

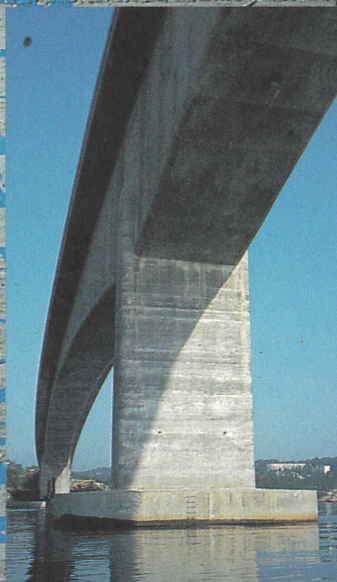
VEGDIREKTORATET

Biblioteket

Pb. 8142 Dep, 0033 Oslo

E-post: biblvd@vegvesen.no

VARODDBRUA SLUTTRAPPORT



Vegdirektoratets bibliotek



31400447313140



Statens vegvesen
Vest-Agder

624.2/.8 VAR

FORORD

Siden 1956 har Varoddbrua stått sterkt i bevisstheten hos sørlendingen. Dens form griper sterkt inn i landskapet omkring Topdalsfjorden, samtidig som bruas evne til å avvikle trafikk berører mange mennesker.

Byggefasen av ny Varoddbru, som er nærmere beskrevet i denne rapporten, ble vellykket. Det skyldes følgende forhold: Godt prosjekteringsarbeid, grundige forberedelser, kompetent entreprenør og god oppfølging av byggearbeidet.

Andreas Setsaa



INNHOOLD

1.0 INNLEDNING

2.0 ANBUD

- 2.1 Anbudsbefaring
- 2.2 Konsulenter
- 2.3 Anbudsåpning
- 2.4 Anbudsvurdering
- 2.5 Kontraktsforhandlinger
- 2.6 Oppstart

3.0 GRUNNARBEID UNDER VANN

- 3.1 Akse 2
- 3.2 Akse 3
- 3.3 Akse 4

4.0 FUNDAMENTER

- 4.1 Senkekasser
- 4.2 Landkar

5.0 SØYLER

6.0 HJELPESØYLER

7.0 OVERBYGG

- 7.1 Vogner
- 7.2 Betong og etterbehandling
- 7.3 Spennarmering
- 7.4 Koblinger
- 7.5 Rekkverk

8.0 BEMANNING

9.0 RIGG

10.0 FREMDRIFT

11.0 MEMBRAN OG ASFALT

12.0 LAGER OG FUGER

- 12.1 Fuger
- 12.2 Lager

13.0 HELSE, MILJØ, SIKKERHET

14.0 ØKONOMI

15.0 BYGGHERRENS ORGANISASJON

16.0 DOKUMENTASJON

17.0 KOMMENTARER TIL ANBUDET

1.0 INNLEDNING

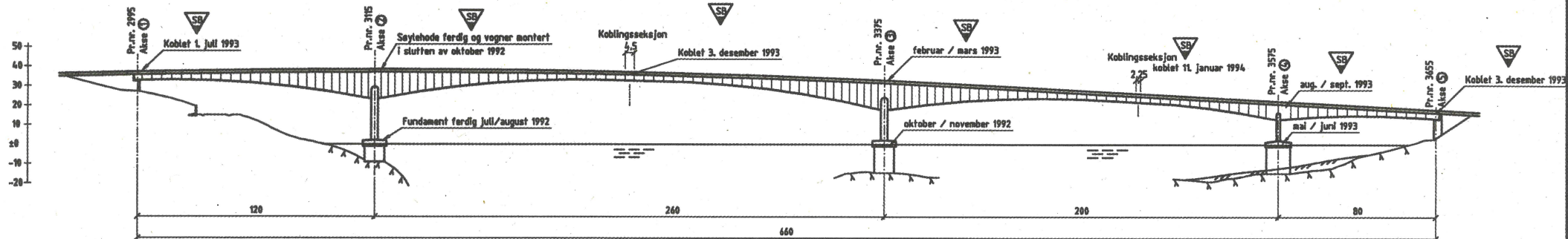
Torsdag 28. november 1991 vedtok Stortinget at første byggetrinn av strekningen Varodden Rona delvis skulle finansieres med bompenger.

Anbudsdokumentene for bygging av byggetrinn 1 på ny Varoddbu var da klare. De var sendt ut til de interesserte entreprenører med forbehold om at Stortinget gjorde sitt vedtak, slik at byggingen kunne settes igang.

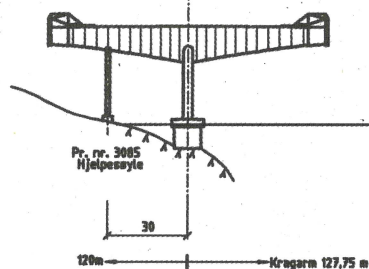
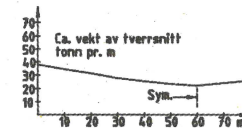
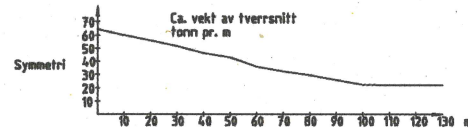
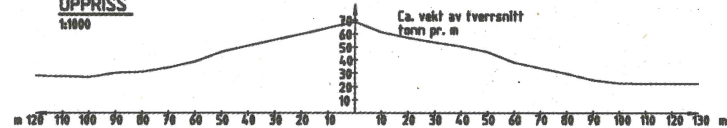
Byggetrinn 1 på ny Varoddbu består av en 660 m lang fritt frembygg bru nord for den eksisterende bua. Brua har to kjørefelt og separat felt for gang og sykkeltrafikk. Byggetrinn 2, som vil bli utført senere, vil bestå av en tilsvarende fritt frembyggbru som skal plasseres like syd for byggetrinn 1. I denne omgang er det utført grunnarbeider under vann for byggetrinn li.



Profil nr.	3000	3100	3200	3300	3400	3500	3600
Profil høyde	35.003	37.026	36.506	34.240	30.227	24.827	19.319
Vertikalkurve	pr. 3004.816	R= 5730			3435.377	55.088‰	

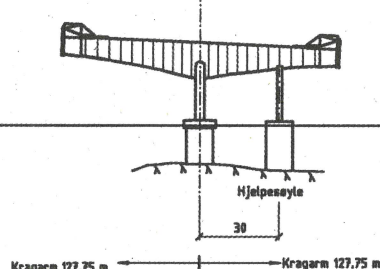


OPPRISS
1:1000

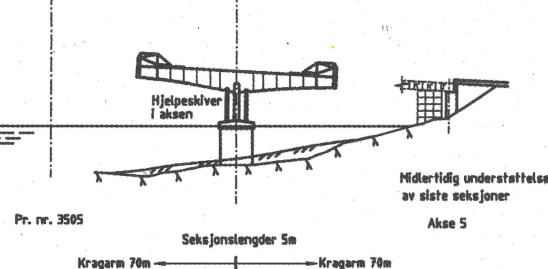


FREMBYGG AKSE 2
1:1000

Økende seksjonslengder fra 3,5 til 5m



FREMBYGG AKSE 3
1:1000



FREMBYGG AKSE 4
1:1000

Utbyggingsrekkefølge akse 2:

- Symmetrisk utbygging profil 3074,25 - 3153,75. Dvs. to seksjoner forbi hjelpesøyte pr. 3085. Vogner kan kjøres frem for neste seksjon.
- Kobling av hjelpesøyte pr. 3085.
- Symmetrisk utbygging videre f.ø.m. profil 2997,25 - 3232,75. Vogn 1 kjøres frem for kobling til A1.
- Koblingsseksjon mot A1 stapes. Kobling A1.
- Kabler i undergurt A1 - A2 spennes opp. De lengste kablene spennes først.
- Koblingsstag i hjelpesøyte pr. 3085 spennes ned.
- Oppspenning av spennarmering i tverrbærer A1. Utstøping av ballastbetong innvendig ved A1 (se tegn. blad 370/370)
- Vogn 2 kjøres frem for usymmetrisk utstøping.
- Usymmetriske seksjoner mot hovedspennet stapes.

Utbyggingsrekkefølge akse 3:

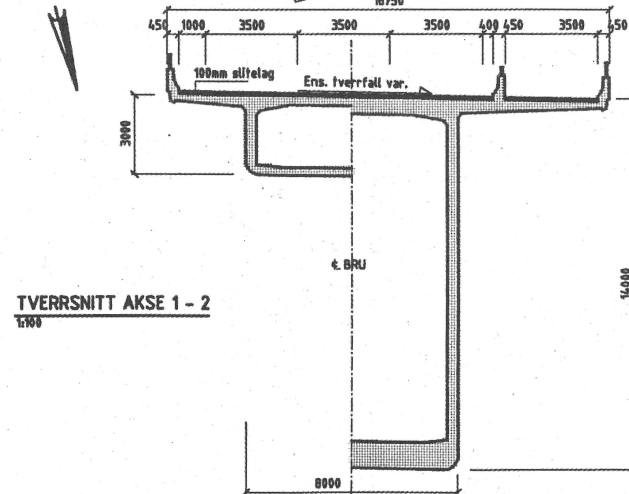
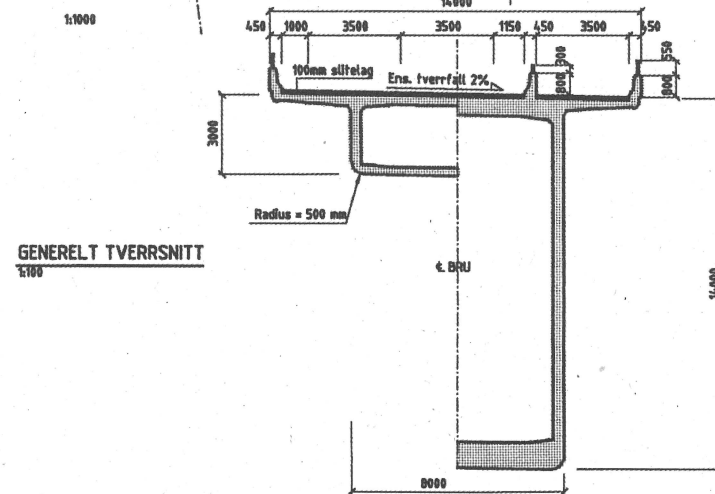
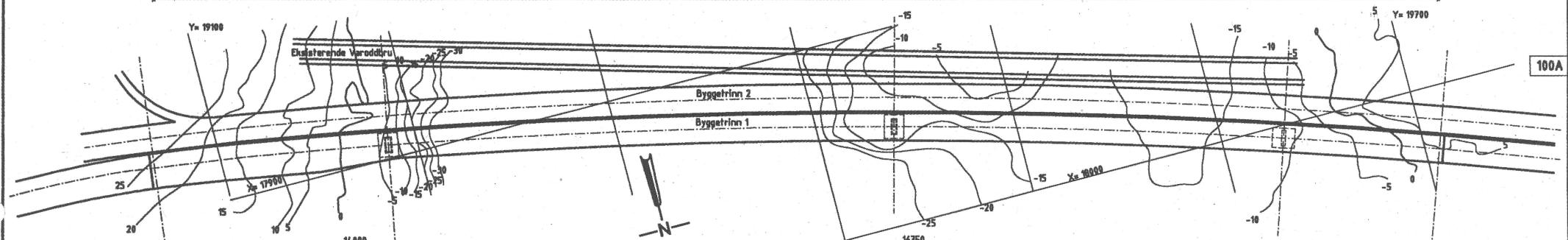
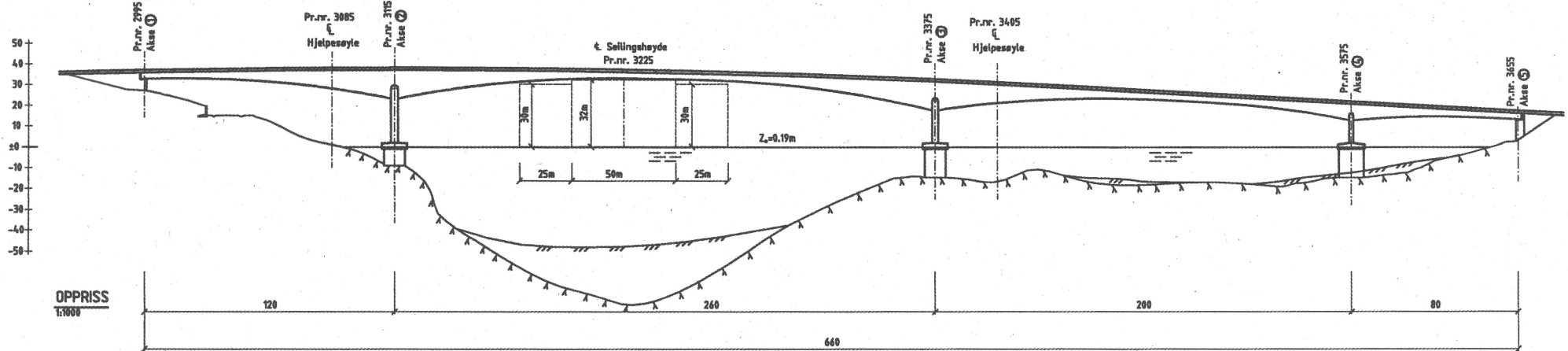
- Symmetrisk utbygging profil 3336,25 - 3413,75. Dvs. to seksjoner forbi hjelpesøyte pr. 3405. Vogner kan kjøres frem for neste seksjon.
- Kobling av hjelpesøyte pr. 3405.
- Symmetrisk utbygging videre f.ø.m. siste seksjoner. Vogn frem for koblingsseksjon mot A2.
- Koblingsseksjon A3 - A2 stapes.
- Kabler i undergurt A2 - A3 spennes opp. De lengste kablene spennes først.
- Vogner fjernes. kragarm mot A4 venter på kragarm fra A4.
- Koblingsseksjon A3-A4 stapes.
- Kabler i undergurt A3 - A4 spennes opp. De lengste kablene spennes først.
- Koblingsstag i hjelpesøyte pr. 3405 spennes ned.

Utbyggingsrekkefølge akse 4:

- Hjelpesøyte etableres sammen med søylehode.
- Symmetrisk utbygging profil 3505 - 3645. Dvs. 70 m kragarmer. (Seksjon M - M')
- Vogn 2 kjøres frem i felt M', vogn 1 blir stående.
- Understøttelse av felt M' etableres før step av felt N'.
- Understøttelse av felt N' etableres før step av koblingsseksjon O'.
- Vogn ved A5 fjernes, fast understøttelse fjernes.
- Hjelpesøyte demonteres.
- Kabler i undergurt A4 - A5 spennes opp. De lengste kablene spennes først.
- Vogn frem for kobling mot A3.
- Koblingsseksjon A3-A4 stapes

Feb. 94	Som Bygget	SB	HSI	
08.07.93	Jekking A3-A4 utgår	C	HSI	
19.07.93	Endret understøttelse m.m. A4	B	HSI	
07.06.93	Endret rekkefølge	A	HSI	
17.12.92	Utbyggingsrekkefølge beskrevet		HSI	OGL
Date	Revisjon	Mark	Revisjon	Mfr.
STATENS VESEEN				
NY VARODDBRU				
VEST-AGDER FYLKE				
1:1000		Mark	HSI	8.5.91
		ds.	OGL	17.12.92
HSA		Tras		
M		Mfr.		
Overbygning				
Utbyggingsmetode				
Vegndirektoratets fremsending, Data, den 19.07.93				
Nils A. Glæver (sign.)				
Blad nr.	Tegn. nr.	Rev.		
101	70/91	SB		

PROFIL NR.	3000	3100	3200	3300	3400	3500	3600
PROFIL HØYDE	35.803	37.026	36.506	34.240	30.227	24.827	19.319
VERTIKALKURVE	3004.816	R= 5730		3435.377		55.088‰	
HORISONTALKURVE	A=198.286	3040.525	R= 3492.45				
BREDEUTVIDELSE	2.75m	3000	3119.286				
TVERRFALL	3.917%	3040.640	2%				
	3.917%						



Bemerkninger:

- Kjørebanebredde: 7.0m
- Føringsbredde: 9.23m
- Gangbanebredde: 3.5m
- Søllåpning: Min. høyde 32m i min. 50m bredde og min. høyde 30m i 100m bredde over m.v. + Z.
- Asfalt sløfelag, 100mm.
- Betastriking: Lastforskrifter for bruer og ferjekaler i det offentlige vegnett, 1986.

04.11.92	Landkar akse 5 endret	A	HSI	HR
Dato	Betegnelse	Arbeid	Betegnelse	Stk.
STATENS VEVESEN		Målestokk 1:1000	Opp. HSI/HR	27/3-90
NY VARODDBRU		Stk. 1:100	DGL	2/4-90
VEST-AGDER FYLKE		Stk. 1:100	Tras.	
OVERSIKT		Statens vegvesen, Vest-Agder		
Vegdirektoratets bruvedling, Dato, den 3/4-90		Bud nr.	Tegn. nr.	Rev.
H.T.Øderud (sign.) N.A.Gjæver (sign.)		100	94/90	A

2.0 ANBUD

2.1 Anbudsbefaring.

Den 2. desember var det anbudsbefaring for ny Varoddbru byggetrinn 1. Det møtte representanter for fire entreprenører samt representanter for bruavdelingen, som hadde ansvar for prosjektering av brua, og fra Statens vegvesen Vest Agder. Befaringen startet med befaring på begge sider av Topdalsfjorden, både områdene hvor fundamentene skulle plasseres og vegsystemet rundt ble besøkt. Senere fortsatte befaringen med møte hvor bruavdelingen gjorde rede for en del av sine beregningsforutsetninger og forklarte nærmere en del forhold rundt brua. Det var så anledning for entreprenørene til å komme med sine spørsmål. Samtlige entreprenører ytret ønske om forlenget anbudsfrist. Dette ønsket ble etterkommet slik at fristen for å levere inn anbudet ble endret fra 10. januar 1992 til 24. januar. Noen dager etter

anbudsbefaringen kom det henvendelse fra A/S Anlegg i Trondheim om at de også var interessert i å regne på anbudet. Onsdag 18. desember kom det så en representant for dette firmaet som ble vist rundt på samme måte som de øvrige anbyderne og han fikk også referat fra den egentlige anbudsbefaring.

Ved utarbeidelsen av anbudet hadde man benyttet EDB programmet ANKON, og i tillegg til anbudspapirene fikk anbyderne en diskett med kopi av anbudet. ANKON ble også benyttet til kontrollregning og sammenligning av anbudene, samt oppfølging i byggeperioden.

2.2 Konsulenter.

Bruavdelingen i Vegdirektoratet hadde stått for prosjektering av brua og utarbeidelse av anbudsdokumentene, mens Erik Sandsmark var engasjert som arkitekt.

2.3 Anbudsåpning.

Til anbudsåpningen mandag 27 januar 1992 viste det seg å være kommet inn 4 anbud.

Anbudsåpningen ga følgende resultat.

Anbud nr.	Anbyders navn	Anbudssum eks. mva
1	A/S Anlegg	Kr. 90.805.700,-
2	A/S Veidekke i arbeidsfellesskap med Kruse Smith A/S	Kr. 116.347.800,-
3	Selmer A/S	Kr. 115.000.878,-
4	Eeg-Henriksen Anlegg A/S	Kr. 104.116.461,-

Kontrollregning viste kun marginale endringer i summene, og videre arbeid konsentrerte seg snart om anbudet til A/S Anlegg.

Anbudsvurdering.

Det store spranget i pris mellom billigste anbyder og nr. 2 ga i starten grunnlag for en del undring og spekulasjoner på om billigste anbyder hadde feilvurdert arbeidsomfanget.

Anbudet var imidlertid utfyllt på tilfredsstillende måte på alle punkter.

Det ble på en rekke hold innhentet opplysninger om A/S Anlegg, både angående erfaring, tidligere utførte prosjekter og andre tekniske forhold samt økonomiske forhold i firmaet. Ingen av opplysningene som fremkom tilsa at firmaet ikke skulle være i stand til å utføre byggeoppdraget på en tilfredsstillende måte, selv om det fortsatt var en viss undring over den store prisdifferansen. Alt tydet derfor på at det riktige ville være å inngå kontrakt med A/S Anlegg.

Under prosjekteringen av brua hadde det vært en del diskusjon om hvordan fundamentene i sjøen skulle utføres, om det skulle benyttes senkekasser, eller om de skulle plass-støpes.

Bruavdelingen var kommet til at plasstøpte fundamenter ville være det gunstigste, men i anbudsbrevet tilbød A/S Anlegg en reduksjon i prisen på kr. 3.000.000,- dersom en kunne benytte senkekasser som fundamenter i akse 2, 3 og 4. Dette ble vurdert som interessant, men en valgte å lage kontraktsforslag på grunnlag av anbudet i sin opprinnelige form, og forhandle med A/S Anlegg om løsningen med senkekasser etter at kontrakt var inngått.

Dette forslaget ble lagt frem for anbudsnemda 24.02.92, og den var enig i innstillingen. Det ble deretter inngått kontrakt med A/S Anlegg.

2.5 Kontraktsforhandlinger.

Før kontrakt var inngått hadde Bruavdelingen sendt et brev til A/S Anlegg med enkelte tekniske spørsmål vedr. kvalitetssikringssystem, spennarmeringssystem, senkekasser og fuger. Etter kontraktsinngåelse ble første byggemøte avholdt, og man gikk inn på en nærmere diskusjon vedrørende disse spørsmål.

Statens vegvesen Vest-Agder gjorde det klart at man var interessert i å benytte seg av løsningen med senkekasser, og A/S Anlegg fikk en frist 1 uke til å komme med mer detaljert løsning på senkekassene og hvordan prisreduksjonen ville fremkomme. Videre ble det inngående diskutert hvordan bunnen av senkekassene skulle utformes for å unngå vannlommer under understøp, ingen og for å sikre at overgangen understøp bunn kasse kunne oppta torsjonskreftene som ville oppstå i byggetilstanden. Man endte her opp med en løsning der bunnen i underkant hadde skrå flater hvor midten av kassen var dypest. I tillegg stakk det ned 8 sylindere med diameter på 1.5 m like dypt som midtpartiet.

For å etablere de skrå flatene i underkant av bunnen ble det benyttet pukk. En oppnådde derved i tillegg en svært ru overflate med god friksjon.

I anbudsdokumentene var det bedt om en orienterende utbetalingsplan for å få en kontroll på budsjettet for de enkelte år. I de generelle kontraktsbestemmelsene sto de vanlige betalingsbestemmelsene der utbetalingsplanen skjer etter utført arbeid.

Dette førte til en rekke diskusjoner vedrørende betalingsbestemmelser. NS Anlegg hevdet at deres forutsetning var at betaling skulle skje i henhold til utbetalingsplan, mens byggherren hevdet at det kun var bedt om en orientering, og at betaling skulle skje etter kontraktsvilkårenes betalingsbestemmelser. Begge parter holdt hardt på sin oppfatning, og denne sak tok adskillig tid. Til sist ble løsningen at betaling skjedde i henhold til utført arbeid i foregående måned. Men det denne saken forteller er at man ikke bør be om betalingsplan i anbudet om man ikke akter å la utbetalingene følge en slik. Om man ønsker en vurdering av pengestrømmen kan en få dette etter at kontrakten er inngått. Saken viser også at en ikke bør be om mer opplysninger i anbudet enn man virkelig har behov for.

I sitt svarbrev til Bruavdelingen hadde NS Anlegg også tatt med en setning om at de hadde forutsatt i sitt anbud at betongpumping skulle foregå fra eksisterende bru. Etter vår oppfatning var dette en forutsetning som var kommet til etter at anbudet var levert, og at en således ikke kunne ta den i betraktning. NS Anlegg holdt imidlertid hardnakket

på at dette var en forutsetning, like til de fikk beskjed på å skaffe seg de nødvendige tillatelser til å stenge et kjørefelt på brua fra politi og vegvesenets driftsavdeling. ÅDT på den eksisterende Varoddbru var ca. 25000 på dette tidspunkt, så stengning var i realiteten ikke mulig. Selv om det etter vår oppfatning var klart at opplysningen ikke var en forutsetning for anbudet, medførte denne saken en del ekstra arbeid, og den viser at en skal være forsiktig med å innhente opplysninger fra anbydere før avtale er sluttet. Denne situasjon kan føre til at entre-

prenøren benytter anledningen til å innføre nye momenter i saken.

Entreprenøren spurte også om mulighetene for å endre søyleløsningen til doble søyler. Dette var en løsning som også bruavdelingen hadde sett på som en fordel, men arkitekt var sterkt imot. Løsningen ble derfor å beholde enkle søyler med tverrsnitt 3.5 x 9.0 m, og med hjelpesøyer utenfor aksene.

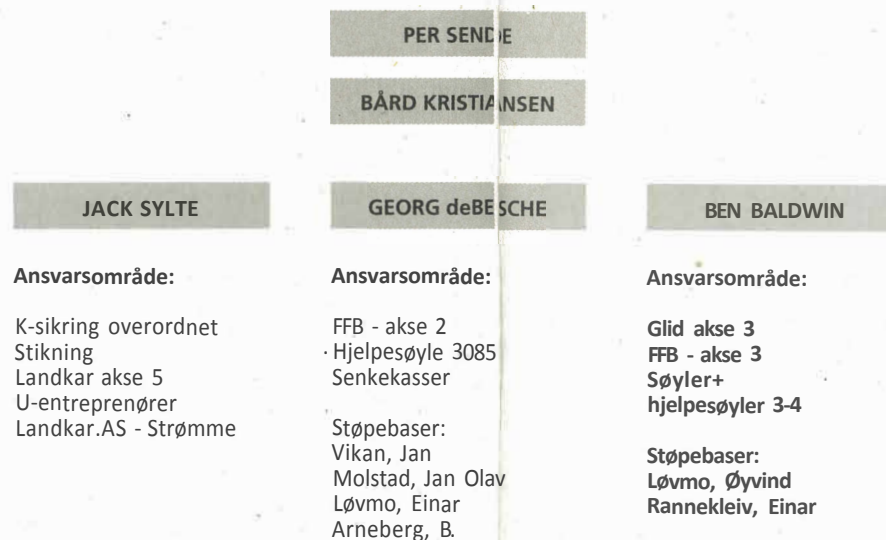
Utførelsen av breddeutvidelsen på brudekket mellom akse 1 - 2 så også entreprenøren på som problematisk.

Den skjeve last en ville få på vognene var entreprenøren usikker på hvordan ville virke inn. Bruavdelingen var imidlertid helt klar i sin holdning til at det ikke skulle være langsgående støpeskjøt i brudekket. Senere har det kommet frem opplysninger som tydet på at i alle fall en av de øvrige anbydere hadde regnet med understøttelse fra bakken som en ekstra sikring mot vridning av overbygningen. Løsningen ble at en dimensjonerte vognene slik at de kunne oppta lasten fra den ekstra utkraging og støpte dekket i ett. Under utførelsen av dekket med breddeutvidelsen kunne en ikke registrere noen form for vridning av tverrsnittet.

2.6 Oppstart.

Kontrakt med NS Anlegg ble inngått i månedsskiftet februar- mars 1992. Anleggslederen til NS Anlegg kom raskt på plass, men det drøydde noe før de fysiske arbeidene kom i gang for fullt. Vår vurdering var imidlertid at tiden ble benyttet svært godt. Alle forutsetningene for anbudet ble gått gjennom på nytt, og en del av planene ble justert. Det ble sendt ut anbud på deler av arbeidene til lokale entreprenører for å vurdere om en skulle sette bort deler i underentreprise, og man forhandlet med leverandører. I tillegg til riggarbeidene var det grunnarbeidene under vann i akse 2 som først startet opp, og like etter kom arbeidene på landkar på Søm i gang.

ORGANISASJONSPLAN NY VARODDBRU



3.0 GRUNNARBEID UNDER VANN

I planleggingsperioden var det utarbeidet en geologisk rapport vedrørende grunnforholdene i fundamentområdene i sjøen. Det var veglaboratoriet som hadde utarbeidet rapporten. Rapporten var utarbeidet på grunnlag av geologiske kart, en akustisk profilering av en 100 m bred stripe nord for eksisterende bru og dykkerinspeksjon utført i samarbeid med dykkergeolog fra NOTEBY.

Rapporten konkluderte med at fundamenteringen kunne gjennomføres etter planen, bunntopografien burde loddes opp og at grunnforholdene burde undersøkes videre etter at det var sprengt såler.

I rapporten var det også grove anslag på masser, men det var sagt at disse burde vurderes nærmere før de ble tatt inn i anbudet. Dette ble nok ikke gjort.

3.1 Akse 2

Byggegrøp i akse 2 lå i et område med skrått fjell. Terrenget heller med ca. 45 grader mot midten av fjorden. Det var kun et tynt lag av løsmasser, men volumet av fjell økte fra 1000 m³ i anbudet til 1700 m³. Dette gjelder både byggetrinn I og II.

Den geologiske rapporten pekte på to svakhetssoner og forøvrig rett eller mindre vertikal oppsprekking i øst-vest retningen. Da rensk av fundamentområdet for byggetrinn I startet viste det seg at det var en renne i den nordlige enden av fundamentet hvor fjellet var svært oppsprukket. Det var her behov for å utføre kilrensk i et

betydelig omfang, slik at mengdene økte langt ut over det som var medtatt i beskrivelsen. Prosesskoden angir hvordan kilrensk skal måles opp dersom dybden det renskes til overstiger 0.3 m. I beskrivelsen var det medtatt poster for finrensk og kilrensk i byggetrinn I og for grovrensk i byggetrinn II. Teksten på disse prosesser er svært knapp i prosesskoden, og den spesielle beskrivelse var også noe uklar på prosessene som omfattet fjellrensk. Dette førte til en hel del diskusjoner med entreprenøren som hevdet at en normal måte å beskrive disse arbeidene på var å beskrive grovrensk og finrensk på alle flater, og eventuell kilrensk dersom det var behov for det, og at dette måtte være riktig måte å måle opp på her også. Dette fikk han ikke gjennomslag for.

I spesiell beskrivelse var også måleregler for rensk endret i forhold til prosesskoden. Dette skulle det ikke være nødvendig å gjøre da måleregler i prosesskoden er klare, og endringer medfører kun diskusjoner med entreprenøren om oppgjør. De relativt store masseøkningene en fikk på grunnarbeidene i byggegrøp akse 2 var svært uheldige da arbeidene lå på kritisk linje for gjennomføringen av prosjektet. Entreprenøren satte inn større bemanning for å kunne gjennomføre arbeidene til fastsatt tid, og varslet krav om 2 ukers fristforlengelse. Dette kravet ble i første omgang ikke akseptert da en ikke kunne se at kontraktens krav for å få fristforlengelse var tilstede. Senere kom

det frem andre forhold som det også ble krevd fristforlengelse for. Det ble da oppnådd enighet om to ukers fristforlengelse, mens kravet var fire uker.

3.2 Akse 3

Fundamentområdet for byggetrinn I lå på en sandslette på ca. -13 m. I byggetrinn II var det en skrent på 4 - 5 m høyde mot syd. Både mot nord og øst faller fjellet bratt av like utenfor fundamentområdene. Fjellet består i hovedsak av pegmatitt og gneis med noen vertikale sprekker.

Også på dette fundament fikk en betydelige masseøkninger. Sprengningsmassene økte fra 500 m³ til 995 m³, men det største problemet her fikk en da en fjernet sandlaget i fundamentområdet og kom en på et område med fast morene over fjellet. I mengdefortegnelsen var det ikke tatt med prosesser for løsgjøring og fjerning av harde morenemasser. Dette medførte naturligvis tilleggsarbeider til antagelig noe høye enhetspriser. Sannsynligheten for å treffe på harde morenemasser under vann må en regne for relativt stor, og en bør vel nesten uansett ta med prosesser for disse arbeidene.

Før fjerning av morene-massene startet foretok vi en kontroll av området. Til dette arbeidet engasjerte vi dykkergeolog fra Hordaland vegkontor. Han var her og dykket sammen med en lokal dykkerkonsulent. Dette fungerte fint, og vi fikk oversikt over grunnens

beskaffenhet, både i dette fundamentet og i akse 2.

Fjerning av morenemassene medførte ikke spesielle problemer, og arbeidene ble utført til den avtalte pris.

Også her medførte tilleggsarbeidene at arbeidene tok lengre tid enn forutsatt, men disse arbeidene lå ikke på kritisk linje.

3.3 Akse 4

Rapporten sa at byggetrinn I var plassert på en sandslette på 10 - 12 m dyp, og 0 - 5 m ned til fast fjell. Byggetrinn II lå også på samme slette med fast fjell helt mot syd. Også her består fjellet av gneis og pegmatitt.

Da arbeidene med fjerning av løsmassene startet, viste det seg at tykkelsen av sandlaget var større enn forutsatt, slik at en endte opp med utsprengt nivå på ca. kote -17 i stedet for kote -14 i byggetrinn I. Spesielt i sydenden av byggetrinn I viste det seg å være en dyp renne.

Mengdene av både løsmasser og fjell økte betydelig, fra henholdsvis 750 m³ og 550 m³ til 1300 m³ og 2100 m³. Dessuten traff en også her på hard morene over fjellet.

Økningen i dybden til fjell medførte også at fyllingen på land på Varodden ville rase ut i byggegrøpen om en del av den ikke ble fjernet. Dette ble et relativt dyrt stykke arbeid da en var avhengig av

en stor maskin med stor rekkevidde og det var betydelige masser det dreide seg om.

Som nevnt tidligere var fjellet oppsprukket med vertikale og horisontale sprekker. I det nord østre hjørnet av byggetrinn I var det en stutt på 4 - 5 m. Fjellet i stoffen er sterkt oppsprukket. Her var det nødvendig å sette i verk rensk av stoffen for at dykkere skulle kunne arbeide trygt. Det var også rast inn enkelte blokker i byggegroppen. Fjerning av blokk manglet det også poster for.

Arbeidene i byggegropp akse 4 var svært tidkrevende, og til tross for at arbeidene startet tidlig, fikk en problemer med tiden mot slutten.

Byggetrinn II lå svært nær et fundament på eksisterende bru. Dette medførte problematisk sprengning. For det første var pallhøyden større enn forutsatt i anbudet, dessuten medførte den forsiktede sprengningen dårligere utkasting av massene slik at det var problemer med utslag i bunn av salven, og grabbingen ble svært problematisk pga at massene ikke var ordentlig løsgjort.

Det ble montert rystelsesmålere på eksisterende bru under sprengningene, og fundamentet ble inspisert av dykker etterpå, men det ble ikke observert skader.

3.4 Erfaringer fra grunnarbeid under vann.

I massefortegnelsen var graving av løsmasser og sprengstein samlet i en post. Dette er ikke en heldig løsning. Når en får endringer i massene vil grunnlaget for prissettingen endres, og en får diskusjon om prisen. I vårt tilfelle endte vi opp med å splitte prisen i to på grunnlag av massefortegnelsens masser, slik at en fikk en gravepris for løsmasser og en for sprengstein.

Som tidligere nevnt benyttet vi i første inspeksjon dykker fra Hordaland vegkontor. Senere gikk vi over til kun å benytte lokale dykkere. Årsaken til dette var i første rekke at ofte hastet det med å få undersøkt forhold. Det viste seg også at ved å benytte en erfaren dykkerkonsulent og ingeniør nede, og video overføring med samband til geologer oppe, kunne de danne seg et svært godt bilde av forholdene. Sammen med en del foto følte vi at dette var en metode som fungerte godt.

Vår konklusjon etter å ha gjennomført grunnarbeidene under vann er at det burde vært utført grunnboringer i fundamentområdene før utsendelse av anbudet. Det er ikke sikkert at det ville vært en økonomisk gevinst i det, for slik grunnboring blir relativt kostbar. Men den usikkerheten en nå måtte leve med både når det gjaldt fremdrift og økonomi var ikke heldig. Da vi oppdaget at grunnforholdene ikke stemte i akse 4 ble det også satt i verk grunnboringer her, slik at en betydelig del av kostnadene fikk en uansett.

4.0 FUNDAMENTER

4.1 Senk kasser.

A/S Anlegg hadde i sitt anbud tilbudt et prisavslag på kr. 3.000.000,- dersom en kunne benytte senkekasser. Statens vegvesen Vest-Agder hadde i hele prosjekteringsfasen sett på bruk av senkekasser som interessant. Bruavdelingen mente imidlertid at dette ville være en for dyr metode så den var ikke tatt med i anbudet. Nå kom diskusjonen om fundamentene raskt i fokus igjen.

Årsaken til tilbudet om prisavslaget var, slik vi forsto det, først og fremst at entreprenøren så på utførelsen av de store undervannsstøpe-ne som en betydelig risiko. Våre grunner for å være interessert i senkekasser var også først og fremst at en da ville kunne utføre så godt som all støp over vann, og en ville ha mye bedre kontroll på de utførte arbeidene enn om de ble utført under vann.

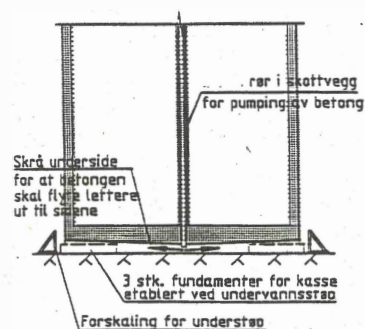
I anbudet var prisavslaget kun oppgitt som en rund sum, uten noe data om hvordan senkekassene var tenkt prosjektert og utført. Det var således høyst uklart hvordan prisavslaget var fremkommet, og hvor reelt det virkelig var. I stedet for å stå steilt på at prisavslaget skulde være eksakt 3 mill. kr., og få en rekke diskusjoner om tekniske løsninger og kvalitet, valgte vi å legge oss på den linjen at beregningsforutsetninger, prosjektering og utførelse skulde være slik vi

og bruavdelingen ønsket, så fikk en heller ende opp med det avslag det ville bli ut fra disse forutsetningene. De endringene som tidligere er omtalt når det gjelder grunnforholdene ville utvilsomt også medført at kroneverdien av avslaget ville blitt endret. Bruavdelingen hadde i starten en del innvendinger mot bruk av senkekasse i akse 3. Grunnen til dette var at søylefundamentet også var fundament for hjelpesøylen i denne aksen, og en var redd for at det ville bli problemer med kraftoverføringen i byggetilstanden mellom fundament og fjellet. Slik hjelpesøylen var prosjektert var den svært komplisert å utføre og ikke minst å fjerne. Ut fra disse forholdene valgte en å etablere et eget fundament og hjelpesøylen ca. 30 m vest for søylefundamentet. Løsningen ble da tilsvarende den en hadde valgt i akse 2. Siden en på denne måten fikk større arm mellom søyle og hjelpesøyle, kunne dimensjonene på hjelpesøylen reduseres, og en fikk ikke så store krefter i bunnen av søylefundamentet. Nærmere omtale av hjelpesøylene følger i neste avsnitt.

Prosjekteringen av senkekassene var en del av entreprenørens ansvar og han satt bort arbeidene til Sivilingeniør Asbjørn Myklebust A/S i Trondheim. Bruavdelingen utførte kontroll av prosjekteringen.

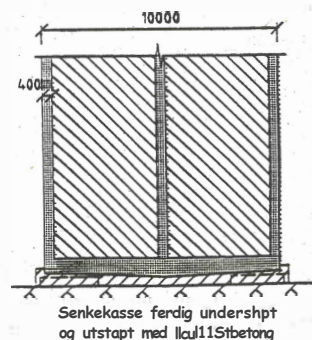
I starten ble det vurdert flere metoder for produksjon av senkekassene. En var inne på å støpe bunnen på land i Vige for så å løfte den på vann, det var på tale å sliske bunnen ut på vann og det ble undersøkt om det fantes dokker i området som kunne benyttes. Resultatet ble at entreprenøren leide dokken på Bredalsholmen. Dokken var på dette tidspunkt ikke i bruk, prisen var akseptabel, avstanden til byggeplassen var ikke for stor og slepene kunne foregå i smult farvann.

I slutten av april -92 startet så arbeidene med senkekassene opp. A/S Anlegg hadde satt disse bort til Kaspar Strømme A/S. Den skrå underkant av kassene ble etablert ved hjelp av pukk, og senkekassene ble støpt til en høyde av ca. 6 m før dokken ble fylt med vann, og kassen ble tauet ut før neste kasse ble påbegynt. Grunnen til at kassen ikke ble bygd høyere i dokken var bunnforholdene like utenfor dokkporten. Senkekassen ble så slept til Vige hvor den ble bygd opp til riktig høyde i støpetapper på 2.4 m.



Ved oppstart på arbeidene i dokken var entreprenøren svært opptatt av å komme raskt i gang og produsere fort. Kvalitetssikringsopplegget var nok nytt for mange av de impliserte og det var en del problemer med at det ikke ble fulgt. Disse forhold gikk det heldigvis å få rettet på relativt raskt, slik at en oppnådde den beskrevne kvalitet uten at vår kontroll behøvde å blande seg så mye inn i produksjonen.

I Vige lå senkekassen fortløyd mens de videre arbeidene pågikk. Støpetappene var lagt opp slik at støpeskjøten aldri kom ned i vann. Før slepet fra Bredalsholmen til Vige startet var det foretatt stabilitetskontroll av kassen for hver støpetappe og det var angitt hvor mye ballast som skulle fylles i kassen ved hvert trinn. Når senkekassene hadde en grunnflate på 10x12 m og høyde mellom 9 og 17 m var det aldri noe problem med stabiliteten.



Snitt langs bru
1:200

A/S Anlegg kom tidlig med forespørsel om det var mulig støpe det ytterste skallet av fenderplatene mens kassene lå og fløt. Det viste seg at dette var fullt mulig ved å legge opp selve støpen av fenderplatene på en bestemt måte. En unngikk derved å støpe fenderplaten i vann da underkanten av denne lå på ca. kote -0.5 m.

Alle senkekassene ble utført på samme måte.

I underkant av kassene var det støpt 8 sirkulære plane flater. Disse var der delvis for å få en god fortanning, men 3 av dem skulle også benyttes under montasjen av kassen. Etter at dykkerne var ferdig med fjellrensk i fundamentområdet ble det montert en forskaling på bunnen for å kunne utføre understøp av senkekassen. I denne rammen var det også bygget inn forskaling for 3 fundamentklosser som skulle benyttes under montasjen av kassen.

Forskalingen for understøpen var produsert ferdig på land. Den var bygd opp av en ramme av stålprofiler og med 2"x4" som hud. Disse var trødd inn i rammen på land, og etter at denne var plassert riktig på bunnen ble trematerialene slått ned slik at forskalingen ble tilpasset til fjellkonturen. Deretter ble det lagt ut striesekker fylt med sand og grus utvendig langs overgangen fjell - forskaling. Dette ble gjort for å få overgangen tett.

De tre fundamentklossene ble så støpt, og forskalingen inn mot kassen ble fjernet før senkekassen ble montert.

Avstanden fra fjellet til underkant av kasse ble i utgangspunktet satt til å skulle være 0.5 m. Pga de variasjoner en får i en sprenget flate, og varierende omfang av kilrensk ble høyden på store områder en del større. Men for å få utført understøpen på en god måte, var en under alle omstendigheter avhengig av å ha en egnet betong. En måtte hindre utvasking, betongen måtte ha gode flyt egenskaper, måtte være kohesiv, ha gode selvkomprimerende egenskaper, være relativt lett pumpbar og oppnå foreskrevet fasthet. For å klare å oppnå alt dette ble det besluttet at det skulle utføres prøvestøper i vannfylte kasser på land. Det var enighet om at byggherren skulle dekke en del av kostnadene med disse prøvestøpene.

I første omgang ble det invitert representanter fra 3 forskjellige leverandører av tilsetningsstoff, og hver av dem fikk komponere 2 ulike resepter som ble utstøpt i noen lange vannfylte kasser. Alle stoffene så ut til å ha gode antiutvaskingsegenskaper, men når det gjaldt flyt og pumpbarhet var der store variasjoner.

Etter den første runden følte en at det fortsatt var mulig å forbedre betongens egenskaper en hel del. De to firma som hadde oppnådd de beste resultatene i første omgang ble så bedt om å finjustere reseptene enda en gang, og det ble utført ytterligere 2x3 prøvestøper. En hadde da oppnådd en betong en var tilfreds med. De to leverandørene som var med til slutt var Rescon og Sika. De beste resultatene ble oppnådd ved å benytte Rescon's tilsetningsstoffer.

For å oppnå de ønskede resultater ble det i hovedsak benyttet Rescon T. Normalt anbefaler leverandøren en dosering på 15 - 25 kg. pr. m³. Det beste resultatet hos oss ble oppnådd med å benytte 10 kg. pr m³. Dette var uventet, også for leverandøren, men årsaken ligger nok mye hos tilslagsmaterialene som ble benyttet. Disse hadde en gunstig kornfordeling og en gunstig kornform, natursingel.

Da støp av fundamentklosser på bunnen var utført, var det klart for montasje av senkekassen. For å få den på riktig plass ble det benyttet 2 taubåter. For finjustering ble det i tillegg benyttet taljer og wire som var festet i land. I hvert hjørne av kassen var det montert spill med wire festet i bolter på bunnen. Ved hjelp av totalstasjon på land og to målepunkter på kassen ble så posisjon og høyde målt kontinuerlig under senkingen. For å senke kasse ble det benyttet sjøvann. Kassen ble senket til den lå et par cm over fundamentene, her ble så siste korreksjon på plassering gjort og kassen ble satt ned på de ferdigstøpte fundamentklossene på bunnen. Kassene i akse 2 og 3 står ca. 5 cm forskjøvet i forhold til teoretisk plassering, mens awiket i akse 4 er ca. 2 cm.

For å sikre plasseringen av kassen ble det relativt raskt etter montasje fylt ca. 170 m³ betong. Denne betongen ble støpt ut under vann.

Tiden var så kommet for understøpen. Gjennom et av de innstøpte rørene i de innvendige veggene i kassen ble det montert støperør. Understøpen ble så utført gjennom dette. Det fantes flere ulike plasseringsmuligheter for støperøret. men bortsett fra i akse 4 var det ikke nødvendig å benytte mer enn et. Dette til tross for at arealet av understøpen var 13 x 11 m. Ved hver understøp hadde vi dykker nede for å kontrollere utstøpingen i tillegg til entreprenørens dykkere. Alle rapportene fra dykkerne sa at støpen gikk som forutsatt, at betongen hadde gode flyt egenskaper og at en fikk fylt tett oppunder kassen. I akse 4 fikk vi imidlertid problemer med å fylle et lite parti på nordsiden, så her måtte en flytte støperøret for å få dette området komplettert. Årsaken var antagelig at støperøret var plassert der fjellformasjonen var gunstigst, men derved var det kommet for nær en fundamentkloss, slik at en fikk ugunstige strømningsforhold for betongen.

Alle rapporter fra dykker, bilder og video tyder på at understøpen har blitt utført med et tilfredsstillende resultat.

Før kassene var tauet på plass var de høytrykksspylt i underkant for å fjerne groe.

Opprinnelig var det foreslått å fylle kassene med pukk opp til underkant av fenderplatene. Dette ble imidlertid re-

vurdert, og kassene ble fylt med betong. Det ble som nevnt først støpt ut et lag med undervannsbetong for å øke vekten på kassen. Deretter ble kassen pumpet tom, overflaten på undervannsstøpen ble rengjort for slam og det resterende volum opp til underkant fenderplate ble fylt med uarmert betong av lav fasthetsklasse.

Fenderplaten ble så armert og støpt i 3 lag, slik at en ikke fikk for store laster på den utragete del under utstøpingen. Selv om støp av fenderplaten ble delt i 3, var det relativt massive konstruksjonsdeler. I øverste del av akse 2 hadde ent(e)ren retardert første del av betongen i håp om å redusere maksimal temperatur. Dette var ikke vellykket. Det førte til en hel del oppsprekking i overflaten som senere måtte injiseres.

For å kontrollere hvordan understøpen hadde fylt opp under bunnen av senkekassen ble det i akse 3 foretatt kjerneboring gjennom bunnen av kassen og ned i understøpen. Dette var en vanskelig operasjon for en måtte først bore gjennom et ca. 1.5 m tykt lag med ballastbetong og deretter gjennom en ca. 1.0 m tykk armert bunnplate i kassen. Prøvene viste at understøpen hadde fylt godt bop under kassen, men siden underkanten var svært ru pga at den var støpt på pukk var det blitt noen

små vannlommer mellom steinene i overflaten. Disse ble funnet å være så små at de ikke hadde noen praktisk betydning. En kom imidlertid til at en bedre løsning på utførelsen av underkanten av kassen hadde vært å lage den glatt med markerte fortanninger og beholde kongen.

4.2 Landkar.

I akse 1 på Søm ble det bygget kombinert landkar både for den nye Varoddbrua og for Torsvik G/S vegbru.

I akse 5 var det prosjektert et landkar som var ca. 50 m langt med et rom inni. I løpet av oppstarten på byggeprosessen ble det vurderi: om det var nødvendig og hensiktsmessig å bygg et så stort landkar. Konklusjonen ble at lengden ble redusert til ca. 10 m og at det i tillegg ble bygd en støttemur i forlengelsen av landkaret. Ved å foreta denne endringen oppnådde man en reduksjon i kostnadene på ca. 1.5 mill kr.

5.0 SØYLER

Entreprenøren var svært opptatt av å komme raskt i gang med overbygget, spesielt i akse 2. Ønsket om å støpe søylen i akse 2 med bruk av glideforskaling kom derfor raskt frem. I anbudsdokumentene var det åpnet for bruk av glideforskaling, og man ble snart enige om at denne metode skulle benyttes. Senere i byggeprosessen ble det tydelig at en del kretser innen Statens vegvesen var skeptisk til all bruk av glideform, og det ble etter hvert en del diskusjon om hvilken kvalitet en oppnådde ved bruk av glideform, og det ble også utarbeidet en rapport fra veglaboratoriet om bruk av glideform.

Vår oppfatning er at glidestøpene som A/S Anlegg utførte var planlagt og utført på en svært god måte, og resultatet ble godt.

Søylen i akse 2 ble utført på ca. 10 dager i august '92, mens søylen i akse 3 ble støpt ferdig på ca. 8 dager i november '92. Søylen ble da støpt til underkant dekke, og man støpte også 1.5 m av steget til hver side med glideformen.

Søylen i akse 4 var adskillig kortere enn de øvrige, så den ble støpt med tradisjonell forskaling.



6.0 HJELPESØYLER

I byggetilstanden før sammenkobling var hovedsøylene ikke i stand til å oppta alle kreftene alene. Det var derfor nødvendig å etablere hjelpesøyer. Det ble bygd en hjelpesøyle ved akse 2, en ved akse 3 og to hjelpeskiver på fundamentet for søylen i akse 4. Hjelpesøylene i akse 2 og 3 sto i en avstand på ca. 30m fra søylen.

Som nevnt tidligere var løsningen med å benytte hjelpesøyle på separat fundament i akse 3 en del av løsningen med senkekasser.

I starten så det ut til at grunnforholdene var relativt gunstige, men nærmere grunnundersøkelser vist at en pga skrått fjell kom en på en dybde på ca. 17 m lengst mot nord i fundamentgropen. Dette førte til at senkekassen fikk en større grunnflate enn først antatt.

Denne senkekassen er utført på tilsvarende måte som de øvrige, bortsett fra at det er benyttet pukk og vann som ballast i stedet for betong, og kassen er i tillegg spent fast i bunnen med stag som er forankret i fjell. Det har hele tiden vært forutsetningen at denne senkekassen skulle fjernes etter bruk. Opprinnelig var tanken å kunne gjøre bruk av kassen i neste byggetrinn, men pga den store dybden var dette dyrt og vanskelig å få til. Det har senere vært arbeidet med flere alternative bruksområder, men når dette skrives er det fortsatt ikke klart hvor kassen kan benyttes.

Hjelpesøylene ble utført med et I tverrsnitt, og bredde noe større enn kassebredden, slik at en fikk et gaffellager i toppen av hjelpesøylen. I akse 2 og 3 var overbygget kommet forbi hjelpesøylen da toppen ble etablert. Her ble kontakt oppnådd med understøp med ekspanderende betong, i akse 4 ble hjelpeskivene støpt til topps før overbygget ble påbegynt. I alle aksene ble dessuten overbygget spent fast til toppen av hjelpesøylene ved hjelp av sperinkabler.

Hjelpesøylene hadde sin misjon før sammenkoblingene, og akkurat som det var angitt på tegninger når koblingene av hjelpesøylene måtte være utført, var det oppgitt når de måtte fjernes. Fjerningen var ikke noen liten jobb. Flere alternativer ble vurdert, men løsningen ble å kutte hjelpesøylene horisontalt ca. 2.5 m under toppen og la toppen henge i overbygget i spennstagene. Nedre del av hjelpesøylene ble så meislet ned ved hjelp av gravemaskin med meislemaskin på. Deretter ble toppen senket ned ved hjelp av hydrauliske jekker og spennstål.

Fjerningen av hjelpesøylene ble på denne måte utført uten større problemer, selv om det var massive konstruksjonsdeler en arbeidet med. Toppen som ble senket ned hadde en vekt på ca. 200 t.

7.0 OVERBYGG

7.1 Vogner.

I anbudet sitt hadde A/S Anlegg forutsatt å benytte vogner som tok en maksimal last på 350 t, inklusiv forskalingsvekt. I sitt brev til Bruavdelingen med supplerende opplysninger ble dette rettet til at forutsetningen var en vogntype som kunne bære 200 t. Dette ville medføre at en måtte ha en horisontal støpeskjøt i steget i de første 10 felt ut fra søylen. Dette ble jo sett på som en endring i forhold til anbudet, men da bruavdelingen ikke hadde innvendinger mot at man fikk en slik støpeskjøt ble det ikke diskutert nærmere.

Etter en rekke forhandlinger med vognleverandør og vurderinger av hva som var gunstigst for fremdriften, valgte imidlertid A/S Anlegg å gå til anskaffelse av den største vogntypen. Norwegian Rail System var leverandør, men de satt bort produksjonen til et firma i Bulgaria.

Vognene er i prinsipp lik de som har vært benyttet her i landet tidligere, men dimensjonene er kraftigere siden en både har større kassebredde en det som tidligere har vært vanlig og større høyde på tverrsnittet.

I begynnelsen av oktober i 1992 var det klart for å starte vognmontasjen på søylehodet i akse 2. Det var støpt dekke i en lengde på 6.5 m på fast stillas tidligere. Siden en ikke hadde lengre dekke til disposisjon, måtte vognene monteres med kryss avstivning for støp av det første feltet. Den første vognmontasjen medførte en hel del arbeid, men 02.11.92 ble steg og undergurt i første felt støpt, og 12.11.92 ble første del av dekket støpt med vogner.

Før en kom så langt hadde en imidlertid hatt en del problemer med vognmontasjen. Disse problemene skrev seg i første rekke fra at alt utstyret var nytt og ukjent for de som skulle montere, dessuten var det en hel del unøysaktigheter i produksjonen av vognene: Det så for eksempel ut som om retting av konstruksjonsdeler etter sveising ikke var utført. En rekke av konstruksjonsdelene var tydelig krumme. Dette førte til betydelige problemer med boltemontasjen. Ved neste leveranse av vogner var nøyaktigheten vesentlig bedre, og montasjen tilsvarende lettere.

Høyden på kassen er 13 m inne ved søylen, og for å klare å arbeide med slike høyder hadde A/S Anlegg delt innvendig stegforskaling i to. På de to første feltene i akse 2 ble undergurt og nedre del av steget støpt i en støp, øvre del av steget i en og dekket til slutt. Etter å ha utført dette fant man ut at lukking av øvre del av steget kunne utføres relativt raskt dersom alle staghull var tilpasset, og på felt C bestemte man seg for at en ville endre på støpeprosedyren slik at en først støpte undergurt på en side, deretter på motstående, så nedre del av steget på første og deretter på den andre. Samtidig gikk man på og lukket øvre del av steget på første side, og når nedre del av side to var ferdig



støpt, var det klart for å starte på øvre del på side en. Denne prosedyren fungerte fint og ble siden benyttet på de felt der en hadde deltinnerform.

Bortsett fra de første feltene i hver akse holdt rian siden ukessyklus på flyttingen av vognene. Det vanligste var å kjøre vognene frem på mandag morgen. Støp av undergurt og steg på onsdag, og støp av dekke på torsdag. Treng av spennkabler på fredag og oppspenning på lørdag, før ny fremkjøring på _mandag.

7.2 Betong og etterbehandling.

Betongen som ble benyttet var C-65 MA etter spesifikasjoner i vegvesenets prosesskode, unntatt kravet til luftinnhold. Dette var sløffet etter råd fra veglaboratoriet, pga tidligere problemer med høy fasthet og høyt luftinnhold. V/C tallet var mindre enn 0.4, sementinnholdet var 380 kg/m³ og det ble benyttet 5 % silica. Sanden kom fra Rugsland og det ble benyttet rund singel fra Årdal i Ryfylke. Denne betongen var tung å bearbeide, og det ble gjort en rekke undersøkelser før en valgte vibratorstaver som hadde den ønskede effekt.

Da arbeidene med overbygget startet var det kjent et man på en rekke anlegg hadde hatt problemer med den såkalte vegvesenbetongen. Det oppsto en rekke riss i dekkeoverflatene. Rissene hadde ikke noen bestemt retning, og de skilte seg fra svinriss ved at rissvidden var liten i toppen, men noe større lengre nede. I enkelte tilfeller kunne en oppleve en dekkeoverflate som var svært oppsprukket. Årsaken til at disse rissene oppsto kunne man ikke forklare.

I beskrivelsen var det medtatt prosess for avretting og behandling av brudekket, dvs brettsskuring, og prosess for etterbehandling av betong, uten at denne behandlingen var nærmere beskrevet.

Da arbeidene med brudekket startet opp ble de første feltene behandlet slik at etter utstøping ble betongen trukket av med vibro brygge, overflaten ble brettsskurt, membranherder ble påført og dekket ble tildekket med plast.

Dette fungerte bra i 3-4 felt, men så opplevde vi å få en del av de omtalte rissene. Resepten ble justert noe til neste støp for å prøve å eliminere rissene igjen, men resultatet ble bare dårligere.

Byggherre og entreprenør satt seg da sammen for å diskutere hva en kunne gjøre for å prøve å få bukt med de omtalte rissene. En var alle klar over at tidsrommet fra utstøping til etterbehandlingen var utført var av svært stor betydning. A/S Anlegg kom med forslag om å sløffe brettsskuringen. Så snart en del av dekket var fylt opp med betong skulle en dra vibrobrygge over 2-3 ganger, deretter skulle det påføres mye membranherder, min. 2-3 ganger anbefalt dosering. Etter denne behandling skulle det umiddelbart legges over plast og opp på denne vintermatter. Det var enighet om at en skulle prøve denne metode, og etter at denne behandling startet kunne en ikke oppdage synlige riss i dekkeoverflatene.

Ulempen med den beskrevne metode er at en ikke oppnår så jevn overflate som når en brettsskurer. En vil få enkelte valker i overflaten siden en drar vibrobryggen feltvis frem, og siden en legger

plast på så tidlig vil også den gi merke i overflaten. I vårt tilfelle skulle det legges asfaltmembran og asfalt på dekket, så vi vurderte det slik at vi fikk en overflate som var god nok for dette formålet, selv om kontraktens toleransekrav ikke fullt ut var oppfylt.

7.3 Spennarmering.

I kontrakten var alle mengder når det gjelder spennarmeringsarbeidene basert på bruk av kabel type 2800. Det var imidlertid åpnet for at entreprenøren kunne velge større kabel dersom han ønsket det. Etter en del vurderinger kom det frem at entreprenøren ønsket å benytte kabel type 3200, dvs at kabelens flytegrense oppnåes ved en kraft på 3200 KN.

I akse 2 og 3 var det 143 kabelrør i dekket i søylehodet. Rørene var plassert i 4 lag for å få plass til alle. Når en så hadde betydelige mengder slakkarmring i tillegg, sier det seg selv at det var trangt.

Etter hvert som en fjerner seg fra søylen avtok mengden av kabelrør, og dekketykkelsen ble også trinnvis redusert. Det viste seg at en flere steder fikk plassproblemer like etter reduksjoner i dekketykkelsen. Årsaken til dette var at man nok hadde regnet med litt for små byggemål på hvert armeringslag. Det viste seg dessuten at spennstålleverandøren hadde levert rør med noe større diameter enn han hadde oppgitt til bruavdelingen. Plassproblemene ble løst ved at dekketykkelsen ble økt med 2 cm på enkelte partier. Bortsett fra plassproblemene var det nok en fordel å benytte de store rørene både for å minimalisere problemene med å tre inn kablene, og for å sikre en god omstøp av linene under injeksjonen.

På grunn av de store spennene brua har, ble det en del svært lange kabler. De lengste var ca. 256 m. A/S Spenn-teknikk, som utførte spennarmeringsarbeidene, var i starten skeptisk til om de ville klare å tre inn kabler med større lengde enn ca. 150 m. De øvrige regnet de med å måtte dra inn. Etter hvert som arbeidet gikk fremover viste det seg at ved å benytte kraftige maskiner til å tre linene klarte man å tre så godt som alle linene. Men det viste seg også å være stor forskjell på kabelbuntene. Dersom man dro ut et stykke kabel fra bunten utover dekket, lå kabelen fra en del bunter flatt langs dekket, mens fra andre var det tydelig spenn i tålet slik at det lå som en spiral bortover dekket. Disse forholdene er det ikke mulig å oppdage før man har begynt på kabelbunten, og det viste seg at de stedene hvor man fikk problemer med treing av kablene hadde man en kabel med spenn i. Det kunne gå bra å få inn noen liner, men disse lå så uryddig i røret at etter en stund sa det stopp. Så på de lengste kablene måtte en legge tilside en del kabelbunter som det var for mye spenn i for å få utført arbeidet.

Oppspenningen gikk uten store problemer, en fikk brudd i en enkelt line ved 3-4 anledninger, forøvrig oppnådde man den foreskrevne spennkraft.

Injeksjonen ble utført etappevis, og foregikk uten store problemer.

7.4 Koblinger.

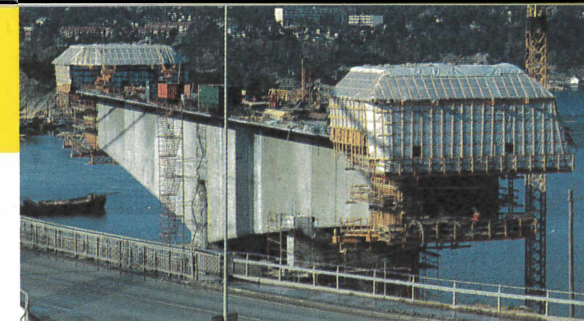
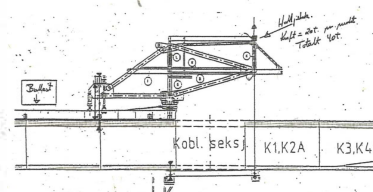
Da arbeidene på brua startet hadde bruavdelingen foretatt beregninger av hvilke overhøyder en måtte benytte under utførelsen av overbygget. Litt ut i byggeperioden ble Holt & Co engasjert til å foreta prosjekteringskontroll. Etter

både å ha kontrollert bruavdelingens beregninger og foretatt egne uavhengige beregninger ble overhøydene justert noe. Den største overhøyden hadde en på kragarm fra akse 2 mot 3. Overhøyden var her oppe i 128 cm 5 felt før kobling for så å bli redusert til 94 cm i feltet før koblingsfeltet.

På alle kragarmene opplevde en at nedbøyningene i byggetilstanden ble mindre enn det de var beregnet til, og de 2 justeringene som ble foretatt på overhøydene i byggeperioden ble klart synlig i linjeføringen.

I koblingene stemte imidlertid høydene på de to kragarmene bra overens. I koblingen mellom akse 2 og 3 var høydeforskjellen 4 cm mer enn forutsatt, og i kobling akse 3 mot 4 var differansen 3 cm mer enn forutsatt. I akse 2-3 ble det benyttet ballast på dekket et stykke bak koblingen for å balansere kragarmene, mens det i akse 3-4 ble utført kun ved vektoverføring gjennom forskalingsvognen.

Som tidligere nevnt fikk en i hele byggeperioden mindre nedbøyning enn beregnet. Samtidig ble ikke reduksjonen i overhøydene like bak koblingene jevnet ut, slik at synsmessig så det ut som om man hadde en dump i koblingen, mens



realiteten var at en hadde to kuler til side for koblingen. Dette sammen med at underkant av undergurt ikke krummet gjennom koblingsområdet, men det var lagt inn et rett strekk på ca. 20 m gjorde at kurvaturen ikke så helt vellykket ut gjennom koblingsområdene.

7.5 Rekkverk.

Brurekkverket består av betongrekkverk med en høyde på 80 cm over kjørebanelen, og stålrekkverk oppå dette. På sidene er stålrekkverket et sprosserekkverk med høyde 50 cm, mens det mellom kjørebane og gangbane kun er en håndlist med høyde 30 cm. Betongrekkverket er buet i underkant og stikker 9 cm ned under underkant brudekke.

Rekkverket ble i sin helhet utført etter at sammenkoblingen var gjort, slik forutsetningen i anbudet var. Det ble gjort slik for å redusere vektene på kragarmene mens de sto utraget, og også for at en med rekkverket skulle kunne skjule ujevnheter i brudekket. A skjule ujevnheter var i praksis ikke så lett. Leppen i underkant av rekkverket var 9 cm, men i praksis kunne denne bare reduseres til ca. 5 cm for å opprettholde dryppnese. Dette var godt nok for å skjule lokale ujevnheter i dekket, men det var ikke mulig å jevne helt ut de lange bulene og svankene en hadde pga at nedbøyningene ikke fulgte de teoretiske verdiene. Det ble lagt ned et

betydelig arbeid i å nivellere opp brudek t langs rekkverkene og beregne linjer for toppen av rekkverket som ga et så pent inntrykk som mulig.

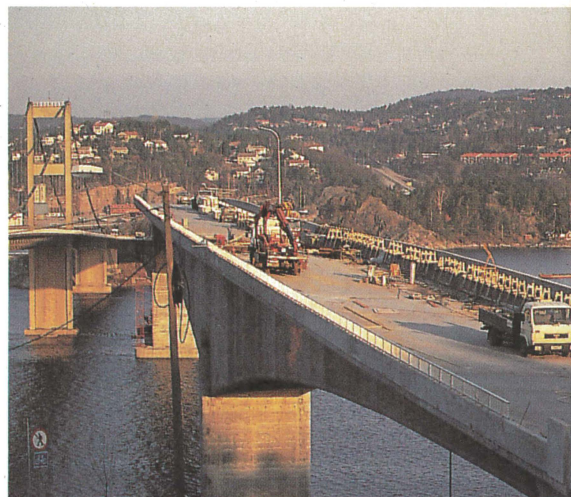
Betongrekkverket ble utført av Kaspar Strømme A/S, og stålrekkverket ble levert an Lade Metall og montert av Autovern A/S

Innfestingen av stålrekkverket i betongrekkverket ble gjort ved at det ble laget utsparinger , og rekkverksstolpene ble så støpt fast i disse. Dette var løsningen som var oppgitt på anbudsstadiet, og gjennom største delen av byggeperioden ble det arbeidet med å finne alternative løsninger på innfestingen, da en hadde en rekke eksempler på riss og oppsprekking i områdene hvor utsparingene var. En rekke løsninger ble vurdert, men alle ble forkastet igjen enten av tekniske eller estetiske årsaker. Resultatet ble som forventet, og en fikk riss ved så godt som samtlige utsparinger.

Arbeidene med betongrekkverket startet opp like før jul i -93 og pågikk utover hele vinteren. Både vinteren -92 og -93 hadde vært svært milde, og nesten uten snø, men i 1994 kom det store snømengder og det var kaldt. Dette medførte en god del problemer med utførelsen av rekkverket. Det gikk mye tid med til snømåking og tining, og det ble satset ekstra på tildekking og isolering etter støp. Når en støper en vegg mot et ferdig herdet underlag er jo risikoen for svinnriss alltid tilstede, når temperaturen i underlaget i tillegg er lav, og det støpes 660 lm rekkverk uten

fuger, vil en uten tvil måtte få en del svinnriss. Dette er også tilfellet, men rissvidden er stort sett svært begrenset.

Utforming av rekkverkene var noe av det arkitekten hadde innflytelse på. Utformingen av betongdelen var vellykket, likeså utseende på stålrekkverket, men valg av profiler var ikke helt vellykket produksjons og montasjemessig. Topp og bunnlist var hulprofiler, det samme var stolpene, mens srossene var massive. Etter hvert kom det frem sterke innvendinger mot å ha hule stolper. Man hadde andre steder opplevd frostsprengning i disse, så stolpene ble byttet til massivt firkantstål. Ved sveising av spronnene til en side av hulprofilene fikk en krumninger i disse. Dette viste det seg å være vanskelig å rette opp, og en fikk noe av den samme effekten under galvaniseringsprosessen også. Under montasjen viste det seg også at rekkverket var så stift at det var vanskelig å få til en fullgod oppretting.



8.0 BEMANNING

A/S Anlegg startet forsiktig opp våren -92 og økte bemanningen gradvis til den i juni -92 var blitt

A/S Anlegg	10 mann
Underentreprenører	22 mann

I januar -93 var bemanningen

A/S Anlegg	12 mann
Underentreprenører	28 mann

I juni -93 var bemanningen økt til

A/S Anlegg	42 mann
Underentreprenører	15 mann

Denne sommeren var bemanningen på topp, og lå i en lang periode på dette nivå.

I desember -93 var bemanningen

A/S Anlegg	35 mann
Underentreprenører	3 mann

Før den i januar ble redusert til

A/S Anlegg	18 mann
Underentreprenører	11 mann

Utover våren ble bemanningen gradvis videre redusert, før den i juni -92 var nede i

A/S Anlegg	3 mann
Underentreprenører	3 mann

De som var ansatt i A/S Anlegg var stort sett folk fra Trøndelag som kom fra andre anlegg som firmaet hadde gjort ferdig. På det meste arbeidet det 7 - 8 lokalt ansatte på anlegget for A/S Anlegg. Når det gjelder underentreprenører var det i hovedsak folk fra distriktet, bortsett fra på undervannsarbeidene og spennstalarbeidene.

For å innkvartere alle de tilreisende etablerte A/S Anlegg en 40 manns rigg i Vigje.

9.0 RIGG

For å få montert vognene og få de nødvendige materialer opp på brua i byggeperioden, ble det montert en stor tårnkran ved hver akse. Den horisontale transporten av forskalingsmaterialer og armering skjedde ved hjelp av kranene så langt de rakk, ut over det ble det benyttet traktor med tilhenger. Den horisontale transporten av betong på brudekket foregikk ved hjelp av betongpumpe. Pumpen var plassert på

toppen av søylene, og det ble etablert rørledning ut mot støpstedene.

For å få en lettvinnt adkomst til søyle i akse 3, ble det etablert veg ut dit. Det ble fylt ut en del i sjøen fra Varodden, og en del på Vareskjæret. Mellom disse to punktene ble vegen etablert på to lektere som lå ankret opp, og det lå også en leker fra Vareskjæret ut mot fundamentet i akse 3.

10.0 FREMDRIFT

Arbeidene startet våren -92, første søylefundament var ferdig i juli -92, tilsvarende søyle var ferdig i slutten av august. Støping av tilsvarende overbygg startet i november -92 og ble fullført i juli. -93. Kobling av overbyggene akse 2-3 ble utført i desember -93, og kobling akse 3-4 ble utført i januar -94. Støp av rekkverk startet i januar -94 og ble

ferdig i april samme år. Etter dette ble stålrekkverk montert og membran og asfalt lagt før brua ble åpnet 17. juni 1994. Tegning med angivelse av støpedatoer for de ulike felt følger vedlagt.

11.0 MEMBRAN OG ASFALT

Brudekket ble behandlet ved at først gikk A/S Anlegg over og fjernet alle knaster. Støpeskjøter ble for en stor del slipt. Deretter ble dekket høytrykksvasket. Opprinnelig var det foreskrevet sandblåsing av dekket, men erfaringer fra andre steder viste at man fikk et like godt resultat ved å benytte høytrykksvasking. Dessuten slapp man problemer med de store mengdene blåsesand, og prisen var i tillegg lavere, slik at høytrykksvasking ble valgt.

Dekket ble så påført primer (Neolastic), før selve membranen ble lagt (Topeca 4 S).

På membranen ble det så lagt to lag asfalt. Først et lag med AB 16, 100 kg/m' og deretter SKA 16, 120 kg/m' på kjørebane.

12.0 LAGER OG FUGER

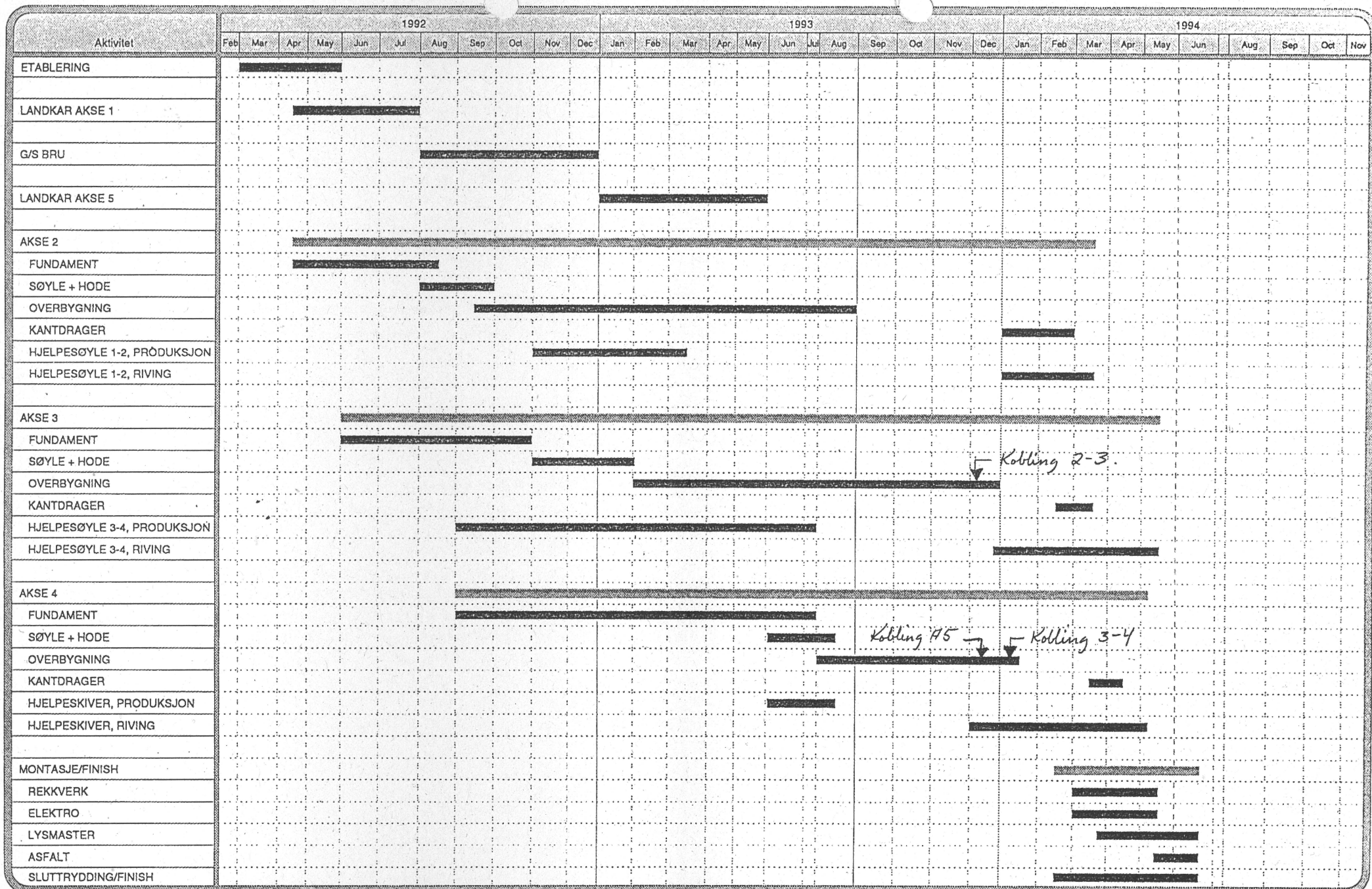
12.1 Fuger.

Ved begge landkarene er det montert fuger i brudekket. Det er benyttet fuger av typen Tensa Lastic FLL 300. I alle rekkverkene er det montert fugebeslag over fugene. Beslagene som er produsert i stål, er utført i to deler som gjør at bevegelsene i fuga kan opptas og de har samme form som rekkverket forøvrig. Fugebeslagene var svært komplisert å montere, og utseende messig var de ikke helt vellykket.

12.2 Lager.

På begge landkar lander overbygget på to lager. Lagertypene som er benyttet er i akse 1 TOBE RA 8000 og RE 8000, og i akse 5 TOBE RA 5000 og RE 5000. Lagrene ble montert med forhåndsinnstilling oppgitt av Bruavdelingen:

VARODDBRUA
Framdriftsplan pr: 01-09-93

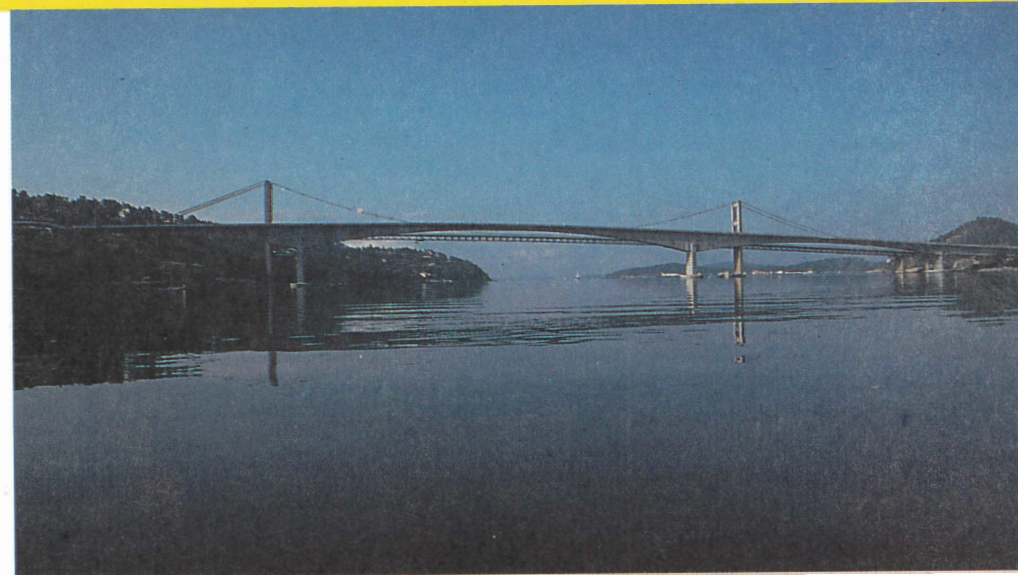


13.0 HELSE, MILJØ, SIKKERHET

Entreprenøren hadde sine rutiner for HMS arbeid da de ankom byggeplassen. Verneleder ble utnevnt, og det ble avholdt valg på verneombud. I største delen av byggeperioden ble det awiklet vernerunder hver 2. uke. I løpet av byggeperioden trådte det i kraft nye regler for internkontroll av HMS arbeid, og helt mot slutten av byggeperioden fikk entreprenøren et slikt system klart. I byggeperioden hadde vi kun en alvorlig ulykke, men denne medførte ikke kjent skade. Ulykken skjedde da

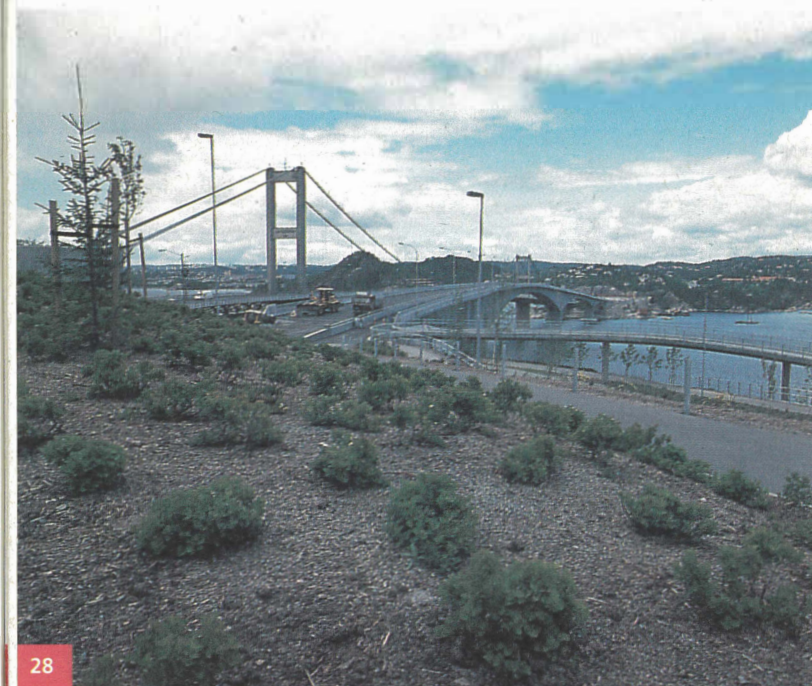
man skulle snu med en traktor på bru-dekket mens utførelsen av overbygget pågikk. Av en eller annen grunn kjørte traktoren gjennom det provisoriske rekkverket langs brua og falt i sjøen ca. 30 m under. Føreren klarte å hoppe ut av traktoren idet den kjørte gjennom rekkverket og landet så godt som uskadd i sjøen ved siden av traktoren. Forhold som ellers ble påtalt med jevne mellomrom i hele byggeperioden var bruk av hjelm og mangler ved rekkverk på stillaser.

14.0 ØKONOMI



Totaloverslaget på brua sto med samme verdi gjennom hele byggeperioden. I skrivende stund er ikke endelig sluttstrek satt, men budsjettert kostnad er ca. 129 mill. kr., og det ser ut som de virkelige kostnadene ligger like i underkant av dette. Kostnadene på grunn og betongarbeidene har økt fra ca. 91 mill kr. i anbudet til ca. 102 mill. kr. Økningen skyldes i hovedsak

masseøkninge'r på grunnarbeidene under vann og på armering. På den annen side er det gjort innsparinger ved at landkar i akse 5 er redusert, og prisstigningen i byggeperioden har vært gunstig sett fra byggherrens synsvinkel. I tillegg er så godt som hele reserven i det opprinnelige overslaget brukt opp.

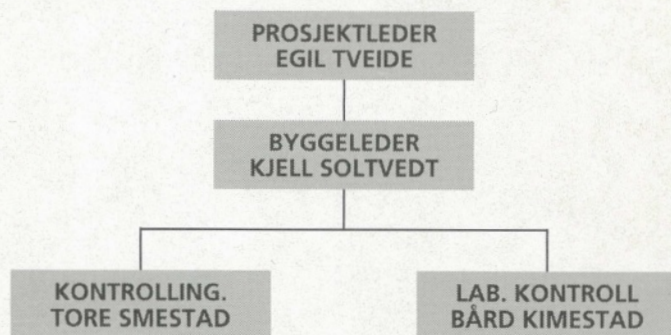


15.0 BYGGHERRENS ORGANISASJON

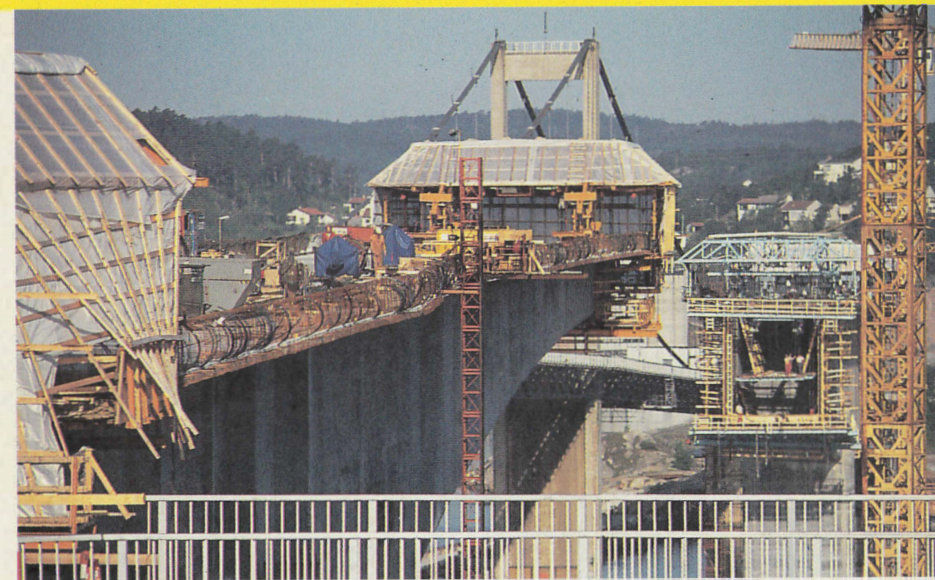
Byggherrens organisasjon er vist på neste side. Prosjektleder har vært stasjonert på vegkontoret, mens de øvrige har vært stasjonert på byggeplassen. Man har her hatt den daglige oppfølging og kontroll av arbeidene samt økonomisk oppfølgning og diskusjon med entreprenøren vedrørende tekniske og økonomiske forhold.

En mann har stått for prøvetaking av betong og drift av laboratorium, mens de øvrige to har foretatt geometrisk kontroll, kontroll av utført arbeid og av entreprenørens kvalitetssikringsystem, samt de økonomiske forhold. Man har i hovedsak arbeidet på ordinær dagtid, men med en del overtid når spesielle oppgaver ble utført.

ORGANISASJONSPLAN VARODDBRUA



16.0 DOKUMENTASJON



All dokumentasjon på utført arbeid er samlet i egne permer. Der finnes rutiner og prosedyrer og tegninger på det som er bygget. All kontroll av undervannsarbeidene er samlet i egen rapport fra dykkerkonsulent. Der finnes dokumentasjon på spennarmeringsstålet og på resultatene av oppspenning og injeksjon. Entreprenørens prøveresultater når det gjelder betong, betong-

resepter og byggherrens prøveresultater er vedlagt samt entreprenørens sjekklister fra utførte kontroller. Byggherren har så kontrollert at egenkontrollen har fungert. Så godt som 100 % av entreprenørens egenkontroll er sjekket. Videre omfatter dokumentasjonen awiksrapporter for arbeider som ikke er utført på foreskrevet måte.

17.0 KOMMENTARER TIL ANBUDET

En bør ikke be om flere opplysninger i anbudet enn det en strengt tatt har behov for. Konferer de problemene en fikk med betalingsplan som vi ønsket som en informasjon, men som entreprenøren påsto skulle danne grunnlaget for utbetalingene i byggeperioden.

Vær forsiktig med å be om utfyllende opplysninger før kontrakt er inngått. Entreprenøren vil gjerne benytte denne anledningen til å bringe inn nye momenter som kun er egnet til å vanskeliggjøre videre prosess.

Utfør gode grunnundersøkelser, spesielt under vann. I vårt tilfelle burde det absolutt vært utført grunnboringer i fundamentområdene i sjøen. Den usikkerhet vi opplevde både med hensyn til dybde til fjell, tilhørende fundamenthøyde og masseøkninger var ikke god. En skal også være oppmerksom på at økt arbeidsdybde for dykkerne kan medføre vesentlige økninger i enhetsprisene.

I de aller fleste tilfeller bør en også være forberedt på at en kan støte på morene og blokker i byggegroppen. En bør derfor nesten uansett ta med prosesser for disse arbeidene.

Prosesskoden har flere prosesser for rensk. En må være nøyaktig med å beskrive hvordan man har tenkt rensken utført og hvordan oppgjør for den skal være.

En bør være forsiktig med å endre prosesskodens målereglene dersom disse ikke åpenbart er uklare.

Når det gjelder etterbehandling av betong opplevde vi beskrivelsen som noe uklar. I prosess 84.4 er det medtatt etterbehandling av betong. Dette gjelder jo da også for alle prosessene under, som 84.412. I beskrivelsen var også prosess 84.55 Etterbehandling av utstøpt betong medtatt, uten at det var beskrevet særlig nøyaktig hva som skulle inngå i denne. På store deler, spesielt forskalte flater, opplevde vi at etterbehandlingen som kom til utførelse ikke var mer enn det en måtte kunne forvente medtau under prosess 84.4, mens entreprenøren pga tekstens utforming påsto han skulle ha oppgjort for prosess 84.55 i tillegg.

Det er riktig at man er noe tilbakeholden med å beskrive i detalj hvordan arbeid skal utføres, men en har vel etter hvert så mye erfaring med den såkalte vegvesenbetongen og etterbehandling at en må kunne beskrive hvordan en ønsker etterbehandlingen utført. Det er likeså klart at om en skal beskrive etterbehandling, er det helt avgjørende å beskrive hvor lenge etter utstøping de ulike tiltak skal settes inn.

Etterbehandlingen for forskalte flater og dekker vil være så ulik at det riktige nok vil være å beskrive disse hver for seg.

Beskrivelse av støpeskjøter må være presis. I vår beskrivelse er det medtatt

en prosess 84.2731 Støpeskjøt med gjennomgående armering, SB: Støpeskjøt steg/bruplate. Dette er en prosess under forskalingsavsnittet. Hvilket forskalingsarbeid som skal til for å utføre denne støpeskjøten er det vanskelig å se. Dersom en ønsker en prosess for å sikre en spesiell behandling av støpeskjøten må dette klart fremgå hva denne behandling går ut på, og det er vel også riktigere å benytte en annen prosess da.

I løpet av byggeperioden opplevde vi en betydelig økning i mengdene både når det gjelder spennarmering og slakkarmering. Det er nok flere forklaringer på hvorfor det ble slik, men økonomisk har det store konsekvenser. For det første må en jo naturligvis betale for de mengdene som brukes. Dessuten legger så store masseendringer forholdene godt til rette for at entreprenøren skal komme med tilleggskrav. Det gis også muligheter for å konstruere krav på grunn av økt bemanning, dyrere rigg, urasjonell drift, mer komplisert arbeid og forsering for å holde fremdriftsplanen. Dette kan fort bli krav av betydelig størrelse, og årsak og virkning kan være så mye basert på skjønn at de kan være vanskelige å awise. I vårt tilfelle klarte en heldigvis å unngå at et slikt tilleggskrav ble fremmet.

De store armeringsmengdene fører reelt også til vanskelig utstøping. Det var

flere steder problematisk å få vibrert ordentlig, og vi opplevde også at vi fikk bom i enkelte områder i brudekket. Da den løse betongen ble fjernet viste det seg at armeringen lå tett i tett, og dette er antagelig årsaken til bommen.

Forøvrig medførte ikke byggeprosessen de store uoverensstemmelsene mellom byggherre og entreprenør. Det var aldri økonomiske uenighet av en slik art at en ikke gjennom diskusjoner på byggemøter klarte å finne løsninger som begge parter kunne leve med, og kvalitetsmessig er min oppfatning at man minst har fått den foreskrevne kvalitet. Så erfaringene med valgte entreprenør er i hovedsak ganske positive, og jeg er ikke i tvil om at man valgte riktig entreprenør.

UNDERENTREPRENØRER OG LEVERANDØRER

Underentreprenører.

Kaspar Strømme A/S

Knut Haugen A/S

K. B. Spennteknikk

Lade Metall A/S

Autovern A/S

Snemyr og Limm A/S

Forskalingsteknikk A/S

Entreprenørservice A/S

Graveservice A/S

*Torsvik GIS bru, landkar akse 1, senkekasser,
hjelpesøyle akse 2 og 4, søyle akse 4, kantdrager*

Undervannsarbeider

Spennarmering, lager og fuger

Stå/rekkverk leveranse

Montasje stå/rekkverk

Betongpumping

Glidestøp søyle akse 2 og 3

Betongsaging hjelpesøy/er

Riving hjelpesøy/er, gravearbeider

Leverandører.

Noco Betong A/S

Dahl Jørgensen A/S

Betongleveranse

Levering armeringsstål



Statens vegvesen
Vest-Agder

Henrik Wergelandsgt. 26-36
Postboks 157
4601 Kristiansand

Fotos:
Gabriel Ruiz Castro