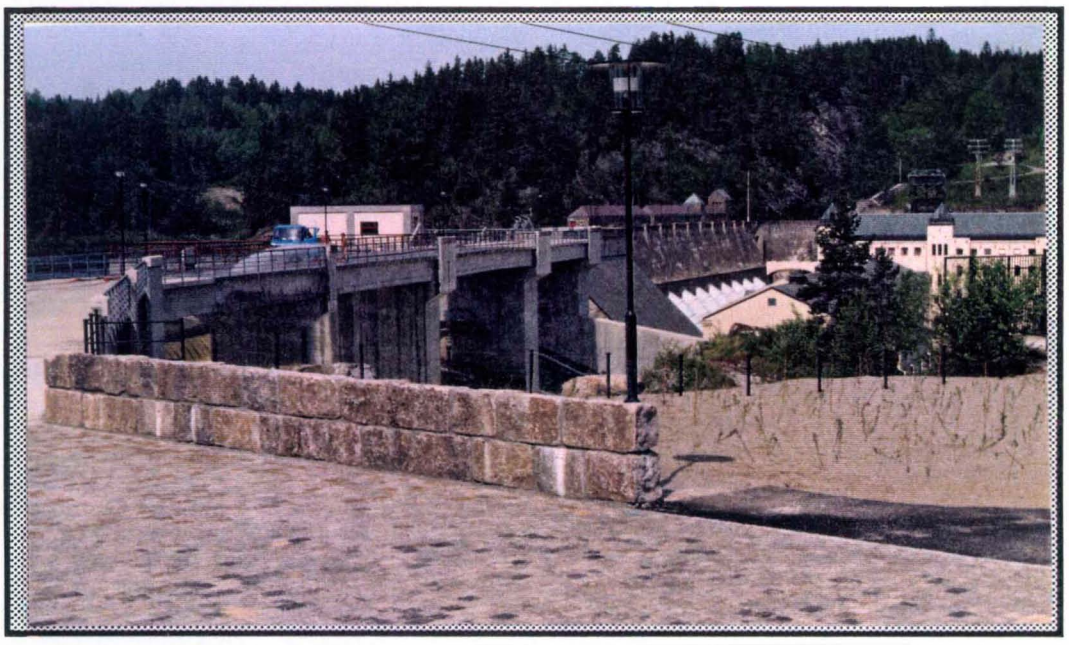
NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

PUBLIKASJON

OPPRUSTING OG UTVIDELSE AV VANNKRAFTVERK

Erfaringer fra gjennomførte prosjekter, Nr 20 Vamma kraftverk, Østfold



Nr 9
1992

ENERGIAVDELINGEN

NORGES
VASSDRAGS- OG ENERGIDIREKTORAT
BIBLIOTEK

Omslagsbilde: Vamma kraftanlegg
Flomavledningsanlegg i forgrunnen, kraftverket i bakgrunnen

Foto:G. Molle, mai -92

NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

Tittel:	Nr:
OPPRUSTING OG UTVIDELSE AV VANNKRAFTVERK. ERFARINGER FRA GJENNOMFØRTE PROSJEKTER, NR 20 VAMMA KRAFTVERK, ØSTFOLD	9
Forfatter(e)/saksbehandler(e) Norsk Vandbygningskontor/Hallvard Stensby, NVE	**Dato:** 03.06.92
	ISBN nr: 82-410-0145-2 **ISSN nr:** 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 plants 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
Vassdrags- og
energidirektør

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

Telefon: (02) 95 95 95
Telefax: (02) 95 90 00
Telex: 79397 NVEO N

Bankgiro: 0629.05.75026
Postgiro: 0803 5052055

NVK

OPPRUSTNING OG UTVIDELSE

AV VANNKRAFTVERK

VAMMA KRAFTVERK

- OPPRUSTNING AV FLOMAVLEDNINGSANLEGGET

- HEVING AV OVERVANN

NORGES
VASSDRAGS- OG ENERGIDIREKTORAT
BIBLIOTEK

586-22GM.R01/mmb92-1

NVK

INNHOLDSFORTEGNELSE

Side

1. INNLEDNING 1

2. BESKRIVELSE AV GAMMELT ANLEGG 2

2.1. Generelt/Historie 2

2.2. Kraftverket 2

2.3. Dam m/flomløp 3

3. OMBYGGINGSPLANER 4

3.1. Generell tilstand 4

3.2. Heving av overvann 4

4. PLANLEGGINGSFASEN 6

4.1. Generelt 6

4.2. Beskrivelse av nytt anlegg 6
4.2.1. Generelt 6
4.2.2. Terskler 7
4.2.3. Pilarer/Ledemur 7
4.2.4. Luker 8
4.4.6. Fangdammer/Revisjonsdammer 8
4.2.6. Tidsplan 9
4.2.7. Økonomi/Budsjett 9

4.3. Alternative løsninger 10

4.4. Krav, Forutsetninger og Problemstillinger . . 10
4.4.1. Forhold til det offentlige 10
4.4.2. Flomavledning 11
4.4.3. Estetikk 12
4.4.4. Andre krav 12

5. UTBYGGINGSFASEN 13

5.1. Generelt 13

5.2. Organisasjon 14

5.3. Byggeprosessen 15

5.4. Landskapspleie 16

5.5. Kostnadssammendrag 17

5.6. Finansiering 17

6. DRIFTSERFARINGER/SLUTTKOMMENTAR 18

Vedlegg 1: Oversiktskart

" 2: Vamma Kraftanlegg - Oversikt

" 3: Flomløp - Oversikt

" 4: SNITT LUKELØP 1 - Prinsippskisse

" 5: SNITT LUKELØP 2 - Prinsippskisse

" 6: SNITT LUKELØP 3 - Prinsippskisse

" 7: SNITT LUKELØP 4 - Prinsippskisse

" 8: Tidsplan

FOTOS:

Bilde 1: Lukeløp 1/Pilar 1

Bilde 2: Lukeløp 1 - Terskel

Bilde 3: Lukeløp 3 - Gummiluke

Bilde 4: Lukeløp 3 - Gummiluke m/overløp

Bilde 5: Lukeløp 4 - Klappeluke

Bilde 6: Modellforsøk

Bilde 7: Landskapspleie

Bilde 8: Landskapspleie

VAMMA KRAFTVERK
OPPRUSTNING AV FLOMAVLEDNINGANLEGG
HEVING AV OVERVANN

1. INNLEDNING

Vamma Kraftanlegg ligger i Glomma i Askim og Skiptvet Kommune, Østfold Fylke og er et typiske elvekraftverk.

Kraftanlegget eies av Vamma Fossekompagni A/S, et heleiet aksjeselskap under Hafslund Nycomed a.s.

Kraftverket drives av Hafslund Energi.

2. BESKRIVELSE AV GAMMELT ANLEGG

2.1. Generelt/Historie

Kraftproduksjonen i Vammafossen startet opp i 1915 etter ca. 12 års anleggsarbeider og etter en investering på ca. 20 mill. 1915-kroner.

Ved en oppdemning på ca. 20 m over det tidligere nivå ved Vammafoss er en rekke mindre fall helt opp til undervannet ved Kykkelsrud utnyttet. Tilsammen ble 8 mindre stryk utnyttet i en samlet fallhøyde i Vamma på ca. 27,0 m.

Dammen er utført i massiv betong med granittsteins-forblending på luftsiden og strekker seg i nord-sør retning tvers over Glomma.

Dammen er ca. 420 m lang og har en maksimal høyde på 38 m. Kraftverket er lagt i den nordlige del av dammen og flomløpet i den sørlige. Viser ellers til vedlagte oversiktstegning.

2.2. Kraftverket

Kraftverket består av 2 kraftstasjoner med tilsammen 11 aggregater. Turbinene i aggregat 1-10 er utført som doble Francis-turbiner med horisontal aksel og har hver seg en slukeevne på ca. 50 m^3/s. Aggregatene som tilsammen yter en effekt på ca. 100 MW ble trinnvis installert fra 1915 og fram til 1945.

Siste utvidelse i Vamma ble sluttført i 1971 da aggregat 11 ble igangsatt. Aggregatet med Kaplan-turbin har en nominell ytelse på 106 MW og en slukeevne på 450 m^3/s.

Samlet installasjon er ca. 210 MW og utnytter da ca. 950 m^3/s vann. Kraftverket som utnytter en fallhøyde på ca. 27 m med regulert overvann kt. 54,0 produserer i et gjennomsnittsår ca. 1200 GWh.

2.3. Dam m/flomløp

Oppstrøms kraftstasjonene er dammen utført som gravitasjonsdam. I denne er det anordnet inntak for samtlige aggregater. Flomløpet besto opprinnelig av 2 stk. valseluker, et fast overløp i betong (45 m) og et nødoverløp på ca. 30 m. Nødoverløpet ble i 1928 ombygget til et tømmerløp med sektorluke på 35 x 2,5 m.

Valselukene hadde dimensjonene 20 x 3,0 m respektive 28 x 4,0 m.

Alle tre reguleringsluker og det faste overløp ble opprinnelig bygget for et overvann kt. 53,5, men ble under krigen (1942) påbygd 0,5 m.

Flomløpet har en flomavledningskapasitet på ca. 3900 m^3/s ved vannstand kt. 59,00 tilsvarende topp damkrone.

Max. observert flom er 3700 m^3/s målt ved Solbergfoss under vårflommen 1967.

3. OMBYGGINGSPLANER

3.1. Generell tilstand

Valselukene ble levert og montert av tyske M.A.N. i 1915.

Framover på 70- og 80-tallet ble det registrert tildels omfattende korrosjonsskader innvendig i lukene.

I rapport av juli 1986 konkluderer maskinteknisk konsulent med at det snarest er nødvendig å utføre en omfattende mekanisk revisjon eller utskifting av valselukene. Skadene ble av eksperter vurdert til å være så kritiske at det ble gitt forbud mot å arbeide oppstrøms og nedstrøms for lukene uten å senke over-vannstanden.

Denne rapporten og med bakgrunn i lukenes alder (75 år) var derfor den direkte årsak til at byggherren besluttet å igangsette omfattende opprustningsarbeider med utskifting av samtlige flomluker.

3.2. Heving av overvann

Når en byggherre har vedtatt en forholdsvis omfattende investeringsplan, er det naturlig at han også vurderer andre problemstillinger som eventuelt kan løses samtidig. Et stikkord her var heving av overvannet.

Allerede på 1940-tallet arbeidet en med planer for hvordan en kunne ta inn et fall i Vrangfossen beliggende midtveis mellom Kykkelsrud og Vamma (oversiktskart). Falltapet kunne reduseres enten ved heving av vannstand ved Vamma eller ved utsprengning av Vrangfossen for på den måten å senke undervannet på Kykkelsrud. En valgte den gangen (1942) å heve vannstanden ved Vamma fra kt.

53,5 til kt. 54,0. Senere er det ved flere anledninger vurdert utsprengning av Vrangfossen, men dette ville medføre betydelige naturinngrep og miljøforstyrrelser. Teoretiske beregninger viste imidlertid at det lå en energigevinst på ca. 17 GWh i Vrangfossen.

Det ble derfor samtidig med vedtaket om damrehabiliteringen vedtatt å heve overvannstanden ved Vamma med 1,0 m fra kt. 54,0 til kt. 55,0.

4. PLANLEGGINGSFASEN

4.1. Generelt

Heving av overvannet med 1,0 m ville medføre 5% trykkøkning gjennom turbinene ved Vamma kraftverk. En tok derfor tidlig kontakt med leverandørene av turbinene og fikk aksept på at disse ville tåle denne trykkøkningen.

Oppstuvningsberegninger viste at en heving av overvannet i Vamma med 1,0 m ville heve undervannet i Kykkelsrud med ca. 75 cm ved en vanlig vintervannføring på 400 m^3/s. Kaplanaggregatene i Kykkelsrud ville bli noe mere dykket enn tidligere. Dette er bare positivt.

Vi sto altså foran et rent rehabiliteringsprosjekt av flomavledningsanlegget i Vamma som når det står ferdig vil gi en netto energigevinst for Vamma Kraftverk + FKF på ca. 17 GWh.

4.2. Beskrivelse av nytt anlegg

4.2.1. Generelt

Vedlagte plantegning viser flomavledningsarrangementet med 4 lukeløp, flomkanal og gammel tømmerkanal.

Gamle pilarer omstøpes med betong og forlenges nedstrøms for etablering av opplegg for ny adkomstbro tvers over flomløp og tømmerkanal. Broen er nødvendig for en rask og sikker adkomstvei fram til de forskjellige lukeløpene, men gir også ny og bredere adkomst fram til inntaket for aggregat 11. Betongbroen har en kjørebredde på 8,0 m. Dette gir stor frihet med hensyn til kranplassering etc., men har også sin hensikt rent estetisk ved at brodimensjonene står i stil med de øvrige kraftige konstruksjonene.

I tabellen under er hoveddataene for de forskjellige lukeløp listet opp.

Lukeløp	Luketype	Bredde/Høyde	Terskelhøyde
1.	Segment	18,6 / 4,7	kt. 50,50
2.	Segment	26,8 / 5,2	kt. 50,00
3.	Gummi (Bridgestone)	44 / 1,7	kt. 53,50
4.	Klapp	34 / 2,45	kt. 52,75

Felles lukehus for segmentlukene er lagt på topp pilar mellom lukeløp 1. og 2., mens lukehus for klapp- og gummiluke er lagt på pilar mellom lukeløp 3. og 4.

4.2.2. Terskler

Alle gamle terskler ble fjernet ned til fast fjell, med unntak av terskel i lukeløp 1. Her ble kun granittsteinsforblending + noe ekstra lokalt under ny bunnstokk for segmentluke fjernet.

Ved fjerning av terskler i lukeløp 2. og 3. viste disse seg meget dårlige og bar preg av å ha gjort sitt gjennom 75 år.

4.2.3. Pilarer/Ledemur

Som tidligere nevnt ble alle pilarer og ledemur innstøpt med ca. 60 cm betong. I tillegg forlenges de nedstrøms og gir opplegg for den nye broen. I denne nye pilaren plasseres også lukelagrene for nye segmentluker.

4.2.4. Luker

For lukeløp 1. og 2. ble det valgt segmentluker med tosidig hydraulisk opptrekk. De første i sitt slag i Norge. Når lukene skal løftes i begge ender, trenger lukekroppen ikke å være torsjonsstiv, men samkjøringen av sylindrene krever forholdsvis omfattende styringsverktøy.

Lukestyring med hydraulikkaggregat er tilkoblet nødstrømsaggregat. I tillegg kan lukene med enkle midler tilkobles hydraulikkuttaket på en traktor og manøvreres ved hjelp av denne.

I lukeløp 3 ble det til slutt valgt en gummiluke av type Bridgestone. Luken skal kun stå i 2. posisjoner, enten fullt oppblåst eller liggende helt nede. Vannstands-reguleringen skal skje ved hjelp av segmentlukene.

I lukeløp 4 ble det installert en klappeluke med tosidig hydraulisk opptrekk.

Samtlige luker sammen med kraftstasjonens aggregater vil bli styrt fra en automatisk vannstandsregulator. Arbeidene med kobling mot kraftverket vil ikke bli sluttført før 1995.

4.4.6. Fangdammer/Revisjonsdammer

Fangdammene foran lukkeløp 1. og 2. ble utformet som buedam bygd opp av stålprofiler, HE 220A, som ble sveist sammen og lagt oppå hverandre.

I lukeløp 2 består bueelementet av 3 bolteskjøtede seksjoner med spennvidde 28,6 m. Ved å fjerne midtseksjonen og bolte sammen de to andre, kan de nye bueelementene bygges opp til fangdam foran lukeløp 1 med spennvidde 18,6 m.

Fangdammen som har vist seg meget rask å montere, vil senere fungere som revisjonsdam foran segmentlukene.

Foran lukeløp 3. og 4. er det gjort klart for å kunne sette et tradisjonelt bjelkestengsel.

Stengselet kan settes meget raskt ved senking av overvannet og bruk av mobilkran.

4.2.6. Tidsplan

Arbeidene ble planlagt gjennomført i løpet av 3 år med byggestart etter vårflommen 1988. Anlegget skulle da stå klart til vårflommen 1991.

Hele tiden måtte en tilpasse arbeidene til vannføringen i Glomma. I vårflomperioden måtte alle lukeløpene være operative.

4.2.7. Økonomi/Budsjett

Prosjektet hadde et budsjett på 76,7 mill. kr. Budsjettet inkluderte lønns- og prisstigning og investeringsavgift, men var eksklusive finansieringskostnader.

4.3. Alternative løsninger

Tidlig i planfasen ble det vurdert å bygget et helt nytt flomløp med mer tradisjonelle lukedimensjoner. Dette viste seg imidlertid vanskelig å få til når en samtidig gjennom hele anleggsperioden måtte ha tilstrekkelig flomavledningskapasitet.

Alternative høyder på heving av overvannet ble også vurdert. Teknisk/økonomiske vurderinger medførte at en valgte å heve overvannet med 1,0 m.

4.4. Krav, Forutsetninger og Problemstillinger

4.4.1. Forhold til det offentlige

Vamma Fossekompagni ervervet alle fall - og eiendomsretter knyttet til elvestrekningen Kykkelsrud - Vamma før konsesjonslovene kom (1917). I tillegg foreligger det tinglyste avtaler om rett til neddemning av arealer i flomsituasjoner.

Opp gjennom 1900-tallet er flomvannstanden senket ved at stadig mere vann blir utnyttet til kraftproduksjon. Dette betinger at aggregatene i flomsituasjoner er i drift.

Ved denne rehabiliteringen ble det stilt skjerpede krav til flomavledningskapasitet. Dette bedrer også forholdene oppstrøms dam i flomsituasjoner.

Med denne bakgrunn kunne hevingen av overvannet skje uten at byggherre trengte å innhente tillatelse etter hverken Ervervsloven, Reguleringsloven, Vassdragsloven eller Elektrisitetsloven.

Det ble imidlertid innhentet uttalelser m.h.t. allmenne interesser gjennom Fylkesmannen i Østfold. Videre ble det tatt kontakt med Universitetets Oldsakssamling med tanke på kulturminner.

Fylkesmannen hadde ingen bemerkninger til planene. Det ble heller ikke registrert kulturminner i standsonen som varig ble satt under vann.

4.4.2. Flomavledning

Etter forskrifter for Dammer (1981) kom NVE ved Vassdragsdirektoratet tidlig inn i bildet for vurdering av flomavledningskapasitet og i brev fra Hydrologisk avdeling ble det satt følgende krav.

$$Q(Dim.) = 4300\ m^3/s$$
$$Q(PMF) = 4900\ m^3/s$$

Dimensjonerende flom ble knyttet til overvannstand kt. 59,0 tilsvarende topp damkrone og ville si at flomavledningskapasiteten skulle økes med 400 m^3/s eller ca. 10% i forhold til gammelt anlegg. Dette måtte skje ved en senkning av en eller flere terskler.

Det var også knyttet en del usikkerheter til hvordan vannet i flomsituasjoner ville strømme lenger ned i flomkanalene langs ledemuren og under betongbroen over flomkanalen. Likeså knyttet det seg usikkerheter til tømmerkanalen. Det ble derfor besluttet å kjøre et modellforsøk av anlegget ved NHL i Trondheim.

Modellforsøket var meget vellykket og tilførte prosjektet mange nye og nyttige informasjoner som ble avklarende og bestemmende for den endelige tekniske løsning.

4.4.3. Estetikk

Vamma Kraftanlegg slik det ble bygget først på 1900-tallet, er et praktfullt byggverk som på en utmerket måte viser den tids byggeskikk. Spesielt iøynefallende er den utstrakte bruken av granittstein på alle synlige overflater. I starten var det et sterkt ønske om å beholde dette karakteristiske utseende, men etterhvert som prosjektet utviklet seg ble det stadig klarere at et slikt ønske ville medføre mange "kulturkollisjoner".

Det ble derfor besluttet at opprustningen av flomløps-arrangementet bygningsmessig skulle gi inntrykk av å være et nytt anlegg bygget i 1990 og kunne eventuelt stå i skarp kontrast til resten av damanlegget.

4.4.4. Andre krav

- Anleggsarbeidene måtte under ingen omstendigheter medføre driftsstans i kraftverkene. Revisjoner måtte kunne tas til vanlige tider.

- Under kortere perioder kunne overvannet senkes inntil 1,5 m.

- Flomavledningskapasiteten i byggeperioden måtte til enhver tid være like stor som maksimalt observert flom.

5. UTBYGGINGSFASEN

5.1. Generelt

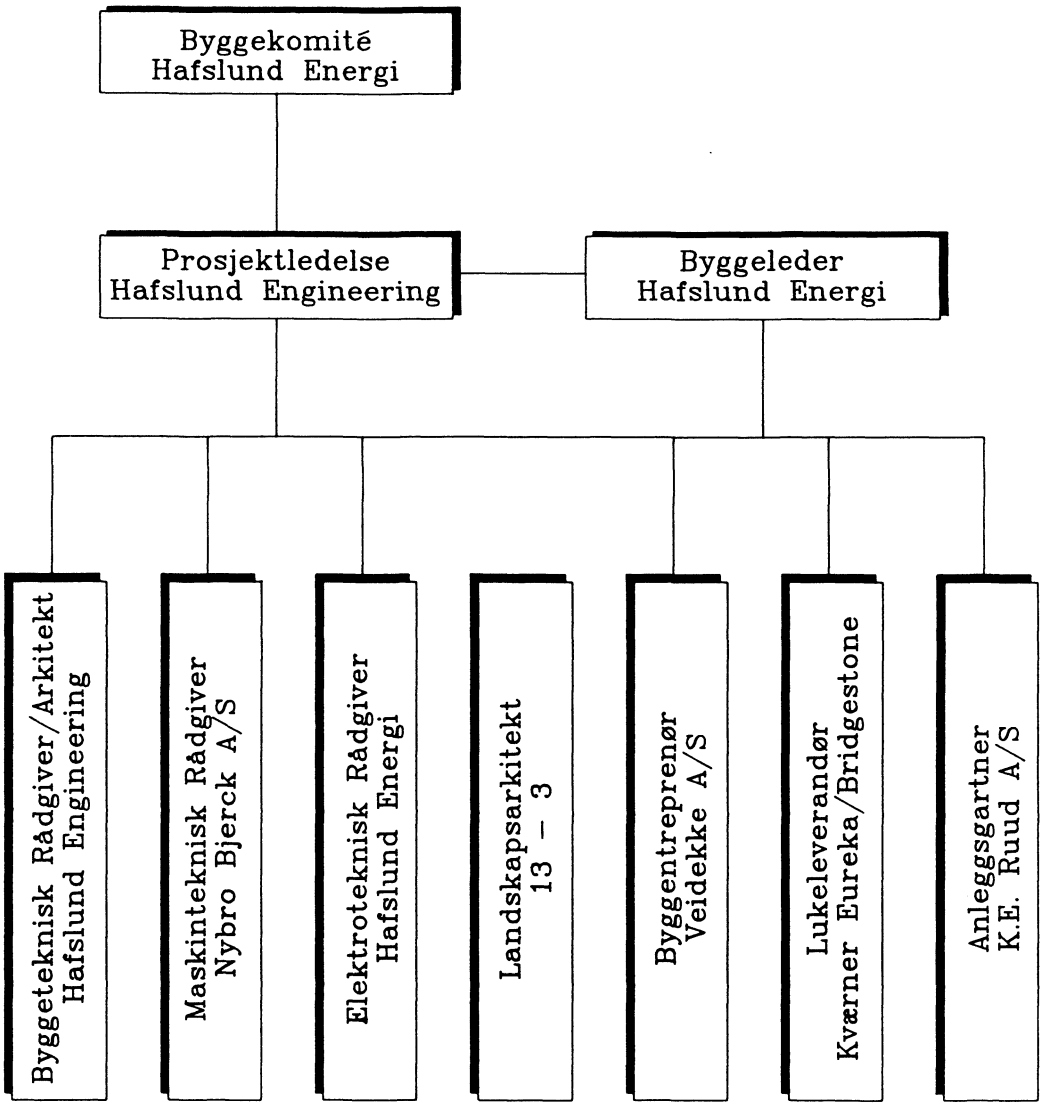
P.g.a. arbeidenes vanskelighetsgrad ble det besluttet å ha lukket anbudsrunde og 3 norske bygningstekniske entreprenører ble invitert til å delta.

Lukeanbudet ble sendt ut til 5 leverandører hvorav 3 var norske og 2 var utenlandske. Det kom ikke inn pris fra de utenlandske. Ved byggestart var det skrevet kontrakt på levering av 3 stk. stålluker.

Midt i byggeperioden ble dette utvidet til å omfatte 4 stk. luker med gummiluke i lukeløp 3. Dette gjorde at kontrakt mot stål lukeleverandør måtte reforhandles, da en av segmentlukene kunne gjøres noe lavere.

5.2. Organisasjon

Det ble tilstrebet å ha en mest mulig enkel prosjekt-organisasjon. Organisasjonen vist under fungerte meget godt under hele byggefasen.



5.3. Byggeprosessen

Anleggsarbeidene startet i august 1988 og fulgte oppsatt fremdriftsplan nærmest til punkt og prikke slik at hele anlegget sto klart til vårflommen 1991.

Høst 88/vår 89: Bro og forberedelser for fangdam foran lukeløp 1. og 2. utført.

Høst 89/vår 90: Samtlige arbeider i lukeløp 2. og 3 utført.

Høst 90/vår 91: Arbeidene i lukeløp 1. og 4. utført.

Gjennom hele anleggsperioden var prosjektet velsignet med gunstige klimatiske forhold. Vinterene 89, 90 og 91 var av de mildeste i manns minne. Vannføringen i Glomma var i perioden august - mai aldri over 1000 m^3/s og vårflommen var aldri over 2000 m^3/s.

Alle arbeider kunne gjennomføres uten driftsstans i kraftverkene, men i perioder på totalt ca. 7 måneder måtte overvannstanden senkes inntil 1,5 m (kt. 52,5). Dette ble imidlertid kompensert ved at overvannet siste vinter fra ca. 1. des. 1990, ble hevet til kt. 55,0 ved forsterkning av fangdammer.

Som tidligere nevnt ble det midt i byggeperioden besluttet å installere en gummiluke i det faste overløp. Besluttningen hadde sin bakgrunn i at de bygningstekniske arbeidene i lukeløp 1 kunne reduseres betraktelig ved at en heller økte flomavledningskapasiteten gjennom lukeløp 3 med installasjon av gummiluke.

Gummiluken var den tredje som ble montert i Norge.

Arbeidet med montering og utprøving av gummiluken viste seg å gå uten problemer og ble utført i løpet av 14 dager.

Etterkalkyle viser at innføring av gummiluke i prosjektet ga en besparelse i prosjektkostnaden på ca. 0,7 Mkr.

Det ble også vurdert å montere gummiluke i lukeløp 4. Da måtte en allerede inngått kontrakt med stål lukeleverandør bli kanselert og dette viste seg meget vanskelig. Imidlertid så var lukeleverandør positiv og reforhandlet kontrakten m.h.t. reduksjon av segmentluke i lukeløp 1 ved innføring av gummiluke i lukeløp 3.

5.4. Landskapspleie

Prosjektet er hele veien utformet med tanke på å gli best mulig inn i landskapsbilde.

Arkitekt og landskapsarkitekt ble både i planleggingsfasen og i utbyggingsfasen regelmessig konsultert.

F.eks. er alle store betongflater brutt v.h.a. systematiske vertikale slisser.

Overgangen mellom gammel og ny dam ble spesielt viet stor oppmerksomhet. Det samme gjelder dammens forbindelse mot land på Skiptvedtsiden. Vi lar vedlagte bilder tale for seg.

5.5. Kostnadssammendrag

Sluttregnskapet for anlegget viser følgende kostnader sammenstilt med budsjett satt opp før byggestart.

	Budsjett 1988 (M.kr)	Regnskap 1992 (M.kr)
Bygn.tekn.kostnader	44,1	41,8
Maskintekn. kostnader	18,1	14,5
Elektrotekn. kostnader	0,6	1,6
Diverse kostnader	2,6	3,5
Administrative kostnader	11,3	12,3
Sum	76,7	73,7

Som en ser viser regnskapet en besparelse iforhold til budsjett og skyldes hovedsaklig lavere lønns- og prisstigning enn antatt og at investeringsavgiften tidlig i byggeperioden ble senket fra 10 til 7%.

5.6. Finansiering

Prosjektet ble finansiert av Hafslund Energi. Eventuelle finansieringskostnader er ikke medtatt i hverken budsjett eller regnskap.

6. DRIFTSERFARINGER/SLUTTKOMMENTAR

Etter ett års drift av det nye flomavledningsanlegget er det ikke registrert noen store problemer. Som flomanlegg er heller ikke luker og dam blitt satt på noen stor prøve, da vår- og høstflommer de to siste årene har uteblitt.

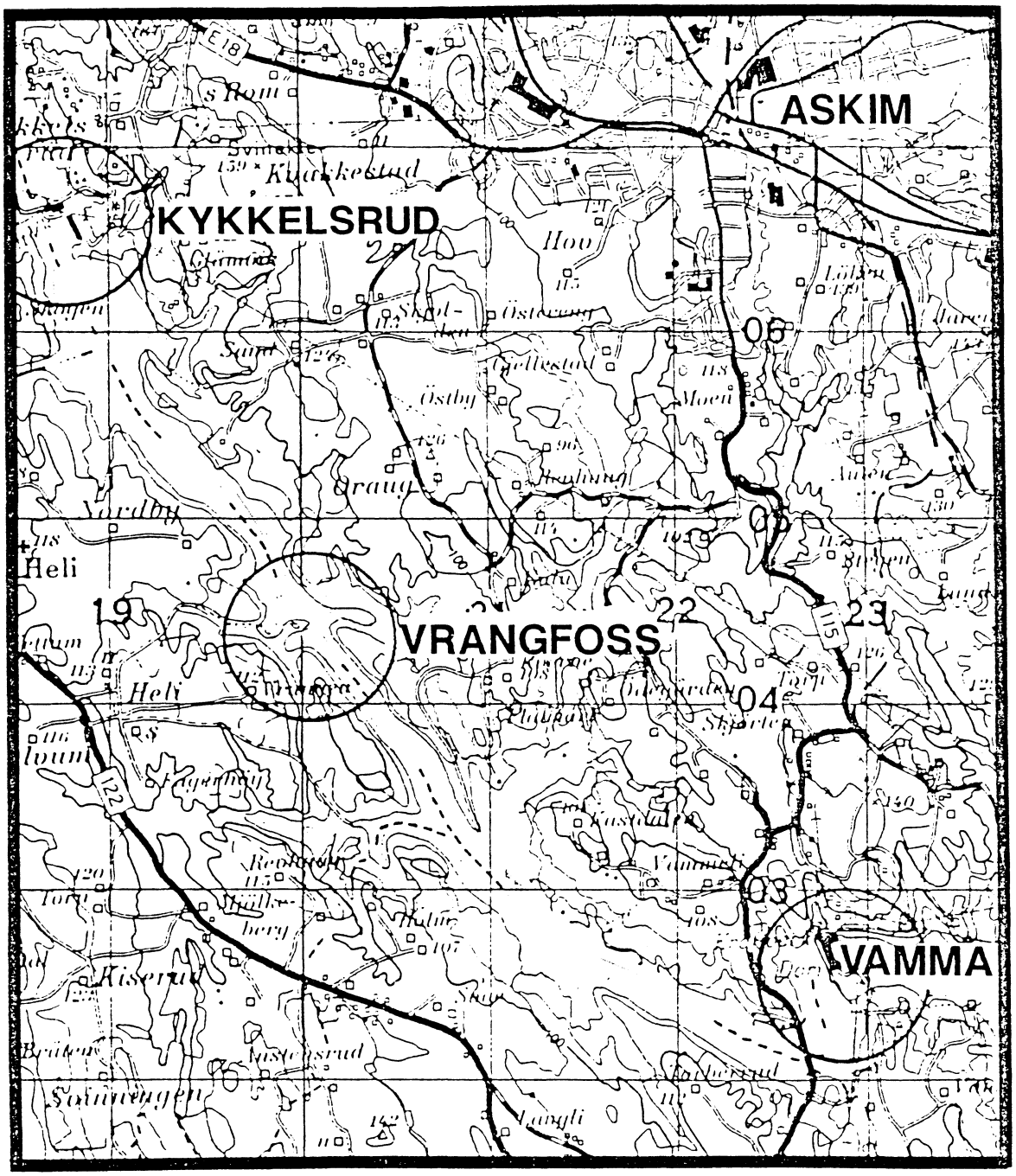
Driften ved Vamma Kraftverk har imidlertid hatt visse problemer med segmentlukenes styringssystem. Problemene har sin bakgrunn i lukenes digitale vinkelgivere (posisjonsgivere) som ble montert i lukelagrene. Disse var i utgangspunktet innstilt på for små toleranser slik at en f.eks. ved solstråleoppvarming fikk overskridelser av toleransekravene og dertil hørende varsel i kontrollrommet. Systemet er ellers ømfintlig for fuktighet.

På bakgrunn av erfaringene sålangt ville leverandøren idag heller ha registrert lukebevegelsen i hydraulikk-sylinderen enn i lukelageret.

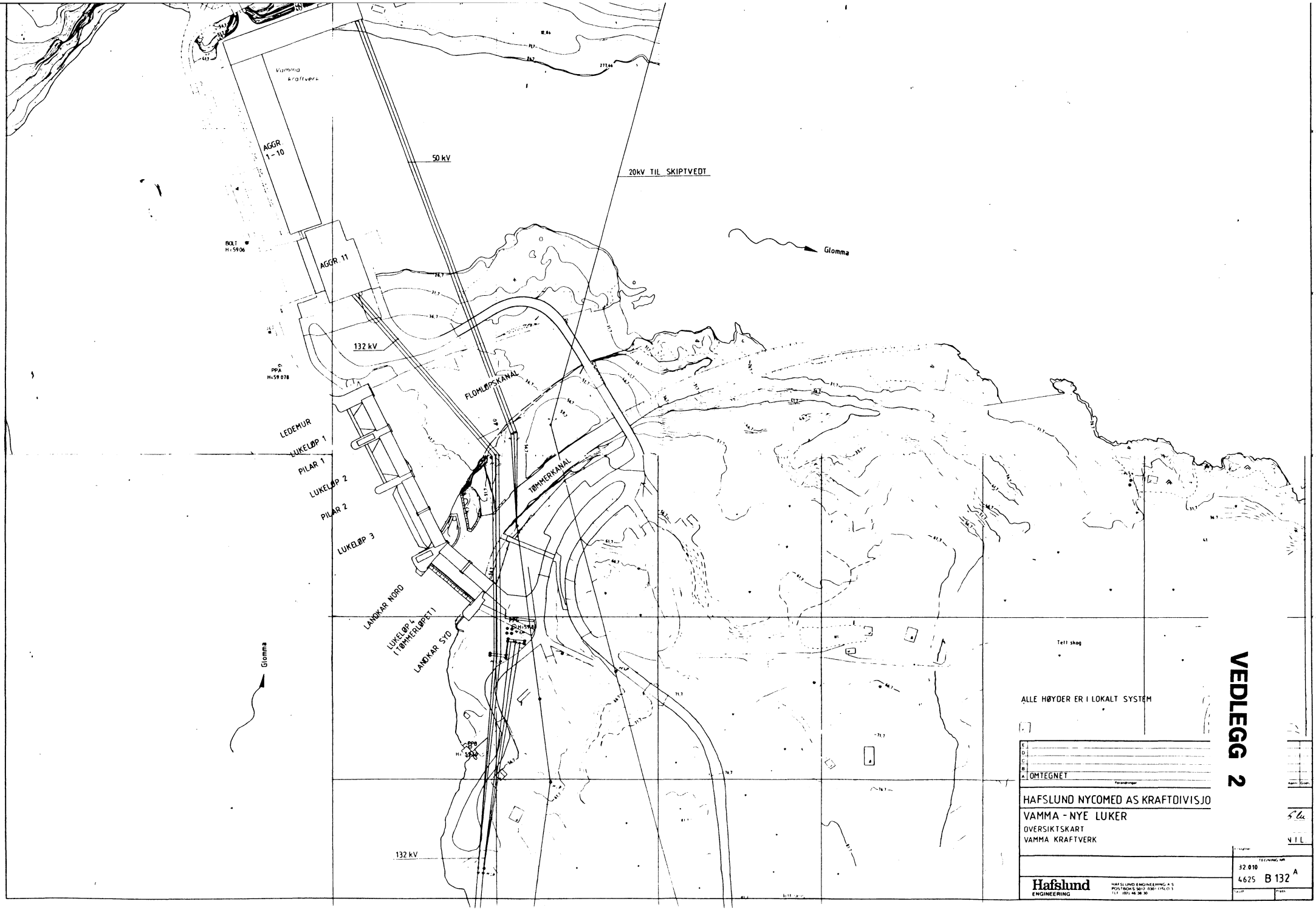
Driftserfaringene med gummiluken i lukeløp 3 er meget gode. Som tidligere nevnt ble det også vurdert installasjon og gummiluke i lukeløp 4. Et slikt valg ville ha gitt en besparelse på ca. 1,0 mill. kr på total byggekostnad for prosjektet. Av flere grunner valgte imidlertid byggherren en stål klappeluke framfor en gummiluke.

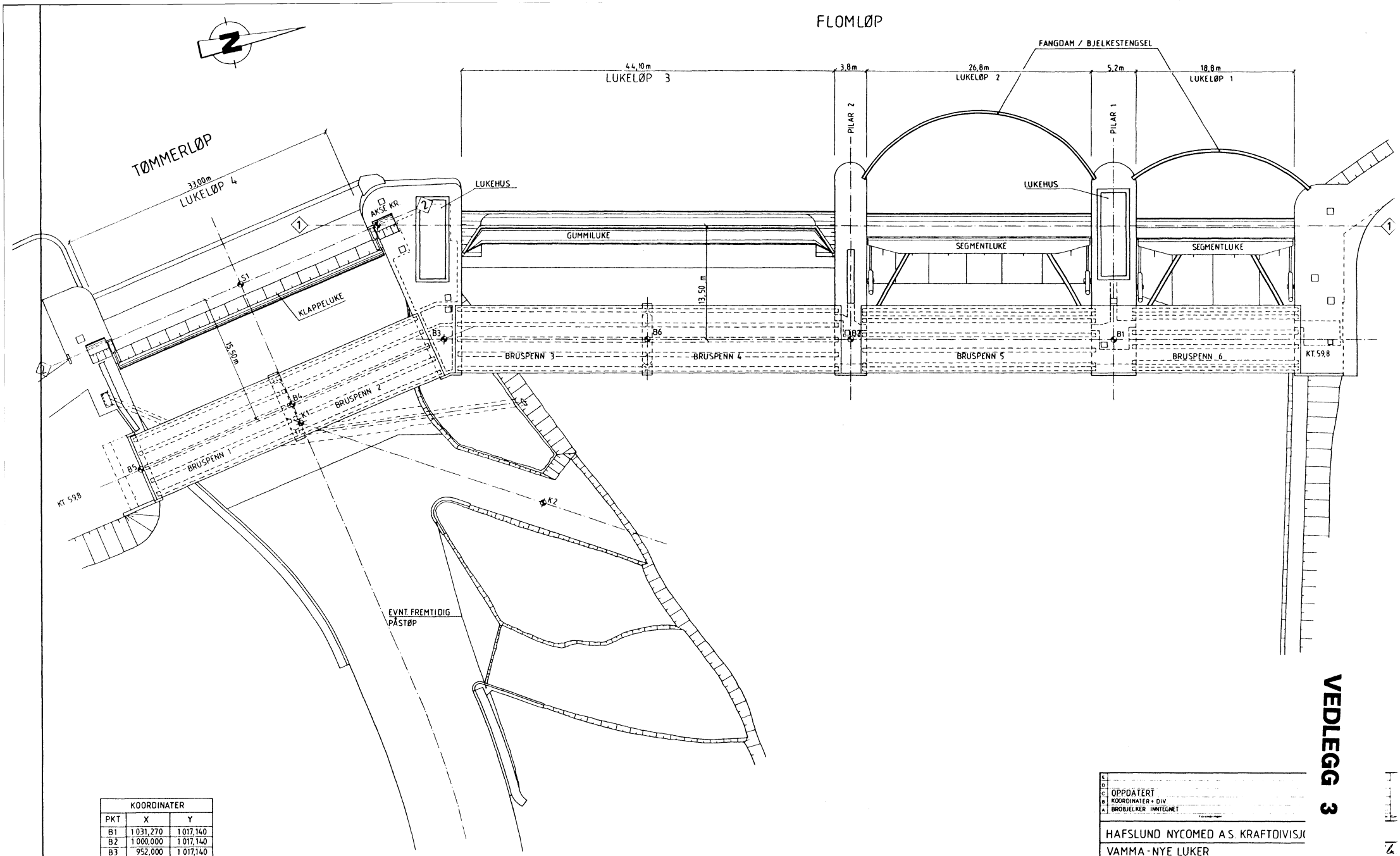
Ellers må prosjektet karakteriseres som et vellykket gjennomført prosjekt hvor både fremdriftsplan og budsjett ble fulgt. Planlagt netto energigevinst på 17 GWh ved heving av overvannstand 1,0 m ser også ut til å stemme. Foreløpig er det imidlertid ikke utført konkrete, detaljerte etterkalkyler på dette.

VEDLEGG 1



OVERSIKTSKART


Vamma kraftverk
AGGR 1-10
AGGR 11
50 kV
20kV TIL SKIPTVEDT
132 kV
BOLT H=59.06
PPA H=59.078
Glomma
FLOMLØPSKANAL
TØMMERKANAL
LEDEMUR
LUKELØP 1
PILAR 1
LUKELØP 2
PILAR 2
LUKELØP 3
LANDKAR NORD
LUKELØP 4 (TØMMERLØPET)
LANDKAR SYD
PPC H=59.08
PPB H=59.08
Glomma
Tett skog
132 kV
ALLE HØYDER ER I LOKALT SYSTEM
E
D
C
B
A OMTEGNET
HAFSLUND NYCOMED AS KRAFTOIVISJO
VAMMA - NYE LUKER
OVERSIKTSKART
VAMMA KRAFTVERK
VEDLEGG 2
32.010
4625 B 132 A
Hafslund ENGINEERING
HAFSLUND ENGINEERING A.S
POSTBOKS 5017 0301 OSLO 3
TLF (07) 46 30 30



KOORDINATER		
PKT	X	Y
B1	1 031,270	1 017,140
B2	1 000,000	1 017,140
B3	952,000	1 017,140
B4	934,118	1 024,838
B5	916,207	1 032,549
B6	976,050	1 017,140

VEDLEGG 3

E	
D	
C	OPPDATERT
B	KOORDINATER + DIV
A	BRØBJELKER INNTEGNET

HAFSLUND NYCOMED A.S. KRAFTDIVISJ(

VAMMA - NYE LUKER

TØMMERLØP / FLOMLØP

OVERSIKT

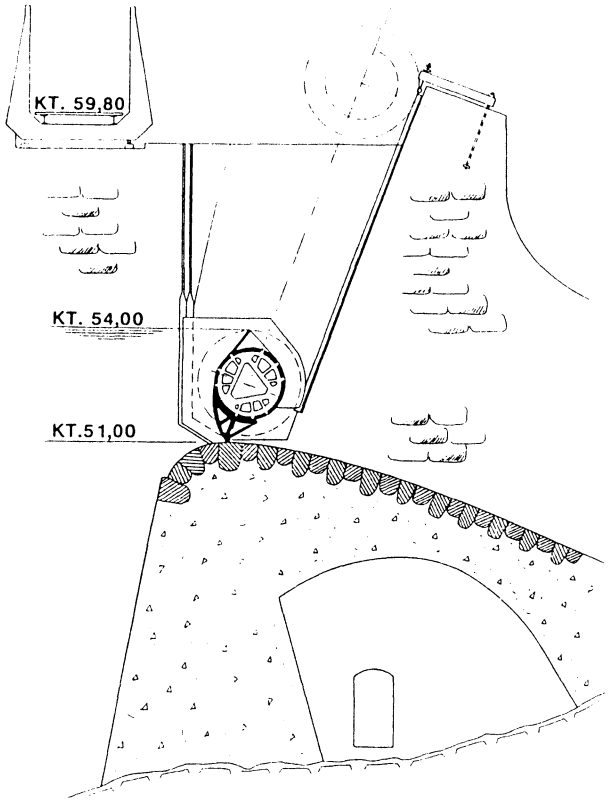
Dato 22.08.88

TEGNING NR.

32 026

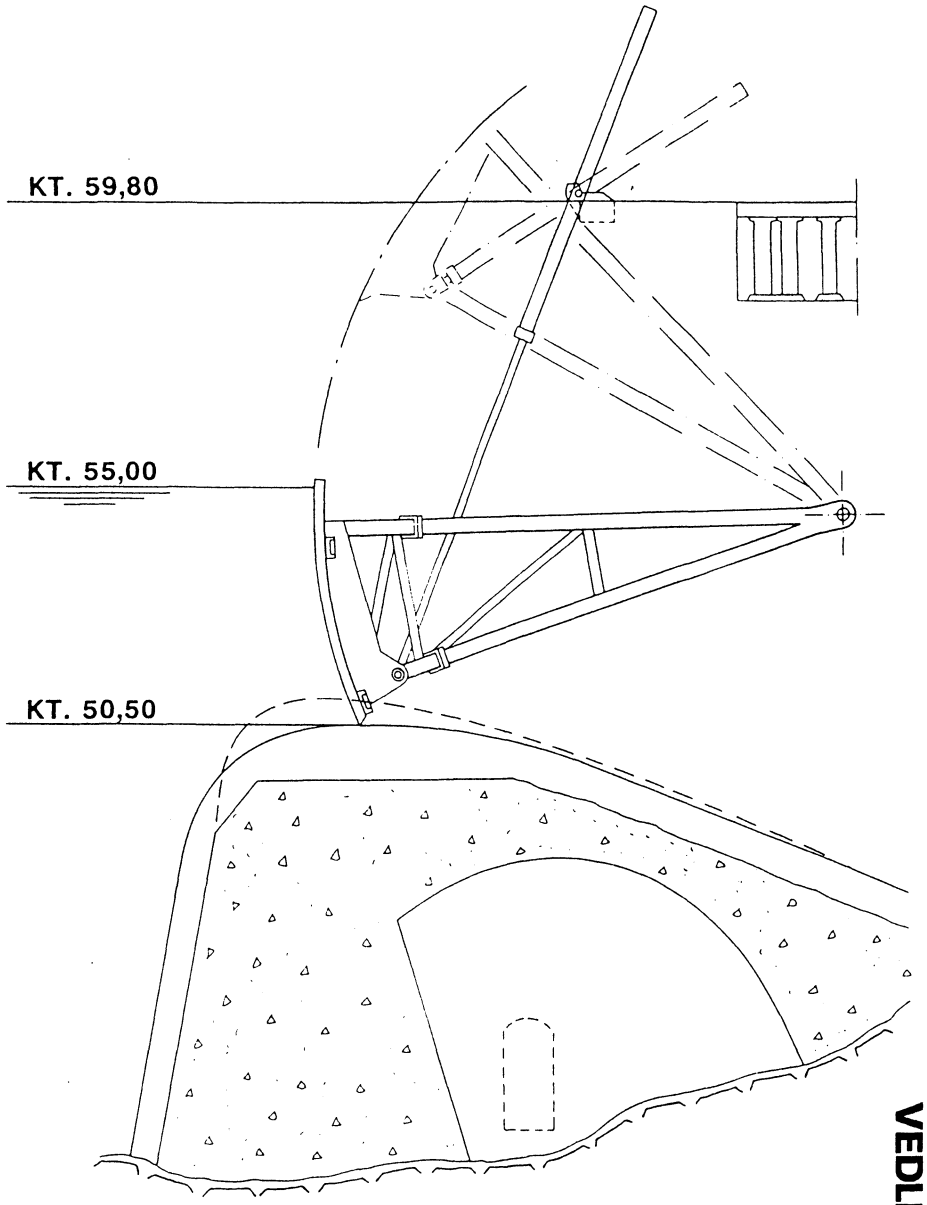
4625 B 220 C

Hafslund ENGINEERING



LUKELØP 1

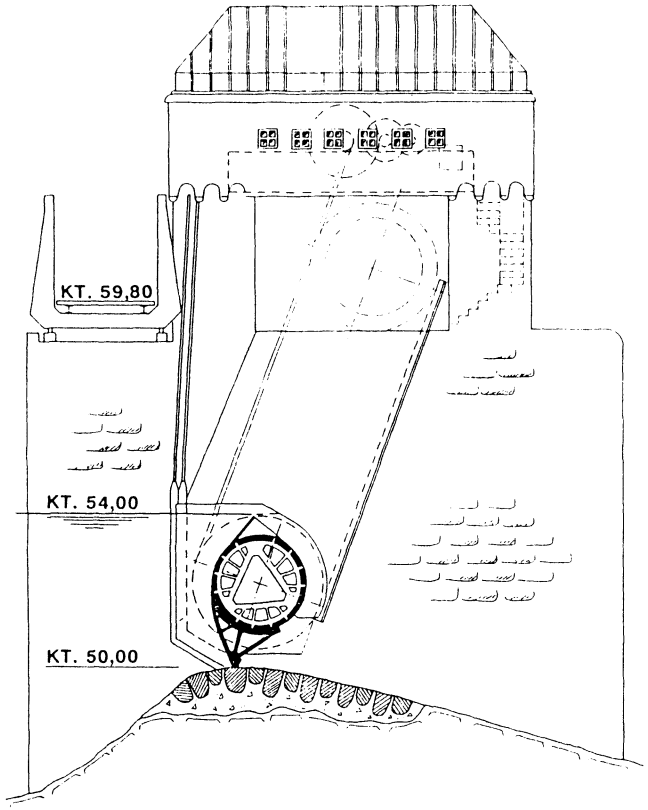
VALSELUKE - 20 m



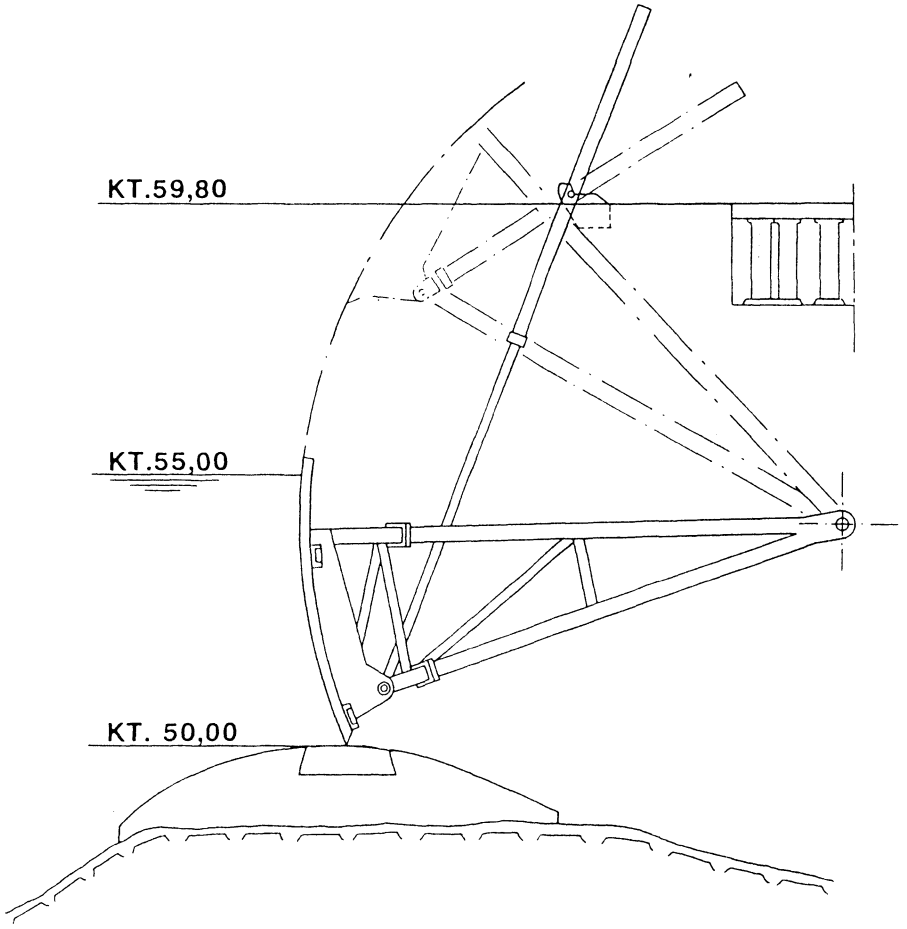
LUKELØP 1

18,6 m SEGMENTLUKE - VALGT LØSNING

VEDLEGG 4

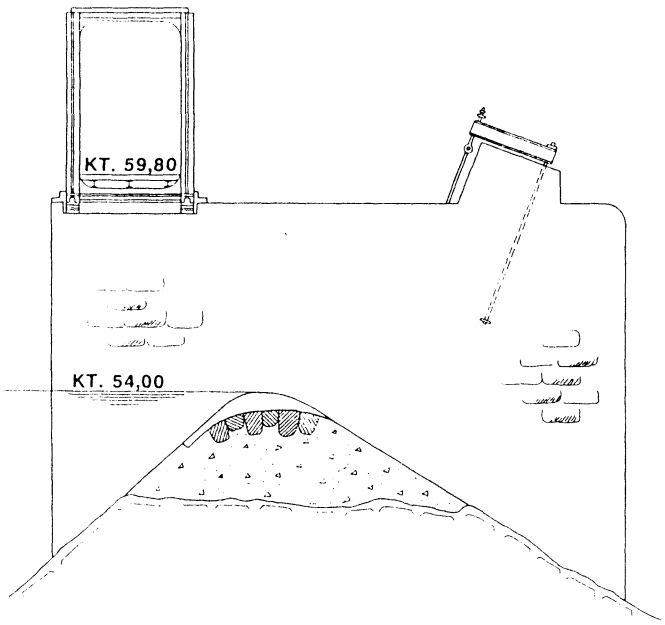


LUKELØP 2
VALSELUKE - 28m

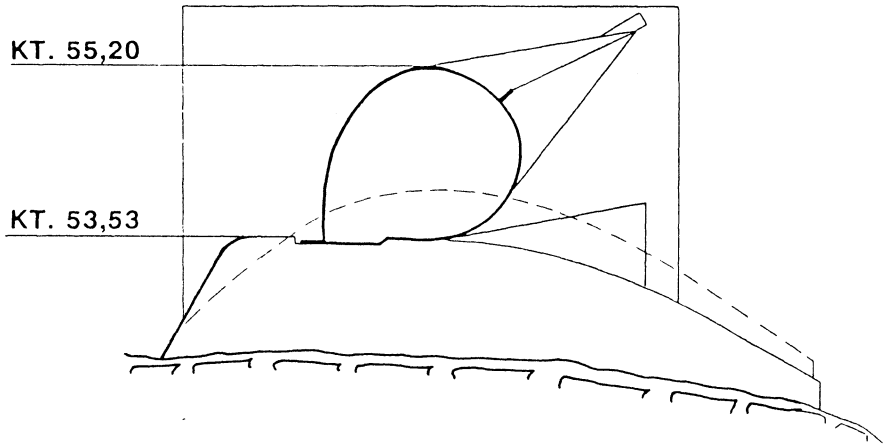


LUKELØP 2
SEGMENTLUKE - 26,8 m

VEDLEGG 5

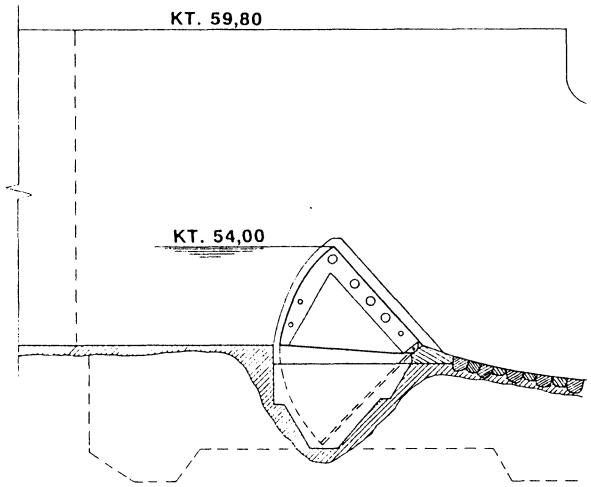


LUKELØP 3
FAST OVERLØP

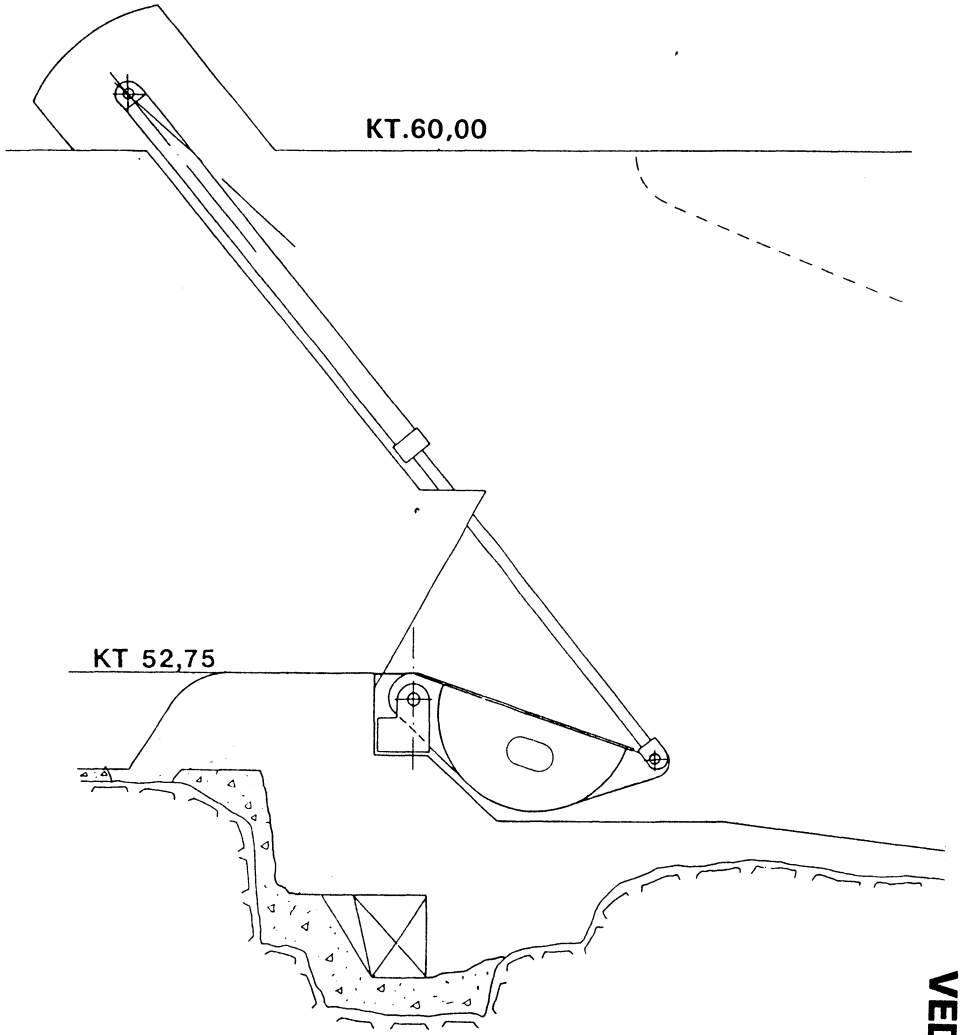


LUKELØP 3
GUMMILUKE - 44 m

VEDLEGG 6



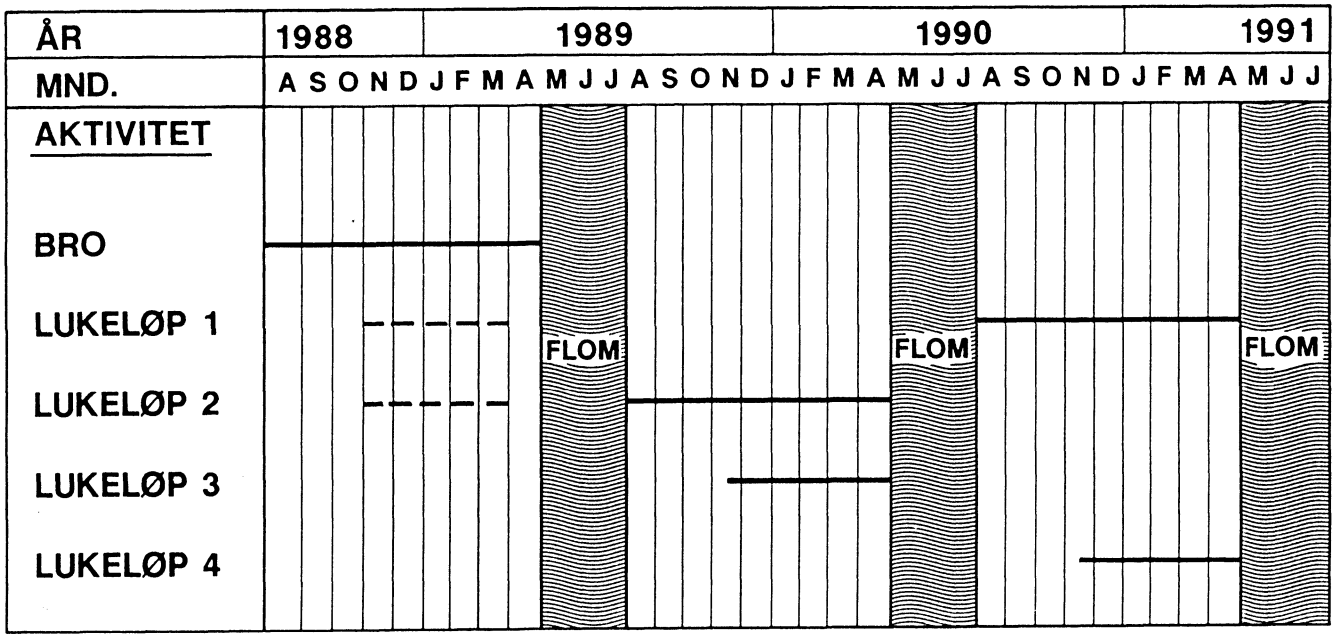
LUKELØP 4
SEKTORLUKE



LUKELØP 4
KLAPPELUKE - 34 m

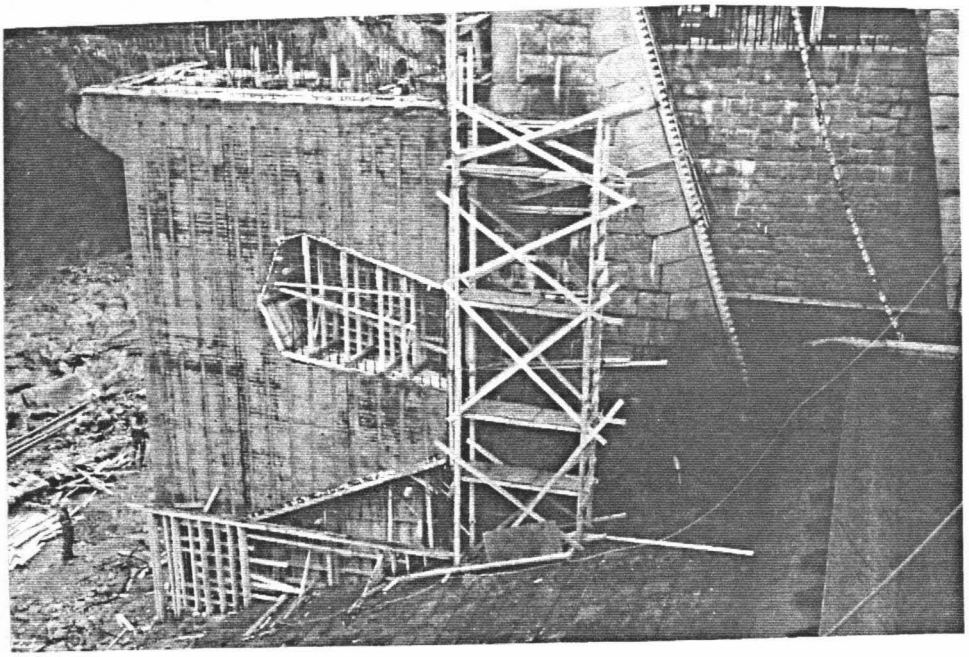
VEDLEGG 7

TIDSPLAN

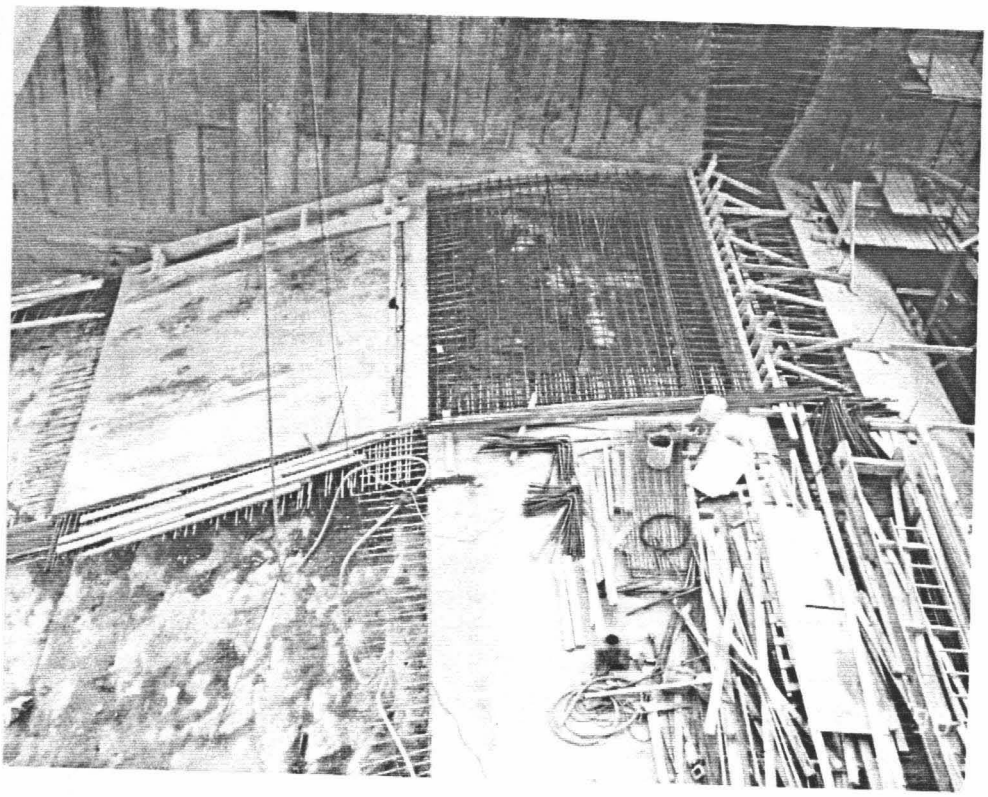


HAFSLUND ENGINEERING

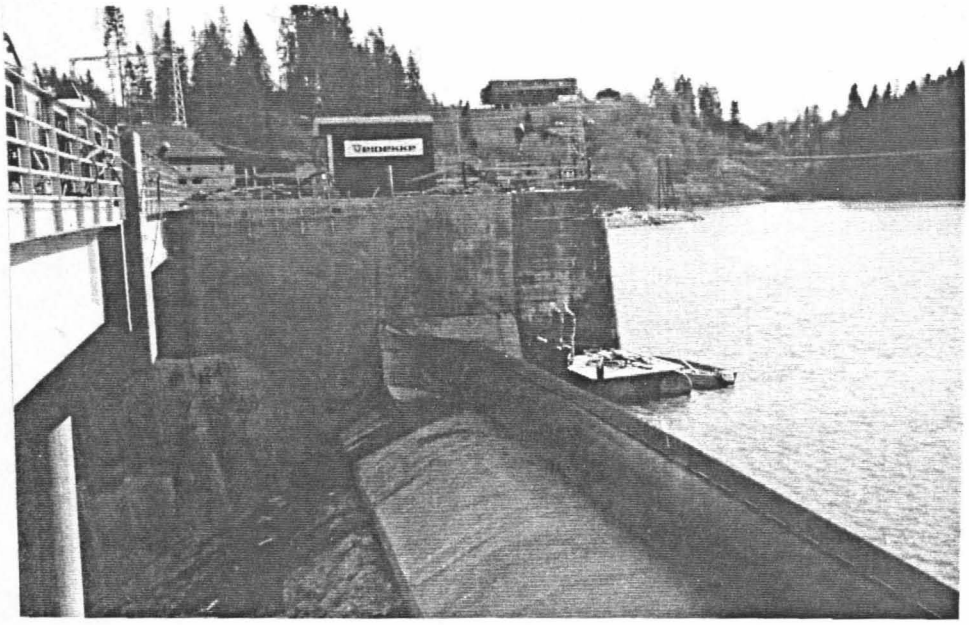
VEDLEGG 8



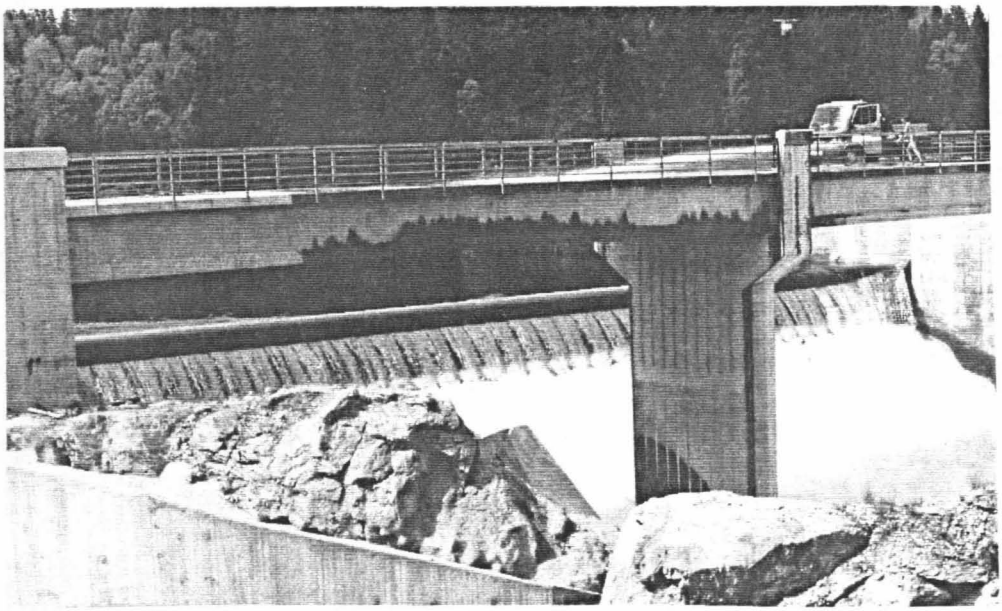
BILDE 1: Lukeløp 1/Pilar 1 - Februar 89.
Vi ser 1. del av pilar 1 ferdig støpt med utsparing for lukelager. Pilaren blir opplegg for ny bro. I høyre billedkant sees gammel 20 m valseluke.



BILDE 2: Lukeløp 1 - September -90.
Utstøping av terskel.



BILDE 3: Lukeløp 3 - Mars -90.
Gummiluke ferdig montert og oppblåst.



BILDE 4: Lukeløp 3 - Mai -92.
Oppblåst gummiluke med vann over, ca. 15 m^3/s.

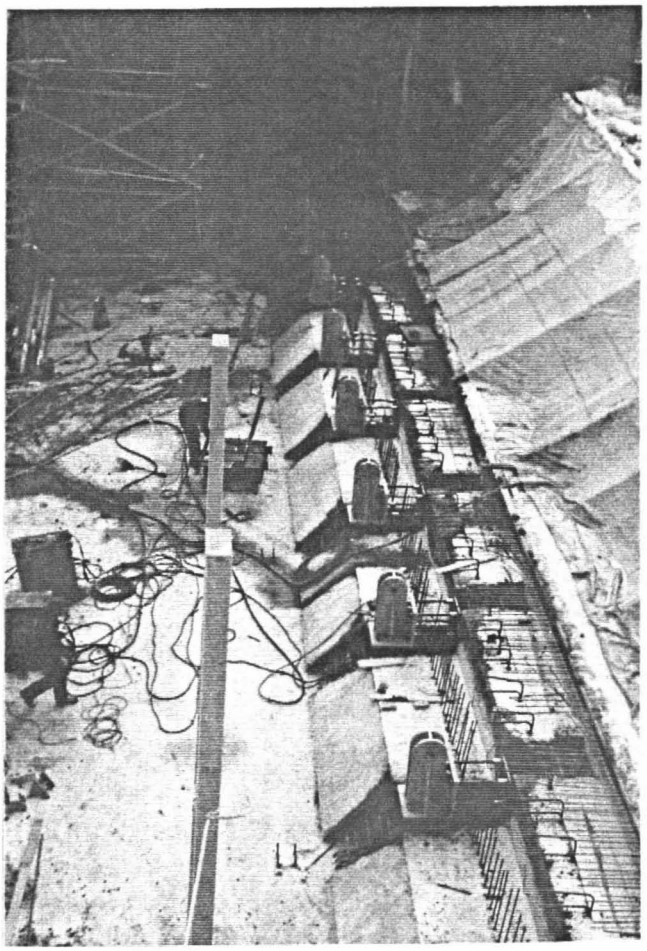
BILDE 5:

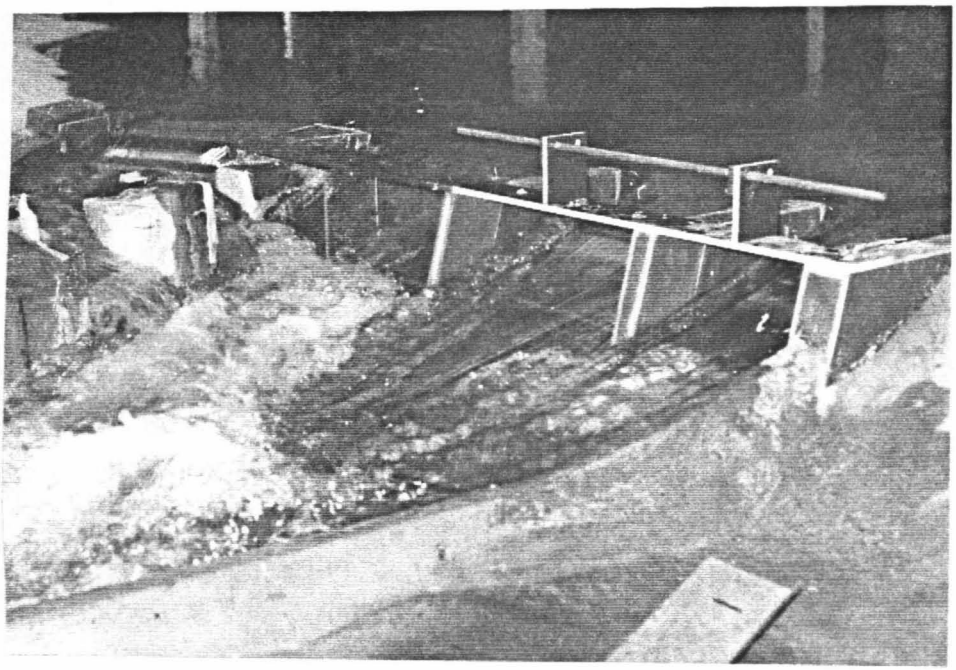
Lukeløp 4 - Februar -91.

Lagerbukker for

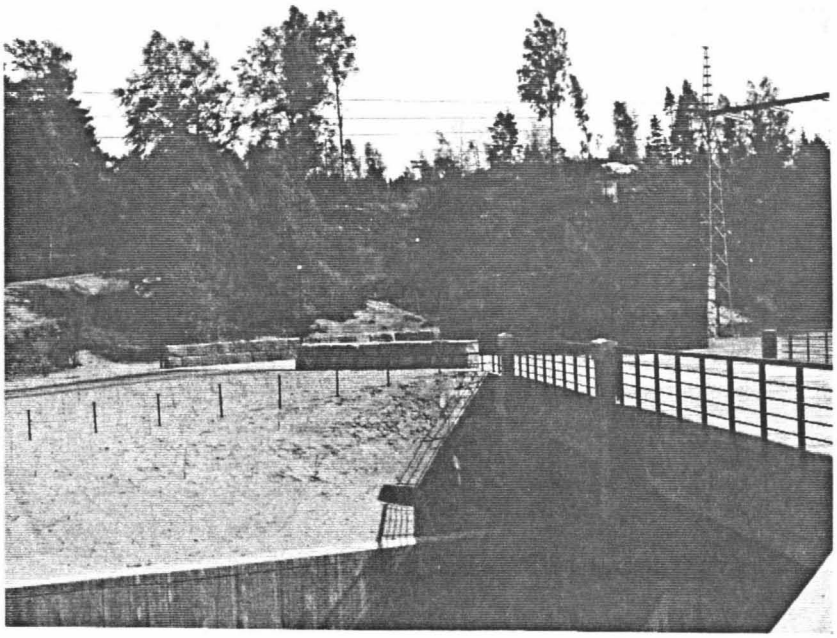
klappeluke ferdig

montert.

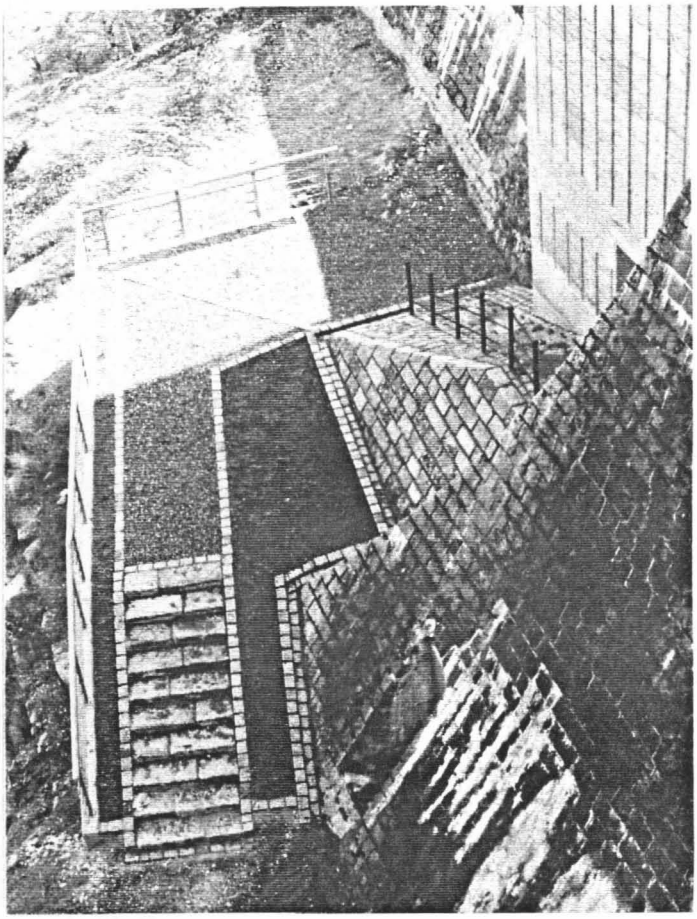




BILDE 6: Modellforsøk NHL - Sommer -88.
Modellen i målestokk 1:50 la beslag på ca.
100 m^2 i hallen.



BILDE 7: Damhode Skiptvedtsiden - Mai -92.
Gammel granittstein er benyttet for å bygge opp "kunstnerisk utformede monumenter".



BILDE 8:
Overgang mellom gammel og ny dam ved ledemur.

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energiverk (NVE)
Adresse: Postboks 5091 Majorstua, 0301 Oslo 3

I 1992 ER FØLGENDE PUBLIKASJONER UTGITT:

Nr 1. Opprusting og utvidelse av vannkraftverk. Seminar om småkraftverk Olavsgård, 29. jan. 1992. (95 s.)

Nr 2. Gry Berg og Per Einar Faugli (red.): FoU-prosjekter i Orkla. Oppsummerende prosjektmøte. (349 s.)

Nr 3 Hallgeir Elvehøy og Nils Haakensen (red.): Glasiologiske undersøkelser i Norge 1990 og 1991. (103 s.)

Nr 4 John Cock: Pris på elektrisk kraft til husholdninger 1992. (7 s.)

Nr 5 Opprustning og utvidelse av vannkraft. Nr 18. Mælafoss og Skulbørstadfoss kraftverker, Nord-Trøndelag. (15 s.)

Nr 6 Olianne Eikenæs og Per Einar Faugli (red.): Etterundersøkelsesprogrammet - statusrapport 1991. (71 s.)

Nr 7 Jon Arne Eie, Per Einar Faugli og Odd E. Sjulsen: Type og referansevassdrag

Nr 8 Opprusting og utvidelse av vannkraftverk. Erfaringer fra gjennomførte prosjekter, nr 19 Aurland I kraftverk, Sogn og Fjordane. (27 s.)

Nr 9 Opprusting og utvidelse av vannkraftverk.
Erfaringer fra gjennomførte prosjekter, nr. 20 Vamma kraftverk, Østfold. (35 s.)

NORGES VASSDRAG
OG ENERGIVERK
00531809