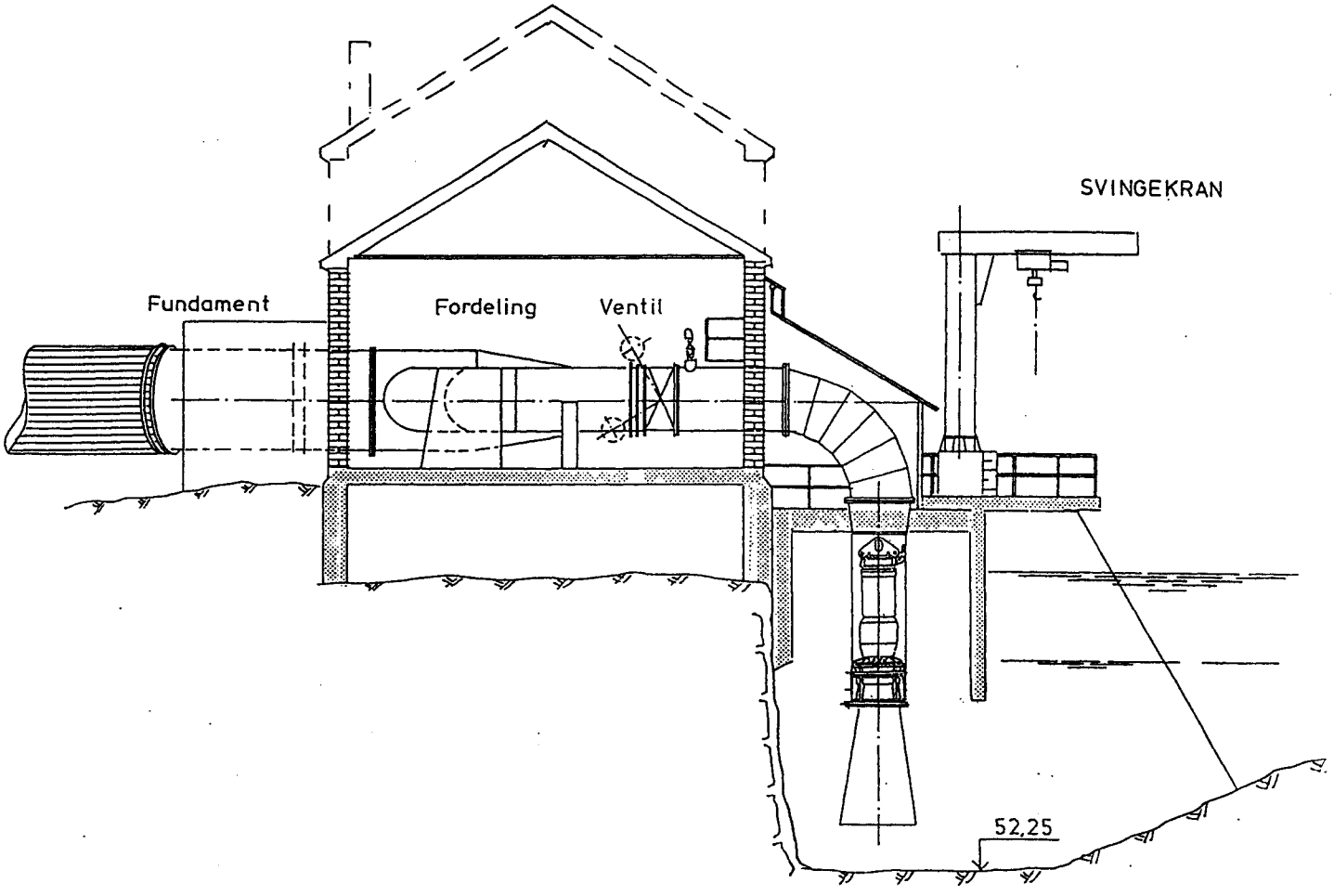
OVERSIKTSKART OVER NEDRE DEL AV RAKKESTADELVA, MED 5 STASJONER INNTEGNET
(ETTER SØKNAD OM TILLATELSE, aug. 1980)

Bilag 5.2



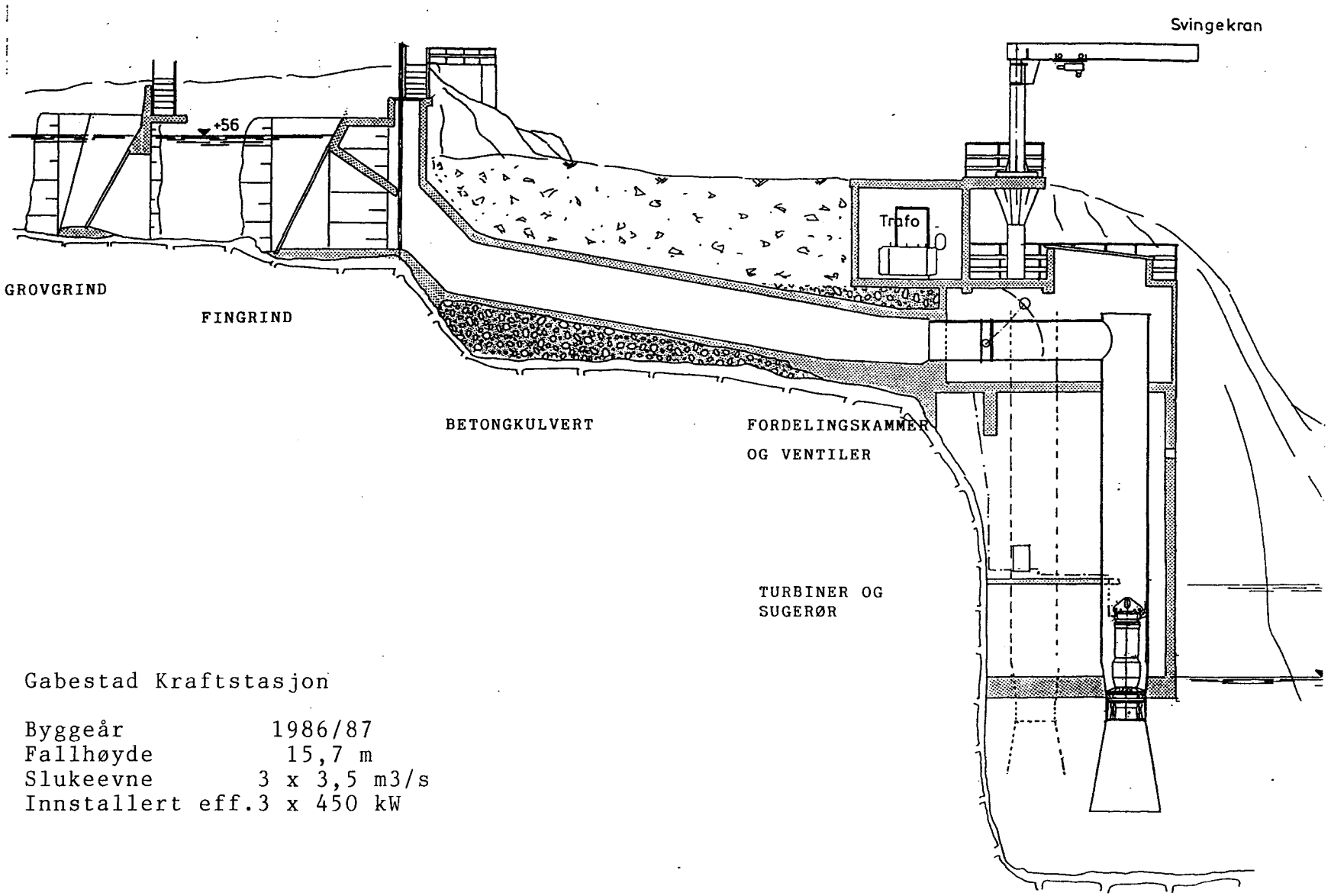
Haugaard Kraftstasjon

Byggeår	1984
Fallhøyde	6,1 m
Slukeevne	3 x 2,5 m3/s
Innstallert eff.	3 x 140 kW



Buer Kraftstasjon

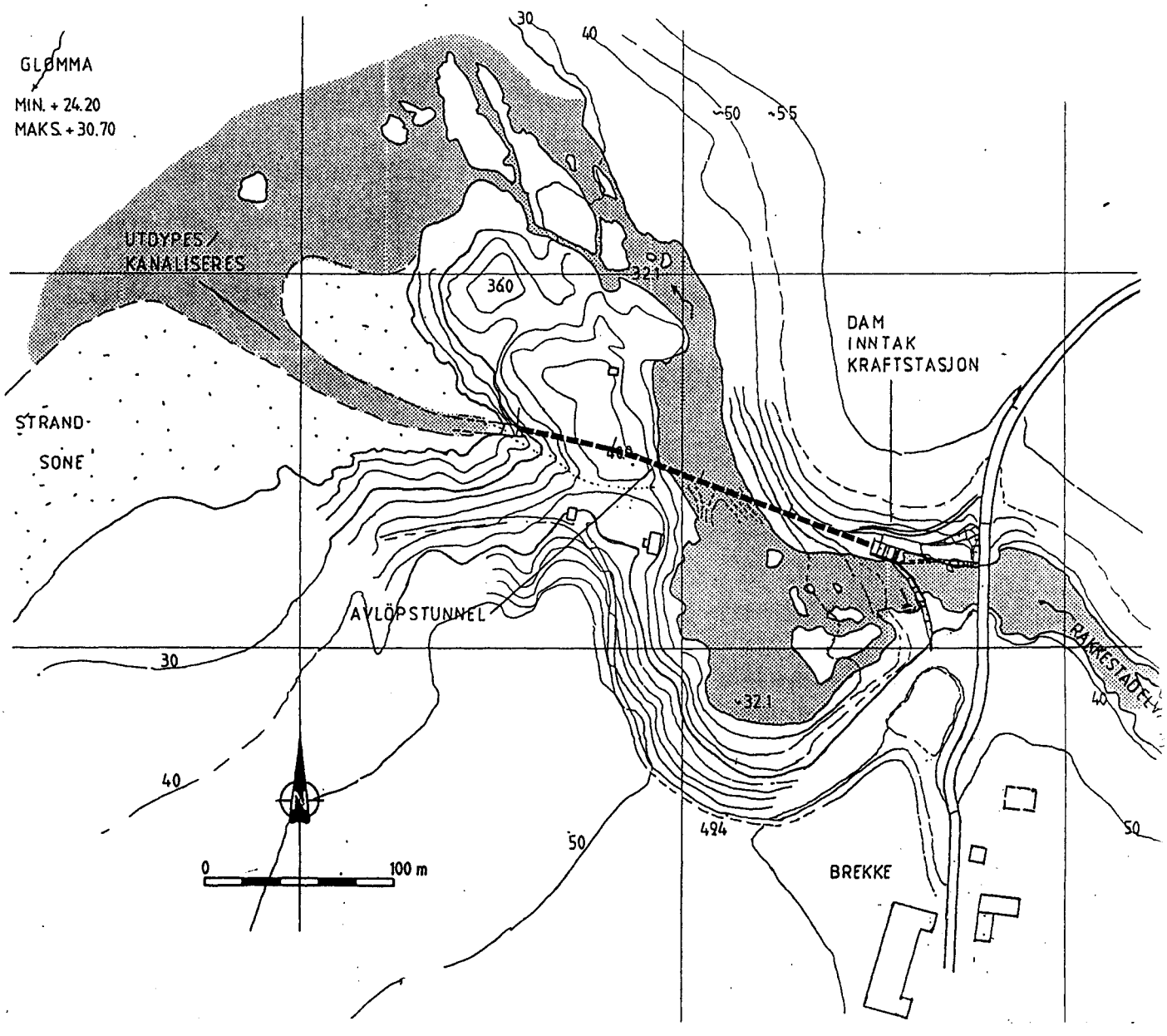
Byggeår	1984/85
Fallhøyde	16 m
Slukeevne	3 x 3,5 m3/s
Innstallert eff.	3 x 450 kW



Gabestad Kraftstasjon

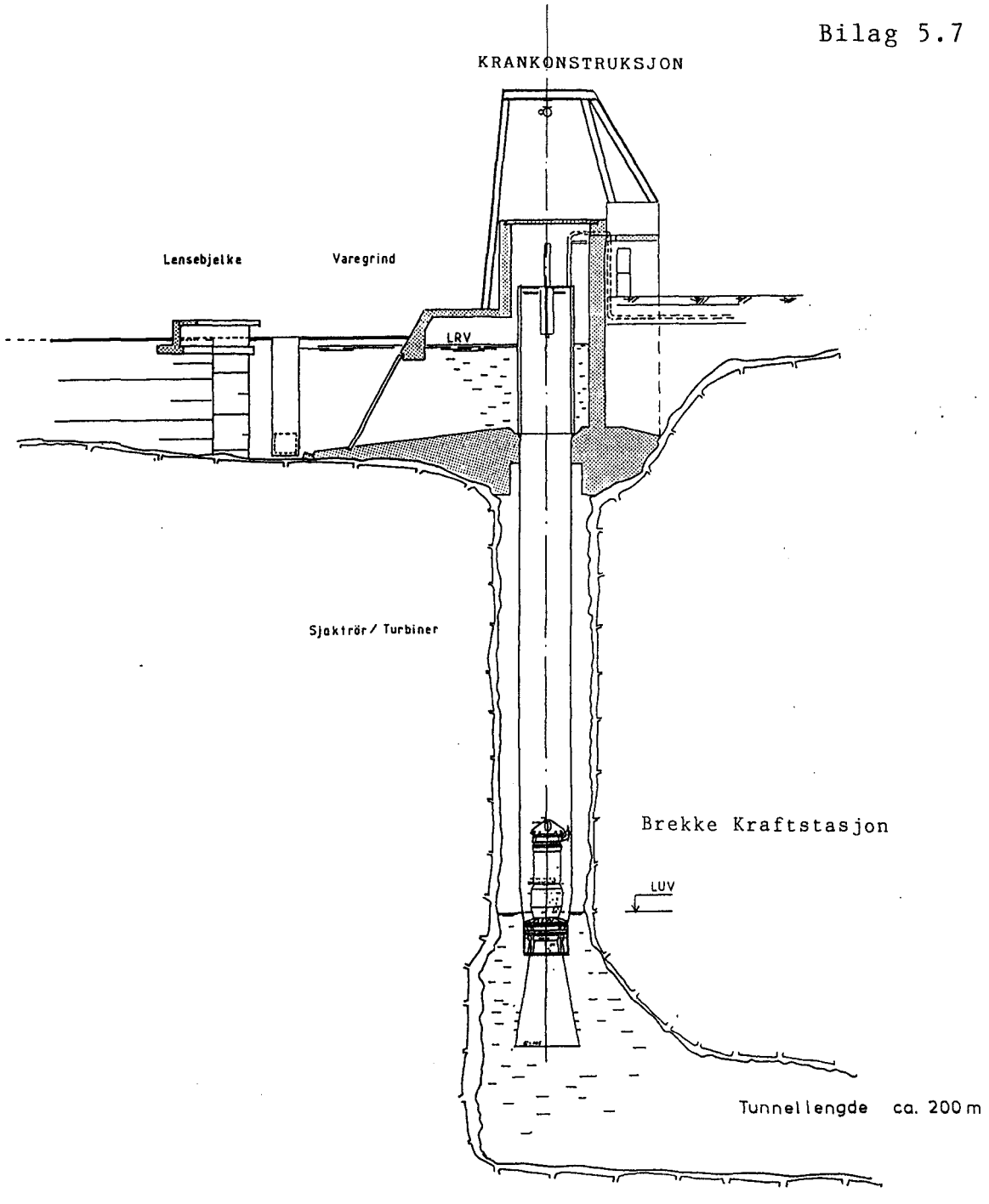
Byggeår	1986/87
Fallhøyde	15,7 m
Slukeevne	3 x 3,5 m3/s
Innstallert eff.	3 x 450 kW

Bilag 5.5



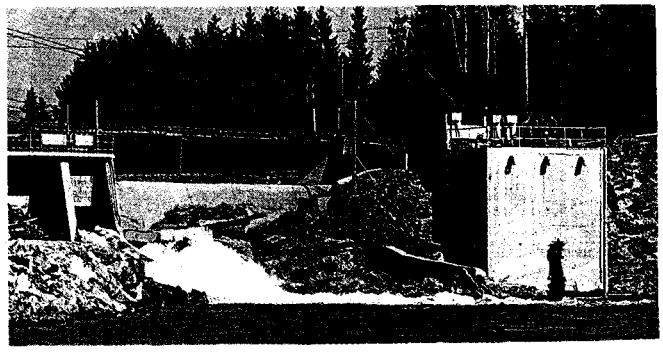
Brekke Kraftstasjon

Oversiktskart

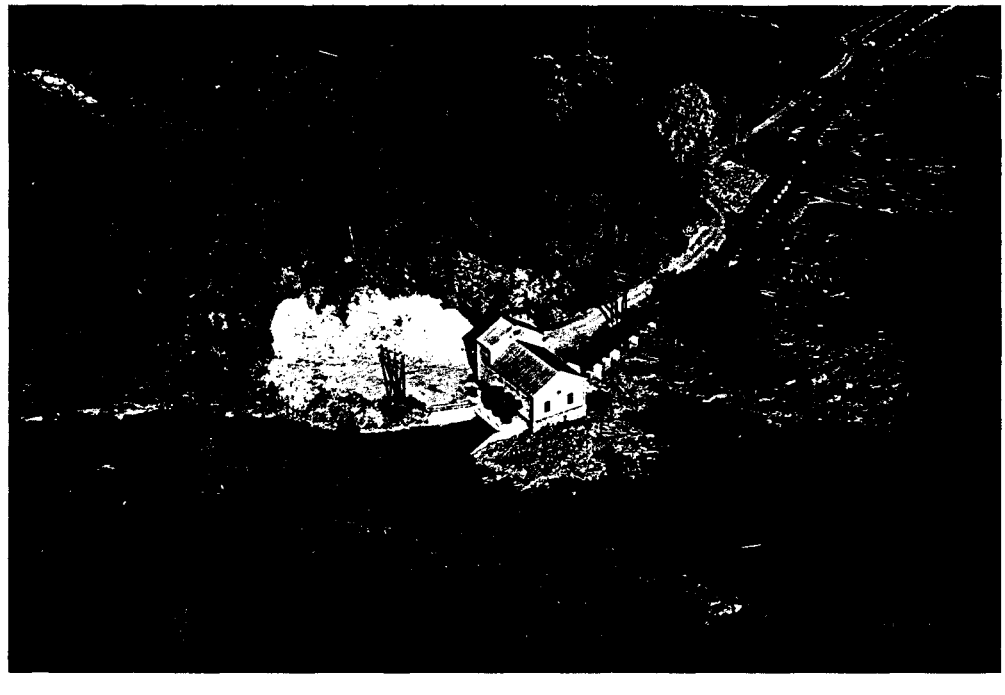


Brekke Kraftstasjon

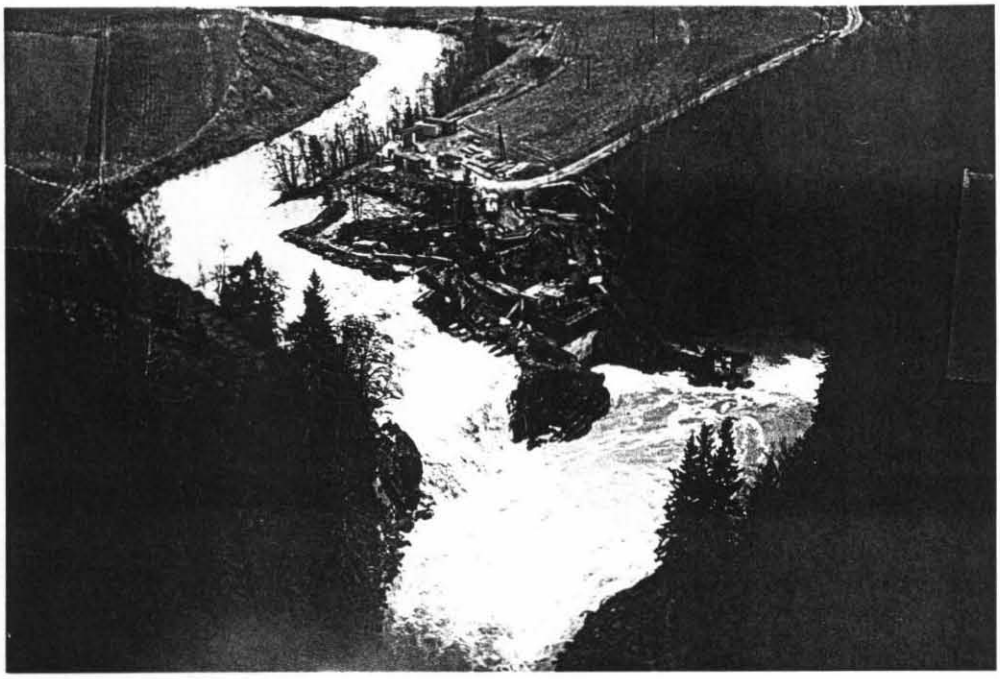
Byggeår	1987
Fallhøyde	15,7 m
Slukeevne	3 x 3,5 m3/s
Innstallert eff.	3 x 450 kW



Haugaard Kraftstasjon



Buer Kraftstasjon

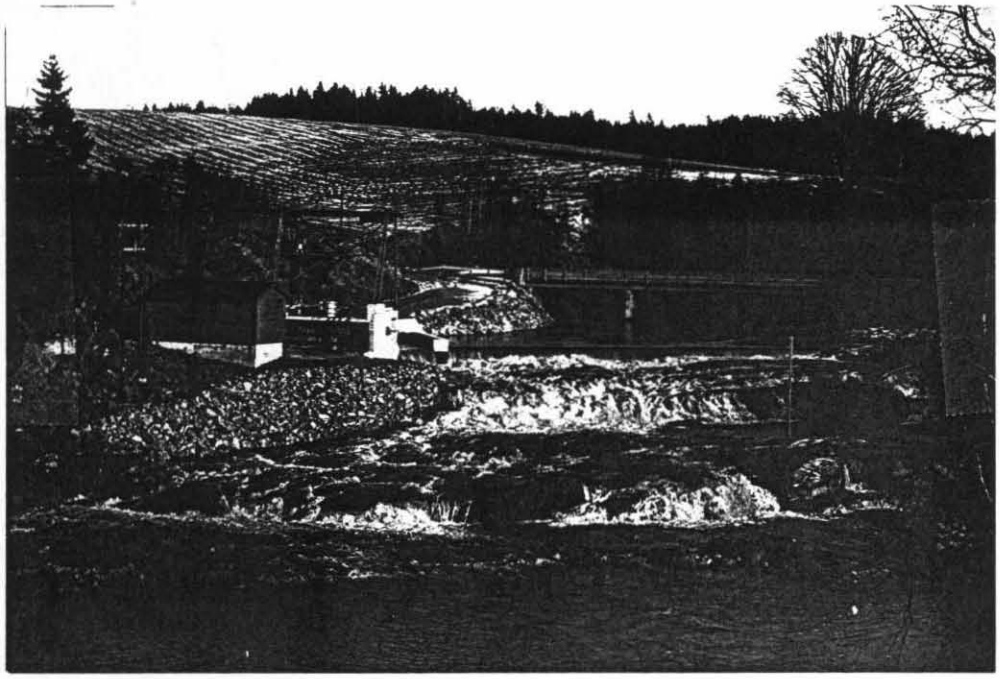


Gabestad
Kraftstasjon

Under bygging

Brekkefoss

Før utbygging



Brekke
Kraftstasjon

LITTERATURLISTE

1 Rakkestad kommunale elektrisitetsverk gjennom 25 år. 1913-138, av formann P.Hj.Finnestad.

2 Beretning om Mjørud Vognfabrikk A/S. En norsk håndverksbedrift gjennom 80 år. 1905-1985.

3 NVE. arkivmateriale over korrespondanse, møtereferater og notater. (avd. for Vasskraftundersøkelser).

4 Rakkestad kommune og Rakkestad elverk, v/ elverksjef Skallerud. Arkivmateriale over korrespondanse for elverket, kommune og flerbruksplankomiteen.

5 Ing. A.B.Berdal. Arkivmateriale over korrespondanse.

6 Norsk hydrologisk komite. Rapport nr. 2, 1979: "Simulering av en avløpsserie for Rakkestadelv".

7 "Søknad om tillatelse". Bilag til søknad om konsesjon, utarbeidet i august 1980.

8 "Foreløpig orientering til anbudsbefaringen onsdag 5.nov.1980", Utarbeidet av Ing. A.B.Berdal.

9 Rakkestadelva, Småkraftverk Haugaard, Buer, Gabestad Brekke.
Orientering om utbyggingen i perioden 1984-1987, fra Østfold Energiverk.

10 Flygt Pumper A/S. Arkivmateriale og datablad.

11 Hernes Prosjektering A/S. Arkivmateriale fra utbyggingen av kraftverkene. Fotografier og prinsippskisser.