



HENSFOSS DAM, RØRGATE OG SVINGETÅRN

Revurderingsrapport

August 2007

INNHOLDSFORTEGNELSE

- 0 GENERELT**
- 1 VURDERINGER OG KONKLUSJONER**
- 2 ORIENTERING**
- 3 RUTINER**
- 4 FLOMFORHOLD OG DAMKLASSE**
- 5 TEGNINGER**
- 6 TEKNISK BESKRIVELSE**
- 7 BEREGNINGER**
- 8 INSPEKSJONER**
- 9 TILTAK**
- 10 REFERANSER**
- 11 VEDLEGG**
- 12 KOMMENTARER FRA EIER OG NVE**

RAPPORT FRA REVURDERING

Anleggseier: EB Kraftproduksjon AS

Anlegg: Hensfoss kraftverk

Bruddkonsekvensklasse: 1 (2)

Byggeår: 1947

0	2007-08-28	Ferdigstilt etter godkjente flomberegninger	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	I
			<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	II
			<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	III
			<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	IV
			<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	Sikkerhetsansvarlig
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utført sign.	Fag/sikkerhetskontroll sign.	Fagområde

Fagområde I: betong-/murdammer inkl. fundament og flomløp, Fagområde II: fyllingsdammer inkl. fundament og flomløp,

Fagområde III: tappe-/stengorganer og rør, Fagområde IV: flomhydrologi

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS for den oppdragsgiver og i anledning det oppdrag som fremgår nedenfor. Innholdet i dokumentet er Norconsult AS' eiendom. Dokumentet skal bare benyttes for det formål som oppdraget gjelder, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig i større utstrekning enn formålet tilsier.

Oppdragsgiver

EB Kraftproduksjon AS

Objekter	Utført	Fagkontrollert	Fagområde
Hensfoss dam	Vidar Gullaug Tor K. Sandaker	Vidar Gullaug	I
Sektorluke og segmentluke			II
Inntaksluker	Øivind Hilsen Tor K. Sandaker	Tor K. Sandaker	III
Rørgate med svingetårn	Arne J. Carlsen		IV
Tårnluke	Vidar Gullaug		Sikkerhetsansvarlig
Oppdragsnummer		Dokumentnummer	Revisjon
Norconsult  3219500		RevHE-00 Generelt.doc	0

Kort orientering

Revurderingen ble påbegynt under tidligere eier av anlegget; Norske Skog AS. Etter at ny eier overtok anleggene er arbeidet med avklaringer av flomforhold, oppmåling iht. NN1954 osv. blitt gjennomført før revurderingsrapporten ble fullført. Det har vært jevnlig kontakt mellom Norconsult AS og eiere v/VTA om forhold som har betydning for sikkerheten ved dammen.

VTA har meldt inn revurderingen til NVE.

Inspeksjoner av anleggsdelene på luftsiden ble utført av Norconsult AS sammen med VTA og kvalifisert tilsynspersonell. Vannsideinspeksjon ble utført av Buskerud Dykkerservice AS hvor også VTA og Norconsult var til stede.

Inspeksjonene har vært gjennomført i 1999, 2000 og 2001 under Norske Skogs eierskap.

En tilleggsinspeksjon av anlegget ble utført i november 2005.

Eier har gjennomført en egen inspeksjon av anlegget høsten 2006 og resultatene er drøftet med Norconsult AS. Kommentarer til avvikene som ble funnet er integrert i rapporten.

Flomberegningene er utført av Norconsult AS godkjent av NVE i 2007.

1 VURDERINGER OG KONKLUSJONER

1.1 GENERELT

Dammen har i sin nåværende form ikke tilfredsstillende avledningskapasitet og området ved Nicolaykaret vil kunne overtoppes allerede ved 700-800 m³/s med stasjonen i drift. Q₁₀₀₀ er beregnet til 1300 m³/s.

Deler av den gamle tømmerkistedammen som ligger oppstrøms inntaket kan løsne og skape betydelige problemer for driften av stasjonen.

Forholdene for inspeksjon innvendig rørgate og nedstrøms inntaksluker bør forbedres. Ved inspeksjonene var det problemer med for trangt mannhull og store lekkasjer fra inntaksluker og fylleluke som reduserte muligheten for en tilfredsstillende kontroll.

Eier foretok en ny inspeksjon innvendig i rørgaten og en undervannsinspeksjon av dammen i 2006. Resultatene av denne siste inspeksjonen er integrert og kommentert i denne rapporten.

1.2 BYGNINGSMESSIG DAM, RØRGATE OG SVINGETÅRN

1.2.1 Øvre sidedam med Nicolaykaret

De bygningsmessige konstruksjoner er i relativt god stand. Området er sikret for adgang fra uvedkommende med gjerder.

Tilstanden til avstengningen av det gamle inntaket til Nicolaykaret bør følges opp med nærmere undersøkelser.

1.2.2 Sidedam på venstre side

Det er ikke registrert skader av betydning på vannsiden. På luftsiden er det en del riss, kalkutfelling og mose. Mosen bør fjernes og områder med betongskader utbedres.

1.2.3 Segmentløp med pilarer

De bygningsmessige konstruksjonene er i tilfredsstillende stand. Ingen sprekker av betydning ble registrert områdene ved spillfundamenter eller ved hovedlagrene. Spillfundamentene ble forsterket for noen år siden.

1.2.4 Sektorløp

En tverrgående sprekk i terskelen foran bunnstokken ble avdekket ved dykkerinspeksjonen i 2001. Ved inspeksjonen i 2006 ble denne skaden kontrollert på nytt og det ble bekreftet at sprekken hadde utvidet seg. Skaden er av en slik art at den må utbedres så snart som mulig for å redusere risikoen for at luka kiler seg fast.

Avskalling og utvasking/erosjon i terskelen nedstrøms lukelageret bør utbedres. Pilarene har en del kalkutfelling og sprekker.

Betongskader ved sideføringene må utbedres. Tilstanden bak lukeskjoldene må kontrolleres ved hvert periodiske tilsyn.

REVURDERING HENSFOSS**1.2.5 Inntakskonstruksjoner**

Området ved inntaket har vært utbedret i senere år ifm. ny grindrensker etc. Området nedstrøms inntakslukene ble inspisert vinteren 2001. Lekkasje fra lukene begrenset tilgjengeligheten for en tilfredsstillende inspeksjon. Ved tørrlegging av røret i 2006 ble det avdekket utvasking under midtpilaren.

1.2.6 Øvre del av rørgate med fundamenter

Innvendig betongrør i god stand. Tidligere reparasjoner av enkelte områder var tilfredsstillende. Utvendig rør er isolert, og var ikke mulig å inspisere. Forankringsklossene har på partier tildels betydelige riss/sprekker og det er behov for reparasjoner.

Fundamentene for stålrøret ble inspisert av tilsynspersonell ifm. periodisk tilsyn, og det ble ikke rapportert om skader av betydning for sikkerheten.

Det er utført kontrollberegninger av rørgaten, dette viser at betongrøret er moderat utnyttet selv etter revidert DFV.

1.2.7 Svingetårn

Ved innløpet til svingetårnet er det en del betongskader som må følges opp.

Tårnet har en utvendig betongkledning med hulrom inn mot selve betongkonstruksjonen. Tilsyn av nedre del kan foregå gjennom inspeksjonsglugger, og dette må inn i rutine. Frostsikringen av hulrommet må overvåkes automatisk for å unngå frostsprengning.

En mindre lekkasje i området ved gjenstøpt røruttak på høyre side bør følges opp ved periodiske tilsyn.

Innvendig svingetårn ble inspisert fra mobilkrankurv og enkelte skader som ble registrert må følges opp ved tilsynene.

Ved eiers inspeksjon i 2006 ble det oppdaget at midtpilaren i innløpet til tårnet hadde falt ned. Denne ble vurdert til å ikke ha vesentlig betydning for stabiliteten til konstruksjonen, men det er en klar anbefaling om å bygge opp denne igjen for å redusere turbulensen i bassenget. Generelt er det behov for reparasjon av betongskader i svingetårnet.

Typiske dimensjoneringskontroller av siloveggen i svingetårnet viser at beholderen har tilfredsstillende kapasitet også for øket vanntrykk etter revidert DFV.

1.3 MASKINTEKNISK**1.3.1 Segmentluke**

Generelt inntrykk var at lukekonstruksjonen var fulgt godt opp i de senere årene.

Spillet var nylig oppgradert med ny motor og mulighet for manuell betjening med sveiv.

Lukelagrene var skiftet ut med smørefritt system.

Nedre del av opptrekkskjeder var skiftet ut for noen år siden, men pga. sort stål i laskene må disse følges opp med korrosjonsbeskyttelse i en eller annen form.

Pga. manglende underlag ble det ikke gjennomført statiske beregninger av lukekroppen og hovedlagre.

REVURDERING HENSFOSS

1.3.2 Sektorluke

En deformasjon av en forriglingsshake på luka må rettes opp.

Luka ble overflatebehandlet i 1990. Ved kontrollberegninger er det tatt hensyn til reduksjon pga. korrosjon som ble registrert ved dette arbeidet.

Overslag av enkelte områder av luka viser moderate spenninger.

Det ble gitt noen kommentarer til skilting av forriglingen, betjeningsinstrukser og personsikkerhet ved manuell betjening av spillet ved inspeksjonene.

Feilmanøvrering er sannsynligvis det største sikkerhetsmessige problemet med denne luka; spesielt fokus bør ligge på betjening av forriglingssystemet.

1.3.3 Inntaksluker

Inspeksjonen av inntakslukene nedstrøms avdekket ingen skader, kun mindre lekkasjer. Spillet er i utgangspunkt tilpasset setting av lukene ved utjevnet vanntrykk, men sylindrene er dobbeltvirkende. Muligheten for å presse lukene ned ved evt. rørbrudd eller annen unormal situasjon bør vurderes nærmere.

Lekkasjen i fylleluken bør utbedres for å gi bedre tilgjengelighet til rørgata ved inspeksjoner.

1.3.4 Nedre del av rørgate i stål

Røret er godt vedlikeholdt innvendig og utvendig. Spenninger i røret fra innvendig trykk er moderate, og muligheten for undertrykk er begrenset pga. relativt lang lukketid ved evt. nødstengning av inntakslukene. Røret vil sannsynligvis bryte sammen i en ulykkessituasjon med plutselig gjentetning av inntaksgrinda pga. lite areal på luftinntak.

1.3.5 Tårnluker (Turbinluker)

Ved inspeksjonen høsten 2005 ble det registrert at lukene slo relativt kraftig i føringene pga. turbulens i innløpet. Tilstanden til støtteruller og klaringer må sjekkes så snart som mulig. (Løse støtteruller ble avdekket ved eiers tilsyn i 2006.)

Sikkerhet for selvlukking kan være noe lav iht. overslagsberegninger som er utført. Aggregatet er forberedt for noe høyere trykk enn innstilt arbeidstrykk, men ved evt. tilført ballast i lukene må sylindrene sannsynligvis skiftes ut.

For konkrete tiltak henvises til kap. 9.

2 ORIENTERING

2.1 GENERELT

Anleggseier:	EB Kraftproduksjon AS
Vassdragsteknisk ansvarlig:	Terje Økland (fungerende VTA etter Finn E. Hammer)
Konsulent ved bygging:	Ingeniør A.B.Berdal
Entreprenør ved bygging:	Ing. F. Selmer ?

Revurderingen ble påbegynt i 1999 etter avtale med daværende eiers VTA som meldte dette inn til NVE. Det ble foretatt flere inspeksjoner og møter med eier. Etter eierskiftet ble revurderingen avtalt fullført og supplerende inspeksjoner ble gjennomført med den nye eiers VTA.

Hensfoss dam ligger ca. 4 km ovenfor Hønefossen i Bægnavassdraget.

Dammen er fundamentert på fjell. 1 sektorluke drevet av vanntrykket er montert i høyre løp, og 1 segmentluke med 2-sidig kjedeopptrekk er montert i venstre løp på hoveddammen.

Oppstrøms hoveddammen på østre side er det bygget en sperredam som går over i en lavere, gammel steindam. I denne sidedammen sitter det 4 stk. glideluker bygget i treverk. Nær enden på sidedammen er det montert en liten glideluke. Den gamle steindammen heller svakt ned mot damfestet nær jernbanens industrispor ved østre landfeste.

I inntaket foran rørgata sitter 2 glideluker med oljehydraulisk opptrekk.



Rørgatas første ca 120 m består av et betongrør ø 5,0 m. Røret videre er utført i stål med lengde ca 190 m ned til et svingekammer/fordelingsbasseng. Ved nedre del av rørgata mot svingekammeret er det bygget en flomskjerm.

I svingekammeret er det montert 2 rulleluker, 1 luke foran hvert av tilløpsrørene til de 2 aggregatene. Tilløpsrørene har en lengde på ca. 45 m. Lukene har oljehydraulisk opptrekk og er hurtiglukkende.

3 RUTINER

3.1 Tilsynsprogram

Tilsynsprogrammet er integrert i Internkontroll-systemet. Programmet ajourføres årlig. Avvik registreres og følges opp av BKP's databaserte FDV-program.

3.2 Driftstilsyn

Ukentlige tilsynsrunder på anlegget utføres. Vesentlige avvik meldes via FDV-programmet til VTA for faglig vurdering. Det foreligger ingen avviksmeldinger fra driftstilsyn.

3.3. Periodisk tilsyn

Eiers tilsyn er bra gjennomført de siste årene og de viktigste skader er registrert og tiltak er lagt inn i FDV-programmet.

En omfattende inspeksjon med eget mannskap og innleid kompetanse ble utført i 2006. I tillegg til luftsideinspeksjon ble det utført en undervannsinspeksjon.

Det er opplyst at det har vært lekkasjer i opptreks-sylindere for tårnlukene. Dette kan henge sammen med at lukene som henger ned i vannstrømmen har en tendens til å pendle noe pga. for stor klaring i føringene.

Sjekklistene for periodiske tilsyn ligger under vedleggene i denne rapporten.

År	Objekt	Viktige anmerkninger	
2006	Dam	Sprekk i terskel foran sektor. Usikker gjenstøping av gamle tappeløp.	
2006	Sektorluke	Korrosjon	
2006	Segmentluke	Stive kjeder pga. korrosjon og manglende smøring	
2006	Inntakskonstruksjoner	Utvasking under midtpilar. Store lekkasjer som vanskeliggjør inspeksjon av rør og luker.	
2006	Rørgate	Vegetasjon vanskeliggjør inspeksjon.	
2006	Svingetårn	Midtdeler i utløpet fra rørgate falt ned. Dårlig betong i overgangen mellom rør og tårn.	
2006	Tårnluker	Løse styreruller.	

3.4 Hovedtilsyn

Hovedtilsynsrapporter foreligger ikke, men i sjekklistene for 2006 var det avkrysset for HT.

3.5 Årsrapporter fra VTA

Det foreligger årsrapporter fra VTA for årene 2004-2006.

4 FLOMFORHOLD OG BRUDDKONSEKVENSKLASSE

4.1 Flomforhold

Flomvannstand ved $Q=704 \text{ m}^3/\text{s}$ er angitt til kt.148,80 i lokalt høydesystem på tegn. 82-1866 og 16-500 fra byggeperioden.

I forbindelse med revurderingen er det utført flomberegninger som er sendt NVE til godkjenning. Disse beregningene er basert på $Q_{500}=1230 \text{ m}^3/\text{s}$ og $Q_{1000}=1300 \text{ m}^3/\text{s}$ fra tidligere godkjente flomberegninger. Beregningene av 9. august 2006 er godkjent av NVE i brev av 3. juli 2007.

Resultater fra godkjente flomberegninger:

DFV v/Q_{500} er beregnet til kt.150,13 (NN1954) som tilsvarer ca.kt.149,93 i lokalt høydesystem.

DFV v/Q_{1000} er beregnet til kt.150,26 (NN1954) som tilsvarer [ca.kt.150,06](#) i lokalt høydesystem.

Kontrollflom $v/1,5 \times Q_{1000}$ er beregnet til kt.151,33 (NN1954) som tilsvarer [ca.kt.151,13](#) i lokalt høydesystem.

For ulykkeslast regnes segmentluken stengt. (Ref. retningslinje for flomløp 2003)

Ved Q_{500} gir dette en vannstand på kt.150,40 (NN1954) som tilsvarer ca.kt.150,20 i lokalt høydesystem. Ved Q_{1000} blir vannstanden kt.150,52 (NN1954) som tilsvarer [ca.kt.150,32](#) i lokalt høydesystem.

4.2 Damklasse

Dammen er registrert i bruddkonsekvensklasse 1.

Nedstrøms dammen på venstre side ligger det ca.10 boliger som kan bli berørt ved et dambrudd. Jernbanen har et spor for godstransport som krysser elveløpet og det ligger en bro for en privat vei nedenfor dammen. Det synes derfor riktig å plassere dammen i bruddkonsekvensklasse 2.

5 TEGNINGER

5.1 BYGNINGSTEKNISKE TEGNINGER

Østre sidedam (m/Nicolaikaret)

For den øverste gamle delen av dammen er tegningsunderlaget mangelfullt, men tegninger av området ved de gamle inntakslukene i Nicolaikaret er tilgjengelige. Det foreligger gode tegninger av den lange halvmassivdammen på venstre side ned mot hoveddammen.

Hoveddam

Det foreligger komplette form- og armeringstegninger for hoveddammen for området ved, sektorløp og segmentløp.

Inntakskonstruksjoner

Tegningsunderlaget for inntakskonstruksjonene er bra med supplerende tegninger fra ombygginger i 1997 ifm. ny grindrensker.

Betongrørgate

Tegningsunderlaget er relativt komplett for betongrør og fundamenter.

Svingetårn

Det foreligger form- og armeringstegninger av tårnet, men underlaget på gjenstøpingen av et tidligere røruttak på høyre side mangler.

5.2 MASKINTEKNISKE TEGNINGER

Luker i Nicolaykaret

4 stk treluker BxH=1,5x2,8 m

Tegninger av treluker og føringer er tilfredsstillende.

Opptrekkssystemet er fjernet

Mølleluke

ca 0,5x0,5 m

Det foreligger ikke tegninger av denne luken.

Segmentluke

BxH=9,0x3,0 m

Det foreligger arrangementtegning og tegning av frontplate, men det mangler underlag på de øvrige stål- og maskinkonstruksjonene. Av de viktigste tegninger som mangler kan nevnes lagersystemet.

Sektorluke

BxH=26,94x3,03 m

Tegningsunderlaget er omfattende og stort sett komplett.

Inntaksluker foran rørgate

2 stk Glideluker BxH=3,5x4,0m

Meget mangelfullt tegningsunderlag. Det foreligger kun noen detaljtegninger av opptrekksmekanismen og av føringene.

For fylleluken (BxH=0,6x0,8 m) er arrangementtegning og detaljtegninger tilgjengelige

Rørgate i stål

Diameter $\varnothing$ 5000 mm

Utformingen av stålrøret er stort sett dekket av en arrangementtegning. (16-519abc)

Tårnluker

2 stk Rulleluker BxH=3,6x3,8

Komplett tegningsunderlag for luke med hjul og føringer.

Mangler underlag på det hydrauliske opptrekkssystemet.

6 TEKNISK BESKRIVELSE AV ANLEGGET

INNHOLDSFORTEGNELSE

6.1	NØKKELDATA	2
6.1.1	NØKKELDATA FOR DAM	2
6.1.2	NØKKELDATA FOR LUKER I DAM	2
6.1.3	NØKKELDATA – RØRGATER M/SVINGEKAMMER	3
6.2	BYGNINGSTEKNISK	4
6.2.1	ØSTRE SIDEDAM (M/NICOLAIKARET)	4
6.2.2	HOVEDDAM	4
6.2.3	INNTAKSKONSTRUKSJONER	4
6.2.4	RØRGATE, ØVRE DEL I BETONG	4
6.2.5	SVINGETÅRN	4
6.3	MASKINTEKNISK	5
6.3.1	LUKER I NICOLAYKARET	5
6.3.2	MØLLELUKE	5
6.3.3	SEGMENTLUKE	5
6.3.4	SEKTORLUKE	5
6.3.5	INNTAKSLUKER FORAN RØRGATE	5
6.3.6	RØRGATE, NEDRE DEL I STÅL	5
6.3.7	TÅRNLUKER	5

6.1 NØKKELDATA

6.1.1 NØKKELDATA FOR DAM

Byggeår	1945-1950		
Kort beskrivelse			
Betongdam fundamentert på fjell. Oppstrøms hoveddammen, på venstre side er det bygget en sperredam som går over i en gammel steindam. Kapslet koblingsanlegg for 7kV høyspent til matetrafoer for oppvarming av segmentluke og varegrind er plassert i lukehuset. Motstandsoppvarming er basert på 40 V systemspenning.			
Hoveddata	Hoveddam	Sidedam I	Sidedam II (gml)
Samlet lengde	ca 56 m	ca 60 m	ca 95 m
Lengde fast overløp	0 m		
Nivå damkrone	kt 149,50	kt 149,50	ca 148,50
HRV	kt 146,50	(Som OK.sektor)	
Q ₁₀₀₀	ca. 1300 m ³ /s		
DFV v/Q ₁₀₀₀	ca kt		
Oppdemmet vannvol	< 0,5 mill m ³	(Overløp - Damfund.)	
Statisk vanntrykk	ca 7,0 mVs	(HRV-Damfundament)	
Alle kotehøyder iht. lokalt høydesystem. Oppmåling er foretatt i 2005 og arrangementtegning med høyder i NN1954 foreligger. Flomberegninger er utført av Norconsult i 2006 og er sendt NVE for godkjenning.			

6.1.2 NØKKELDATA FOR LUKER I DAM

Flomluke B x H =	26,94 x 3,03 m	(H = O.K.øvre st. - O.K. nedre st.)
Luketype	Sektorluke	
Funksjon	Flomavledning	
Overkant luke i toppstilling	kt 146,50	
Overkant luke i bunnstilling	kt 143,47	(Terskel: kt.143,30
Lukespill	Heves med vanntrykk. Rørluke reg. med elektromekanisk spill	
Regulerings/flomluke B x H =	9,0 x 3,0 m	(H= O.K.luke - terskel)
Luketype	Segmentluke	
Funksjon	Regulering og flomavledning	
Overkant luke i lukket posisjon	kt.146,50	U.K.luke i toppstilling = ca 149,00
Bunnterskel	kt 143,50	
Lukespill	Elektromekanisk spill.	
2 stk Inntaksluker B x H =	3,50 x 4,00 m	Data for fylleluke: 0,60 x 0,80 m
Luketype	Glideluker	Glideluke
Funksjon	Avst. foran nntakstunnel	Fylling av rørgate
Bunnterskel	kt 141,00	kt 142,80
Lukespill	Oljehydraulisk	Manuelt skruespill
4 stk Treluker i sidedam B x H=	ca 1,50 x 2,80 m	
Luketype	Glideluker	
Bunnterskel	kt 143,75	
Lukespill	Fjernnet	
"Mølleluke" i sidedam B x H=	ca 0,5 m2	
Luketype	Glideluke	
Bunnterskel	kt.	
Lukespill	Fjernnet	

6.1.3 NØKKELDATA – RØRGATER M/SVINGEKAMMER

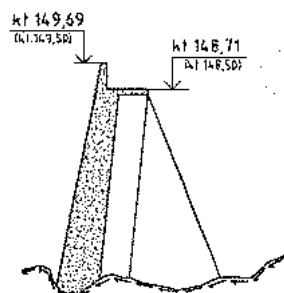
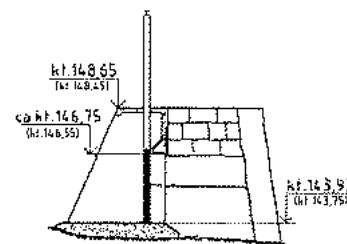
Byggeår		1945-1950
Kort beskrivelse av rørgate og svingekammer		
Rørgate mellom inntak og svingekammer består av et isolert betongrør som går over i et stålrør på nedre del mot svingekammeret. I svingekammeret er det montert en rulleluke foran hvert tilløpsrør til aggregatene.		
Hoveddata for rør ovenfor svingekammer		
	Øvre del	Nedre del mot svingekammer
Samlet lengde.....	ca 117 m	ca 195 m
Diameter (innv.).....	5,0 m	5,0 m
Maks statisk trykk ved DFV	ca.7,75 mVs	ca.14,25 mVs
Maks trykk ved avslag.....		
Materiale.....	Betong	Stål-sveiset
Rørbruddssikring (Inntaksluker)		
Type.....	Glideluker	(Se spesifikasjon under dammen)
Utløsermekanisme.....	Hydraulisk	
Utløsning ved.....	Manuelt betjent	
Lukketid.....	ca. 12 min.	
Fjernstyring.....	Nei	
Hoveddata for svingetårn		
Diameter (innv.).....	16 m	
Høyde.....	17,6 m	
Overløp bredde.....	ca 18,0 m	
Overløp terskel.....	kt 148,80	
Topp svingekammer.....	kt 150,50	
Rørbruddssikring nedstrøms svingetårn:		
2 stk. rulleluker..... B x H =	3,60 x 3,80 m	
Terskel.....	kt 133,30	
Lukespill.....	Oljehydraulisk spill	
Utløsermekanisme.....	Senkeventil	Hvilestrømsprinsippet??
Utløsning ved.....		
Lukketid.....	ca 15 sek.	
Fjernstyring.....		

6.2 BYGNINGSTEKNISK

6.2.1 Østre sidedam (m/Nicolaikaret)

Sidedammen består av en gammel tørrmurt steindam fra landfestet til det sk. Nicolaikaret hvor det er et tidligere inntak. Lukene i inntaket er i treverk og har tidligere vært betjent med taljer, men kan i dag ikke åpnes.

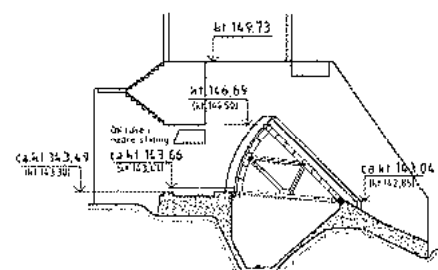
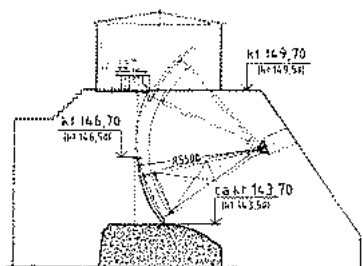
Fra Nicolaikaret ligger det en ca. 60 m lang halvmassivdam ned til hoveddammen.



6.2.2 Hoveddam

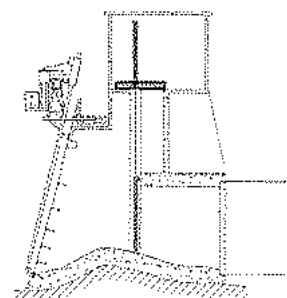
Dammen med inntakskonstruksjoner, rørgate og svingetårn er prosjektert av Ing. A.B.Berdal. Hoveddammen er en betong-gravitasjonsdam med segment- og sektorløp.

Det er ingen faste overløp i dammen.



6.2.3 Inntakskonstruksjoner

Inntakskonstruksjonene med de 2 inntakslukene er integrert i hoveddammen.



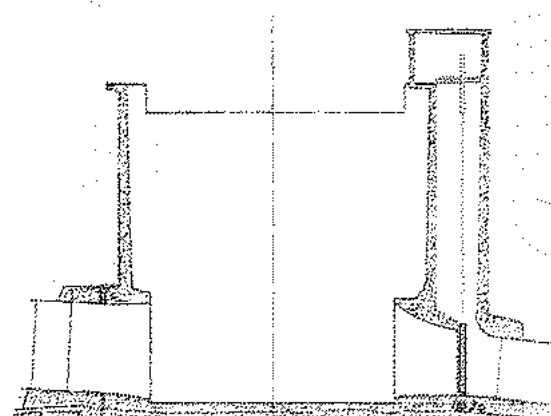
6.2.4 Rørgate, øvre del i betong

Fra inntaket ligger det et isolert betongrør med diameter 5 m. og en tykkelse på 350 mm.

6.2.5 Svingetårn

Betongrøret går over i et stålrør som føres inn i svingetårnet. Tårnet har et overløp som leder ut i elveløpet.

En ledemur langs venstre side av nedre del av rørgaten sikrer vei og stasjonsområdet ved evt. lekkasje eller rørbrudd.



6.3 MASKINTEKNISK

6.3.1 Luker i Nicolaykaret

De 4 lukene er utført i treverk. Føringene av H-profiler er støttet av et horisontalt I-profil.

6.3.2 Mølleluke

Dimensjonene er ukjente, men det antas at størrelsen på lysåpningen er ca. 0,5 x 0,5 m

6.3.3 Segmentluke

Luken er bygget av A/S Kværner Brug

Frontplaten er avstivet med vertikale valsede kanaler.

To horisontale H-profiler overfører kreftene til lukebena.

Det er 2-sidig kjedeopptrekk med fast aksel fra sentrisk plassert spill.

Materiale i kjedebolter antas st 60, i lasker st 52-3.

6.3.4 Sektorluke

Lukene er bygget av A/S Kværner Brug

Oppbyggingen er som vanlig for slike luker som er drevet med vanntrykk.

Luken er opplagret i 14 lagre.

Forriglingen i toppstilling hviler på 14 understøttelser i bunnstokken.

En sleide betjenes via et spill på lukehusgulvet for åpen og forriglet luke.

Luken ble rehabilitert med overflatebehandling av Møller i 1995.

6.3.5 Inntaksluker foran rørgate

Lukene er bygget av H. Th. Refsum

Det er 2 stk glideluker og en egen fylleluke i inntaket.

Oppbyggingen er tradisjonell med oppstrøms plate avribbet med horisontale kanalprofiler. Lukene har nedstrøms tetning.

Inntakslukene har en rørbruddsfunksjon som er satt ut av funksjon.

Lukene ble sandblåst og malt i 1973. Bunnstokken i eik ble også skiftet ut på dette tidspunktet.

Støttelager for fylleluken ble reparert ca 1990.

6.3.6 Rørgate, nedre del i stål

Røret er i sveiset utførelse og hviler på betongklosser med avstand 8,12 m. I knekkpunktene er røret omstøpt.

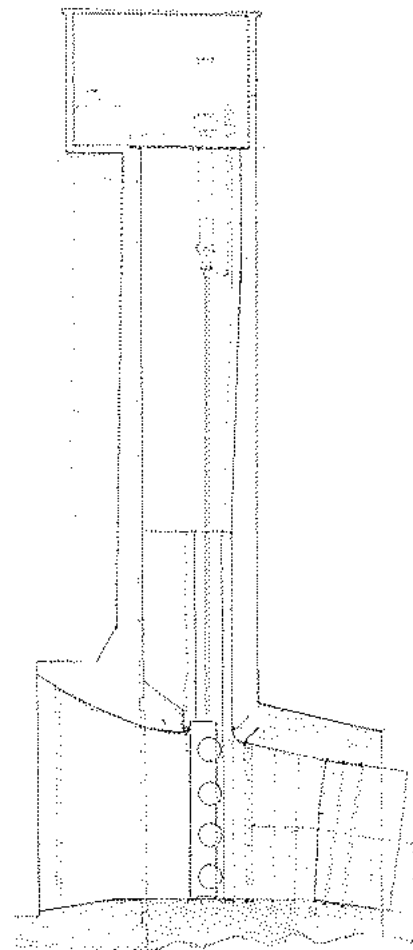
Røret ble sandblåst og malt med Comastic i 1973.

6.3.7 Tårnluker

Det er 2 stk hurtiglukkende rulleluker styrt fra stasjonen.

Lukene har oppstrøms tetning. Topptetning er utført som hylletetning.

Lukene er bygget opp med frontplate avstivet av vertikale kanaler som hviler mot horisontale H-profiler. Det er ordinære hjulkasser og lukene har støtteruller i føringene oppstrøms, og styreruller plassert nedstrøms for styring sideveis.



7 BEREGNINGER

INNHOLDSFORTEGNELSE

7.1	BYGNINGSMESSIGE KONSTRUKSJONER.....	2
7.1.0	GENERELLE BEREGNINGSFORUTSETNINGER.....	2
7.1.1	ØSTRE SIDEDAM (M/NICOLAİKARET)	3
7.1.2	HOVEDDAM.....	3
7.1.3	INNTAKSKONSTRUKSJONER	3
7.1.4	RØRGATE, ØVRE DEL I BETONG.....	3
7.1.5	SVINGETÅRN	4
7.2	MASKINTEKNISKE KONSTRUKSJONER.....	5
7.2.0	GENERELLE BEREGNINGSFORUTSETNINGER.....	5
7.2.1	MØLLELUKE	6
7.2.2	LUKER I NICOLAİKARET	6
7.2.3	SEGMENTLUKE	6
7.2.4	SEKTORLUKE.....	6
7.2.5	INNTAKSLUKER FORAN RØRGATE	6
7.2.6	RØRGATE, NEDRE DEL I STÅL.....	6
7.2.7	TÅRNLUKER	6

Beregningsresultater er vedlagt i kap.11

I alle beregningene er det benyttet lokalt høydesystem som ligger ca. 200 mm under NN1954.

Ajourført arrangementtegning viser både kontrollerte høyder i NN1954 og lokale høyder fra byggingen.

7.1 BYGNINGSMESSIGE KONSTRUKSJONER

7.1.0 GENERELLE BEREGNINGSFORUTSETNINGER

Vannstander:

Høyeste regulerte vannstand *kt.* 146,70

Flomvannstand v/Q_{1000} *kt.* 150,06

Flomvannstand $v/1,5 \times Q_{1000}$ *kt.* 151,13

Flomvannstand $v/\text{lukefeil}$ *kt.* 150,32

NB! Det er benyttet koter i det lokale høydesystemet fra det opprinnelige tegningsunderlaget som ligger ca. 200 mm under NN1954.

Forskrifter og standarder

Forskrift om sikkerhet og tilsyn med vassdragsanlegg med tilhørende retningslinjer NS 3473.

Lastfaktorer:

Bruddgrensetilstand: $\gamma_f = 1,2$

Bruksgrensetilstand: $\gamma_f = 1,0$

Laster

- Istrykk ved HRV settes til maks. 60 kN/m jevnt fordelt 0,5 m ned fra HRV.

Istrykket er vurdert ut fra opplysninger fra driftspersonell.

- Vannstand ved Q_{1000}

- Vannstand ved $1,5 \times Q_{1000}$, kun kontrollert for dammens luketerskel og pilarer.

Materialfaktorer:

Betong: $\gamma_m = 1,4$

Armering: $\gamma_m = 1,4$.

Materialfastheter

- Betong C25

- Kamstål, flytegrense 400 N/mm² inntil Ø 20, 380 N/mm² for Ø25 og Ø32.

- Glattstål, St.37, flytegrense 220 N/mm²

7.1.1 ØSTRE SIDEDAM (M/NICOLAIKARET)

Gammel dam mot landfestet

Den gamle dammen mot landfestet er ikke kontrollert i denne utgaven av rapporten.

Området ved Nicolaikaret

Bæreevne av oppstikkende betongkant ved mur er kontrollert for DFV. Fra de opprinnelige armeringstegningene er det usikkerhet vedr. virkelig innlagt armering (oppgitt til nett, 3 lag). Fremregnet armeringsbehov er imidlertid beskjedent og bæreevnen vurderes å være tilfredsstillende.

Halvmassivdam

Det er utført kontrollberegninger av halvmassivdammen mht. stabilitet og glidning. Beregningene viser til dels stor manglende kapasitet for velting og glidning regnet etter DFV. For tilfellet HRV og is er det også fremregnet manglende kapasitet mot glidning i bruddgrensetilstanden.

7.1.2 HOVEDDAM

Segmentløp med pilarer

Det er ikke foretatt beregningsmessige vurderinger av segmentløpet.

Sektorløp

I terskel av sektorløpet er det avdekket en langsgående sprekke som omtalt i øvrige deler av dette dokumentet. Det er ikke utført ytterligere vurderinger av terskelen mht. stabilitet og glidning. Ved utbedring av den registrerte sprekken bør det også utføres beregninger for påvisning av bæreevne for terskelen.

7.1.3 INNTAKSKONSTRUKSJONER

For midtpilaren i inntaket er det på nedstrøm side registrert en horisontal sprekke i overgangen ned mot utstøpt plate på fjell. Det antas at sprekken har oppstått som følge av dårlig utstøping i kombinasjon med tæring fra strømmende vann. Midtpilaren danner opplegg for glidelukene med innstøpte kanalprofil som lukeføringer. Grunnet den registrerte sprekken er det foretatt kontroll av bæreevnen lokalt i pilaren mht. opptak av vertikal linjelast fra glidelukene mot de innstøpte kanalprofilene. Innlagt horisontal armering i pilaren viser tilfredsstillende bæreevne, inspeksjon ved HRV er akseptabelt.

Utsøpt plate mot fjell, som spenner fra hovedpilarene mot midtpilaren, er kontrollert for tilfellet av tørrlegging av inntaket for reparasjon av eksempelvis nedre del av midtpilaren. Det er ikke funnet tegninger som viser hvordan midtpilaren eller den utstøpte platen er forankret ned i fjellet. Ved poretrykksoppbygging under den utstøpte platen etter mulig tørrlegging av inntaket, viser beregningskontrollen manglende bæreevne selv for HRV. En slik tørrlegging anbefales ikke uten at det gjennomføres videre vurderinger mht. bæreevne av den utstøpte bunnplaten. Det kan bli behov for forsterkninger.

7.1.4 RØRGATE, ØVRE DEL I BETONG

Kontrollene viser at røret er moderat utnyttet selv etter oppjustert og revidert DFV. Beregningene ble opprinnelig utført med en antatt DFV tilsvarende kote +149,9. Det er senere fremregnet et korrigert kotenivå for DFV tilsvarende +150,06. Denne oppjusteringen er ikke kritisk for de vedlagte beregningene og kontrollen som er foretatt ansees å være tilfredsstillende.

7.1.5 SVINGETÅRN

Typiske dimensjoneringskontroller av siloveggen i svingetårnet viser at beholderen har tilfredsstillende kapasitet også for øket vanntrykk etter revidert DFV.

7.2 MASKINTEKNISKE KONSTRUKSJONER

7.2.0 GENERELLE BEREGNINGSFORUTSETNINGER

Vannstander:

Se pkt. 7.1.0

Forskrifter og standarder

Forskrift om sikkerhet og tilsyn med vassdragsanlegg og tilhørende retningslinjer
Aktuelle standarder, se henvisninger under beregning av de ulike objektene.

Lastkoeffisienter

Bruddgrensetilstand for flomluker: $\gamma_f = 1,20$

Ulykkesgrensetilstand: $\gamma_f = 1,00$

Laster

Vanntrykk ved Q_{1000}

Istrykk ved HRV, 30 kN/m jevnt fordelt 0,5 m ned fra HRV.

Materialkoeffisienter

Bruddgrensetilstand : $\gamma_m = 1,40$

Ulykkesgrensetilstand: $\gamma_m = 1,10$

Materialer og tillatte spenninger.

Materialkvaliteter og tillatte spenninger er angitt i beregningene av objektene.

Faktorer for oppkjøring og nedkjøring av luker

Overkapasitet ved åpning: åpne = 25 %

Overkapasitet ved lukking: lukke = 25 %

Friksjonskoeffisienter

Gummi 65 Shore : $\mu_{\text{gummi-stål}} = 0,83$

Glidelister, messing el. bronse : $\mu_{\text{bronse/stål}} = 0,60$

7.2.1 MØLLELUKE

Det mangler underlag på denne luken, men den har ingen betydning for dammens sikkerhet.

7.2.2 LUKER I NICOLAİKARET

Trelukene i det gamle inntaket er kontrollregnet med antatt dimensjoner på 6" profiler. Resultatet viser lav utnyttelse ved DFV. Det er også utført en grov vurdering av det horisontale profilet som støtter føringene. Resultatet viser at profilet tilfredsstiller kravene ved DFV med liten margin.

7.2.3 SEGMENTLUKE

Nominell opptrekkskraft på spillet tilfredsstiller kravene ved DFV.

Kjedene har normal utnyttelse ved kontroll iht. nominell opptrekkskraft.

Lukekropp og hovedlagre er ikke kontrollert pga. manglende tegningsunderlag.

7.2.4 SEKTORLUKE

Frontplate med horisontale avstivninger er kontrollert og viser moderate spenninger ved DFV. Undergurt fra frontplate mot lager er kontrollert mot mulig knekking i DFV, tilfredsstillende reserver er funnet.

7.2.5 INNTAKSLUKER FORAN RØRGATE

Betjeningen av det hydrauliske opptrekkssystemet er tilrettelagt kun ved utjevnet vanntrykk.

Opprinnelig ser det ut til at systemet kunne betjenes slik at man kunne få noe nedtrykningskraft fra sylindrene ved behov for nødlukking. Kapasiteten til spillet er for liten til å kunne stenge lukene ved fullt ensidig vanntrykk.

Overslagsberegningene av lukene er usikre pga. dårlig tegningsunderlag, men resultatene kan tyde på at de ikke tilfredsstiller kravene ved DFV.

Fylleluken har lav utnyttelsesgrad.

7.2.6 RØRGATE, NEDRE DEL I STÅL

Røret har moderate spenninger fra indre trykk, men er ikke dimensjonert for undertrykk som kan oppstå f.eks. ved en plutselig gjentetning av inntaket. Luftinntaket er muligens for lite til å unngå undertrykk ved en slik situasjon.

7.2.7 TÅRNLUKER

De hydrauliske opptrekkene er underdimensjonerte og lukene oppfyller ikke kravene til selvlukking.

Opprinnelig er lukene dimensjonert for 15,35 mVs.

Kontrollberegning av hjul og aksler viser moderat utnyttelse. Kontroll av hovedbjelker i lukene viser at disse tilfredsstiller kravene ved DFV.

RAPPORT FRA INSPEKSJON AV BYGNINGSTEKNISKE KONSTRUKSJONER

INNHALDSFORTEGNELSE

8B 1	INSPEKSJONSFORHOLD	2
8B-2	GENERELLE INNTRYKK FRA INSPEKSJONENE	3
8B-3	ØSTRE SIDEDAM MED NICOLAIKARET	3
	STEINDAM	3
	NICOLAIKARET	3
	HALVMASSIVDAM	4
8B-4	HOVEDDAM	5
	SEGMENTLØP MED PILARER	5
	SEKTORLØP MED PILARER	6
8B-5	INNTAKSKONSTRUKSJONER	8
8B-6	RØRGATE, ØVRE DEL I BETONG	9
8B-7	SVINGETÅRN	10

OVERSIKT OVER FOTOGRAFIER FRA INSPEKSJONEN:

Fotografier er integrert i rapporten.

8B 1 Inspeksjonsforhold

Alle inspeksjoner ble gjennomført under betryggende forhold og med nødvendig verne- og sikkerhetsutstyr. Sikkerhet for utilsiktet åpning av luker ble ivaretatt med fjerning av hovedsikringer.

Dato: 17. august 1999 (Segmentluke og sektorluke)

Til stede:

Hallverd Sørensen	Daværende VTA	Værforhold:	Lettskyet ca. 16 °C
Magne Nyheim	Driftsing.	Vannstand:	HRV-ca. 0,2m
Vidar Gullaug	Fagområde I	Vannføring:	-
Øivind Hilsen	Fagområde III		

Dato: 22. november 2001 (Vannsideinspeksjon)

Til stede:

Hallvard Sørensen	Daværende VTA	Værforhold:	Byger ca. 15 °C
Magne Nyheim	Driftsing.	Vannstand:	HRV-ca. 0,3m
Vidar Gullaug	Fagområde I	Vannføring:	-
Øivind Hilsen	Fagområde III		
Buskerud			
Dykkerservice	Morten Sivertzen m/team		

Dato: 28. september 2000 (Inntaksluker og innvendig i svingetårn)

Til stede:

Hallvard Sørensen	Daværende VTA	Værforhold:	Lettskyet ca. 18 °C
Magne Nyheim	Driftsing.	Vannstand:	ca. HRV
Vidar Gullaug	Fagområde I	Vannføring:	-
Øivind Hilsen	Fagområde III		

Dato: 23. november 2001 (Innvendig rørgate fra mannhull til inntaksluker)

Til stede:

Magne Nyheim	Driftsing.	Værforhold:	Lettskyet ca. 6 °C
Knut Roland	Fagområde I	Vannstand:	ca. HRV
Øivind Hilsen	Fagområde III	Vannføring:	-

Dato: 18. november 2005 (Generell gjennomgang med ny bemanning fra EB Kraftproduksjon AS)

Til stede:

Finn E. Hammer	VTA	Værforhold:	Lettskyet ca. -5 °C
Helge Martinsen	KTP (VTA-assistent)	Vannstand:	HRV+0,2m
Arnfinn Baksvær	KTP	Vannføring:	-
Knut Roland	Fagområde I		
Øivind Hilsen	Fagområde III		

8B-2 Generelle inntrykk fra inspeksjonene

Østre sidedam fra landfestet til Nicolaykaret var i god stand.

Halvmassivdammen fra Nicolaykaret ned til hoveddammen har en god del sprekker og kalkutfelling. I tillegg er det partier med mye mose.

Hoveddammen hadde en del sprekker og riss i pilarene.

I sektorløpet ble det oppdaget en dyp langsgående sprekke i terskelen foran luka ved undervannsinspeksjonen.

I området ved **inntakskonstruksjonene** var det ingen spesielle kommentarer.

Ingen skader av betydning ble registrert innvendig i **betongrøret**, og reparasjoner fra tidlig på 80-tallet viste kun sporadiske tegn til forringelser. Utvendig er betongrøret isolert, og bare hovedfundamentene var tilgjengelige. Det ble registrert en del sprekker på fornakringsklosser som bør følges opp.

I innløpet til **svingetårnet** var det betydelige skader i betongen. Innvendig i tårnet var det en del mindre avskalling. Tidligere reparasjoner var i relativt bra stand, men med noen skader i overgangen til gammel betong.

For tiltak henvises til kap 9.

8B-3 Østre sidedam med Nicolaikaret

Steindam

Den eldste delen av dammen er opprinnelig utført som en tørrmurt steindam. Damfronten er påstøpt en tetningsplate ved ombyggingen i 1947-48. På damkronen er det støpt et dekke med fuger.

Ingen vesentlige skader ble avdekket. Området er sikret mot adkomst av uvedkommende.

Fuge i påstøp

Nicolaikaret



Ved det gamle inntaket i Nicolaikaret har dammen blitt påstøpt en tetningsplate under ombyggingen i 1947-48.

Tilstanden på det bygningsmessige var tilfredsstillende

En mindre lekkasje gjennom dammen

Halvmassivdam

Ved undervannsinnspeksjonen ble det ikke avdekket skader av betydning. På luftsiden har dammen en del riss/sprekker, med kalkutslag og mye begroing med mose, spesielt på pilarene. Dreneringen er dårlig og det samler seg mye vann i de øvre områdene nedstrøms dammen.



Oversikt over dammen sett fra nedstrøms side



Mye mose
på pilarene



Riss med kalkutslag

Dårlig drenering av
øvre del av dammen

8B-4 Hoveddam

Segmentløp med pilarer

Noe avskalling ble registrert, spesielt ved etterstøpen av føringene, men det ble ikke avdekket skader av betydning for sikkerheten.

Ingen sprekker ble observert ved opplagringen av luken.



Noen sprekker i bakkant
på nedre del av pilarene



Betongfundamenter for
opplagring uten synlige skader

Sektorløp med pilarer

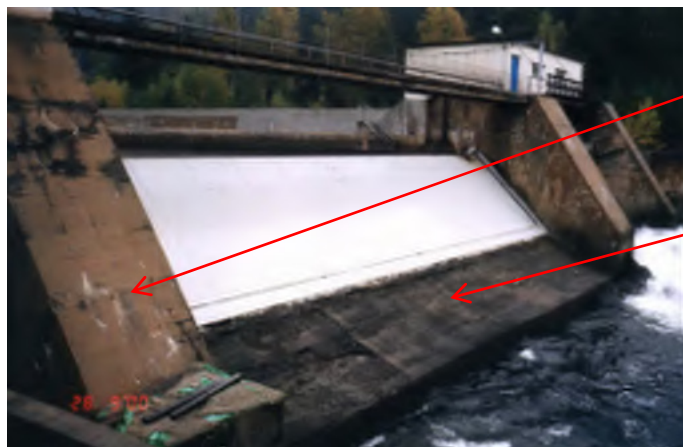
Undervannsinnspeksjonen avdekket en tverrgående sprekk over 2/3 deler av terskelen foran sektorluka.

Tilstanden inne i hovedpilaren med alle kanaler og sjakter var relativt god og ingen skader av betydning ble oppdaget. Gjenstøpingen av et gammelt bunnløp i terskelen var noe mangelfullt utført.

Under periodisk tilsyn i 2006 ble det gjennomført en undervannsinnspeksjon for bl.a å sjekke utviklingen av den tverrgående sprekk, se neste side.

Pilarene hadde en del sprekker og krakeleringer.

Det ble ikke oppdaget større sprekker eller andre viktige skader nedstrøms opplagringen av luken, men det var noe avskalling på partier.



Krakelering og sprekker i pilarene

Ujevn overflate med noen mindre skader nedstrøms opplagringen

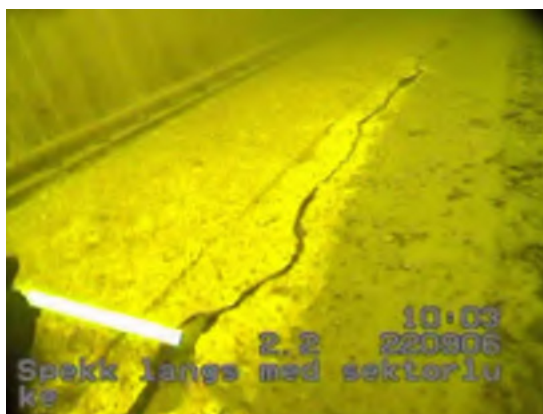


Typisk tilstand for sjaktene i hovedpilaren

Registreringer av tverrgående sprekk i sektorterskel:



Sprekk i terskel registrert under inspeksjonen i 2001



Samme sprekk registrert under inspeksjonen i 2006

Det tydet på at sprekken hadde utvidet seg og dybden ble målt til 270 mm enkelte steder

8B-5 Inntakskonstruksjoner

Undervannsinnspeksjonen viste ingen skader i området ved varegrind og luker, men i sideveggen mot sektorløpet var det et sprekkssystem som gikk vertikalt og horisontalt. Nedstrøms kammer hadde en horisontal sprekk med en mindre lekkasje. I taket i kammeret var det noe frilagt armering.



Inntaket sett fra nedstrøms side

Sprekker i sidepilar mot sektor



Sprekk i kammeret
nedstrøms inntaksluke

Frilagt armering i taket i
kammeret



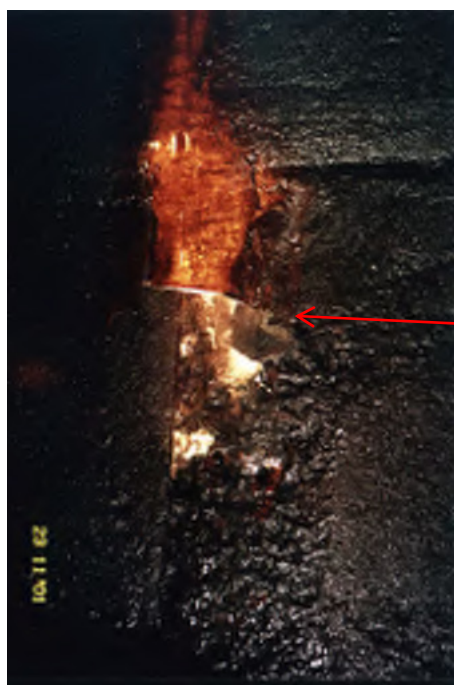
8B-6 Rørgate, øvre del i betong

Utvendig inspeksjon begrenset seg til å vurdere dekket over isolasjonen. Fundamentene var i relativt god stand uten skader av sikkerhetsmessig betydning.



Isolert betongrør sett medstrøms

Liten skade i dekket over isolasjonen



Mindre avflaking fra en tidligere reparasjon innvendig i røret

Typisk fundament for stålrør



8B-7 Svingetårn

Betongklossen ved innløpet til svingetårnet hadde en del avskalling og sprekker, men pga. vannlekkasjer var det ikke tilgjengelighet for detaljert inspeksjon.

Utvendig yttermantel av tårnet var i relativt god stand. På høyre side av tårnet var det støpt igjen et gammelt røruttak. Mindre skader i randsonen ble observert.

Det som kunne sees av ytterdelen av innermantelen fra inspeksjonslukene hadde ingen skader. Frostsikringen var i noe dårlig forfatning

Tårnet ble også inspisert innvendig fra mobilkrankurv. Det ble registrert en del avskalling på enkelte områder, men ingen skader av sikkerhetsmessig betydning.



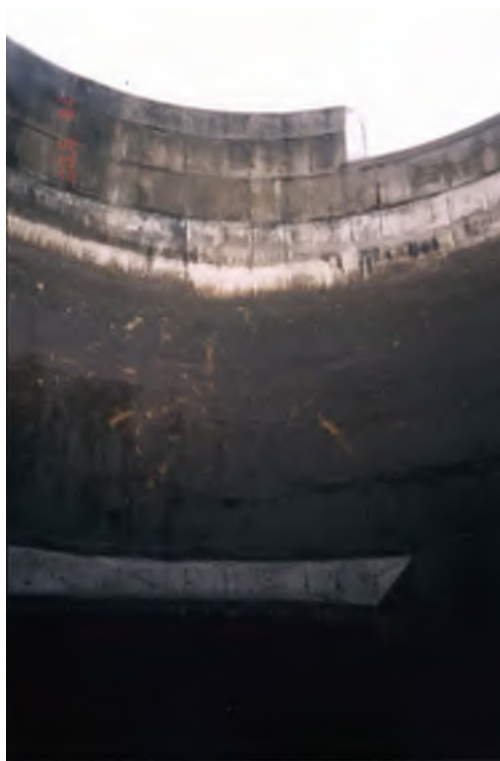
Inspeksjon av innvendig tårn fra mobilkrankurv



Innløp fra stålrøret i tårnet.
Generelt mye riss/sprekker med mye kalkutslag



Gjenstøpt gammelt røruttak på høyre side av tårnet.



Innvendig i tårn



Lokal skade innvendig

Store partier innvendig var reparert/utbedret. Det var benyttet epoxymørtel og det antas at arbeidet ble utført tidlig på 1980-tallet. I hovedsak ser det ut til at reparasjonsarbeidene er vellykket. (Det anbefales at dette følges opp ved periodiske tilsyn)



Midtdeler hadde en del utvasking i støpeskjøtene. Pga. lekkasjene var det ikke mulig å få inspisert bunnforankringen ved inspeksjonen i 2000.

Under inspeksjonen høsten 2006 ble det oppdaget at denne midtdeleren hadde brutt sammen og falt ned.



Generell tilstand i rommet mellom ytter- og innermantel

RAPPORT FRA INSPEKSJON AV TAPPE-, STENGEORGANER OG RØR

INNHOLDSFORTEGNELSE

8T-1	INSPEKSJONSFORHOLD	2
8T-2	GENERELLE INNTRYKK FRA INSPEKSJONENE	3
8T-3	LUKER I NICOLAIKARET	4
8T-4	SEGMENTLUKE	5
	VEDLIKEHOLD OG REPARASJONER	5
	TILSTAND	5
8T-5	SEKTORLUKE	7
	VEDLIKEHOLD OG REPARASJONER	7
	TILSTAND	7
8T-6	INNTAKSLUKER	10
8T-7	RØRGATE, NEDRE DEL I STÅL	12
	VEDLIKEHOLD OG REPARASJONER	12
	UTVENDIG INSPEKSJON	12
	INNVEDIG INSPEKSJON	12
8T-8	TURBINLUKER I SVINGETÅRN	14
	VEDLIKEHOLD OG REPARASJONER	14
	TILSTAND	14

8T-1 INSPEKSJONSFORHOLD

Alle inspeksjoner ble gjennomført under betryggende forhold og med nødvendig verne- og sikkerhetsutstyr. Sikkerhet for utilsiktet åpning av luker ble ivaretatt med fjerning av hovedsikringer.

Dato: 17. august 1999 (Segmentluke og sektorluke)

Til stede:

Hallverd Sørensen	Daværende VTA	Værforhold:	Lettskyet ca 16 °C
Magne Nyheim	Driftsing.	Vannstand:	HRV-ca. 0,2m
Vidar Gullaug	Fagområde I	Vannføring:	-
Øivind Hilsen	Fagområde III		

Dato: 22. november 2001 (Vannsideinspeksjon)

Til stede:

Hallvard Sørensen	Daværende VTA	Værforhold:	Byger ca 15 °C
Magne Nyheim	Driftsing.	Vannstand:	HRV-ca. 0,3m
Vidar Gullaug	Fagområde I	Vannføring:	-
Øivind Hilsen	Fagområde III		
Buskerud			
Dykkerservice	Morten Sivertzen m/team		

Dato: 28. september 2000 (Inntaksluker og innvendig i svingetårn)

Til stede:

Hallvard Sørensen	Daværende VTA	Værforhold:	Lettskyet ca.18 °C
Magne Nyheim	Driftsing.	Vannstand:	ca. HRV
Vidar Gullaug	Fagområde I	Vannføring:	-
Øivind Hilsen	Fagområde III		

Dato: 23. november 2001 (Innvendig rørgate fra mannhull til inntaksluker)

Til stede:

Magne Nyheim	Driftsing.	Værforhold:	Lettskyet ca. 6 °C
Knut Roland	Fagområde I	Vannstand:	ca. HRV
Øivind Hilsen	Fagområde III	Vannføring:	-

Dato: 18. november 2005 (Generell gjennomgang med ny bemanning fra EB Kraftproduksjon AS)

Til stede:

Finn E. Hammer	VTA	Værforhold:	Lettskyet ca.-5 °C
Helge Martinsen	KTP (VTA-assistent)	Vannstand:	HRV+0,2m
Arnfinn Baksvær	KTP	Vannføring:	-
Knut Roland	Fagområde I		
Øivind Hilsen	Fagområde III		

8T-2 GENERELLE INNTRYKK FRA INSPEKSJONENE

Segmentluka var i relativt bra stand og spillet var fulgt opp med ny bremsemotor osv. i senere år. Deler av kjeder som normalt var dykket hadde ikke vært smurt opp og laskene var rustne.

Sektorluka hadde en del rustangrep rundt nagler, ellers var tilstanden relativt bra. Forriglingen og betjeningen av denne var noe mangelfull. Inntaksluka var ikke tilgjengelig og det er derfor vanskelig å si noe om tilstanden til denne. Rørluka var overhaldt i nyere tid og det var ingen kommentarer til denne. Luke i utløp fra rørlukekammer var i rimelig god stand, men luke i utløp fra sektorkammer var sterkt korrodert.

Det ble ikke registrert skader på **inntakslukene**, men mulighet for nødstenging var ikke beskrevet i betjeningsinstruksen.

Rørgate i stål hadde moderate korrosjonsskader på enkelte områder, men var ellers i bra stand. Vanskelig adkomst for innvendige inspeksjoner og tilgroing langs rørgate ble kommentert.

Turbinlukene i svingetårnet hadde problemer med fastholding i føringene. At lukene slår i føringene kan føre til skader som medfører fastkiling slik at man ikke får stengt tilløpet i en gitt situasjon.

For tiltak henvises til kap 9.

8T-3 LUKER I NICOLAIAKARET

Trelukene var i relativt god stand, men lekkasjene medfører at føringer og støttebjelke korroderer. Overflatebehandlingen av stålkonstruksjonene var mangelfull.



Tilstand 22. november 2001



Tilstand 18. november 2005

8T-4 SEGMENTLUKE

VEDLIKEHOLD OG REPARASJONER

Luken ble sandblåst og malt med Inertol 100G ca. 1988.

Nye hovedlagre og aksler ble skiftet av Møller Energi. Da ble også nedre del av opptrekkskjeder rensset og utstyrt med nye rustfrie bolter.

Etter havari på andre forlag på venstre slavespill ca 1989 ble dette utbedret med nye lagerbukker og lagre. Skjevsitte tenner ble slipt og tilpasset.

Støttebukker som forsterkning under spillrammen på hver side av luken ble det montert ca.1990.

Det ble montert ny motor med brems etc. ca. 2003. Det ble samtidig montert en magnetbryter ifm sveiva for utkobling av styrestrøm.

TILSTAND

Luken er utstyrt med varmekabler bak frontplate, dekket med treverk. Det var derfor ikke mulig å inspisere annet enn deler av luftsiden, men konstruksjonen antas å gi lite grunnlag for korrosjon. Det ble registrert skader på overflatebehandling av sideføringer der støtterullene løper.

En mindre lekkasje i nedre venstre hjørne av luken ble registrert ved inspeksjonen.

Stikkprøvekontroll av malingsfilmtykkelsen ble målt til 450 μm på øvre del av vannsiden av frontplate og typisk 350 μm på luftside (varierende fra 250-450 μm). På lukeben ble det målt 200-300 μm .

Det ble anmerket mindre rustrenning fra overgang mellom frontplate og horisontale stivere. Fra undervannsinnspeksjonen ble det konstatert noe korrosjonsangrep på kjedelenkene. Denne kommentaren er gjentatt ved inspeksjonsdykket i 2006.

Betjeningsinstruks med nødbetjening manglet.



21. november 2005



RevH

Fra inspeksjon i 1999



Høyre opplagring - 2005



Sideføringer 2001



Spill 2005

Støttebukk for ramme



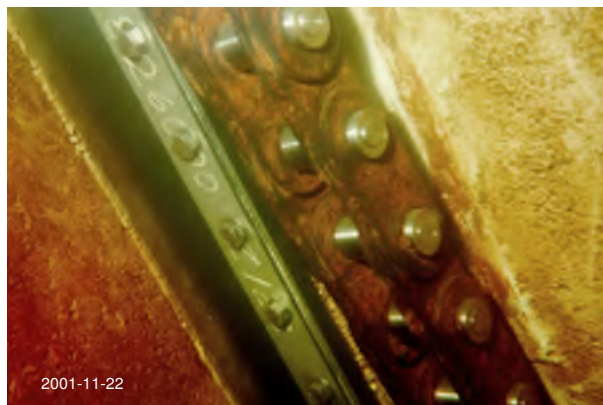
Bremsemotor og sveiv for nødbetjening 2005



Utbedring av tannhjulsforlag



Kjedefeste i luke



Typisk tilstand av kjede under vann

8T-5 SEKTORLUKE

VEDLIKEHOLD OG REPARASJONER

Luken ble sandblåst og malt med Inertol100G i 1989.

Lukepakninger ble skiftet. Rørluke ble demontert og tatt til Møllers verksted for dreining, sparkling og maling.

TILSTAND

Sektorluke

Overflatebehandlingen på lukefronten hadde få skader.

Ryggplaten var i god stand med noe avslitt malingsfilm på venstre side nær toppen. Etterstøpen rundt hovedlagre var i dårlig forfatning.

Det var ført 2 rør med ventiler gjennom luka. Røret på venstre side hadde en lekkasje inn i luka fra utett ventil.

Innvendig ble det registrert rustangrep rundt alle knutepunkter og nagler. På plane flater ble det målt 300-400 µm.



En av forriglingshakene på luka var bøyd. (nr. 4 fra venstre side sett medstrøms)

Inntaksluka var dykket og kunne ikke inspiseres.

Rørluka var i meget god stand. Føringer til rørluka så ut til å ha vært overflatebehandlet med blymønje og hadde beskjedne rustskader.

Utløpsluke fra rørlukekammer var i god stand.

Utløpsluke fra sektorkammer hadde store korrosjonsangrep over det hele med groptæring på ca 2 mm. Festeskruer for glidelister på føringer var svært korroderte. Nedre støttelager for opptrekkstanga var fjernet.



Undre fagverk sett mot lagre



Bøyd forriglingshake på luka



Typisk tilstand i øvre del av luka





Lekkasje fra rørsystem



Bak venstre sideskjold

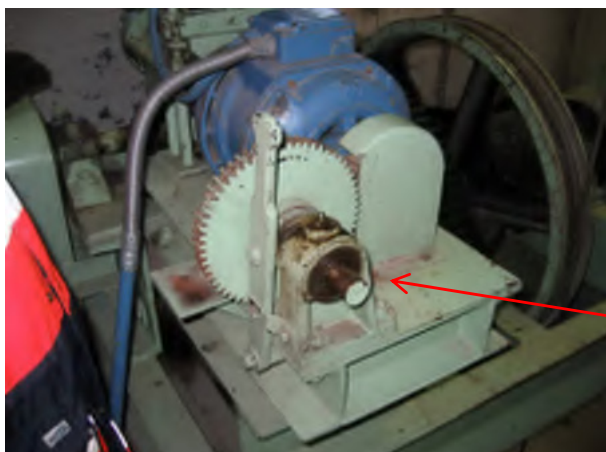
Mindre lekkasjer langs front



Luke i utløp fra rørlukekammer



Luke i utløp fra sektorkammer



System for manuell betjening

Mangler automatisk utkobling av styrestrøm ved montering av sveiv

8T-6 INNTAKSLUKER

Begge lukene og fylleluken var satt. Det var ikke registrert unormale forhold ved setting av lukene.

Det var en relativt stor lekkasje fra inntaksluker og fylleluker, men etter div. mauring var det mulig å inspisere gjennom adkomst fra mannhull i rørgata.

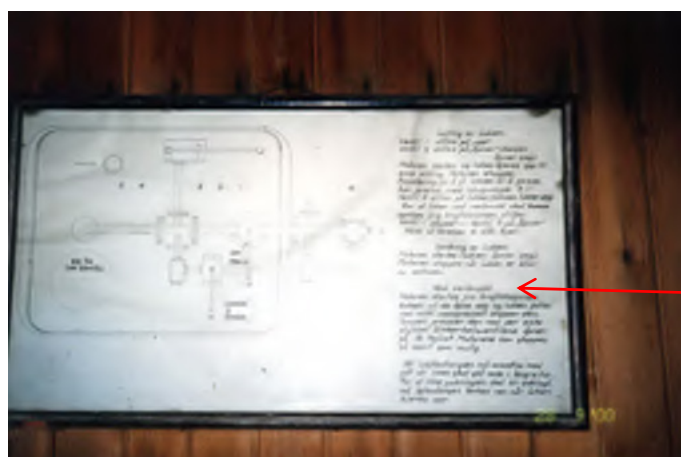
Hydraulikkaggregat og sylindere var i rimelig god stand ut fra visuell kontroll. Det var minimale oljelekkasjer og det ble ikke registrert noen form for skader på stempelstengene. Alle lukene manglet stillingsindikatorer. På den opprinnelige betjeningsinstruksen var det angitt mulighet for å benytte lukene ved rørbrudd, men dette var ikke prøvd. Ny betjeningsinstruks viser ikke muligheten for kjøre trykk på oversiden av stemplene.



Hydraulisk aggregat og sylinder for høyre luke



Oppheng - luke i åpen stilling



Gammel betjeningsinstruks

Betjening ved rørbrudd er beskrevet i den gamle instruksen, men ikke i den nye



Ny betjeningsinstruks



Høyre luke - store lekkasjer



Midtpilar

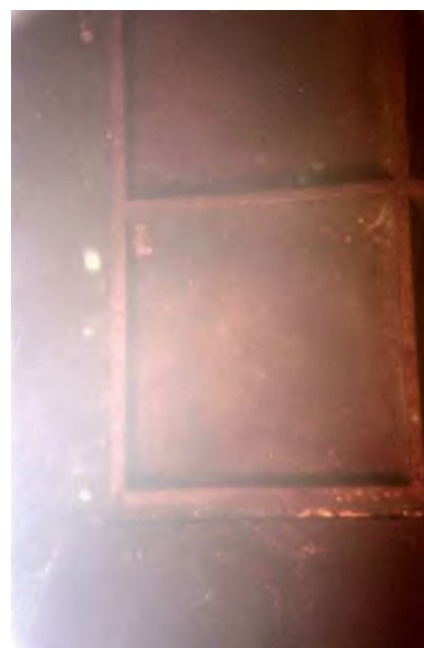
Utløp fra fylleluke



Opptreksstangens feste i luke - undervannsfoto



Overkant fylleluke - undervannsfoto



Fylleluke - undervannsfoto

8T-7 RØRGATE, NEDRE DEL I STÅL

VEDLIKEHOLD OG REPARASJONER

Lukeskjøter var pakket om i 1995 av eget mannskap.

UTVENDIG INSPEKSJON

Overflatebehandlingen hadde en del skader; spesielt ved rørskjøter. Stikkprøvekontroll viste 150-200 μm malingsfilmtykkelse. Sveisene i rørskjøter hadde noe ujevn overflate. Sveisekjøter langs med røret så langt bedre ut.

Ingen lekkasjer av betydning ble registrert.

Det var til dels mye kratt langs rørgata som var til ulempe ved inspeksjonen.

INNSENDIG INSPEKSJON

På grunn av stor lekkasje ved inntakslukene var det ikke mulig å bevege seg inne i røret ved inspeksjonen 28.9.2000. Høsten 2001 ble lukene mauret og inspeksjonen gjennomført. Under denne inspeksjonen ble det ikke registrert skader og overflatebehandlingen var i meget god stand. Kontrollmålinger av malingstykkelse gav som resultat gjennomsnittlig 500 μm .

Utløpet mot svingetårn ble visuelt inspisert fra kurv, og i dette området av rørgaten ble det heller ikke registrert skader i overflatebehandlingen.

Mannhullet i rørgata var svært trangt og adkomsten for inspeksjoner var derfor vanskelig. Dette var også eneste mulighet for inspeksjon av inntakslukene.



Oversikt - sett fra svingetårn



Innløp i svingetårn



Bildet viser den generelle tilstand på overflatebehandlingen



Ekspansjonsskjøt



Detalj ved ekspansjonsskjøt

Konsentrert korrosjon ved ekspansjonsskjøt

8T-8 TURBINLUKER I SVINGETÅRN

VEDLIKEHOLD OG REPARASJONER

Luker og sylindre ble demontert og utbedret på verkstedet til Møller Energi AS i 1995. Nytt hydraulikkaggregat ble montert i 2004 av Lysaker & Thorrud AS.

TILSTAND

Ved inspeksjonen i 2001 ble luker og føringer inspisert samtidig med tårnet. Ingen skader ble observert.

I 2005 ble det foretatt en inspeksjon i lukehuset med stasjonen i drift. Begge lukene slo i føringene. Sannsynligvis er klaringen mellom luke og føring for stor, eller støtteruller har falt av. Det ble registrert mye turbulens i svingetårnet. (Turbulens og lyd fra luker som slår ble registrert i kort videosekvens)

Rester fra stillaser ved sylindre var ikke fjernet.

Hydraulikkaggregatet var bygget etter dagens standard og leverandøren hadde forberedt for en økning av trykket ved evt. utskifting av hydraulikksylindre.



Bilder fra utbedringer i 1995



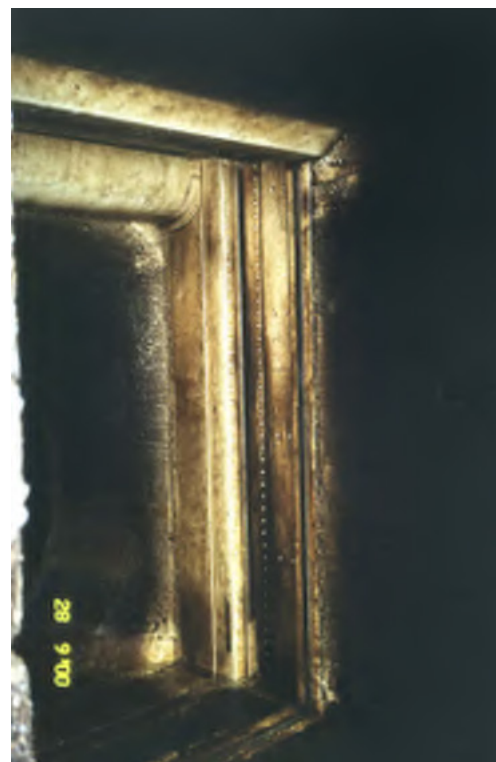
Hydraulisk aggregat



Sylinder



Luker sett fra svingetårn



Føringer - høyre luke

9 TILTAK

9.0 Generelt

⇒ Dammens avledningskapasitet er for liten. Det må foretas en vurdering av aktuelle løsninger for å utbedre dette forholdet.

9.1 BYGNINGSMESSIGE TILTAK

9.1.1 Sidedam m/Nicolaikaret

Nødvendige tiltak

⇒ Ingen umiddelbare tiltak for å ivareta sikkerheten.

Anbefalte tiltak

⇒ Fjerne mose på sidedam

⇒ Bedre dreneringen nedstrøms sidedam

⇒ Holde vegetasjonen nede nær sidedam og i løpet nedstrøms Nicolaikaret

⇒ Utbedre betongskader på halvmassivdammen.

9.1.2 Hoveddam

Nødvendige tiltak

⇒ Utbedre sprekk i terskel foran sektorluke

⇒ Utbedre betongskader ved opplagringen av sektorluka, innvendig og utvendig.

⇒ Reparere betongskader ved sideskjold i sektorløpet.

⇒ Utbedre gjenstøpingen av gammelt tappeløp i sektorterskel.

⇒ Sikre kontakt mellom midtpilar og fjell

Anbefalte tiltak

⇒ Fjerne mose

⇒ Generell utbedring av betongskader

9.1.3 Rørgate, øvre del i betong med forankringsklosser

Nødvendige tiltak

⇒ Reparere betongskader i forankringsklosser

⇒ Fjerne tilgroing langs rørgata.

Anbefalte tiltak

-

9.1.4 Svingetårn

Nødvendige tiltak

⇒ Betongutbedringer ved innløpet fra røret.

⇒ Støpe opp ny midtpilar i innløpet for å redusere turbulens i bassenget.

Anbefalte tiltak

⇒ Generell utbedring av betongskader

⇒ Overvåking av varmesystemet i hulrommet mellom selve tårnet og ytterkledningen.

9.2 TAPPEORGANER OG RØR

9.2.1 Luker i Nicolaikaret

Nødvendige tiltak

- ⇒ Ikke behov for umiddelbare tiltak for å opprettholde sikkerheten, men planlegging av tiltak for utførelse de nærmeste 3 år.

Anbefalte tiltak

- ⇒ Overflatebehandling av føringer og horisontal støtteprofil.
- ⇒ Spesiell kontroll av tilstanden til føringene der de er forankret i bunnen ved periodiske tilsyn.

9.2.2 Segmentluke

Nødvendige tiltak

- ⇒ Betjeningsinstruksen må inneholde utkobling av hovedstrøm til motor ved bruk av sveiv.
- ⇒ Rensing og smøring av kjeder ved demontering.
- ⇒ Kontroll av kjedefester.
- ⇒ Etterlyse underlag på hovedlagre som skal være skiftet ut.
- ⇒ Skaffe frem tegninger av luke og gjennomføre kontrollberegninger.

Anbefalte tiltak

- ⇒ Det bør sjekkes om bremsemotoren har varme som holder lamellene kondensfrie for å hindre fastrusting.
- ⇒ Analogt ampère-meter med fasevender bør monteres.

9.2.3 Sektorluke

Nødvendige tiltak

- ⇒ Den ene forriglingsshaken på luka som er bøyd må rettes.
- ⇒ Bryter for styrestrøm må monteres for håndbetjeningen.
- ⇒ Sleidens posisjon kontrolleres i åpen og forriglet posisjon i forhold til angitte skilt på betjeningsinnretningen i lukehuset. Tydeligere skilt for åpen og forriglet luke må monteres.
- ⇒ Ved periodiske tilsyn må man alltid inspisere området bak begge sideskjoldene.

Anbefalte tiltak

- ⇒ Generelt inntrykk av behov for ny overflatebehandling innvendig.
- ⇒ Det bør etableres et stengsel foran inntaksluka for å kunne inspisere denne.
- ⇒ Betjeningsinstruks bør fornyes med bedre skisser.

9.2.4 Inntaksluker

Nødvendige tiltak

- ⇒ Søke etter bedre tegningsunderlag av luke og oppdatere kontrollberegningene.

Anbefalte tiltak

- ⇒ Vurdere utbedring av pakningssystemet.
- ⇒ Vurdere muligheten for nødstenging av lukene.

9.2.5 Rørgate, nedre del i stål

Nødvendige tiltak

- ⇒ Fjerne kratt og tilgroing med miljøvennlige metoder for å bedre tilgjengelighet for inspeksjoner. (Sprøyting unngås, se NVE-veileder, 2005, C9.2)

Anbefalte tiltak

- ⇒ Overflatebehandling av de mest korroderte områder utvendig.
- ⇒ Adkomst for innvendig inspeksjon er vanskelig og bør bedres enten ved større mannhull, eller ved å etablere en adkomstsikt nedstrøms inntakslukene.
- ⇒ Spesiell kontroll av sveiser ved periodiske tilsyn mht. sprekker.

9.2.6 Turbinluker i svingetårn

Nødvendige tiltak

- ⇒ Årsaken til at lukene slår i føringene må avdekkes, og utbedring av dette forholdet må gjennomføres.
- ⇒ Adkomst til lukehus og svingetårn må sperres for uvedkommende i nedre del av leideren. (Dører til lukehus kan ikke sperres da disse er hengslet for lufting ved fylling og avslag.)

Anbefalte tiltak

- ⇒ Vurdere nye sylindre og motvekt i lukene for å oppnå bedret sikring ved evt. brudd i tilløpsrørene til stasjonen.

10 REFERANSER

LISTE OVER DOKUMENTER/GRUNNLAG SOM ER BENYTTET I REVURDERINGEN, OG SOM IKKE ER VEDLAGT RAPPORTEN.

Objekt	Dato	Ref.
<i>Sidedam m/Nicolaikaret</i> Detaljtegninger Sjekklister fra tidligere tilsyn		
<i>Hoveddam</i> Detaljtegninger Sjekklister fra tidligere tilsyn Rapport fra spesielt tilsyn Dykkervideo Dykkervideo	1991 2001-11-22 2006-09-22	
<i>Rørgate</i> Detaljtegninger Sjekklister fra tidligere tilsyn		
<i>Svingetårn</i> Detaljtegninger Sjekklister fra tidligere tilsyn Video-opptak av turbulens i tårnet	2005-11-18	
<i>Segmentluke</i> Sjekklister fra tidligere tilsyn Notater fra utbedringer	1991	
<i>Sektorluke</i> Detaljtegninger Sjekklister fra tidligere tilsyn Rapporter fra ubedringer	1989	
<i>Inntaksluke</i> Sjekklister fra tidligere tilsyn		
<i>Tårnluker</i> Detaljtegninger Sjekklister fra tidligere tilsyn Video-opptak av luker som slår (lyd) Notater (foto) fra utbedringer	2005-11-18	

11 VEDLEGG

11A FOTOGRAFIER

Oversiktsbilder

Øvrige bilder er integrert i rapporter fra inspeksjonene (Kap 8)

11B BEREGNINGER UTFØRT VED REVURDERINGEN

Tittel	Utført av
11Bb Bygningstekniske konstruksjoner	Norconsult AS
11Tt Tappe- og stengeorganer	Norconsult AS

11C TIDLIGERE BEREGNINGER

Beregninger av objektene

Tittel	Dato	Sider	Utført av
48293-1 Lagerkrefter og lagerforankring. Sektor	1947	1	Kværner

Flomberegninger

- Utdrag fra flomberegninger utført 2006.

11D TILSYNSDOKUMENTER

- Sjekklistene fra periodiske tilsyn 2006
- Dykkerrapport 2001

11E TEGNINGER

Se liste





**BEREGNINGER
AV
BYGNINGSTEKNISKE KONSTRUKSJONER**

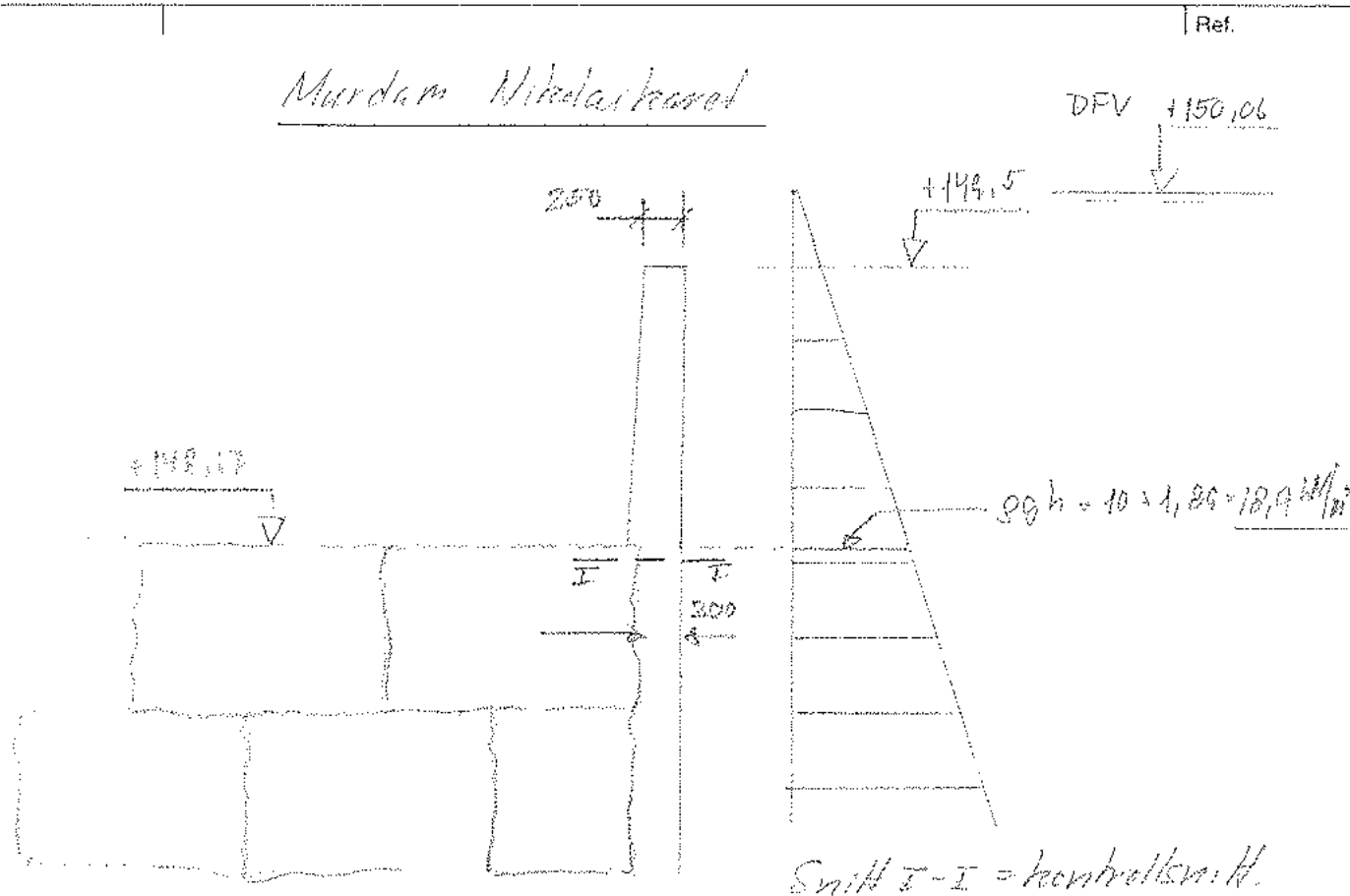
MURDAM NICOLAIKARET

SIDEDAM ØST

INNTAKSKONSTRUKSJONER

KONTROLL AV RØRGATE OG SVINGETÅRN

Sign. <i>TMS</i>	Dato/ Date <i>25/10-06</i>	Prosjekt/ Project Murdam i Nicolaikaret	Prosj.nr./ Proj.no 3219500
Ktr./ Chkd	Dato/ Date		



Fra tegning 2021:

Armeringsmengde: 3 lag arm. med B.S.S 126

Kommentar: Type arm. med er ikke oppgitt i NS 421 A.

Anker betong hlsv. B20 (≈ C25, NS 3473, 5' la. udg.)

$$C25 \Rightarrow f_{cd} = \frac{16.8}{1.4} = \underline{12.0 \text{ N/mm}^2}$$

Anker arm. fasthet hlsv. M 400 $\Rightarrow f_{sd} = 300 \text{ N/mm}^2$

Betong overdekning oppgitt til 50 mm på tegningen

Trykkløshet: $M_{ed} = 0.31 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2 = 0.31 \cdot 12.0 \text{ N/mm}^2 \cdot 140^2 = 72.9 \text{ kNm/m}$

Sign. TMS	Dato/ Date 25/11/2016	Prosjekt/ Project Murdam i Nicolaikaret	Prosj.nr./ Proj.no 3219500
Ktr./ Chkd	Dato/ Date		

Ref.

Oppborende smitt brefflør - bruddgrense;

$$\text{Horisentalbrefflør; } Q_{\text{H}} = 12,9 \times 1,89 \times \frac{1}{2} \cdot 1,2 = 21,4 \text{ kN/m}$$

$$\text{Bøymoment; } M_{\text{B}} = 21,4 \times \frac{1}{3} \cdot 1,89 = 13,5 \text{ kNm/m}$$

⇒ Smittbrefflør er konservativt framregnet da
veier ikke over de. plate er inkludert

Armeringsbehov i kontrollert smitt;

$$A_s = \frac{M_{\text{B}}}{\left(1 - 0,17 \frac{M_{\text{B}}}{M_{\text{ed}}}\right) d \cdot f_{\text{cd}}}$$

$$= \frac{13,5 \cdot 10^6}{\left(1 - 0,17 \frac{13,5}{72,5}\right) \cdot 140 \cdot 320} = 311 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Standard.

Med arm. nett etter NS 427 A er det kun en nettvariant
som ville gitt noe for lav arm. mengde ved innlagt
3 lag nett. Montasjesjemon er at tvorsnittet med
stor sannsynlighet har et ferdigstilende kapasitet for
bøymoment.

Sign. TZS	Dato/ Date 25/11-06	Prosjekt/ Project Murdam i Nicolaikaret	Prosj.nr./ Proj.no 3219500
Ktr./ Chkd	Dato/ Date		

Ref.

Støjeekapasitet

$$V_{ed} = V_{cc} = 0,3 \left(f_{td} + \frac{100 \cdot A_s}{\gamma_s \cdot b_w \cdot d} \right) \cdot b_w \cdot d \cdot k_v \leq 0,16 \cdot f_{td} \cdot b_w \cdot d$$

$$= 0,3 \left(1,0 + \frac{100 \times 300}{1,14 \cdot 1000 \cdot 140} \right) \cdot 140 \cdot 1000 \cdot 1,36$$

$$= 48,4 > 1,36 \quad = \underline{65,9 \text{ kN/m}} > Q_{d,1,2} \quad \text{ok.}$$

Halvmassivdam

Generelt

Det er i det følgende vedlagt utskrift fra regneark for vurdering av stabilitet og glidning av halvmassivdamen.

Følgende tilfeller er kontrollert:

- DFV med delvis aktive fjellbolter
- HRV og is med delvis aktive fjellbolter
- HRV og is uten fjellbolter

Det er knyttet stor usikkerhet til fjellboltenes beskaffenhet. Opprinnelige tegninger viser liten innboringsslengde i fjell, kun 1,0 m. Der fjellboltene er innregnet som stabiliserende bidrag til drivende moment er de forsiktig tatt inn med en maksimal karakteristisk flytegrense på 200 N/mm² (i forhold til opprinnelig stålqualität antatt til 400 N/mm²).

Beregningene er utført noe til konservativ side da stabiliserende vekt av frontplaten ikke er innregnet.

Resultater fra beregningene

For DFV viser beregningene til dels stor manglende kapasitet for velting og glidning. Dette omfatter bruddgrensetilstanden og kontroll utført i ulykkesgrensetilstanden.

For HRV med istrykk 3 t/m viser beregningene manglende kapasitet mot glidning i bruddgrensetilstanden.

	DFV		HRV og is m/fjellbolter		HRV og is uten fjellbolter	
	Velting	Glidning	Velting	Glidning	Velting	Glidning
Bruddgrensetilstanden	1,23	0,47	2,89	1,27	2,07	1,27
Ulykkestilstanden	1,57	0,62	3,71	1,61	2,48	1,61
Bruksgrensetilstanden	-	-	3,24	1,61	2,17	1,61

Oppdragsgiver:	Buskerud Kraftproduksjon
Prosjekt:	Skollenborg
Oppdrag nr.:	3891600
Henvisning:	Tegning 82.2123
Objekt:	Pilar Hallmassivdam
Kontrollberegning av:	Stabilitet og glidning
Lasttilfelle:	DFV kt. 150,060

Regnearket er basert på **Forskrift om sikkerhet og tilsyn med vassdragsanlegg** inklusive retningslinjer, OED, 15.12.2000

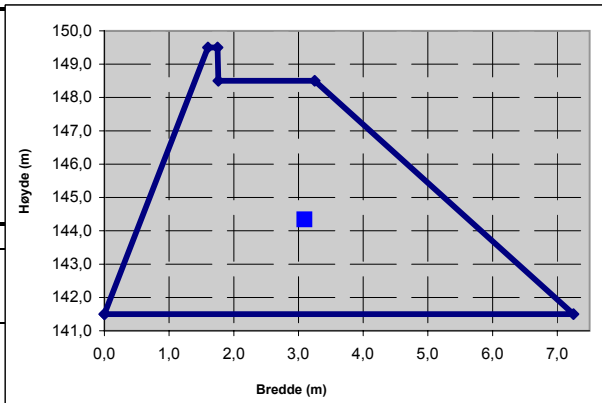


Fig. 1 - Tverrsnitt pilar (ikke i målestokk)

Geometri

Kotenivå topp pilar	149,500
Kotenivå bunn pilar	141,500

Polygondrag, ant. punkter (max. 8)	6	X-koordinat	Y-koordinat
Punkt nr.:	1	0,000	141,500
-	2	7,250	141,500
-	3	3,250	148,500
-	4	1,760	148,500
-	5	1,750	149,500
-	6	1,600	149,500
-		0,00	0,00
-		0,00	0,00

Høyde pilar h	8,000 m
Lengde pilar (nede) b	7,25 m
Bredde pilar oppe b_{topp}	0,150 m
Tykkelse av pilar t	2,00 m
Vinkel av front pilar β	78,69 grader
Vinkel av bunn dam α	0,00 grader
Tverrsnittsareal av pilar A_c (oppriss)	32,11 m ²
Avstand til gravitasjonstungdepunkt	
x-retning	3,09 m (regnet fra origo punkt 1)
y-retning	144,34 m
Arealregghetsmoment i bunn pilar W	17,52 m ³

Materialer

Betongfasthet	C25
Densitet av betong	24 kN/m ³

Friksjonsvinkel ϕ	45,0 deg.
------------------------	-----------

Fjellbolter

Fasthet	200,0 N/mm ²
Diameter ϕ	25,0 mm
Antall stenger	6,0 stk.
Posisjon (x-koord.)	1,0 m (regnet fra origo punkt 1)

Karakteristiske vannstander	DFV	HRV	HRV og is
Oppstrøms vannstand	kt. 150,06	146,50	146,50
Nedstrøm vannstand	kt. 141,50	141,50	141,50

Skaleringsfaktor vanntrykk γ_w	3 -	(korr. for vanntrykk mot mulig frontplate)
Istrykk	30 kN/m	
Damvekt	770,52 kN	

Grensetilstander

Lastkoeffisienter	Bruk	Brudd *)	Ulykke
Egenvekt	1,00	1,00	1,00
Vanntrykk	1,00	1,20	1,00
Is	1,00	1,20	1,00
Andre	1,00	1,00	1,00

	DFV	HRV	HRV og is	
Vanntrykk oppstrøms ved bunn	85,60	50,00	50,00	kN/m ²
Vanntrykk oppstrøms ved topp	5,60	0,00	0,00	kN/m ²

Beregning for:

DFV

Stabilitetskontroll

Stabiliserende laster

	Bruksgrense			Bruddgrense			Ulykkesgrense		
	Last kN	Arm m	Moment kNm	Last kN	Arm m	Moment kNm	Last kN	Arm m	Moment kNm
Egenvekt av dam	1541,0	4,16	6408,0	1541,0	4,16	6408,0	1541,0	4,16	6408,0
Vertikalt vanntrykk på oppstrøm side	431,1	6,68	2879,5	431,1	6,68	2879,5	431,1	6,68	2879,5
Vertikalt vanntrykk oppe på dam	1,7	5,58	9,4	1,7	5,58	9,4	1,7	5,58	9,4
Vertikalt vanntrykk nedstrøm dam				22,5		44,8			
Horisontalt vanntrykk nedstrøms side				44,8		140,0			
Påheng sedimentvekt på oppstrøm side									
Sum	1973,8		-9296,8	1996,3		-9481,6	1972,1		-9296,8
Drivende laster									
Horisontalt vanntrykk oppstrøms side	2188,8	2,75	6027,7	2626,6	2,75	7233,3	2188,8	2,75	6027,7
Vertikalt poretrykk under dam	620,6	4,83	2999,6	793,4	3,63	2876,2	620,6	3,625	2249,7
Is ikke inkludert	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sum			9027,3	3420,0		10109,5	2809,4		8277,4
Fjellbolt									
Bidrag til stabiliserende moment	589,0	6,3	-3681,6	471,2	6,3	-2945,2	589,0	6,3	-3681,6
Resulterende moment:	$M_{st} - M_{dest}$		-3951,1			-2317,4			-4701,0
Resulterende vertikalkraft:	R_v	1353,2		1202,8			1351,5		
Resulterende horisontalkraft:	R_h	2188,8	2,754	2581,8	2,80	7233,3	2188,8	2,754	6027,7

RESULTAT**VELTING OG GLIDNINGSKONTROLL**

Etter Retningslinje for betongdammer Utgave 1 - 1.10.2002

Bruddgrensetilstanden		DFV		Resultantens størrelse og retning		R	
Resulterende horisontalkraft R_h	2581,8	kN				2848,2	kN
Resulterende vertikalkraft R_v	1202,8	kN				Retning	25,0 grader
$X_{res} = (M_{st} - M_{dest}) / R_v$	1,93	m					
Kontroll mot velting:				Sikkerhet mot velting			
				Stab. moment/drivende moment		$F =$	1,23
				X_{res} skal være større enn	2,417	$X_{res} =$	1,93
				Sikkerhet mot velting er ikke tilfredsstillt			
Kontroll mot glidning:				Sikkerhet S er OK hvis $S >$	1,5		
				$S = \tan(\phi + \alpha) * R_v/R_h =$	1,00 * 0,466	->	$S =$ 0,47
				Sikkerhet mot glidning er ikke tilfredsstillt			

Ulykkesgrensetilstanden		DFV		Resultantens størrelse og retning		R	
Resulterende horisontalkraft R_h	2188,8	kN				2572,5	kN
Resulterende vertikalkraft R_v	1351,5	kN				Retning	31,7 deg.
$X_{res} = (M_{st} - M_{dest}) / R_v$	3,48	m					
Kontroll mot velting:				Sikkerhet mot velting			
				Stab. moment/drivende moment		$F =$	1,57
				X_{res} skal være større enn	2,417	$X_{res} =$	3,48
				Sikkerhet mot velting (F) er OK			
Kontroll mot glidning:				Sikkerhet S er OK hvis $S >$	1,1		
				$S = \tan(\phi + \alpha) * R_v/R_h =$	1,00 * 0,617	->	$S =$ 0,62
				Sikkerhet mot glidning er ikke tilfredsstillt			

Bruksgrensetilstanden		DFV		
Resulterende horisontalkraft R_h	2188,8	kN	Resultantens størrelse og retning	R 2573,3 kN
Resulterende vertikalkraft R_v	1353,2	kN		Retning 31,7 deg.
$X_{res} = (M_{st} - M_{dest}) / R_v$	2,92	m		
Kontroll mot velting:		Sikkerhet mot velting Stab. moment/drivende moment F skal være større enn 1,4 X_{res} skal være større enn 2,417		
		$F = 1,44$ $X_{res} = 2,92$ Sikkerhet mot velting (F) er OK		
Kontroll mot glidning:		Sikkerhet S er OK hvis $S > 1,5$ $S = \tan(\phi + \alpha) * R_v/R_h = 1,00 * 0,618 \rightarrow S = 0,62$ Sikkerhet mot glidning er ikke tilfredsstillt		

Oppdragsgiver:	Buskerud Kraftproduksjon
Prosjekt:	Skollenborg
Oppdrag nr.:	3891600
Henvisning:	Tegning 82.2123
Objekt:	Pilar Hallmassivdam
Kontrollberegning av:	Stabilitet og glidning
Lasttilfelle:	HRV og is kt. 146,500

Regnearket er basert på **Forskrift om sikkerhet og tilsyn med vassdragsanlegg** inklusive retningslinjer, OED, 15.12.2000

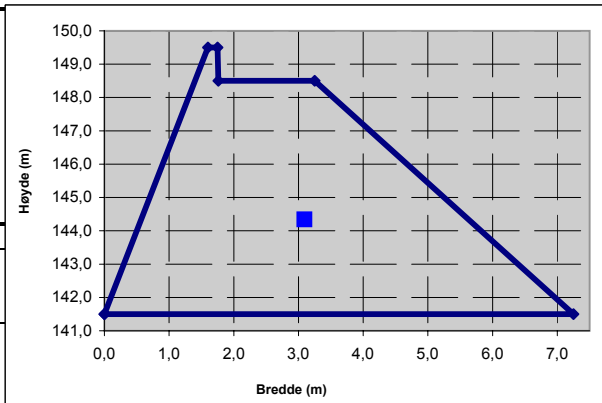


Fig. 1 - Tverrsnitt pilar (ikke i målestokk)

Geometri

Kotenivå topp pilar	149,500
Kotenivå bunn pilar	141,500

Polygondrag, ant. punkter (max. 8)	6	X-koordinat	Y-koordinat
Punkt nr.:	1	0,000	141,500
-	2	7,250	141,500
-	3	3,250	148,500
-	4	1,760	148,500
-	5	1,750	149,500
-	6	1,600	149,500
-		0,00	0,00
-		0,00	0,00

Høyde pilar h	8,000 m
Lengde pilar (nede) b	7,25 m
Bredde pilar oppe b_{topp}	0,150 m
Tykkelse av pilar t	2,00 m
Vinkel av front pilar β	78,69 grader
Vinkel av bunn dam α	0,00 grader
Tverrsnittsareal av pilar A_c (oppriss)	32,11 m ²
Avstand til gravitasjonstyngdepunkt	
x-retning	3,09 m (regnet fra origo punkt 1)
y-retning	144,34 m
Arealregghetsmoment i bunn pilar W	17,52 m ³

Materialer

Betongfasthet	C25
Densitet av betong	24 kN/m ³

Friksjonsvinkel ϕ	45,0 deg.
------------------------	-----------

Fjellbolter

Fasthet	200,0 N/mm ²
Diameter ϕ	25,0 mm
Antall stenger	6,0 stk.
Posisjon (x-koord.)	1,0 m (regnet fra origo punkt 1)

Karakteristiske vannstander	DFV	HRV	HRV og is
Oppstrøms vannstand	kt. 150,06	146,50	146,50
Nedstrøm vannstand	kt. 141,50	141,50	141,50

Skaleringsfaktor vanntrykk γ_w	3 -	(korr. for vanntrykk mot mulig frontplate)
Istrykk	30 kN/m	
Damvekt	770,52 kN	

Grensetilstander

Lastkoeffisienter	Bruk	Brudd *)	Ulykke
Egenvekt	1,00	1,00	1,00
Vanntrykk	1,00	1,20	1,00
Is	1,00	1,20	1,00
Andre	1,00	1,00	1,00

	DFV	HRV	HRV og is	
Vanntrykk oppstrøms ved bunn	85,60	50,00	50,00	kN/m ²
Vanntrykk oppstrøms ved topp	5,60	0,00	0,00	kN/m ²

Beregning for:

HRV og is

Stabilitetskontroll

Stabiliserende laster

	Bruksgrense			Bruddgrense			Ulykkesgrense		
	Last kN	Arm m	Moment kNm	Last kN	Arm m	Moment kNm	Last kN	Arm m	Moment kNm
Egenvekt av dam	1541,0	4,16	6408,0	1541,0	4,16	6408,0	1541,0	4,16	6408,0
Vertikalt vanntrykk på oppstrøm side	147,1	6,92	1017,4	147,1	6,92	1017,4	147,1	6,92	1017,4
Vertikalt vanntrykk nedstrøm dam	-	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-
Horisontalt vanntrykk nedstrøms side	-	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-
Påheng sedimentvekt på oppstrøm side	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sum	1688,1		-7425,3	1688,1		-7425,3	1688,1		-7425,3
Drivende laster									
Horisontalt vanntrykk oppstrøms side	735,4	1,67	1225,7	882,5	1,67	1470,9	735,4	1,67	1225,7
Vertikalt poretrykk under dam	362,5	4,83	1752,1	435,0	3,63	1576,9	362,5	3,625	1314,1
Istrykk	90	5	450,0	108,0	5	540,0	90,0	5	450,0
Sum			3427,8	1425,5		3587,7	1187,9		2989,8
Fjellbolt									
Bidrag til stabiliserende moment	589,0	6,3	-3681,6	471,2	6,3	-2945,2	589,0	6,3	-3681,6
Resulterende moment:	$M_{st} - M_{dest}$		-7679,1			-6782,8			-8117,1
Resulterende vertikalkraft:	R_v	1325,6		1253,1			1325,6		
Resulterende horisontalkraft:	R_h	825,4	2,030	990,5	2,03	2010,9	825,4	2,030	1675,7

RESULTAT**VELTING OG GLIDNINGSKONTROLL**

Etter Retningslinje for betongdammer Utgave 1 - 1.10.2002

Bruddgrensetilstanden		HRV og is	
Resulterende horisontalkraft R_h	990,5 kN	Resultantens størrelse og retning	R 1597,3 kN
Resulterende vertikalkraft R_v	1253,1 kN	Retning	51,7 grader
$X_{res} = (M_{st} - M_{dest}) / R_v$	5,41 m		
Kontroll mot velting:	Sikkerhet mot velting Stab. moment/drivende moment X_{res} skal være større enn 2,417 Sikkerhet mot velting (F) er OK		
		$F =$	2,89
		$X_{res} =$	5,41
Kontroll mot glidning:	Sikkerhet S er OK hvis $S > 1,5$ $S = \tan(\phi + \alpha) * R_v / R_h = 1,00 * 1,265 \rightarrow$ Sikkerhet mot glidning er ikke tilfredsstillt		
		$S =$	1,27

Ulykkesgrensetilstanden		HRV og is	
Resulterende horisontalkraft R_h	825,4 kN	Resultantens størrelse og retning	R 1561,6 kN
Resulterende vertikalkraft R_v	1325,6 kN	Retning	58,1 deg.
$X_{res} = (M_{st} - M_{dest}) / R_v$	6,12 m		
Kontroll mot velting:	Sikkerhet mot velting Stab. moment/drivende moment X_{res} skal være større enn 2,417 Sikkerhet mot velting (F) er OK		
		$F =$	3,71
		$X_{res} =$	6,12
Kontroll mot glidning:	Sikkerhet S er OK hvis $S > 1,1$ $S = \tan(\phi + \alpha) * R_v / R_h = 1,00 * 1,606 \rightarrow$ Sikkerhet mot glidning (S) er OK		
		$S =$	1,61

Bruksgrensetilstanden		HRV og is	
Resulterende horisontalkraft R_h	825,4 kN	Resultantens størrelse og retning	R 1561,6 kN
Resulterende vertikalkraft R_v	1325,6 kN		Retning 58,1 deg.
$X_{res} = (M_{st} - M_{dest}) / R_v$	5,79 m		
Kontroll mot velting:		Sikkerhet mot velting	
		Stab. moment/drivende moment	F = 3,24
		F skal være større enn	1,4
		X_{res} skal være større enn	2,417
		$X_{res} =$	5,79
		Sikkerhet mot velting (F) er OK	
Kontroll mot glidning:		Sikkerhet S er OK hvis $S >$	1,5
		$S = \tan(\phi + \alpha) * R_v/R_h =$	1,00 * 1,606 -> S = 1,61
		Sikkerhet mot glidning (S) er OK	

Oppdragsgiver:	Buskerud Kraftproduksjon
Prosjekt:	Skollenborg
Oppdrag nr.:	3891600
Henvisning:	Tegning 82.2123
Objekt:	Pilar Hallmassivdam
Kontrollberegning av:	Stabilitet og glidning
Lasttilfelle:	HRV og is kt. 146,500

Regnearket er basert på **Forskrift om sikkerhet og tilsyn med vassdragsanlegg** inklusive retningslinjer, OED, 15.12.2000

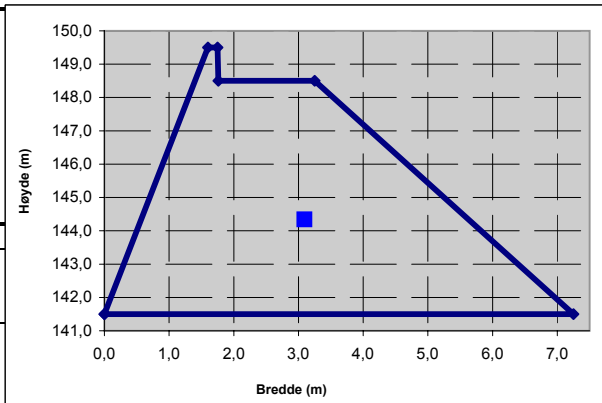


Fig. 1 - Tverrsnitt pilar (ikke i målestokk)

Geometri

Kotenivå topp pilar	149,500
Kotenivå bunn pilar	141,500

Polygondrag, ant. punkter (max. 8)	6	X-koordinat	Y-koordinat
Punkt nr.:	1	0,000	141,500
-	2	7,250	141,500
-	3	3,250	148,500
-	4	1,760	148,500
-	5	1,750	149,500
-	6	1,600	149,500
-		0,00	0,00
-		0,00	0,00

Høyde pilar h	8,000 m
Lengde pilar (nede) b	7,25 m
Bredde pilar oppe b_{topp}	0,150 m
Tykkelse av pilar t	2,00 m
Vinkel av front pilar β	78,69 grader
Vinkel av bunn dam α	0,00 grader
Tverrsnittsareal av pilar A_c (oppriss)	32,11 m ²
Avstand til gravitasjonstungdepunkt	
x-retning	3,09 m (regnet fra origo punkt 1)
y-retning	144,34 m
Arealregghetsmoment i bunn pilar W	17,52 m ³

Materialer

Betongfasthet	C25
Densitet av betong	24 kN/m ³

Friksjonsvinkel ϕ	45,0 deg.
------------------------	-----------

Fjellbolter

Fasthet	0,0 N/mm ²
Diameter ϕ	25,0 mm
Antall stenger	0,0 stk.
Posisjon (x-koord.)	1,0 m (regnet fra origo punkt 1)

Karakteristiske vannstander	DFV	HRV	HRV og is
Oppstrøms vannstand	kt. 150,06	146,50	146,50
Nedstrøm vannstand	kt. 141,50	141,50	141,50

Skaleringsfaktor vanntrykk γ_w	3 -	(korr. for vanntrykk mot mulig frontplate)
Istrykk	30 kN/m	
Damvekt	770,52 kN	

Grensetilstander

Lastkoeffisienter	Bruk	Brudd *)	Ulykke
Egenvekt	1,00	1,00	1,00
Vanntrykk	1,00	1,20	1,00
Is	1,00	1,20	1,00
Andre	1,00	1,00	1,00

	DFV	HRV	HRV og is	
Vanntrykk oppstrøms ved bunn	85,60	50,00	50,00	kN/m ²
Vanntrykk oppstrøms ved topp	5,60	0,00	0,00	kN/m ²

Beregning for:

HRV og is

Stabilitetskontroll

Stabiliserende laster

	Bruksgrense			Bruddgrense			Ulykkesgrense		
	Last kN	Arm m	Moment kNm	Last kN	Arm m	Moment kNm	Last kN	Arm m	Moment kNm
Egenvekt av dam	1541,0	4,16	6408,0	1541,0	4,16	6408,0	1541,0	4,16	6408,0
Vertikalt vanntrykk på oppstrøm side	147,1	6,92	1017,4	147,1	6,92	1017,4	147,1	6,92	1017,4
Vertikalt vanntrykk nedstrøm dam	-	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-
Horisontalt vanntrykk nedstrøms side	-	-	-	0,0	-	0,0	-	-	-
Påheng sedimentvekt på oppstrøm side	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sum	1688,1		-7425,3	1688,1		-7425,3	1688,1		-7425,3
Drivende laster									
Horisontalt vanntrykk oppstrøms side	735,4	1,67	1225,7	882,5	1,67	1470,9	735,4	1,67	1225,7
Vertikalt poretrykk under dam	362,5	4,83	1752,1	435,0	3,63	1576,9	362,5	3,625	1314,1
Istrykk	90	5	450,0	108,0	5	540,0	90,0	5	450,0
Sum			3427,8	1425,5		3587,7	1187,9		2989,8
Fjellbolt									
Bidrag til stabiliserende moment	0,0	6,3	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	6,3	0,0
Resulterende moment:	$M_{st} - M_{dest}$		-3997,5			-3837,6			-4435,5
Resulterende vertikalkraft:	R_v	1325,6		1253,1			1325,6		
Resulterende horisontalkraft:	R_h	825,4	2,030	990,5	2,03	2010,9	825,4	2,030	1675,7

RESULTAT**VELTING OG GLIDNINGSKONTROLL**

Etter Retningslinje for betongdammer Utgave 1 - 1.10.2002

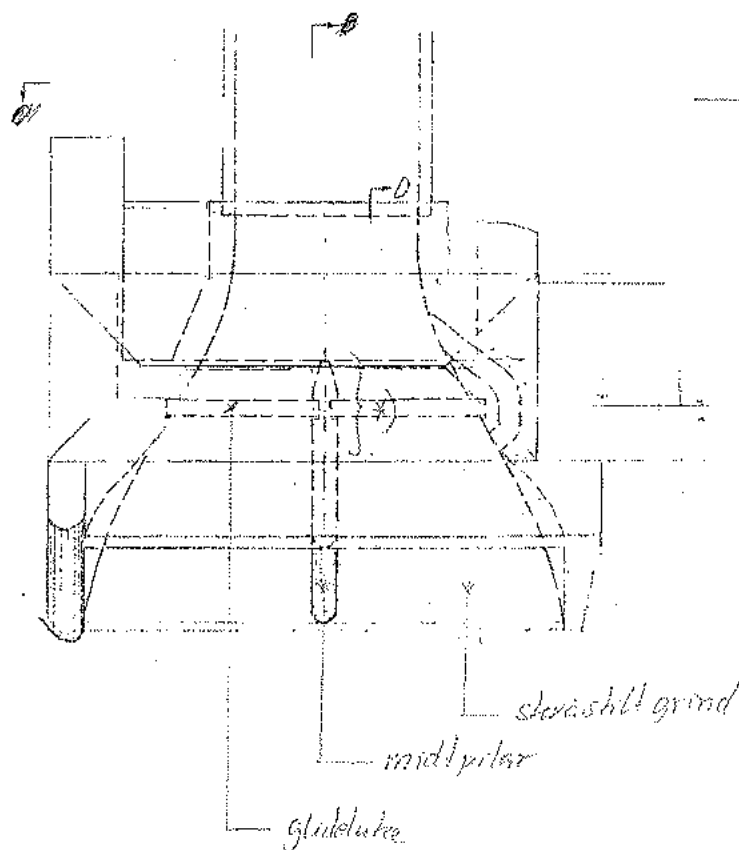
Bruddgrensetilstanden		HRV og is		Resultantens størrelse og retning	
Resulterende horisontalkraft R_h	990,5 kN	Resultantens størrelse og retning	R	1597,3 kN	
Resulterende vertikalkraft R_v	1253,1 kN		Retning	51,7 grader	
$X_{res} = (M_{st} - M_{dest}) / R_v$	3,06 m				
Kontroll mot velting:	Sikkerhet mot velting Stab. moment/drivende moment X_{res} skal være større enn 2,417 Sikkerhet mot velting (F) er OK				
			F =	2,07	
			$X_{res} =$	3,06	
Kontroll mot glidning:	Sikkerhet S er OK hvis $S > 1,5$ $S = \tan(\phi + \alpha) * R_v / R_h = 1,00 * 1,265 \rightarrow$ Sikkerhet mot glidning er ikke tilfredsstillt				
			S =	1,27	

Ulykkesgrensetilstanden		HRV og is		Resultantens størrelse og retning	
Resulterende horisontalkraft R_h	825,4 kN	Resultantens størrelse og retning	R	1561,6 kN	
Resulterende vertikalkraft R_v	1325,6 kN		Retning	58,1 deg.	
$X_{res} = (M_{st} - M_{dest}) / R_v$	3,35 m				
Kontroll mot velting:	Sikkerhet mot velting Stab. moment/drivende moment X_{res} skal være større enn 2,417 Sikkerhet mot velting (F) er OK				
			F =	2,48	
			$X_{res} =$	3,35	
Kontroll mot glidning:	Sikkerhet S er OK hvis $S > 1,1$ $S = \tan(\phi + \alpha) * R_v / R_h = 1,00 * 1,606 \rightarrow$ Sikkerhet mot glidning (S) er OK				
			S =	1,61	

Bruksgrensetilstanden		HRV og is	
Resulterende horisontalkraft R_h	825,4 kN	Resultantens størrelse og retning	R 1561,6 kN
Resulterende vertikalkraft R_v	1325,6 kN		Retning 58,1 deg.
$X_{res} = (M_{st} - M_{dest}) / R_v$	3,02 m		
Kontroll mot velting:		Sikkerhet mot velting	
		Stab. moment/drivende moment	F = 2,17
		F skal være større enn	1,4
		X_{res} skal være større enn	2,417
		$X_{res} =$	3,02
		Sikkerhet mot velting (F) er OK	
Kontroll mot glidning:		Sikkerhet S er OK hvis $S >$	1,5
		$S = \tan(\phi + \alpha) * R_v/R_h =$	1,00 * 1,606 -> S = 1,61
		Sikkerhet mot glidning (S) er OK	

Sign. TMS	Dato/ Date 28/11 2018	Prosjekt/ Project Kontroll inntak	Prosj.nr./ Proj.no 3219500
Ktr / Chkd	Dato/ Date		

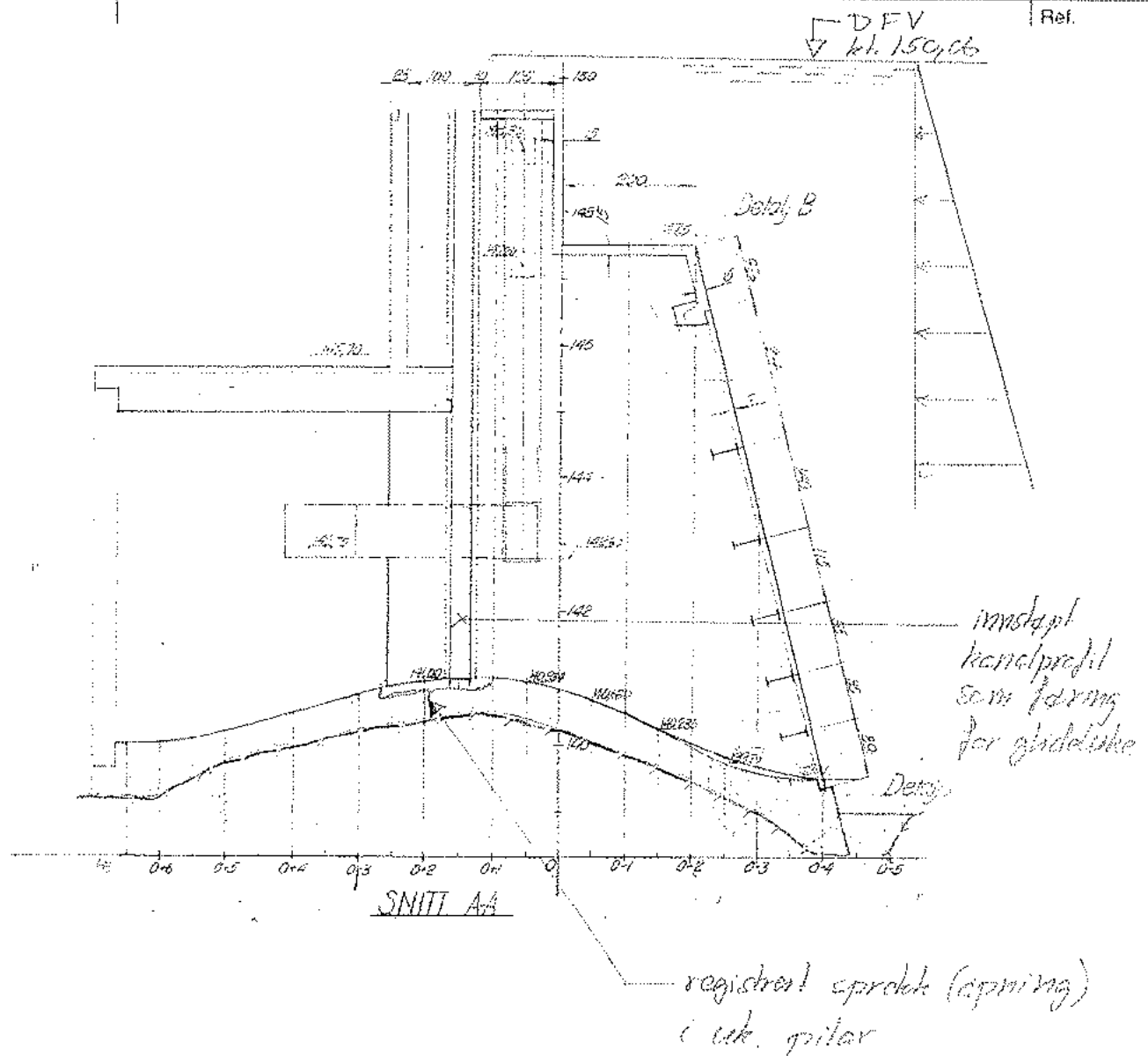
Ref.

Midtpilar i vannleketGrunnriss

* Område med
dårlig kontakt
mellem piler og
utløst plate med fyll.

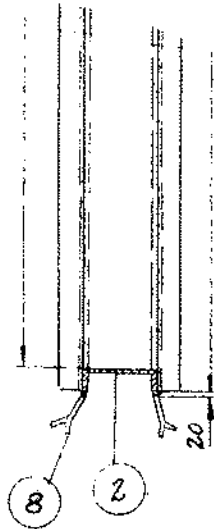
- Gjennom inspeksjoner er det registrert til dels dårlig kontakt mellom nedstrøms del av midtpilar ned mot utløst plate. Dette kan ha sin årsak i sterk vannstrøm i kombinasjon med i utgangspunktet dårlig utstøping slik at tilslag og betong forverres over år har blitt føret (vasket) bort.
- Det er i det følgende utført en vurdering av pilarens bæreevne lokalt mht. lastoppsett fra vanntrykk mot glideluken ved virksom (sterkt) lukke.

Sign. JMS	Dato/ Date 28/11-06	Prosjekt/ Project Kontroll inntak	Prosj.nr./ Proj.no 3219500
Kir./ Chkd	Dato/ Date		

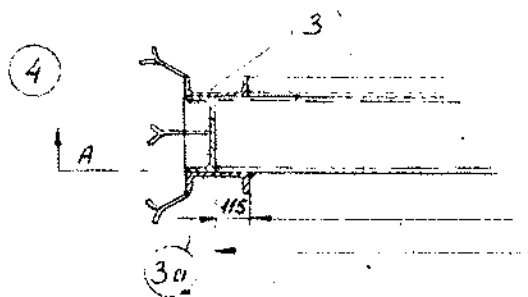


- Kryssende vertikal armering fra piler og ned i plate støpt med fjell, vurderes å være sterkt angrepet av korrosjon i området ved den registrerte sprekken. Denne armeringen vurderes derfor ikke å være virksom mht. last øyeblik, og benyttes som foranlegg av glidelukens mot kanalprofilene med feres "bakeover" i med større retning via innlagt horisontal armering i piler.

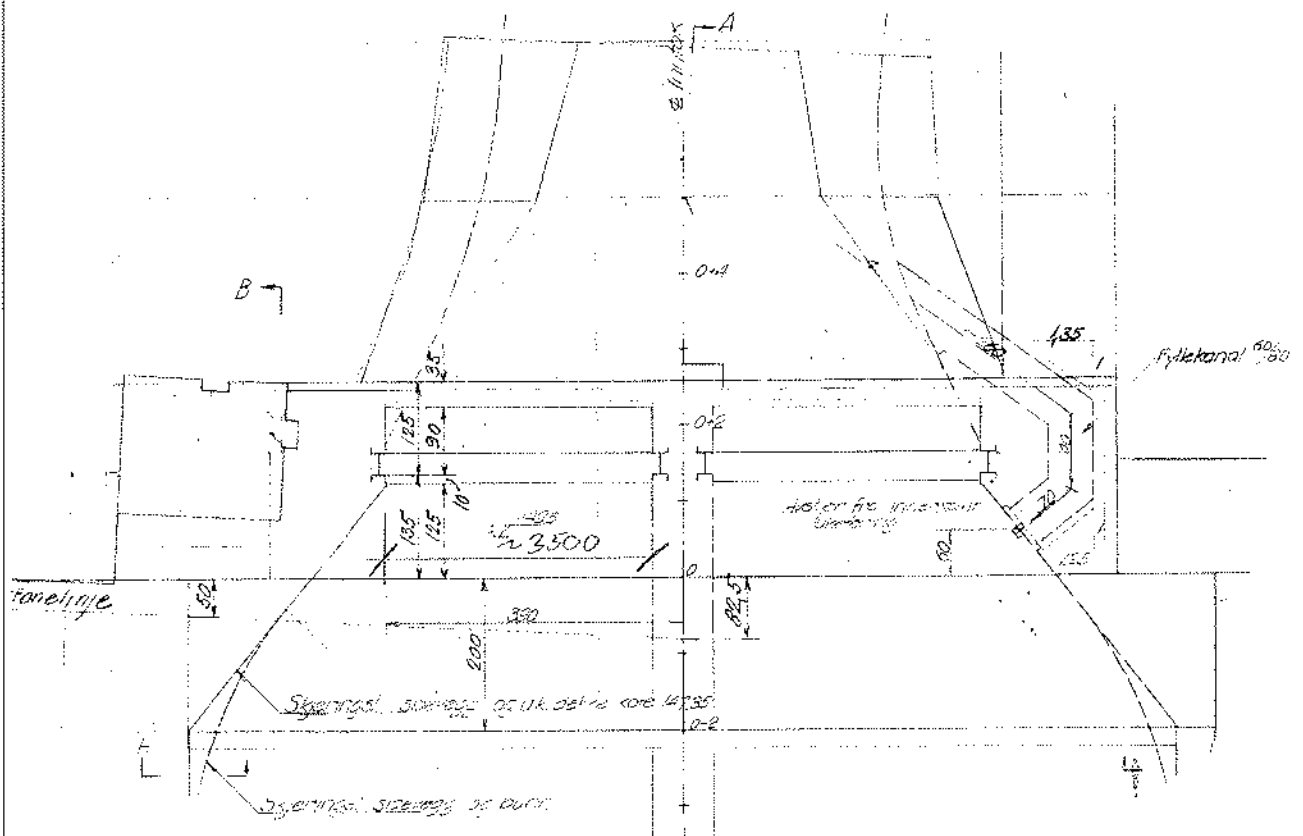
Ref.



Figuren visar inreklippt teknolprofit UNY 220 som färing för glidelåken

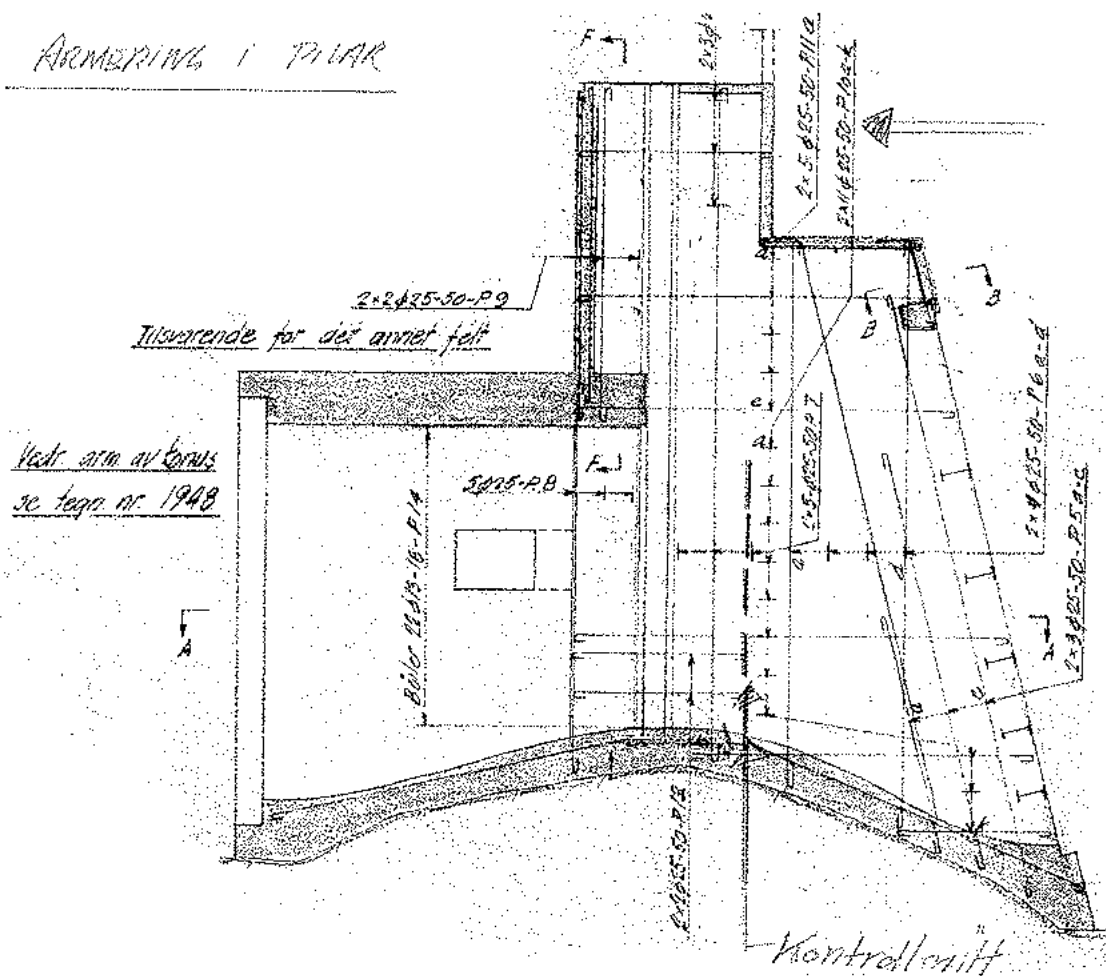


Instap kernprofiel met laser

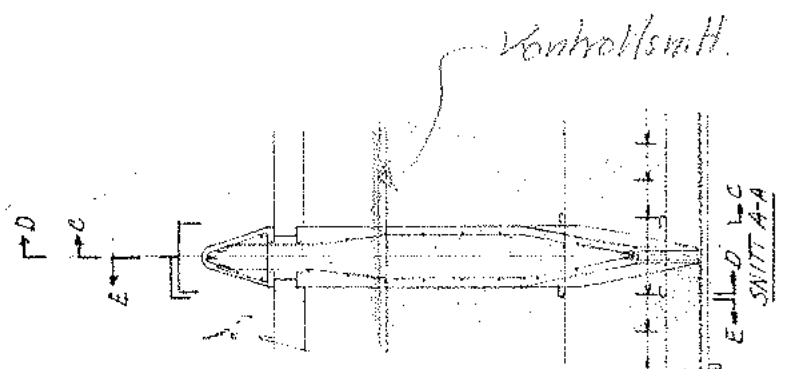


Sign. TGS	Dato/ Date 25/11-06	Prosjekt/ Project Kontroll inntak	Prosj.nr./ Proj.no 3219500
Ktr./ Chkd	Dato/ Date		

Ref.

ARMERING I PILAR

Kontrollsnitt velges både de forankrede armeringsstengene med pos. nr. P13. Virkesomme stenger er pos. nr. P10, a-k, dvs. $\phi 25 \leq 500$, én stang på hver side i tv. snittet.



Sign. THC	Dato/ Date 29/11 '06	Prosjekt/ Project Kontroll inntak	Prosj.nr / Proj.no 3219500
Ktr./ Chkd	Dato/ Date		

Ref.

Regner DFV $\approx +150,06$ Anter last/bredde tilsv $2 \times \frac{1}{2}$ lukkebredde $= 3,5^m$ Last faktor $\gamma_f = 1,2$ Velger betongnivå $+141,5$ for kontroll.Langelast; $\approx 8,5^m$

$$q_w = 10 \cdot (150,06 - 141,5) \times 3,5 \times 1,2 = \underline{357,4 \text{ kN/m}}$$

Innlagt armering; 425 C500, begge sider.

$$\Rightarrow A_s = 2 \times 2 \times 491 = \underline{1963 \text{ mm}^2/\text{m}}$$

Arm. fasthet, antatt kr 400 gjallende

$$\Rightarrow f_{sd} = \frac{400}{1,25} = \underline{320 \text{ N/mm}^2}$$

$$\text{Kapasitet; } F_s = A_s \cdot f_{sd} = 1963 \times 320 = \underline{628 \text{ kN/m}}$$

 $\Rightarrow$ Tilfredsstillende kapasitet.Med 20% reduksjon grunnlagende armerings-
korrosjon for vi;

$$F_s = 0,8 \times 628 = 502,4 \text{ kN/m}$$

$$\text{Sikkerhet; } \beta = \frac{502,4}{357} = \underline{1,4}$$

Sign. TMS	Dato/ Date 29/6-06	Prosjekt/ Project Kontroll inntak	Prosj.nr./ Proj.no 3219500
Ktr./ Chkd	Dato/ Date		

Ref.

Kontrollerer spenning i stål ved $NRV = 46,50$

Lastelast; $P_w = 10 \times 5,0 \times 3,5 \times 1,2 = 210 \text{ kN/m}$

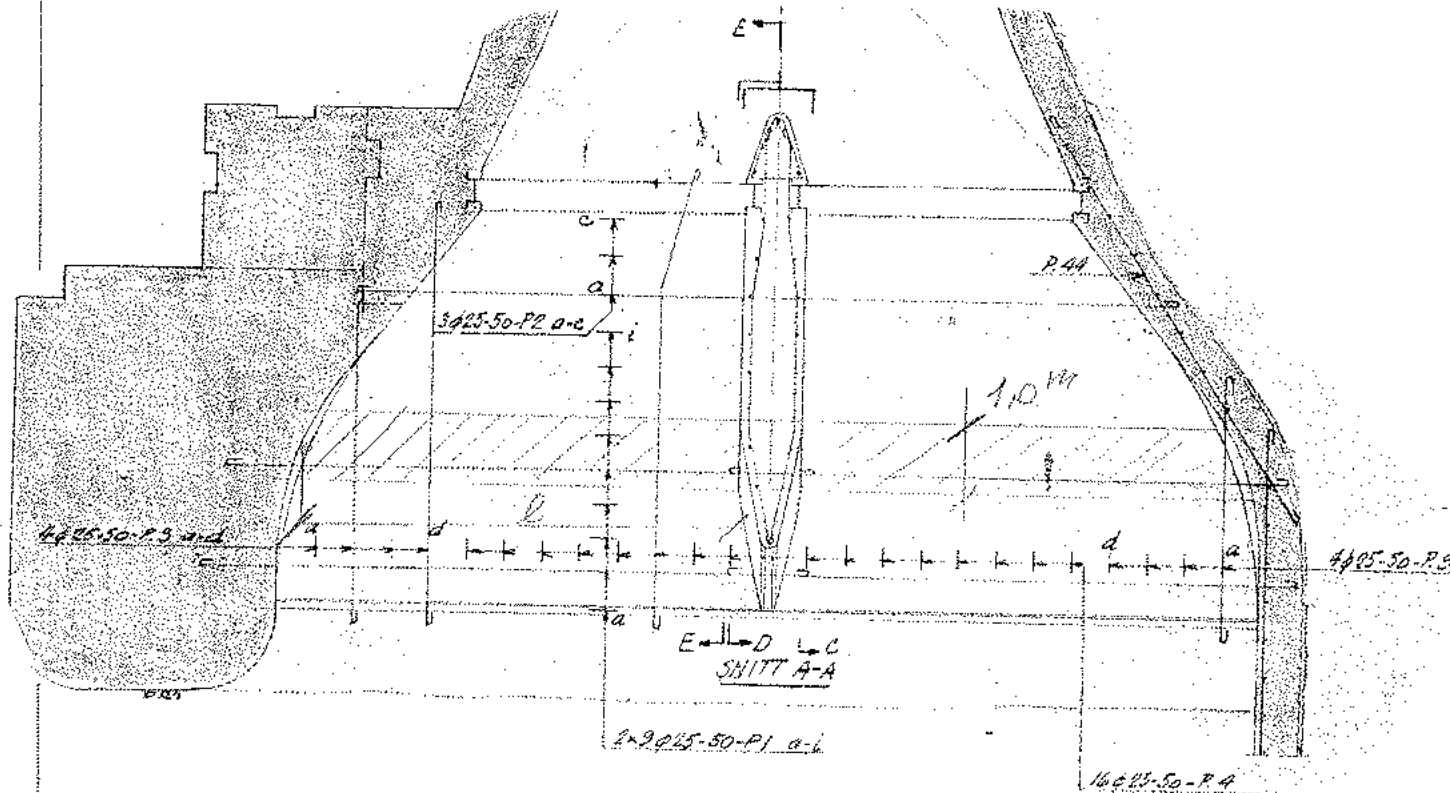
Arm. spenning;

$$\sigma_s = \frac{P_w}{A_s} = \frac{210\,000}{1963} = \underline{\underline{107 \text{ N/mm}^2}} \quad \text{ok.}$$

Sign. JH/S	Dato/ Date 29/11-06	Prosjekt/ Project Kontroll inntak	Prosj.nr./ Proj.no 3219500
Ktr./ Chkd	Dato/ Date		

Ref.

Entet kontroll bæreevne bunnplate



Ser på tilfallet ved lavest lag med størst foran grunn og perforert opp under bunn platen.

Vanntrykk; $p_w \approx 10 \times (150,06 - 139,5) \times 1,2 = 126 \text{ kN/m}^2$

Armering er vist i overkant plate.

Spennvidde $l \approx 5,8 \text{ m}$

$$M_d \approx \frac{q l^2}{8} = \frac{126 \times 5,8^2}{8} = 530 \text{ kNm/m}$$

Platetykkelse $t \approx 600 \text{ mm}$

$d \approx 400 \text{ mm}$

Sign.	Dato/ Date	Prosjekt/ Project	Prosj.nr./ Proj no
JMS	25.11.-06	Kontroll inntak	3219500
Ktr./ Chkd	Dato/ Date		

Ref.

Trykkløst hull;

$$M_{ed} = 0,31 \cdot 12 \cdot 1000 \cdot 400^2 = 555 \text{ kNm/m}$$

Nødv. armering;

$$A_s = \frac{530 \cdot 10^6}{(1 - 0,17 \frac{530}{555}) \cdot 400 \cdot 370} = 4880 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\text{Innlagt } \phi 25 \text{ c500} \Rightarrow A_s = 982 \text{ mm}^2/\text{m}$$

 $\Rightarrow$ Stor manglende bæreevne.• Monterteran HRV $\approx 146,5$

$$p_w = 10 \times 7,0 \times 1,2 = 84 \text{ kN/m}$$

$$M_g = \frac{84 \times 5,8^2}{2} = 353 \text{ kNm/m}$$

Nødv. armering;

$$A_s = \frac{353 \cdot 10^6}{(1 - 0,17 \frac{353}{555}) \cdot 400 \cdot 370} = 3067 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Beregninger utført under forutsetning om at degholings
av bunnpl. med i fjellet ikke er virksom.

$\Rightarrow$ Ved bortlegging av innlatet for vedlikehold og
reparasjonsarbeid, må fjerning av bunnpl.
foretas for vanntrykk over bunnpl. reduseres.

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	2
2	Konklusjoner	2
2.1	Svingetårn.....	2
2.2	Betongrør.....	2
3	Beregningsforutsetninger	2
3.1	Materialer	2
3.1.1	Betong.....	2
3.2.1	Armering.....	3
3.2	Laster.....	3
4	Svingetårn	3
4.1	Tilfelle 1	4
4.2	Tilfelle 2	7
4.3	Oppsummering snittkrefter.....	9
4.4	Dimensjoneringskontroll	10
5	Rørgate.....	13
5.1	Resultater Abaqus	19
5.2	Kontroll av betongtverrsnitt.....	20
5.3	Resultater Dimbet	22
5.1.3	Betongrør - snitt 1	22
5.2.3	Betongrør - snitt 2	23
5.4	Innlagt armering.....	24

1 INNLEDNING

Dette kapittelet inneholder statiske beregninger og kontroll av betongrør og svingetårn ved Hensfoss kraftverk, Ringerike. Eier av kraftverket er Buskerud Kraftproduksjon. Kontrollen gjennomføres i sammenheng med den generelle revurderingen av kraftverket.

De følgende beregninger er utført basert på mottatte opprinnelige byggetegninger for de aktuelle betongkonstruksjonene. Kontrollen er basert på oppjustert DFV estimert til kote +149,9 per februar 2006.

KOMMENTAR: Det er senere fremregnet et korrigert kotenivå for DFV tilsvarende +150,06. Denne oppjusteringen er ikke kritisk for de vedlagte beregningene og kontrollen som er foretatt ansees å være tilfredsstillende.

2 KONKLUSJONER

2.1 Svingetårn

Typiske dimensjoneringskontroller av siloveggen i svingetårnet viser at beholderen har tilfredsstillende kapasitet også for øket vanntrykk etter revidert DFV tilsvarende kote +149,9.

2.2 Betongrør

Kontrollene viser at røret er moderat utnyttet selv etter oppjustert og revidert DFV.

3 BEREGNINGSFORUTSETNINGER

3.1 Materialer

3.1.1 Betong

På de mottatte tegninger er det ikke anmerket hvilken betongfasthet som er benyttet i konstruksjonene. Følgende egenskaper og fastheter er antatt:

Betong B25

Trykkfastheter:

$$\begin{aligned} f_{cn} &= 20,3 \text{ N/mm}^2 \\ f_{cd} &= 20,3 / 1,4 = 14,5 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Strekfastheter:

$$\begin{aligned} f_{tk} &= 2,35 \text{ N/mm}^2 \\ f_{tn} &= 1,6 \text{ N/mm}^2 \\ f_{td} &= 1,6 / 1,4 = 1,143 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Betongoverdekning er gitt i tegningsgrunnlaget:

Vannside	50 mm
Luftside	40 mm
Bunnplate	50 mm

3.2.1 Armering

Antatt stålqualität St37, glattstål

$$\begin{aligned} f_{sk} &= 340 \text{ N/mm}^2 \\ f_{sd} &= 272 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

3.2 Laster

Det er kontrollert for et typiske lasttilfeller med vannstand i henhold til DFV.

Det bemerkes at BKP har sendt forespørsel til NVE vedrørende bruk av flomtall fra 1997, svar er foreløpig ikke mottatt.

Opprinnelige verdier for HRV og DFV er følgende:

HRV	Kote +146,5 m
DFV	Kote +148,8 m

Basert på oppjustert vannføring ved HRV tilsvarende 1300 m³ vil DFV øke med ca. 1 m i forhold til "gamle" verdier. Foreløpige beregninger gir følgende nivåer for HRV og DFV:

HRV	Kote +149,5 m
DFV	Kote +149,9 m

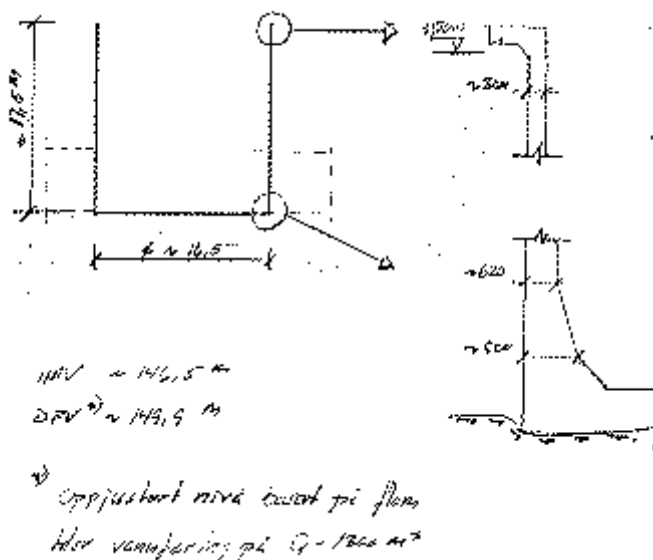
Egenvekten for betong er med i beregningene. Egenvekten settes til 25 kN/m³.

4 SVINGETÅRN

Svingetårnet (trykkutjevningstank) i enden av betong rørgaten er en typisk silo med følgende mål:

Høyde	17,5 m
Diameter	16,5 m
Veggtykkelse	Varierende, ca. 0,30 m i toppen, ca. 0,62 m ved ok. voute ned mot bunnplaten.

Svingetårnet regnes innspent ned i bunnplaten.



To ulike tilfelle undersøkes:

1. Silo med høyde og diameter som gitt over
2. Silo regnet med høyde tilsvarende ned til overkant av inntaksrør, tilsvarende overkant av konstruksjon for lukestengsel på nedstrøm side av tårnet.

Tilfelle 2 regnes for å estimere innspenningsmomentene ned i området over inntaks- og utløpskonstruksjonene.

Det antas at kraftforløpet i siloveggen i nedre del mellom inntaket og utløpet, vil være forholdsvis uforstyrret av de nevnte konstruksjonsdeler som er støpt monolittisk sammen med og inn i siloveggen.

Et enkelt regneark for beregning av silokrefter er benyttet.

4.1 Tilfelle 1

Følgende er hentet fra input del av regnearket:

Beregning av silokrefter

Høyde	17,50	m
Radius	8,25	m
Tykkelse vegg	0,40	m
Betong E-modul	2,50E+07	kN/m ²
Tverrkontraksjon	0,20	
Vertikal kraft	0,00	kN/m
Svinntøyning		
eps_cs	0,00	o/oo
Tetthet væske	10,00	kN/m ³
Lastfaktor vann	1,20	

Partikulærløsninger :

w_pP	0,00E+00	m
w_p,svinn	0,00E+00	m
teta_pv	-1,19E-04	

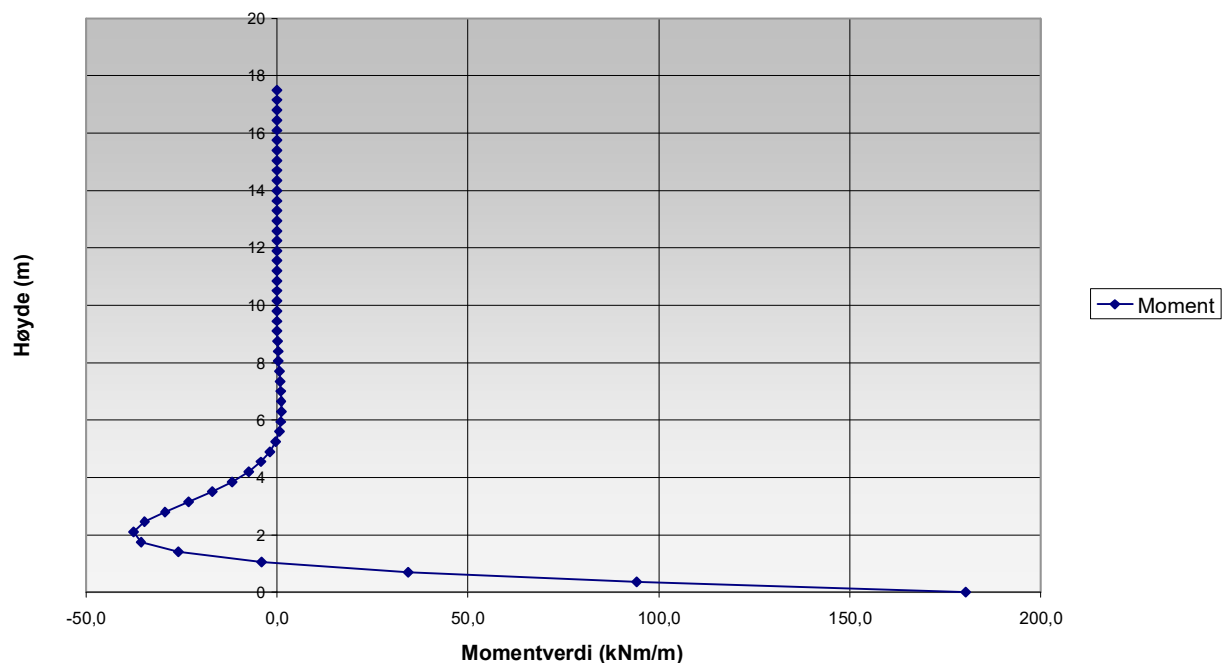
del_H	0,35	m
D	1,39E+05	kNm ² /m
le	1,394	m
determinant A	4,90E-11	

Innspenningskrefter :

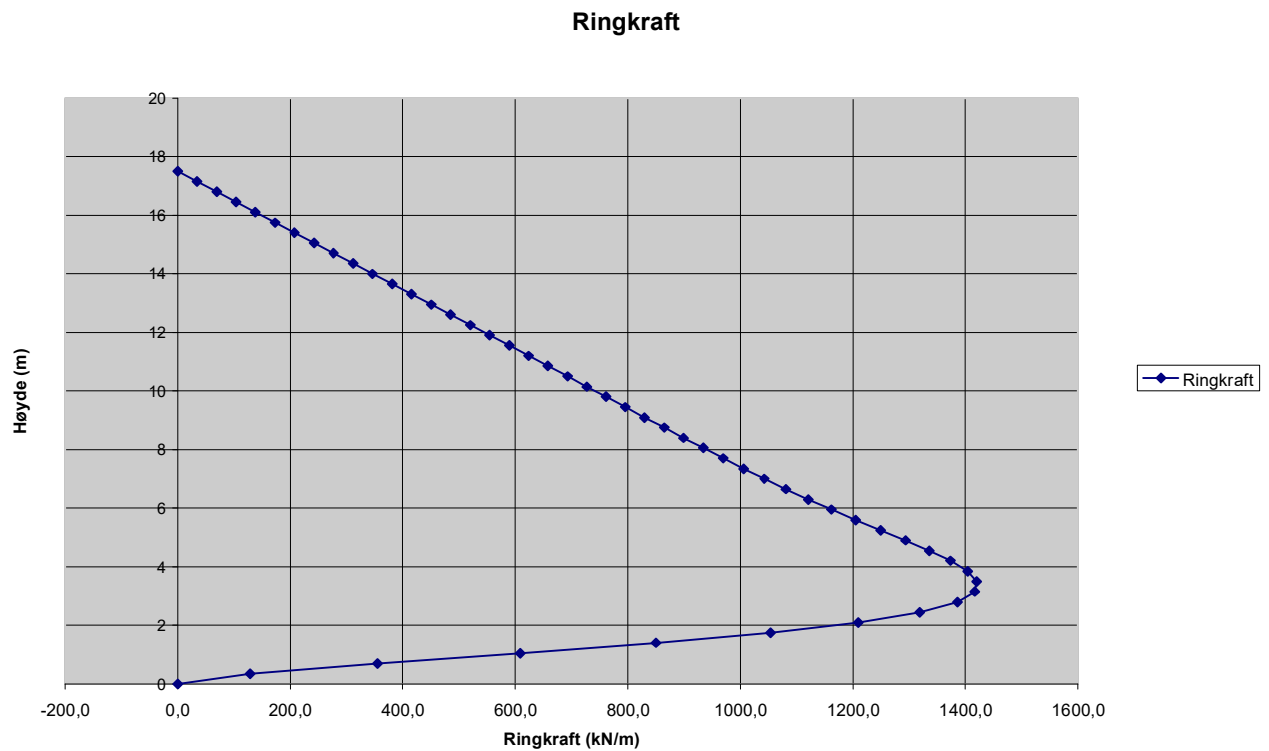
Mo	1,80E+02	kNm/m
Qo	-2,76E+02	kN/m
No	0,00E+00	kN/m

Resultater:

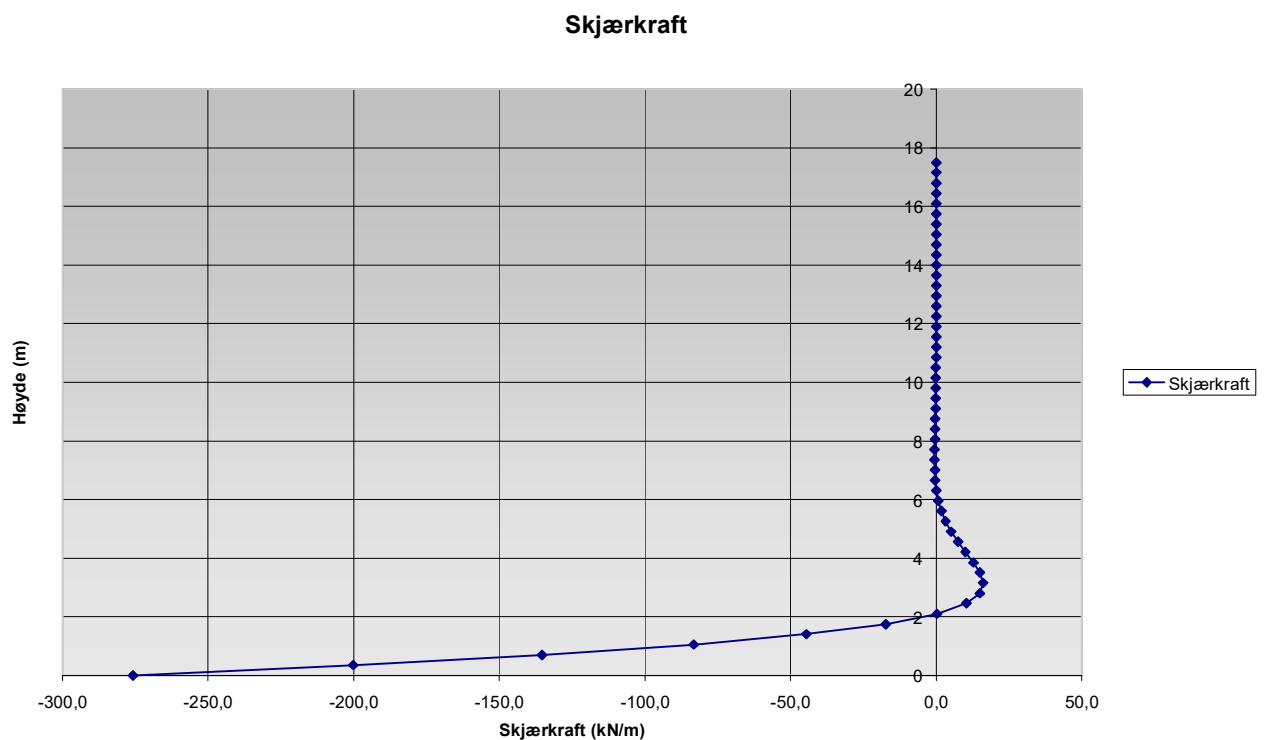
Bøyemoment



Figur 1 *Tilfelle 1 - Variasjon i bøyemoment i siloveggen kNm/m*



Figur 2 Tilfelle 1 - Variasjon i ringkraft i siloveggen kN/m



Figur 3 Tilfelle 1 - Skjærkraftvariasjon i siloveggen kN/m

4.2 Tilfelle 2

Korrigert silohøyde er satt til 12,0 m.

Følgende er hentet fra input del av regnearket:

Beregning av silokrefter

Høyde	12,00	m
Radius	8,25	m
Tykkelse vegg	0,40	m
Betong E-modul	2,50E+07	kN/m ²
Tverrkontraksjon	0,20	
Vertikal kraft	0,00	kN/m
Svinntøyning		
eps_cs	0,00	o/oo
Tetthet væske	10,00	kN/m ³
Lastfaktor vann	1,20	

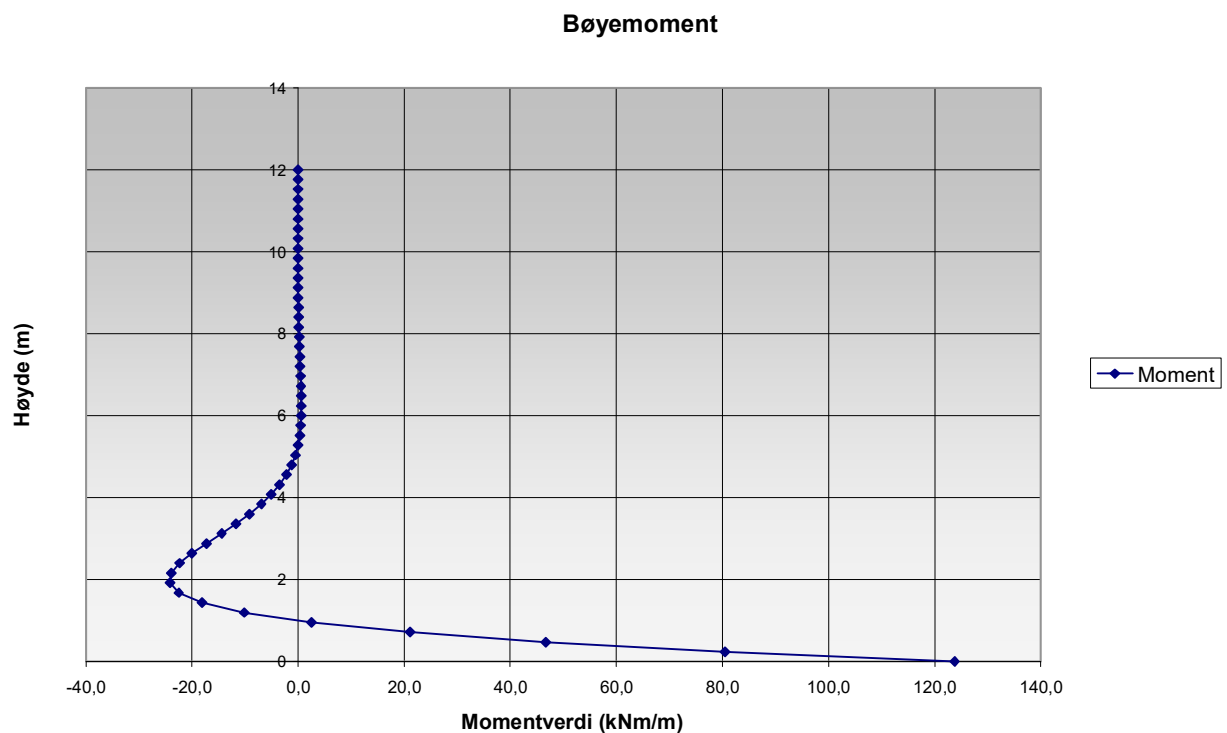
del_H	0,24	m
D	1,39E+05	kNm ² /m
le	1,394	m
determinant A	4,90E-11	

Partikulærløsninger :

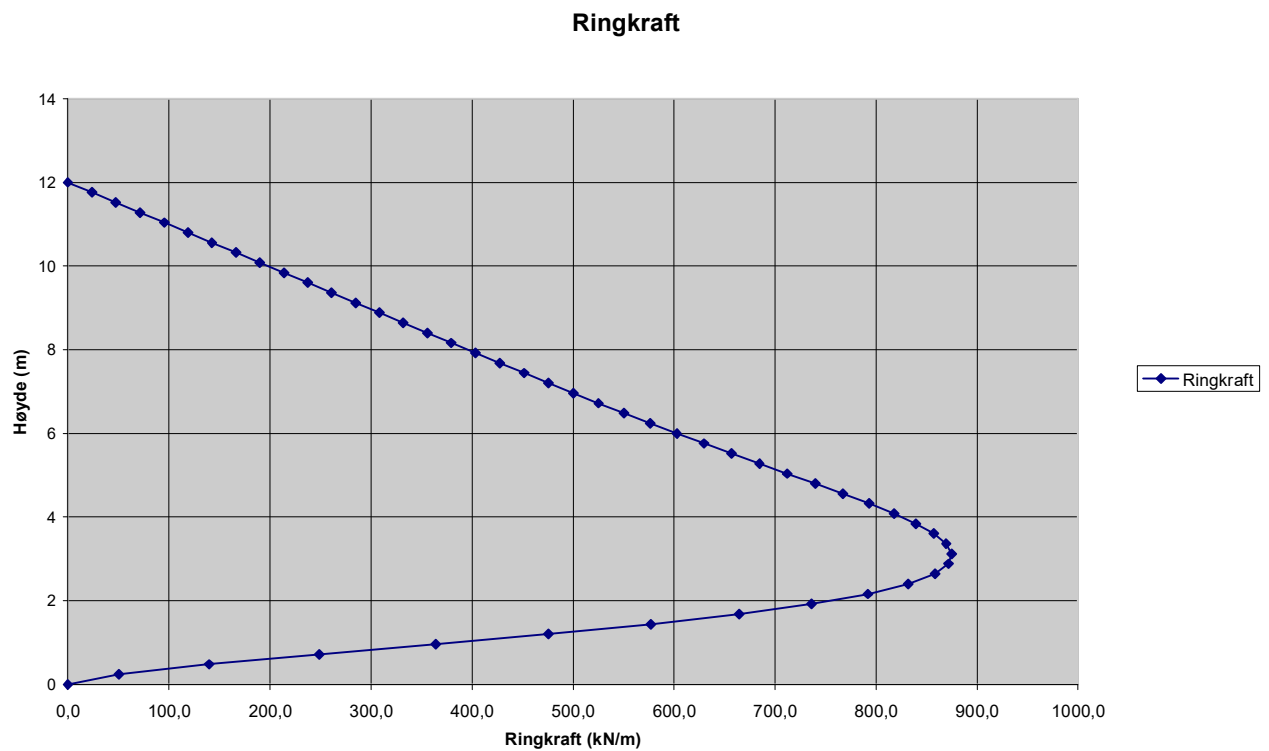
w_pP	0,00E+00	m
w_p,svinn	0,00E+00	m
teta_pv	-8,17E-05	

Innspenningskrefter :

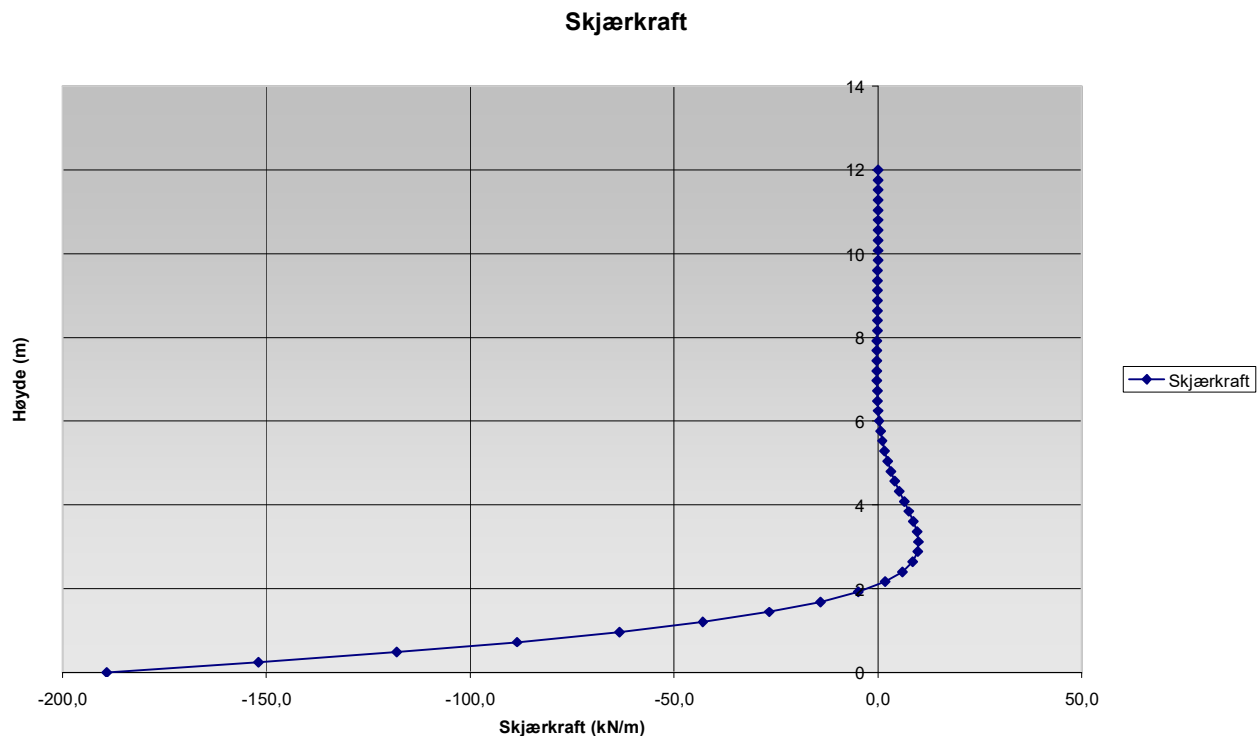
Mo	1,24E+02	kNm/m
Qo	-1,89E+02	kN/m
No	0,00E+00	kN/m



Figur 4 Tilfelle 2 - Variasjon i bøyemoment i siloveggen kNm/m



Figur 5 Tilfelle 2 - Variasjon i ringkraft i siloveggen kN/m



Figur 6 *Tilfelle 2 - Skjærkraftvariasjon i siloveggen kN/m*

4.3 Oppsummering snittkrefter

Tabell 1 viser en oppsummering av de fremregnede ekstremalverdier av snittkreftene i siloen.

Tilfelle 1 er med hel silohøyde, M og Q er nede ved bunnplaten.

Tilfelle 2 er med redusert silohøyde, M og Q er i ok. over innløpsrør.

Tabell 1 **Teoretiske maksimalverdier for snittkrefter i silo**

Tilfelle	Bøyemoment M kNm/m	Skjærkraft Q kN/m	Ringstrekk N kN/m
1	180	276	1420
2	124	189	880

Det bemerkes at de fremregnede tall for bøyemoment og skjærkraft er spissverdier ved innspenning. Snittkreftene avtar raskt fra opplegget.

4.4 Dimensjoneringskontroll

For antatt stålkvalitet St37 endres de tradisjonelle dimensjoneringsformlene noe da trykksonehøyden endrer seg grunnet andre tøyningsgrenser for armering ved flytning i armeringen.

Moment trykkbruddkapasitet:

$$M_{cd} = K \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2$$

der $K = 0,369$

Armeringsbehov etter dimensjonerende moment M_y :

$$A_s = \frac{M_y}{(1 - 0,144 \frac{M_y}{M_{cd}}) \cdot d \cdot f_{sd}}$$

Tilfelle 1

— Ved bunnplate;

$d \approx 620 - 50 - 10 - 10 \approx 550 \text{ mm}$ (inkl. feler)

$M_{cd} = 0,369 \cdot 14,5 \cdot 1000 \cdot 550^2 = 1618 \text{ kNm/m}$

Nedr. arm. areal

$A_s = \frac{180 \cdot 10^3}{(1 - 0,144 \frac{180}{1618}) \cdot 550 \cdot 270} = 1223 \text{ mm}^2/\text{m}$

lantest $L19 \approx 200$, $Q_s = 1416 \text{ mm}^2/\text{m}$

Momentet er en spresvært belastning i bunnplattens
høyden. Etter utskriften fra regnearket er
beregnet momentet i "høyde" $0,35 \text{ m}$ kkr. 94 kNm/m

$A_{s,kr} = 639 \text{ mm}^2$

- I tillegg kommer skissel trykk for egenvekt;

$$N_g = \frac{0,3 \cdot 0,62}{2} \times 17,5 \times 10 \times 25 = 201 \text{ kN/m}$$

- Vækte - løsnings node, dvs. reell. skissel
hydrostatisk.

Skisseltrykk

$$\begin{aligned} V_{ed} &= V_{ed} = 0,3 \left(f_{td} + \frac{100 \cdot A_s}{f_c \cdot b_w \cdot d} \right) b_w \cdot d \cdot h_v \\ &= 0,3 \cdot f_{td} \cdot b_w \cdot d \cdot h_v \\ &= 0,3 \times \left(1,143 + \frac{100 \cdot 1400}{1,4 \cdot 1000 \cdot 500} \right) 1000 \cdot 500 \\ &= 212,6 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Ø nivå 1,4 m over middelpunkt kranplan
or skisseltrykk 411 kN/m.

- Vegg 4,5 m over kranplan

Ringskredde $N_{p,x} = 1420 \text{ kN/m}$

Innlagt horisontal armoring;

$$2 \times 2431 \text{ c } 150, A_s = 10063 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\sigma_s = \frac{N_{p,x}}{A_s} = \frac{1420000}{10063} = 141,2 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{td} = 272 \text{ N/mm}^2 \text{ ok}$$

Tilfelle 2

- Innspenning ved i ek. innløp

$$L_{\text{veg}} \approx 500 \text{ mm} \text{ så } d \approx 430 \text{ mm}$$

$$M_{\text{ed}} = 0,305 \cdot 14,5 \cdot 1000 \cdot 430^2 = 936,3 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Bøymoment } M_b \approx 124 \text{ kNm/m}$$

Neder. armering;

$$A_s = \frac{124 \cdot 10^6}{(1 - 0,144 \frac{24}{28}) \cdot 430 \cdot 272} = 1080 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\text{Innlagt: } 4 \cdot 25 \approx 250, \quad A_s = 1934 \text{ mm}^2/\text{m} \approx \text{ek.}$$

Skjærkapasitet;

$$V_{\text{ed}} + V_{\text{cr}} = 0,3 \left(1,443 + \frac{100 \cdot 1100}{1,4 \cdot 1000 \cdot 430} \right) \cdot 1000 \cdot 430$$

$$= 171 \text{ kN/m}$$

$$\text{Oppledende skjærkraft } Q_k \approx 188 \text{ kN/m}$$

Dette er teoretisk ved innspenning.

Fra regnearket ser vi at ved nivå 0,24 m
er skjærkraften 152 kN/m. Dette er
innen for avstanden d , $h_{\text{eff}} 0,56 \cdot d$.

- Ringsbrekk 3,1 m over ek. innløp

$$\text{Ringsbrekk } N_{\text{ss}} \approx 875 \text{ kN/m}$$

Innlagt horisontal armering;

$$2 \cdot 22 \approx 210, \quad A_s = 5864 \text{ mm}^2/\text{m}$$

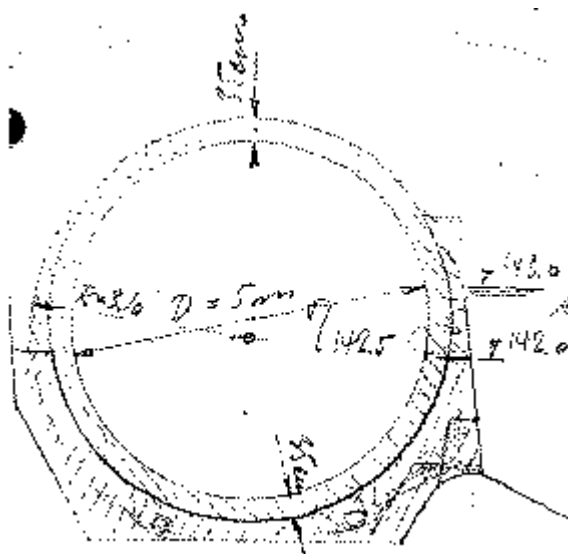
$$\sigma_s = \frac{875 \cdot 10^3}{5864} = 149,2 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{\text{sd}} \approx 272 \text{ N/mm}^2$$

5 RØRGATE

Det er generert en numerisk regnemodell etter FEM-metoden ved hjelp av det generelle regneprogrammet Abaqus Versjon 6.5-1.

Geometrien er basert på de opprinnelige beregningen utført av Rådgivende ingeniør A.B. Berdal i året 1947.



Hovedmål er som følger:

Innvendig diameter:	2,5 m
Utvendig diameter:	2,85 m
Veggtykkelse:	0,35 m

Figur 7 Figur fra opprinnelige beregningsgrunnlag

Røret hviler ned i en "seng" som vist i figuren. Sengen er også av utstøpt betong. Fra overkanten av betongrøret og ned til nivå ca. 0,25 m under origo for innvendig diameter, vokser veggtykkelsen i røret etter en sirkulær begrensning med utvendig diameter tilsvarende 3,1 m. I sjiktet mellom betongrør og seng er det lagt inn kontaktelementer. Materialeegenskapene for øvrig er basert på lineær elastiske egenskaper etter en betongfasthet tilsvarende B25.

Det er kjørt to beregninger der det i første tilfelle (Tilfelle 1) er valgt samme elastisitetsmoduler (stivhet) for røret og sengen. I andre kjøring (Tilfelle 2) er stivheten for sengen redusert ved reduksjon av E-modulen til ca. 40 % av E-modulen for veggen. Dette for å vurdere hvordan vederlagets stivhet innvirker på de resulterende snittkreftene i betongrøret.

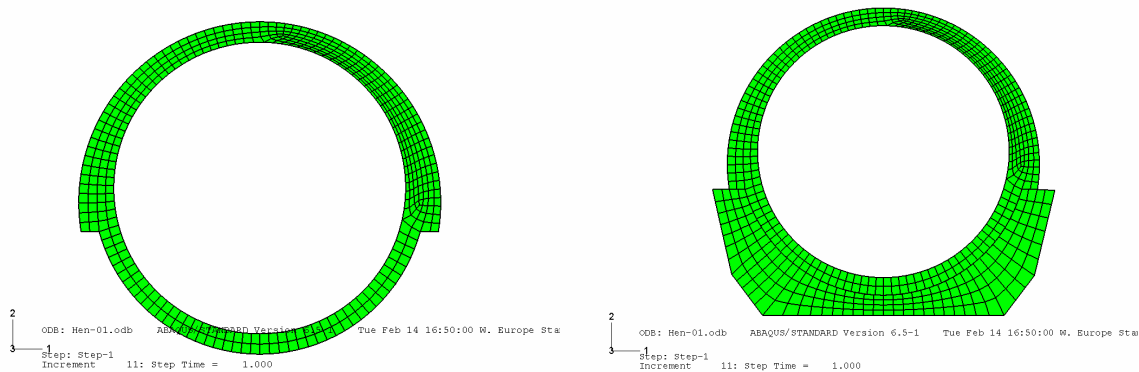
Modellen er fastholdt mot forskyvning langs nedre render.

Det er benyttet 2-dimensjonale volumelementer med "uendelig" utstrekning normalt papirplanet. Elementene er 4-nodige og med full integrasjon.

Påførte laster er:

- Egenvekt betong, lastfaktor 1,0
- Innvendig vanntrykk tilsv. DFV, lastfaktor 1,0

Resultatet fra analysen er spenninger (N/m^2). For beregning av resulterende snittkrefter må disse integreres gjennom tykkelsen av betongrøret.

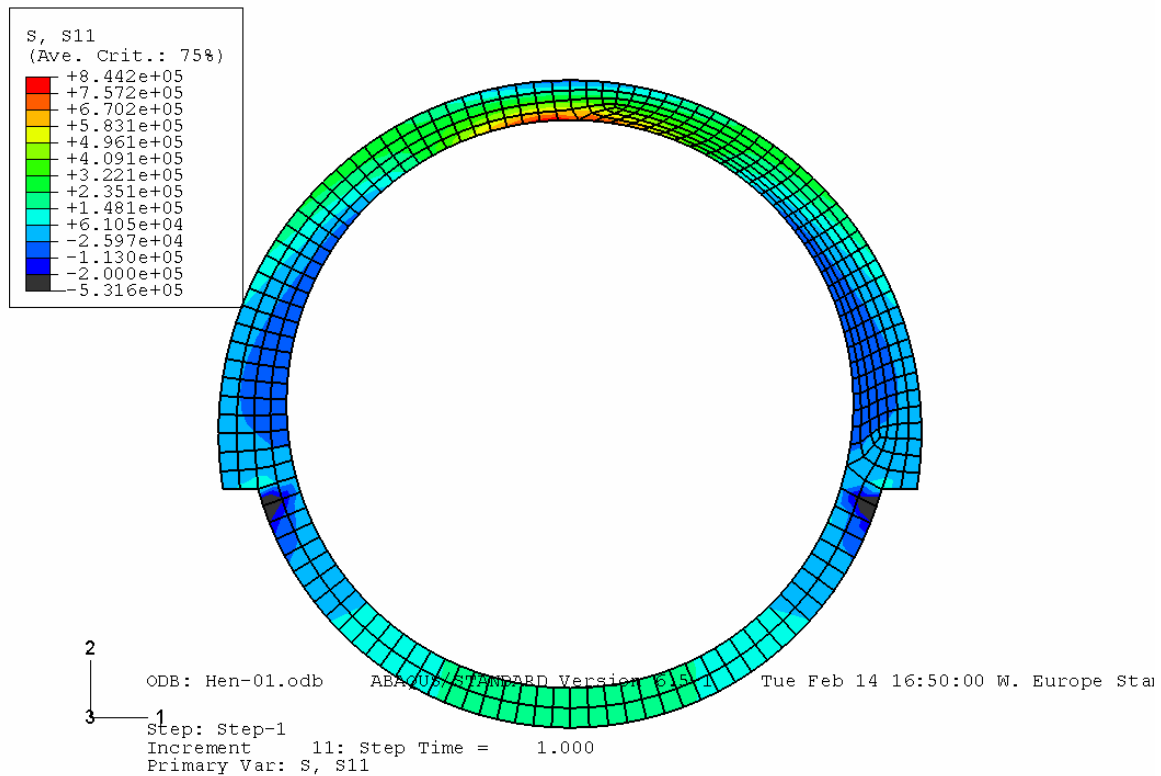


Figur 8 *Regnmodell vist med og uten "seng"*

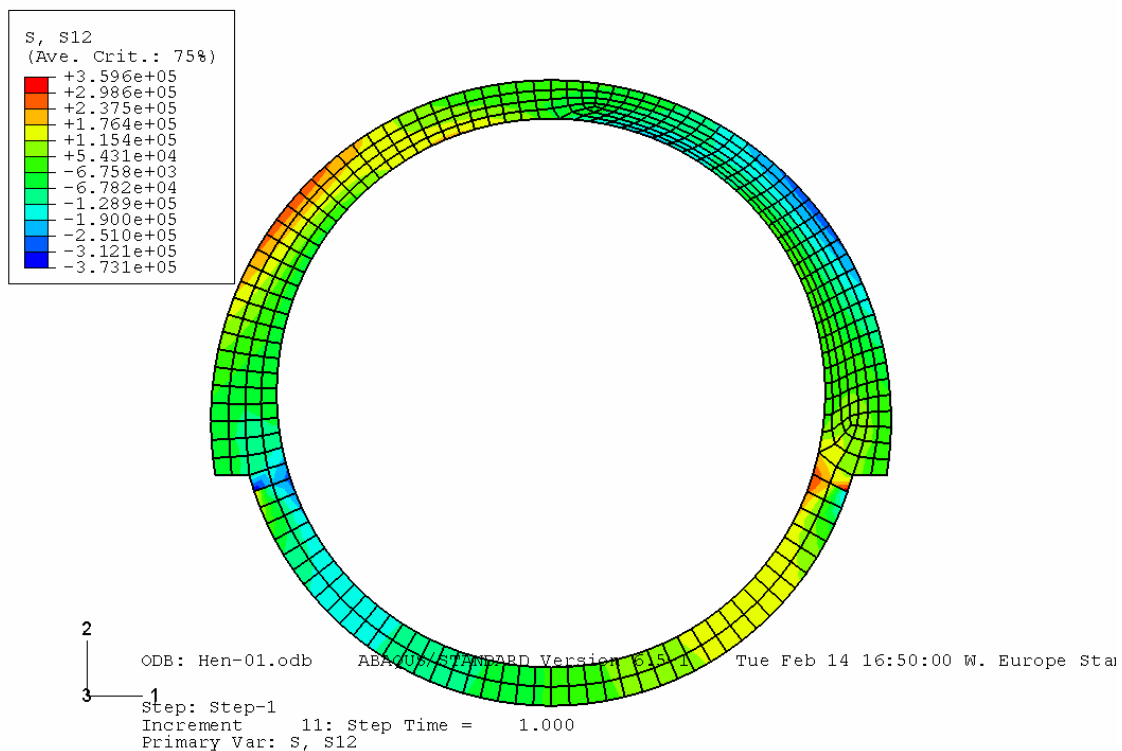
Det er valgt å kontrollere betongrøret følgende steder:

Vertikalt snitt i toppen av røret

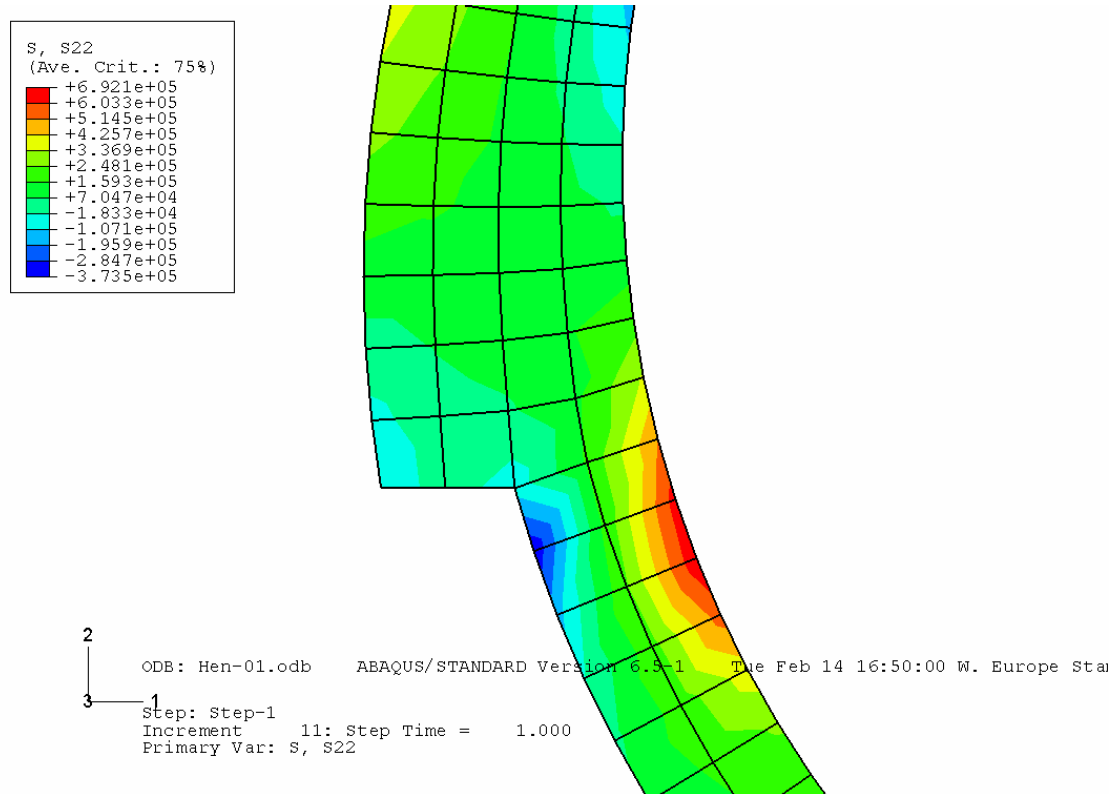
Horisontalt snitt rett i smal del av betongrøret rett under avslutningen av tykkelsesøkningen



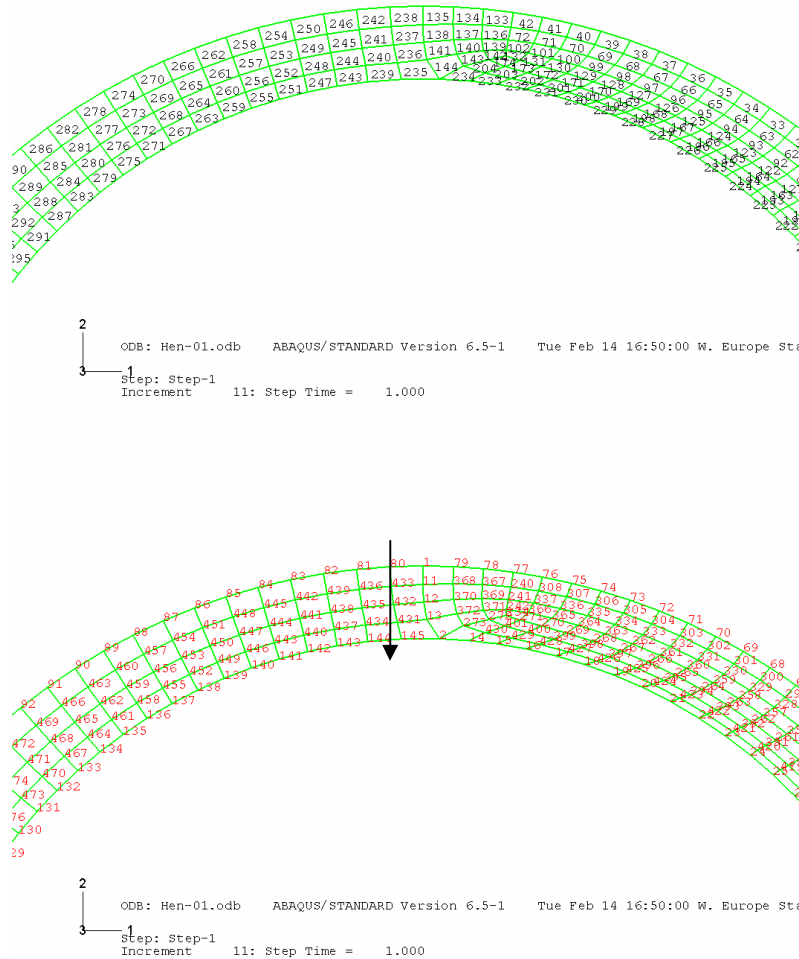
Figur 9 Tilfelle 1 - samme E-modul - spenning S11 (N/m2) i horisontal retning



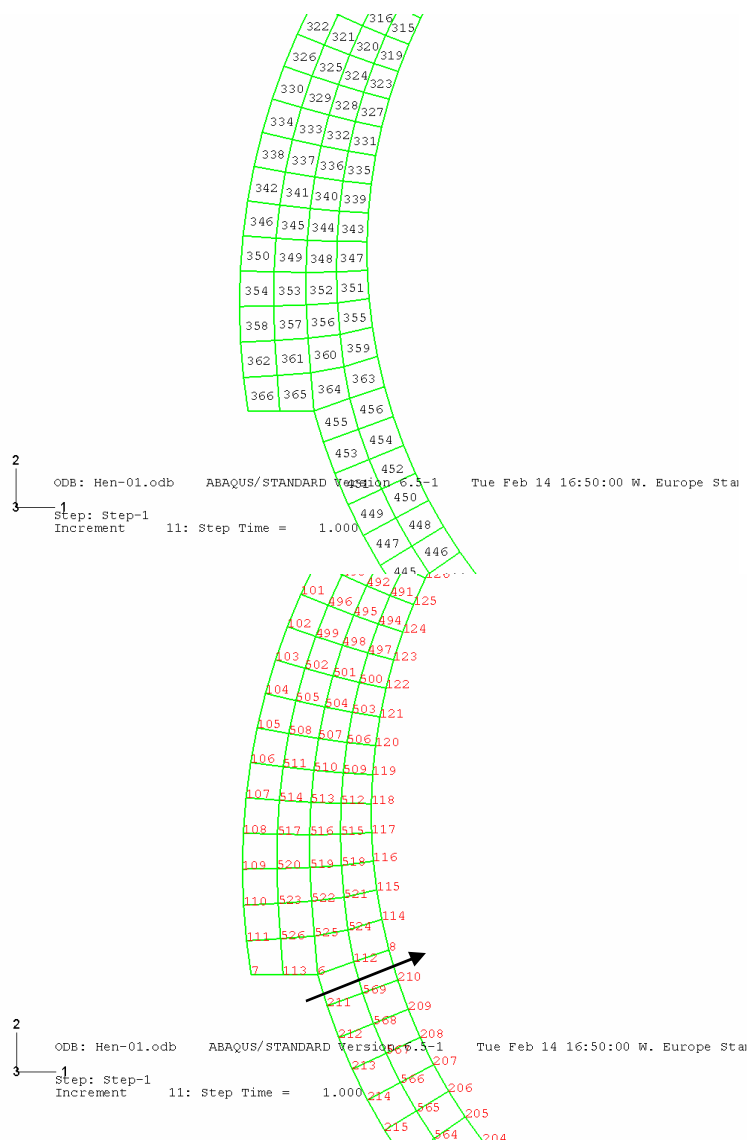
Figur 10 Tilfelle 1 - samme E-modul - skjærspenning S12 (N/m2)



Figur 11 Tilfelle 1 - samme E-modul - spenning S22 (N/m²) i vertikal retning lokalt i sidekant



Figur 12 Element og nodennummer for snitt i topp av røret



Figur 13 Element og nodenummer for snitt i sideretning i røret

5.1 Resultater Abaqus**Snitt 1 - Tilfelle 1**

THE FOLLOWING TABLE IS PRINTED FOR ALL ELEMENTS WITH TYPE CPS4 AT THE NODES

ELEMENT	ND	FOOT- NOTE	S11	S22	S12
235	431		5.7654E+05	-2.4143E+04	6.9842E+04
235	145		8.5093E+05	4.7306E+04	1.2465E+05
236	432		3.4136E+05	-3672.	7.0500E+04
236	431		5.6856E+05	4.9622E+04	1.0524E+05
237	433		1.3107E+05	-9230.	7.3004E+04
237	432		3.4456E+05	3.5656E+04	9.0942E+04
238	80		-8.0960E+04	-1.6070E+04	7.3793E+04
238	433		1.3613E+05	2.7576E+04	8.1476E+04

Snitt 1 - Tilfelle 2

235	431		5.7962E+05	-2.3861E+04	7.0690E+04
235	145		8.5729E+05	4.8482E+04	1.2621E+05
236	432		3.4143E+05	-3303.	7.1453E+04
236	431		5.7148E+05	5.0677E+04	1.0666E+05
237	433		1.2842E+05	-9084.	7.3987E+04
237	432		3.4463E+05	3.6378E+04	9.2173E+04
238	80		-8.6290E+04	-1.6166E+04	7.4686E+04
238	433		1.3354E+05	2.8033E+04	8.2480E+04

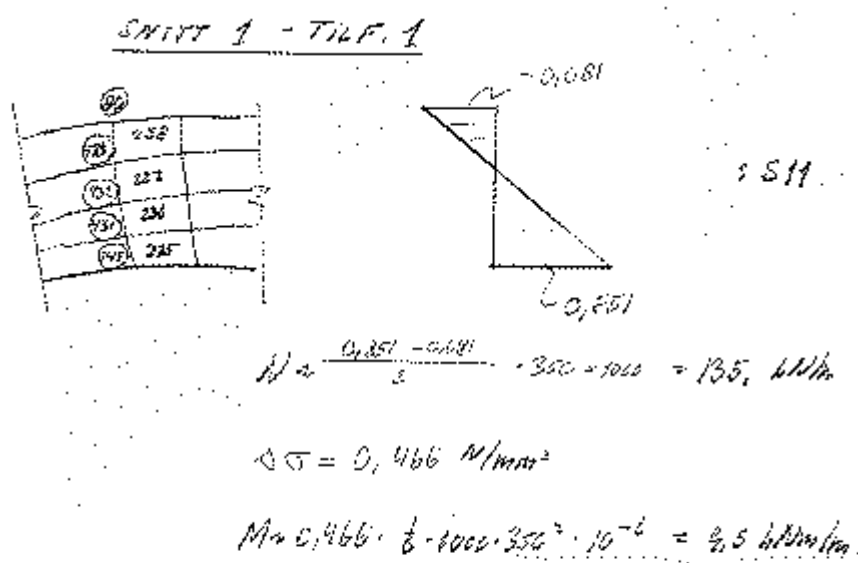
Snitt 2 - Tilfelle 1

453	569		-3.9556E+05	2.4227E+05	-1.1314E+05
453	211		-6.9496E+05	-2.2109E+05	1.8631E+05
454	210		-4.4028E+04	7.4894E+05	-2.1619E+05
454	569		-2.1071E+05	2.9936E+05	-6.5402E+04

Snitt 2 - Tilfelle 2

453	569		-3.0249E+05	2.4231E+05	-1.2539E+05
453	211		-5.4820E+05	-1.6962E+05	1.1781E+05
454	210		-1.5507E+04	6.8152E+05	-2.1853E+05
454	569		-1.5553E+05	2.8250E+05	-9.3431E+04

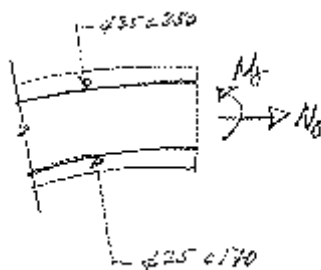
5.2 Kontroll av betongtverrsnitt

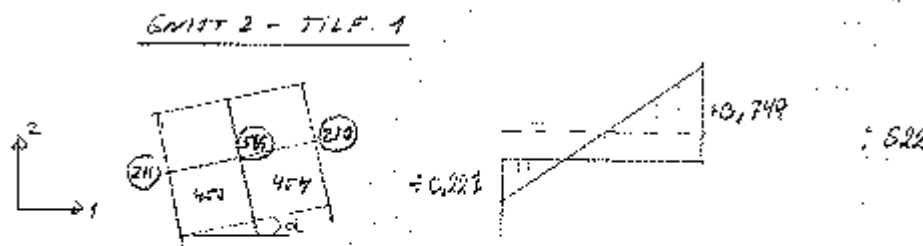


Lastfaktorer $\gamma = 1.4$;

$$N_g \sim 162 \text{ kN/m}$$

$$M_g \sim 16.4 \text{ kNm/m}$$





Merknader:

Spenninger og gitt i 1-2 -
system. Skjef spennings trans-
formering vinkelen α til skilte
system 1'-2'.

$$\sigma_1 \approx \frac{0.749 - 0.221}{2} \cdot 350 \cdot 1000 = 92.4 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_1 = \Delta \sigma + \sigma$$

$$\text{der } \Delta \sigma = 0.485 \text{ N/mm}^2$$

$$\approx 0.485 \cdot \frac{1}{6} \cdot 1000 \cdot 350^2 \cdot 10^{-6}$$

$$= 9.9 \text{ kNm/m}$$

Med lastfaktor 1,2 for vs følgende dimensjonerende

verdier:

$$N_g \approx 111 \text{ kN/m}$$

$$M_g \approx 14.9 \text{ kNm/m}$$

5.3 Resultater Dimbet

5.1.3 Betongrør - snitt 1

Vedlagt kjøring av Snitt 1 viser moderat utnyttelse av betongrøret mht. opptreddende spenninger i betong og armering for lastilfellet DFV inkl. lastfaktor 1,2.

Program D I M B E T versjon PC-97/3 (Win32)
 Lisens (01.58.1999) for: Norconsult as
 Dato: 14.02.2006 kl.: 21:57

side 1

I N N D A T A

```

HEAD      Buskerud Kraftproduksjon
HEAD      Hensfoss - Betongrør
MATP      16.8 23.31 1.96 1.4 23.33 500 1.25 1670 196 0.82 5.1
EPS       3.5 10.0 2.0 0.7
R-TV      1 R 0 0 1.000 0.350 0 0 0
ARM       SLA 1963 K L -.4 .125 .4 .125 4 0 0 0 0 0 0
ARM       SLA 2887 K L -.4 -.115 .4 -.115 4 0 0 0 0 0 0
DATA
KOOR
TVKO
KNTR      BRD 1.000 -162 -11.4 0
  
```

D A T A K V I T T E R I N G

B E T O N G

KONSTRUKSJONSFASTHET	BRD	fcn (N/mm2)	16.80
E-MODUL	BRD	Ecn (kN/mm2)	23.31
STUKNING	BRD	EPSc0 (0/00)	1.96
MATERIALKOEFFISIENT	BRD	GAMMAm	1.40
E-MODUL	BRK	Ec (kN/mm2)	23.33

A R M E R I N G

FLYTESPENNING, SLAKKARMERING	fsn (N/mm2)	500.00
MATERIALKOEFFISIENT	BRD GAMMAm	1.25
FLYTESPENNING, SPENNARMERING	fpn (N/mm2)	1670.00
E-MODUL	Ep (kN/mm2)	196.00
K-FAKTOR		.82
TØYNING I SPENNARMERING VED SPENNINGSLØS BETONG	(0/00)	5.10

T Ø Y N I N G E R

MAKS. STUKNING BRUDDGRENSE	(0/00)	3.50
MAKS. TØYNING BRUDDGRENSE	(0/00)	10.00
MAKS. STUKNING BRUKSGRENSE	(0/00)	2.00
MAKS. TØYNING BRUKSGRENSE	(0/00)	.70

T V E R R S N I T T S K O N S T A N T E R

	A (M2)	XTP (M)	YTP (M)
	IX (M4)	IXY (M4)	IY (M4)
BETONG	.350E+00 .289E-01	.125E-10 .000E+00	.141E-08 .354E-02
SLAKKARM.KON	.485E-02 .243E-03	-.626E-09 .000E+00	-.179E-01 .689E-04

Kontroll av tverrsnittet i BRUDDGRENSETILSTAND :

ARMERINGSFAKTOR : 1.000

UG = utnyttelsesgrad = beregnet verdi/tillatt verdi

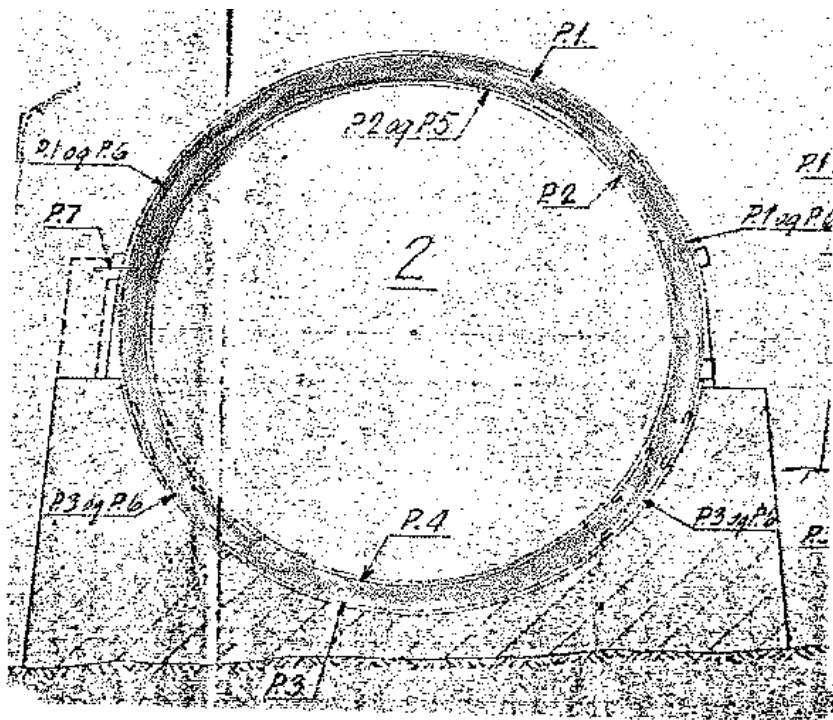
SNITTKREFTER : N =	-162.0	MX =	-11.4	MY =	.0
ENDEMOMENTER :		MX =	.0	MY =	.0
TILLEGGSMOMENTER :		MX =	.0	MY =	.0
deformasjoner :	eps0 .195	kapx -.790	kapy .000	fi 90.000	kap-fi .790
max utnyttelse av betongen i :	x =	-.500	y =	.175	
eps-c	eps-cu	UGeps	sig-c	sig-cu	UGsig
.056	-3.500	-.016	.000	-12.000	.000
max utnyttelse av slakkarm. i :	x =	-.300	y =	-.115	
eps-s	eps-su	UGeps	sig-s	sig-su	UGsig
.285	10.000	.029	45.679	400.000	.114

5.2.3 Betongrør - snitt 2

Kontroll i Dimbet kan utelates da fremregnede snittkrefter er mindre enn for snitt 1 samt at innlagt armeringsmengde er omtrentlig den samme.

5.4 Innlagt armering

Figur 14 viser typisk innlagt armering i ringretning i betongrøret



P1 - $\phi 25$ c 250 • P6 - $\phi 19$ 6stk pr. m • P3 - $\phi 19$ c 250

P2 - $\phi 25$ c 170 • P5 - $\phi 19$ c 340 P4 - $\phi 19$ c 200

Figur 14 Typisk innlagt armering i betongrøret

**BEREGNINGER
AV
TAPPE-, STENGEORGANER OG RØR**

LUKER I NICOLAIAKARET

SEGMENTLUKE

SEKTORLUKE

INNTAKSLUKER

RØRGATE I STÅL

TURBINLUKER

Oppdragsgiver	EB Kraftproduksjon AS
Oppdrag	Hensfoss Revurdering
Objekt	Treluker i Nicolaykaret
Henvisninger	Tegning 82-2704

Overslagsberegning av treluker

INNGANGSVERDIER	Betegnelse	DIM.	
Høyeste aktuelle vannstand	DFV	150,06	m.V.S
Kotehøyde terskel	kt	143,75	m.
Oppleggsbredde (lysåpning)	B	1,45	m
Profilets spesifikasjon	Profil	150x150	T24
Profilets bredde mot vann	b	150	mm
Profilets høyde	h	150	mm
Profilets treghetsmoment	I	4219	cm ⁴
Profilets motstandsmoment	W	563	cm ³
Profilets elastisitetsmodul (St:2,1)(Tre0.11)=	E	0,11	Ex10 ⁵ N/mm
Vekt pr.m.	q	15	kg/m

Antatt 6"

RESULTAT

Total belastning på nederste bjelke	P=	1,37	Tonn
Opplagerkraft pr.føring fra nederste bjelke.	P _{føring} =	0,69	Tonn
Bøyespenning	s =	4	N/mm ²
Nedbøyning	f=	1	mm
Max anbefalt nedbøyning (1/200 stål og tre.)	f=	7	mm
Max anbefalt nedbøyning (1/100 Aluminium)	f=	5630	mm
Vekt pr.bjelke (lysåpning + 0,35 m)	q=	27	kg
Antall bjelker til høyeste vannstand	n=	42	stk
Totalvekt med bjelker til høyeste vannstand	Q=	1,14	Tonn

Skjerspenning	t=	0,30	N/mm ²
---------------	----	------	-------------------

Materalkvalitet:	T24	
s _{bøy} =	24	N/mm ²
t _{skjær} =	2,8	N/mm ²
Fasthetsfaktor NS3470s.20 kl3	0,65	
Deformasjonsfaktor NS3470 s.20 kl3	3	
Lastfaktor g _f =	1,2	
Materialfaktor g _m =	1,4	
s "till" =	9	N/mm ²
t "till"=	1	N/mm ²

Kommentarer:

Lav utnyttelse av treverket, forutsatt at antatte dimensjoner er korrekte.

Dato: 2006-08-16

Sign.: Øivind Hilsen

Oppdragsgiver	EB Kraftproduksjon AS
Oppdrag	Hensfoss Revurdering
Objekt	Treluker i Nicolaykaret
Henvisninger	Tegning 82-2704

Overslagsberegning av tverrdrager

INNGANGSVERDIER	Betegnelse	Størrelse	Benevning	TYPE (I/W)	Red.fakt.
Profil 2 Areal	A	179	cm ²	< INP500	
Profil 2 Tregghetsmoment.	I	65 303	cm ⁴	68 740	0,05
Profil 2 Motstandsmoment	W	2 613	cm ³	2 750	0,05
Profil 2 Avstand til tyngdepunkt	e2	250	mm		
Profil 2 Høyde	H2	500	mm		
Egenvekt av materiale (Al:2,7/St:7,85)	Eg.vekt	7,85	kg/dm ³		
Materialets E-modul Al:0,7/St:2,1)	E	2,1	x 10 ⁵ N/mm ²		
Materialets flytespenning (antatt St 37)	s f	235	N/mm ²		
Lastfaktor	g f	1,2			
Materialfaktor	g m	1,4			

LASTER

Nyttelast - Regner her jevnt fordelt	P (l/8)	47,0	Tonn	< 1,6*6,12*4,8
Profillets lengde	L	6 120	mm	

RESULTAT

Avstand til tyngdepunkt	e=	ERR	mm	(NB sjekk største)
Tregghetsmoment	I=	0	cm ⁴	
Motstandsmoment.	W=	0	cm ³	
Vekt	q=	0	kg/m	
Samlet vekt	Q =	0	kg	
Maks bøyespenning	s =	ERR	N/mm²	
Nedbøyning pga. egenvekt og jevn last	f1=	ERR	mm	
Relativ nedbøyning f rel.=	1: ERR			

Tillatt spenning	s till=	ERR	N/mm²
-------------------------	---------	------------	-------------------------

Kommentarer:

Oveslaget er noe usikkert, men vi antar at bærigheten til profilet tilfredsstiller kravene ved DFV.

Dato:2006-08-16

Sign: Øivind Hilsen

Oppdragsgiver:	EB Kraftproduksjon AS
Oppdrag navn:	Revurdering Hensfoss
Oppdragsnr.:	3219500
Objekt:	Segmentluke
Henvising:	Arr,tegning 49183

Vektberegning for luke

Element	Ref tegn	Pos	Antall	Bredde mm	Lengde mm	Tykkelse mm	kg/dm ³ kg/m	Vekt kg	Lukefront	Lukeben	Ramme
Plater luke											
Frontplate	49393-0		1	3 670	9 000	10	8	2 642	2 642		
							8	0	0		
Plater lukeben											
Konstr. v/dreiesenter		div						200		200	
Plater for tilkob. av lukeben								400		400	
Profiler til luke											
Horisontale ribber UNP140*9m			2		9 000		16,00	288	288		
Vertikale ribber UNP 140*	49393-0	99,100	13		3 164		16,00	658	658		
Vinkel topp/bunn 80*80*10*100		101	26		100		9,66	25	25		
Vinkel midt 70*70*10*170		105	22		170		10,00	37	37		
Vinkel midt 100*65*9*170		105	22		170		11,10	42	42		
Ramme											
Vertikale bærere tilsv. UNP400			5		2200		71,8	790			790
Horisontale bærere tilsv. UNP400			2		8500		71,8	1 221			1 221
Kryssavstivning L80*80*10*3200			8		3200		9,66	247			247
								0			
Profiler for lukeben											
Hovedben antatt HE240B			4		4600		83,2	1 531		1 531	
Kryssavstivning antatt IPE 240			2		6600		30,7	405		405	
Enkeltkomponenter											
Pakninger og pakningsjern								200	200		
Div. detaljer lukefront								400	400		
Sum								9 086	4,293	2,536	2,258
										For momentberegning (tonn)	

Kommentarer:

Mangler detaljtegninger, men anser resultatene for å være tilstrekkelig nøyaktige for overslagsberegningene.

Dato: 30.mai 2006

Utført av: Øivind Hilsen

Oppdragsgiver:	EB Kraftproduksjon AS
Oppdrag navn:	Revurdering Hensfoss
Oppdragsnr.:	3219500
Objekt:	Segmentluke
Henvising:	Arr,tegning 49183

OVERSLAGSBEREGNING AV OPPTREKSKRAFT FOR SEGMENTLUKE**INNGANGSVERDIER**

Momenter	Vekt tonn	Arm m	Moment tm
Lukefront	4,293	5,000	21,463
Lukeben	2,536	2,800	7,101
Rammekonstruksjon	2,258	4,500	10,160
Momentarm for opptrekkskjede		5,500	

Pakningsfriksjon		
Radius pakning (frontplate)	5,500	m
Segmentets vinkel	33,0	°
Gjennomsnittlig vanntrykk	3,200	mVS
Pakn.faktor (Kølle:0,06 Notepakning:0,032)	0,06	
Friksjonskoeffesient (Veil.0,83)	0,83	

RESULTAT

Lukens egenvekt	9,1	Tonn
Pakningsfriksjon	1,0	Tonn
Moment i bunnstilling fra egenvekt og pakningsfriksjo	44,3	Tm
Nødvendig netto opptrekkskraft samlet	8,1	Tonn
Opptrekkskraft pr. side	4,0	Tonn
Nominelt opptrekk på eksisterende spill	12,0	Tonn
Sikkerhetsfaktor	1,49	
Vanlig krav (1,25)	1,25	

Kommentarer:

Nominell opptrekkskraft tilfredsstiller kravene

Dato: 30. mai 2006

Utført av: Øivind Hilsen

Oppdragsgiver:	EB Kraftproduksjon AS
Oppdrag navn:	Revurdering Hensfoss
Oppdragsnr.:	3219500
Objekt:	Segmentluke
Henvisninger:	Arr.tegning 49183 og 49393-0

OVERSLAGSBEREGNING AV OPPTREKSKJEDEType kjede: **Kværner Deling 90 mm**

Beregningsgrunnlag for øre: DIN 19704

INNGANGSVERDIER - KJEDE		DIM.		DIN8150
Strekk uten lastfaktor	S	6,00	Tonn	
Antall lenker pr. ledd	n lenker	4		
Bredde lenke	B lenke	65	mm	g1
Tykkelse lenke	t lenke	6	mm	s
Diameter bolt v/lenke	d lenke	30	mm	d2
Diameter bolt v/ drev	d vdrev	36	mm	d1
Radius lenke ca	r lenke	38	mm	
Forskyvning av radius	r-r	0	mm	ca
OBS! Max teoretisk forskyvning	e_{max} =	3,25	mm	
Friksjonskoeff. bolt/hjul (typisk 0,2)	μ _{bolt/hjul}	0,20		antatt
Bruddgrense bolt	S _b bolt	570	N/mm ²	st60 Antatt
Flytegrense bolt	S _f bolt	335	N/mm ²	
Bruddgrense lenke	S _b lenke	490	N/mm ²	St52 Antatt
Flytegrense lenke	S _f lenke	355	N/mm ²	
RESULTAT - KJEDE				
Strekkspenning i lenke	S _s =	89	N/mm ²	
Vrispenning i bolt	S _v =	5	N/mm ²	
Flatetrykk i bolt/lenke	p=	91	N/mm ²	
Jevnført spenning i bolt	S _j =	91	N/mm ²	

Sikkerhet mot brudd i bolt	s _{bb} =	6,2	
Sikkerhet mot flyting i bolt	s _{fb} =	3,7	
Sikkerhet mot brudd i lenke	s _{bl} =	5,5	
Sikkerhet mot flyting i lenke	s _{fl} =	4,0	

INNGANGSVERDIER - ENDELEDD OG KJEDEFESTE I LUKE

Radius endelenke	R	38	mm	u2
Diameter bolt	D	45	mm	d3
Innvendig bredde mellom endelasker	b	38	mm	b
Forskyvning av radius	E	0	mm	u2-g3/2
OBS! Max teoretisk forskyvning =	e	8	mm	
Anleggsbredde for feste i luke	b _{boss} =	38	mm	(b - skiver)
Radius festeøre i luke	R _{øre}	60	mm	
Bruddgrense festeøre	s _b øre	340	N/mm ²	st 37-2
Flytegrense bolt	s _f øre	235	N/mm ²	
Bruddgrense bolt	S _b bolt	500	N/mm ²	SS2333
Flytegrense bolt	S _f bolt	210	N/mm ²	

RESULTAT - ENDELEDD OG KJEDEFESTE I LUKE

Strekkspenning i endelenke	S _s =	132	N/mm ²	
Vrispenning i bolt	t _v =	8	N/mm ²	
Flatetrykk i bolt/lenke	p=	61	N/mm ²	
Jevnført spenning i bolt	S _j =	62	N/mm ²	
Maks skjærspenning i bolt	t _b =	25	N/mm ²	
Senteravstand mellom innerste lasker (midl.)	e _{cl} =	42	mm	
Bøyespenning midt på bolt	S _j =	39	N/mm ²	
Strekkspenning i festeøre på luke ca.	S _s =	32	N/mm ²	

Sikkerhet mot brudd i endebolt	S _{beb} =	13,0	
Sikkerhet mot flyting i endebolt	S _{feb} =	5,4	
Sikkerhet mot brudd i endelenke	S _{bel} =	3,7	
Sikkerhet mot flyting i endelenke	S _{fel} =	2,7	
Sikkerhet mot brudd i festeøre på luke	S _b øre=	10,8	
Sikkerhet mot flyting i festeøre på luke	S _f øre=	7,4	

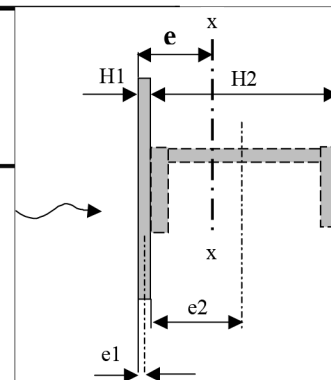
Kommentarer:

Normal utnyttelse. Ingen spesielle svakheter ved kjede, Endeled er noe svakere enn kjedet.

Dato: 2006-06-02

Utført av: Øivind Hilsen

Oppdragsgiver	EB Kraftproduksjon AS
Oppdrag	Hensfoss Revurdering
Objekt	Sektorluke
Henvisninger	Tegning 48643-0 og 48645-1



Overslagberegning av spenninger i lukekropp.

Kontroll av nedre horisontale profil på luka

		DIM.	Anm	Sett inn l og W	Red.fakt.
Profil 1 Areal	A	30,00	cm ²	< PI 10*400 mm	
Profil 1 Tregghetsmoment	I	3,1635	cm ⁴	3,3300	0,05
Profil 1 Motstandsmoment	W	6,337	cm ³	6,670	0,05
Profil 1 Avstand til tyngdepunkt	e1	5,0	mm	< H1/2	
Profil 1 Høyde	H1	10,0	mm		
Profil 2 Areal	A	37,40	cm ²	< UNP180	
Profil 2 Tregghetsmoment.	I	1 215,0000	cm ⁴	1 350,0000	0,10
Profil 2 Motstandsmoment	W	135,000	cm ³	150,000	0,10
Profil 2 Avstand til tyngdepunkt	e2	90	mm		
Profil 2 Høyde	H2	180	mm		
Egenvekt av materiale (Al:2,7/St:7,85)	Eg.vekt	7,85	kg/dm ³		
Materialets E-modul Al:0,7/St:2,1)	E	2,1	x 10 ⁵ N/r		
Materialets flytespenning (antatt St 37)	s f	235	N/mm ²		
Lastfaktor	g f	1,4			
Materialfaktor	g m	1,4			

LASTER OG SPENNVIDDE

Last fra egenvekt	P (eg.vekt)	0,0	Tonn		
Nyttelast - jevnt fordelt	P (l/8)	6,0	Tonn	Vanntrykk ca	4,86*0,6*2,06
Nyttelast - punktlast på midten	P (l/4)	0,0	Tonn		
Profilets lengde (spennvidde)	L	2 060	mm		

RESULTAT

Avstand til tyngdepunkt fra plate	e=	58	mm
Største avstand til felles tyngdepunkt	e _{max} =	132	mm
Tregghetsmoment	I=	2 721	cm ⁴
Motstandsmoment.	W=	206	cm ³
Vekt	q=	53	kg/m
Samlet vekt	Q =	109	kg
Maks bøyespenning	s=	75	N/mm²
Nedbøyning pga. egenvekt og jevn last	f1=	1	mm
Nedbøyning pga. punktlast på midten	f2=	0	mm
Samlet nedbøyning	f=	1	mm
Relativ nedbøyning f rel.=	1: 1723		

Tillatt spenning	s till=	120	N/mm²
-------------------------	---------	------------	-------------------------

Kommentarer:

Statiske verdier er redusert med hhv. 5% og 10% pga. antatt korrosjon.

40 cm av frontplate er medregnet.

Beregningen viser moderate spenninger.

Dato: 13. juli 2006

Utført av: Øivind Hilsen

Oppdragsgiver	EB Kraftproduksjon AS
Oppdrag	Hensfoss Revurdering
Objekt	Sektorluke
Henvisninger	48644-1 og 48645-1

Platefeltspenning i nedre del av frontplate

Henv.: DIN19704

INNGANGSVERDIER		DIM.	ANM.(not)
Spesifikk belastning ved DFV -red.til kt.148,76	p	5,160	Tonn/m ²
Platetykkelse 10 mm- red. til 9,5mm pga. korrosjon	s	9,5	mm
Platelengde	b	1900	mm
Platebredde	a	500	mm

<i>Utregnet lengde/breddeforhold.....b/a=</i>	<i>b/a=</i>	<i>3,8</i>	
Faktor k for midtspenning x-retning....k1x	k1x	74,2	(fritt opplagret)
Faktor k for midtspenning y-retning... k1y	k1y	23,3	(fritt opplagret)
Faktor k for randspenning x-retning....k3x	k3x	50,0	(innspent 4 sider)

Platematerialets flytespenning (antatt St 37)	s _f	235	N/mm ²
Lastfaktor	g _f	1,4	
Materialfaktor	g _m	1,4	

RESULTAT

Midtspenning i x-retning	s _{1x} =	106	N/mm ²
Midtspenning i y-retning	s _{1y} =	33	N/mm ²
Res. spenning i fritt opplagret plate	s_j=	111	N/mm²
Randspenning i x-retning	s _{3x} =	71	N/mm ²
Randspenning i y-retning	s _{3y} =	21	N/mm ²
Resulterende spenning i innspent plate	s _j =	75	N/mm ²
Tillatt spenning	s_{till}=	120	N/mm²

Kommentarer:

Platefeltspenninger i frontplate tilfredsstiller kravene ved DFV

Platefeltet er regnet rett; bueformen vil reduseres spenningen

Dato: 13. juli 2006

Utført av: Øivind Hilsen

Oppdragsgiver	EB Kraftproduksjon AS
Oppdrag	Hensfoss Revurdering
Objekt	Sektorluke
Henvisninger	48644-1 og 48646-1

Platefeltspenning i ryggplate åpen luke

Henv.: DIN19704

INNGANGSVERDIER		DIM.	ANM.(not)
Spesifikk belastning ved DFV-red.til kt.147,70	p	4,400	Tonn/m ²
Platetykkelse 12 mm- red. til 11,5mm pga. korrosjon	s	11,5	mm
Platelengde	b	1900	mm
Platebredde	a	500	mm

<i>Utregnet lengde/breddeforhold.....b/a=</i>	<i>b/a=</i>	<i>3,8</i>	
Faktor k for midtspenning x-retning....k1x	k1x	74,2	(fritt opplagret)
Faktor k for midtspenning y-retning... k1y	k1y	23,3	(fritt opplagret)
Faktor k for randspenning x-retning....k3x	k3x	50,0	(innspent 4 sider)

Platematerialets flytespenning (antatt St 37)	s _f	235	N/mm ²
Lastfaktor	g _f	1,4	
Materialfaktor	g _m	1,4	

RESULTAT

Midtspenning i x-retning	s _{1x} =	62	N/mm ²
Midtspenning i y-retning	s _{1y} =	19	N/mm ²
Res. spenning i fritt opplagret plate	s_j=	65	N/mm²
Randspenning i x-retning	s _{3x} =	42	N/mm ²
Randspenning i y-retning	s _{3y} =	12	N/mm ²
Resulterende spenning i innspent plate	s _j =	43	N/mm ²
Tillatt spenning	s_{till}=	120	N/mm²

Kommentarer:

Platefeltspenninger i ryggplate er moderate

Dato: 13. juli 2006

Utført av: Øivind Hilsen



Sign. THS	Dato/ Date 28/11-06	Prosjekt/ Project Sektorluke undergurt	Prosj.nr./ Proj.no 3219500
Ktr./ Chkd	Dato/ Date		

Ref.

SEKTORLUKE

Følgende sider omhandler kontroll av undergurt i sektorluke. Kontrollen er utført for DFV n 150, 06 (orig. kontroll) der trykkløstene er kontrollert med mulig uttørking.

Beregningene viser tilfredsstillende kapasitet, sikkerhet mot uttørking ca 2,2 m/hl. rustfreslag på 90%.

Sign.

TAA

Dato/ Date

29/11-06

Prosjekt/ Project

Sektorluke undergurt

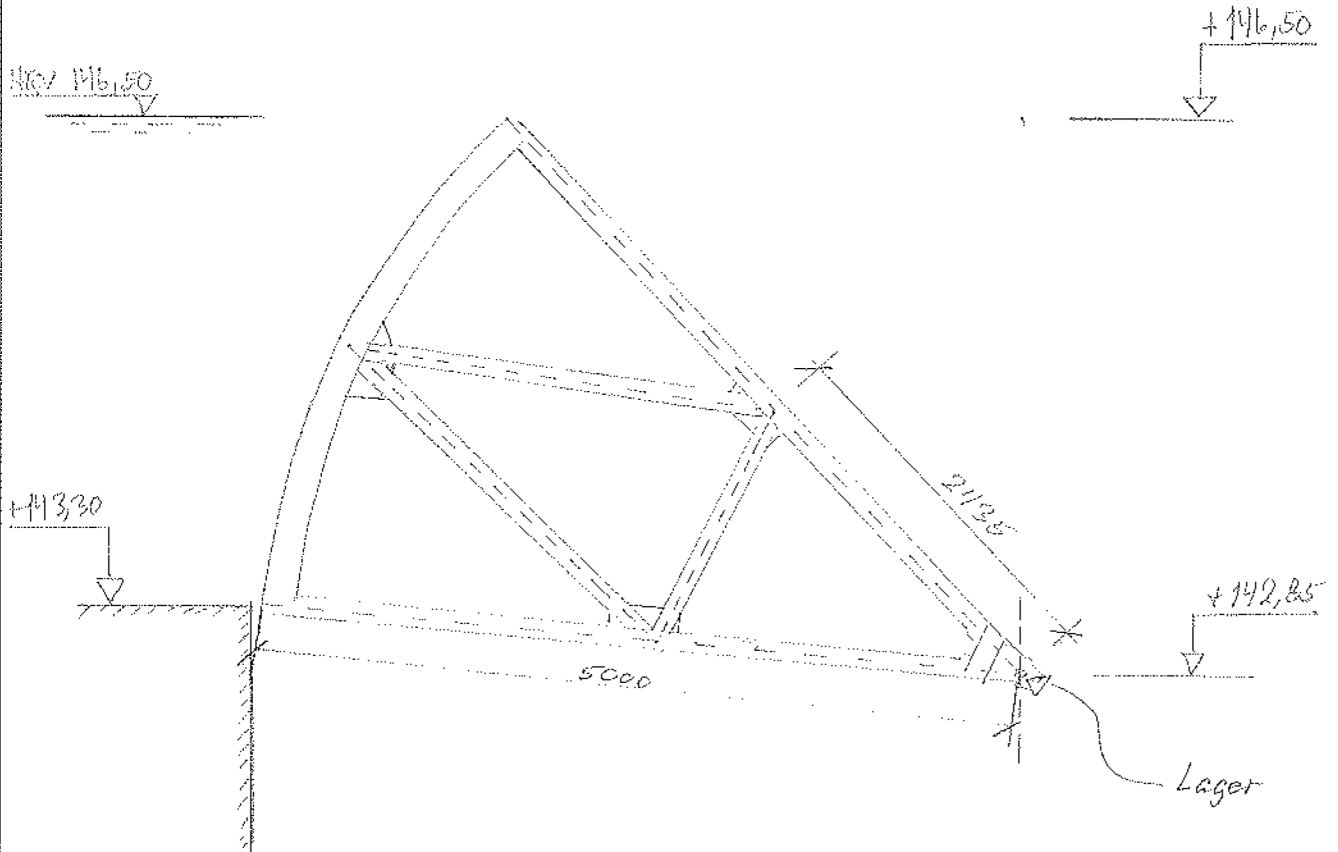
Prosj.nr./ Proj.no

3219500

Ktr./ Chkd

Dato/ Date

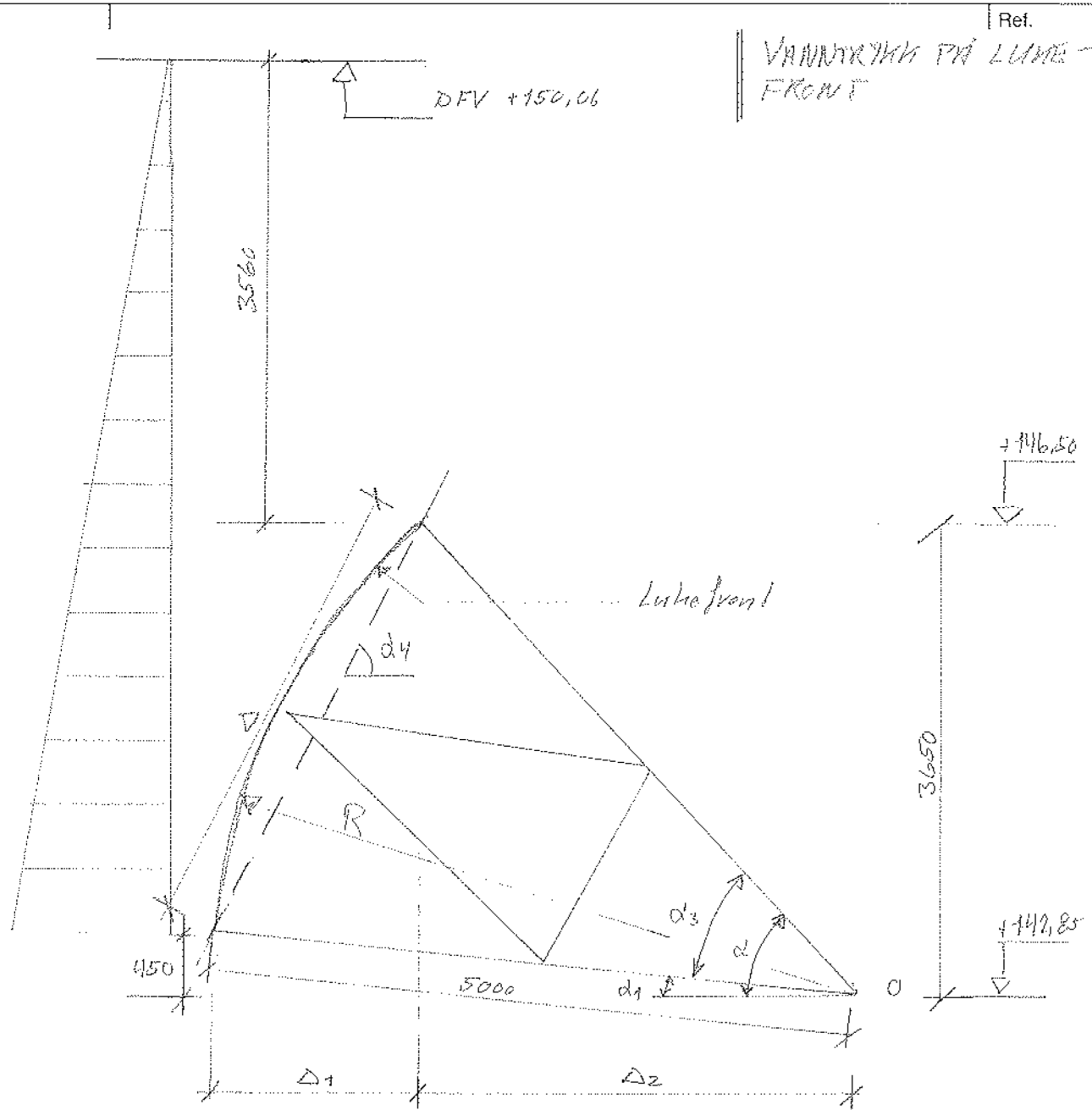
Ref.

SEKTORLUKE

Geometrisk figur.

Tegn. grunnlag ; 48643 - 0

Sign. TMS	Dato/ Date 28/11-06	Prosjekt/ Project Sektorluke undergurt	Prosj.nr./ Proj.no 3219500
Ktr./ Chkd	Dato/ Date		



DFV:

Vanntrykk ved lukefel:

$$p_w = 10 \times 6,76 = 67,6 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{der } h_w = 6,76 \text{ m}$$

$$\text{Høyde over topp luke; } h_{tp} = 3,56 \text{ m}$$

Sign. TMS	Dato/ Date 20/11-06	Prosjekt/ Project Sektorluke undergurt	Prosj.nr / Proj.no 3219500
Ktr./ Chkd	Dato/ Date		

Ref.

$$\left. \begin{aligned} \sin \alpha &= \frac{3,65}{5,0} = 0,73 & \alpha &= 46,886^\circ \\ \sin \alpha_1 &= \frac{0,45}{5,0} = 0,09 & \alpha_1 &= 5,164^\circ \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \alpha_3 &= \alpha - \alpha_1 \\ &= 41,723^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cos \alpha &= \frac{D_2}{R} \Rightarrow D_2 = 5,0 \cdot \cos 46,886 = 3,417 \text{ m} \\ D_1 &= 1,563 \text{ m} \\ D_1 + D_2 &= 4,980 \text{ m} \end{aligned}$$

Sektorluke front:

$$A = 2 \cdot R \cdot \sin \frac{\alpha_3}{2} = 3,561 \text{ m}$$

Resulterende vanntrykk på luke front:

$$\begin{aligned} P_{w, \text{res}} &= 3,56 \times 10 \times 3,561 + (3,65 - 0,45) \times 10 \times 3,561 \times \frac{1}{2} \\ &= 126,8 + 57,0 = \underline{\underline{183,7 \text{ kN/m}}} \end{aligned}$$

Lukelengde 27,3 m gir

$$P_w = P_{w, \text{res}} \times 27,3 = \underline{\underline{5016 \text{ kN}}}$$

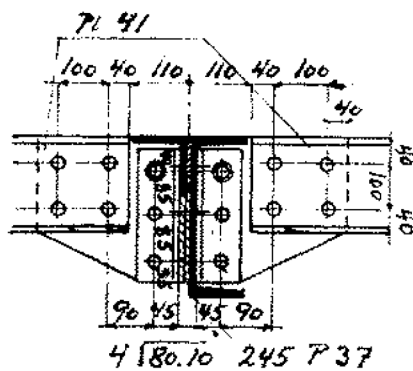
3 tillegg kommer 'drag' krefter fra endel av vann som strammer over luke.

Sign. TMS	Dato/ Date 29/10/11	Prosjekt/ Project Sektorluke undergurt	Prosj.nr./ Proj.no 3219500
Ktr./ Chkd	Dato/ Date		

Ref.

PROFILER I NORMALE BUERAMME

- Ryggplate (profil i overgurt)



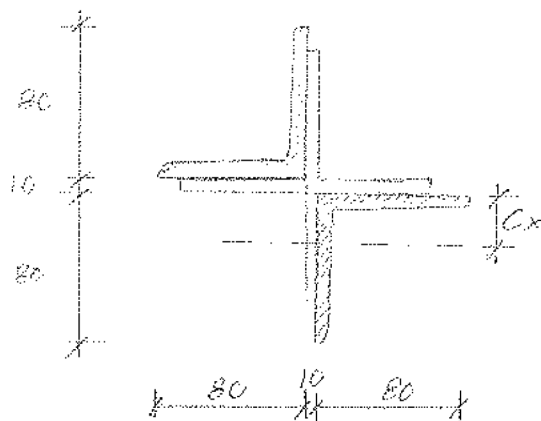
Kanalprofil UNP 300

+ Vinkelprofil 80x10

$$A = 5880 + 1510 = 7390 \text{ mm}^2$$

$$I_{xx} \approx 20,3 \cdot 10^6 + 0,875 \cdot 10^6 = 21,2 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

- Innvendige gurer og undergurt:



Vinkel 80x80x10;

$$A = 1510 \text{ mm}^2$$

$$I_{xx} = 875 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$$

$$C_x = 23,4 \text{ mm}$$

$$\text{Areal } A_{\text{sum}} \approx 2 \times 1510 = 3020 \text{ mm}^2$$

Areal treghetsmoment;

$$I = 2 \times 875 \cdot 10^3 + 2 \times 1510 \times (23,4 + 5)^2$$

$$= 1750 \cdot 10^3 + 2436 \cdot 10^3 = 4,186 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Med rustfadrag 20% får vi $I_{\text{red}} \approx 3,349 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

Statisk modell for lagerramme

Rammeprogrammet fra GBS-Data er benyttet for å beregne stavkrefter i rammen som "ligger" i vertikalplanet ved lagrene.

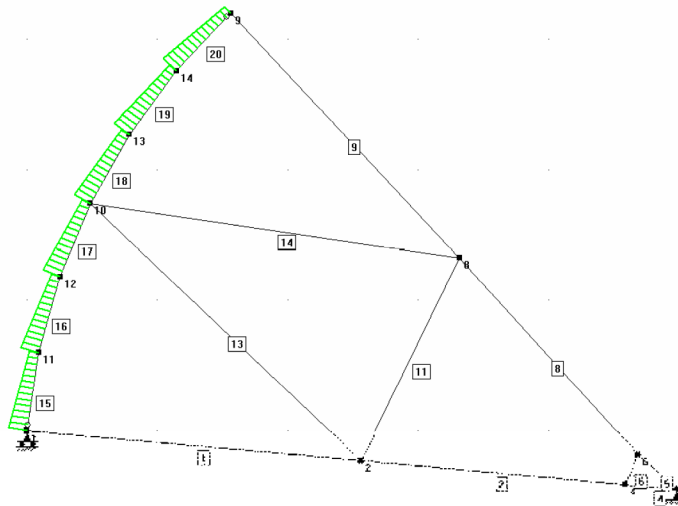
Følgende situasjon er studert:

i) Luke i toppstilling

Rammen er modellert med "riktige" stivheter for stavene, dvs. for det innvendige fagverket og for undergurten. For frontplaten og ryggplaten er det lagt inn realistiske stivheter for å få fordelt den ytre lasten - vanntrykket - på tilnærmet riktig måte inn i fagverksystemet.

Lastsituasjon i) er i beregningene fra rammeprogrammet kalt Komb-2.

i) Luke i toppstilling



Lastpåføringen tegnet i Rammeprogrammet er ikke i målestokk. "Identiske" trapeslaster er tegnet av programmet for hvert element i frontplaten.

Følgende laster er påført :

Element	Ende 1 kN/m ²	Ende 2 kN/m ²
15	337,46	307,53
16	307,53	278,37
17	278,37	250,41
18	250,41	224,06
19	224,06	199,71
20	199,71	177,72

Det påsatte vanntrykket er iht. trykkehøyden for DFV. Lastbredde og lastfaktor er inkludert i den påførte lasten.

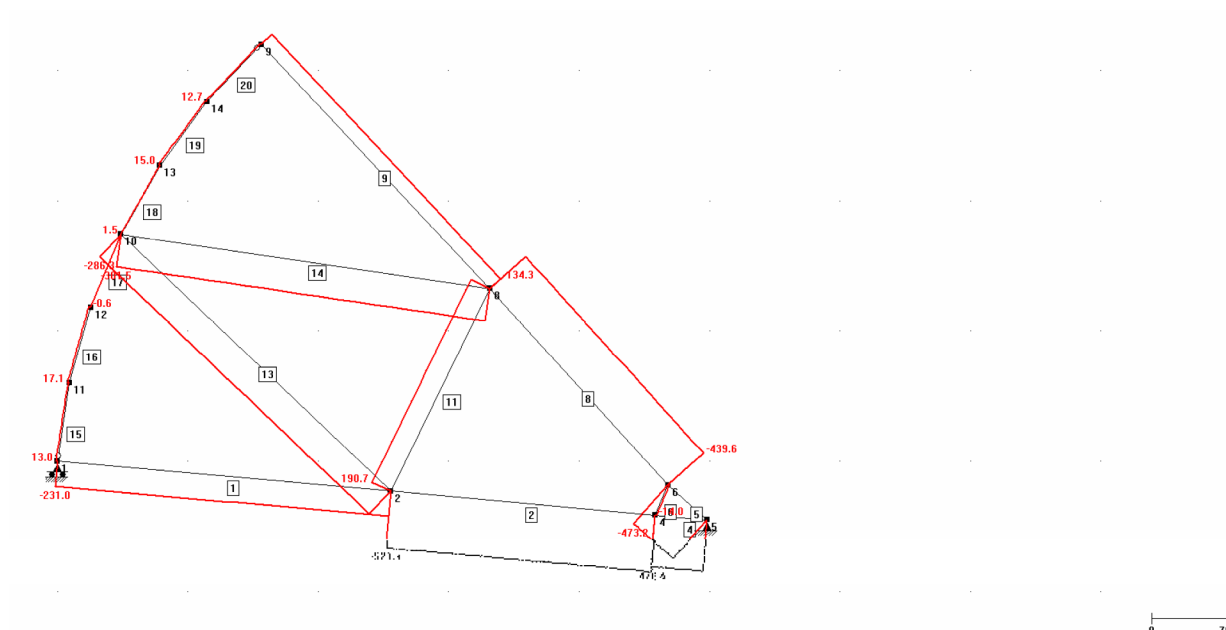
Lastfaktor: 1,2

Lastbredde: 4,16 m

Resultatene fra beregningene må evt. korrigeres for materialfaktor.

Resultater fra rammeprogrammet GBS-Data Rammeberegning

Lastsituasjon i)



Knekking av T-stav i undergurt

Knekking av T-140 profil i undergurt element 1, 2 og 3, er utført i vedlagte tabell. Beregningene er basert på at stavene er leddet i begge ender (konservativt).

Tverrsnittsareal: $A_p = 3\,020\text{ mm}^2$
Motstandsmoment $I_{x-x} = 4\,186\text{ E}+3\text{ mm}^4$

Motstandsmomentet er antatt lik om begge akser.

Med antatt rustfradrag tilsvarende en reduksjon i stivhet på 20 % får vi:

Motstandsmoment $I_{x-x, \text{red}} = 3\,349\text{ E}+3\text{ mm}^4$

Eulerlast: $P_{kr} = \pi^2 EI/l^2$

Beregner om svak akse y-y.

Element nr.	Aksialkraft	Spenning	Knekklengde	Eulerlast	Eulerlast inkl. rustfradrag
	kN	N/mm ²	m	kN	kN
1	-230,0	76,2	2,565	-1319	-1055
2	-525,0	173,8	2,435	-1463	-1170

Beregningene viser at kapasiteten mot mulig utknekking er tilfredsstillende for både stav 1 og stav 2. Med innregnet rustfradrag på motstandsmomentet tilsv. 20 % er beregnet sikkerhetsfaktor mot utknekking ca. 2,2.

Utskrift av snittkrefter fra GBS-Data:

Lastsituasjon i)

Kombinasjon - Komb-2 Nodesnittkrefter - 1. orden

Element	Node	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Element	Node	M (kNm)	V (kN)	N (kN)
1	1	0	-0.1	-231.0	13	10	-1.3	0.7	-286.3
	2	-0.3	-0.1	-231.0		2	0.7	0.7	-286.3
2	2	-0.7	0.9	-521.9	14	10	-0.1	-0.3	-301.5
	4	1.1	0.9	-521.9		8	-0.8	-0.3	-301.5
4	4	-0.5	0.5	-478.4	15	1	0	230.7	13.0
	5	-0.3	0.5	-478.4		11	79.7	35.1	13.0
5	6	3.6	-8.3	-473.2	16	11	79.7	33.3	17.1
	5	0.3	-8.3	-473.2		12	45.2	-144.3	17.1
6	4	1.5	-41.2	-14.0	17	12	45.2	-145.3	-0.6
	6	-8.8	-41.2	-14.0		10	-92.5	-305.7	-0.6
8	6	-12.4	13.1	-439.6	18	10	-91.1	255.7	1.5
	8	14.2	13.1	-439.6		13	19.6	111.9	1.5
9	8	11.8	-4.6	-134.3	19	13	19.6	110.9	15.0
	9	0	-4.6	-134.3		14	47.1	-17.6	15.0
11	2	1.1	-1.6	190.7	20	14	47.1	-19.3	12.7
	8	-1.6	-1.6	190.7		9	0	-133.8	12.7

Oppdragsgiver:	EB Kraftproduksjon AS
Oppdrag navn:	Revurdering Hensfoss
Oppdragsnr.:	3219500
Objekt:	Inntaksluker
Henvisninger:	Tegning 82-2750 og 5632/4

Vektberegning

Element	Ref tegn	Pos	Antall	Bredde mm	Lengde mm	Tykkelse mm	kg/dm ³ kg/m	Vekt kg
Plater								
Frontplate			1	3700	4100	10	8	1 214
Ribber vertikalt (antatt)			4	210	4100	10	8	276
Profiler								
Horisontale stivere (antatt UNP220)			13		3700		29,4	1414
Vertikale sideprofiler UNP220			2		4100		29,4	241
Enkeltkomponenter								
Feste for opptreksstang								150
Pakninger og pakningsjern								200
Div. avstivninger i bunn								300
Sum								3 794

Kommentarer:

Setter antatt egenvekt til 4 tonn i videre beregninger

Dato: 2006-06-07

Utført av: Øivind Hilsen

Oppdragsgiver:	EB Kraftproduksjon AS
Oppdrag navn:	Revurdering Hensfoss
Oppdragsnr.:	3219500
Objekt:	Inntaksluker
Henvisninger:	Tegning 82-2750 og 5632/4

OVERSLAGSBEREGNING AV OPPTREKSKRAFT FOR GLIDELUKE**INNGANGSVERDIER LUKE**

		DIM.	ANM.
Dimensjonerende vannstand (DFV)	kt	150,060	m
Kotehøyde terskel	kt	141,000	m
Lysåpning bredde	B	3,500	m
Lysåpning høyde	H	4,000	m
Avstand lysåpning B til CL pakning (70mm)	B-pakning	0,000	m
Avstand lysåpning H til CL pakning (100mm)	H-pakning	0,000	m
Lukevekt.	Gluke	4,000	Tonn
Vekt av opptreksstang	Gutstyr	0,200	Tonn
Vinkel med vertikalplanet	a=°	0,0	°
<i>Vinkel i radianer</i>	<i>a=rad</i>	<i>0,00</i>	<i>rad</i>

RESULTAT LUKE

Vanntrykk ved terskel	p_{terskel}=	9,06	mVS
Totalt areal	A=	14,00	m²
Egenvekt dekomponert langs føringer	P_{parallel}=	4,200	Tonn
Trykk fra egenvekt pga.skråstilling	P_{egenvekt}=	0,000	Tonn
Pakningsfriksjon ved utjevnet vanntrykk ($\mu=0,83$)	F_p=	0,000	Tonn
Glidfriksjon fra egenvektkomponent ($\mu=0,6$)	F_g=	0,000	Tonn
Totaltrykk ved ensidig vanntrykk	P_{total}=	98,8	Tonn
Pakningsfriksjon ved ensidig vanntrykk ($\mu=0,83$)	F_{pv}=	5,8	Tonn
Glidfriksjon ved ensidig vanntrykk ($\mu=0,6$)	F_{gv}=	59,3	Tonn
Teoretisk opptrekskraft ved ensidig vanntrykk	P_{teoretisk}=	69,3	Tonn

Kommentarer:

Luken har hydraulisk opptrekk og betjenes normalt ved utjevnet vanntrykk men er opprinnelig dimensjonert for lukking ved rørbrudd.

Ikke nok underlag for vurdering av denne funksjonen.

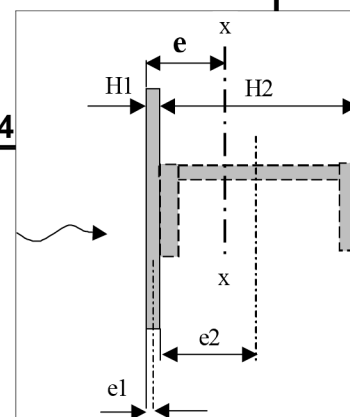
Fra tegning antas sylinder dim. 190/120 og maks trykk 50 bar ifølge gammel betjeningsinstruks. Ut fra dette er maks teoretisk nedtrykskraft 14 tonn

Dato: 2006-06-06

Utført av: Øivind Hilsen

Oppdragsgiver
Oppdrag
Objekt
Henvisninger

EB Kraftproduksjon AS
Hensfoss Revurdering
Inntaksluker
Tegning 82-2750 og 5632/4



OBS! Manglende tegningsunderlag
-dimensjoner er tatt fra skisse av
oppheng

Kontroll av nederste profil på luka

		DIM.	Anm	Sett inn l og W	Red.fakt.
Profil 1 Areal	A	30,00	cm ²	< PI 10*300 mm	
Profil 1 Tregghetsmoment	I	2,3750	cm ⁴	2,5000	0,05
Profil 1 Motstandsmoment	W	4,750	cm ³	5,000	0,05
Profil 1 Avstand til tyngdepunkt	e1	5,0	mm	< H1/2	
Profil 1 Høyde	H1	10,0	mm		
Profil 2 Areal	A	37,40	cm ²	< UNP220	
Profil 2 Tregghetsmoment.	I	2 555,5000	cm ⁴	2 690,0000	0,05
Profil 2 Motstandsmoment	W	232,750	cm ³	245,000	0,05
Profil 2 Avstand til tyngdepunkt	e2	110	mm		
Profil 2 Høyde	H2	220	mm		
Egenvekt av materiale (Al:2,7/St:7,85)	Eg.vekt	7,85	kg/dm ³		
Materialets E-modul Al:0,7/St:2,1)	E	2,1	x 10 ⁵ N/mm ²		
Materialets flytespenning (antatt St 37)	s _f	235	N/mm ²		
Lastfaktor	g _f	1,4			
Materialfaktor	g _m	1,4			

LASTER OG SPENNVIDDE

Last fra egenvekt	P (eg.vekt)	0,0	Tonn	Vanntrykk ca 8,6*0,3*3,5
Nyttelast - jevnt fordelt	P (l/8)	9,0	Tonn	
Nyttelast - punktlast på midten	P (l/4)	0,0	Tonn	
Profilets lengde (spennvidde)	L	3 500	mm	

RESULTAT

Avstand til tyngdepunkt fra plate	e=	69	mm
Største avstand til felles tyngdepunkt	e _{max} =	161	mm
Tregghetsmoment	I=	4 759	cm ⁴
Motstandsmoment.	W=	295	cm ³
Vekt	q=	53	kg/m
Samlet vekt	Q =	185	kg
Maks bøyespenning	s=	133	N/mm²
Nedbøyning pga. egenvekt og jevn last	f1=	5	mm
Nedbøyning pga. punktlast på midten	f2=	0	mm
Samlet nedbøyning	f=	5	mm
Relativ nedbøyning	f rel.=	1: 696	

Tillatt spenning	s till=	120	N/mm²
-------------------------	---------	------------	-------------------------

Kommentarer: Statistiske verdier er redusert med 5% pga. antatt korrosjon. 30 cm av frontplate er medregnet.
Pga. manglende dokumentasjon er resultatene usikre, men det kan tyde på at konstruksjonen ikke tilfredsstiller dagens krav.

Dato: 2006-06-06

Utført av: Øivind Hilsen

Oppdragsgiver:	EB Kraftproduksjon AS
Oppdrag navn:	Revurdering Hensfoss
Oppdragsnr.:	3219500
Objekt:	Fylleluke ved inntaksluker
Henvisninger:	Tegn.5419/4

Vektberegning

Element	Ref tegn	Pos	Antall	Bredde mm	Lengde mm	Tykkelse mm	kg/dm ³ kg/m	Vekt kg
Plater								
		1	1	700	935	10	8	52
		2	2	64	880	12,7	8	11
		3	2	64	560	12,7	8	7
		4	2	82	557	12,7	8	9
		5	2	82	285	12,7	8	5
		6	1	100	285	12,7	8	6
Profil								
								0
Enkeltkomponenter								
Feste for opptreksstang								10
Sum								101

Kommentarer:

Dato: 2006-06-06

Utført av: Øivind Hilsen

Oppdragsgiver:	EB Kraftproduksjon AS
Oppdrag navn:	Revurdering Hensfoss
Oppdragsnr.:	3219500
Objekt:	Fylleluke ved inntaksluker
Henvisninger:	Tegn.5419/4

OVERSLAGSBEREGNING AV OPPTREKSKRAFT FOR GLIDELUKE

INNGANGSVERDIER LUKE		DIM.	ANM.
Dimensjonerende vannstand (DFV)	kt	150,060	m
Kotehøyde terskel	kt	142,800	m
Lysåpning bredde	B	0,600	m
Lysåpning høyde	H	0,800	m
Avstand lysåpning B til CL pakning (70mm)	B-pakning	0,000	m
Avstand lysåpning H til CL pakning (100mm)	H-pakning	0,000	m
Lukevekt.	G _{luke}	0,100	Tonn
Vekt av opptreksstang	G _{utstyr}	0,075	Tonn
Vinkel med vertikalplanet	$\alpha = ^\circ$	0,0	°
<i>Vinkel i radianer</i>	$\alpha = \text{rad}$	0,00	rad

RESULTAT LUKE

Vanntrykk ved terskel	$p_{\text{terskel}} =$	7,26	mVS
Totalt areal	A=	0,48	m ²
Egenvekt dekomponert langs føringer	$P_{\text{parallel}} =$	0,175	Tonn
Trykk fra egenvekt pga.skråstilling	$P_{\text{egenvekt}} =$	0,000	Tonn
Pakningsfriksjon ved utjevnet vanntrykk ($\mu=0,83$)	$F_p =$	0,000	Tonn
Glidfriksjon fra egenvektkomponent ($\mu=0,6$)	$F_g =$	0,000	Tonn
Totaltrykk ved ensidig vanntrykk	$P_{\text{total}} =$	3,3	Tonn
Pakningsfriksjon ved ensidig vanntrykk ($\mu=0,83$)	$F_{pv} =$	0,8	Tonn
Glidfriksjon ved ensidig vanntrykk ($\mu=0,6$)	$F_{gv} =$	2,0	Tonn
Teoretisk opptrekskraft ved ensidig vanntrykk	$P_{\text{teoretisk}} =$	2,9	Tonn

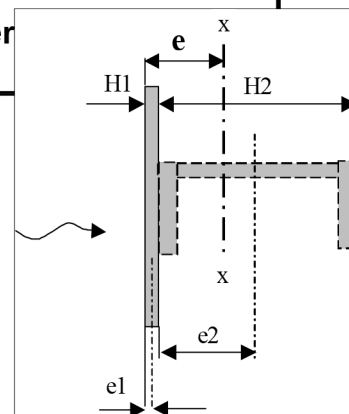
Kommentarer:

Luken har manuelt skruespill - ingen kommentarer fra tilsynspersonell

Dato: 2006-06-06

Utført av: Øivind Hilsen

Oppdragsgiver	EB Kraftproduksjon AS
Oppdrag	Hensfoss Revurdering
Objekt	Fylleluka ved inntaksluker
Henvisninger	Tegning 5419/4



Kontroll av nederste profil på luka

		DIM.	Anm	Sett inn l og W	Red.fakt.
Profil 1 Areal	A	30,00	cm ²	< PI 10*300 mm	
Profil 1 Tregghetsmoment	I	2,3750	cm ⁴	2,5000	0,05
Profil 1 Motstandsmoment	W	4,750	cm ³	5,000	0,05
Profil 1 Avstand til tyngdepunkt	e1	5,0	mm	< H1/2	
Profil 1 Høyde	H1	10,0	mm		
Profil 2 Areal	A	12,70	cm ²	< pl.12,7*100 mm	
Profil 2 Tregghetsmoment.	I	99,7500	cm ⁴	105,0000	0,05
Profil 2 Motstandsmoment	W	19,950	cm ³	21,000	0,05
Profil 2 Avstand til tyngdepunkt	e2	50	mm		
Profil 2 Høyde	H2	100	mm		
Egenvekt av materiale (Al:2,7/St:7,85)	Eg.vekt	7,85	kg/dm ³		
Materialets E-modul Al.0,7/St.2,1)	E	2,1	x 10 ⁵ N/mm ²		
Materialets flytespenning (antatt St 37)	s f	235	N/mm ²		
Lastfaktor	g f	1,4			
Materialfaktor	g m	1,4			

LASTER OG SPENNVIDDE

Last fra egenvekt	P (eg.vekt)	0,0	Tonn	Vanntrykk ca 6,8*0,3*0,6
Nyttelast - jevnt fordelt	P (l/8)	1,2	Tonn	
Nyttelast - punktlast på midten	P (l/4)	0,0	Tonn	
Profilets lengde (spennvidde)	L	600	mm	

RESULTAT

Avstand til tyngdepunkt fra plate	e=	21	mm
Største avstand til felles tyngdepunkt	e _{max} =	89	mm
Tregghetsmoment	I=	372	cm ⁴
Motstandsmoment.	W=	42	cm ³
Vekt	q=	34	kg/m
Samlet vekt	Q =	20	kg
Maks bøyespenning	s=	22	N/mm ²
Nedbøyning pga. egenvekt og jevn last	f1=	0	mm
Nedbøyning pga. punktlast på midten	f2=	0	mm
Samlet nedbøyning	f=	0	mm
Relativ nedbøyning f rel.=	1: 13662		

Tillatt spenning	s till=	120	N/mm ²
-------------------------	---------	-----	-------------------

Kommentarer: Statiske verdier er redusert med 5% pga. antatt korrosjon. 30 cm av frontplate er medregnet.
Konstruksjonen har lav utnyttelsesgrad.

Dato: 2006-06-06

Utført av: Øivind Hilsen

Oppdragsgiver:	EB Kraftproduksjon AS
Oppdrag:	Revurdering Hensfoss
Oppsdragsnr.:	3219500
Henvising til tegning nr.:	16-519abc

OVERSLAGSBEREGNING AV TOTALTRYKK

Ref. Rapport 1993 fra VR "Rørledninger for vannkraftverk. Prosjektering, drift og vedlikehold"

-gjelder for korte rørgater med lavt trykk.s.13

INNGANGSVERDIER

		DIM.	ANM.
Rørdiameter innvendig	d	5,000	m
Slukeevne turbin	Q	90	m ³ /s
Samlet lengde av rørgate	L	190	m
Ledeapparatets lukke/åpnetid	T	60	sek
(Flomvannstand v/Q ₁₀₀₀) Regner her oppsving ved avslag	DFV	150,220	kt
Normal vannstand	HRV	146,500	kt
Senter rørgate på aktuelt sted.	kt_{rør}	135,800	kt

RESULTATER

Areal av røret	A=	19,6	m ²
Vannhastighet ved fullt pådrag (Veil.4-6m/s)	c=	4,6	m/s
Nominelt trykk i røret ved DFV	P_{DFV}=	14,4	mVs
Nominelt trykk i røret ved HRV	P_{HRV}=	10,7	mVs

Trykkøkning pga. avslag/påslag $h=c*L/(g*T)$	h=	1,480	m
--	-----------	--------------	---

Beregningstrykk ved DFV	H_{DFV}=	15,9	mVs
Beregningstrykk ved HRV	H_{HRV}=	12,2	mVs

Utført av: Øivind Hilsen

Dato: 2006-07-11

Oppdragsgiver:	EB Kraftproduksjon AS
Oppdrag:	Revurdering Hensfoss
Oppdragsnr.:	3219500
Henvising til tegning nr.:	16-519abc

OVERSLAGSBEREGNING AV STÅLRØR -INDRE TRYKK OG UNDERTRYKK

Ref.: VR-rapport 1993 s.20 og Trykk•rlsnormen 4.utg,

(Vassdragstilsynet anbefalte $s_{min} = 0,006xd$ pga. formstabilitet v/transport og montasje)

INNGANGSVERDIER		DIM.	ANM.
Rørdiameter innvendig	D_i	5 000	mm
Platetykkelse	s	9,5	mm
Yttre diameter	$D_y =$	5 019	mm
Innvendig overtrykk inkl. trykkstøt	p_i	15,9	mVs
Sikkerhetsfaktor for beregning av indre trykk (veil.1,5)	S_F	1,5	
Styrkefaktor (norm.1,0)	z	1,0	
Undertrykk (veil. 3 mVs)	p_y	0,1	mVs
Konstant for beregn.v/ undertrykk (temp/materiale) veil 1,0	k	1,0	

RESULTATER

Tangentialet strekk	$K_t =$	39,8	T/m
Tangentiell strekkspenning	$s \ s =$	42	N/mm ²
Minste tykkelse pga. indre trykk $s_{min} = D_i \cdot p_i / (20 \cdot s_{ber} / S_F \cdot z)$	$s_{min} =$	3	mm
Minste tykkelse pga.undertrykk (8:14) $s_{min} = D_y / 100 \cdot (p_y \cdot k)^{1/3}$	$s_{min} =$	10,8	mm
Kontroll iht. formel (8:15) $s_{min} \geq p \cdot D_y / (20 \cdot (s_{ber} / 3))$	$s_{min} =$	0,03	mm

Materalkvalitet:	St 37-2	
$S_{brudd \ min.} =$	340	N/mm ²
(Som S_{ber} er brukt S_{flyt}) $S_{flyt} =$	235	N/mm ²
Lastfaktor $g_l =$	1,2	
Materialfaktor $g_m =$	1,4	
$S_{till} =$	140	N/mm ²

Utført av: Øivind Hilsen

Dato: 2006-07-11

Kommentarer:

Moderate spenninger fra indre trykk

Ikke dimensjonert for å ta undertrykk

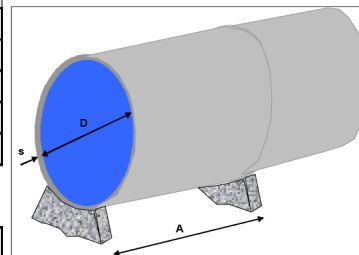
Oppdragsgiver:	EB Kraftproduksjon AS
Oppdrag:	Revurdering Hensfoss
Oppdragsnr.:	3219500
Henvising til tegning nr.:	16-519abc

OVERSLAGSBEREGNING AV STÅLRØR - JEVNFØRTE SPENNINGER

Ref.: VR-rapport 1993 s.20

(Vassdragstilsynet anbefalte $s_{min} = 0,006xd$ pga. formstabilitet v/transport og montasje)

INNGANGSVERDIER		DIM.	ANM.
Rørdiameter innvendig	d	5 000	mm
Platetykkelse	s	9,5	mm
<i>Yttre diameter</i>	<i>D_y</i>	<i>5 019</i>	<i>mm</i>
Avstand mellom fundamenter	A	8,120	m



RESULTATER

Vekt av vann	q=	19,6	T/m
Vekt av vann over hvert fundament	Q=	159,4	Tonn
Tregghetsmoment av trerøret	I=	468 994 981 631	mm ⁴
Motstandsmoment	W=	186 887 819	mm ³
Areal av stålrøret	F=	149 509	mm ²
Maks bøyemoment	M=	108	Tm
Aksiell spenning pga. vekt av vann	s a=	6	N/mm ²
Maks skjærspenning (4/3x1/2xQ/F)	t max=	7	N/mm ²
Tangentiell spenning fra innvendig overtrykk	s o=	42	N/mm ²
Jevnført tangentiell og aksiell spenning	s j=	39	N/mm ²

<Overført fra annet regneark

Skjærspenning er utelatt

pga. kontroll i topp/bunn av rør

Materalkvalitet:	St 37-2	
Sbrudd min.=	340	N/mm ²
Sflyt =	235	N/mm ²
Lastfaktor g _l =	1,2	
Materialfaktor g _m =	1,4	
S till =	140	N/mm ²

Utført av: Øivind Hilsen

Dato: 2006-07-11

Kommentarer:

Moderate spenninger fra vannlast

Oppdragsgiver	EB Kraftproduksjon AS
Oppdrag	Hensfoss Revurdering
Objekt	Tårnluker
Henvisninger	Tegning 48561-1

Vektberegning

Element	Ref tegn	Pos	Antall	Bredde mm	Lengde mm	Tykkelse mm	kg/dm ³	Vekt kg
Plater								
Frontplate 10*3600*3800			1	3600	3800	12	8	1 313
Plater i hjulkasse 10*475*3800			4	475	3800	10	8	578
Endeplater 10*250*700		135	16	250	700	10	8	224
Hjulplater foran 10*230*340		108	8	230	340	10	8	50
Hjulplater bak 10*340*475		109	8	340	475	10	8	103
Tverrplater 10*220*475			10	220	475	10	8	84
							8	0
							8	0
							8	0
							8	0
Profiler								
Vertikale kanaler UNP140*4029			10		4029		kg/m	
L hjulkasser 120*80*10*4029		104	8		3974		16,00	645
Skråstivere L80*80*8*2300			4		2300		15,00	477
Vertikalstivere 70*70*7*4000			1		4000		9,66	89
Hovedbjelker INP47,5*3680			5		3680		7,38	30
Vinkler ende INP 160*80*12*385		105	20		385		128,00	2 355
Tverrkanal UNP220*385		114	20		385		21,60	166
							29,40	226
Enkeltkomponenter								
Hjul			8					1080
Aksler ø95*320			8					150
Styreruller sideveis			4					80
Styreruller oppstrøms m/brakett			4					150
Holdere for styreruller sideveis		120..	4					160
Sylinderstangfeste, div.		134	1					100
Pakninger med pakningsjern			1					250
Diverse dobblingsplater			1					150
Sum								8 460

Dato: 2006-08-16

Utført av: Øivind Hilsen

Oppdragsgiver	EB Kraftproduksjon AS
Oppdrag	Hensfoss Revurdering
Objekt	Tårnluker
Henvisninger	Tegning 48561-1

OVERSLAGSBEREGNING AV OPPTREKSKRAFT FOR RULLELUKE

INNGANGSVERDIER		DIM.	ANM.	
Dimensjonerende flomvannstand -dam	kt	150,06		
Overløp i tårnet	kt	148,80		
Høyeste antatte vannstand (inkl.oppsving)	Antatt oppsv.	149,60	m	
Kotehøyde terskel	kt	133,30		
Lysåpning bredde	B	3,60	m	
Lysåpning høyde	H	3,80	m	
Avstand lysåpning B til CL pakning (70mm)	B+	0,00	m	
Avstand lysåpning H til CL pakning (100mm)	H+	0,10	m	
Hjuldiameter	D _{Hjul}	550	mm	
Akseldiameter	d _{aksel}	95	mm	
Friksjonskoeffisient i hjullager (Veil.0,18)	μ	0,18		
Lukevekt inkl. evt ballast	Q _{luke}	8,50	Tonn	(lht. beregning)
Vekt av opptrekstang	Q _{stang}	0,50	Tonn	
Evt.aktiv bredde som vanntrykket virker på		0,00	m	
Krav til sikkerhet for selvlukking	n _{lukkekrav} =	1,25		
Krav til overkapasitet for åpning	n _{opptrekskrav} =	1,20		

RESULTAT

Vanntrykk ved terskel	P _{terskel} =	16,3	m.V.S
Totalt areal	A =	14,04	m²
Totaltrykk	P _{total} =	201,5	Tonn
Pakningsfriksjon (Å=1,0)	F _{pakning} =	6,5	Tonn
Rullemotstand (μ=0,18)	F _{rulle} =	6,6	Tonn
Nedadrettet kraft fra vanntrykk	F _{ned} =	0,0	Tonn
Opptrekskraft uten sikkerhetsfaktor	P _{opptrekk} =	22,2	Tonn
Nødvendig opptrekskraft inkl.sikkerhetsfaktor		26,6	Tonn

Sikkerhet for selvlukking	n _{selvlukking} =	0,68	
---------------------------	----------------------------	-------------	--

Sylinder

Sylinderdiameter	D	280	mm	Antatt
Stangdiameter	d	80	mm	Fra skisse 1954-06-23
Nominelt arbeidstrykk fra aggregat	p	40	bar	Fra skjema
Opptrekskraft fra nominelt arbeidstrykk	P _{nominelt} =	22,6	Tonn	

Vurderinger

Nødvendig lukevekt for å sikre selvlukking	Q _{luke}	16	Tonn
Nødvendig opptrekskraft ved nødv. lukevekt	P _{nødvendig}	35	Tonn

Kommentarer:

Dersom det ikke er lagt inn ballast er luken for lett til å være selvlukkende.
Dette sjekkes nærmere når registrerte trykk fra kjøring av lukene foreligger.

Dato:2006-08-16

Utført av:Øivind Hilsen

Oppdragsgiver	EB Kraftproduksjon AS
Oppdrag	Hensfoss Revurdering
Objekt	Tårnluker
Henvisninger	Tegning 48561-1

OVERSLAGSBEREGNING AV HJUL/SKINNE

Henvisning: NS3472

INNGANGSVERDIER		DIM.	Anm.
Totaltrykk på luke	P_{total}	200	Tonn
Antall hjul	n	8	
Hjultrykk ved jevn fordeling av totaltrykk	F_{hjul}	25	Tonn
Lastfaktor for hjultrykk (normalt 1,1)		1,1	
Hjuldiameter	D_{Hjul}	550	mm
Hjulbanens kontaktbredde	l	63	mm
Bruddspenning, svakeste materiale hjul/skinne	s_{brudd}	520	N/mm ²
Elastisitetsmodul for hjul	E_{Hjul}	125 000	N/mm ²
Elastisitetsmodul for skinne	E_{skinne}	210 000	N/mm ²
Akseldiameter	d_{aksel}	95	mm
Lagerbredde	b_{lager}	150	mm
Avstand mellom opplager i platekasse	$cl-cl$	219	mm
Tykkelse av opplagerplater	t_{plater}	21	mm

Akselmaterialets flytespenning	s_{fa}	520	N/mm ²
Platematerialets flytespenning (antatt St 37)	s_{fp}	220	N/mm ²
Lastfaktor	g_f	1,4	
Materialfaktor	g_m	1,4	
Flytegrense for lagermateriale	s_{fl}	80	N/mm ²

RESULTAT

Hertze spenning	$s_{He} =$	658	N/mm ²
Tillatt spenning (1,4 x s_{brudd})	$s_{HEtill} =$	728	N/mm ²
Motstandsmoment for aksel	$W =$	84 173	mm ³
Maks bøyemoment i aksel		9 000	Nm
Bøyepening i aksel	$s_b =$	107	N/mm ²
Tillatt bøyepening i aksel	$s_{btill} =$	265	N/mm ²
Skjærspenning i aksel	$t =$	24	N/mm ²
Tillatt skjærspenning i aksel	$t_{till} =$	153	N/mm ²
Flatetrykk i opplagerplater	$p_{plate} =$	63	N/mm ²
Tillatt flatetrykk i opplagerplater	$p_{till} =$	112	N/mm ²
Flatetrykk i lager	$p_{lager} =$	18	N/mm ²
Tillatt flatetrykk (veil. 0,5 x flytespenning)	$p_{till} =$	40	N/mm ²

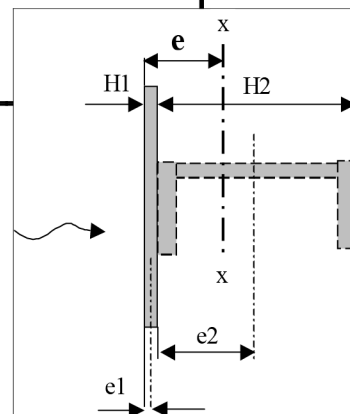
Kommentarer:

Alle komponenter ifm. hjul synes veldimensjonerte.

Dato: 2006-08-16

Utført av: Øivind Hilsen

Oppdragsgiver	EB Kraftproduksjon AS
Oppdrag	Hensfoss Revurdering
Objekt	Tårnluker
Henvisninger	Tegning 48561-1



Øverslagberegning av spenninger i lukekropp.

Kontroll av nest nederste profil på luka

		DIM.	Anm	Sett inn I og W	Red.fakt.
Profil 1 Areal	A	31,16	cm ²	< PI 10x400	
Profil 1 Treghetsmoment	I	3,1664	cm ⁴	3,3330	0,05
Profil 1 Motstandsmoment	W	6,334	cm ³	6,667	0,05
Profil 1 Avstand til tyngdepunkt	e1	5,0	mm	< H1/2	
Profil 1 Høyde	H1	10,0	mm		
Profil 2 Areal	A	163,00	cm ²	< INP 475	
Profil 2 Treghetsmoment.	I	53 656,0000	cm ⁴	56 480,0000	0,05
Profil 2 Motstandsmoment	W	2 261,000	cm ³	2 380,000	0,05
Profil 2 Avstand til tyngdepunkt	e2	238	mm		
Profil 2 Høyde	H2	475	mm		
Egenvekt av materiale (Al:2,7/St:7,85)	Eg.vekt	7,85	kg/dm ³		
Materialets E-modul Al:0,7/St:2,1)	E	2,1	x 10 ⁵ N/r		
Materialets flytespenning (antatt St 37)	s f	235	N/mm ²		
Lastfaktor	g f	1,4			
Materialfaktor	g m	1,4			

LASTER OG SPENNVIDDE

Last fra egenvekt	P (eg.vekt)	0,0	Tonn	Vanntrykk ca 15,2*0,88*3,6
Nyttelast - jevnt fordelt	P (l/8)	48,2	Tonn	
Nyttelast - punktlast på midten	P (l/4)	0,0	Tonn	
Profillets lengde	L	3 940	mm	

RESULTAT

Avstand til tyngdepunkt fra plate	e=	209	mm
Største avstand til felles tyngdepunkt	e _{max} =	276	mm
Treghetsmoment	I=	69 042	cm ⁴
Motstandsmoment.	W=	2498	cm ³
Vekt	q=	152	kg/m
Samlet vekt	Q =	601	kg
Maks bøyespenning	s=	95	N/mm²
Nedbøyning pga. egenvekt og jevn last	f1=	3	mm
Nedbøyning pga. punktlast på midten	f2=	0	mm
Samlet nedbøyning	f=	3	mm
Relativ nedbøyning	f rel.=	1: 1490	

Tillatt spenning	s till=	120	N/mm²
-------------------------	----------------	------------	-------------------------

Kommentarer: Statistiske verdier er redusert med 5% pga. antatt korrosjon. 40 cm av frontplate er medregnet. Konstruksjonen har tilfredsstillende utnyttelsesgrad.

Dato:2006-08-16

Utført av:Øivind Hilsen



Dam Hensfoss

**Flomberegning for dam Hensfoss, dam Begna og
dam Hofsfoss**

Oppdrag 3219500 – Rapport nr. 001

August 2006

Revisjon	Beskrivelse	Dato	Utført	Fagkontrollert	Godkjent
Fagområde I: betong-/murdammer inkl. fundament og flomløp, Fagområde II: fyllingsdammer inkl. fundament og flomløp, Fagområde III: tappe-stengeorganer og rør, Fagområde IV: flomhydrologi					
Oppdragsgiver					
EB Kraftproduksjon AS					
Sak	Utført	Fagkontrollert	Fagområde		
Drammensvassdraget			I		
			II		
			III		
			IV		
Flomberegning dam Hensfoss, dam Begna og dam Hofsfoss	Einar Markhus	Anne Carlsen			
	Godkjent		Dato		
			9/8-06		
Norconsult 	Oppdragsnr. – Dokumentnr.				Revisjon
	3219500 - 200				

1. SAMMENDRAG

I forbindelse med revisjon av dammene Hensfoss, Begna og Hofsfoss er Norconsult AS bedt av EB kraftproduksjon AS om utføre flomberegninger for dammene.

Beregningene er utført med bakgrunn i "Retningslinje for flomberegninger til § 4-5 i forskrift om sikkerhet og tilsyn med vassdragsanlegg" utgitt av NVE i 2002. Dammene er plassert i hhv. konsekvensklasse 1 og 2 slik at ulike flommer er beregnet.

På grunn av usikkerhet i klassifisering av dam Hensfoss regnes også Q_{1000} og $1,5xQ_{1000}$ for denne dammen, etter ønske fra EB Kraftproduksjon AS.

Dimensjonerende flom (Q_{500}):

For dammene i klasse 1 er beregnet Q_{500} . Dette har gitt følgende resultater:

Tabell 1-1 Beregnede vannstander ved Q_{500}

Dam	Vannføring (m ³ /s)	HRV (m o.h.)	Damkrone (m o.h.)	Vannstand (m o.h.)
Dam Hensfoss	1230	146,70	148,65	150,13
Dam Begna	1230	121,60	124,61	125,55

Dimensjonerende flom (Q_{1000}):

For dam Hofsfoss i klasse 2 og dam Hensfoss i klasse 1¹ er det beregnet Q_{1000} . Dette har gitt følgende resultater:

Tabell 1-2 Beregnede vannstander ved Q_{1000}

Dam	Vannføring (m ³ /s)	HRV (m o.h.)	Damkrone (m o.h.)	Vannstand (m o.h.)
Dam Hensfoss	1300	146,70	148,65	150,26
Dam Hofsfoss	1300	113,45	117,00	117,23

Kontrollflom ($1,5xQ_{1000}$):

For dam Hofsfoss i klasse 2 og dam Hensfoss i klasse 1² er det beregnet kontrollflomm $1,5xQ_{1000}$. Dette har gitt følgende resultater:

Tabell 1-3 Beregnede vannstander ved $1,5xQ_{1000}$

Dam	Vannføring (m ³ /s)	HRV (m o.h.)	Damkrone (m o.h.)	Vannstand (m o.h.)
Dam Hensfoss	1985	146,70	148,65	151,33
Dam Hofsfoss	1985	113,45	117,00	118,78

¹ Oppdragsgiver har ønsket at det også beregnes Q_{1000} for denne dammen

² Oppdragsgiver har ønsket at det også beregnes Q_{1000} for denne dammen

2. INNLEDNING

I forbindelse med revisjon av dammene Hensfoss, Begna og Hofsfoss er Norconsult AS bedt av EB kraftproduksjon AS om utføre flomberegninger for dammene.

Beregningene er utført med bakgrunn i "Retningslinje for flomberegninger til § 4-5 i forskrift om sikkerhet og tilsyn med vassdragsanlegg" utgitt av NVE i 2002. I henhold til denne retningslinjen, skal følgende flommer beregnes avhengig av dammens klassifisering:

Tabell 2-1 Følgende flommer skal beregnes avhengig av dammens klasse

Klasse	Flomstørrelse for dimensjonering av dam med flomløp	Flomstørrelse for kontroll av dammens sikkerhet mot brudd
3	Dimensjonerende flom, Q_{1000}	Påregnelig maksimal flom, Q_{PMF}
2	Dimensjonerende flom, Q_{1000}	$1,5 \times Q_{1000}$
1	Dimensjonerende flom, Q_{500}	--

Q_{1000} og Q_{500} kan enten beregnes vha. vannmerkeobservasjoner og frekvensanalyse eller med nedbør-avløpsmodell. Q_{PMF} beregnes nesten alltid med nedbøravløpsmodell. Dammene er plassert i hhv. konsekvensklasse 1 og 2 slik at ulike flommer er beregnet.

Nedenfor er vist en oversikt over dammene med konsekvensklasse og hvilke flommer som må beregnes.

Tabell 2-2 Oversikt over dammenes klasseplassering

Dam	Klasse	Dimensjonerende flom		Kontrollflom
		Q_{500}	Q_{1000}	
Dam Hensfoss	1	X		
Dam Begna	1	X		
Dam Hofsfoss	2		X	$1,5 \times Q_{1000}$

På grunn av usikkerhet i klassifisering av dam Hensfoss regnes også Q_{1000} og $1,5 \times Q_{1000}$ for denne dammen, etter ønske fra EB Kraftproduksjon AS.

Oversikt over dammenes beliggenhet er vist i bilag 1 og 2.

Generelt vil *dimensjonerende* tilløpsflom være bestemt gjennom den risiko (eller sannsynlighet) for overskridelse man velger å ta i det enkelte tilfellet, samt det tidsrommet man betrakter. I Pkt. 7.2 i "Forskrifter for dammer" er gjentaksintervallet for dimensjonerende tilløpsflom generelt satt til 1000 år. Dimensjonerende tilløpsflom er derfor karakterisert ved et gitt gjentaksintervall. Det vil ofte også være hensiktsmessig å angi sannsynligheten for overskridelse av denne flommen i løpet av en gitt periodelengde. I Tabell 2-2 er vist en slik sammenheng:

Tabell 2-3. Sannsynlighet i prosent for overskridelse av 500 og 1000 - års tilløpsflom i en periode på L år

Gjentaksintervall (L)	10	50	100	200	500	1000
500	2	10	18	33	63	86
1000	1	5	10	18	39	63

I løpet av de nærmeste 50 år vil altså sannsynligheten for at 1000-års flommen overskrides være 5 %.

3. VANNFØRING

I henhold til brev fra NVE med referanse 200503759-5 tillater NVE oss å bruke følgende vannføringer for dam Hensfoss, se bilag 3:

Q_{500} 1230 m³/s

Q_{1000} 1300 m³/s

$1,5 \times Q_{1000}$

I flomberegninger for Drammensvassdraget (ref. 4) er beregnet avløpsflom fra Sperillen funnet å være 1046 m³/s for Q_{1000} og 1597 for $1,5 \times Q_{1000}$. Dette gir et forholdstall for avløpsflommen mellom $1,5 \times Q_{1000}$ og Q_{1000} på 1,527. Ved å bruke det samme forholdstallet mellom $1,5 \times Q_{1000} / Q_{1000}$ for dam Hensfoss finner vi følgende vannføring ved $1,5 \times Q_{1000}$: $1,527 \times 1300 \text{ m}^3/\text{s} = 1985 \text{ m}^3/\text{s}$ for $1,5 \times Q_{1000}$. Vi antar den samme vannføring ved dam Hofsfoss ved $1,5 \times Q_{1000}$.

I henhold til REGINE områder på NVE-Atlas er nedbørfeltet mellom dam Hensfoss og dam Begna på 1,55 km² og mellom dam Begna og dam Hofsfoss er nedbørfeltet 4,85 km². Vi kan anta et spesifikt tilløp for flomtoppen ved Q_{1000} på ca. 0,3 m³/s km². Dermed vil tilsiget ved flom mellom dam Hensfoss og dam Hofsfoss være ubetydelig, og vi vil benytte den samme vannføringen for alle dammene.

Magasinet til dammene Hensfoss, Begna og Hofsfoss er små og det vil i praksis ikke være noen dempning av flomtoppen gjennom magasinene. Det er derfor ikke utført en beregning av flomvandring gjennom magasinene.

Damtegninger, vannføringstabeller og vannføringskurver for dammene er vist i bilagene 4 - 18.

Tegninger og beregning av vannføringskurve ved dimensjonerende flom er vist i følgende bilag:

- Dam Hensfoss bilagene 4-6
- Dam Begna bilagene 9-11
- Dam Hofsfoss bilagene 14-16

Dimensjonerende flom (Q_{500}):

For dammene i klasse 1 er beregnet Q_{500} . Dette har gitt følgende resultater:

Tabell 3-1 Beregnede vannstander ved Q_{500}

Dam	Vannføring (m ³ /s)	HRV (m o.h.)	Damkrone (m o.h.)	Vannstand (m o.h.)
Dam Hensfoss	1230	146,70	148,65	150,13
Dam Begna	1230	121,60	124,61	125,55

Dimensjonerende flom (Q_{1000}):

For dam Hofsfoss i klasse 2 og dam Hensfoss i klasse 1³ er det beregnet Q_{1000} . Dette har gitt følgende resultater:

Tabell 3-2 Beregnede vannstander ved Q_{1000}

Dam	Vannføring (m ³ /s)	HRV (m o.h.)	Damkrone (m o.h.)	Vannstand (m o.h.)
Dam Hensfoss	1300	146,70	148,65	150,26
Dam Hofsfoss	1300	113,45	117,00	117,23

Kontrollflom ($1,5xQ_{1000}$):

For dam Hofsfoss i klasse 2 og dam Hensfoss i klasse 1⁴ er det beregnet kontrollflomm $1,5xQ_{1000}$. Dette har gitt følgende resultater:

Tabell 3-3 Beregnede vannstander ved $1,5xQ_{1000}$

Dam	Vannføring (m ³ /s)	HRV (m o.h.)	Damkrone (m o.h.)	Vannstand (m o.h.)
Dam Hensfoss	1985	146,70	148,65	151,33
Dam Hofsfoss	1985	113,45	117,00	118,78

Flomberegningen vurderes å tilhøre Klasse 2: Brukbart hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i eller nær vassdraget.

Konsekvensene av vannstandsstigningen behandles ikke i denne rapporten.

4. ULYKKESLAST

På bakgrunn av gjennomgåelse med EB har vi valgt følgende forutsetninger for ulykkeslast:

Lukesvikt på følgende dammer ved dimensjonerende flom:

- Dam Hensfoss: Segmentluke stengt
- Dam Begna: Klappeluken stengt
- Dam Hofsfoss: Klappeluken stengt

Det er ikke vurdert tilstopping.

Beregning av vannføringskurve ved ulykkeslast er vist i følgende bilag:

- Dam Hensfoss bilagene 7-8
- Dam Begna bilagene 12-13
- Dam Hofsfoss bilagene 17-18

³ Oppdragsgiver har ønsket at det også beregnes Q_{1000} for denne dammen

⁴ Oppdragsgiver har ønsket at det også beregnes Q_{1000} for denne dammen

Ulykkeslast ved dimensjonerende flom (Q_{500}):

For dammene i klasse 1 er beregnet vannstand ved lukesvikt og Q_{500} . Dette har gitt følgende resultater:

Tabell 4-1 Beregnede vannstander ved Q_{500} ulykkeslast

Dam	Vannføring (m ³ /s)	HRV (m o.h.)	Damkrone (m o.h.)	Vannstand (m o.h.)
Dam Hensfoss	1230	146,70	148,65	150,40
Dam Begna	1230	121,60	124,61	125,81

Ulykkeslast ved dimensjonerende flom (Q_{1000}):

For dam Hofsfoss i klasse 2 og dam Hensfoss er det beregnet Q_{1000} . Dette har gitt følgende resultater:

Tabell 4-2 Beregnede vannstander ved Q_{1000} ulykkeslast

Dam	Vannføring (m ³ /s)	HRV (m o.h.)	Damkrone (m o.h.)	Vannstand (m o.h.)
Dam Hensfoss	1300	146,70	148,65	150,52
Dam Hofsfoss	1300	113,45	117,00	118,05

5. REFERANSER

- (1) Retningslinje for flomberegninger til § 4-5 i forskrift om sikkerhet og tilsyn med vassdragsanlegg. NVE . 2002.
- (2) Retningslinje for flomløp. NVE. 2003.
- (3) Flomberegning for Hønefoss. Dokument 13 2002. Erik Holmqvist, NVE.
- (4) Flomberegning for Drammensvassdraget. Norconsult AS. 2006.

6. BILAG

- Bilag 1: Oversiktskart
- Bilag 2: Oversiktskart dammenes beliggenhet
- Bilag 3: Brev "Hensfoss dam kommentarer til tidligere flomberegninger" NVE ref200503759-5
- Bilag 4: Damtegning av dam Hensfoss
- Bilag 5: Beregning av avløpskurve for dam Hensfoss
- Bilag 6: Avløpskurve for dam Hensfoss
- Bilag 7: Beregning av avløpskurve for dam Hensfoss ved ulykkeslast
- Bilag 8: Avløpskurve for dam Hensfoss ved ulykkeslast
- Bilag 9: Damtegning av dam Begna
- Bilag 10: Beregning av avløpskurve for dam Begna
- Bilag 11: Avløpskurve for dam Begna
- Bilag 12: Beregning av avløpskurve for dam Begna ved ulykkeslast
- Bilag 13: Avløpskurve for dam Begna ved ulykkeslast
- Bilag 14: Damtegning av dam Hofsfoss
- Bilag 15: Beregning av avløpskurve for dam Hofsfoss
- Bilag 16: Avløpskurve for dam Hofsfoss
- Bilag 17: Beregning av avløpskurve for dam Hofsfoss ved ulykkeslast
- Bilag 18: Avløpskurve for dam Hofsfoss ved ulykkeslast

 Buskerud Kraftproduksjon	INTERNKONTROLL – VASSDRAG	Sjekkliste IKV
Dokumentansvarlig: Kjell Ivar Jevne	Dok.betegnelsen: IKV-51HE00Sjekk2006.DOC	Side 1 av 3
Ansvarlig utgiver: VTA		Utgitt: 2003-07-16

Dam Hensfoss - Bygningsteknisk				51HE00-2006	
Vannstand/driftsforhold: Stasjonen står dag 1, kjøres dag 2.				Henvisning: Se også dykker-rapport / video.	
Værforhold: Pent vær, ca 15 grader.					
Symboler: + = sjekket og funnet i orden - = ikke i orden, skriv merknader på baksiden av sjekklisten. / = ikke tilgjengelig					
PERIODISK TILSYN			HOVEDTILSYN	X	SPESIELT TILSYN
KONSTRUKSJONSDEL			KONSTRUKSJONSDEL		
0.1	Luftside dam		0.5	Lukehus	
0.1.1	Riss, sprekkdannelser	+	0.5.1	Bygningsmessig tilstand	+
0.1.2	Forvitring, avskalling	+	0.5.2	Låsesystem	+
0.1.3	Kalkutfelling	+	0.5.3	Innvendig belysning	+
0.1.4	Lekkasjer (isdannelse)	+	0.5.4	Annet	
0.1.5	Armeringskorrosjon	+			
0.1.6	Annet		0.6	Halvmassivdam	
			0.6.1	Generell tilstand luftside	-
0.2	Vannside dam		0.6.2	Generell tilstand vannside	+
0.2.1	Riss, sprekkdannelser	-	0.6.3	Annet	
0.2.2	Fuger	+			
0.2.3	Armeringskorrosjon	+	0.7	Murdam (Nicolaydammen)	
0.2.4	Annet		0.7.1	Generell tilstand luftside	+
			0.7.2	Generell tilstand vannside	+
0.3	Innvendig dam (Sektorgrop)		0.7.3	Tappeluker, generell tilstand	+
0.3.1	Riss, sprekkdannelser	/	0.7.4	Mølleluke, generell tilstand	-
0.3.2	Forvitring, avskalling	/	0.7.5	Annet	
0.3.3	Armeringskorrosjon	/			
0.3.4	Lekkasjer i fuger/skjøter	/	0.8	Natur- og miljøtilsyn, HMS etc.	
0.3.5	Annet		0.8.1	Eroderte, utvaskede partier	+
			0.8.2	Erosjon ved damfestene	+
0.4	Segmentløp og sektorløp		0.8.3	Møllebekk flomløp	+
0.4.1	Område føringer og bunnstokk	-	0.8.4	Advarselskilt	+
0.4.2	Område lukelagere	+	0.8.5	Gjerder, rekkverk og ledere	+
0.4.3	Terksler og bunnstokker	-	0.8.6	Låsesystemer	+
			0.8.7	Belysning ute og i lukehus	-
			0.8.8	Uønsket vegetasjon	+
			0.8.9	Avfall, skrot og generell orden	-
			0.8.10	Annet	-
NB! Se neste side for avviksbehandling.			Dato: 19 og 22 sept.		Sign.:

 Buskerud Kraftproduksjon	INTERNKONTROLL – VASSDRAG	Sjekkliste IKV
Dokumentansvarlig: Kjell Ivar Jevne	Dok.betegnelse: IKV-51HE00Sjekk2006.DOC	Side 2 av 3
Ansvarlig utgiver: VTA		Utgitt: 2003-07-16

Bakside av sjekkliste

Liste: **51HE00-2006**

Punkt i liste	Redegjørelse for feil og mangler som er avmerket i sjekklisten og beskrivelse av evt. tiltak.	Ansvar	Frist	Utført
0.2.1	På pillaren mellom lukene, rett ned for trappa er det mye utvasking av betong og også et litt løst betongflak med størrelse 600 x 1500 mm. Tykkelse er vanskelig å fatslå. Utbedres ved leilighet og når det er annet tilsvarende arbeid på dammen	Arnfinn	I forhold til budsjet og evt øvrige planer	
0.4.1	Det er et løst flak ved luketetting. Trolig en innstøping av lukeføring som har sprukket opp. Flaket er så vidt omfattende at reparasjon må vurderes. Vil trolig ikke skape komplikasjoner for å åpne luke, men om flaket løsner med åpen luke vil det kunne vanskeliggjøre stengning.	Arnfinn	I forhold til budsjet og evt øvrige planer.	
0.4.3	Oppstrøms terskel foran sektorluka har en vertikal sprekk, som strekker seg i ca 6 meter lengde parallelt med luka, ca 750 mm foran luke. Sprekken er minst 240 mm dyp, og ser ut til å være dypest på midten. Dette er altså i området mellom nåleanslag og luke, og sprekken er dypere enn høyden på nåleanslaget (150 mm) NB! Før nålesetting må det vurderes om nåleanslaget har fått redusert styrke som følge av denne sprekken. Utover det holdes sprekken under oppsyn, med ny dykkerkontroll ved neste hovetilsyn. I både Sektorløp og Segmentløpet er det en gjenstøpte luke. Trolig brukt til pumping under byggeperioden. Disse er dårlig gjenstøpt. For sektorlukas vedkommende er det mest uhelt\dig, fordi et brudd på denne vil fylle sektorgropa med vann. Med folk i sektorgropa er dette et HMS-problem. Utsparingene vil trolig kunne støpes som undervannstøp, og arbeidet kan trolig gjøres med drift i stasjonen.	Arnfinn VTA Arnfinn	Ved nåle- setting Hoved- tilsyn	
0.6.1	Mye mose på støttebukker bør fjernes	arnbak	Neste tilsyn	

 Buskerud Kraftproduksjon	INTERNKONTROLL – VASSDRAG	Sjekkliste IKV
Dokumentansvarlig: Kjell Ivar Jevne	Dok.betegnelse: IKV-51HE00Sjekk2006.DOC	Side 3 av 3
Ansvarlig utgiver: VTA		Utgitt: 2003-07-16

0.7.4	Mølleluke, en del mindre lekkasjer. Luka er vanskelig å inspisere oppstrøms på grunn av varegrind uten adkomstluke. Det er endel synlig råte nedstrøms og stålkonstruksjonen er angrepet av rust. I løpet av få år vil konstruksjonen trolig ikke lenger fylle kravet til sikkerhet. Utbedring bør vurderes, og være gjennomført innen neste hovedtilsyn. Vi vurderer at lekkasjene ikke medfører sikkerhetsmessig risiko, men foreslår de tettset av økonomiske hensyn. Setter ikke frist på tettingen.	arnbak	Neste hovedtilsyn	
0.8.9	Det er hensatt en del saker i det tørrlagte elveleiet som ikke naturlig hører hjemme der. Det må taes initiativ til å få dette fjernet. Vi foreslår at Arnfinn tar kontakt med de som trolig er eiere og får det fjernet. Hvis ingen vedkjenner seg skrotet og fjerner det, må EB kraftproduksjon besørge opprydding.	arnbak	15. august 2007	
0.8.10	Uønsket vegetasjon, til dels store trær nedstrøms for dammen. Det må hugges / ryddes et belte på minst 10 meter, gjerne 15 meter bredde, målt fra damfoten.	arnbak	01. mai 2007	
Overført til arbeidsplan:		Alle avvik rettet:	Dato/sign.:	
<i>Skjemaet overføres til objektpermene når avvikene er rettet.</i>				

Vedlegg: se neste side

>

 Buskerud Kraftproduksjon	INTERNKONTROLL – VASSDRAG	Sjekkliste IKV
Dokumentansvarlig: Se side 1	Dok.betegnelse: IKV-51HE00 Dykkerrapport	Side 1 av 2
Ansvarlig utgiver: Se side 1		

Dam Hensfoss – Dykkerrapport					51HE00-2006	
					Henvisning: Se dykkerfilmen; 2 x DVD som ligger i bruksarkivet på nr 0651-314, og i hovedarkiv på nr 1071658.	
Vannstand/driftsforhold:						
Stasjonen står dag 1, kjøres dag 2. Vanstand ved HRV.						
PERIODISK TILSYN		HOVEDTILSYN	X	SPESIELT TILSYN		

Dykkingen foregikk den 19. september og den 22 september 2006. Den 19. ble det dykket fra høyre side sett medstrøms og den 22. fortsatte dykkingen fra der hvor den ble avsluttet første dag – og videre mot venstre side.

Nedenfor følger en beskrivelse av hva som ble registrert, i kronologisk og tidsbestemt rekkefølge. På videofilmen fra dykkingen vises tilsvarende klokkeslett nederst på bildet.

Dag 1 (19-09-2006)

Klokke	Observasjon
13:02	Startet med å se på den gamle kistedammen som ligger ovenfor inntaket. Denne har en lengde (i vannretningen) på ca 5 meter nærmest land og ca 10 meter lang ytterst. Kistedammens høyde varierer fra ca 3 til ca 6 meter under normal vannstand. Den begynner inne ved land og går ut i elva til omtrent midt sektorløpet.
13:09	Start ved vannmålerhus og med retning mot inntaket.
13:10	Nederst på grind.
13:11	Mye gras på grinda.
13:18	Skade på grinda. 7,5 meter fra høyre side, 1 meter under overflaten; 4 eller 5 staver er skadet. 2 staver mangler. (Har notert 150 mm x 600 mm – antar at det er bredde og lengde på stavene som mangler)
13:20	Noe treverk som sitter fast mellom grind og betong på venstre side.
13:23	Sandfanget er rent og fint. Ledig dybde varierer fra 0,6 til 1,3 meter.
13:30	Inntak til sektorluke/rørluke. Rektangulær rist, en stav mangler.
13:33	Sektorluke
13:39	Løst betongflak ved lukeføring / luketetting. Trolig innstøping av føringa som har løsnet.
13:53	Utsparing i bunnterskel. Trolig tappeløp under bygging. Utsparingen går ca 2 meter inn i retning mot sektorgropa.
13:57	Nåle-anslag. H = ca 230 mm. Anslaget består av vinkelstål ca 150 mm x 50 mm. Det er en sprekk i betongen nedstrøms for nåleanslaget. (se dag 2)

Se neste side.

 Buskerud Kraftproduksjon	INTERNKONTROLL – VASSDRAG	Sjekkliste IKV
Dokumentansvarlig: Se side 1	Dok.betegnelse: IKV-51HE00 Dykkerrapport	Side 2 av 2
Ansvarlig utgiver: Se side 1		

Dag 2 (22-09-2006)

Klokke	Observasjon
09:57	Starter dykkingen midt på sektorluka.
10:00 til ca 10:08	Sprekk i bunnterskel, parallell med luka og totalt ca 6 meter lang. Sprekken er på terskelen mellom nåleanslag og luke, ca 750 mm foran luka. Sprekken er loddrett, og dybden varierer fra ca 100 mm til 240 mm dyp.
10:10	Venstre pillar
10:11	Sprekk i påstøp ved tetting
10:13	Sprekk i pillarfront
10:17	Påstøp på pillarfront
10:20	Påstøp, rett ned for trappa
10:22	Segmentløp
10:23	Anslag for nåler, (150 mm)
10:24	Utsparing for nålebjelke ?
10:25	Sprekk foran luke på høyre side
10:28	Rusknøler på nåleanslag gir groper dybde ca 3 mm når de kakes vekk.
10:33	Lukeskjold, noe rustangrep
10:35	Kjeden er stiv som en pinne !
10:36	Venstre mur / dam begynner her, noe avskalling og frilagt armering. Mindre parti.
10:36	Noe avskalling og frilagt armering + ett løst flak.
10:41	Gjenstøpt luke, ca 45 meter fra lukehus
10:45	Nicolaykaret
10:47	Varegrind foran luke i Nicolaykaret
10:49	Overgang mellom grind og mur på venstre side.
10:50	Noe utvasket betong
10:53	Slutt på luftslange, fridykking videre. ger
	Ingen spesielle anmerkninger.

 Buskerud Kraftproduksjon	INTERNKONTROLL – VASSDRAG	Sjekkliste IKV
Dokumentansvarlig: Kjell Ivar Jevne	Dok.betegnelsen: IKV-51HE01Sjekk 2006.DOC	Side 1 av 2
Ansvarlig utgiver: VTA		Utgitt: 2003-07-16

Dam Hensfoss - Sektorluke				51HE01-2006	
Vannstand/driftsforhold: Stasjonen står dag 1, kjøres dag 2.				Henvisning: Se også dykkerrapport / video.	
Værforhold: Pent vær, ca 15 grader.					
Symboler: + = sjekket og funnet i orden - = ikke i orden, skriv merknader på baksiden av sjekklisten. / = ikke tilgjengelig					
PERIODISK TILSYN			HOVEDTILSYN	X	SPESELT TILSYN
KONSTRUKSJONSDEL			KONSTRUKSJONSDEL		
1.1	Spill for rørluke m/betjening		1.5	Luke i utløpskanal	
1.1.1	Betjeningsinstrukser	-	1.5.1	Luke m/føringer	+
1.1.2	Vaiere, vaierfester, tromler, skiver	+	1.5.2	Overflatebehandling	+
1.1.3	Motvektstlodd (fastfrysing)	+	1.5.3	Lekkasjer, pakninger	+
1.1.4	Motor og brems (el. og mek.)	+	1.5.4	Opptreksstang m/støttelager	+
1.1.5	Endebrytere	+	1.5.5	Spill (kontroll og smøring)	+
1.1.6	Smøring av spill	+	1.5.6	Annet	
1.1.7	Annet				
1.2	Rørluke		1.6	Utvendig sektorluke	
1.2.1	Lukekropp	+	1.6.1	Kontroll, sprekker og def. i	+
1.2.2	Støtteruller og skinner	+	1.6.2	Overflatebehandling	-
1.2.3	Lekkasjer, pakninger	+	1.6.3	Lekkasjer, pakninger	+
1.2.4	Annet		1.6.4	Plankedekke	
			1.6.5	Annet	
1.3	Inntak til sektor		1.7	Innvendig sektorluke	
1.3.1	Varegrind (rensk og tilstand)	+	1.7.1	Rammer, fagverk, sideskjold	/
1.3.2	Luke m/føringer	+	1.7.2	Overflatebehandling	/
1.3.3	Overflatebehandling	+	1.7.3	Lekkasjer, pakninger	/
1.3.4	Lekkasjer, pakninger	+	1.7.4	Hovedlager	/
1.3.5	Opptreksstang m/støttelager	+	1.7.5	Drev og boltesegment (smøres)	/
1.3.6	Spill (kontroll og smøring)	+	1.7.6	Forrigling (sprekker etc.)	/
1.3.7	Annet		1.7.7	Annet	
1.4	Luke i utløp fra rørlukekammer		1.8	Nålestengsel	
1.4.1	Luke m/føringer	+	1.8.1	Bjelke m/oppheng	/
1.4.2	Overflatebehandling	+	1.8.2	Taljer	/
1.4.3	Lekkasjer, pakninger	+	1.8.3	Nåler	/
1.4.4	Opptreksstang m/støttelager	+	1.8.4	Annet	
1.4.5	Spill (kontroll og smøring)	+			
1.4.6	Annet		1.9	Bobleanlegg	
			1.9.1	Kompressor (kontr. olje etc.)	
			1.9.2	Rør med dyser	
NB! Se neste side for avviksbehandling.			Dato: 19 og 22 sept. 06 Sign.:		

 Buskerud Kraftproduksjon	INTERNKONTROLL – VASSDRAG	Sjekkliste IKV
Dokumentansvarlig: Kjell Ivar Jevne	Dok.betegnelse: IKV-51HE01Sjekk 2006.DOC	Side 2 av 2
Ansvarlig utgiver: VTA		Utgitt: 2003-07-16

Bakside av sjekkliste

Liste: **51HE01-2006**

Punkt i liste	Redegjørelse for feil og mangler som er avmerket i sjekklisten og beskrivelse av evt. tiltak.	Ansvar	Frist	Utført
1.1.1	Betjeningsinstruks for kjøring av sektor mangelfull AO 17507 er opprettet tidliger	Arnfinn	1/1-07	
1.6.2	Det er en del dårlig overflatebehandling på luka, og rustangrepet har begynt på store felt. På et gitt tidspunkt vil det være hensiktsmessig å foreta sandblåsing og maling av luka. Dette må sees i sammenheng med øvrige planer – men bør nok vurderes sterkt innen neste hovedtilsyn.	Arnfinn	Neste hoved-tilsyn	
Overført til arbeidsplan:		Alle avvik rettet:	Dato/sign.:	
<i>Skjemaet overføres til objektpermene når avvikene er rettet.</i>				

Vedlegg: se neste side

>

 Buskerud Kraftproduksjon	INTERNKONTROLL – VASSDRAG	Sjekkliste IKV
Dokumentansvarlig: Kjell Ivar Jevne	Dok.betegnelse: IKV-51HE02Sjekk	Side 1 av 2
Ansvarlig utgiver: VTA		Utgitt: 2003-07-16

Dam Hensfoss - Segmentluke				51HE02-2006	
Vannstand/driftsforhold: Stasjonen står dag 1, og kjøres dag 2				Henvisning:	
Værforhold: Pent vær, ca 15 grader.					
Symboler: + = sjekket og funnet i orden - = ikke i orden, skriv merknader på baksiden av sjekklisten. / = ikke tilgjengelig					
PERIODISK TILSYN			HOVEDTILSYN	X	SPESIELT TILSYN
KONSTRUKSJONSDEL			KONSTRUKSJONSDEL		
2.1	Mekanisk spill		2.3	Luke	
2.1.1	Betjeningsinstruks	-	2.3.1	Lukepakninger, lekkasjer	+
2.1.2	Motor m/kobling og brems	+	2.3.2	Lukekropp	+
2.1.3	Snekke (oljenivå etc.)	+	2.3.3	Kjedefester	+
2.1.4	Drev, tannhjul og overføringsaksler	+	2.3.4	Føringer og bunnstokk	+
2.1.5	Ramme, drev og tannhjul, venstre side	+	2.3.5	Overflatebehandling	-
2.1.6	Opptrekkskjede venstre side	-	2.3.6	Opphengsanordning	/
2.1.7	Ramme, drev og tannhjul, høyre side	+	2.3.7	Hovedlagere	+
2.1.8	Opptrekkskjede høyre side	-	2.3.8	Annet	-
2.1.9	Endebrytere (mek. funksjon)	+			
2.1.10	Stillingsviser	/			
2.1.11	Håndsveiv m/ bryterfunksjon	+			
2.1.12	Annet				
2.2	Elektro				
2.2.1	Motor	+			
2.2.2	Styring	+			
2.2.3	Endebrytere	+			
2.2.4	Kabel og kontakter	+			
2.2.5	Annet				
	<i>Motorstrøm (A)</i>				
	L1(R) L2(S) L3(T)				
2.2.6	Opp: 15A ——— 14,5A ——— 15A				
2.2.7	Ned: 12A ——— 11A ——— 11A				
2.2.8	Spennning under drift: 238 Volt				
NB! Se neste side for avviksbehandling			Dato: 19 og 22 sept. 06 Sign.:		

 Buskerud Kraftproduksjon	INTERNKONTROLL – VASSDRAG	Sjekkliste IKV
Dokumentansvarlig: Kjell Ivar Jevne	Dok.betegnelse: IKV-51HE02Sjekk	Side 2 av 2
Ansvarlig utgiver: VTA		Utgitt: 2003-07-16

Bakside av sjekkliste

Liste: **51HE02-2006**

Punkt i liste	Redegjørelse for feil og mangler som er avmerket i sjekklisten og beskrivelse av evt. tiltak.	Ansvar	Frist	Utført
1.1.1	Betjeningsinstruks mangler AO 17499	arnbak		
2.1.6 2.1.8	Opptrekksskjedene er i følge dykker like stiv som ei stang !	arnbak		
2.3.5	Overflatebehandling er slitt og det er store felter med rust. Når rustknølene hugges av med kniv blir det groper på ca 2 mm. Foreløpig er de angrepne feltene ikke veldig store, men i løpet av ett år eller tre bør nok luka males.	arnbak		
2.3.8	Maling slitt av på sideskjold der pakningen ligger. Støttehjul går ikke rundt, maling slites av også her. AO 17506 etablert i 2005.	arnbak		
Overført til arbeidsplan:		Alle avvik rettet:	Dato/sign.:	
<i>Skjemaet overføres til objektpermene når avvikene er rettet.</i>				

Vedlegg: se neste side

>

 Buskerud Kraftproduksjon	INTERNKONTROLL – VASSDRAG	Sjekkliste IKV
Dokumentansvarlig: Kjell Ivar Jevne	Dok.betegnelse: IKV-51HE03Sjekk	Side 1 av 2
Ansvarlig utgiver: VTA		Utgitt: 2003-07-16

Dam Hensfoss - Inntakskonstruksjoner				51HE03-2006	
Vannstand/driftsforhold: Stasjonen står dag 1, kjøres dag 2				Henvisning:	
Værforhold: Pent vær ca 15 grader					
Symboler: + = sjekket og funnet i orden - = ikke i orden, skriv merknader på baksiden av sjekklisten. / = ikke tilgjengelig					
PERIODISK TILSYN			HOVEDTILSYN	X	SPESELT TILSYN
KONSTRUKSJONSDEL			KONSTRUKSJONSDEL		
3.1	Hydraulisk lukespill		3.4	Fylleluke	
3.1.1	Betjeningsinstruks	+	3.4.1	Spill (smøring)	+
3.1.2	Hydraulikkskjema og el.skjema	-	3.4.2	Opptrekkstang med støttelager	+
3.1.3	Oljlekkasjer	+	3.4.3	Lekkasjer, pakninger	/
3.1.4	Ventilfunksjoner	/	3.4.4	Lukekropp	/
3.1.5	Oljens tilstand og nivå	+	3.4.5	Føring, bunn-, toppstokk	/
3.1.6	Oljefilter	/	3.4.6	Overflatebehandling	/
3.1.7	Hydraulikksylindere m/fester i luke	/	3.4.7	Annet	-
3.1.8	Hydraulikkslanger/rør	+			
3.1.9	Pumpetrykk opp: (bar) 1: _____ 2: _____	/	3.5	Varegrind	
3.1.10	Pumpetrykk ned: (bar) 1: _____ 2: _____	/	3.5.1	Grindstaver	-
3.1.11	Hengetrykk: (bar) 1: _____ 2: _____		3.5.2	Anlegg m/fester for grind	+
3.1.12	Forriglinger	+	3.5.3	Annet	
3.1.13	Endebrytere				
3.1.14	Stillingsvisere		3.6	Grindrensker	
3.1.15	Annet		3.6.1	Funksjonstest	+
				(Tilsyn for øvrig iht.driftsrutiner)	
3.2	Luke 1 (Venstre)				
3.2.1	Lukepakninger/lekkasjer	-			
3.2.2	Lukekropp	+			
3.2.3	Føring, bunn-, toppstokk	-			
3.2.4	Overflatebehandling	-			
3.2.5	Annet				
3.3	Luke 2 (høyre, landside)				
3.3.1	Lukepakninger/lekkasjer	-			
3.3.2	Lukekropp	+			
3.3.3	Føring, bunn-, toppstokk	-			
3.3.4	Overflatebehandling	-			
3.3.5	Annet				
NB! Se neste side for avviksbehandling			Dato: 19 og 22 sept.		Sign.:

 Buskerud Kraftproduksjon	INTERNKONTROLL – VASSDRAG	Sjekkliste IKV
Dokumentansvarlig: Kjell Ivar Jevne	Dok.betegnelse: IKV-51HE03Sjekk	Side 2 av 2
Ansvarlig utgiver: VTA		Utgitt: 2003-07-16

Bakside av sjekkliste

Liste: **51HE03-2006**

Punkt i liste	Redegjørelse for feil og mangler som er avmerket i sjekklisten og beskrivelse av evt. tiltak.	Ansvar	Frist	Utført
3.1.2	Hydraulikk/ og el-skjema mangler i lukehus.	arnbak		
3.2.1 3.3.1	Begge lukene er satt før tilsynet. Lukene inspiseres fra bakside, etter adkomst gjennom rørgata. Det er lekkasje fra begge lukene. Lekkasjen gir 7 – 10 cm vann i røret, og dette er en vannmengde som er i grenseland for adkomst gjennom røret. Lekkasjemengden er dog innenfor det som tappeventilen i svingetårnet klarer å avlede, og således er det ingen store konsekvenser. Utbedring må sees i sammenheng med annet arbeid. Lekkasjen er trolig i størrelsesorden 70 – 100 liter pr sek.			
3.2.3 3.3.3	Midtpillaren mellom lukene som føringene er montert i har en prekk under. Altså mellom pillaren og fundamentet. Denne måles til ca 7 cm dyp, med bladet på tommestokken. Sprekken er trolig dypere, men tykkelsen på tommestokkbladet hindrer videre innstikk. Lignende pillar ved utløpet av røret har havarent, og problemstillingen for denne pilaren er tatt opp med Norconsult, v/ Vidar Gullhaug – som ser på det i sammenheng med inngangværende revurdering.			
3.5.1	Grinda har en del skader ca i meter under vannstand, og ca 7,5 meter fra høyre side. Der er det 5 staver som er skadet og 2 som mangler.			
3.4.7	Grinda til fylleluka mangler en stav.			
Overført til arbeidsplan:		Alle avvik rettet:	Dato/sign.:	
<i>Skjemaet overføres til objektpermene når avvikene er rettet.</i>				

Vedlegg: se neste side

>

 Buskerud Kraftproduksjon	INTERNKONTROLL – VASSDRAG	Sjekkliste IKV
Dokumentansvarlig: Kjell Ivar Jevne	Dok.betegnelse: IKV-51HE04Sjekk	Side 1 av 2
Ansvarlig utgiver: VTA		Utgitt: 2003-07-16

Dam Hensfoss – Rørgate m/svingetårn			51HE04-2006		
Vannstand/driftsforhold:			Henvisning:		
Værforhold:					
Symboler: + = sjekket og funnet i orden - = ikke i orden, skriv merknader på baksiden av sjekklisten. / = ikke tilgjengelig					
PERIODISK TILSYN			HOVEDTILSYN		
KONSTRUKSJONSDEL			KONSTRUKSJONSDEL		
RØRGATE OG SVINGETÅRN			LUKER I SVINGETÅRN		
4.1	Rørgate fra inntak til svingetårn		4.5	Hydraulisk lukespill	
4.1.1	Rørgate, betongdel generell tilstand	+	4.5.1	Betjeningsinstruks	+
4.1.2	Utvendig kledning	+	4.5.2	Hydraulikkskjema og el.skjema	-
4.1.3	Fundamenter	-/+	4.5.3	Oljelekkasjer	+
4.1.4	Overflatebehandling stålrør innvendig	+	4.5.4	Ventilfunksjoner	+
4.1.5	Rørskjøter	+	4.5.5	Oljens tilstand og nivå	+
4.1.6	Overflatebehandling stålrør utvendig	-	4.5.6	Oljefilter	+
4.1.7	Vegetasjon	-	4.5.7	Hydraulikksylindere m/fester i luke	+
4.1.8	Annet	-	4.5.8	Hydraulikkslanger/rør	+
			4.5.9	Oljetrykk opp (bar) 1:____ 2:____	/
4.2	Svingetårn utvendig		4.5.10	Oljetrykk topp (bar) 1:____ 2:____	/
4.2.1	Riss, sprekkdannelser	-	4.5.11	Hengetrykk: (bar) 1:____ 2:____	/
4.2.2	Forvitring, avskalling	+	4.5.12	Startteller 1:____ 2:____	/
4.2.3	Kalkutfelling	-	4.5.13	Forriglinger	+
4.2.4	Lekkasjer (isdannelser)	+	4.5.14	Endebrytere	+
4.2.5	Armeringskorrosjon	+	4.5.15	Stillingsvisere	
4.2.6	Annet		4.5.16	Annet	
4.3	Svingetårn innvendig		4.6	Luke 1 (Venstre)	
4.3.1	Riss, sprekkdannelser	+	4.6.1	Lekkasjer; pakninger	+
4.3.2	Fuger	+	4.6.2	Lukekropp	+
4.3.3	Armeringskorrosjon	+	4.6.3	Føringer, bunn-, toppstokk	+
4.3.4	Annet		4.6.4	Overflatebehandling	+
			4.6.5	Hjul aksler og lagre	-
4.4	Rørgater fra svingetårn				
4.4.1	Lekkasjer	+	4.7	Luke 2 (Høyre)	
4.4.2	Fundamenter	+	4.7.1	Lekkasjer; pakninger	+
4.4.3	Overflatebehandling utvendig	+	4.7.2	Lukekropp	+
4.4.4	Overflatebehandling innvendig	/	4.7.3	Føringer, bunn-, toppstokk	+
4.4.5	Annet.		4.7.4	Overflatebehandling	+
			4.7.5	Hjul aksler og lagre	-
NB! Se neste side for avviksbehandling.			Dato: 19 og 22 sept.		Sign.:

 Buskerud Kraftproduksjon	INTERNKONTROLL – VASSDRAG	Sjekkliste IKV
Dokumentansvarlig: Kjell Ivar Jevne	Dok.betegnelse: IKV-51HE04Sjekk	Side 2 av 2
Ansvarlig utgiver: VTA		Utgitt: 2003-07-16

Bakside av sjekkliste

Liste: **HE5-2006**

Punkt i liste	Redegjørelse for feil og mangler som er avmerket i sjekklisten og beskrivelse av evt. tiltak.	Ansvar	Frist	Utført
4.1.3	Noe avskalling på fundamenter nedstrøms, alle er ikke sjekket på grunn av for mye vegetasjon.	arnbak		
4.1.6	Noe overflaterust, spesielt på hver side av brua over røret.	arnbak		
4.1.7	Mye vegetasjon langs røret som må fjernes. Sprøyting bør vurderes. Det er en del hull i grunnen som er vanskelig å se ved inspeksjon/ arbeid langs rørgate.. Bør se på muligheten til å etablere en sti langs røret på begge sider.	Arnbak		
4.1.8	Vertikal flyndre ved utløpet av røret / innløpet til svingetårnet hadde falt ned før befaringen. Flyndra ble heist ut i løpet av dagen og oppstikkende armeringsjern kappet. Senere er det sjekket ut at flyndra ikke har hatt bærende funksjoner. Blir ikke laget ny med mindre det viser seg at strømningsbildet i svingetårnet er vesentlig dårligere enn tidligere.	VTA		
4.2.1	Noe dårlig betong i overgangen mellom rør og tårn. Ser ikke bra ut. Revurdering er inne i siste finpuss, og Norcunsult er kjent med dette. Avventer revurderingsrapport før evt tiltak. .			
4.2.3	Noe kalkutfelling utvendig tårn. Har ikke endret seg vesentlig siden forrige tilsyn.	Arnbak		
4.5.2	El- og hydr. skjema mangler. AO 17495	Arnbak		
4.6.5 4.7.5	Styrehjul på oppstrøms side av begge lukene er løse. Gjelder både høyre og venster side. Det var ikke mulig å komme til å få festet disse under innseksjonen. Trolig må luka heises ut av føringene for å komme til.	Arnbak		
Overført til arbeidsplan:		Alle avvik rettet:	Dato/sign.:	
<i>Skjemaet overføres til objektpermene når avvikene er rettet.</i>				

Vedlegg: se neste side

>

Buskerud Dykkerservice AS

Morten Sivertzen

Bergsbakken 30
3616 KONGSBERG

Tlf: 32 73 64 32
Org.nr.: 950116544

VANNSIDEINSPEKSJON HENSFOSS DAM

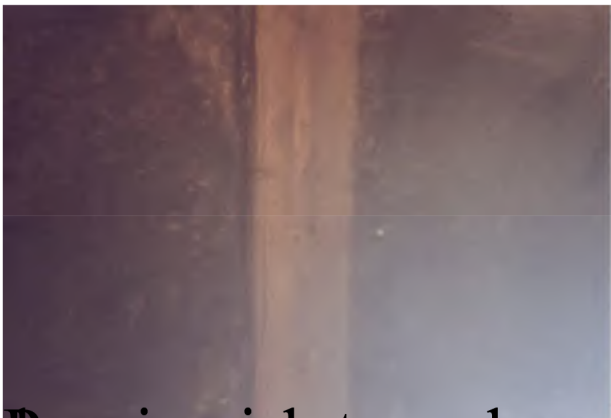
DYKK 2001-11-22 og 2001-11-23



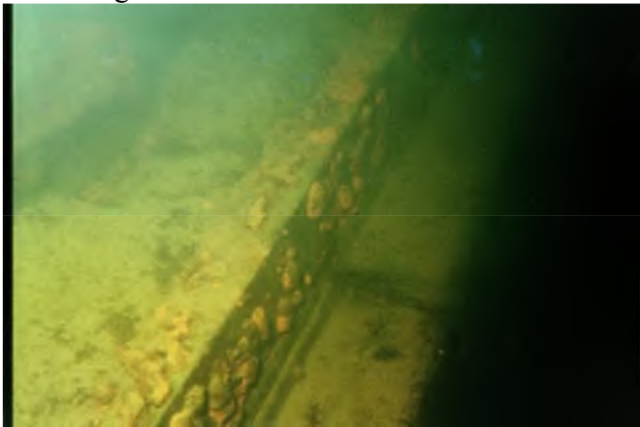
Vannsideinspeksjon Hensfoss dam 2001**Fotologg og notater fra dykk 22. november 2001**

Sted og dato:	Hensfoss kraftstasjon, dam. Torsdag 22.11.2001
Oppdragsgiver:	Norske Skogindustri asa, Kraftverkene. V/Magne Nyheim
Bildene sendes til:	Øivind Hilsen, Norconsult, Postboks 258, 3502 Hønefoss
Notat:	
Sektorluke (Dykk 1) 0:01:40-	
▪ Overgang mellom betong og bunnen er generelt bra, med unntak av mindre utvaskinger mot pilarer høyre og venstre side. ▪ Målt dybde langs bunnen mellom pilarer, se egen skisse. ▪ Selve påstøpen i provisorisk tappeløp fra byggeperioden, er <u>preget av stor utvasking</u>. Området rundt påstøpen virker til å være i god befatning. Bredde ca. 1,6 m og høyde ca. 1 m. Påstøpen er noe til høyre for midten. Underkant av luke til bunnen ca. 1 m. Bunnen er 7,5 m. ▪ Nålanlaget har noen mindre avskallinger i betongen underkant av anslaget. Ser ellers ut til å være i god befatning. ▪ På bunnterskelen ved overgang stål/ betong er det en tversgående stor sprekk (Ca 5 cm i fra stålet). Sprekken går i fra venstre side og i lengde ca. 2/3 mot høyre. Sprekkens dybde er vanskelig å bedømme men den viker dyp. ▪ Selve sektorluken og dens innfesting ser ut til å være i god befatning.	
Pilar mellom sektorluke og segmentsluke	
▪ .	
Segmentsluke	
▪ .	
Mur og varegrind venstre side	
▪ Selve muren og overgang mot bunnen ser ut til å være i meget god befatning. ▪ Varegrinda ser ut til å være i god befatning. ▪ Muren under selve varegrinda ??????	

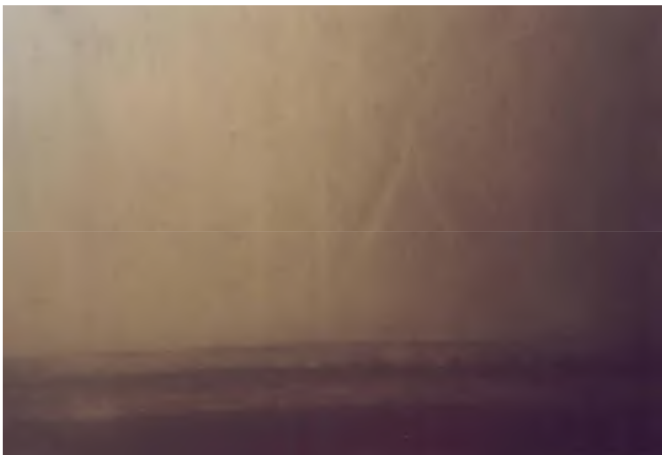
Vannsideinspeksjon Hensfoss dam 2001

Nr:	Sted:	Objekt:	Merknad:
3	Sektorluke	Provisorisk tappeløp under bunnterskel, fra byggeperioden. 	Utvasking av påstøp i tappeløpet. Deler av forskaling står igjen.
4	Sektorluke	Provisorisk tappeløp under bunnterskel, fra byggeperioden. 	Utvasking av påstøp i tappeløpet. Deler av forskaling står igjen.
5	Sektorluke	Provisorisk tappeløp under bunnterskel, fra byggeperioden. 	Utvasking av påstøp i tappeløpet. Deler av forskaling står igjen.

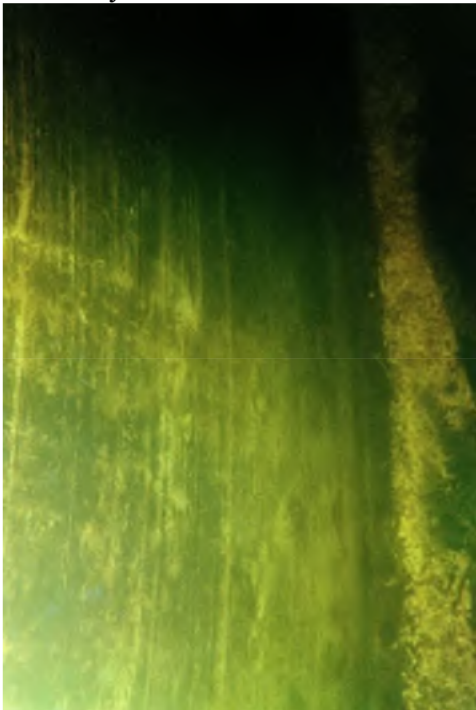
Vannsideinspeksjon Hensfoss dam 2001

Nr:	Sted:	Objekt:	Merknad:
6	Sektorluke	Provisorisk tappeløp under bunnterskel, fra byggeperioden. 	Utvasking av påstøp i tappeløpet. Deler av forskaling står igjen.
7	Sektorluke (Videotid ca 00:34)	Nålanslag 	Støpeskjøt med liten høydeforskjell
8	Sektorluke	Nålanslag 	Støpeskjøt med liten høydeforskjell

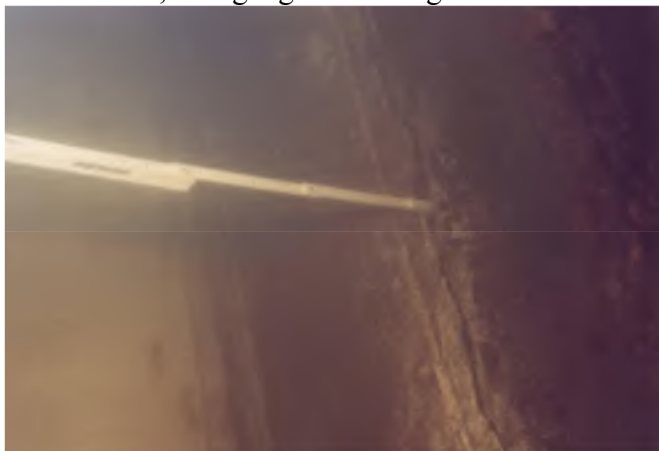
Vannsideinspeksjon Hensfoss dam 2001

Nr:	Sted:	Objekt:	Merknad:
9	Sektorluke	Luke venstre hjørne bunn 	
10	Sektorluke	Luke høyre hjørne bunn 	
11	Sektorluke	Luke bunnen 	

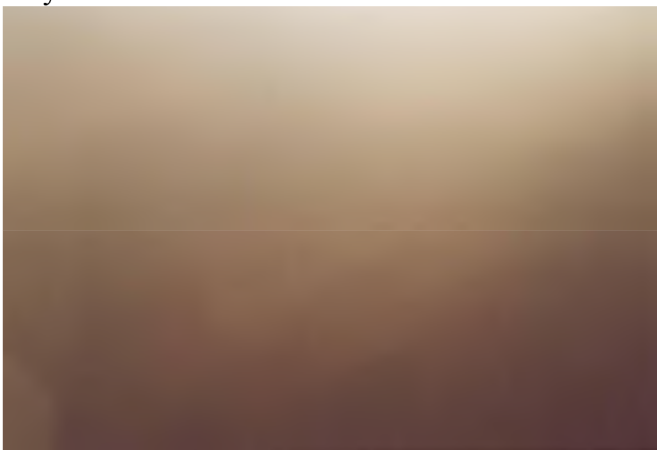
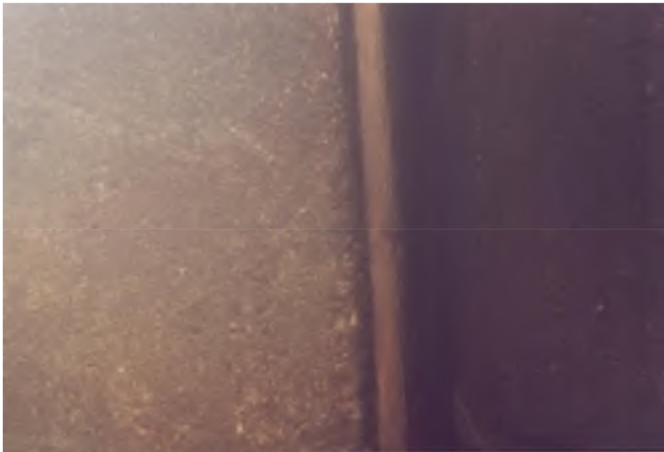
Vannsideinspeksjon Hensfoss dam 2001

Nr:	Sted:	Objekt:	Merknad:
12	Sektorluke	Luke høyre side 	
13	Sektorluke	Bunnterskel, overgang stål betong. 	Tverrgående sprekk
14	Sektorluke	Bunnterskel, overgang stål betong. 	Tverrgående sprekk

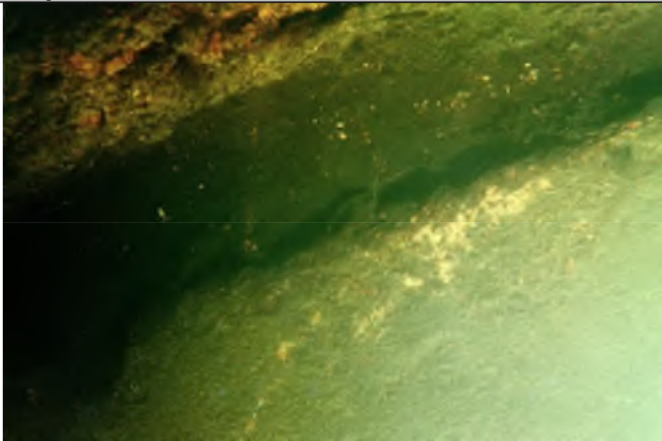
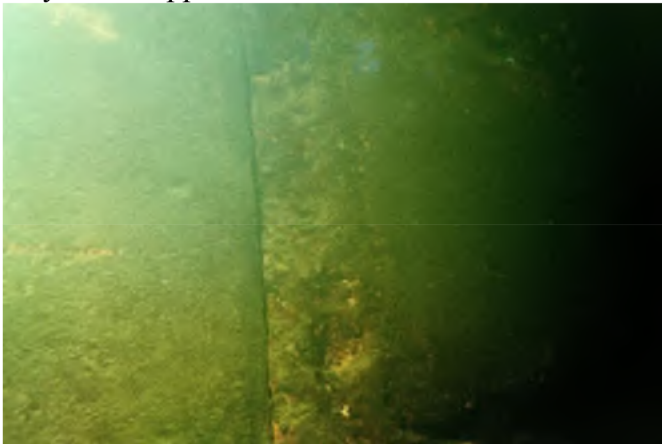
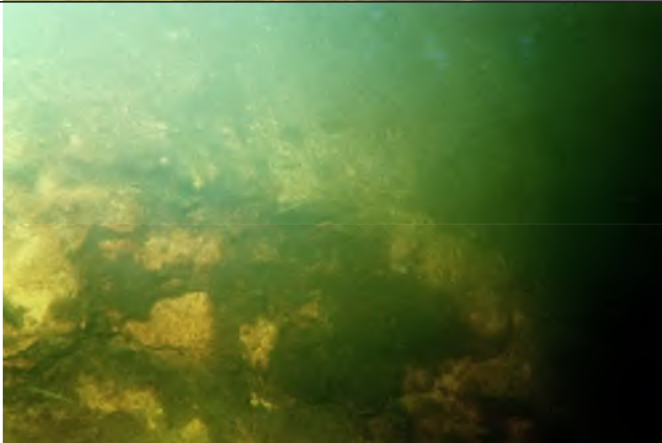
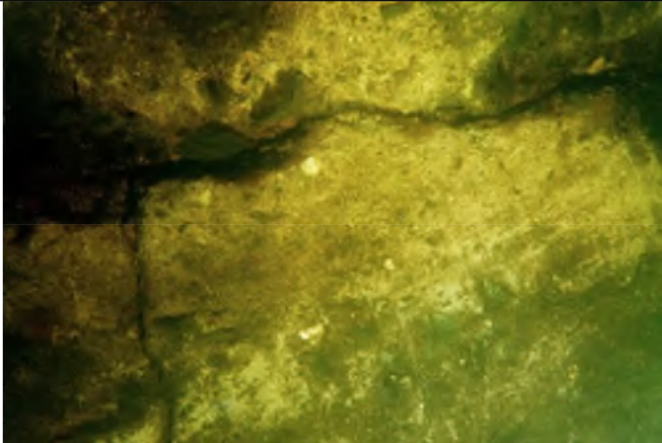
Vannsideinspeksjon Hensfoss dam 2001

Nr:	Sted:	Objekt:	Merknad:
15	Sektorluke	Bunnterskel, overgang stål betong. 	Tverrgående sprekk
16	Sektorluke	Bunnterskel, overgang stål betong. 	Tverrgående sprekk. Bilde viser meterstokk Meterstokken stoppet da sprekk går på skrå. Sprekken viker dyptgående.
17	Sektorluke	Bunnterskel, overgang stål betong. 	Tverrgående sprekk. Bilde viser meterstokk Meterstokken stoppet da sprekk går på skrå. Sprekken viker dyptgående.
18			
19			

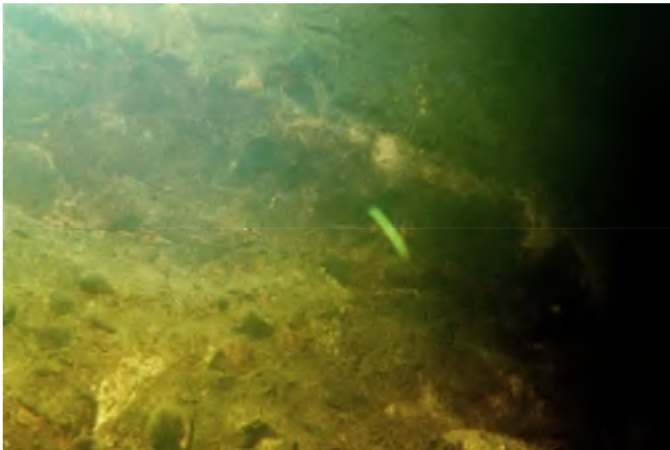
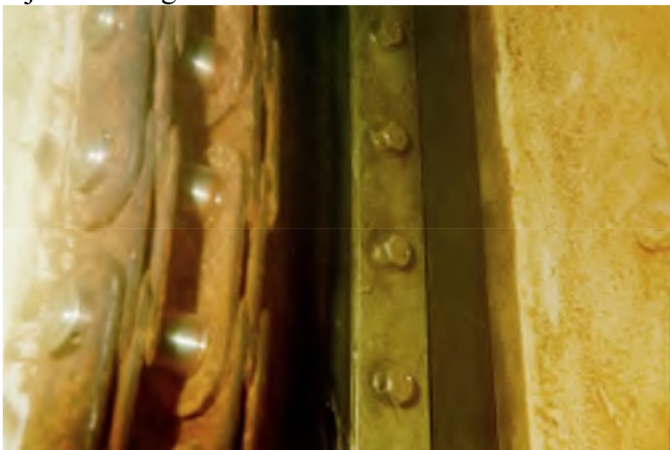
Vannsideinspeksjon Hensfoss dam 2001

Nr:	Sted:	Objekt:	Merknad:
20	Pilar mellom sektorluke og segmentsluke.	Høyre side mot sektorluke 	
21	Pilar mellom sektorluke og segmentsluke.	Høyre side mot sektorluke, men høyere opp enn bilde 20 	
22	Pilar mellom sektorluke og segmentsluke.	Sprekk på pilar 	

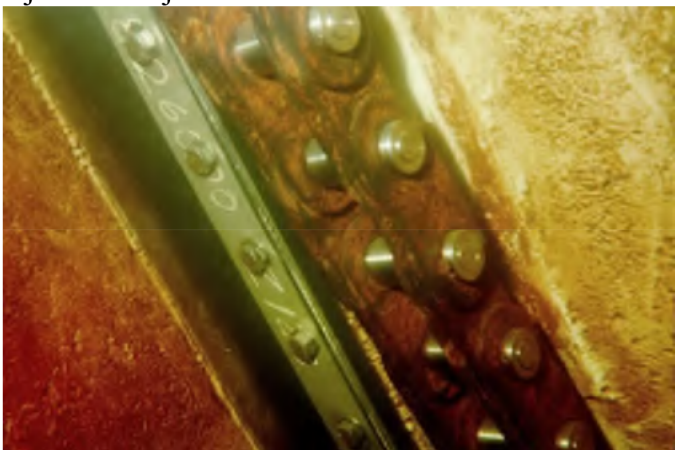
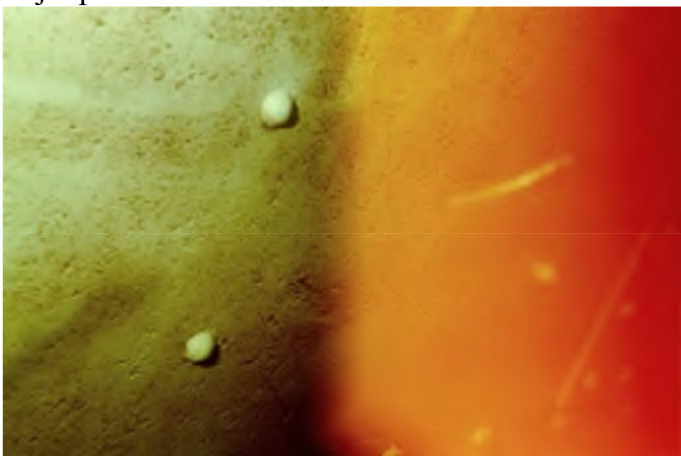
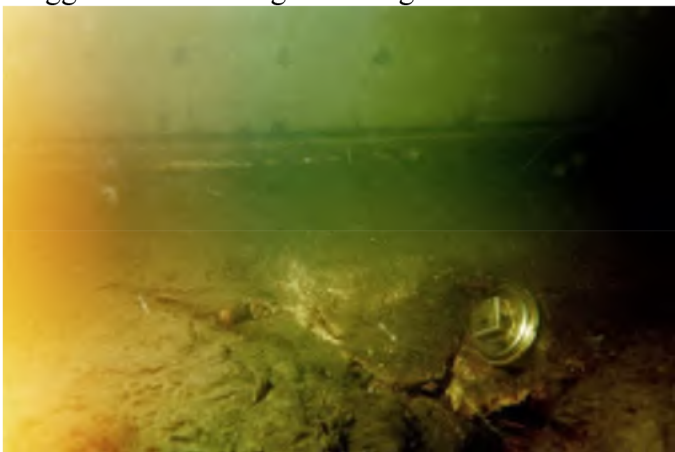
Vannsideinspeksjon Hensfoss dam 2001

Nr:	Sted:	Objekt:	Merknad:
23	Pilar mellom sektorluke og segmentsluke.		
24	Pilar mellom sektorluke og segmentsluke.	Høyre side opp mot elva 	
25	Pilar mellom sektorluke og segmentsluke.		Stor utvasking
26	Pilar mellom sektorluke og segmentsluke.		Stor utvasking

Vannsideinspeksjon Hensfoss dam 2001

Nr:	Sted:	Objekt:	Merknad:
27	Pilar mellom sektorluke og segmentluke.	Venstre side 	!,15 i omfang
28	Segmentluke	Kjedefeste hjørne høyre side 	
29	Segmentluke	Hjørne føring 	

Vannsideinspeksjon Hensfoss dam 2001

Nr:	Sted:	Objekt:	Merknad:
30	Segmentluke	Kjedefeste hjørne venstre side 	
31	Segmentluke	Skjøt på luke 	
32	Segmentluke	Plugg mellom luke og nålanslag 	
33			

Vannsideinspeksjon Hensfoss dam 2001

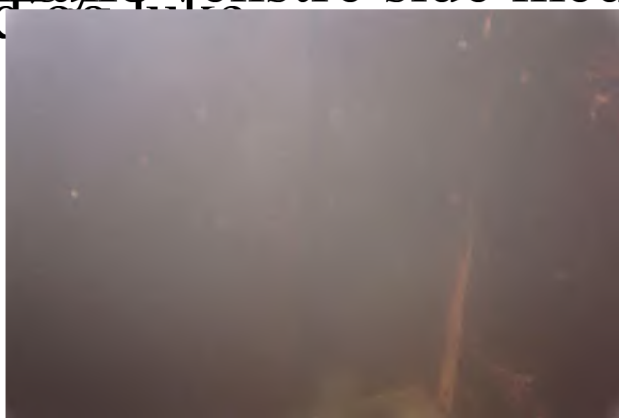
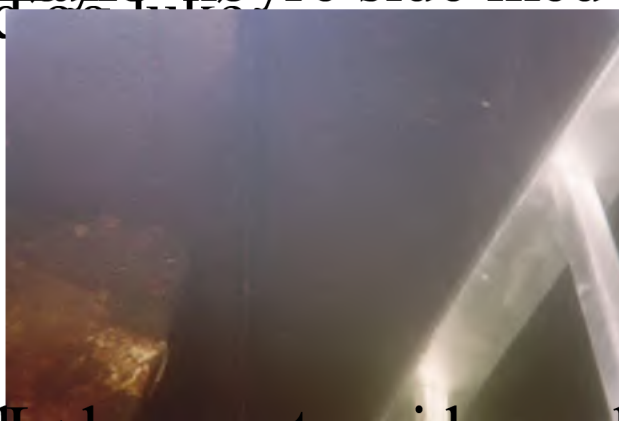
Nr:	Sted:	Objekt:	Merknad:
34	Mur venstre side for segmentsluke	Typisk bilde av mur 	Meget god befatning
35			
36			
37			

Vannsideinspeksjon Hensfoss dam 2001**Fotologg og notater fra dykk 23. november 2001**

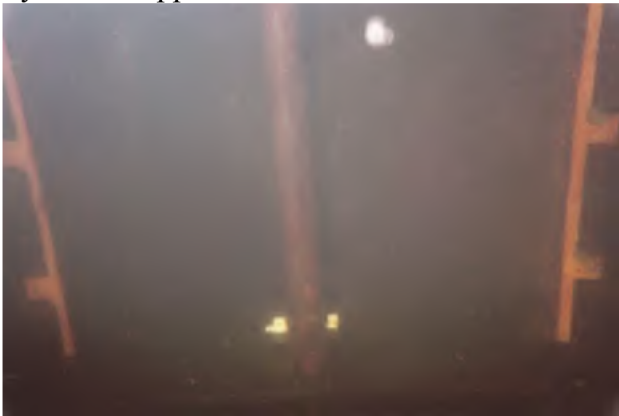
Sted og dato:	Hensfoss kraftstasjon, dam. 23.11.2001
Oppdragsgiver:	Norske Skogindustri asa, Kraftverkene. V/Magne Nyheim
Bildene sendes til:	Øivind Hilsen, Norconsult, Postboks 258, 3502 Hønefoss
Notat:	
Dykket 3 dykk den 23 november 2001. Dykk 1 dykket Øystein mellom høyre varegrind og luke. Dykk 2 dykket Morten mellom venstre varegrind og luke. Dykk 3 dykket Morten fra pilar høyre side av sektor, varegrind utvendig og mur høye side av elva.	
Mellom høyre varegrind og luke:	
▪ Luke ▪ Mur venstre side ▪ Mur høyre side. ▪ Fylleluke. ▪ Varegrinda og dens innfesting ser ut til å være i meget god befatning.	
Mellom venstre varegrind og luke:	
▪ Luke ▪ Mur venstre side. Store sprekker i pilaren som går horisontalt og vertikalt. Tendensen fortsetter også på yttersiden. ▪ Mur høyre side. ▪ Varegrinda og dens innfesting ser ut til å være i meget god befatning. Det står igjen en forskaling etter en nyere påstøp.	
Pilar mellom sektor og varegrind:	
▪ Sprekker ????	
Varegrind :	
▪ Varegrinda og dens innfesting ser ut til å være i meget god befatning.	
Mur høyre side	
▪ Selve muren og overgang mot bunnen ser ut til å være i meget god befatning.	

Vannsideinspeksjon Hensfoss dam 2001

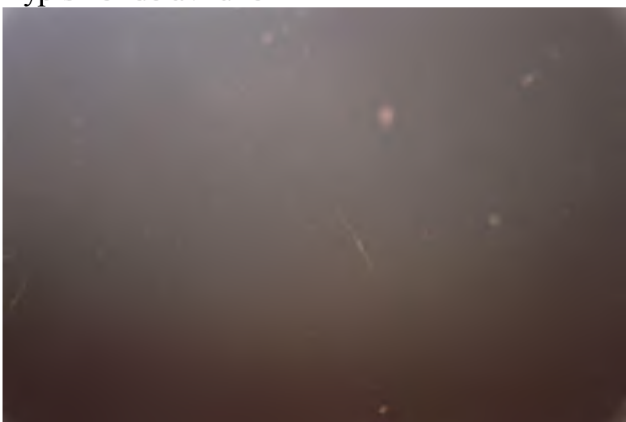
Nr:	Sted:	Objekt:	Merknad:
1			
2			
3			
4	Lukehus	Magne og Øivind	
5	Mellom luke	høyre side med føring, topp varegrind	
6	Mellom luke	venstre side med føring, topp varegrind	



Vannsideinspeksjon Hensfoss dam 2001

Nr:	Sted:	Objekt:	Merknad:
7	Mellom høyre varegrind og luke	Fylleluke topp 	
8	Mellom høyre varegrind og luke	Bunn av fylleluke 	
9	Mellom høyre varegrind og luke	Typisk bild av fylleluke 	
10	Mellom høyre varegrind og luke	Luke høyre side bunnen 	

Vannsideinspeksjon Hensfoss dam 2001

Nr:	Sted:	Objekt:	Merknad:
11	Mellom høyre varegrind og luke	Luke venstre side bunnen 	
12	Mellom høyre varegrind og luke	Typisk bilde av luke 	
13	Mellom høyre varegrind og luke	Varegrind H bjelke/ flyndre venstre side. (Nr. 1 fra bunnen) 	

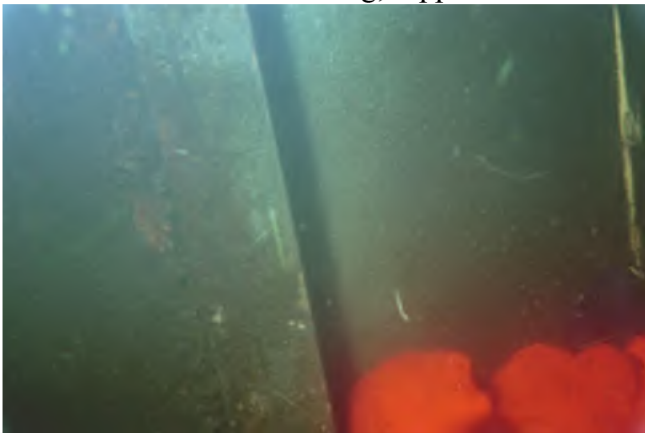
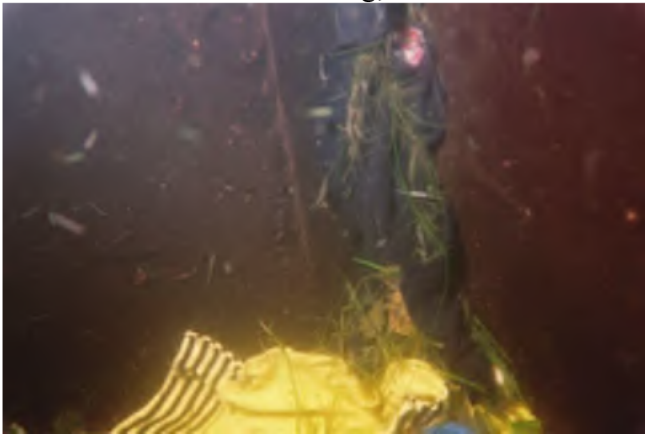
Vannsideinspeksjon Hensfoss dam 2001

Nr:	Sted:	Objekt:	Merknad:
14	Mellom høyre varegrind og luke	Varegrind H bjelke/ flyndre venstre side. (Nr. 2 fra bunnen) 	
15	Mellom høyre varegrind og luke	Varegrind H bjelke/ flyndre høyre side. (Nr. 1 fra bunnen) 	
16	Mellom høyre varegrind og luke	Varegrind H bjelke/ flyndre høyre side. (Nr. 2 fra bunnen) 	

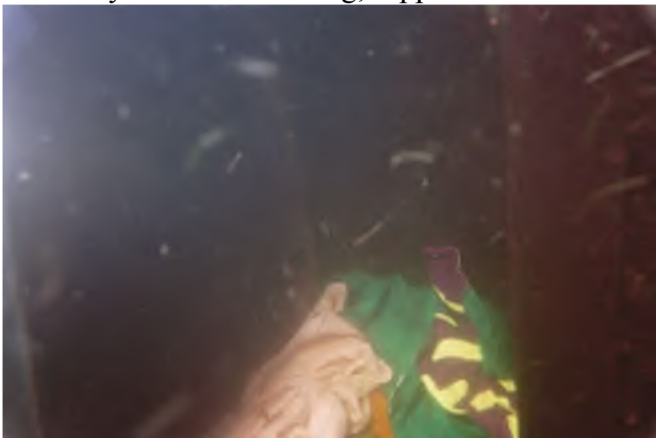
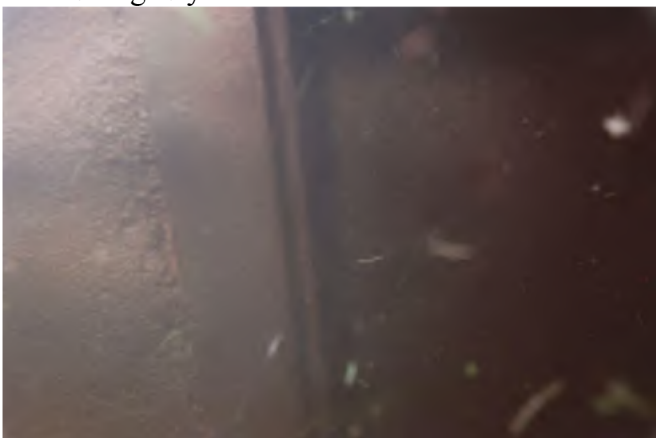
Vannsideinspeksjon Hensfoss dam 2001

Nr:	Sted:	Objekt:	Merknad:
17	Mellom høyre varegrind og luke	Varegrind H bjelke/ flyndre høyre side. (Nr. 3 fra bunnen) 	
18	Mellom høyre varegrind og luke	Varegrind H bjelke/ flyndre høyre side. (Nr. 4 fra bunnen) 	
19	Mellom høyre varegrind og luke	Varegrind H bjelke/ flyndre høyre side. (Nr. 5 fra bunnen) 	Den øverste av fem

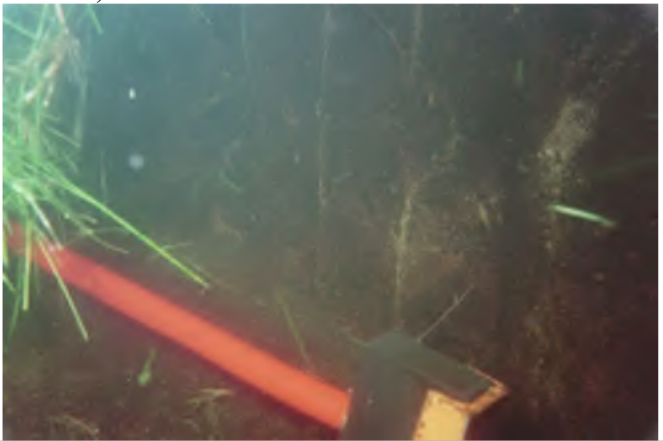
Vannsideinspeksjon Hensfoss dam 2001

Nr:	Sted:	Objekt:	Merknad:
20	Mellom høyre varegrind og luke	Luke. Innfesting av sylinder på topp av luke. 	
21	Mellom venstre varegrind og luke	Luke venstre side med føring, topp 	
22	Mellom venstre varegrind og luke	Luke venstre side med føring, bunn. 	
23	Mellom venstre varegrind og luke	Luke. Typisk lukebilde. 	

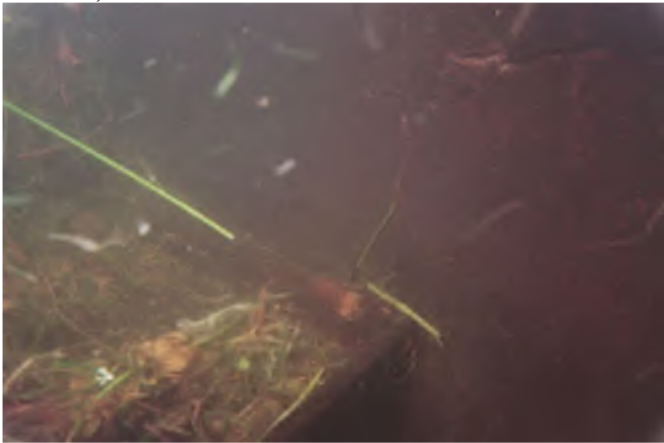
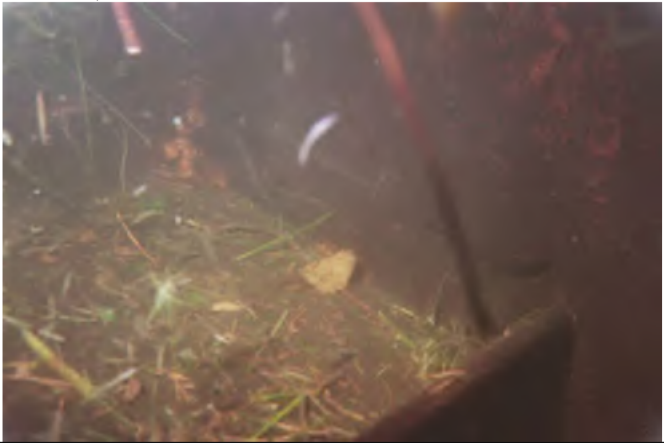
Vannsideinspeksjon Hensfoss dam 2001

Nr:	Sted:	Objekt:	Merknad:
24	Mellom venstre varegrind og luke	Luke høyre side med føring, bunn 	
25	Mellom venstre varegrind og luke	Luke høyre side med føring, topp. 	
26	Mellom venstre varegrind og luke	Lukeføring høyre side. 	

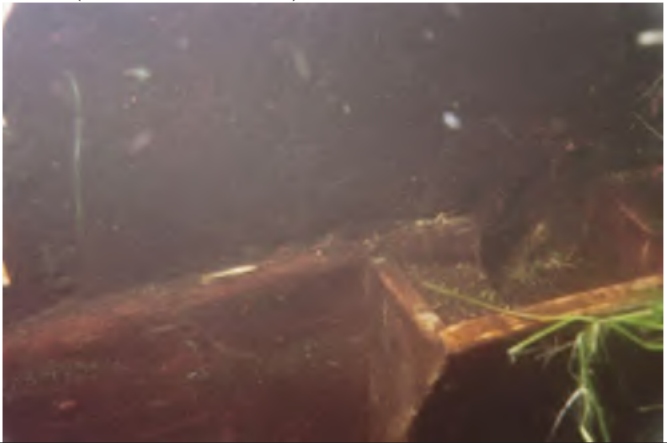
Vannsideinspeksjon Hensfoss dam 2001

Nr:	Sted:	Objekt:	Merknad:
27	Mellom venstre varegrind og luke	Lukeføring venstre side. 	
28	Mellom venstre varegrind og luke	Varegrind mot topp . 	
29	Mellom venstre varegrind og luke	Varegrind H bjelke/ flyndre venstre side. (Nr. 5 fra bunnen) 	Den øverste av fem.

Vannsideinspeksjon Hensfoss dam 2001

Nr:	Sted:	Objekt:	Merknad:
30	Mellom venstre varegrind og luke	Varegrind H bjelke/ flyndre venstre side. (Nr. 4 fra bunnen) 	
31	Mellom venstre varegrind og luke	Varegrind H bjelke/ flyndre venstre side. (Nr. 3 fra bunnen) 	
32	Mellom venstre varegrind og luke	Varegrind H bjelke/ flyndre venstre side. (Nr. 2 fra bunnen) 	

Vannsideinspeksjon Hensfoss dam 2001

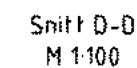
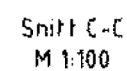
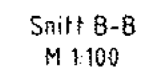
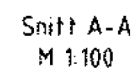
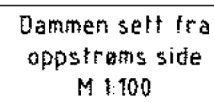
Nr:	Sted:	Objekt:	Merknad:
33	Mellom venstre varegrind og luke	Varegrind H bjelke/ flyndre venstre side. (Nr. 1 fra bunnen) 	
34	Mellom venstre varegrind og luke	Forskaling. Ved varegrind H bjelke/ flyndre høyre side. (Nr. 5 fra bunnen) 	Den øverste av fem. Nærbilde av topp forskaling
35	Mellom venstre varegrind og luke	Forskaling. Ved varegrind H bjelke/ flyndre høyre side. (Nr. 5 fra bunnen) 	Den øverste av fem. Avstandsbilde av forskaling

Vannsideinspeksjon Hensfoss dam 2001

Nr:	Sted:	Objekt:	Merknad:
36	Mellom venstre varegrind og luke	Pilar mot venstre. 	Sprekker. Dette er en forlengelse av de som går på yttersiden av varegrinda.
37			

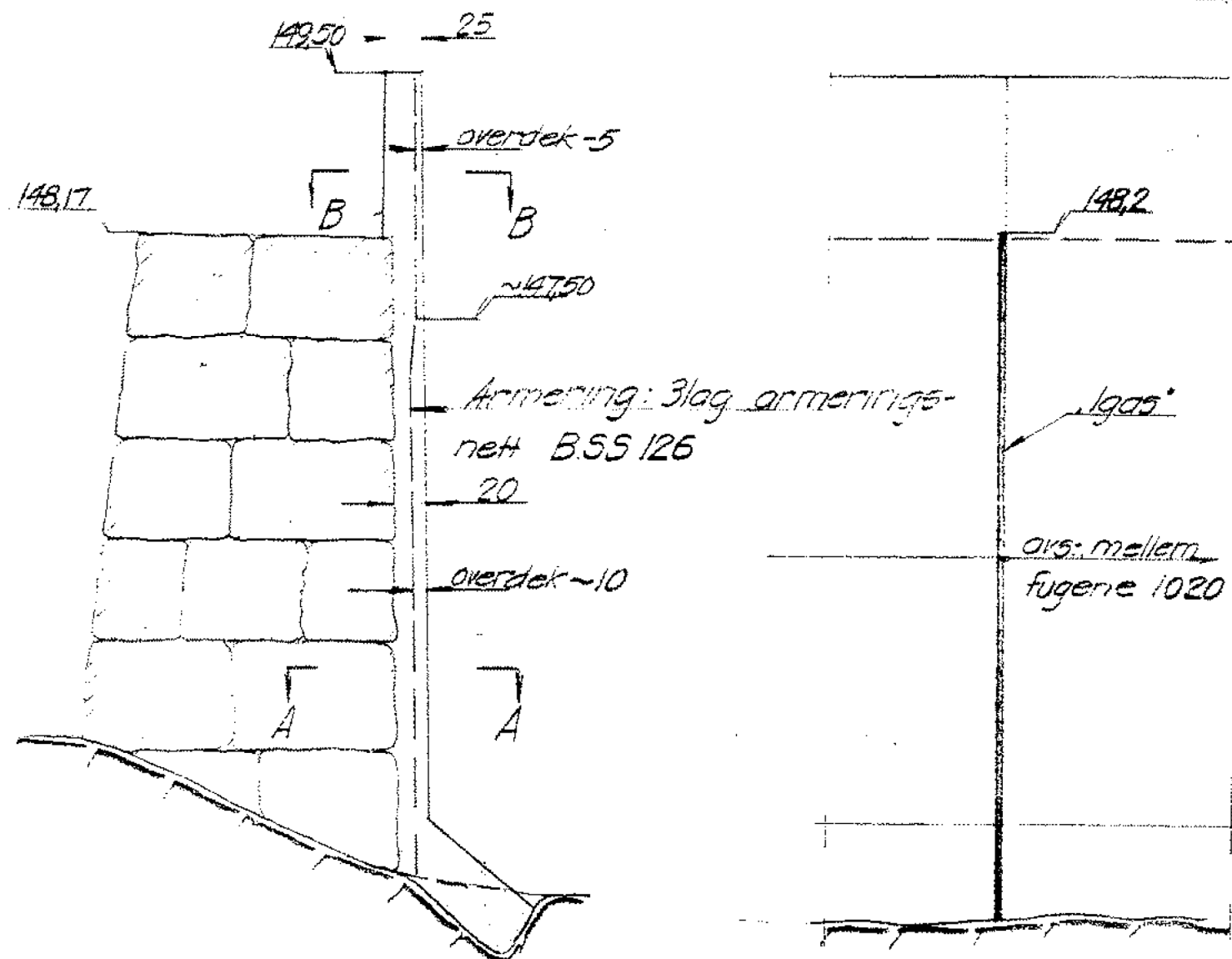
11E TEGNINGER

NR	TITTEL	ÅR	FIRMA
	DAM		
3435000-51HEArr	Arrangement	2006	Norconsult AS
82-2021	Tetningsplate på Nicolaikaret	1947	Berdal
82-2704	Luker i Nicolaikaret	1949	Berdal
82-2123	Halvmassivdam	1948	Berdal
82-2120	Østre segmentlukepilar. Form og armering.	1948	Berdal
82-1945	Sektordam (terskel)	1947	Berdal
82-1928	Sektorpilar-inntaksside	1947	Berdal
82-2119	Sektorpilar Øst	1948	Berdal
	SEGMENTLUKE		
49183-1	Arrangement	1947	Kværner
49393-0	Frontplate	1948	
	SEKTORLUKE		
27592-1	Sektordam -Sammenstilling	1951	Kværner
48643-0	Tverr-rammer	1947	Kværner
48644-1	Endetverr-ramme	1947	Kværner
48645-1	Brystplater	1947	Kværner
48646-1	Ryggplater	1947	Kværner
48649-0	Brystforankring (Forrigling)	1947	Kværner
48661-1	Forrigling og tilbakeføring	1947	Kværner
48930-1	Luftutsuging	1947	Kværner
48651-0	Lagerdrager	1947	Kværner
48426-0	Hovedlager	1947	Kværner
48576-1	3 glideluker 0,7 x 1,3 m	1947	Kværner
48653-1	Rør Luke	1947	Kværner
	INNTAKSKONSTRUKSJONER		
82-1866	Inntak. Oversikt	1946	Berdal
82-1946	Inntak. Armering	1947	Berdal
82-2750	Sylinderramme -Forankring	1950	Berdal
5632/4	Lukeføringer	1947	Refsum
5534/4	Fylleluke	1946	Refsum
	RØRGATE		
82-2007	Betongrør	1947	Berdal
82-2014	Armering av betongrør	1947	Berdal
16-519	ø5000 sveiset stålrør	1947	H.Thoresen
	SVINGETÅRN		
82-1861	Svingetårn	1946	Berdal
	TURBINLUKER		
48561-0	Luke	1947	Kværner
48566-0	Luke i føring. Detaljer.	1947	Kværner



Høyder i NN1954, målt i 2005.
Høyder fra opprinnelig
tegningsunderlag i parentes()

Denne dokument er utarbeidet av Norconsult AS for en utvalgsgjeng, og er utarbeidet som fremlagt notat. Dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS' medlemmer. Dokumentet skal brukes kun for det formål som oppgitt på dette dokumentet, og det skal ikke kopieres eller iverksettes iverksettelse av andre personer.			
ENERGISKAPET BUSKERUD			Dato:
HENSFOSS			Utarbeidet av: Øyvind Håsen
DAM OG INNTAK			Prosjektleder og:
ARRANGEMENT			Gull 11-12-20
Hvertskull: Utarbeidet for all formål			SOM VIST
Norconsult	Prosjektnummer:	Tegningsnummer:	Skala:
	3435000	51HE00A	Acc

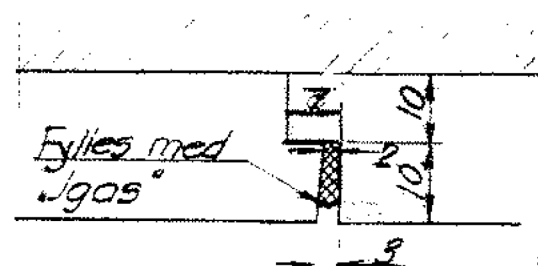


SNITT GJENNEM

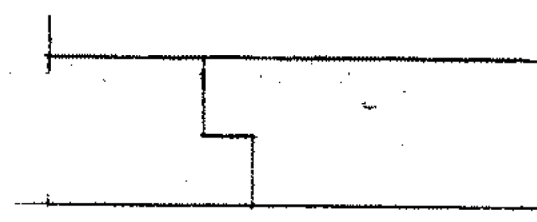
MIKOLAIKARET MED PLATE

OPRISS AV TETTINGSP-

PLATE MED FUGE

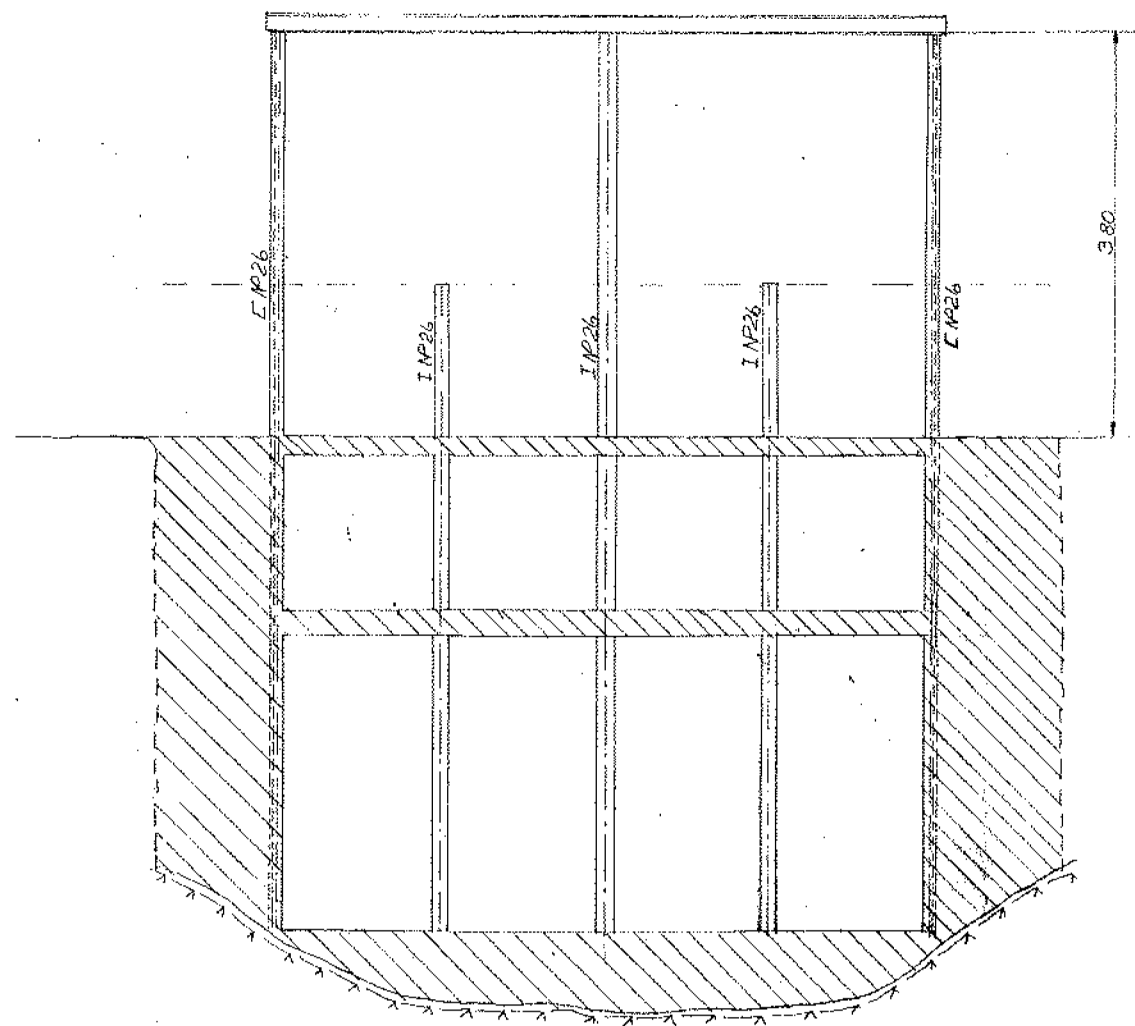


SNITT AA

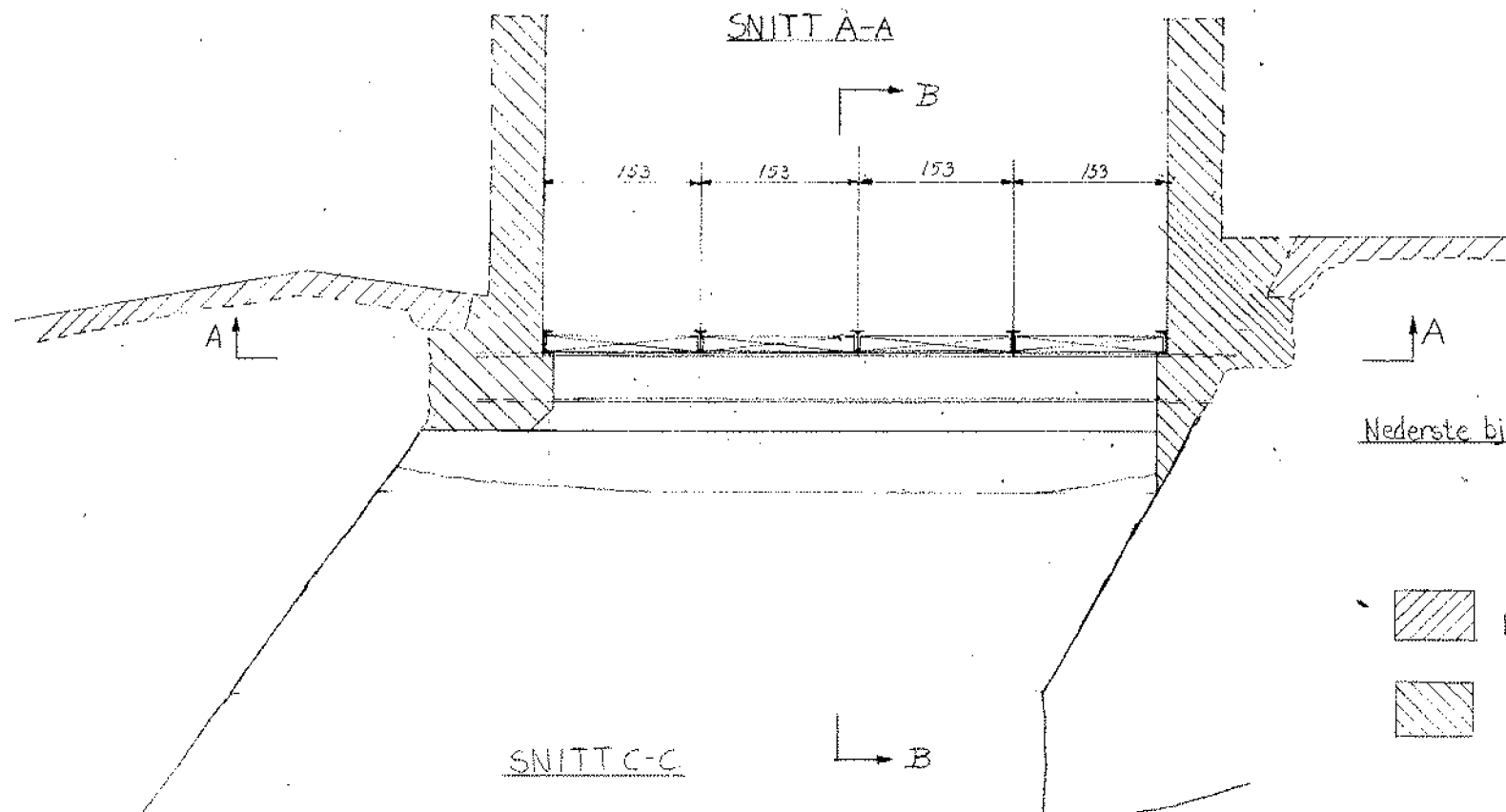


SNITT B-B

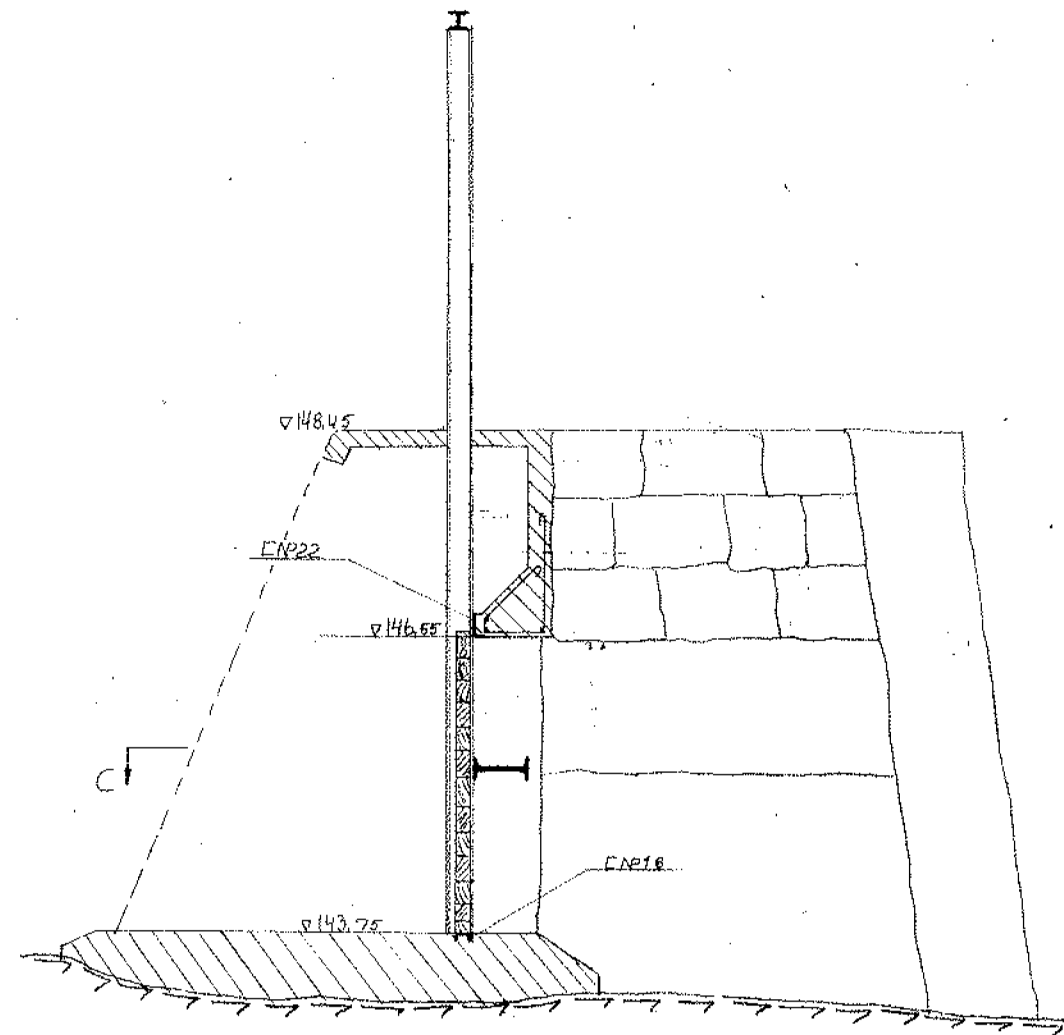
1/6 FOLLUMFABRIKKER	28/4
Ådalsfallene	M
Tetningsplate på Mikolai karet	1:50
Ingeniør A.B. Berdal	1:10
2021	



SNITT A-A



SNITT C-C



SNITT B-B

Nederste bj NP50 beholdes i samme stilling.

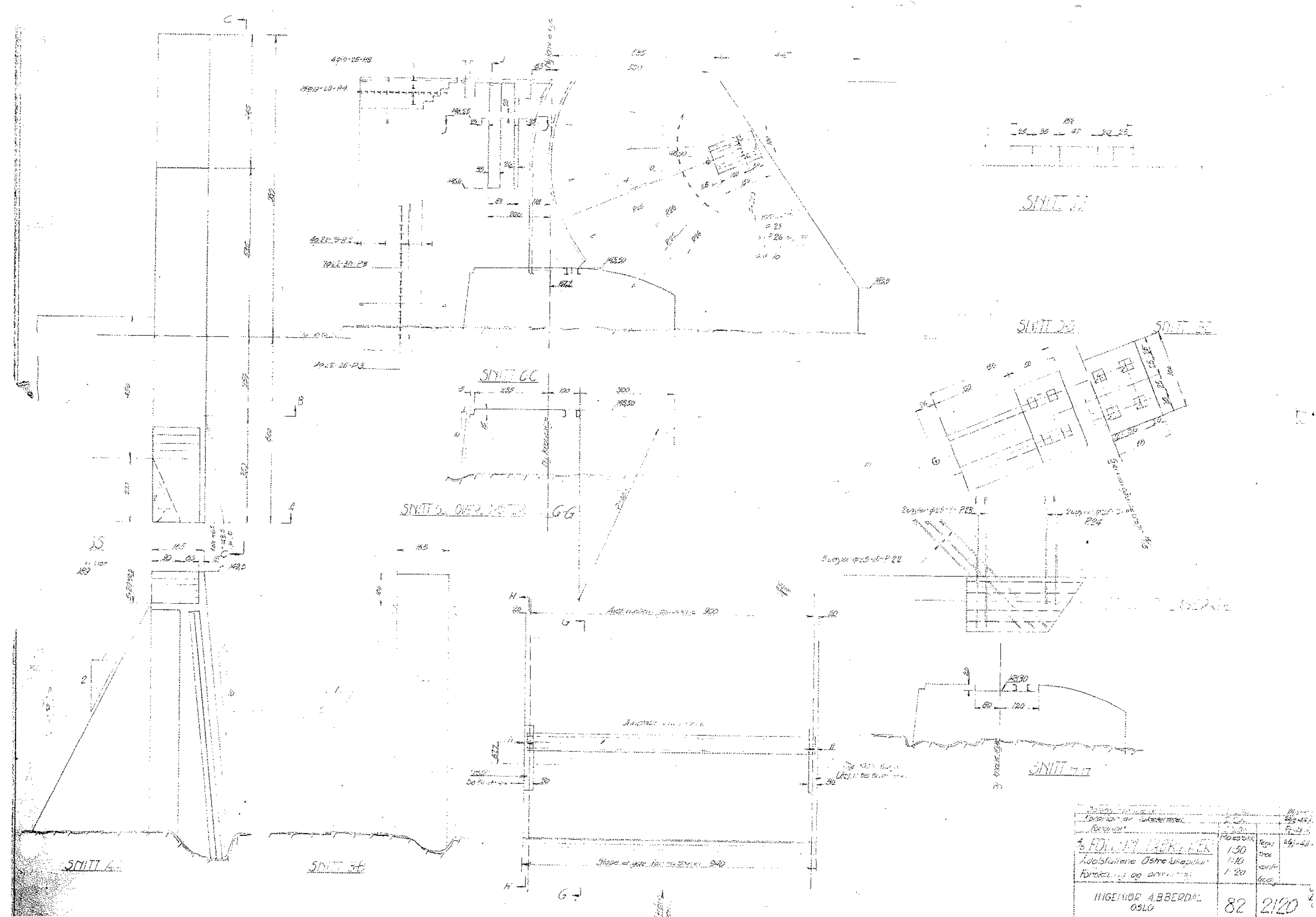


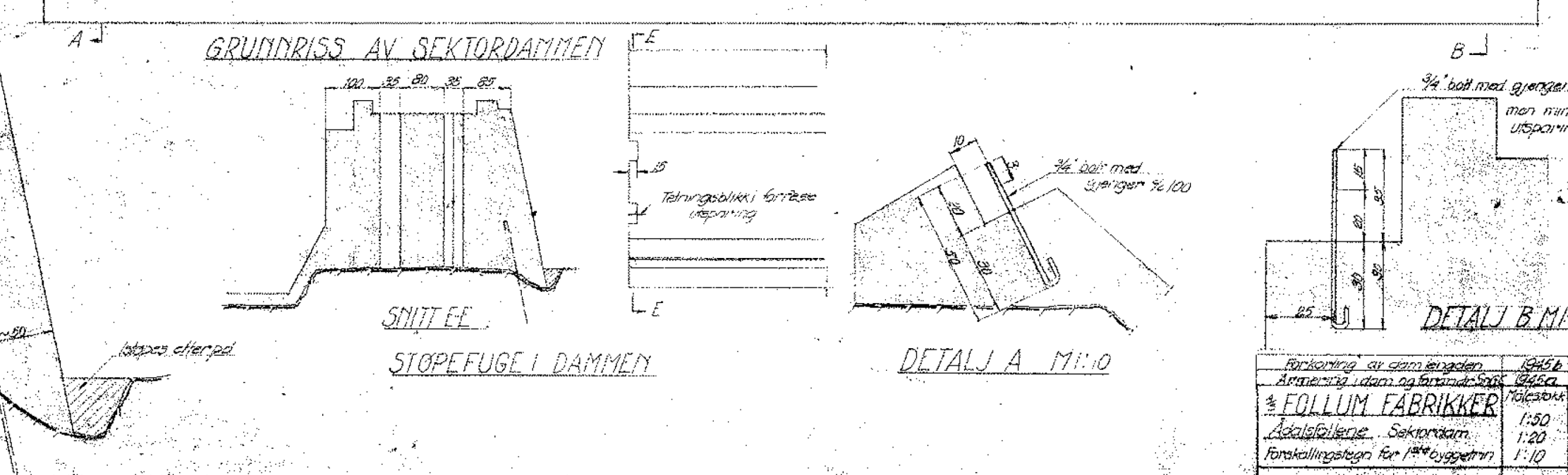
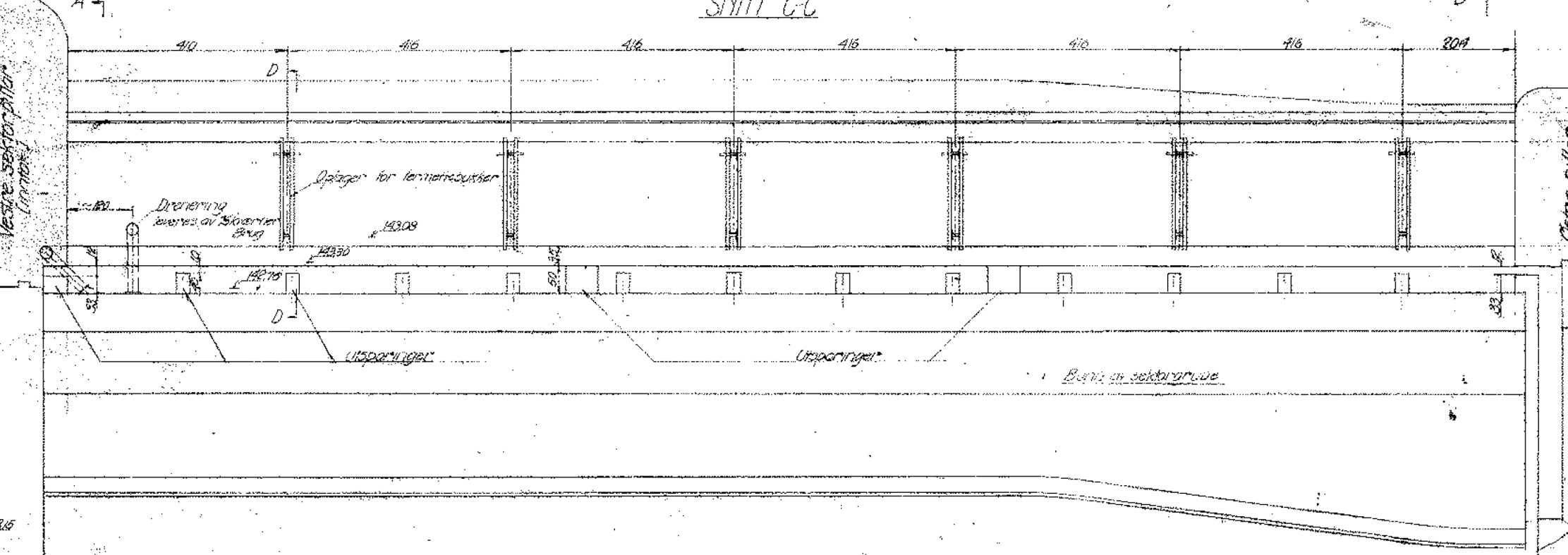
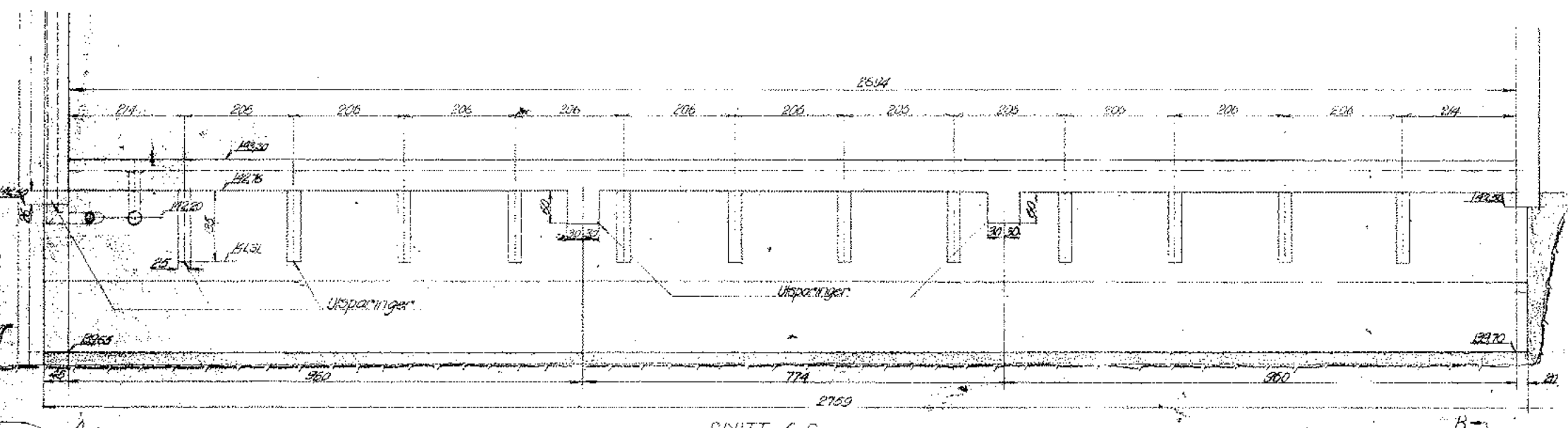
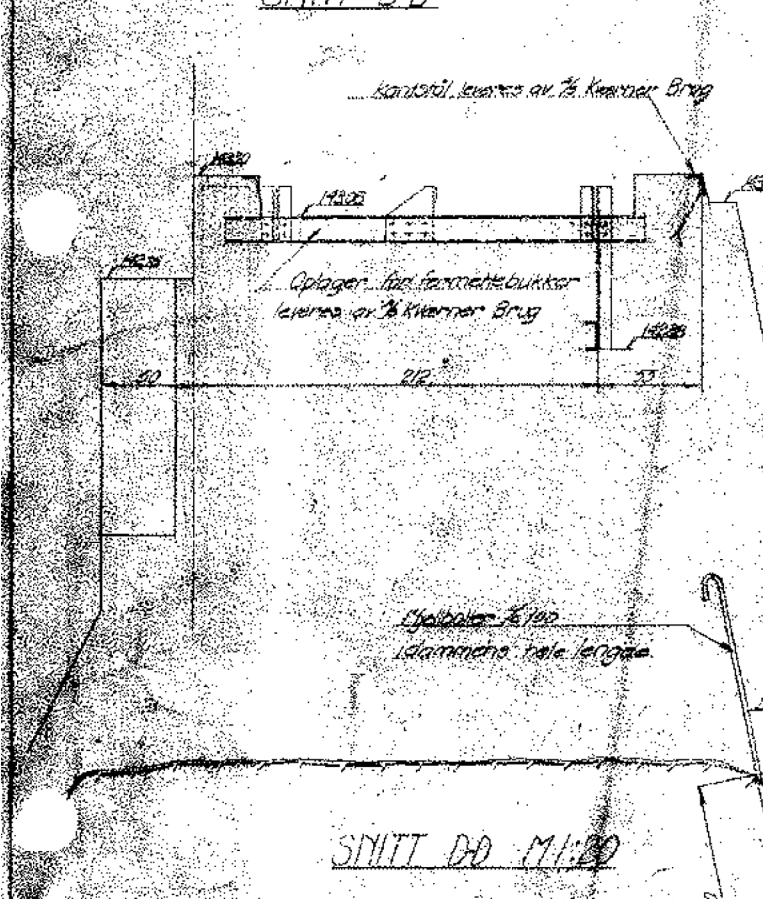
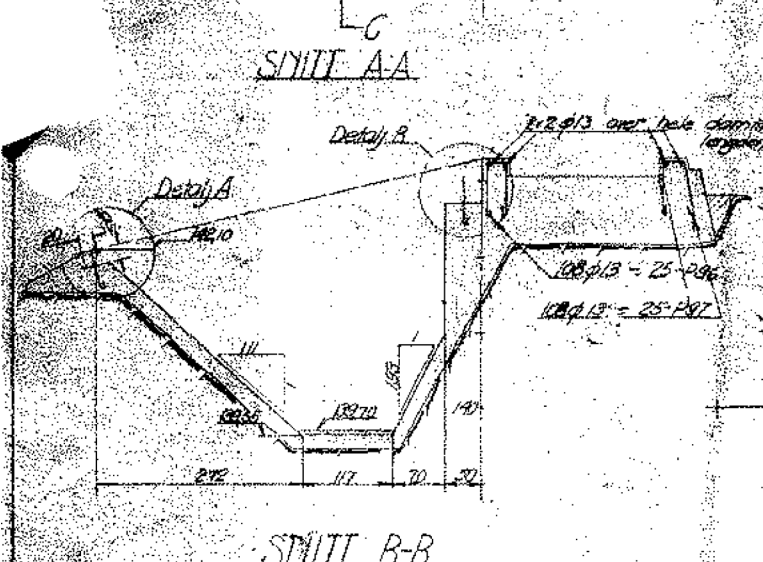
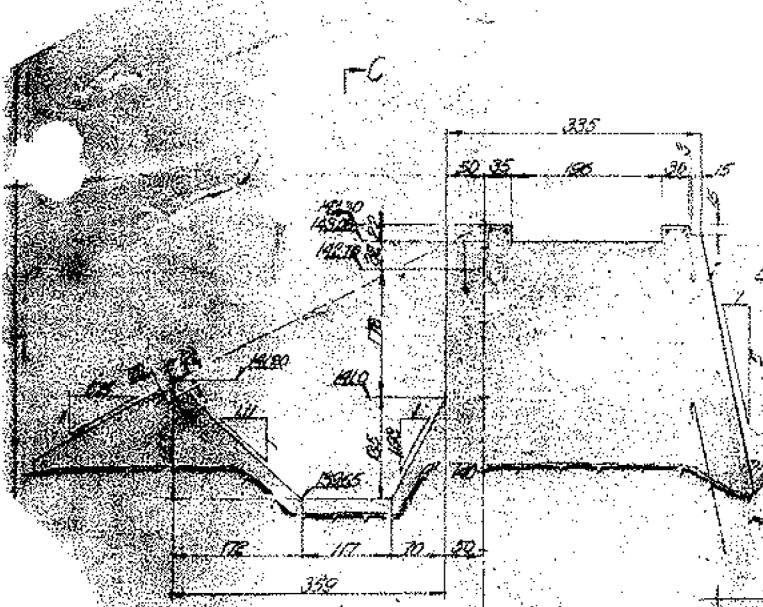
betegner påstøpt teltlingsplate



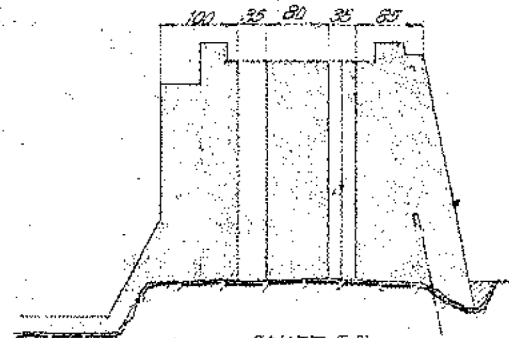
betegner ny betong

1/3 FOLLUM FABRIKKER Adalsfallene Nye luker på Nikolai-karet	Målestokk	Tegn.	5/12-49 Aas
	1:50	Trac.	
		Kont.	
		Godkj.	
INGENIØR A.B. BERDAL OSLO		82	2704

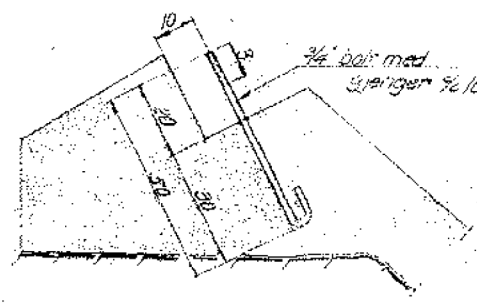




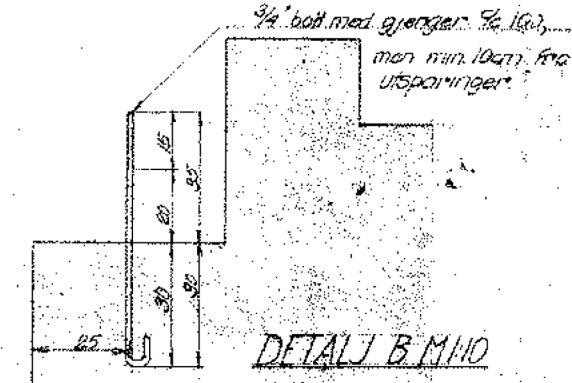
GRUNDRISS AV SEKTORDAMMEN



SNITT E-E
STØPEFUGE I DAMMEN

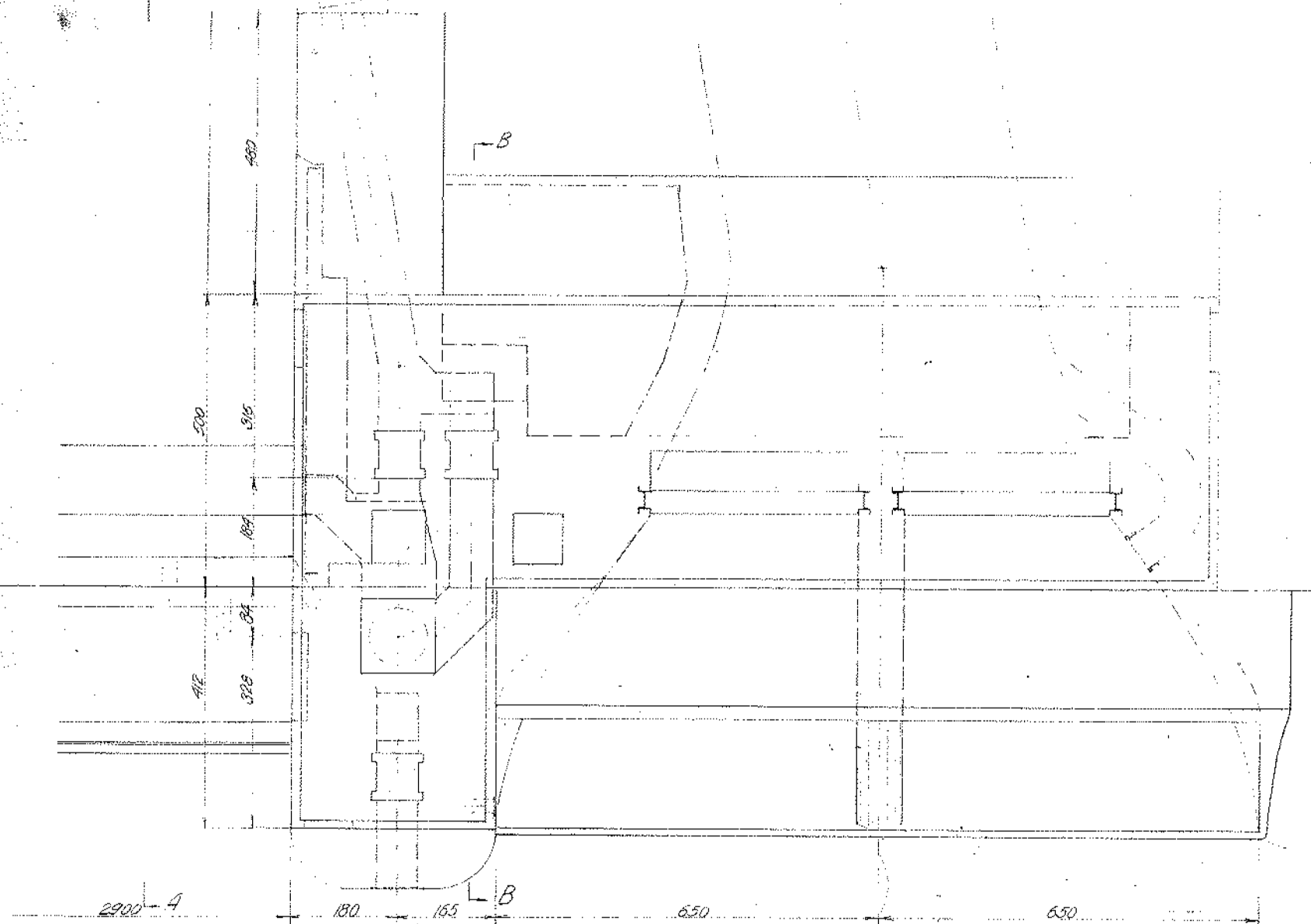


DETALJ A M 1:10

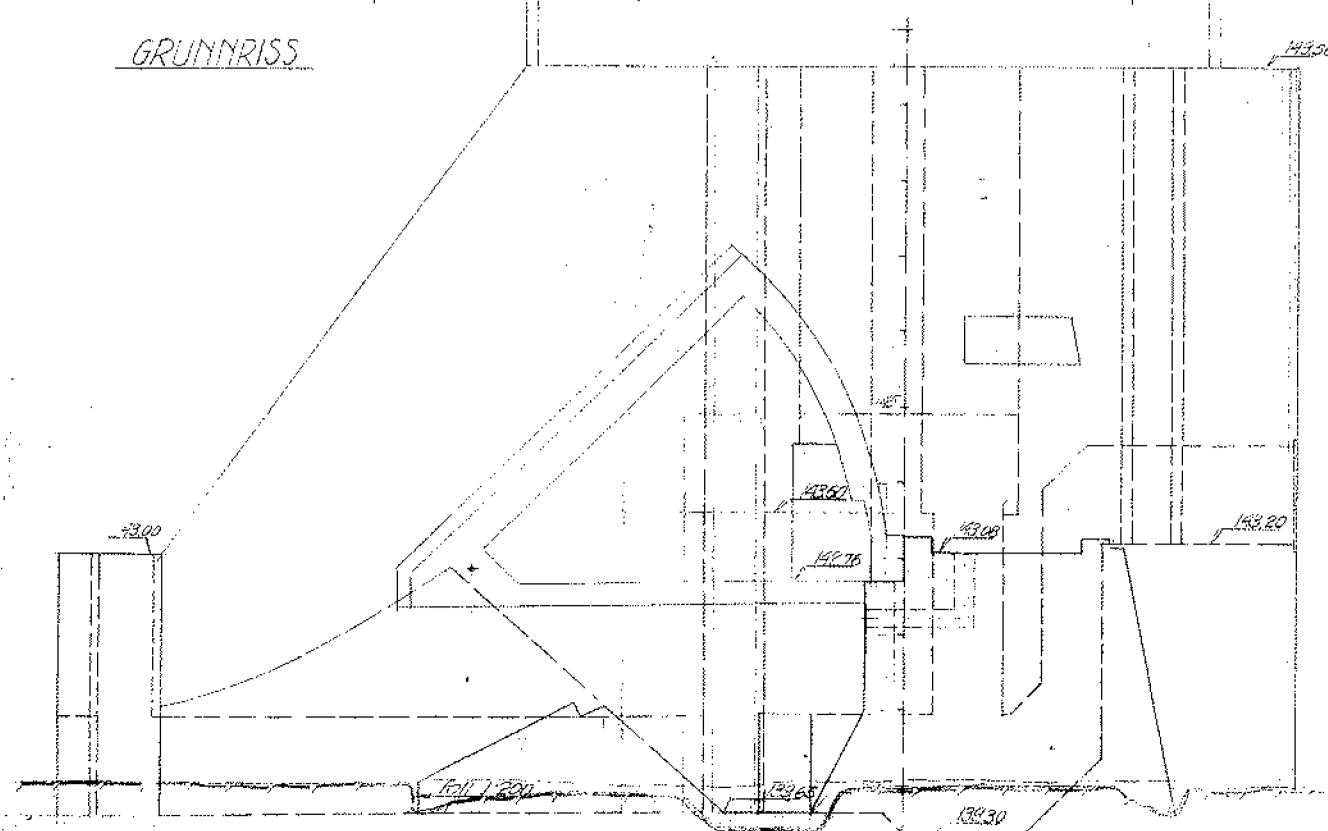


DETALJ B M 1:10

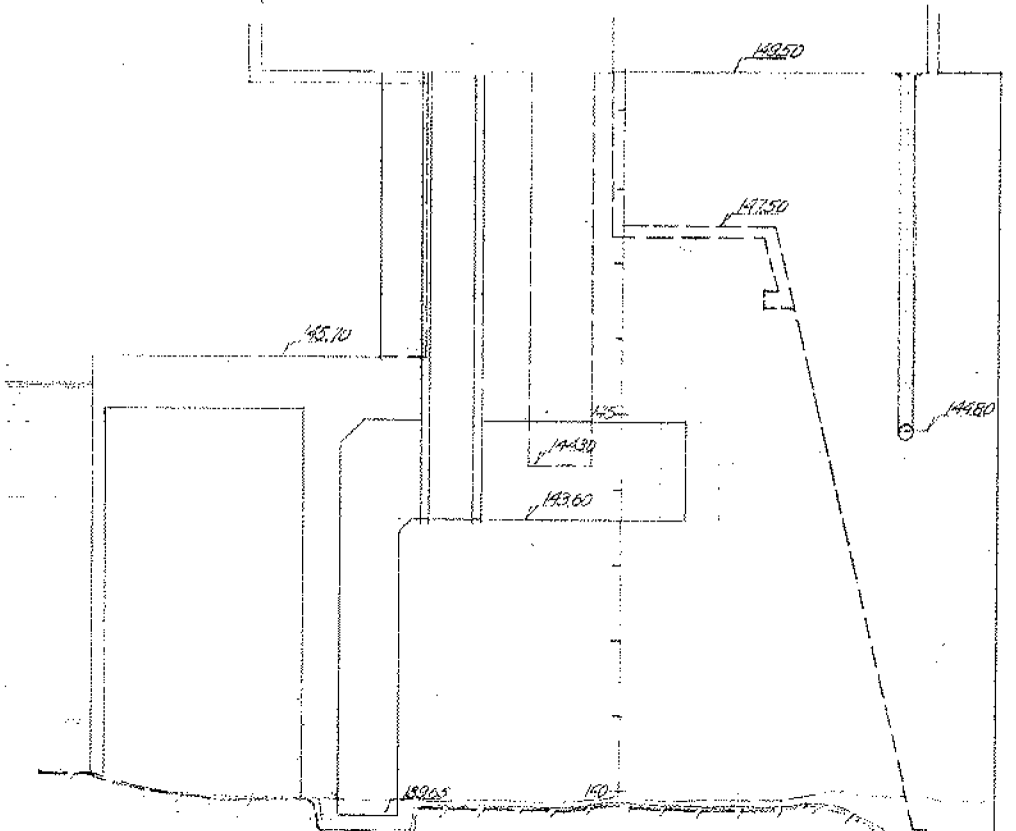
Forbikning av dam lengden	1945 b	295-315
Arbeid i dam og forbikning	1945 a	295-315
FOLLUM FABRIKKER	1:50	Tegn
Adalsfjellene, Sektordam	1:20	Kont
Forbikningstegn for 1945 bygget	1:10	Godk
INGENIØR A.B. BERDAL	82	1945



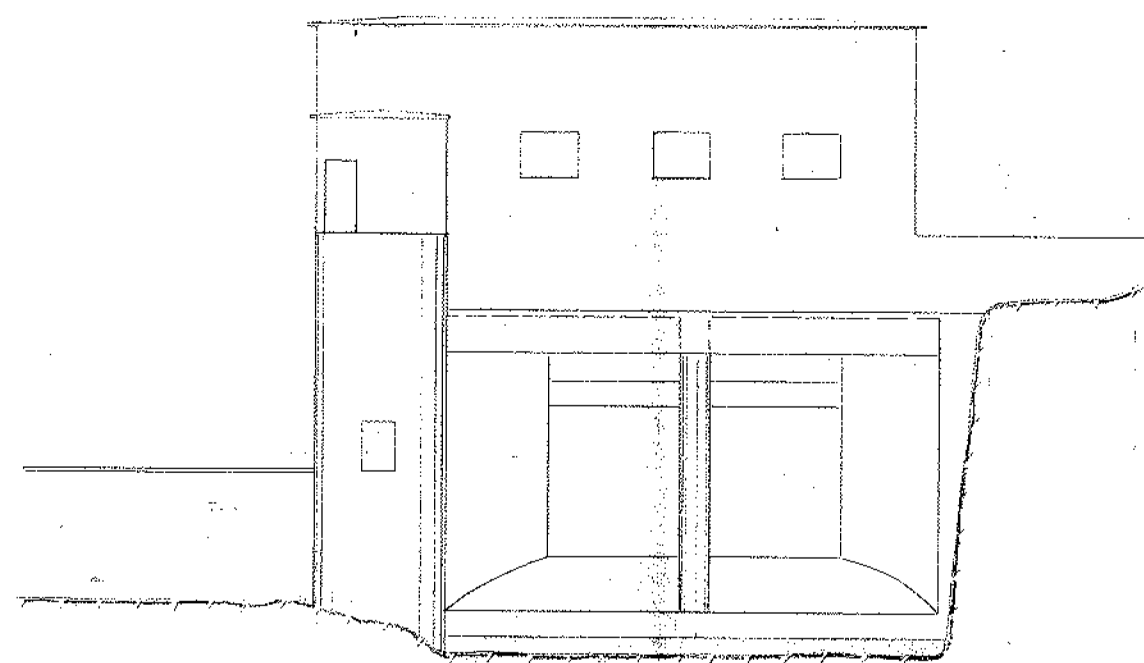
GRUNNRIS



SNITT 4-4

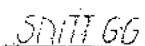
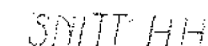
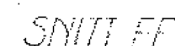
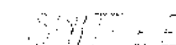
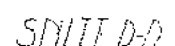
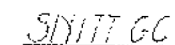


SNITT 2-2

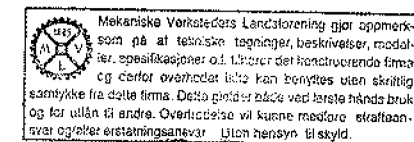
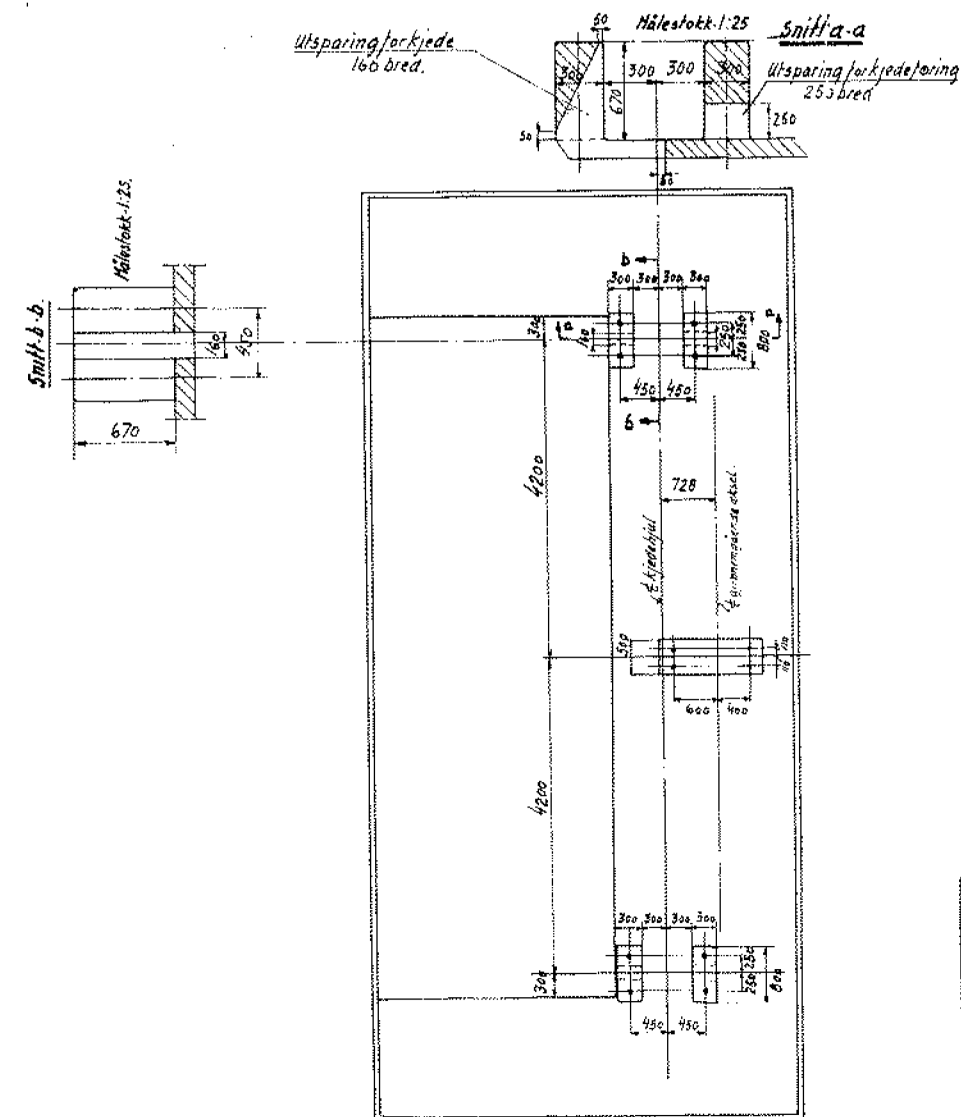
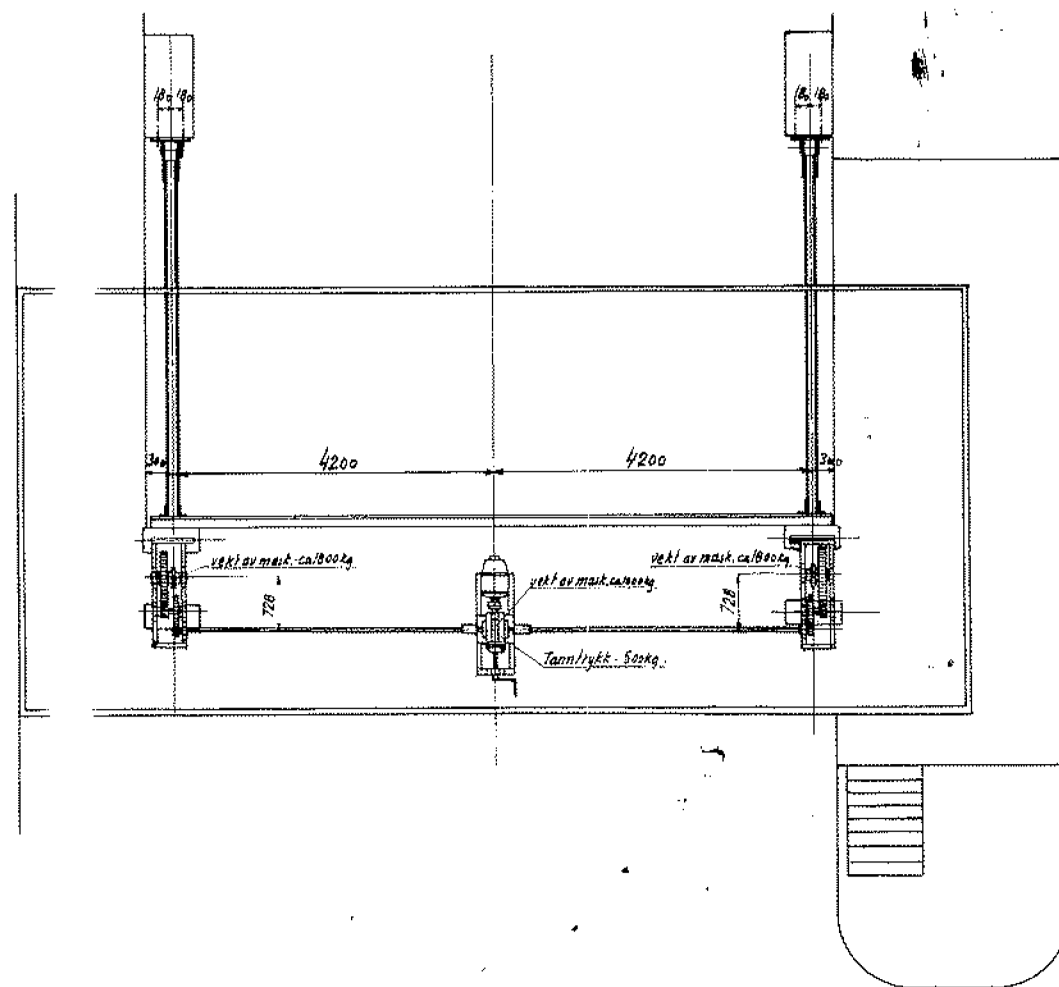


OPRIS, set. fra varmsiden

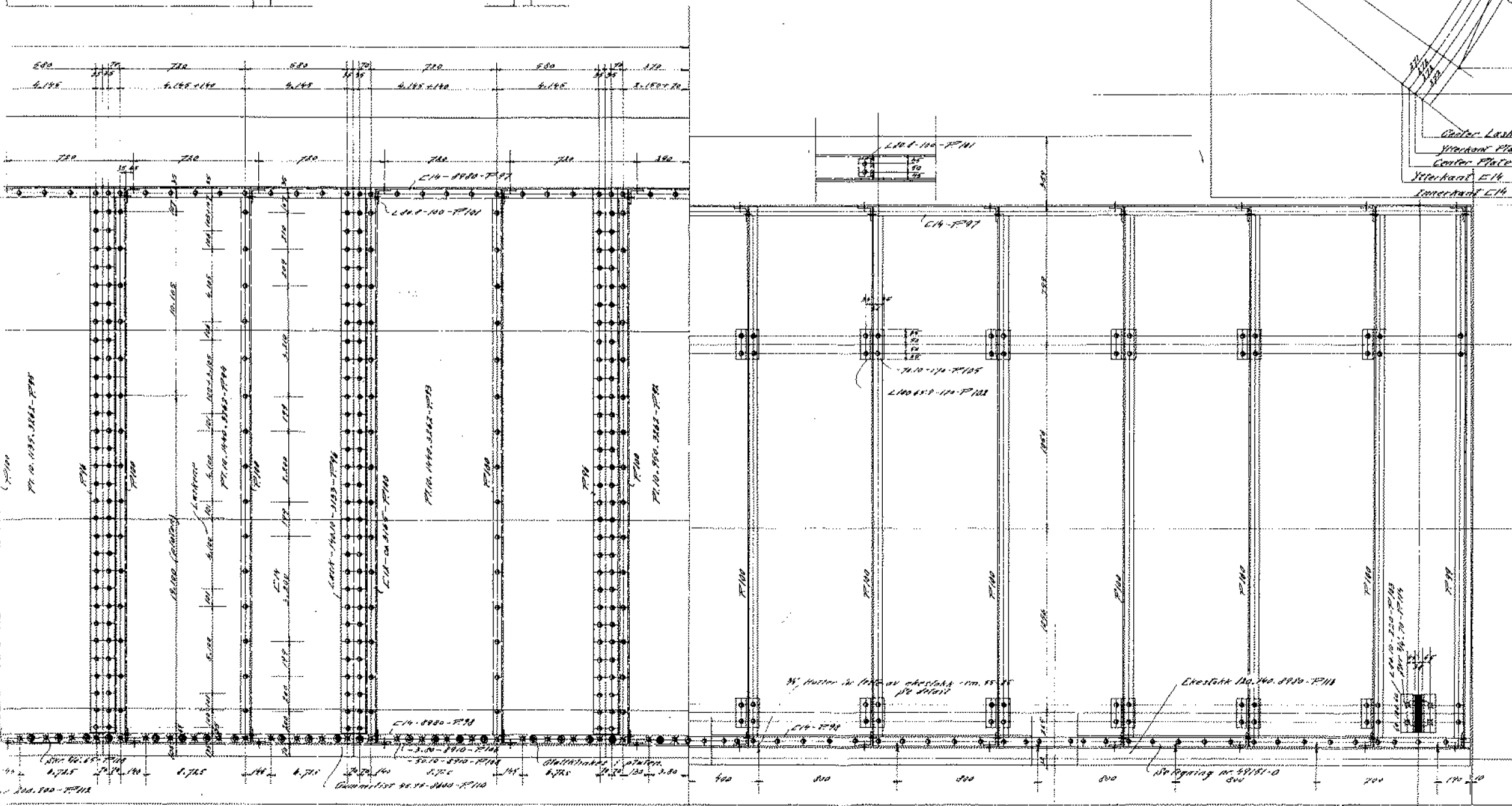
1/3 FOLLUM FABRIKKER Adelsfællene Oversiktsplan for sektor-piller- fabrikk	Målestokk	Tegn.	3/12
	1:50	Tegn.	
	1:100	Kontroll	
		Signat	
INGENIØR A. B. EDRØAL OSLO	82	Page no.	1928



Opdrag for herge bro 2180				2180
Opdrag for herge bro 2180				2180
Forordt 2180				2180
Forordt 2180				2180
Erstatning for 1020				96.47
<u>5. FOLLUM FABRIKKER</u>	11.50			
Adolfstøllens Gjems søvordiller	1.20			
Utrykning 2. Forsikrings				
INGENIØR ABBERDAL				
OSLO				
	82			2110



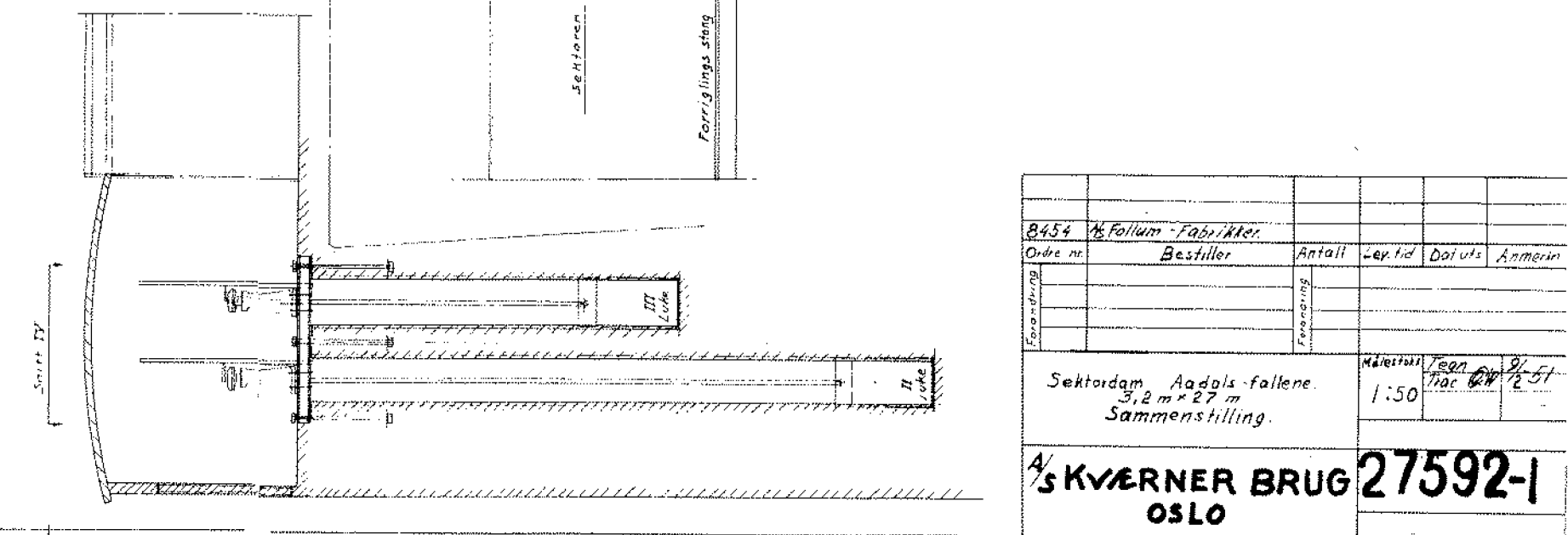
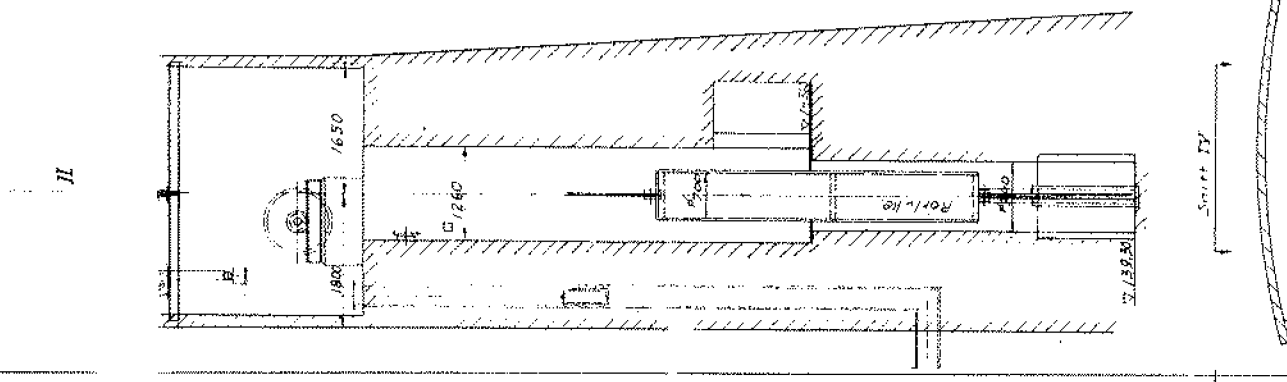
8540	Follum Fabrikker	1			
ordr.nr.	Besiller	Anf.	lev.tid	Dat. utf.	Anm.
Flomluke (Segmentluke) 30.9.0 ^m med 12 tons kjedecapptrekk. Attangement			Målestokk 1:50 1:25	Tegn. ØK	18/12
A/S KVÆRNER BRUG OSLO			49183.		

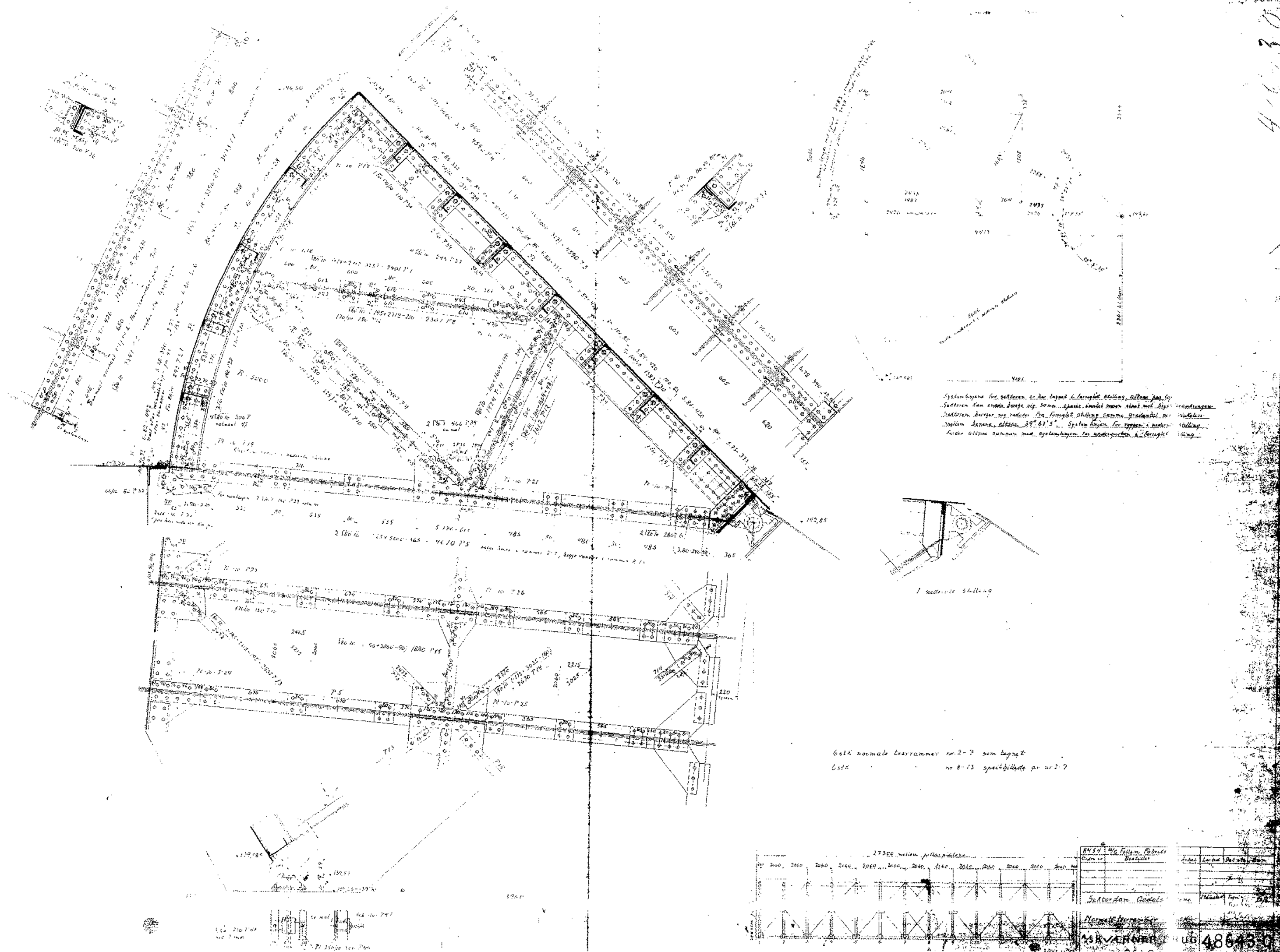


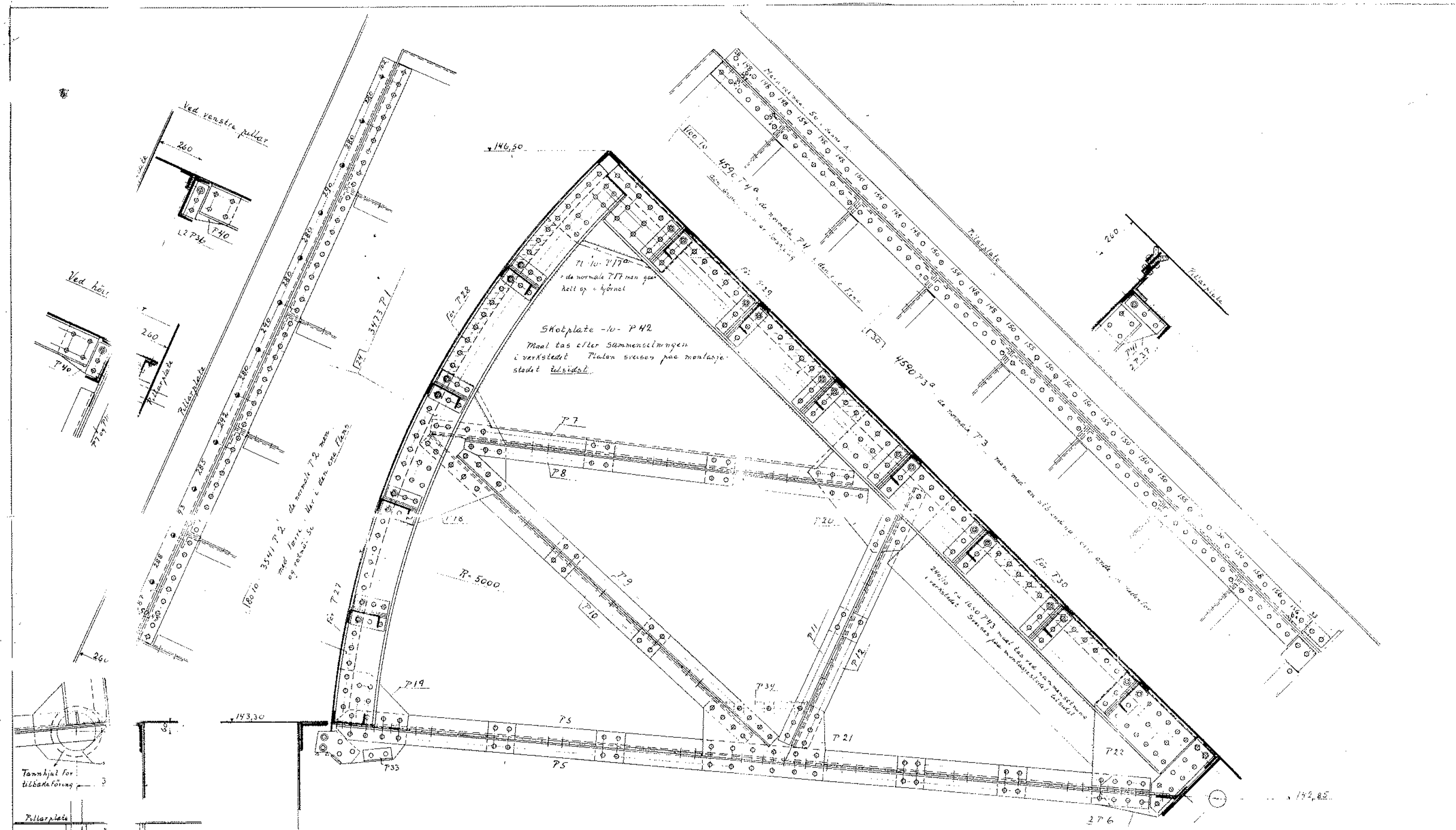
Center Lash R=5825 Buc=3668
 Ytterbani Plate R=5500 Buc=3665
 Center Plate R=5495 Buc=3662
 Ytterbani E14 R=5498 Buc=3658
 Inner Arch E14 R=5350 Buc=3565

 Mekanske Verntesters Landsforening gjør oppmerksom på at tekniske tegninger, beskrivelser, modeller, spesifikasjoner og litteratur om konsoliderende firma og derfor overførte til og kan benyttes uten skriftlig samtykke fra andre firma. Dette gjelder både ved første hends bruk og for uten å endre Overdratt til og kan med andre straffesvar og/eller erstatningskrav. Utan hensyn til skyld.

Ordnr 8540		
Off. Føllum Fabrikker		
Flomtake. Løkeplaten.	M 1/10 1/1	142-68 g
A/KVÆRNER BRUG		49393

[illegible]

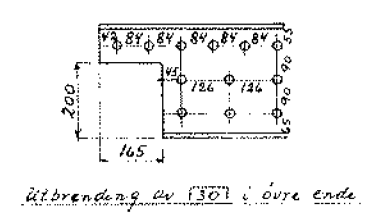




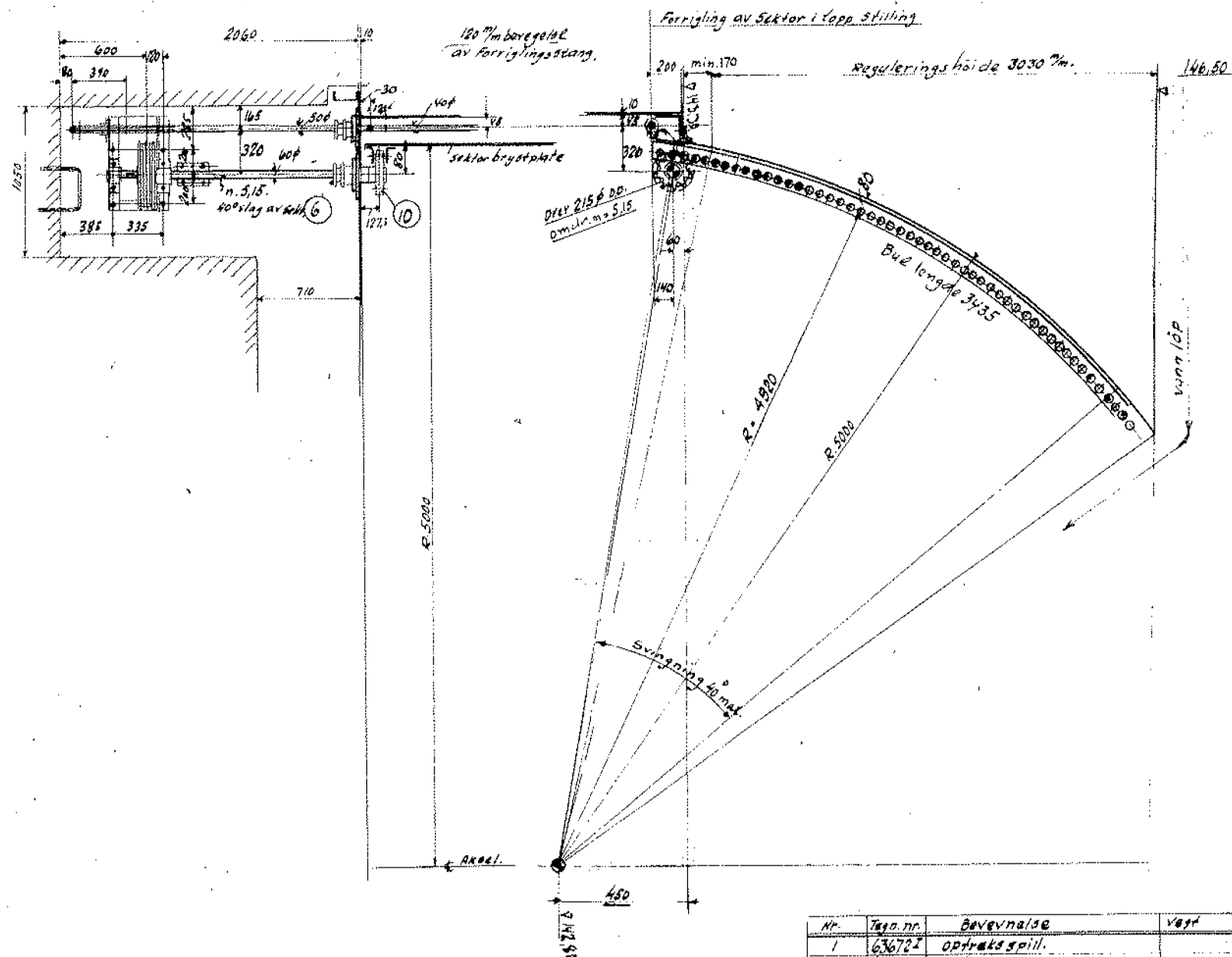
Ved høire pullar står et fastslående tannhjul, som angir inn i en tannstang fastet paa sektoren. Den horizontale flens av det ene A. P5 maa anvendes som her vist av hensyn til tannhylet. Likosaa maa høire og de 2 diagonallukker P7 og P10 anvendes.

1stk endetverramme nr 1 som tegnet
1stk " " " " nr 14 speilbilde av nr 1.

De 2 endetverrammer er meget lik de normale tverrammer. Forhjellet består i: De 2 jern i ryggen 1301 og 110010 bytter plass 1301 maa derfor utbrendes i øvre ende, se tegnet til høire. 110010 P4 og 18010 P2 er lik de normale i den ene flens, men har forre huller i den anden flens. Knukeplaten i toppen gaar helt op i spissen. Der innføres 2 shotplater.

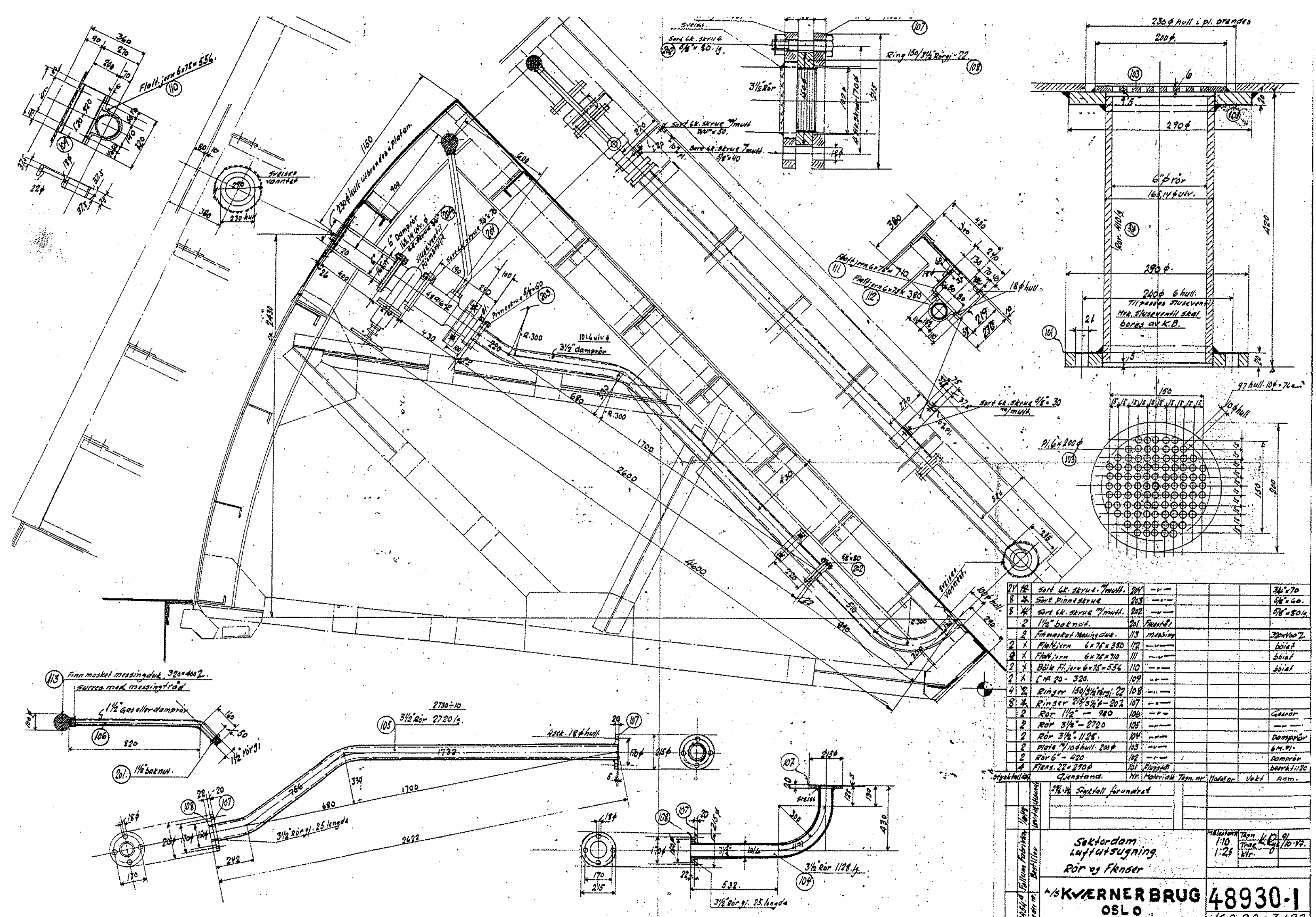


8454	1/2 Follum Fabrikker				
Ordre nr	Bestiller	Art.	Lev tid	Del utb	Ann
	Sektordam Adalsfjellene		Målestokk	Tegn	
	3,20m - 27m		1:10	Trac	26/194
	Endetverrammer 2stk				
1/2 KVÆRNER BRUG		48644-			
OSLO					



Like intercurrent
12 12 62

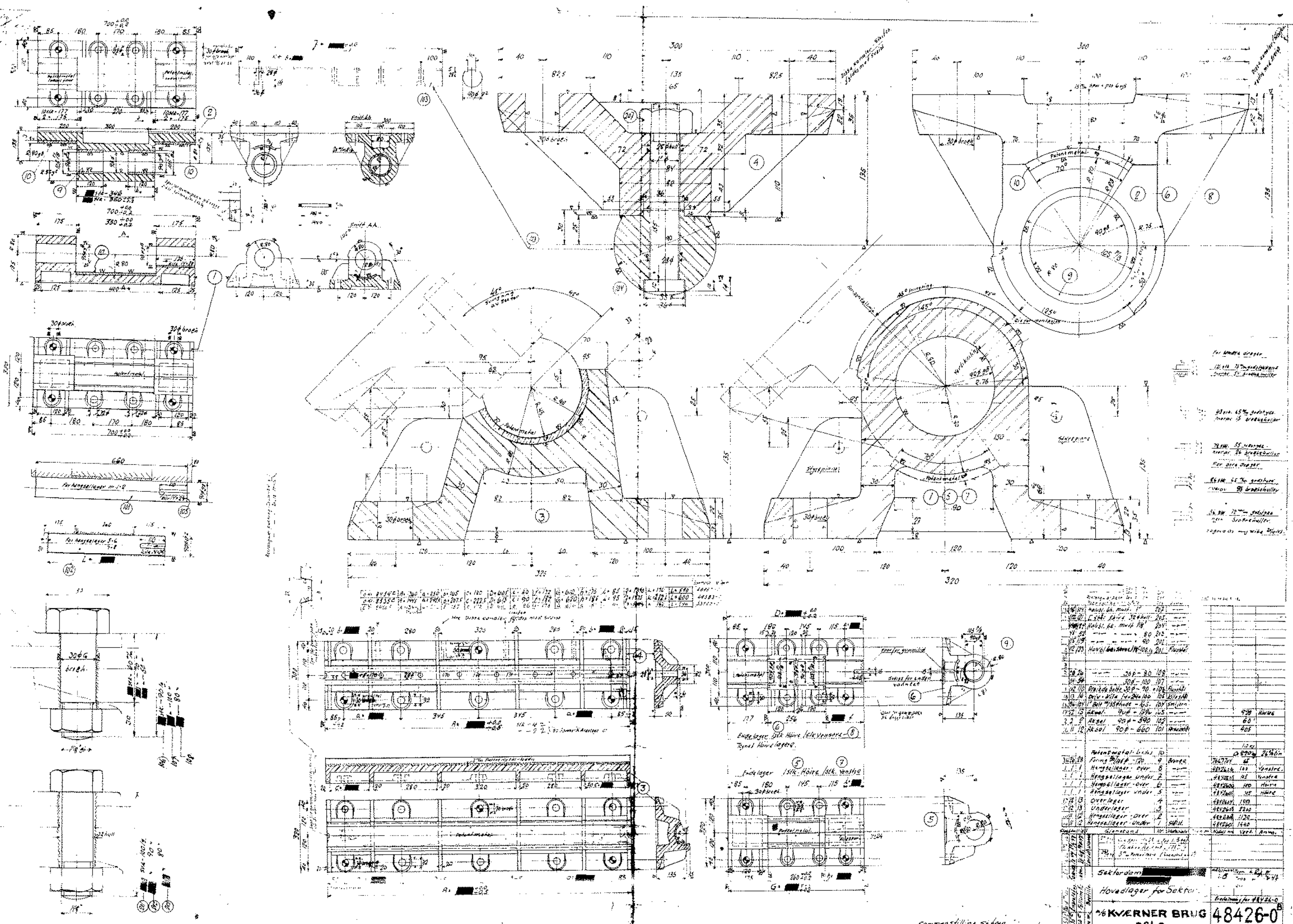
84540	Follum Fabrikker	1 set	104-47
ordr.no	Bestiller	Antal	Lev.kid. Dato us. Ann
Sektor dam Forrigling og filbakering Sammenstilling			Målestokk 1:20 Teg. 10/10/18 Rev.
KJERNER BRUG OSLO			48661

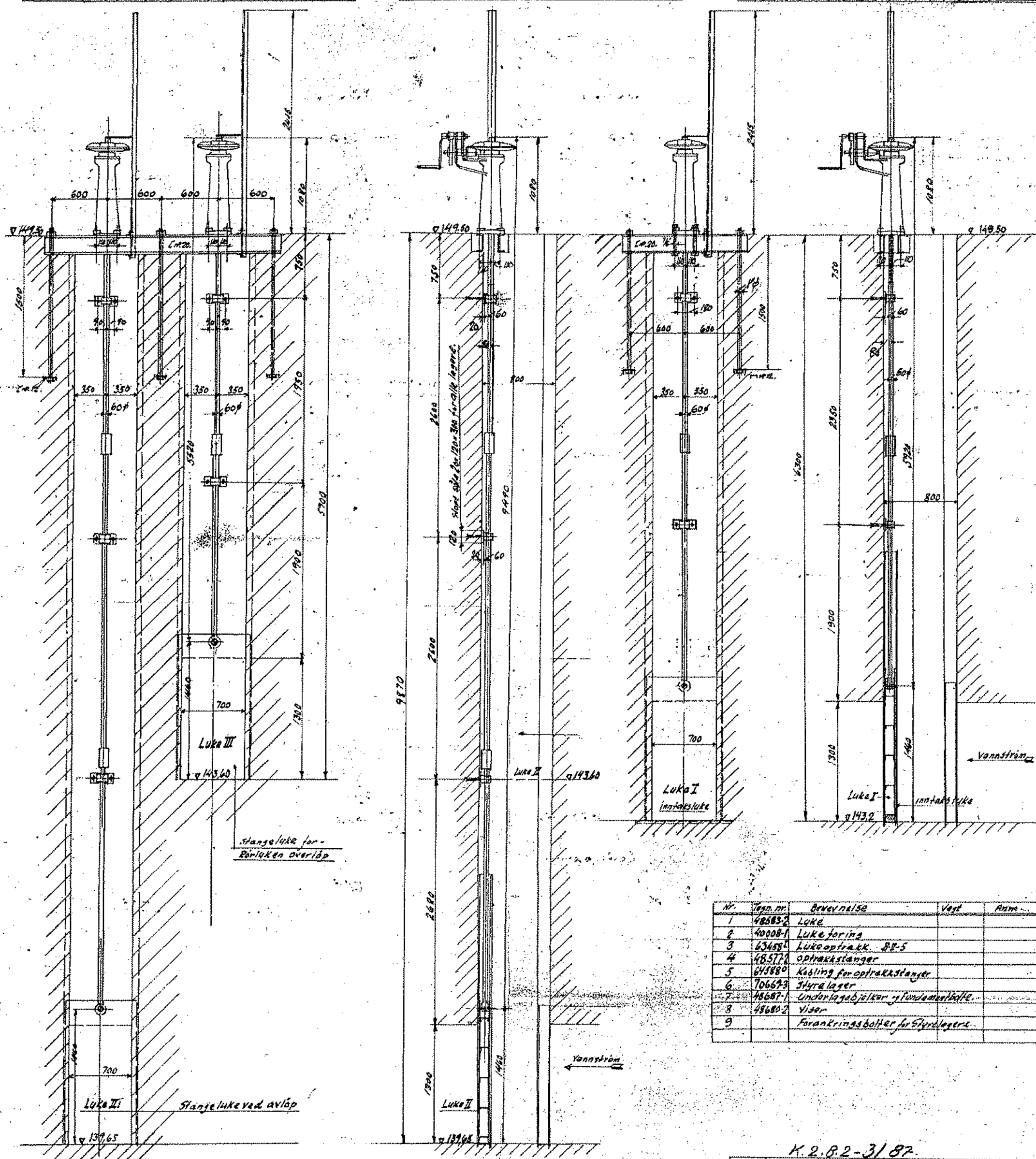


Sektordam
Luftutbygning
Rør og Flenser

KVÆRNER BRUG
OSLO

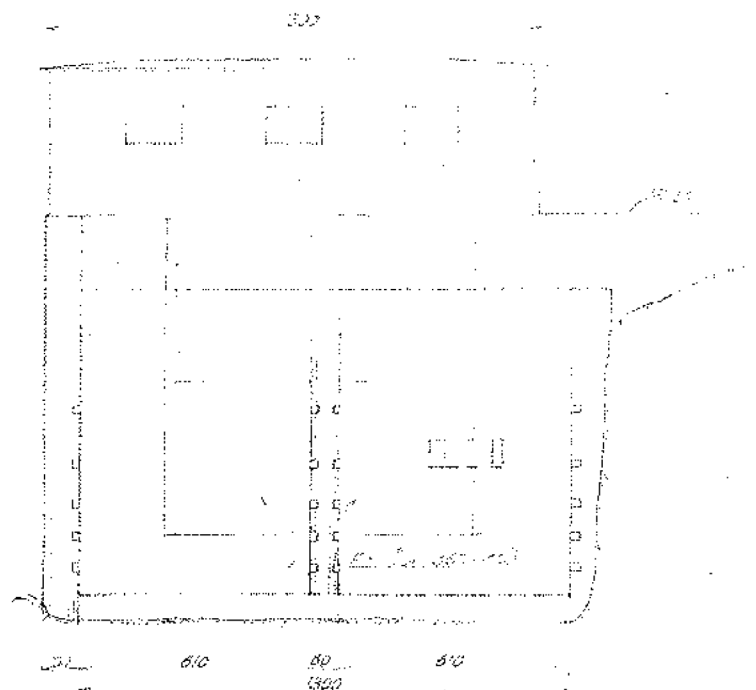
48930-



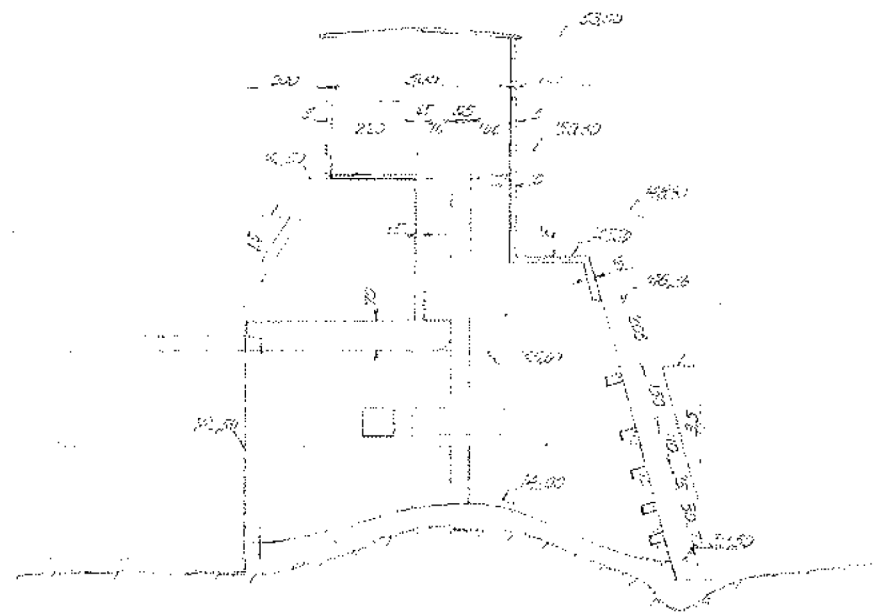


Nr.	Team nr.	Bevernelse	Vest	Antal
1	48583-2	Luke		
2	48008-1	Luke foring		
3	63489-1	Lukeopstræk 88-5		
4	48577-2	opstrækstanger		
5	64388-0	Kabling for opstrækstanger		
6	70667-3	Styrklager		
7	48687-1	Underlagsojler og fundamenterbolte		
8	48680-2	viser		
9		Forankringsbolter for Styrklagere		

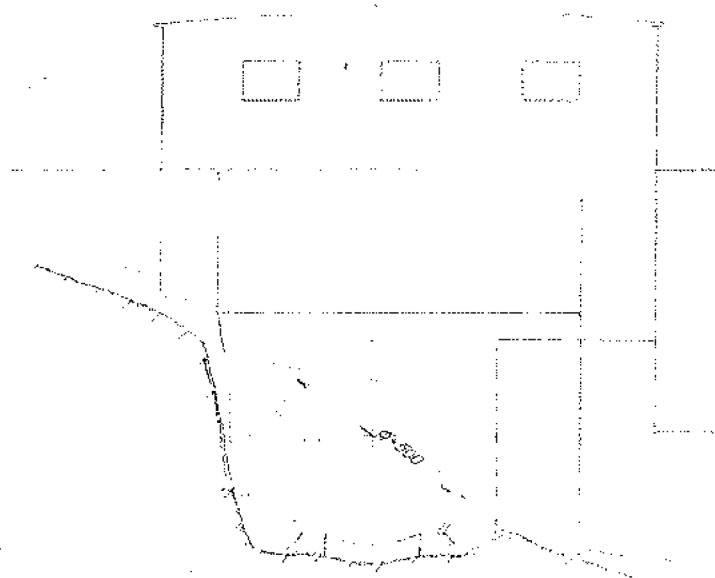
K. 2. B. 2 - 3 / 82.									
B434d	Pollum Fabrikker	1601							
ordre nr.	Bestiller	Ansl	Latid	Dat. LHS	Anm.				
Sektordom			Hjstetår		Tegn. kdr		Hjstetår		
Luke Nr. I - II og III			1.20		Tegn. kdr		Hjstetår		
Sammenstilling					Tegn. kdr		Hjstetår		
KVERNER BRUG			4°		576-1				
OSLO									



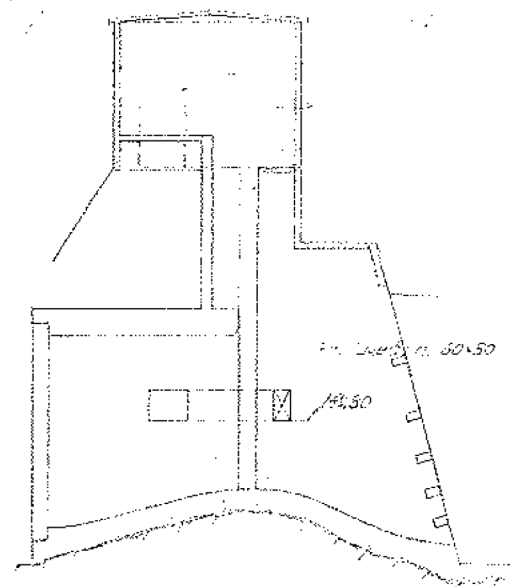
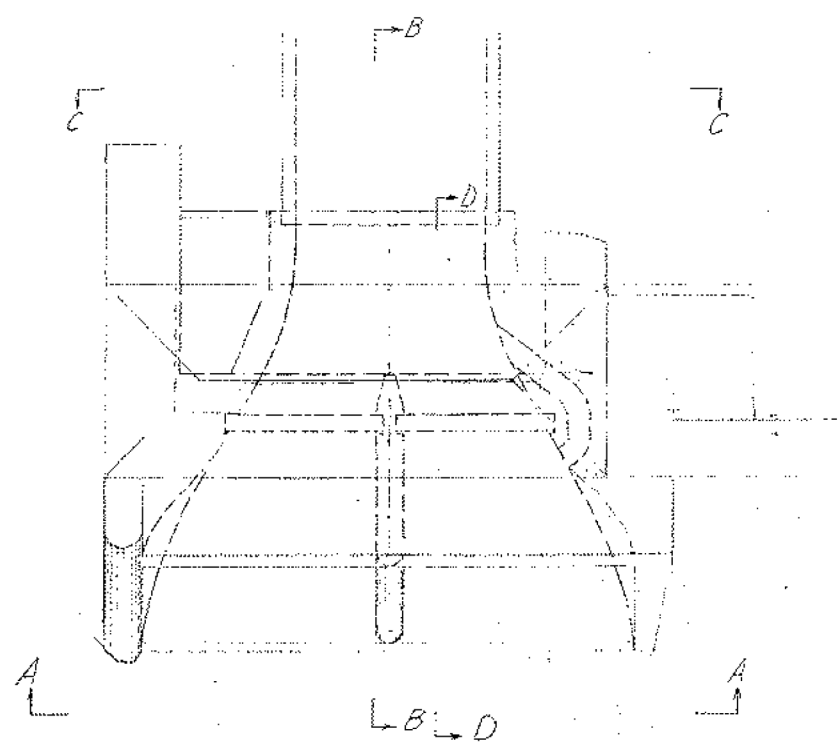
SNITT A-A



SNITT B-B



SNITT C-C

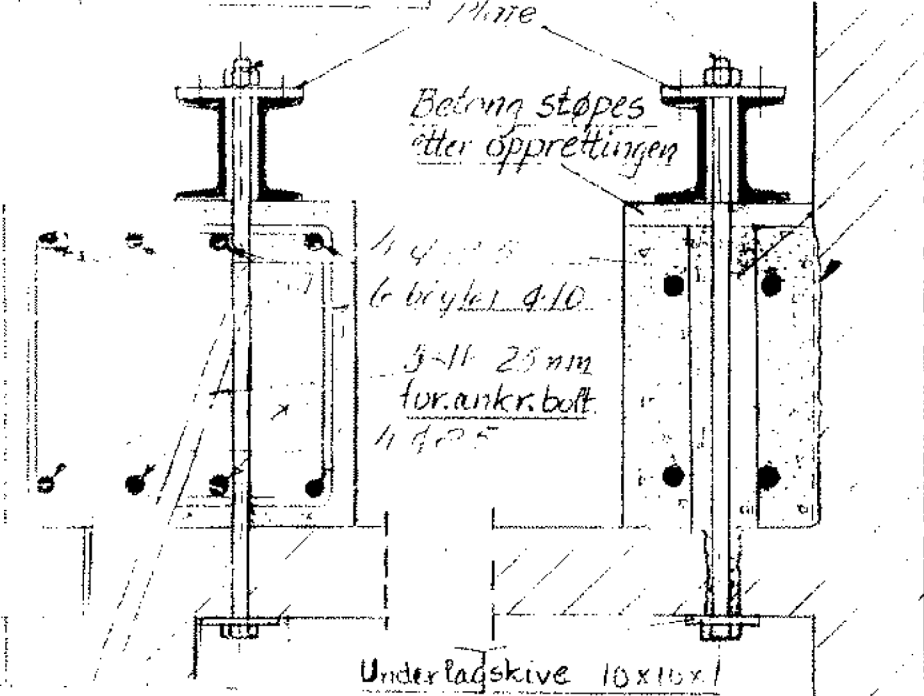
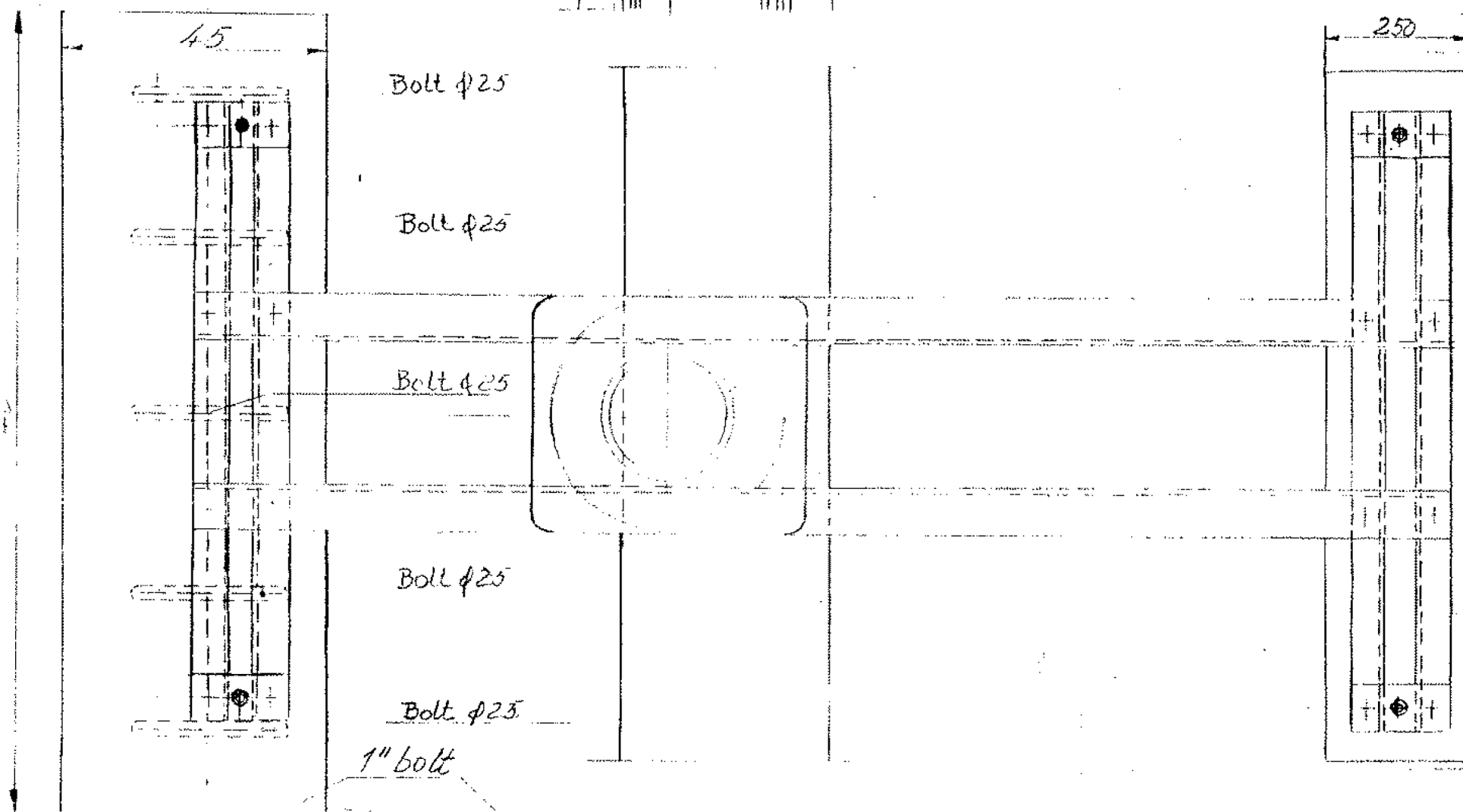
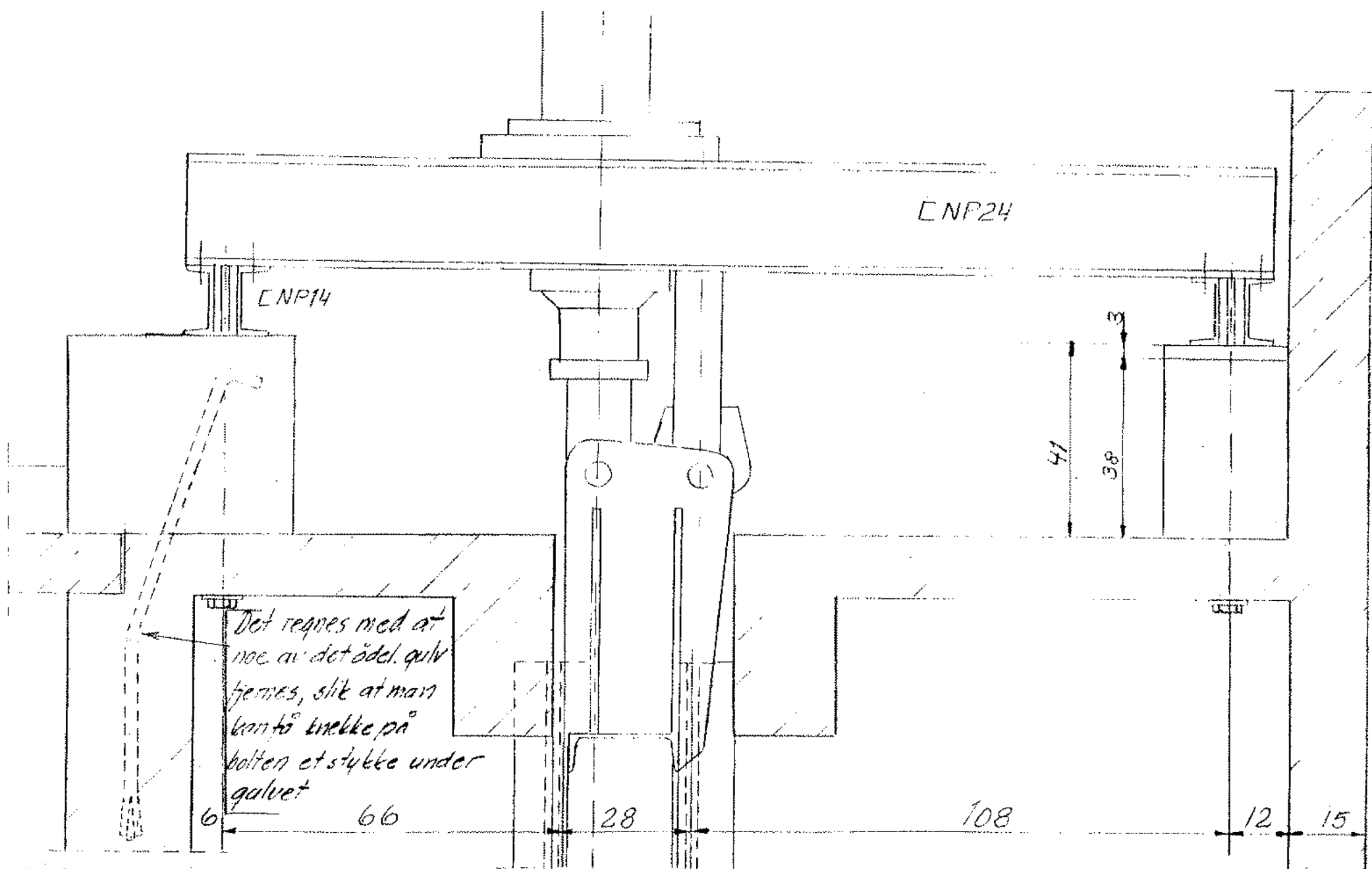


SNITT E-E

GRUNDRIS

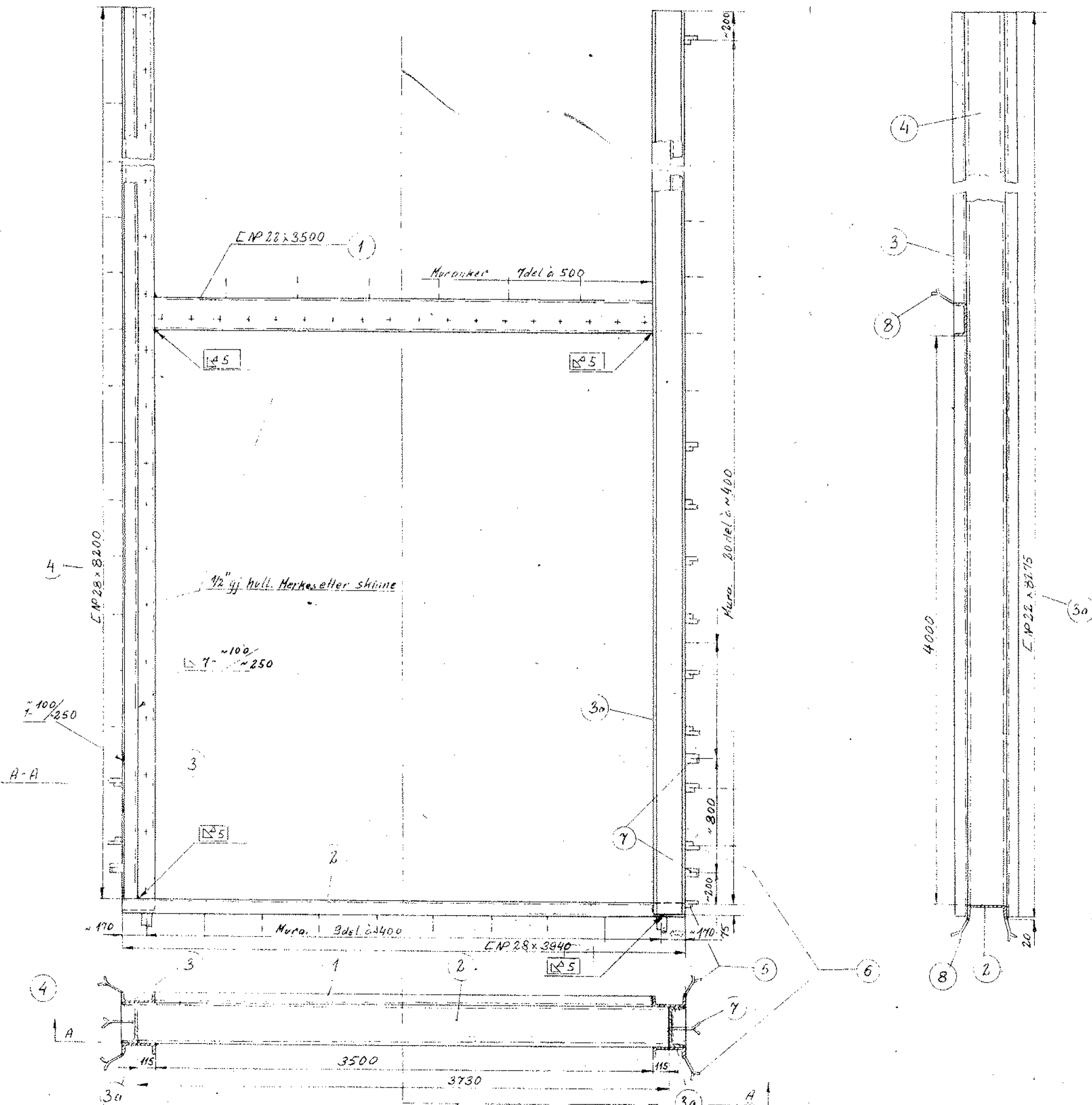
1866

FOLLUM FABRIKKER	Målestokk	Tegn.
Statsfabrikke	1:100	Tegn.
Ingeniør		Tegn.
INGENIØR H. O. BRUNN		Tegn.



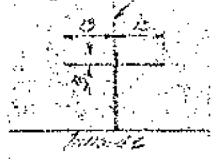
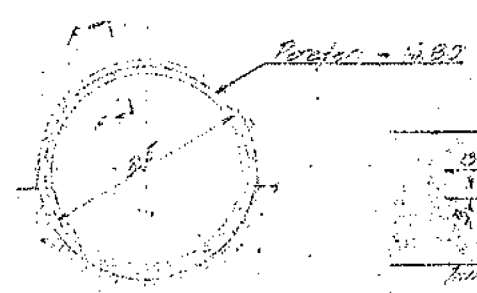
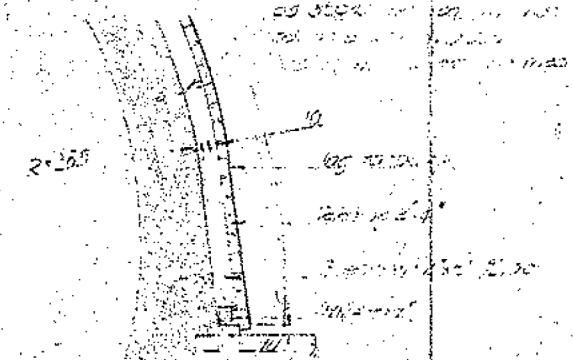
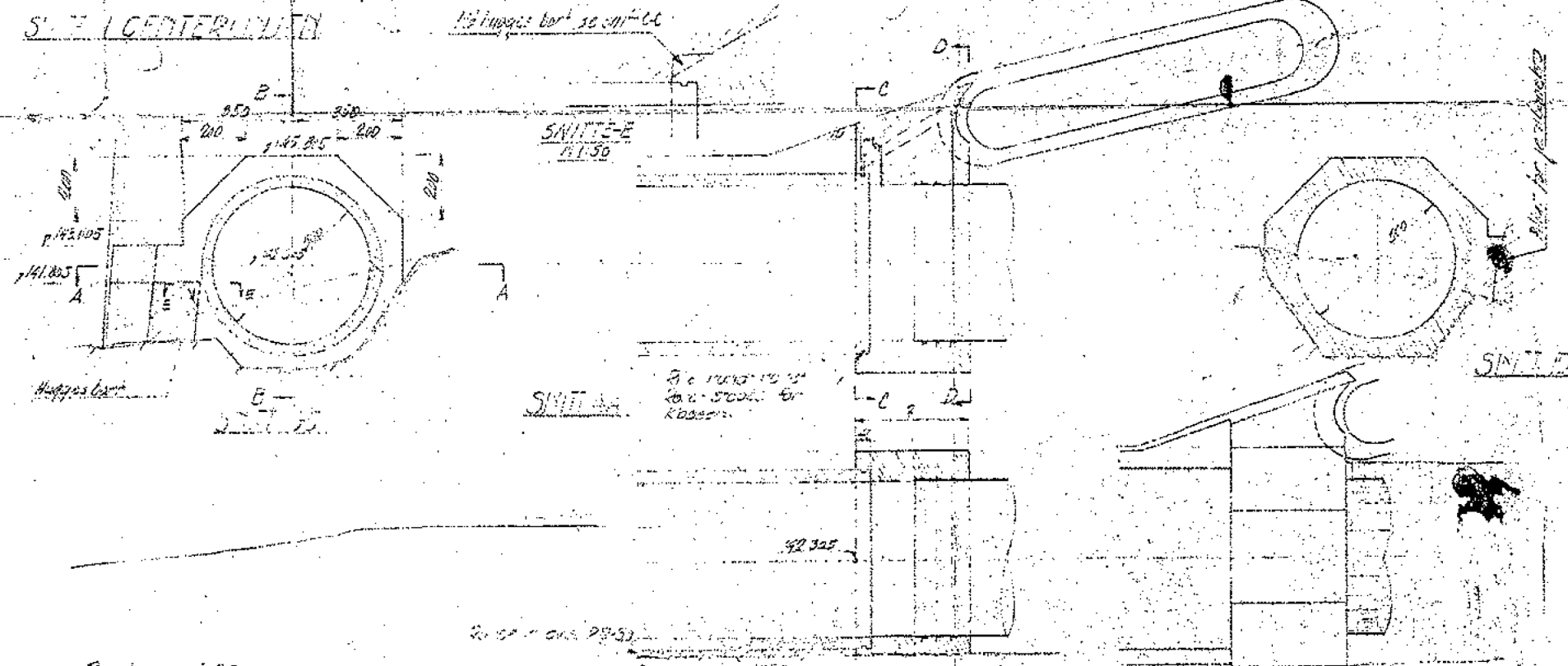
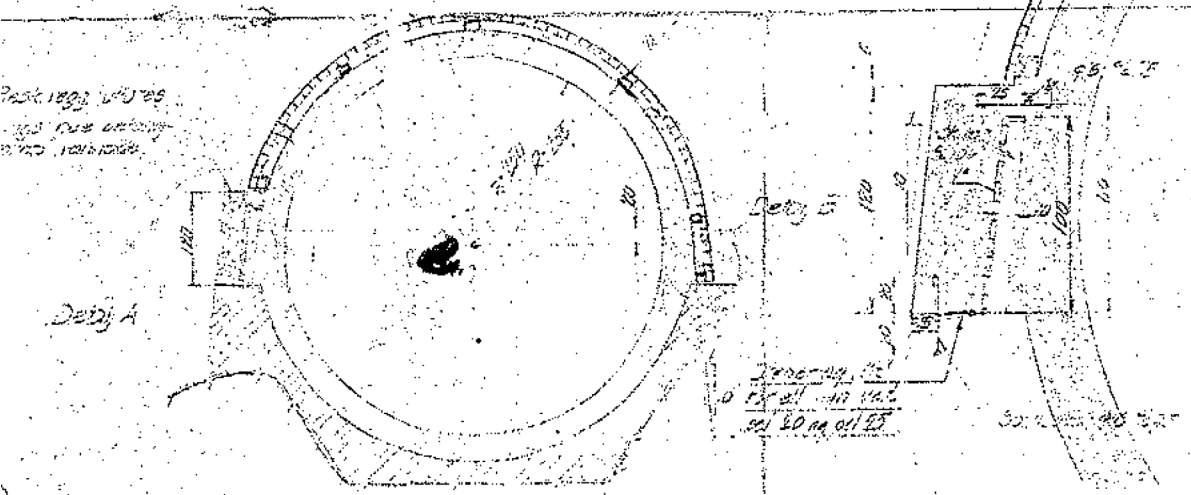
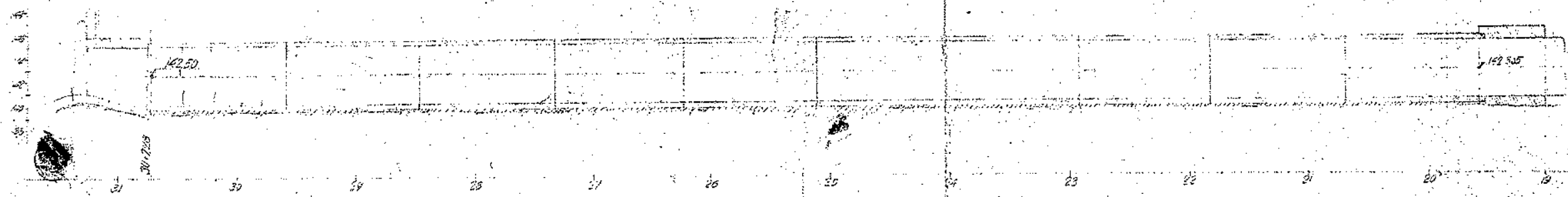
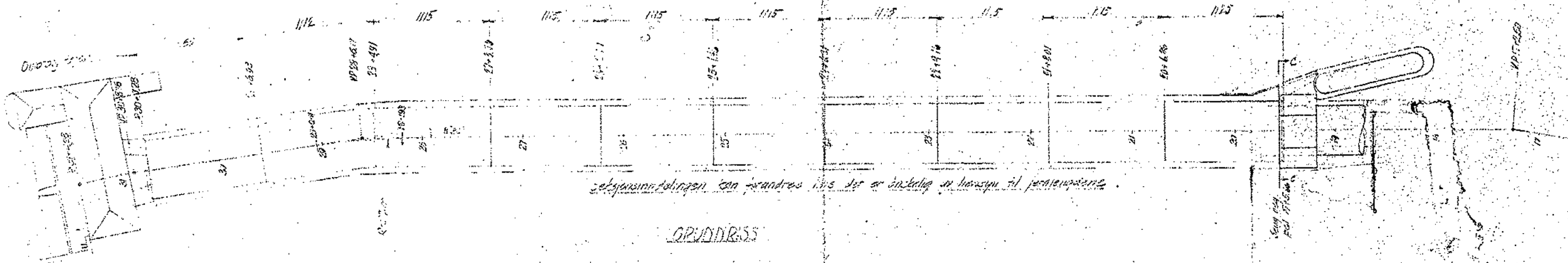
Utsparing 10x10 cm
Fikter med 63 opp

Tegnning nr. 115		A	26/11-50
Tegnning nr. 115		Nr.	
FOLLUM FABRIKKER A.S.		Tegn.	26/11-50 Ans.
Ådalsfallene, Inntak		Trac.	
Understøttelse av opply. kringl.		Konstr.	
INGENIØR A. B. BERDAL		Godkj.	
OSLO		Tegn. nr.:	7
		82	2750



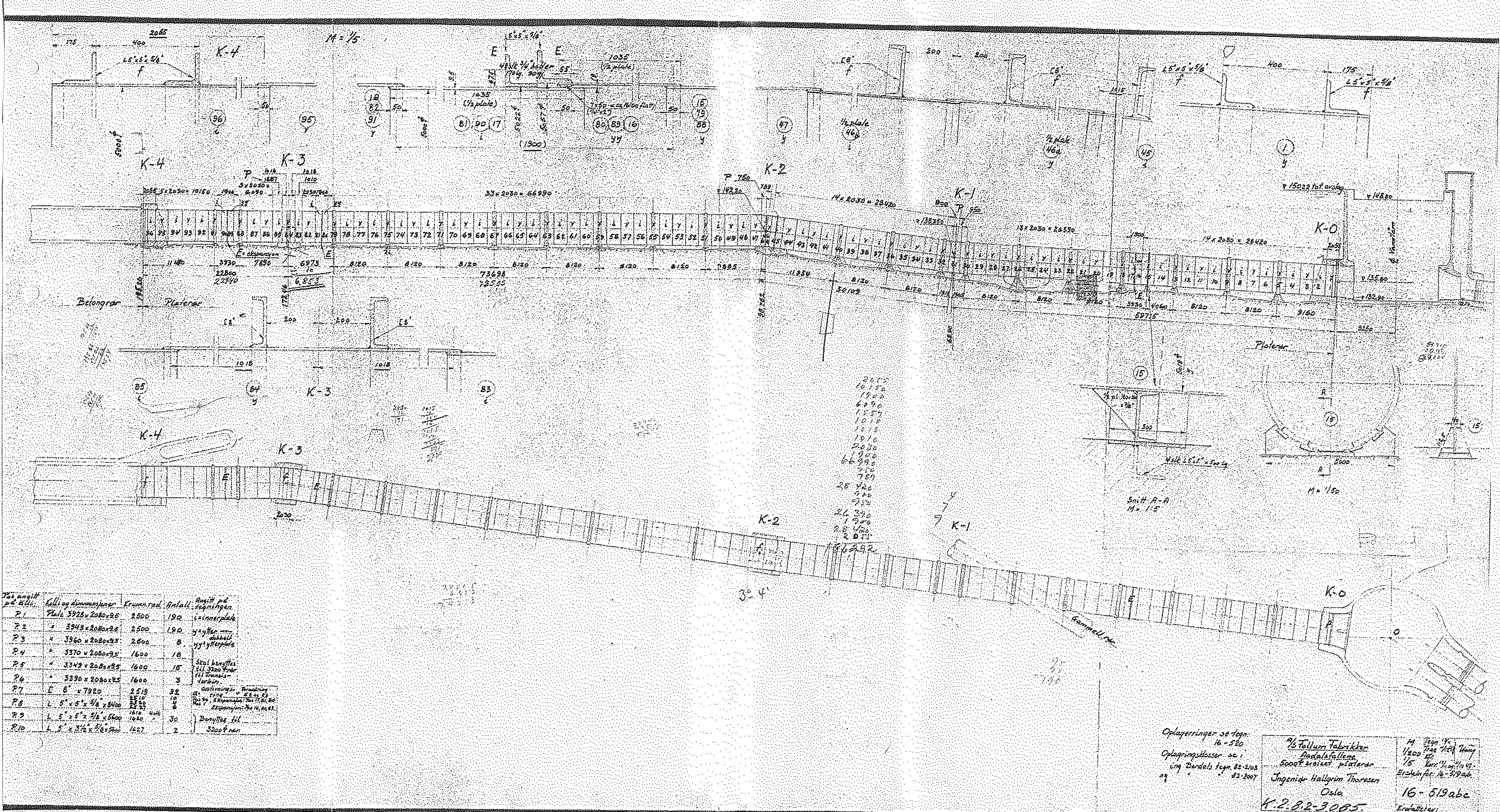
HENSFOSS - INNTAKSLUKER

Damluke. Luketörling	1/20	R.A. 7/2-44
Tilleggsnotat 32 - Damluke	6632	74



2,85
1,0
7,5
3,025
3,025
6,050 x 3,14
20200
8050
15150
1890

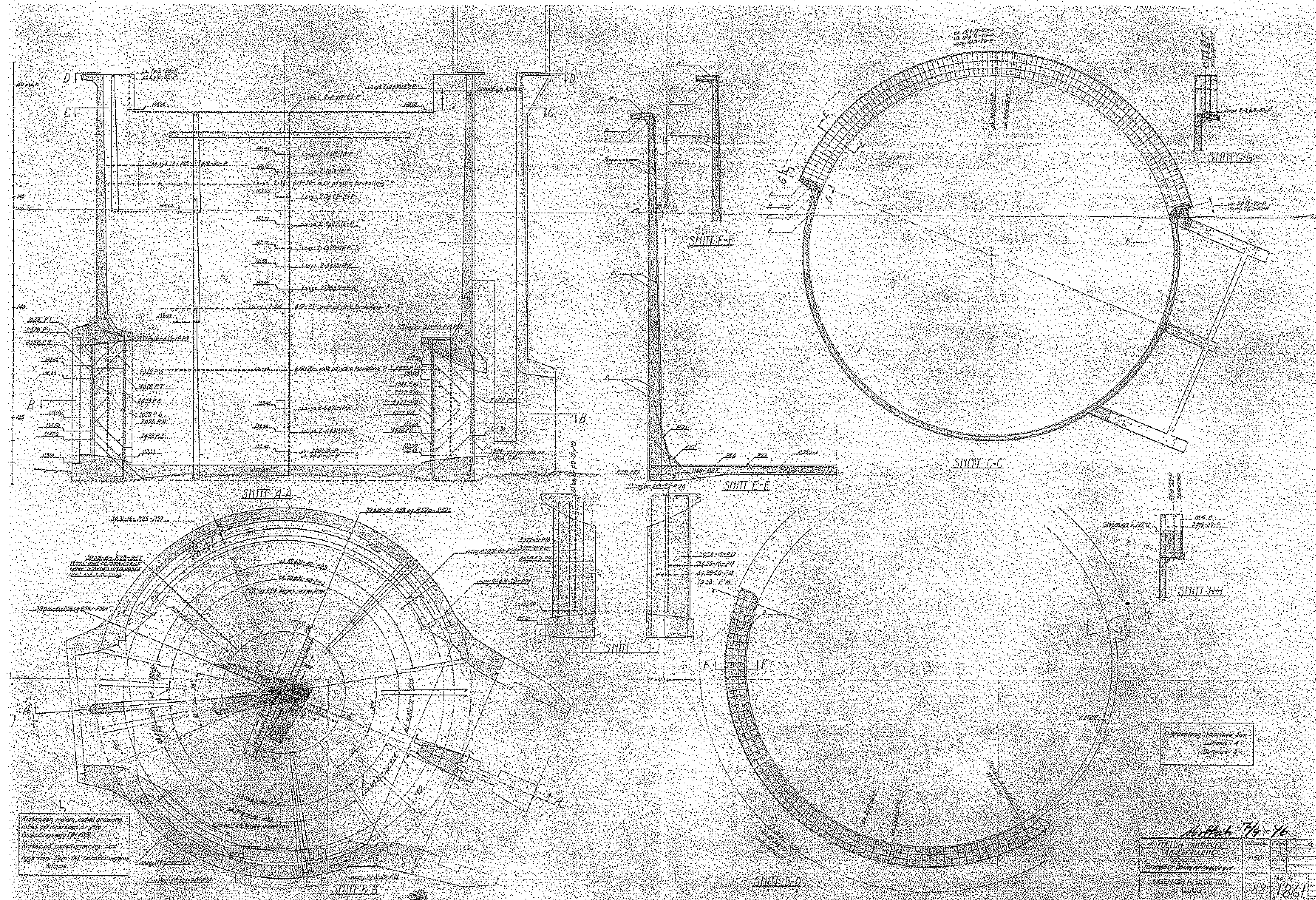
Class of building material: 12.2.2.3	007 C	12.2.2.3
Structure: 12.2.2.3	007 D	12.2.2.3
Foundation: 12.2.2.3	007 E	12.2.2.3
Roof: 12.2.2.3	007 F	12.2.2.3
Interior: 12.2.2.3	007 G	12.2.2.3
Exterior: 12.2.2.3	007 H	12.2.2.3
Other: 12.2.2.3	007 I	12.2.2.3
INGENIØR A. S. S. S. S.	82	2007



Oplagerringer se teg. 16-520
 Oplagerringsbesser se i
 ing. Berdals teg. 82-2003
 02-2007

1/5 Tøllum Fabrikker
 Andalsfjella
 50000 smaltet plater
 Ingeniør Hallgrim Thorsen
 Oslo
 K.2.8.2-3085

M. Teg. 1/5
 1/200
 1/5
 16-519abc
 Endelig



HENSFORS - TÆRNLØKER		2019	198
Q102 Q/S Føllem Fabrikker	Tælk.		
Q. N2.	Owliller	Pdls/d	Jen / d Owl. n/s Finn
Edwage lo milliliter 31-3 am		M/Pill	Toon Q/S 1027

1/8 KVERNER BRUG	480500
------------------	--------