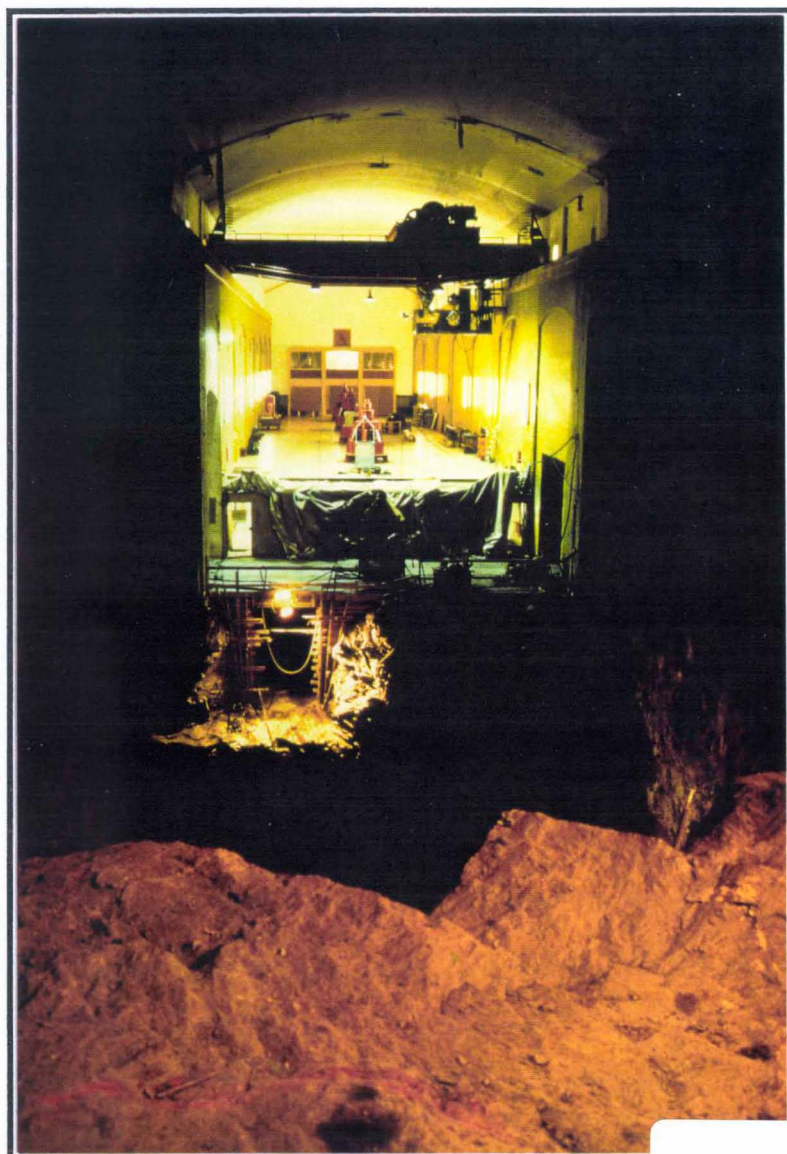




NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

OPPRUSTING OG UTVIDELSE AV VANNKRAFTVERK

Erfaringer fra gjennomførte prosjekter, nr 15
Nedre Vinstra kraftverk, Oppland



ENERGIIVDELINGEN

NORGES
VASSDRAGS- OG ENERGIDIREKTORAT
BIBLIOTEK

PUBLIKASJON

Nr 8
1991

Forsiden: Hall for aggregat 5 ferdig utsprengt.
Aggregat 1-4 i full drift i bakgrunnen.



NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

TITTEL Opprusting og utvidelse av vannkraftverk. Erfaringer fra gjennomførte prosjekter, nr 15. Nedre Vinstra Kraftverk, Oppland.	NR 8
FORFATTER (E) / SAKSBEHANDLER (E) Vinstra Kraftselskap/Torodd Jensen, NVE	DATO 14.03.1991
	ISBN: 82-410-0113-4 ISSN: 0802-2569

SAMMENDRAG

Rapporten inngår i en serie publikasjoner som beskriver gjennomførte opprusting-/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 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

NORGES
VASSDRAGS- OG ENERGIDIREKTORAT
BIBLIOTEK

ANSVARLIG UNDERSKRIFT


Erling Diesen
Vassdrags- og
energidirektør



NEDRE VINSTRA KRAFTVERK

OPPRUSTNINGSPROSJEKT

1986 - 1990

INNHALDSFORTEGNELSE

1. DET GAMLE KRAFTVERKET

- 1.1 FORHISTORIE
- 1.2 BESKRIVELSE AV DET GAMLE KRAFTVERKET

2. INITIERING AV PROSJEKTET

3. UTVIDELSE AV VANNVEGEN OG KRAFTSTASJONEN

- 3.1 BESKRIVELSE AV VALGT ALTERNATIV
- 3.2 ANDRE ALTERNATIVE LØSNINGER
- 3.3 BEGRUNNELSE FOR VALG AV ENDELIG LØSNING
- 3.4 PROBLEMER I PLANFASEN

4. UTBYGGINGSFASEN

- 4.1 GENERELT
- 4.2 ORGANISERING
- 4.3 BYGGEPROSESSEN
- 4.4 LANDSKAPSBILDET

5. FINANSIELLE OG ORGANISATORISKE SPØRSMÅL

- 5.1 SAMARBEIDE MED ANDRE EVERK
- 5.2 FINANSIERING

6. HOVEDKONKLUSJON

1. DET GAMLE KRAFTVERKET

1.1 FORHISTORIE

Vinstra Kraftselskap ble dannet i 1946 og eies av Oslo Lysverker (40/60), Hamarregionen Energiverk (17/60) og Stange kommunale Elektrisitetsverk (3/60).

Selskapets formål var utbygging av Vinstravassdraget i Gudbrandsdalen.

Nedre Vinstra kraftverk ble prosjektert i hemmelighet under den annen verdenskrig. Konsesjon for utbygging ble gitt i 1946.

Anleggsarbeidene ble satt i gang ved årsskiftet 1946/47, og anlegget var fullført ved idriftssettelsen av det fjerde og siste aggregatet i 1958.

1.2 BESKRIVELSE AV DET GAMLE KRAFTVERKET

Oversikt over kraftverket med tilhørende vannveg er skjematisk vist i vedlegg 1.

Fra inntaksmagasinet i Olstappen føres vannet gjennom en 23 km lang driftstunnel (30m^2) fram til et fordelings- og avslagskammer.

Fra fordelingskammeret føres vannet via et ventilkammer gjennom to trykkrør i egen rørtunnel ned til kraftstasjonen. Trykkrørene er ca. 760m lange. Øvre halvdel av trykkrørene ligger med et fall på 23^0 , mens nedre del har et fall på 45^0 . Rørene har avtrappende diameter, fra $D = 2.600\text{ mm}$ ved ventilkammeret til $D = 2.000\text{ mm}$ inn mot kraftverket.

Hvert trykkrør forsyner 2 Francisturbiner, hver på 68.000 Hk. Turbinene er levert av Kværner Brug, og det kan nevnes at det på den tiden ikke var bygget Francisturbiner for så stor fallhøyde (440m). Til hver turbin er det koplet en 50MVA generator levert av NEBB. I egen transformatorhall parallelt med maskinsalen, transformeres generatorspenningen opp til 300kV. Overføringen videre ut i friluft skjer over 300 kV oljekabelanlegg forlagt i egen kabel-tunnel (ca. 1.200m).

HYDROLOGI

Nedslagsfeltet til magasinene strekker seg fra Olstappen i øst til Bygdin i vest. Data for magasinene og avløp er satt opp i nedenstående tabell.

Magasin navn	Areal km ²	Magasin volum mill.m ³	Spesifikk avrenning l/s/km ²	Årsavløp mill.m ³
Bygdin	308	336,00	41,6	404
Vinsteren	162	102,45	37,5	192
N.Heimdalen	128	14,72	29,0	117
Kaldfjorden	104	75,67	24,0	79
Øyangen	42	7,86	24	32
Olstappen	642	31,10	20,5	415
Sum	1386	567,8	25,2	1284

Tekniske data.

Generatorinstallasjon: 4 x 50 MVA, dvs. 200 MVA
 Fallhøyde: 440 m
 Slukeevne: 60 m³/s
 Bestemmende årsproduksjon: 870 GWh
 Midlere årsproduksjon: 975 GWh

INITIERING AV PROSJEKTET

Nedre Vinstra kraftverk har en spesiell forhistorie når det gjelder dimensjoneringsgrunnlaget for vannveien. Installasjonen var i utgangspunktet satt til 3 aggregater hver på 65 MW, dvs. totalt 165 MW. Dette ble underveis i prosjekteringen endret til 4x50 MW, dvs. 200 MW, men dimensjoneringsgrunnlaget for vannveien ble holdt uendret. Filosofien bak dette var at det fjerde aggregatet bare skulle kjøres i perioder med store tilsig til inntaksmagasinet. Forøvrig skulle det være reserveaggregat for de tre øvrige.

Denne filosofien var gangbar så lenge man trodde at byggingen av "Stor-Vinstra" skulle dekke elbehovet i overskuelig framtid. Det gikk imidlertid ikke så mange årene før det fjerde aggregatet måtte tas i bruk som et "likeverdig" aggregat, noe som medførte meget lav totalvirkningsgrad for anlegget ved fullast. Falltapene i vannvegen ved fullast lå på ca. 10%, og av disse lå det alt vesentlige i driftstunnelen og i trykkrørene.

Falltapsforholdene var nok hovedårsaken til at prosjekteringen av utvidelsen ble initiert, men i tillegg var følgende momenter også av vesentlig betydning:

- Kraftselskapets eiere hadde et stort udekket effektunderskudd.
- Brukstiden for kraftverket var uforholdsmessig høy (5.000 h).
- En utvidelse ville være en kraftig opprustning av et verk som tross alt var 35 år gammelt. Dette ville gi besparelser ved framtidig revisjoner og ved reduserte avbruddstap ved større ombygginger/feil.

3. UTVIDELSE AV VANNVEGEN OG KRAFTSTASJONEN

3.1 BESKRIVELSE AV VALGT ALTERNATIV

Utvidelsen av vannvegene og kraftverket er skjematisk vist i vedlegg 2. For sammenhengens skyld er også det gamle anlegget lagt inn på samme oversikten.

Fra Olstappen til tverrslag 5 er det fullprofilboret en ny 16,8 km lang tunnel ($17,7\text{m}^2$). Tunnelen er sammenkoplet med den gamle driftstunnelen nedstrøms inntaket og ved tverrslag 5.

Fra tverrslag 5 er det drevet en ny 5,9 km lang trykktunnel (35m^2) ned til kraftverket. Trykktunnelen er uforet med unntak av de siste 100m inn mot kraftverket. Tunnelen er foret med stålrør, $D = 4.200\text{ mm}$. Nær avgreningen fra driftstunnelen er det montert pakkboksluke i eget kammer.

Fra trykktunnelen er det drevet en 20 m^2 svingesjakt opp til en utvidelse av det gamle svingekammeret. Det gamle og det nye svingekammeret er delvis felles for de to vannstrengene. Ved avslag i den gamle vannstrengen skal bare volumet i deler av det gamle svingekammeret utnyttes. Ved fullastavslag i den nye vannstrengen skal imidlertid både det nye og det gamle svingekammer utnyttes. Dette er ivarettatt ved en sperreterskel som er anlagt mellom det gamle og det nye kammeret.

Det nye aggregatet på 100 MW er anlagt i direkte forlengelse av den gamle stasjonshallen. Avløpet fra denne føres i en ny 1 km lang (35m^2) tunnel ut i Gudbrandsdalslågen.

I det gamle kraftverket er det foretatt vesentlige omkoplinger på

vannsidene. To aggregater er separert og forsynes nå fra hvert sitt av de gamle trykkrørene. De to øvrige aggregatene er koplet mot den nye trykktunnelen.

3.1.1 TEKNISKE DATA FOR NYANLEGGET:

Generatorinstallasjon:	1 x 110 MVA
Fallhøgde:	440 m
Slukeevne:	27 m ³ /s
Økning i midlere energiproduksjon:	96 GWh
Økning i toppeffekt:	103 MW

3.1.2 KOSTNADER

Kostnadene ble i 86-kroner beregnet til 527,9 mill.kr. ekskl. prisstigning. Inkludert lønns- og prisstigning var den totale ramme 600 mill. kr.

Lønnsomhetsvurderingen av prosjektet ble vurdert ut fra tre faktorer:

- a) Prosjektet ga et toppeffekttilskudd på 103 MW.
- b) Prosjektet ga en beregnet energigevinst på 96 GWh.
- c) Prosjektet medførte en kraftig opprustning av et eldre anlegg, slik at en med større sikkerhet kunne ivareta de store produksjonsverdiene som kraftverket representerer.

Ut fra en helhetsvurdering av disse momentene ble prosjektene besluttet gjennomført.

3.2 ANDRE ALTERNATIVE LØSNINGER

Prosjekteringen ble allerede fra starten av en todelt sak:

- a) Prosjektering av driftstunnel.
- b) Prosjektering av stasjon m/trykktunnel.

For driftstunnelen ble alternativet med fullprofilboret parallell tunnel tidlig vurdert og forkastet idet kostnadene ville bli altfor høye ved innleie av nye TBM-maskiner. Det ble derfor arbeidet intenst med opplegg og drivemåte for å utvide tverrsnittet i eksisterende tunnel. En havnet på en løsning med "bunn-stross" drevet tosidig fra alle fire tverrslag, dvs. tilsammen 8 stuffer. Tverrsnittet skulle økes fra 30 m² til 52 m². Tidsrammene for denne strossen var i anbudsdokumentene beskrevet i 2 alternativer:

- a) En sesong a 6 måneder.
- b) To sesonger a 4 måneder.

Beregnet produksjonstap ved denne driftsstansen var 470 GWh.

For kraftstasjonsdelen ble flere alternativer beskrevet:

- 1) Separat stasjon beliggende i lengdeaksen for den gamle stasjonen. Ny trykksjakt opp i det gamle svingekammeret. Stross av avløpstunnelen (fra 30 til 52m²).
- 2) Separat stasjon oppstrøms den gamle stasjonen. Trykksjakt og avløpstunnel som i alt. a.
- 3) Utvidelse i direkte forlengelse av den gamle stasjonen. Forsyning av nytt aggregat fra et tredje trykkrør i eksisterende rørtunnel.
- 4) Utvidelse i direkte forlengelse av den gamle stasjonen. Ny trykktunnel opp til tverrslag 5. Stross av avløpstunnelen.

3.3 BEGRUNNELSE FOR VALG AV ENDELIG LØSNING

3.3.1 DRIFTSTUNNEL

Fra en av anbyderne kom det tilbud om fullprofilboret parallell driftstunnel som alternativ til det foreskrevne strosseopplegget. TBM-alternativet var i utgangspunktet 37 mill.kr. dyrere enn strosse-alternativet. Fordyrelsen måtte vurderes opp mot verdien av det reduserte produksjonstapet på 470 GWh samt mot de relativt store usikkerhetsmomentene strossealternativet var beheftet med angående framdrift, sikringsomfang osv.

Fullprofilboret parallell driftstunnel ble valgt ut fra at det sannsynligvis var den økonomisk gunstigste løsningen og at det var den tryggeste anleggstekniske løsningen.

3.3.2 TRYKKSJAKT/TRYKKTUNNEL

Det ble tidlig i prosjektet valgt ny trykktunnel til tverrslag 5. Valget ble gjort ut fra vurdering av de geologiske forhold i eksisterende driftstunnel fra tverrslag 5 til ventilkammeret. Skepsisen til utvidelse av denne tunnelstrekningen ved stross var alt fra starten av meget stor idet en her ville komme bort i flere forkastningssoner som var utstøpt. I ettertid kan en si at valg av fullprofiløsning for driftstunnelen også ville betinget at trykktunnelen ble lagt til tverrslag 5.

Rent driftsmessig er løsningen god idet den nye trykktunnelen kan stenges av og tømmes uten at driftstunnelen må tømmes.

3.3.3 STASJON

Det ble av to grunner valgt en direkte utvidelse av eksisterende stasjonshall.

Omkoplingen av to av de gamle aggregatene til ny trykktunnel var en ikke uvesentlig del av prosjektgrunnlaget. For å minimalisere kostnadene ved denne omkoplingen, var det nødvendig å legge det nye aggregatet i eller i utmiddelbar nærhet av den gamle hallen. Videre ville det være en stor driftsmessig fordel å ha en stasjonshall i stedet for to. Disse forholdene veide tungt nok til å velge en direkte forlengelse av den gamle hallen. Det skal dog sies at valget ble foretatt etter langvarige diskusjoner og vurderinger.

3.4 PROBLEMER I PLANFASEN

Utvidelsen av Nedre Vinstra var skriftlig meddelt Samlet Plan som et eksempel på en opprusting som kunne gjennomføres etter elektrisk konsesjon.

Etter kontakt med NVE under planleggingen kom imidlertid NVE til at man trengte konsesjon etter Vassdragsloven for å gjennomføre prosjektet. Dette fordi kjøremønsteret i vinterperioden ville bli vesentlig endret i det man ville øke dagproduksjonen og redusere nattproduksjonen. Dette ville føre til økte vannføringsvariasjoner over døgnet i Gudbrandsdalslågen nedstrøms kraftverket.

Selve konsesjonsbehandlingen gikk uvanlig raskt, og konsesjonen forelå ca. ett år etter at søknaden var sendt.

4. UTBYGNINGSFASEN

4.1 GENERELT

Forutsetningen for utvidelsen av kraftstasjonen var at driften av de eksisterende aggregater skulle foregå hele anleggsperioden. Med den trange maskinkapasiteten var det heller ikke rom for større justeringer av kjøreprogrammet uten at dette ville resultere i vanntap. På den andre siden var det ønskelig å utnytte mest mulig av det bestående anlegg slik at kostnadene ble minst mulig. En fikk dermed en konfliktsituasjon, to helt forskjellige kulturer skulle arbeide tettest mulig sammen. Det kan best illustreres med

driftens pertentlige vedlikehold med vask og renhold mot anleggets drift med utvikling av store mengder støv og gass.

4.2 ORGANISERING

Anlegget ble organisert på tradisjonelt vis med byggherrestyrte entrepriser. Byggherren opprettet egen byggelederstab med ansatt byggeleder. I tillegg ble det leiet inn 2 bygningsingeniører som bistod med oppfølging av anleggsentreprisene. Oppfølging av maskin og elektroleveransene ble organisert av byggeledelsen, men utført av driftens egne folk med nødvendig hjelp av innleide konsulenter. Prosjektledelsen ble ivarettatt av driften ved sjefingeniør. For å få en smidig drift ble byggeledelsen i størst mulig grad involvert i driften. Det ble avholdt ukentlige lunsjmøter for å få tverrfaglig kommunikasjon.

Det tette forhold mellom drift og anlegg gjorde det nødvendig med stor grad av samarbeide på alle plan. For å sikre dette ble det allerede i anbudsinnbydelsen tatt med et krav om at entreprenøren skulle delta i en sikkerhetsgruppe som regulerte forholdet mellom driftens og anleggets folk. I tillegg ble det brukt mye tid på informasjon slik at en hele tiden var i forkant og nær sagt løste konfliktene før de oppsto.

.3 BYGGEPROSESSEN

Anleggsarbeidene kan deles i to hovedgrupper:

A. De arbeider som foregikk uten å påvirke driften av aggregatene. Dette er hovedsakelig avløpstunnel, trykktunnel og driftstunnel.

B. De nære arbeider i og rundt kraftstasjonen.

.3.A Arbeidet med tunnelsystemene har for det meste vært uavhengig av driften. Dette har hovedsakelig vært driving av tunneler parallelt med det eksisterende vanntunnelsystem.

Avløpstunnelen var i det opprinnelige konseptet tenkt brukt som angrepspunkt og transporttunnel for både tunneler og kraftstasjonsutvidelsen. Men pga. en utsettelse av starttidspunkt var det nødvendig og også opprette et angrepspunkt fra adkomsttunnelen like ved kraftstasjonen. På denne måten ble adkomsttunnelen for kraftstasjonen sterkt belastet med uttransport av steinmasser. Dette påførte driften en ekstra stor belastning, men etter en kort innkjørings- og tilpasningsperiode gled samkjøringen brukbart. Det må tilføyes at adkomsttunnelen er så trang at to biler ikke kan passere hverandre. En måtte derfor innføre envegskjøring i kortere perioder. I disse periodene brukte

driftspersonalet i stor utstrekning kabeltunnelen som adkomst pr. sykkel.

Driftstunnelen er knyttet sammen med den opprinnelige driftstunnelen like nedstrøms inntaket og i et krysningspunkt ved tverrslag 5. Driften av tunnelen ble utført med to TBM'er med diameter 4,75. Arbeidet ble utført uten å influere på produksjonen. I en periode på 5 uker ble kraftverket stoppet, vannvegen tømt og tunnelene knyttet sammen.

Denne perioden ble benyttet av driften til nødvendige inspeksjons- og vedlikeholdsarbeider.

- 4.3.B De nære anleggsarbeider i og rundt kraftstasjonen ga mange mulige konfliktpunkter. Men de alvorligste konfliktene skyldes i hovedsak støv, støv, gasser og rystelse fra sprengningsarbeidene.

Hovedproblemet ble å vedlikeholde et brukbart driftsmiljø mens man sprengte ut en ny maskinhall i forlengelse av den eksisterende. I tillegg var adkomsttunnelen så trang at det ikke var mulig å etablere ventilasjonssystem med tilstrekkelig kapasitet.

Ventilasjonsproblemet ble løst ved å nytte kabeltunnelen for innføring av friskluft. Deretter ble maskinhallen avstengt med en vegg. På denne måten fikk en etablert overtrykk på driftsiden av maskinhallen og hindret gass og støv fra å trenge inn. Den "brukte" luften sivet inn i anleggsdelen og ut adkomsttunnelen. Kapasiteten på systemet var 180.000 m³/t.

De aller største usikkerhetene knyttet seg til rystelsene fra sprengningsarbeidene. Man sto her overfor to problemer: Hva ville det eksisterende anlegg tåle og hvilke rystelser ville oppstå?

Som utgangspunkt ble det nyttet data innhentet fra Vattenfall som kriterier for akseptable rystelser. Disse ble supplert med data over hva bærelageret kunne tåle og hvilke klaringer som eksisterte i styrelager og labyrint.

En opprettet så målestasjoner på installasjonene som til enhver tid var nærmest sprengningsstedet. Det ble målt hastighet, akselerasjon og amplitude i aksiell og radiell retning.

Ved å etablere en tunnel rundt på baksiden av kraftstasjonen kunne en gradvis nærme seg problemet etter hvert som avstanden ble mindre. Etter hver salve ble alle målerne avlest og ladningsmengden i neste salve vurdert. Dette ble utført av byggherren slik at ansvaret for å holde rystelsene på et akseptabelt nivå ble overlatt byggherren. Det kostnadmessige ovenfor entreprenøren ble ivaretatt med et sett på forhånd avtalte priser.

Det ligger i kortene at jo forsiktigere en sprenger jo dyrere blir det. En prøvde derfor hele tiden å legge salvene opp mot det maksimale uten å tippe over. Usikkerheten lå i at en ikke vet hvilke sikkerhetsmarginer en har i kriteriene. Og med de store tapene en ville få ved et eventuelt havari var det ikke ønskelig å finne ut hvor grensene går. Sagt med andre ord: Nedsprengingen av stasjonshallen førte ikke til skader på maskiner og utstyr i kraftverket.

4.4 LANDSKAPSBILDET

Fra det tidligere anlegg i femtiårene var det flere gamle steintipper som med sin karakteristiske form til dels var meget synlig i området. En la derfor mye arbeid i å finne løsninger som landskapsmessig var akseptabelt.

I det nedre anleggsområdet ble massene delvis brukt til opprusting av fylkesvegene i området og delvis fylt i et dalsøkk og deretter planert til en idrettsplass.

I det øvre anleggsområdet ble steinmassene deponert på to eksisterende tipper og deretter planert og tilpasset terrenget i samråd med landskapsarkitekt.

5 FINANSIELLE OG ORGANISATORISKE SPØRSMÅL

5.1 SAMARBEID MED ANDRE E-VERK.

Kraftlaget Opplandskraft (KO) eier det ovenforliggende kraftverket Øvre Vinstra. Det var særlig viktig å få etablert en avtale med KO om forsert utkjøring av magasinvannet ved strossealternativet, og man ble enige om en modell for økonomisk oppgjør for denne forserte utkjøringen. Nå ble som kjent ikke strossealternativet valgt, men avtalen ble benyttet etter vinteren/våren 1989. Dette fordi Nedre Vinstra hadde en måneds full stans våren 1989 for sammenkopling av ny og gammel driftstunnel. Det kan bemerkes at prisutviklingen var slik at det ikke ble behov for et økonomisk oppgjør.

Det ble videre inngått en avtale med det lokale energiverket, Midt-Gudbrandsdal Energiverk, om overføring av anleggskraft fra N. Vinstra til tverrslagene 3 og 5. Anleggslinjene ble bygget av Vinstra Kraftselskap, og MGE fikk tilbud om gratis overtakelse av linjene i tillegg til en fastsatt overføringsgodtgjørelse.

5.2 FINANSIERING

Selskapet opptok i begynnelsen av anlegget et byggelån på 100 mill.kr. Dette ble gjort for å ha en viss frihetsgrad ved valg av tidspunkt for

konvertering til langsiktig finansiering.

Prosjektet skal fullfinansieres ved opptak av obligasjonslån. Kommunal garanti er gitt av eierkommunene i forhold til eierandelene i selskapet.

Følgende obligasjonslån er tatt opp til nå:

DnC	140	mill.kr.	
ABC-Bank	140	"	"
Kreditkassen	100	"	"
DnC	100	"	"
ABC-Bank	60	"	"

Det gjenstår opptak av ett obligasjonslån på 60 mill.kr.

Nedbetalingstiden for alle lån er 23 år(3 avdragsfrie år + 20 års nedbetalingstid).

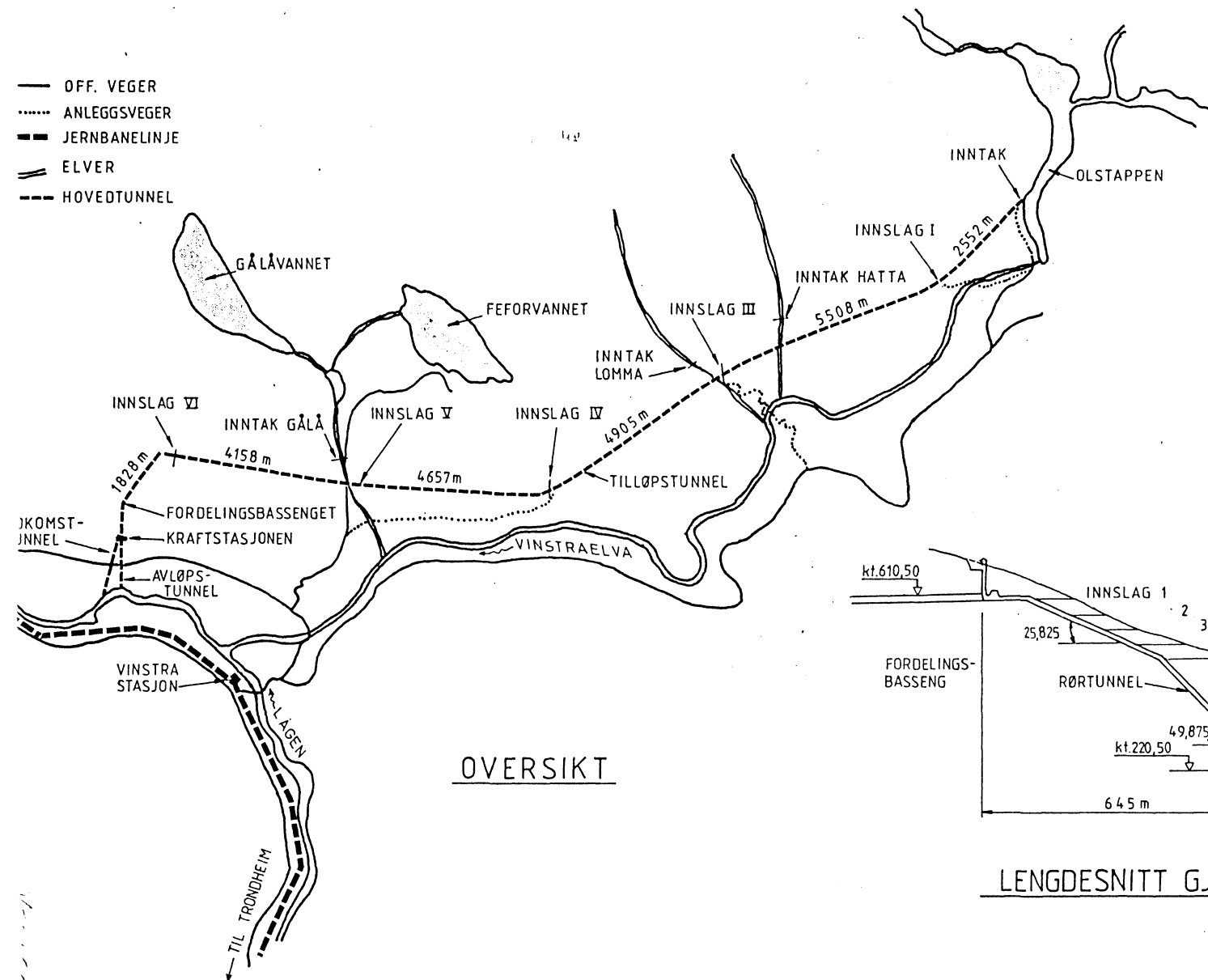
Anleggsregnskapet er ennå ikke avsluttet, men sluttregningen ser ut til å lyde på 599 mill. kr., dvs. 1 mill. kr. under totalkostnadsrammen fra 1986.

6. HOVEDKONKLUSJON

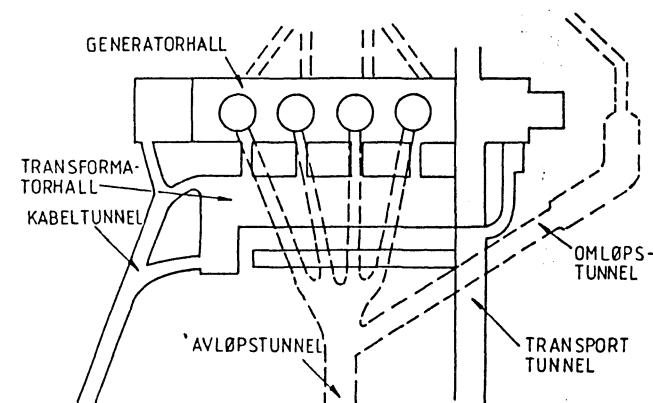
Etter gjennomføringen av et såvidt stort og komplisert opprustningsprosjekt er det en fornøyelse å gi følgende konklusjon:

Anlegget er gjennomført helt etter planene når det gjelder både framdrift og økonomi. Æren for dette skal fordeles på alle deltakerne i prosjektet; Entreprenører, konsulenter, leverandører, byggeledelse og driftspersonalet.

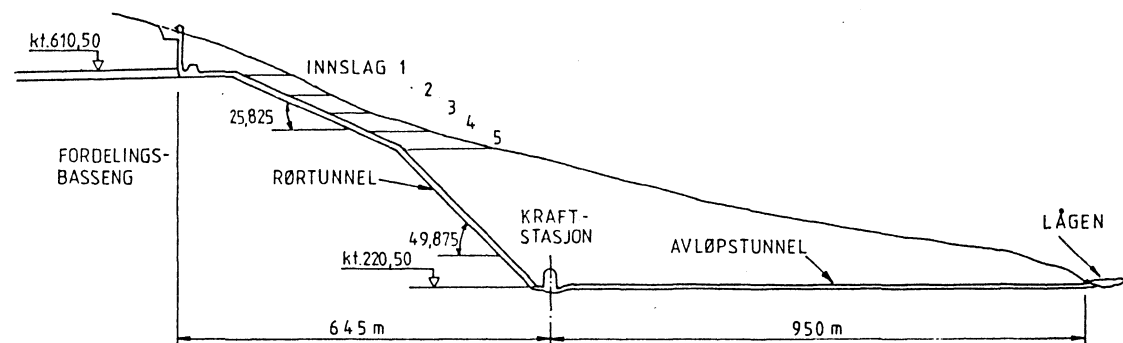
- OFF. VEGER
- ANLEGGSGVEGER
- JERNBANELINJE
- ELVER
- HOVEDTUNNEL



OVERSIKT



PLAN AV KRAFTSTASJON



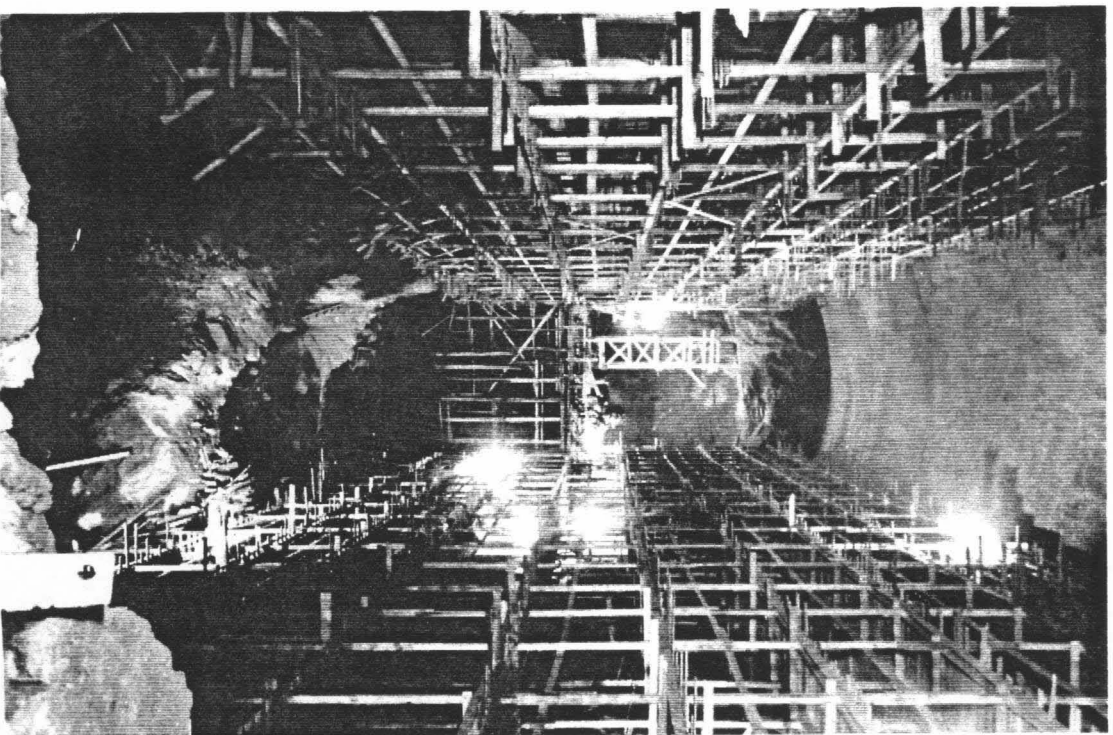
LENGDESNITT GJENNOM RØRTUNNEL OG AVLØPSTUNNEL

NEDRE VINSTRA KRAFTVERK OVERSIKT

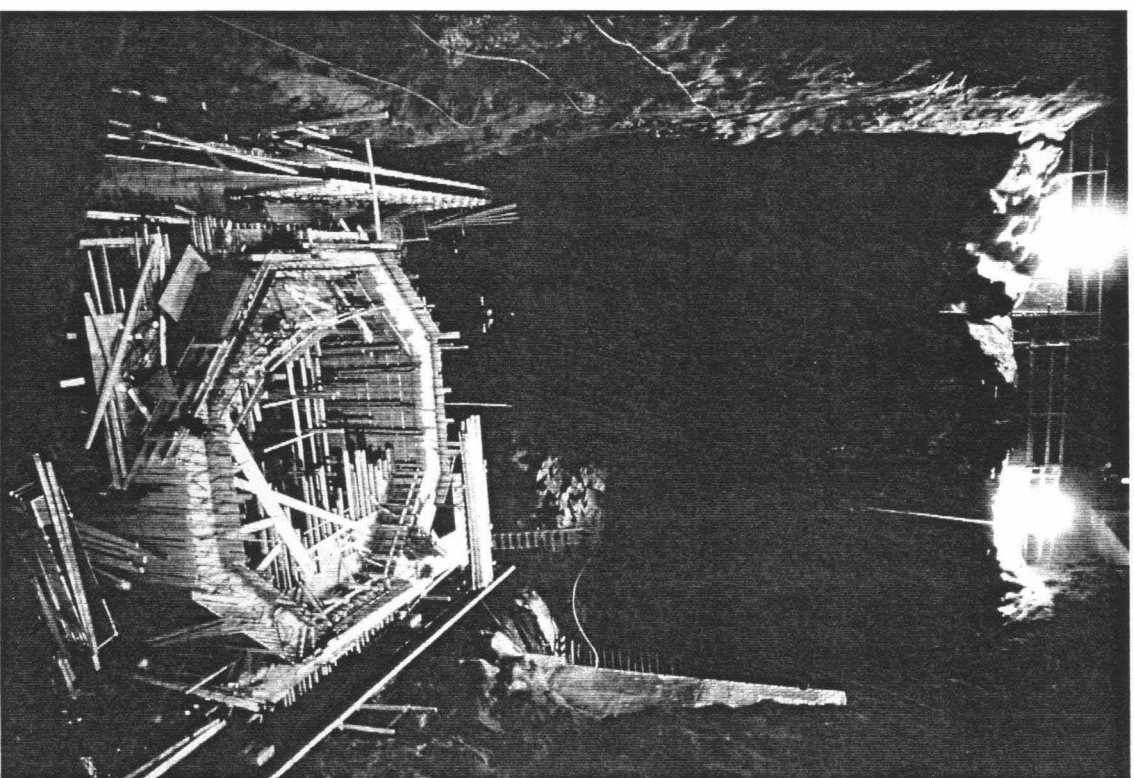
nlb NORGES HYDRODYNAMISKE LABORATORIER
NORWEGIAN HYDRODYNAMIC LABORATORIES

60 8544

MAI - 82



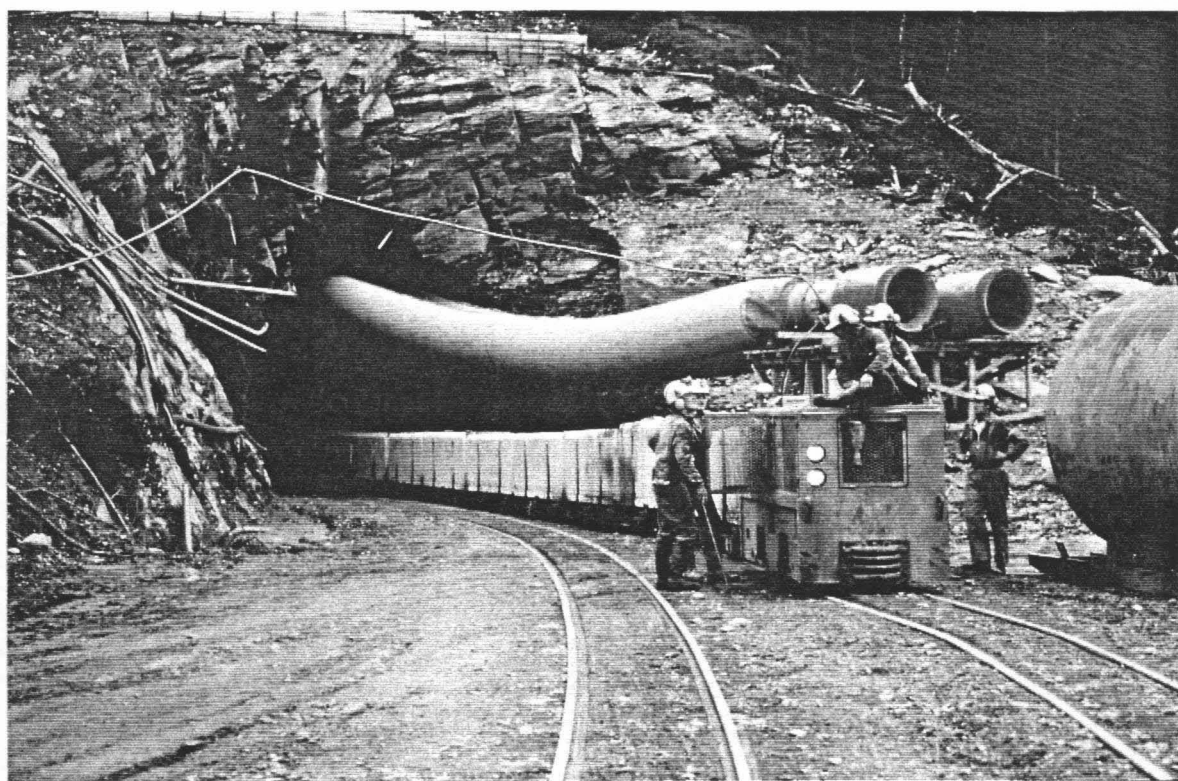
Forskaling krandrageren 1950.



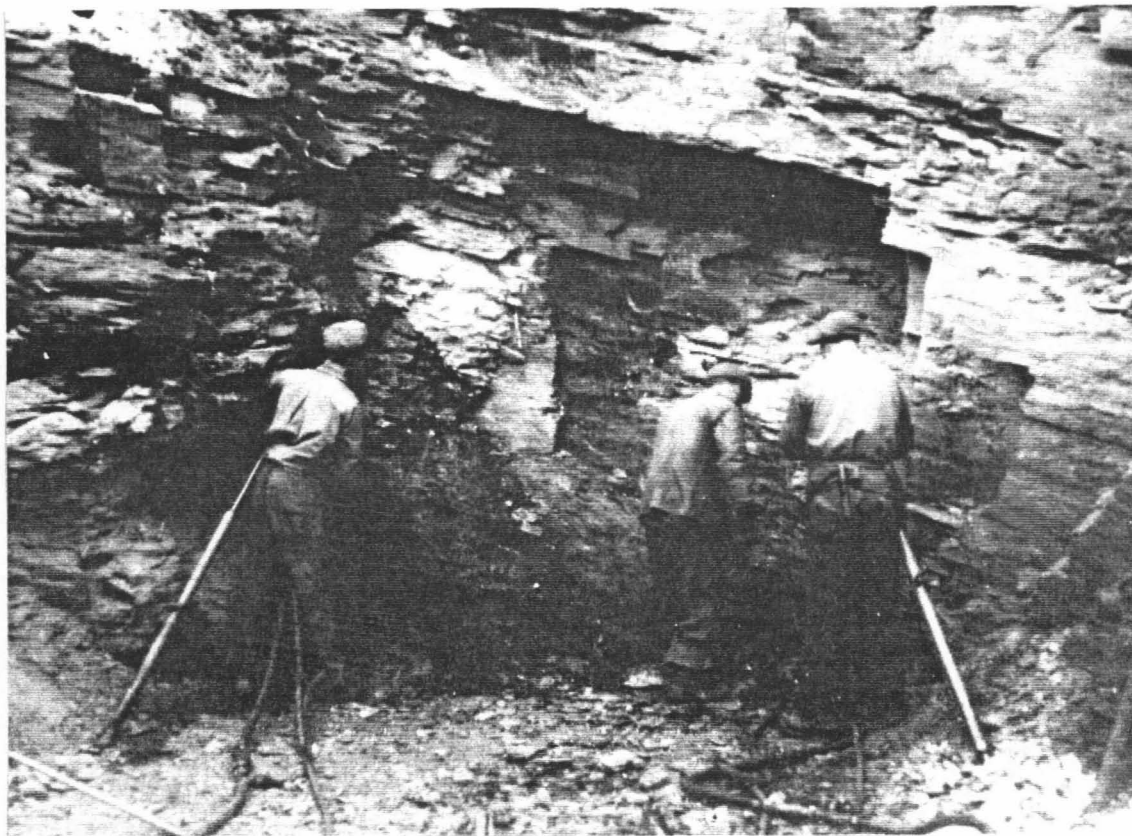
Forskaling generatorumbe 1988



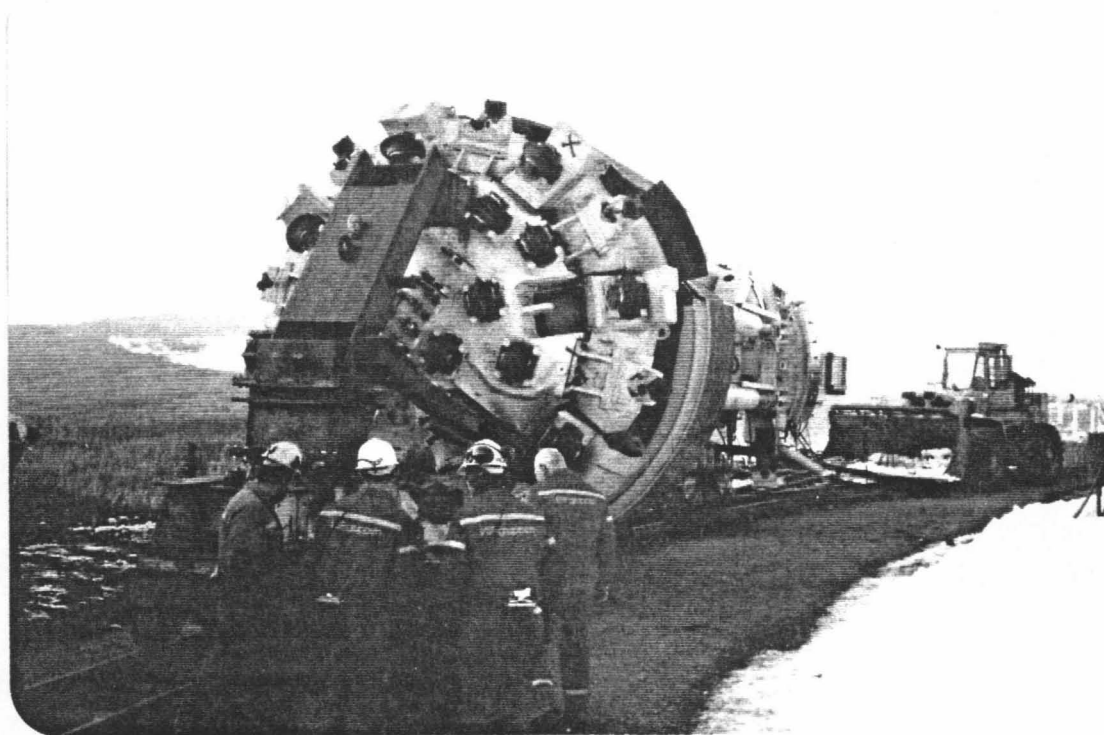
Påhugg adkomsttunnel.
1952.



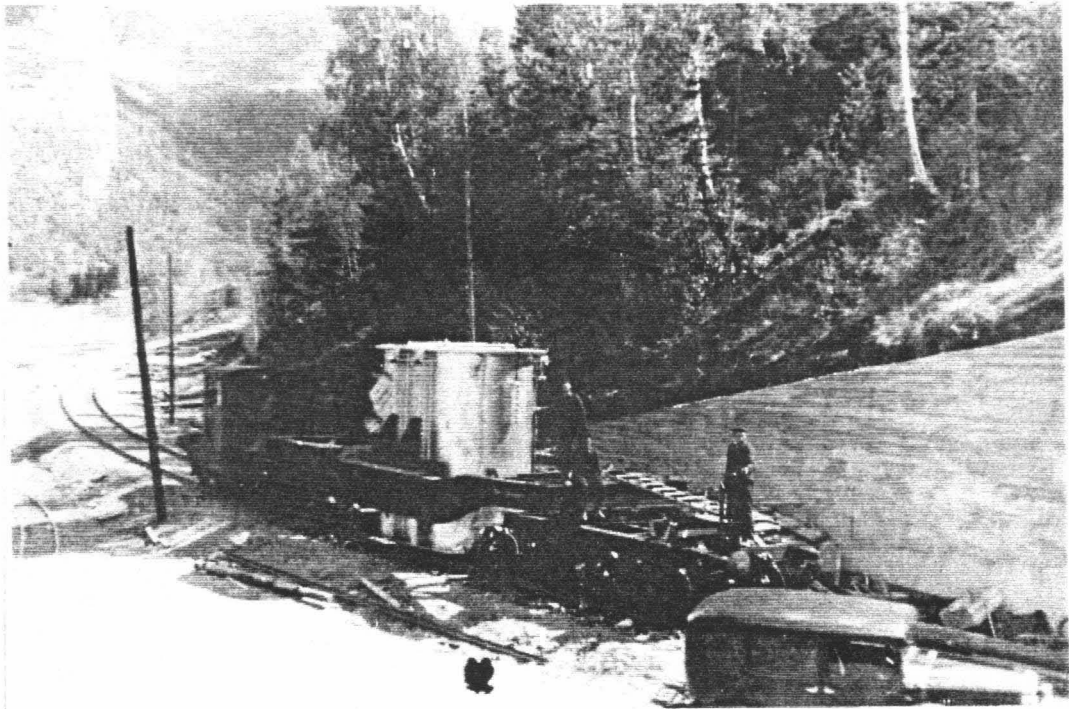
Påhugg tverrslag 3.
1989.



Boring for tverrslag.
Høyeste ukeinndrift i driftstunnel 28,0 m.



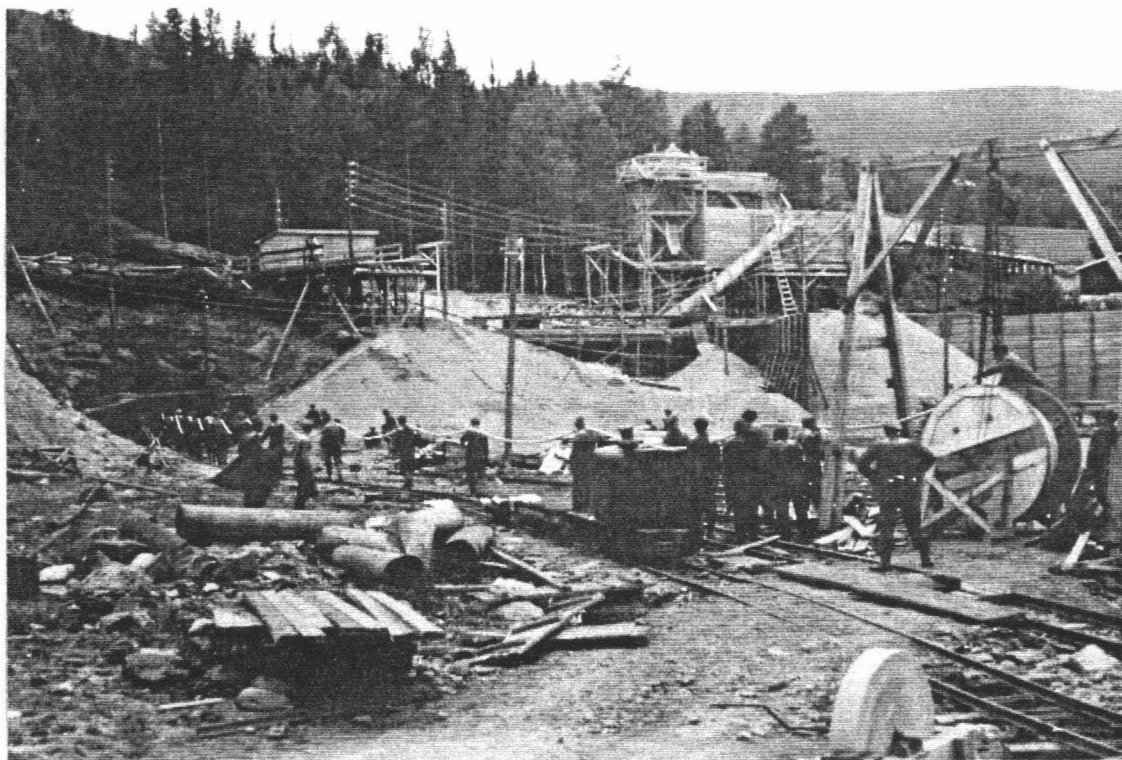
TBM for boring av ny tilløpstunnel.
Høyeste ukeinndrift 275 m.



Transformatortransport 1952.
50 MVA enfase transformator.



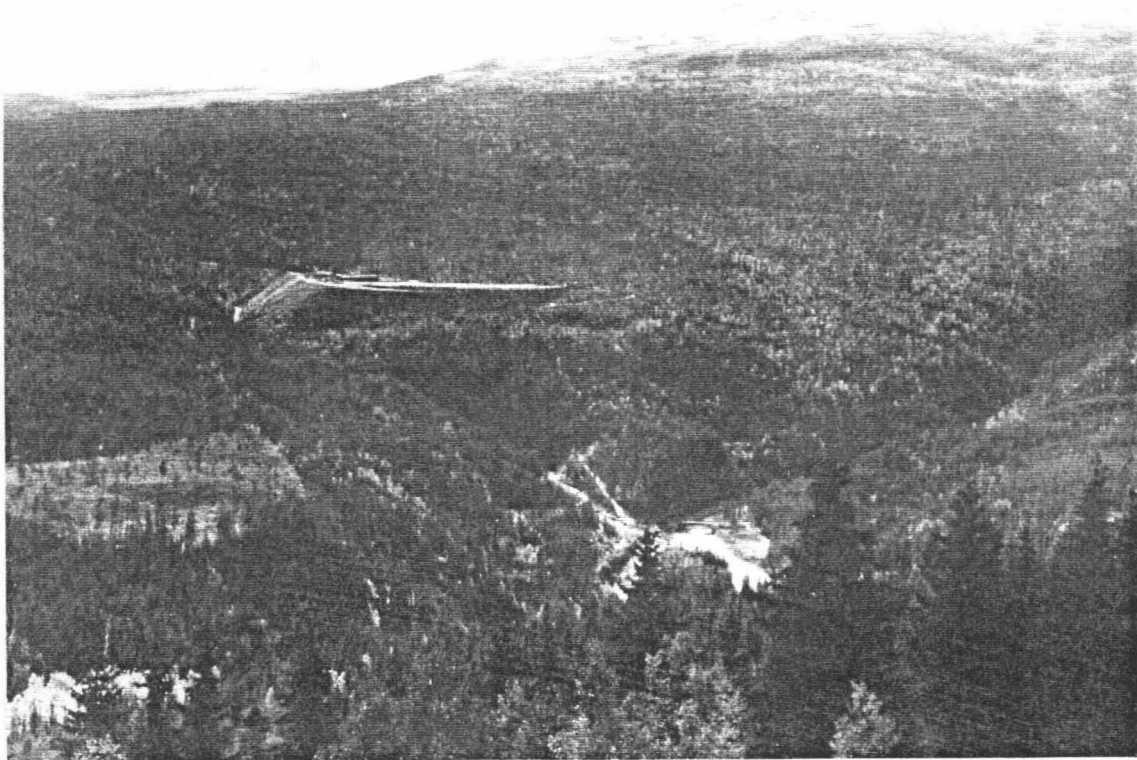
Transformatortransport 1989.
110 MVA trefase transformator.



Kabeltrekking 1952.



Kabeltrekking 1989.



Tipp tverrslag 3 1952.



Tipp tverrslag 3 1989.

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energiverk
(NVE)

Adresse: Postboks 5091 Majorstua, 0301 Oslo 3

I PUBLIKASJONSSERIEN ER UTGITT:

- | | | | |
|----|-----|----|--|
| Nr | NVE | 1. | J. F. Nicolaisen: Retningslinjer for stenge/tappeorganer og rør. (18 s.) 1991. |
| " | " | 2. | S. Taksdal: Vannstand/vannføringsarkiv pr 30.01.1991. (226 s.) 1991. |
| " | " | 3. | J. Cock: Pris på elektrisk kraft 1991. (10 s.) 1991. |
| " | " | 4. | O/U-prosjektet. Erfaringer fra gjennomførte prosjekter, nr 11. Dragefossen kr.verk. (9 s.) 1991. |
| " | " | 5. | O/U-prosjektet. Erfaringer fra gjennomførte prosjekter, nr 12. Skoltefoss kr.verk. (8 s.) 1991. |
| " | " | 6. | O/U-prosjektet. Erfaringer fra gjennomførte prosjekter, nr 13. Moksa kr.verk. (28 s.) 1991. |
| " | " | 7. | O/U-prosjektet. Erfaringer fra gjennomførte prosjekter, nr 14. Dale kr.verk. (20 s.) 1991. |
| " | " | 8. | O/U-prosjektet. Erfaringer fra gjennomførte prosjekter, nr 15. Nedre Vinstra kr.-verk. (18 s.) 1991. |

