

**DANSK BETONFORENING**

FAGLIG GRUPPE UNDER DANSK INGENIØRFORENING

DANISH CONCRETE ASSOCIATION  
ASSOCIATION DANOISE DU BÉTON  
DÄNISCHER BETONVEREIN  
ASOCIACIÓN DANESA DE HORMIGÓN

# **BROUHELD**

## **INTERIMSKONSTRUKTIONER**

**RAPPORT UDARBEJDET AF DBF'S ARBEJDSGRUPPE VEDR.  
FOREBYGGELSE AF UHELD VED BROBYGNING. DEC. 1976**



**DANSK BETONFORENING**

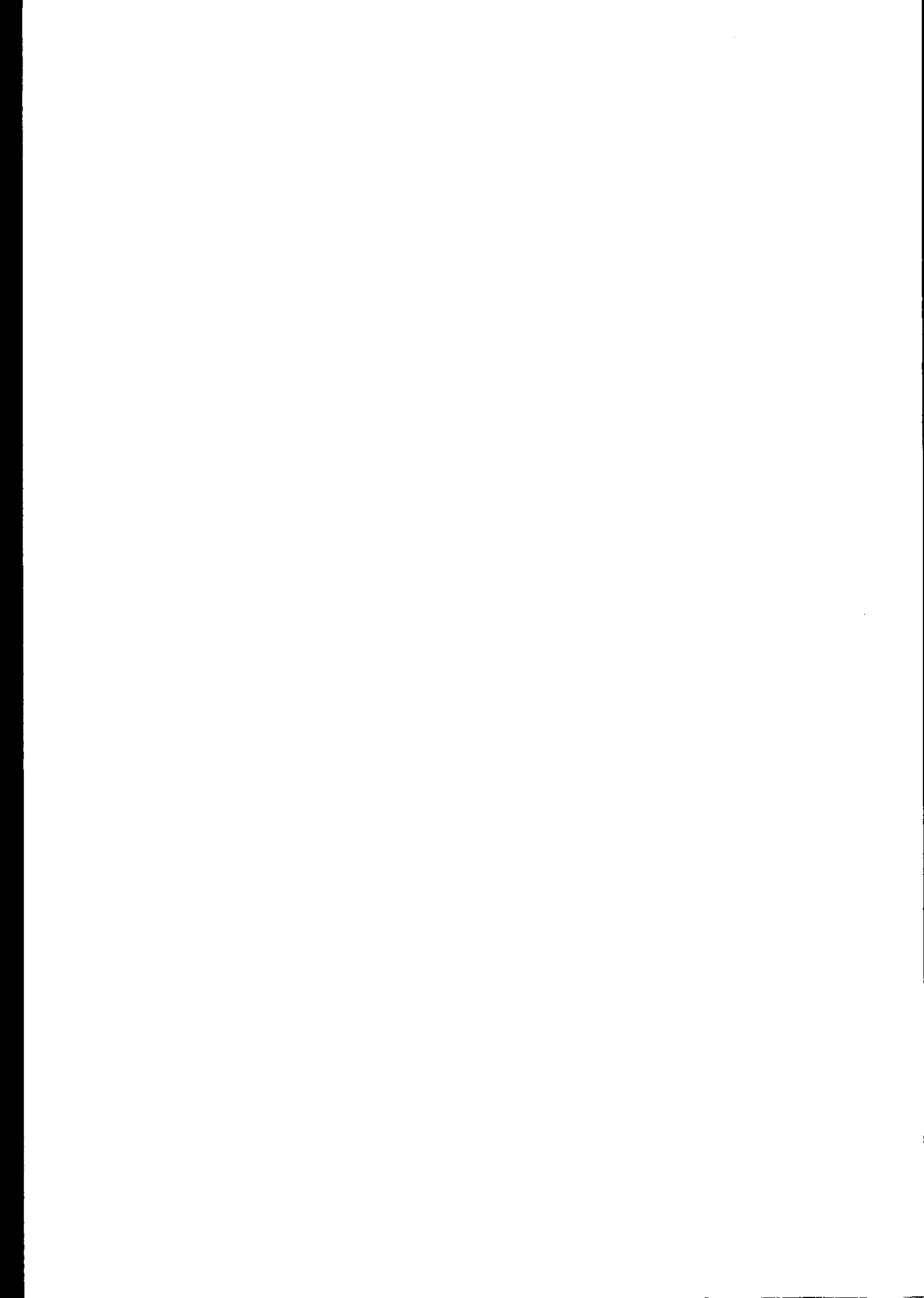
FAGLIG GRUPPE UNDER DANSK INGENIØRFORENING

DANISH CONCRETE ASSOCIATION  
ASSOCIATION DANOISE DU BÉTON  
DÄNISCHER BETONVEREIN  
ASOCIACIÓN DANESA DE HORMIGÓN

# **BROUHELD**

## **INTERIMSKONSTRUKTIONER**

**RAPPORT UDARBEJDET AF DBF'S ARBEJDSGRUPPE VEDR.  
FOREBYGGELSE AF UHELD VED BROBYGNING. DEC. 1976**



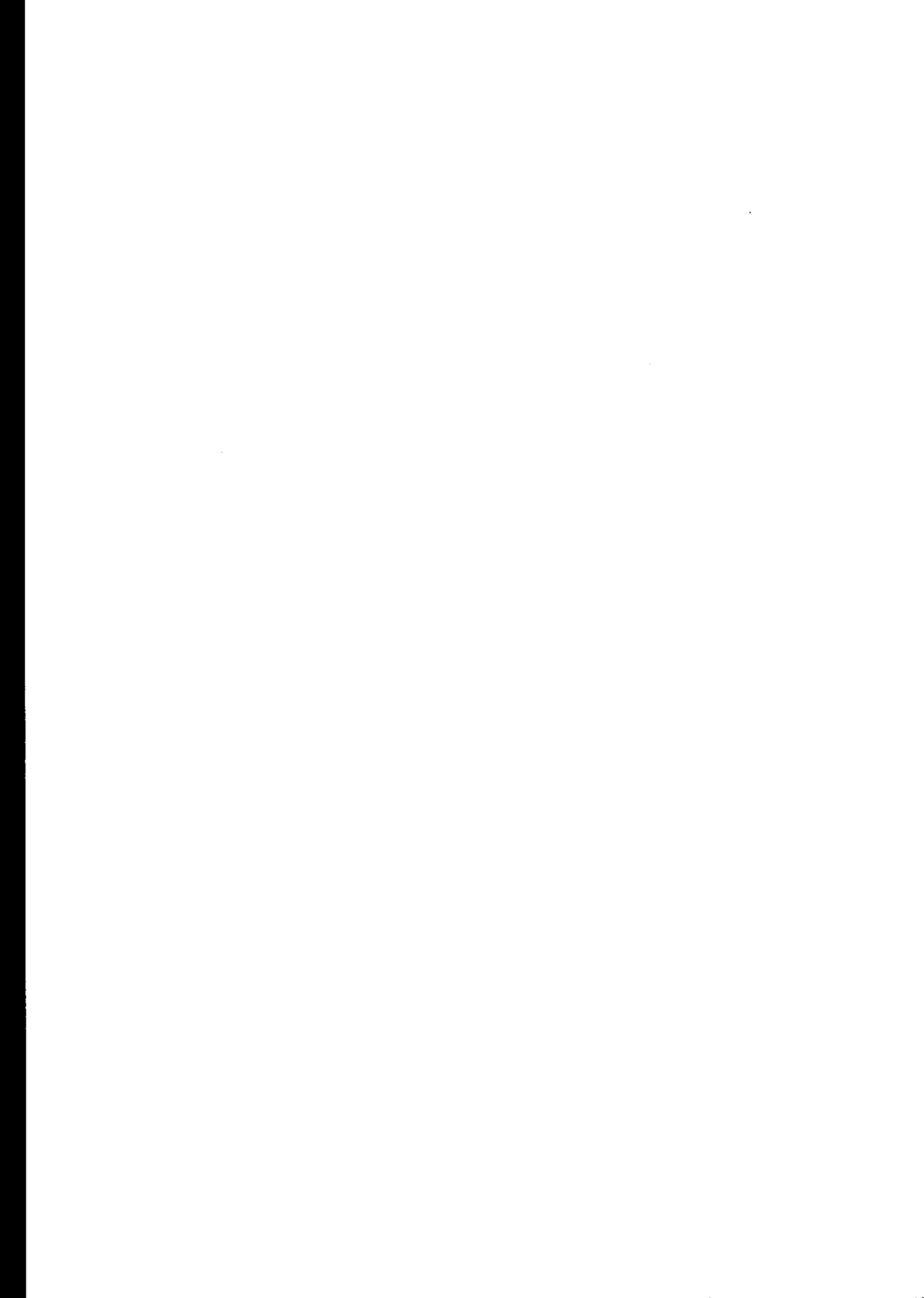
**INDHOLDSFORTEGNELSE**

side

<b>1.</b>	<b>INDLEDNING</b>	<b>3</b>
1.1	Gruppens nedsættelse	3
1.2	Gruppens valg af emne	4
1.3	Resumé	4
<b>2.</b>	<b>INDHØSTEDE ERFARINGER</b>	<b>5</b>
2.1	Oversigt over gennemgået udenlandsk materiale	5
2.2	Oversigt over årsager til uheld med interimskonstruktioner	8
2.3	Oversigt over gennemlæste uheldsrapporter	11
2.4	Praksis/krav i andre lande	12
<b>3.</b>	<b>GRUPPENS VIRKE</b>	<b>15</b>
3.1	Foredrag og paneldiskussion i DIF	15
3.2	Bragg-rapporten	15
<b>4.</b>	<b>GRUPPENS FORSLAG</b>	<b>19</b>
4.1	Generelt	19
4.2	Arbejdsbeskrivelser	19
4.3	Tilsynsvejledning	20
4.4	Stilladskoordinator	21
4.5	Uddannelse	22

**BILAGSFORTEGNELSE**

1. Sammenfatning af udvalgets arbejde
2. Oversigt over uheldsrapporter, Case-reports
3. Beskrivelse af stilladsuheld på Vestmotorvejen  
Ølby — Ringsted, bro Vestbanen (nr. 12).
4. Referat af foredrag og paneldiskussion i DIF.
5. Rapport vedr. deltagelse i seminar  
»Falsework — the background« (uden bilag).



## 1. INDLEDNING

I løbet af ca. 1 år i 1971-72 indtraf i Danmark 3 alvorlige brouheld med motorvejsbroer:

8. januar 1971 styrtede stillads for bro over Lyngbyvejen ved Kildegaards Plads ned under støbning af brodæk.

22. december 1971 styrtede en del af stilladset for Vestmotorvejens overførsel over Vestbanen ved Ringsted ned under støbning af brodæk.

8. februar 1972 styrtede 3 fag af den dengang helt færdige Fiskebækbro ned, før broen var taget i brug.

På baggrund af disse uheld og en række brouheld i udlandet blev der i 1974 af Dansk Betonforening efter opfordring fra Vejdirektoratet nedsat en arbejdsgruppe vedr. forebyggelse af uheld ved brobygning.

### 1.1 Gruppens nedsættelse

Arbejdsgruppen blev nedsat med henblik på: »at søge såvel de direkte som de mere grundlæggende årsager til sådanne uheld belyst og — i muligt omfang — søge fastlagt praksis og fremgangsmåde, der bedst muligt forebygger lignende uheld i fremtiden.«

Arbejdsgruppens medlemmer er følgende:

Afdelingsingeniør H.H. Gotfredsen (formand), Vejdirektoratet

Afdelingsingeniør P. Avnstrøm, DSB

Rådgivende civilingeniør P. Franck, Foreningen af rådgivende ingeniører (FRI)

Professor Å. Jespersen (ordstyrer), DTH Laboratoriet for anlægsteknik

Civilingeniør P. Johansen, Amtsvejinspektørforeningen

Afdelingsingeniør M. Falk Nielsen, Amtsvejinspektørforeningen

Civilingeniør H. Nelson Pedersen (fra 1976), Dansk Betonforening

Civilingeniør J. Nørgaard Pedersen (fra 1975), Entreprenørforeningen

Afdelingsingeniør H.K. Schwartz, Stadsingeniørens direktorat, København

Akademiingeniør O. Wang Sørensen (sekretær), DSB

Siden arbejdets begyndelse har følgende personer desuden være medlemmer af udvalget:

Overingeniør S.K. Andersen, Vejdirektoratet

Civilingeniør J.J. Jessen, Dansk Betonforening

Overingeniør A. Brink Nielsen, Dansk Betonforening

Direktør, civilingeniør J. Vikens, Entreprenørforeningen

Arbejdsgruppen har i 1976 oprettet et sekretariat bestående af civilingeniør K. Vaaben fra B. Højlund Rasmussen, rådgivende civilingeniører, som har assisteret gruppen ved det praktiske arbejde.

Arbejdsgruppen afholdt sit første møde d. 11. november 1974 og har indtil 7. december 1976 afholdt 9 møder.

## 1.2 Gruppens valg af emne

Ved første møde besluttedes det, at arbejdsgruppen kun skulle beskæftige sig med broer under opførelse, og det blev konstateret, at de tre forannævnte brouheld ikke kunne medtages i arbejdsgruppens analyse, da de pågældende sager var under retslig behandling.

Under udarbejdelsen af nærværende rapport er sagen vedr. Vestmotorvejens overførsel over Vestbanen ved Ringsted afsluttet ved et forlig, og de implicerede parter har beredvilligt stillet foreliggende materiale til rådighed.

Sagen vedr. bro ved Kildegårds Plads er også afsluttet ved forlig, men det er sket så sent, at gruppen ikke har kunnet tage emnet op.

Der er udarbejdet en sammenfatning over udvalgets arbejde pr. august 1976. Sammenfatning er vedlagt som bilag 1.

Som det fremgår heraf har gruppen ved sine møder drøftet en lang række forhold, men det blev under arbejdets gang erkendt, at gruppens hovedemne måtte blive interimskonstruktioner.

Gruppen har primært behandlet tekniske og administrative forhold ved interimskonstruktioner. Vedr. ansvarsmæssige og juridiske forhold henvises til bilag 4. »Referat af foredrag og paneldiskussion i DIF« hvor debatoplægget fra landsretssagfører O. Fentz redegør for den juridiske ansvarsfordeling imellem en byggesags parter.

## 1.3 Resumé

Der er foretaget en gennemgang af indhentet udenlandsk materiale. På grundlag heraf er opstillet følgende:

- Oversigt over årsager til uheld med interimskonstruktioner i pkt. 2.2.
- Oversigt over gennemlæste uheldsrapporter i pkt. 2.3 samt bilag 2 og 3.
- Beskrivelse af praksis og krav i England, Tyskland og Sverige i pkt. 2.4.

Af gruppens aktiviteter er foredrag og paneldiskussion i DIF omtalt i pkt. 3.1 og bilag 4.

Pkt. 3.2 indeholder en oversættelse af de principielle rekommandationer i den engelske Bragg-rapport.



Gruppens forslag er angivet i pkt. 4. Her peges på følgende områder, hvor der kunne gennemføres ændringer og forbedringer af gældende praksis for interimskonstruktioner:

- Supplerende bestemmelser til arbejdsbeskrivelser.
- Udarbejdelse af tilsynsvejledning.
- Indførelse af en stilladskoordinator i entreprenørens regi.
- Etablering af en forbedret uddannelse.

## 2. INDHØSTEDE ERFARINGER

### 2.1 Oversigt over gennemgået udenlandsk materiale

Arbejdsgruppen har henvendt sig til bromyndigheder i en række lande vedr. oplysning om erfaringer samt resultater af eventuelle undersøgelser og overvejelser af samme art som gruppens, og der er indkommet et omfattende materiale. Materialet beror hos Laboratoriet for Anlægsteknik, bygning 115, DTH.

Det gennemgåede materiale, litteratur m.v., som vedrører uheld med broer under opførelse og interimskonstruktioner, er følgende:

#### England

- a. Brev fra British Railways Board af 3. februar 1976 med følgende bilag udgivet af British Railways Board:
  - Code of Practice for Scaffolding, 1973.
  - Conditions of Contract for Civil Engineering Work, august 1974.
  - Erection of Bridges, februar 1969.
- b. Falsework, Interim report of the Advisory Committee on Falsework, 1974.
- c. Final report of the Advisory Committee on Falsework, juni 1975.
- d. Udkast til British Standard Code of Practice for Falsework, august 1975.
- e. Falsework, Report of the Joint Committee, juli 1971.

#### Vesttyskland

- a. Brev fra der Bundesminister für Verkehr af 23. september 1975 med følgende bilag:

- Niederschrift der Brückenreferententagung 1974 med 8 mødeindlæg.
- Min. udsendelse af 9. oktober 1972.
- Min. udsendelse af 11. juni 1975.
- Allg. Rundshr. Strassenbau nr. 5/1974.
- DIN 4420, del 1.
- b. Materiale fra Strassenverwaltung Rheinland-Pfalz.
  - Brev fra Ingenieurbüro Mehmel — Krebs—Kiefer af 26. januar 1973.
  - Brev fra Strassenverwaltung Rheinland-Pfalz af 25. marts 1974, samt følgende artikler m.v.:
    - U. Schmiedel: Erfahrungen aus den statischen Prüfungen von schweren Traggerüste
    - J. Eibl: Erläuterung der Ergänzenden Bestimmungen zu DIN 4420 (Mitteilungen, Institut für Bautechnik, august 1974).
    - J. Scheer og E. Gentz: Zum Zusammenwirken von Traggerüste und erhärtetem Betonüberbau.
    - W. Fleischhaker: Stabilität von Stützenjochen (Strasse Brücke Tunnel 4/1974).
    - H.-G. Meyer: Über die Sicherheit bei der Anwendung von Gerüstbauteilen (Hoch-u. Tiefbau 2/73 og 5/73).
    - Gerüste und Baubehelfskonstruktionen.
- c. VDI — Berichte 245: Probleme des Traggerüstbaus.
- d. Schaden Spiegel, marts 1975.

#### **Sverige**

- a. Brev fra Statens Vägverk af 31. oktober 1975 med følgende bilag:
  - G. Wästlund: Yttrande rörande ställningsrasen vid Midsommerkran- sen d. 25. august 1965.
  - L. Østlund: Yttrande rörande ställningsras vid bro över SJ och väg 651 So Sörby å väg Karlshamn-Ronneby. K 245.
  - W.v. Olnhausen vedr. bro over Fredhällssundet i Stockholm.

- Særtryk af Byggnadsindustrien 20.66, Respekt for provisorier.
- b. Brev fra SJ Centralförvaltningen af 17. juli 1975.

#### **Schweiz**

- a. Brev fra Eidgenössisches Amt für Strassen- und Flussbau af 11. september 1975 med følgende bilag:
  - Verzeichnis der Brücken-Unfälle.
  - Allgemeine Richtlinien für die Projektierung von Kunstbauten und für die Durchführung von Probelastungen, april 1974.
  - Anhang zum Normpositionen-Katalog für den Brückenbau, 1971.
  - Sia norm 160 og 160/3.

#### **Holland**

Brev fra Rijkswaterstaat af 4. december 1975.

#### **Norge**

Brev fra Norges Statsbaner af 16. marts 1976.

#### **USA**

- a. Civil Engineering — ASCE, October 1973, Falsework failures; can they be prevented?
- b. ASCE Journal of the Structural Division, februar 1974, Kazerne Viaduct Collapse.
- c. Structural Failures: Modes, Causes, Responsibilities udgivet af ASCE 1973.
- d. Proceedings of ASCE, Structural Division, december 1959, Lessons of collapse of Vancouver 2nd. Narrows Bridge.
- e. ACI Journal, juli 1975, Concrete Formwork Failures.

Der kunne utvivlsomt fremskaffes yderligere materiale vedr. uheld med broer under opførelse og/eller interimskonstruktioner, men ovennævnte materiale blev anset for tilstrækkeligt til at danne baggrund for gruppens arbejde.

## 2.2 Oversigt over årsager til uheld med interimskonstruktioner

I den gennemgåede litteratur er anført en lang række forhold, der har været, eller vil kunne være en medvirkende årsag til uheld med interimskonstruktioner for broer under opførelse.

Årsagerne kan inddeles i følgende hovedgrupper:

- Projektmæssige fejl i interimskonstruktioner.
- Materiale-mæssige fejl i interimskonstruktioner.
- Udførelsesmæssige fejl ved interimskonstruktioner.
- Administrative årsager.
- Ydre påvirkninger.

Nedenfor er opstillet en oversigt over de i den gennemgåede litteratur anførte årsager til uheld med broer under opførelse. Oversigten er inddelt i ovennævnte hovedgrupper og kan ikke betragtes som udtømmende.

### Projekt-mæssige fejl i interimskonstruktioner

- Utilstrækkeligt stilladsprojekt, hvad angår beregninger og/eller tegninger.
- Fejl i belastningsantagelser — herunder belastningens påførelse — såsom at:  
 udelade egenvægt af stillads og forskalling,  
 negligere at beregne væltende kræfter på iøvrigt ubelastede konstruktioner,  
 negligere sug fra vindbelastning,  
 negligere accelerations- og stødkræfter fra kranbelastninger,  
 negligere vandrette eller hældende tryk fra den friske beton,  
 negligere opadrettede kræfter fra den friske beton.
- Manglende hensyntagen til kontinuitet ved beregning af reaktioner.
- Manglende hensyntagen til, at nedbøjninger kan medføre kantbelastninger og dermed excentriciteter.
- Utilstrækkeligt hensyntagen til tilladelige excentriciteter og unøjagtigheder.
- For lille stabilitet af stillads.
- For lille sikkerhed mod lokale stabilitetsbrud (kipning, foldning af flanger eller kroppe).

- Manglende sikring mod progressiv kollaps.
- Udeladelse af projekt for fundering i skråninger.

#### **Materiemæssige fejl i interimskonstruktioner**

- Fejlagtige eller manglende oplysninger om stålqualiteter og godstykkelser i præfab. dele.
- Brug af tidligere anvendte materialer, der kan have lidt skade (f.eks. skader i svejsesømme eller bøjede dele, der er rettet ud).

#### **Udførelsesmæssige fejl ved interimskonstruktioner.**

##### **Fundering:**

- Utilstrækkelig bæreevne i funderingsniveau og/eller opståen af for store sætninger.
- Fundering på frossen bund.
- Manglende sikring mod erosion og underminering af fundamenter, specielt i skråninger.
- Uensartet elasticitet i fundering af naboelementer.
- Utilstrækkelig forankring af barduner.
- Manglende fodplader eller utilstrækkelige fodplader i størrelse eller materiale.

##### **Understøtninger m.v.:**

- Excentrisk belastede fodplader.
- Støtter ude af lod.
- Anvendelse af for lange uafstivede spindler.
- Excentrisk belastning på spindler, f.eks. på grund af manglende centrering i gafler.
- Manglende indbygning af kiler ved broer med tvær- og/eller længdefald.
- Dårligt skårne kiler, eller kiler skåret af vådt træ.
- Bolte og kiler m.v. bliver ikke eftergået umiddelbart før støbning og kiler ikke sikrede.

**Stabilitet:**

- Utilstrækkelig afsværtning af stillads.
- Afsværtninger angriber ikke i knudepunkter.
- Manglende gaffellejring af stålprofiler nedsætter kipsikkerheden.
- Udligning af højdeforskelle ved flere lag bjælker, hvilket nedsætter stabiliteten.

**Generelt:**

- Dårligt udført svejsearbejde.
- Manglende kontrol af støbehastighed under støbning.
- Manglende kontrol af sætninger og nedbøjninger under støbning.

**Administrative årsager**

- Manglende kommunikation og informationer mellem de implicerede parter:  
 Projekterende af permanent bygværk/stilladsprojekterende.  
 Beregner af stillads/konstruktør af stillads.  
 Stilladsprojekterende/arbejdsplads.  
 Arbejdsplads/projekterende af permanent bygværk.
- Manglende check af stilladstegninger og -beregninger.
- Fejl i forudsat bæreevne af præfab. stilladser på grund af manglende dokumentation.
- Utilstrækkeligt entreprenørtilsyn og inspektion.
- Ændringer af stillads under opstillingen i forhold til stilladsprojekt bliver ikke godkendt af den stilladsprojekterende og forelagt den projekterende af det permanente bygværk.

**Uforudseelige ydre påvirkninger**

- Jordskred.
- Erosion.
- Påkørsel.
- Skibsstød.
- Jordskælv.

## 2.3 Oversigt over gennemlæste uheldsrapporter (Case-reports)

### Case-reports

I den gennemgåede litteratur, jf. pkt. 2.1 er omtalt en række uheld med broer under opførelse. Beskrivelsen af de enkelte uheld varierer fra meget kortfattede rapporter til udførlige, tekniske beskrivelser.

I bilag 2 er opstillet en oversigt over de gennemlæste uheldsrapporter — case-reports — med angivelse af følgende forhold i det omfang, det har været muligt:

- Beliggenhed / Navn / Litteraturkilde.
- Geometriske data / Byggemetode / Art af stillads.
- Uheldsår / Art af uheld.
- Årsag til uheld.

Under henvisning til pkt. 1.2 skal nævnes, at stilladsuheld ved bro for Vestmotorvejens overførsel over Vestbanen ved Ringsted er medtaget i oversigten.

Som bilag 3 er vedlagt en mere detaljeret beskrivelse af dette uheld.

### Analyse af årsager til uheld

Ved de fleste uheld med broer under opførelse kan der peges på flere årsager, der kan have været medvirkende til uheldet, og ved egentlige sammenstyrtninger af stillads er det ofte ikke muligt definitivt at påvise, hvilken årsag der har initieret sammenstyrtningen.

Ovennævnte case-reports vedr. uheld med broer under opførelse omfatter i alt 30 uheld fordelt således på de enkelte lande:

England: . . . . .	2
USA: . . . . .	1
Canada: . . . . .	2
Australien: . . . . .	1
Syd Afrika: . . . . .	1
Vesttyskland: . . . . .	4
Østrig: . . . . .	1
Schweiz: . . . . .	4
Sverige: . . . . .	3
Norge: . . . . .	2
Danmark: . . . . .	1
Ikke angivet: . . . . .	8

---

I alt: . . . . . 30

En analyse af kolonnen »Årsagen til uheld« i bilag 2 viser, at nedennævnte årsager til uheld har været påvist som en mulig årsag i mere end en af de opstillede case-reports. I parentes er angivet antal case-reports, hvor den pågældende årsag er nævnt som en mulig årsag til uheldet.

- Fejl eller mangler i stilladsprojekt (10). Her er medregnet de tilfælde, nævnt nedenfor, hvor den primære årsag har været fejl eller mangel i stilladsprojekt.
- Totalstabilitet for lille (8).
- For lille sikkerhed mod lokalt stabilitetsbrud — kipning, foldning af kroppe eller flanger (4).
- Materiale-mæssige fejl (5).
- Dårlig fundering, erosion og underminering af fundamenter (5).
- Dårlig udførelse af stillads (6).
- Fejlbetjening under montering af stilladsdragere eller oplægning af præfab. elementer (2).
- Ydre påvirkning (3).
- Fejl i hovedprojekt (3).

#### 2.4 Praksis/krav i andre lande

Såvidt det fremgår af den gennemgående litteratur, er nedenfor angivet den normale praksis vedrørende interimskonstruktioner. Endvidere er angivet eventuelle forholdsregler taget mod brouheld i vore nabolande.

##### England

Entreprenøren, der har kontrakt med bygherren, har alene ansvaret for interimskonstruktioner. Den rådgivende ingeniør eller arkitekten, der ligeledes har kontrakt med bygherren, projekterer den permanente konstruktion. Han har ret, men ikke pligt, til at gennemse entreprenørens projekt for interimskonstruktioner for at kunne bedømme dets indvirkning på den permanente konstruktion.

Interimskonstruktioner skal udføres efter gældende, relevante British Standard (BS) specifications og Codes of Practice. Det er i England erkendt, at mange af disse dokumenter er utilstrækkelige, specielt hvad angår deres bestemmelser om udførelse og inspektion.

I erkendelse heraf har man i England taget nedennævnte forholdsregler: The Concrete Society og The Institution of Structural Engineers har nedsat en Joint Committee, der i 1971 udgav en rapport »Falsework«. Heri blev den foreliggende viden og erfaring om stilladskonstruktioner samlet, og rapporten var den første samlede fremstilling vedr. stilladskonstruktioner.



I marts 1973 blev nedsat en komité »Advisory Committee on Falsework« af the Secretary of State for Employment (arbejdsminister) og the Secretary of State for the Environment (miljøminister). Komitéen skulle undersøge og rådgive om de tekniske, sikkerhedsmæssige og andre aspekter vedr. bærende stilladskonstruktioner for permanente konstruktioner, især broer, under opførelse. Der skulle især lægges vægt på:

- at identificere utilstrækkeligheder i foreliggende viden, standards og praksis, samt anbefale forholdsregler med angivelse af en prioritetsrækkefølge,
- at påpege tekniske kriterier m.v. til brug for en fremtidig udgivelse af en BS-Code of Practice for Falsework,
- at påpege research projekter vedr. interimskonstruktioner,
- at rådgive om uddannelse.

Komitéen udgav i 1974 en foreløbig rapport og i 1976 en endelig rapport »Final report of the Advisory Committee on Falsework« også benævnt Bragg-rapporten. Rapportens principielle rekommandationer er angivet i pkt. 3.2.

I 1975 udsendte Code Drafting Committee-Temporary works et udkast til British Standard Code of Practice for Falsework til offentlig kritik. Udkastet indeholder følgende afsnit:

1. Referencer, definitioner og symboler.
2. Administrative forhold.
3. Materialer og komponenter.
4. Belastninger.
5. Fundering og jordbundsforhold.
6. Udførelse af stilladskonstruktioner.
8. Prøvning af stilladsudstyr.

#### **Vesttyskland**

Vesttyskland har en anden praksis inden for anlægsarbejder end den danske. Detailprojekteringen af det permanente bygværk udføres overvejende i entreprenørens regie, og detailprojektet skal kontrolleres og godkendes af en Prüflingenieur.

Interimskonstruktioner såsom stilladser projekteres ligeledes i entreprenørens regie. Stilladsprojekt skal godkendes af en Prüflingenieur, der også skal overvåge entreprenørens tilsyn. Prüflingenieuren udvælges af bygherren, men ansættes af entreprenøren. Der tilstræbes ofte samme Prüflingenieur til interimskonstruktioner som til det færdige bygværk.

I Vesttyskland har man i de senere år taget visse forholdsregler for at forebygge brouheld. Der Bundesminister für Verkehr har udsendt div. skrivelser til delstaterne vedr. anvendelse af Vorschubgerüste og i 1973 udsendtes »Ergänzende Bestimmungen zu DIN 4420«.

Stilladser skal således i dag udføres i h.t. DIN 4420 — Gerüstordnung af januar 1952 samt »Ergänzende Bestimmungen zu DIN 4420« af september 1973. Sidstnævnte indeholder ud over ændrede statiske og konstruktive bestemmelser nye bestemmelser om administrative forhold, herunder om entreprenørens eget tilsyn med stilladsarbejder. Entreprenøren skal således udnævne en teknisk sagkyndig, der er ansvarlig for den tekniske koordinering i forbindelse med forskallings- og stilladsarbejdet, samt sørge for, at opstilling af stillads m.v. overvåges af en særligt uddannet ingeniør. Der skal udfærdiges en protokol om stilladsets opstilling, der skal underskrives af ovennævnte særligt uddannede ingeniør, den ansvarlige byggeleder og den tekniske koordinator.

Vesttyskland har en udstrakt typegodkendelse af enkeltkomponenter m.v. til stilladser såsom stilladstårne og stilladsdragere, i visse tilfælde på statsligt i andre på delstatsligt niveau. Emnet »Byggeuheld ved broer og stilladser« var hovedemne på Brückenreferententagung 1974, hvor der blev udvekslet erfaringer også med nabolandene.

Vedr. case-reports herfra henvises til bilag 2.

DIN- normerne bliver løbende a'jourført af siddende faglige normudvalg, bl.a. ved udsendelse af supplerende bestemmelser. Således er en ny norm DIN 4421- Traggerüste under udarbejdelse. Den skal erstatte DIN 4420 Gerüstordnung og ovennævnte »Ergänzende Bestimmungen zu DIN 4420«.

#### Sverige

Den svenske praksis for anlægsarbejder ligner den tyske. Projekt for den permanente bro kontrolleres og godkendes af bygherren (Statens Vägverk).

Entreprenøren har ansvaret for stilladser og andre interimskonstruktioner, og for disse gælder i princippet samme tekniske norm som for permanente bygværker.

Ansvaret for kontrollen med interimskonstruktioner, såvel projekt som udførelse, er også entreprenørens. Kun i enkelte tilfælde foretager bygherren en kontrol.

Sverige har også en statslig typegodkendelse af stilladstårne, stilladsdragere m.v. efter prøvning på Statens Prøvningsanstalt.

I 1960-erne indtraf en række stilladsstyrt og Statens Vægverk optog da kontakt med *Svenska Byggnadsentreprenörföreningen*. Dette resulterede bl.a. i forbedret uddannelse af og bedre informationer til de personer, der er beskæftiget med interimskonstruktioner.

#### **Praksis/krav — uheldsfrekvens**

Der kan ikke på grundlag af de gennemgående uheldsrapporter drages nogen konklusion om sammenhæng mellem praksis/krav og uheldsfrekvens i de enkelte lande.

### **3. GRUPPENS VIRKE**

Gruppens virke er jf. pkt. 1.2 resumeret i bilag 1. Her skal 2 af gruppens aktiviteter omtales nærmere.

#### **3.1 Foredrag og paneldiskussion i DIF**

På foranledning af gruppen har Dansk Betonforening d. 19. nov. 1975 afholdt et foredrag ved dipl.ing. B. von Drachenfels, Koblenz om bro-uheld i Tyskland med undertitel »Erfaringer fra kontrol af stilladser anvendt ved brobygning«.

I fortsættelse af dette foredrag afholdtes d. 10. dec. 1975 ved Dansk Betonforening en paneldiskussion i Ingeniørforeningen med emnet »Anvendelse af moderne stilladser«.

Disse arrangementer havde 2 formål, dels at tjene som en art uddannelse i almindelighed og dels at inspirere gruppen til dens videre arbejde.

Referat af foredraget d. 19. nov. 1975 samt paneldiskussionen d. 10. dec. 1975 i Ingeniørforeningen foreligger og er vedlagt rapporten som bilag 4.

#### **3.2 Bragg-rapporten**

Gruppens sekretær akademiingeniør O. Wang Sørensen og sekretariat ved civilingeniør K. Vaaben har i april 1976 deltaget i et seminar i England med emnet Falsework, The Background. Rapport fra deltagelsen er vedlagt som bilag 5.

Et af emnerne ved seminaret var den tidligere i pkt. 2.4. omtalte Bragg-rapport, der er den endelige rapport fra the Advisory Committee on Falsework. Komiteens kommissorium er anført i pkt. 2.4.

I komiteens foreløbige rapport af 1974 anføres definitionen på falsework som værende enhver midlertidig konstruktion, der bruges til at understøtte en permanent konstruktion under dennes udførelse, og indtil den er selv-bærende.

Rapporten giver en fyldestgørende fremstilling af forholdene vedr. interimskonstruktioner og redegør for de i kommissoriet opstillede 4 hovedpunkter.

Fremstillingen kan i vidt omfang overføres til danske forhold, og her skal derfor citeres rapportens principielle rekommandationer.

Disse kan betragtes som et resumé af rapporten og lyder således, direkte oversat til dansk, idet begreberne interimskonstruktion og stillads er anvendt i flæng:

1. Ethvert stilladsuheld, hvad enten det fører til beskadigelser eller ej, burde rapporteres.
2. Regulativer angående interimskonstruktioner burde harmoniseres med de regulativer, der vedrører periodiske undersøgelser af arbejdsstilladser, således at der gælder samme administrative regler, hvad enten stilladset bruges som arbejdsstillads eller ej.
3. Konstruktøren må undersøge interimskonstruktionens tvær- og længdestabilitet. Medmindre et autoritativt organ med baggrund i behørig undersøgelse og prøvninger anbefaler et andet tal, gentager vi rekommandationen fra den foreløbige rapport. D.v.s. at alle interimskonstruktioner skal projekteres for en total horisontal last virkende i en vilkårlig retning og af størrelse lig de faktisk forekommende belastninger plus 1% af den vertikale belastning, ialt dog mindst 3% af den vertikale belastning.
4. Skønt individuelle komponenter i et stillads kan have deres egne, accepterede sikkerhedsfaktorer, anbefaler vi ikke desto mindre, at totalsikkerheden for stilladset som et hele bør være mindst 2. Særlige elementer kan kræve antagelse af et højere tal.
5. I sine beregninger burde konstruktøren tage hensyn til mulige afvigelser i geometrisk placering, som er uundgåelige selv ved god udførelse. Tegningerne bør angive de tolerancer, inden for hvilket stilladset skal udføres.
6. Alle interimskonstruktioner skal projekteres, selv om projektet på et mindre arbejde blot er en simpel skitse. Konstruktøren skal, især hvis han ikke er på byggepladsen, have et klart skrevet projektgrundlag, som skal omfatte alle faktorer, der skal tages hensyn til.
7. Speciel opmærksomhed må ofres på projektering af understøtninger udformet af stålbjælker. Konstruktøren skal sikre sig, at bjælkernes kipsikkerhed og sikkerhed mod foldning af kroppe er tilstrækkelig stor.

8. Arbejdet med måling af belastninger på aktuelle stilladser i marken burde udvides.
9. Teoretisk og laboratoriemæssigt arbejde med stilladselementer og -systemer burde udvides og sammenholdes med ovennævnte målinger.
10. Leverandører af patenteret materiel burde have pligt til at specificere forsøgsbetingelser, brudlast og brudmåde i forbindelse med angivelse af en tilladelig belastning.
11. Der burde udføres forsøg med nye materialer for at kontrollere værdien af de påstande, der gøres om dem, samt med brugte materialer for at undersøge den forringelse, der opstår under brug.
12. Konstruktøren burde gå ud fra, at der i stilladset vil indgå tidligere brugte materialer, og under hensyntagen hertil anvende passende spændinger. Hvis der forekommer kritiske områder, hvor han har forudsat brug af nye materialer, skal dette klart fremgå af tegningerne.
13. Det indledende projekt for enhver interimskonstruktion — bortset fra helt underordnede konstruktioner — og enhver senere, afgørende ændring må godkendes af en velkvalificeret ingeniør.
14. Hvis et projekt indeholder nye metoder, burde entreprenøren sørge for, at projektet bliver kontrolleret og vurderet af en uafhængig sagkyndig.
15. Stilladsprojektet og eventuelt tilhørende beregninger skal forelægges for den projekterende af det permanente bygværk. Hvis den ansvarlige for det permanente bygværk er en arkitekt uden ingeniørmæssige kvalifikationer, må han forelægge det for sin rådgivende ingeniør, medmindre byggemetoden er traditionel i enhver henseende.
16. Følgende filosofi skal anvendes i alle tilfælde, såvel større som mindre:
  - projekt skal udarbejdes og kontrolleres,
  - der må ikke foretages ændringer i projektet uden at vurdere den resulterende effekt af ændringen,
  - ethvert tvivlsomt punkt skal kontrolleres.
17. På alle byggepladser må entreprenøren udnævne en koordinator for interimskonstruktioner, hvis pligt det er at sikre, at alle procedurer følges, at alle check og inspektioner bliver udført, og at modifikationer eller ændringer bliver fuldt legaliseret. Stilladser må ikke belastes eller fjernes uden en skriftlig tilladelse fra koordinatoren.

18. Kommunikation mellem konstruktører og andre på og uden for byggepladsen må forbedres. Tegninger skal være klare og belastningsdiagrammer skal foreligge.
19. Uddannelse i sikkerhedsmæssige forhold må være en integrerende del af alle kurser i stilladsers teknologi og praksis, hvad enten det er for faglærte arbejdere eller ingeniører.
20. Undervisning i de specielle træk ved interimskonstruktioner burde være indeholdt i al uddannelse inden for bygningsingeniørvirksomhed og arkitektur.
21. Ingeniørforeninger burde kræve, at enhver fremsendelse af et projekt for en permanent konstruktion som vidnesbyrd på faglig kompetance skal indeholde projekt for relevante interimskonstruktioner. De burde også rekvirere hændelsesforløb for uheld og relevante data til undervisningsformål.
22. Korte faglige kurser i interimskonstruktioner burde tilvejebringes for praktiserende ingeniører og arkitekter.
23. Uddannelseskurser i praktiske øvelser vedr. interimskonstruktioner burde tilvejebringes for faglærte arbejdere og formænd. Deltagernes præstation i sådanne kurser bør bedømmes, og et bevis tildeles dem, der har nået det ønskede niveau. Kurserne skulle have et sådant omfang, at ca. 10% af den totale arbejdskraft uddannes det første år, hvori kurserne starter, og dette tempo burde fastholdes.
24. Kursusniveauet burde løbende kontrolleres af Sund- og sikkerhedsstyrelsen. Ressourcer til sådanne kurser er allerede tilgængelige fra »Bygningsindustriens Uddannelsesråd«. Interimskonstruktioner bør betragtes som et nøgleområde inden for uddannelsesvæsenet.
25. Entreprenører, underentreprenører og andre byggeorganisationer, som er direkte ansvarlig for interimskonstruktioner, må have et register over antal arbejdere med certifikat, som de beskæftiger på hver enkelt byggeplads.
26. Staten burde insistere på, at entreprenører, der udfører arbejder inden for den offentlige sektor, hvori indgår interimskonstruktioner, dokumenterer, at der anvendes veluddannede arbejdere.
27. Staten burde afgive bestilling på en håndbog om interimskonstruktioner til brug på byggepladser. Der burde endvidere udgives en lærebog om interimskonstruktioner.

## 4. GRUPPENS FORSLAG

### 4.1 Generelt

Det er gruppens håb, at alle byggeriets parter — de forskellige bygherrer og deres rådgivere, entreprenører og leverandører af stilladsmateriel — vil tage nærværende rapport op til grundig overvejelse og blive inspireret til at gennemføre forbedringer af den gældende praksis for interimskonstruktioner.

Gruppen kan pege på følgende områder, hvor der umiddelbart kunne sættes ind med at gennemføre ændringer:

- Arbejdsbeskrivelser.
- Tilsynsvejledning (checkliste).
- Stilladskoordinerings.
- Uddannelse.

Nedenfor skal disse områder omtales nærmere.

### 4.2 Arbejdsbeskrivelser

Med baggrund i bl.a. »8.20 Anlæg Betonbroer, AAB Almindelig arbejdsbeskrivelse«, der af Vejregelsekretariatet har været udsendt til offentlig kritik, samt den hertil indkomne kritik finder gruppen, at arbejdsbeskrivelser bl.a. også burde indeholde bestemmelser om:

- hvilken vandret påvirkning stilladser skal beregnes for, f.eks. som foreslået i Bragg-rapportens principielle rekommandationer, se pkt. 3.2.
- konstruktionsklasse, kvalitetsklasse af stål og omfang af materialekontrol for stillads- og formdele af stål med baggrund i gældende stålnorm,
- at det ved beregning af bæreevnen skal dokumenteres, at der er tilstrækkelig sikkerhed mod lokal instabilitet, såsom kipning af stål-bjælker, foldning af kroppe eller flanger,
- at bæreevnen af et konstruktionselement kan dokumenteres ved prøvning i stedet for ved beregning,
- at entreprenøren i sit stilladsprojekt skal specificere tolerancer for udførelsen. Der skal i stilladsberegningerne være taget højde for de angivne tolerancer.

### 4.3 Tilsynsvejledning

Til brug for entreprenørens byggeleder h.h.v. ansvarlige for stilladskonstruktioner i det daglige arbejde burde udarbejdes en vejledning eller checkliste vedr. stilladser. Bygherrens tilsyn kunne også herved få et hjælpemiddel, med hvilket han overordnet kunne fastslå den entreprenørmæssige indsats.

Uden at blive betragtet som udtømmende kunne en sådan checkliste, idet man i øvrigt forudsætter, der foreligger et checket stilladsprojekt, angive følgende kritiske faktorer, der bør gennemgås i en stilladskonstruktion:

1. Tilstrækkeligheden af jordens bæreevne og særlig agtpågivenhed ved fundering i eller i nærheden af skrånninger og udgravninger.
2. Variation i funderingsforhold under stilladset og vurdering af risici ved skadelige sætninger.
3. Foranstaltninger, der sikrer funderingen mod ødelæggelse fra erosion, opblødning, frost m.v.
4. Udførelsen af fundamenter for stillads.
5. Horisontal fastholdelse af vertikal understøtning forneden og foroven.
6. Lodstilling af vertikale understøtninger.
7. Virksom længde af uafstivede skruespindler.
8. Er systemstilladser korrekt samlet, forudsatte bolte, kiler m.v. anbragt?
9. Efterspænding af bolte og sikring af kiler umiddelbart før støbning.
10. Hvorledes optages horisontale kræfter af stilladset? (Afsværtning ved vireslag er ikke anbefalelsesværdig).
11. Optagelse af betontryk (sidetryk samt evt. opadrettede tryk og opdrift) og dets indvirkning på stilladset.
12. Excentricitet i knudepunktsforbindelser.
13. Excentricitet i belastning af vertikale understøtninger.
14. Tilstrækkelighed af afsværtning for såvel total- som lokalstabilitet.
15. Fastholdelse af bærende bjælker på vertikale understøtninger i forbindelse med vurdering af kipsikkerhed.
16. Tilstrækkelig sikring mod foldning og kipning af stålprofilbjælker.



17. Vurdering af materiellets generelle tilstand.
18. Tegn på mishandling eller forringelse af komponenter i stilladset.
19. Er ståledele, som har været anvendt tidligere i stilladser el.a., korrekt identificeret, hvad angår stålkvaliteter, godstykkelser m.v.
20. Udførelse af eventuelle svejsninger på arbejdsplads.
21. Er udførelsen i øvrigt i overensstemmelse med stilladsprojektet.
22. Vil støbningen forløbe i overensstemmelse med stilladstegninger og beregningsforudsætninger.
23. Sikring af stillads mod påkørsel.
24. Sikkerhed mod progressiv kollaps (svigt af en enkelt komponent må ikke medføre total kollaps).
25. Plan for nedtagning af stillads.

#### 4.4 Stilladskoordinator

Det har i arbejdsgruppen været overvejet, om Bragg-rapportens rekommandation, jf. pkt. 3.2, om at entreprenøren udnævner en Temporary Works Coordinator — stilladskoordinator — også burde foreslås i Danmark. I England har the British Standards Falsework Committee fulgt rekommandationen, og foreslår i udkastet til British Standard Code of Practice for Falsework, at entreprenøren udnævner en koordinator. Af koordinatorens pligter fremhæves i Bragg-rapporten følgende:

- Er projektgrundlaget for stilladset i overensstemmelse med forholdene på stedet?
- Er hvert element i stilladset beregningsmæssigt checket, og er stilladset blevet betragtet som et hele og godkendt af en kompetent ingeniør?
- Er stilladsprojektet forelagt og kommenteret af den projekterende af det permanente bygværk, og kommentarer taget til følge?
- Er de aktuelle belastninger, som stilladset kommer ud for på stedet, mindre end eller lig de i beregningerne antagne?
- Er der et realistisk program for levering af materialer på pladsen?
- Er der under opstillingen foretaget signifikante ændringer i materialer eller konstruktion. Er disse i givet fald forelagt den projekterende.
- Er stilladset inspiceret og mangler korrigeret?

- Er entreprenørens støbeprogram på byggepladsen i overensstemmelse med den projekterendes antagelser?

Arbejdsgruppen kan kun anbefale, at danske entreprenører ved stilladsarbejder udpeger en stilladskoordinator efter ovennævnte retningslinier.

#### 4.5 Uddannelse

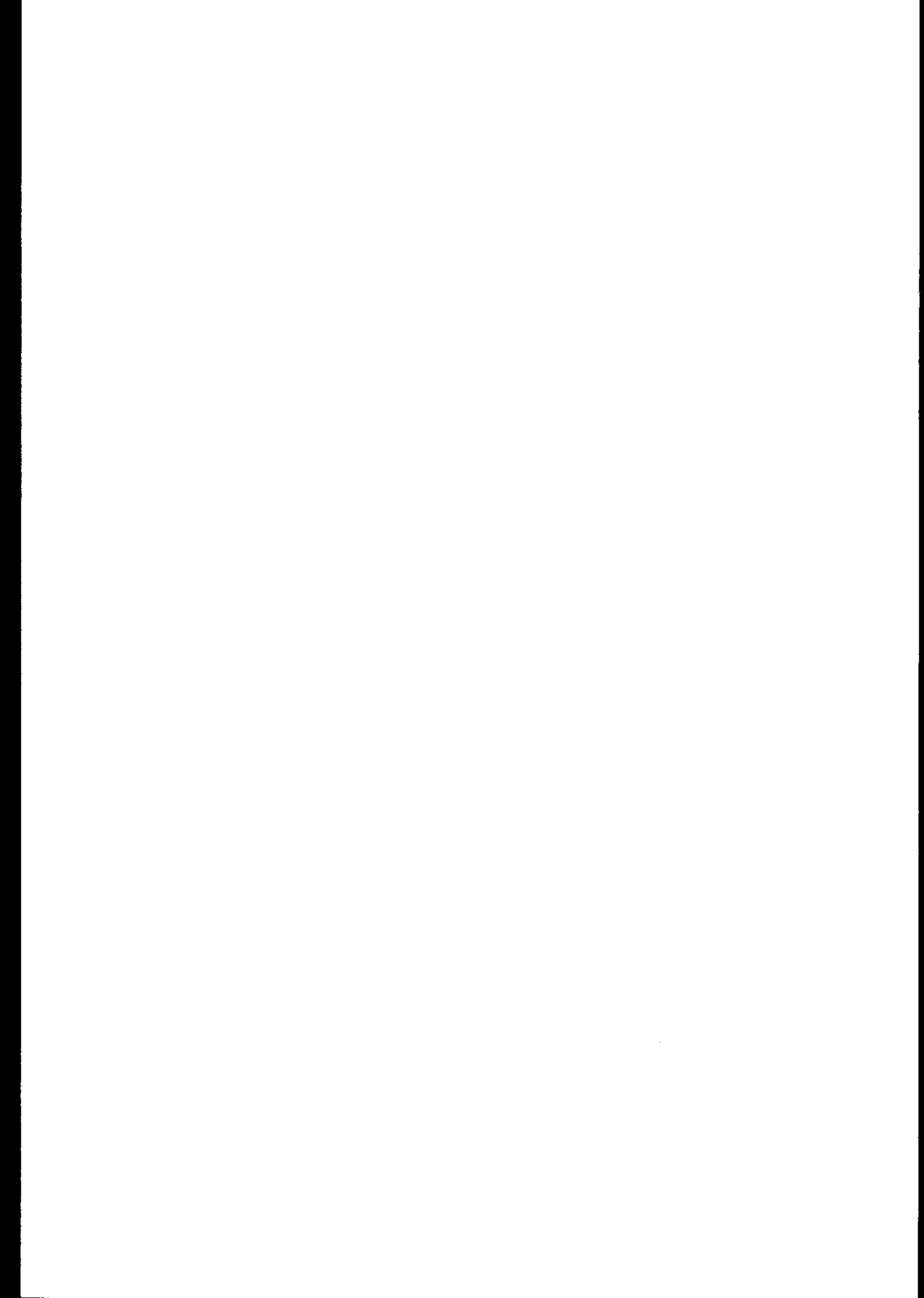
Arbejdsgruppen foreslår, at der etableres en bedre uddannelse af alle, der er beskæftiget med interimskonstruktioner.

Til opstilling af en uddannelsesplan kan hentes inspiration i Bragg-rapporten, der bl.a. indeholder forslag til program for kurser i interimskonstruktioner på forskellige niveauer.

Gruppen foreslår, at hele spørgsmålet om en bedre uddannelse i udførelse af interimskonstruktioner tages op af specialarbejderskoler for bygge- og anlæg, samt Entreprenørforeningen, læreanstalter og teknika.

# **BILAG 1**

**SAMMENFATNING AF UDVALGETS ARBEJDE**



København, den 20. august 1976

## **DBF'S ARBEJDSGRUPPE VEDR. FOREBYGGELSE AF UHELD VED BROBYGNING SAMMENFATNING AF UDVALGETS ARBEJDE**

### **0. INDLEDNING**

DBF's arbejdsgruppe vedr. forebyggelse af uheld ved brobygning blev nedsat i 1974, og der blev afholdt et indledende møde d. 11. november 1974.

Arbejdsgruppen blev nedsat på foranledning af Dansk Betonforening efter samråd med Vejdirektoratet som følge af en række uheld i forbindelse med brobygning i de foregående år, både her i landet og i udlandet.

Arbejdsgruppen blev nedsat med henblik på: »at søge såvel de direkte som de mere grundlæggende årsager til sådanne uheld belyst og — i muligt omfang — søge fastlagt praksis og fremgangsmåde, der bedst muligt forebygger lignende uheld i fremtiden«.

### **1. EMNER TIL NÆRMERE BEHANDLING**

Ved 1. møde vedtog gruppen kun at beskæftige sig med broer *under opførelse* samt ikke at behandle de 3 alvorlige brouheld, der indtraf i Danmark inden for de 3 sidste år før nedsættelse af arbejdsgruppen.

Under gruppens møder er det vedtaget at behandle følgende emner, anført i kronologisk orden med angivelse af stade d.d.

- 1.1 **»Hovedlinier i et bygværks tilblivelseshistorie«.**  
Afsluttet.
- 1.2 **Interimskonstruktioner, præfab. stilladser.**  
Er under behandling.
- 1.3 **Undersøgelse af brouheld forekommet i udlandet.**  
Pågår.
- 1.4 **Tid til entreprenørens planlægning.**  
Afsluttet.
- 1.5 **Styring og kontrol på byggepladsen.**  
Ikke færdigbehandlet.

- 1.6** »Teknisk miljø i byggeprocessen«  
 Punktet blev formuleret således:  
 Hvordan fungerer vi inden for de fastlagte rammer af det »tekniske miljø«? Hvilke retningslinier (instrukser), forskrifter samt betingelser og hvilken praksis arbejder vi under?  
 Dette både for uddannelser, teknikere og bygningsarbejdere.  
 Ikke færdigbehandlet.
- 1.7** **Rapporter vedr. uheld i Danmark.**  
 Delvis behandlet.
- 1.8** **Udgivelse af publikation vedr. stilladser.**  
 Ikke færdigbehandlet.
- 1.9** **Revision af arbejdsbeskrivelse, projektkrav og udførelseskrav f.s.a. stilladser.**  
 Ikke færdigbehandlet.
- 1.10** **Tilsynsvejledning (anvisning) for den projektansvarlige for stillads.**  
 Kan henføres til pkt. 1.8.
- 1.11**  
**Typestilladser (tilstand, certifikat, delkomponenter).**  
 Kan henføres til pkt. 1.2.
- 1.12** **Uddannelsesplan.**  
 Ej behandlet.

## **2. OVERSIGT OVER GRUPPENS ARBEJDE**

### **2.1 Vedr. »Hovedlinier i et bygværks tilblivelseshistorie«**

Som grundlag for formulering af gruppens arbejde, blev udarbejdet flg. notater:

»Beskrivelse af et anlægsarbejdes udførelse« af 27. november 1974 beskrevet ud fra den projekterendes rolle af S.K. Andersen og P. Franck.

»Beskrivelse af et anlægsarbejdes udførelse« af 6. feb. 1975 beskrevet ud fra den udførendes rolle af J. Vikens.

Til supplerung af sidstnævnte har J. Nørgård Pedersen udarbejdet »Beskrivelse af et anlægsarbejdes (broarbejdes) udførelse« af 19. juni 1975.

De nævnte notater har dannet grundlag for gruppens valg af emner til nærmere behandling.

## 2.2

**Vedr. interimskonstruktioner og præfab. stilladser**

På foranledning af gruppen har Dansk Betonforening d. 19. november 1975, afholdt et foredrag ved dipl.ing. B. von Drachenfels, Koblenz om brouheld i Tyskland med undertitel »Erfaringer fra kontrol af stilladser anvendt ved brobygning«.

I fortsættelse af dette foredrag afholdtes d. 10. december 1975 en panel-diskussion i Ingeniørforeningen med emnet »Anvendelse af moderne stilladser«.

Disse arrangementer havde 2 formål, dels at tjene som en art uddannelse i almindelighed og dels at inspirere gruppen til dens videre arbejde.

Referat af foredraget d. 19. november 1975 samt paneldiskussionen d. 10. december 1975 i Ingeniørforeningen foreligger og er udarbejdet af O. Wang Sørensen.

Gruppen har fået udleveret kritikforslag DS F 2176, Koblinger til stålørersstilladser. Idet kritikforslaget alene vedrører arbejdsstilladser, fandt gruppen det uden for dens arbejdsområde. I øvrigt fandt gruppen den danske titel vildledende, og foreslår den ændret til »Koblinger og tilbehør til arbejdsstilladser fremstillet af stålør«.

## 2.3

**Vedr. undersøgelse af brouheld forekommet i udlandet**

Gruppen har indsamlet materiale fra udlandet, jf. »Udkast til kommissorium for sekretariatsarbejde« af 29. marts 1976. Materialet behandles af et sekretariat.

## 2.7

**Rapporter vedr. uheld i Danmark**

Resultatet af henvendelser til arbejdstilsynet og forsikringselskaber er anført i notat af 26. juni 1975, men har ikke givet oplysninger af værdi for gruppens arbejde.

Det er besluttet, at rette henvendelse til eventuelle danske bygningsingeniører, der har beskæftiget sig med brobygning. Der foreligger ingen rapporter på nærværende tidspunkt.

## 2.8

**Udgivelse af publikation vedr. stilladser**

Gruppen har overvejet at udgive referatet af foredraget og paneldiskussionen i DIF jf. 2.2 som en slags illustreret publikation.

### 3. GRUPPENS HIDTIDIGE KONKLUSIONER

#### 3.2 Vedr. interimskonstruktioner og præfab. stilladser

Disse bør behandles lige så seriøst som permanente konstruktioner såvel under projektering som udførelse.

Det er refereret, at vejudvalgets arbejdsgruppe for revision af AAB 351 opdeler stilladskonstruktioner i 3 grupper:

- a) Traditionelle stilladser (træ)
- b) Systemstilladser (stål)
- c) Utraditionelle stålstilladser

samt at der i samme arbejdsgruppe er nået den konklusion, at uheld som følge af anvendelse af systemstilladser (gruppe b) ofte skyldes manglende stabilitet især på grund af uheldigt udformede »overgange« fra jord til stillads (opklodsninger) og fra stillads til form.

Der er i gruppen enighed om, jf. referat nr. 6:

- at stilladskonstruktioner ikke bør beregnes for mindre sikkerhed grundet bl.a. usikkerhed vedr. belastninger, risiko for ringere udførelse, korrosion, erosion o.a.,
- at hovedprojekt bør indeholde generelle krav til stilladsprojekt,
- at praksis vedr. stilladskontrol bør beskrives i betingelserne,
- at projektkrav og udførelseskrav—for så vidt angår stilladser — i forbindelse med revision af AAB 351 søges indarbejdet i det nyligt udsendte udkast til AAB, almindelig arbejdsbeskrivelse for betonbroer.

#### 3.4 Tid til entreprenørens planlægning

Der er i gruppen enighed om, at bygherre og projekterende i deres planlægning skal indregne en rimelig tid til entreprenørens planlægning.

#### 3.5 Styring og kontrol på byggepladsen

Der er i gruppen enighed om, at der ikke bør ændres ved de efter tradition gældende ansvarsforhold i Danmark.



#### 4. RESUMÉ OVER NOTATER M.V. UDARBEJDET TIL GRUPPEN

Der er i forbindelse med gruppens arbejde udarbejdet følgende notater m.v. anført i kronologisk orden:

P. Franck og S.K. Andersen

»Beskrivelse af et anlægsarbejdes udførelse« af 27. november 1974 beskrevet ud fra den projekterendes rolle.

J. Vikens

»Beskrivelse af et anlægsarbejdes udførelse« af 6. februar 1975 beskrevet ud fra den udførendes rolle.

J. Nørgaard Pedersen

»Beskrivelse af et anlægsarbejdes (broarbejdes) udførelse« af 19. juni 1975.

J. Nørgaard Pedersen

Notat vedr. henvendelse til arbejdstilsyn og forsikringsselskaber af 26. juni 1975.

O. Wang Sørensen

Referat af foredrag d. 19. november 1975 samt paneldiskussion d. 10. december 1975.

J.J. Jessen

»Udkast til kommissorium for sekretariatsarbejde« af 29. marts 1976 med flg. bilag:

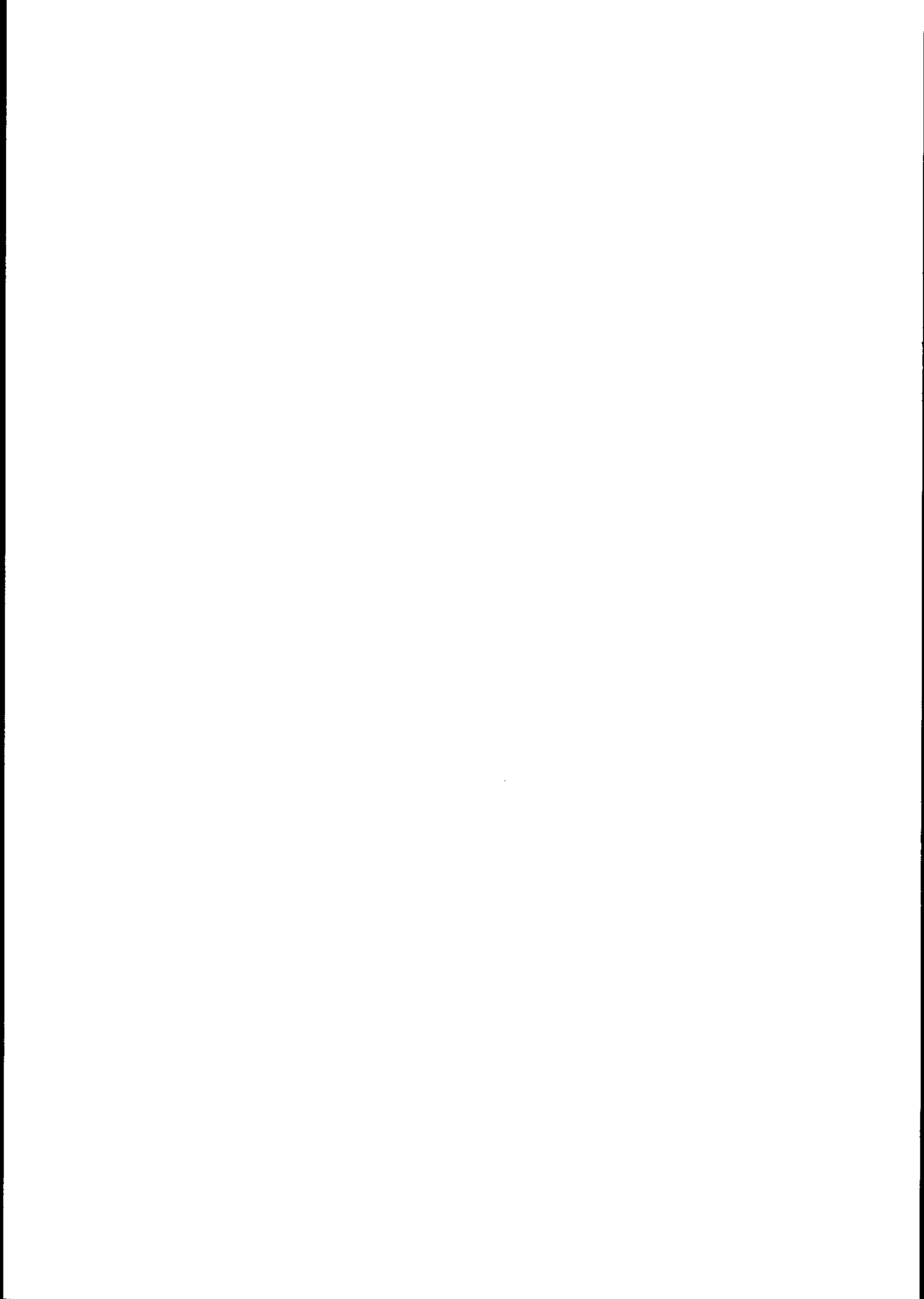
Bilag 1 — »Foreløbigt notat vedr. resultatet af foredrag og diskussioner om anvendelse af moderne stilladstyper«.

Bilag 2 — »Oversigt over materiale modtaget fra udlandet«.

Bilag 3 — »Litteraturliste«.

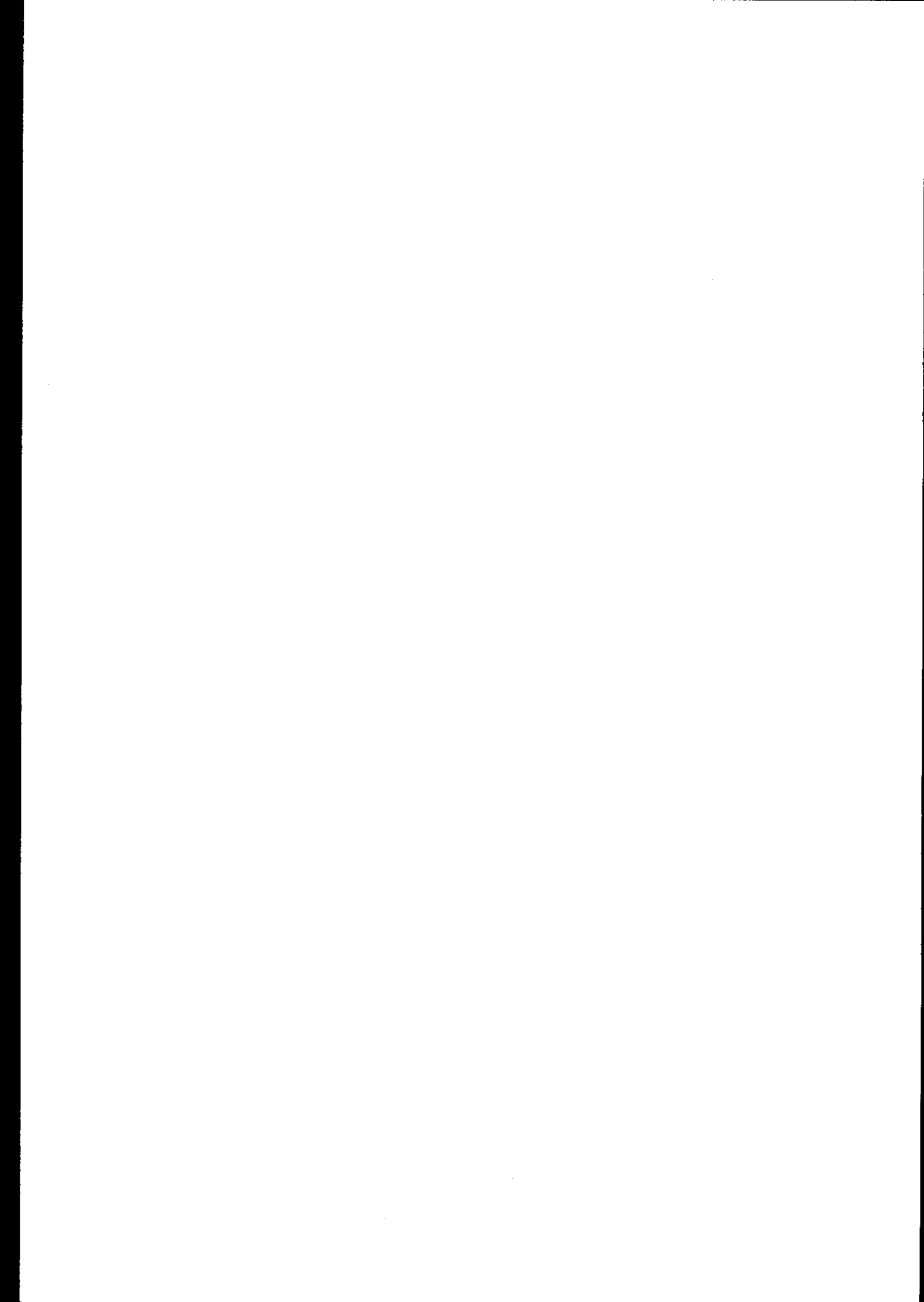
J. Nørgaard Pedersen

»Supplement til litteraturliste dat. 29. marts 1976« af 6. april 1976.



# **BILAG 2**

**OVERSIGHT OVER UHELDSRAPPORTER  
CASE - REPORTS**



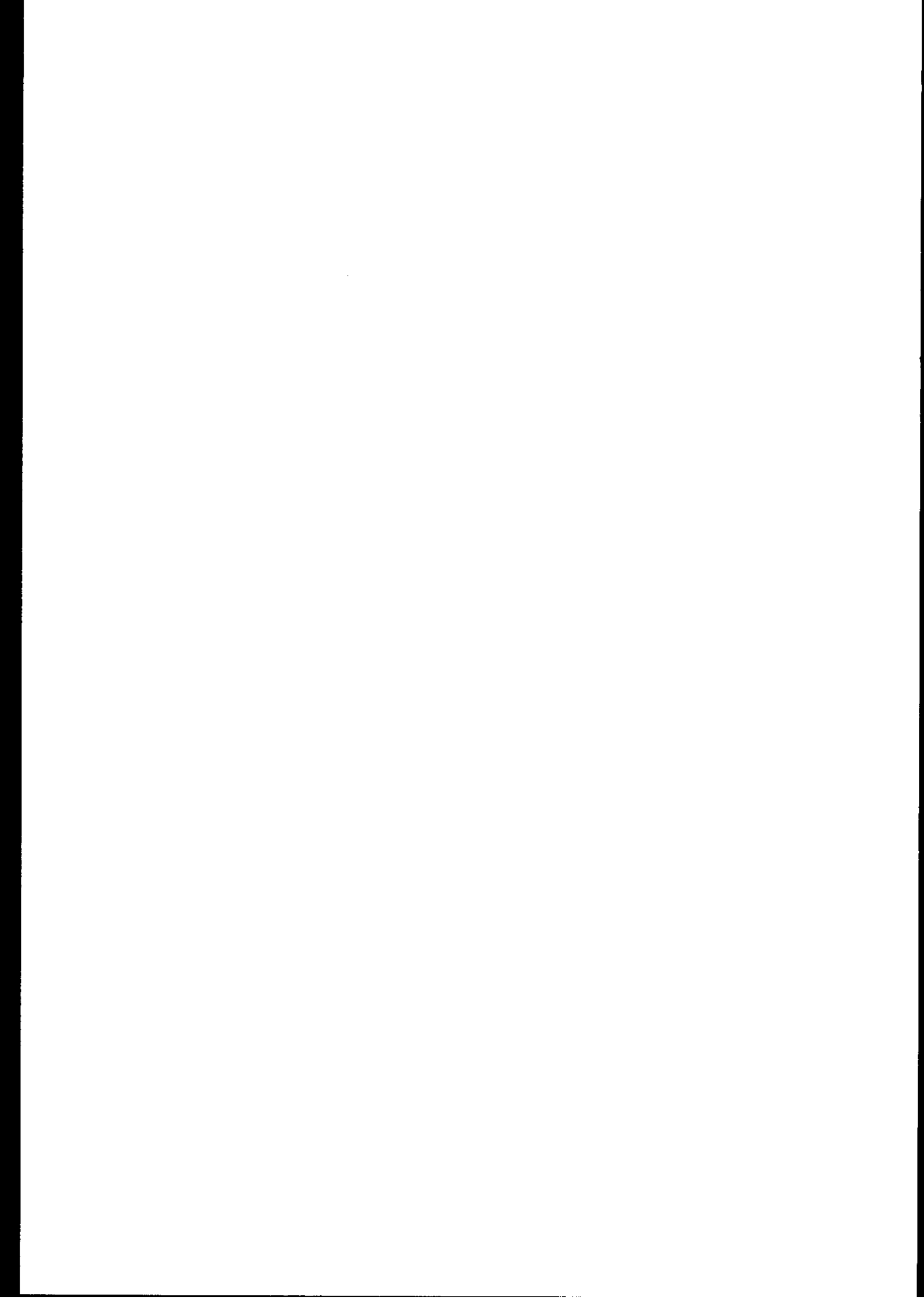
## **DBF'S ARBEJDSGRUPPE VEDR. FOREBYGGELSE AF UHELD VED BROBYGNING**

### **OVERSIGT OVER UHELDSRAPPORTER (CASE-REPORTS)**

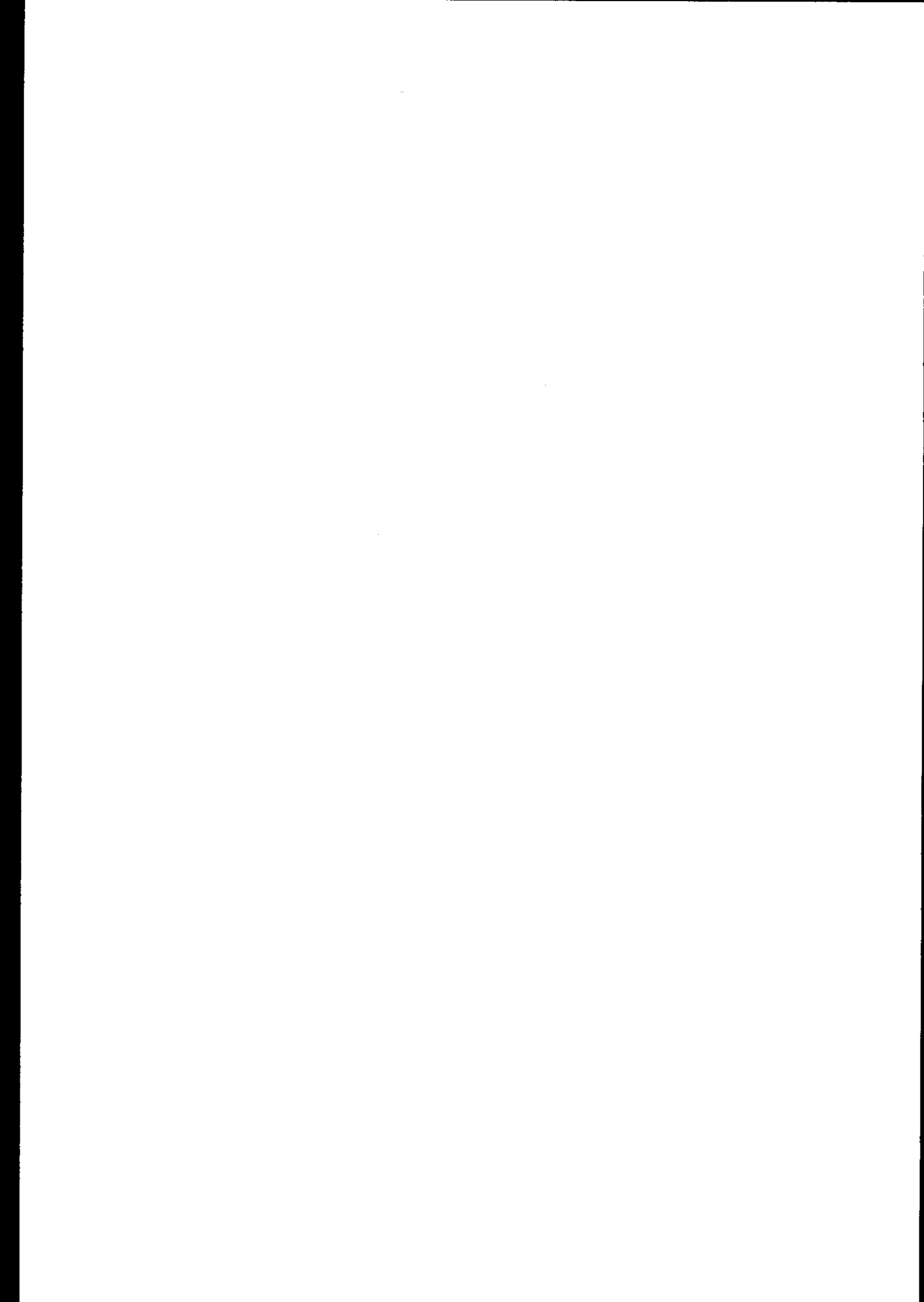
#### **Litteraturliste**

1. Final report of the Advisory Committee on Falsework, June 1975.
2. Journal of the STRUCTURAL DIVISION, ASCE, dec. 1959.
3. Journal of the STRUCTURAL DIVISION, ASCE, februar 1974.
4. Civil Engeneering — ASCE, oktober 1973.
5. Niederschrift, Brückenreferententagung, 1974.
6. Schaden Spiegel, marts 1975.

I de følgende case-reports er under »Litteraturkilde» henvist til ovennævnte litteraturliste.

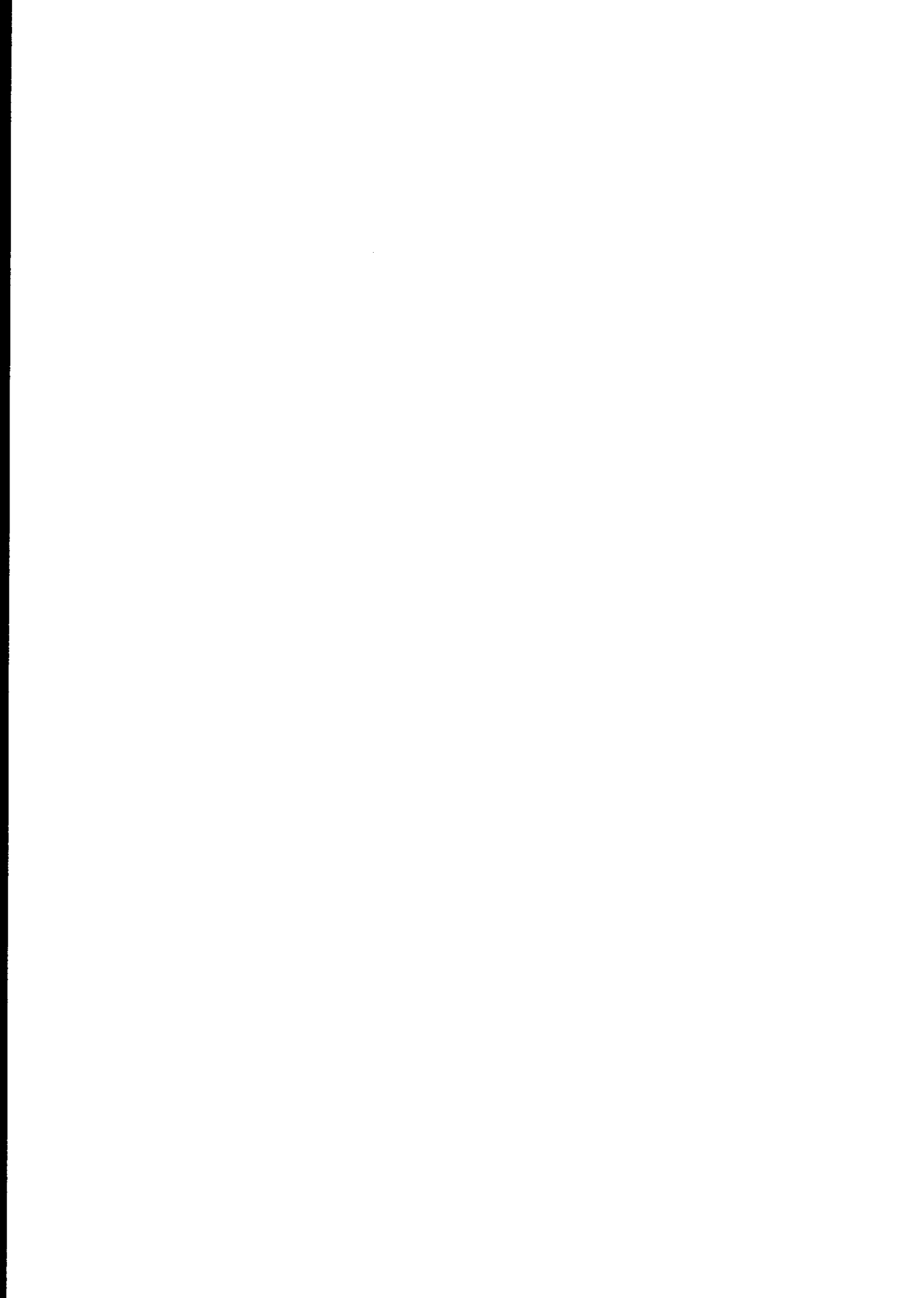


Beliggenhed Broens navn Litteraturkilde	Broens geometriske data Byggemetode Art af stillads	Uhedsår Art af uheld	Årsag til uheld
<p>England Birling Road Overbridge, Kent.</p> <p>1.</p>	<p>Pladebro med udspæringsrør over 3 fag: 14 - 42 - 14 m. Rørstillads, funderet på sveller, med gennemkørselsåbning.</p>	<p>1971 Stilladskollaps i hovedfag under støbning.</p>	<p>Det har ikke været muligt definitivt at påvise årsagen til stilladskollapset. Flg. forhold blev bl.a. fremdraget: Det kunne ikke konstateres, om der forelå en endelig tegning af stilladset. Stilladset var ikke i overensstemmelse med en foreløbig tegning. Beregninger af stillads forelå ikke. Høj vandstand i området. Regnskyl 5 dage før støbning medførte underminering af nogle fundamenter. Heraf blev nogle efterfyldt med beton. Mange sveller ikke symmetrisk belastede, hvilket gav for stort fundamentstryk. Tværafstivning meget mangelfuld og tilfældig. Kiler manglede i gaffelhoveder trods tværfald på 670/oo.</p>
<p>England Lodden, Berkshire</p> <p>1.</p>	<p>2 adskilte pladebroer med udspæringsrør over 13 fag, heraf et over flod med spændvidde ca. 35,5 m. Stillads over flod: gitterdragere (spv. 30 m) understøttet på et komplekst arrangement af bjælker og præfab. tårne. Første bro støbt uden uheld.</p>	<p>1972 Stilladsstyrt under støbning af 2. brohalvdel i fag over flod.</p>	<p>Det har ikke været muligt definitivt at påvise årsagen, der har initieret sammenstyrtningen. Der anføres bl.a. flg. forhold: Tvivlsom totalstabilitet af stillads (tårne ikke forankret til søjlevæg, tværafstivning mellem dragere utilstrækkelig). Sikkerhed mod stabilitetsbrud i lejebjælker over tårne ikke undersøgt. Uheldige gaffellejringer. Uheldige forhold hidr. fra flytning af stillads fra 1. til 2. brohalvdel, bl.a. blev ødelagt tårnben ikke udskiftet, men rettet ud og genanvendt.</p>

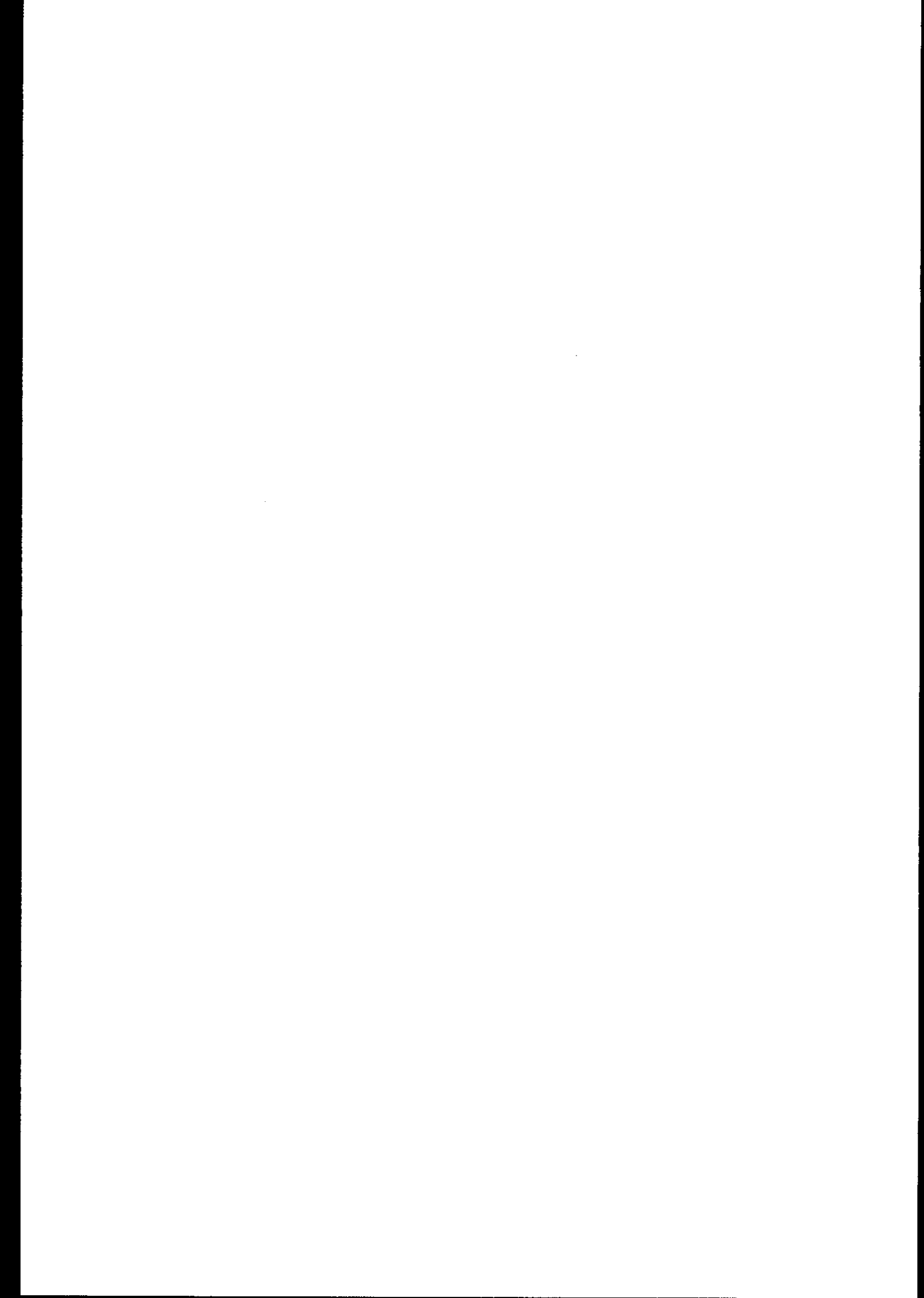




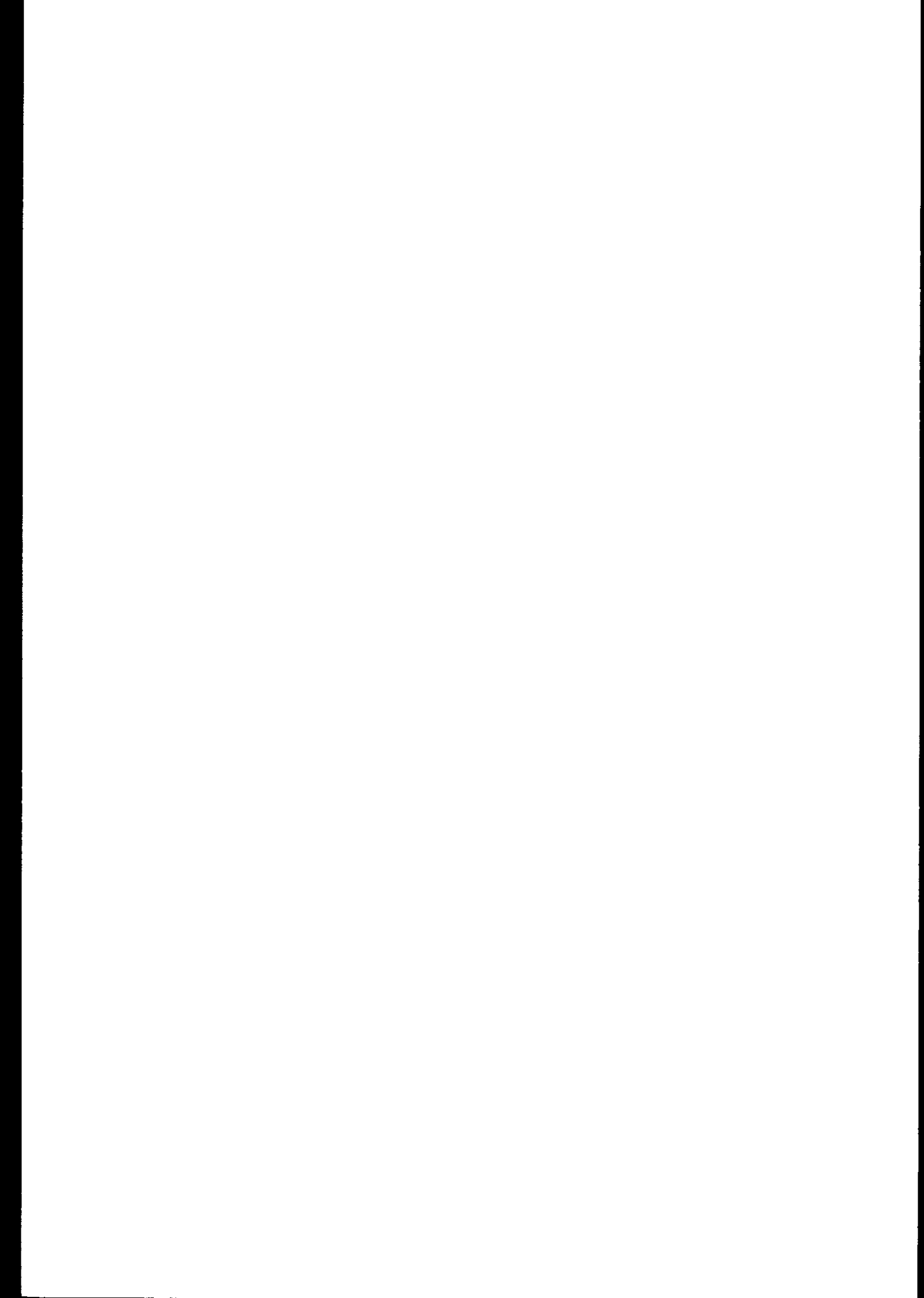
Beliggenhed Broens navn Litteraturkilde	Broens geometriske data Byggemetode Art af stillads	Uheldsår Art af uheld	Årsag til uheld
Canada Vancouver 2 nd. Narrows Bridge. 1 og 2.	4 tilslutningsfag – 1 hovedfag (335 m) – 2 forankringsfag (142 m). Stålbri, fri frembygning med interimunderstøtning.	1958 Kollaps af forankringsfag under montage, samt af nabofag.	Stabilitetsbrud i kroppe i øverste bjælkelag i interimunderstøtning p.g.a. manglende kropafstivninger og effektive tværskot. På grund af beregningsfejl var kropafstivninger ikke fundet nødvendige.
Canada Heron Road Bridge. 1.	2 adskilte broer med 8-cellet kasseformet tværnit. 4 forankringsfag og 3 svævefag. Længde $16 + 5 \times 44,85 + 34,67 = 274,92$ m. Sømnet og boltet træstillads.	1966 Stilladskollaps under støbning af forankringsfag.	Primært fejl i stilladsprojektet, som førte til utilstrækkelig afstivning især i længderetningen. Sekundært differenssætninger af stolpefundamenter, midlertidig overbelastning af visse stolper samt evt. materialesvaghed i nogle højt belastede dele af stilladset. Stilladsprojekt, omfang og standard af tilsyn betegnes som utilstrækkeligt.
Australien Welshpool Road Overpass. 1.	3-fags pladebro over jernbane: 11-16, 5-11 m. Stillads i midterfag havde 2 gennemkørsåbninger og bestod af stilladstårne og hoveddragere af jernprofiler, som hvilede på 6" x 12" tværbjælker over tårnene.	1966 Stilladskollaps under støbning.	Kollaps indledtes med svigt af midterste tårn. Der kunne ikke påvises en bestemt årsag, men som mulige årsager nævnes: rideplanker havde undermål, for langt udskruede spindler i gaffelhoveder, utilstrækkelig tværafstivning af midterste tårn, sætning af midterste tårn, overbelastning af midterste tårn som følge af lange udragende bjælker. Projekt for og udførelse af stillads betegnes som tilstrækkeligt.



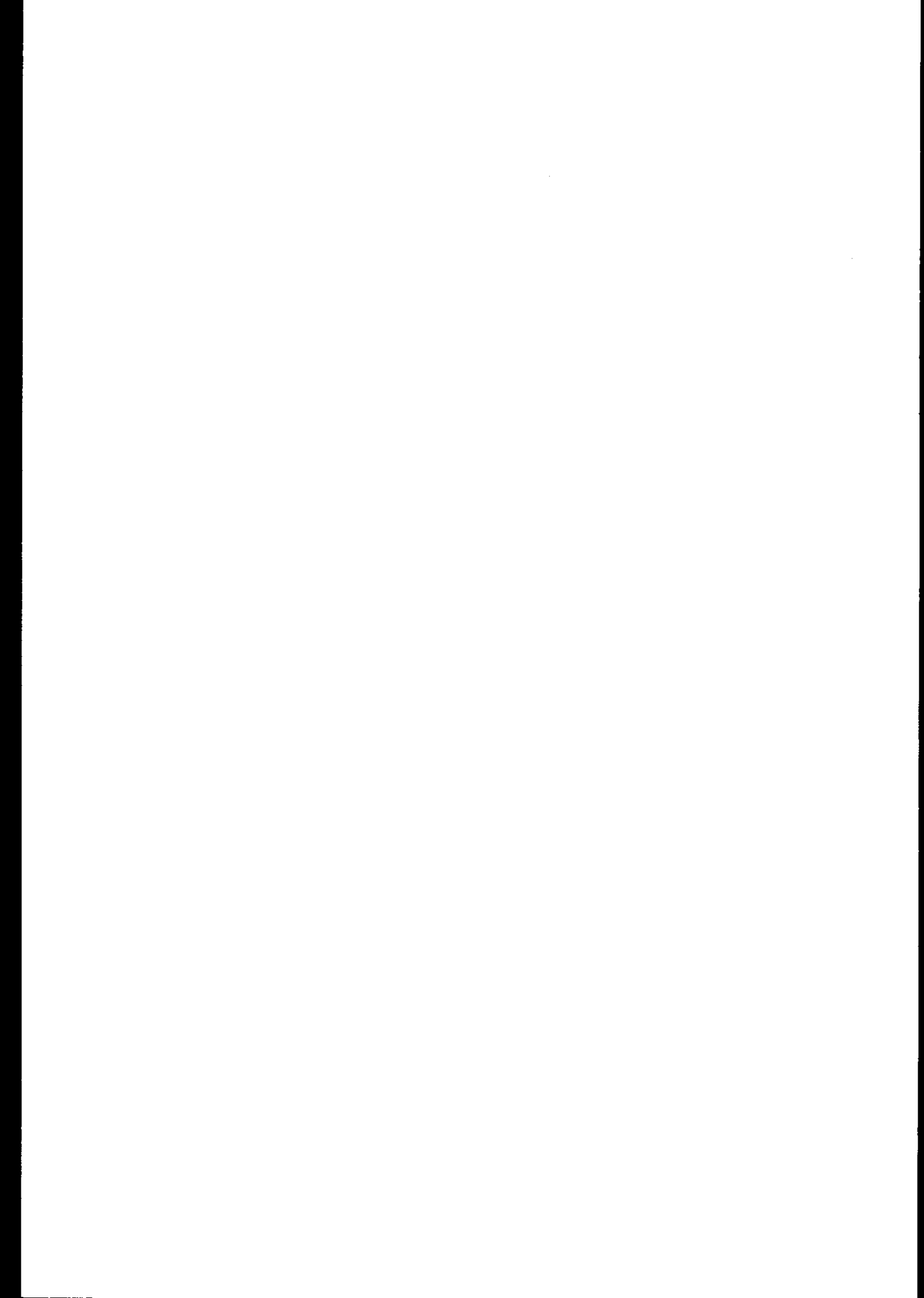
Beliggenhed Broens navn Litteraturkilde	Broens geometriske data Byggemetode Art af stillads	Uheldsår Art af uheld	Årsag til uheld
USA Arroyo Seco Bridge, Californien 1. og 4.	2 parallelle broer med 7-cellet kasseformet tværsnit (variabel højde) over 3 fag: 53 - 70 - 53 m. 1. støbning: bundplade og kroppe 2. støbning: brobaneplade. Stilladskonstruktionen bestod af en nedre del udført som stålkonstruktion (ståltårne med profilbjælker på tværs, som understøtter stringere af profiljern på langs) og en øvre del udført som tømmerkonstruktion.	1972 Stilladskollaps under 1. støbning i midterfag. Et clampsjern sprang og nogle minutter senere indtraf kollapset.	Det blev anset for sandsynligt, at kollapset blev initieret af brud i et clampsjern, idet det blev opdaget, at der var en meget lille sikkerhed i clampsjermene. Således ville brud i et clampsjern kunne medføre progressivt brud af øvrige clampsjern. Brudte clampsjern fik bundformen til at åbne sig, hvorefter stilladsets øvre og nedre del kollapsede. Endvidere var tværafstivningen (træstolpekryds) af ståldragerne ikke særligt effektivt.
? 1.	Pladebro over kanal, 20 m spv. Hünnebeck-drager (2,4 m højde) i afstand 1,2 m oplagt på tømmerstillads placeret på vederlag. Forskalling nedhængt fra dragere.	? Stilladsstyrt under støbning.	Instabilitet i tømmerstillads over for vandrette kræfter hidrørende fra støbningen.
? 1.	Motorvejsbro over flod, 30,5 m spv. Gitterdragere oplagt på stålladser funderet på betonringe fyldt med grovbeton.	? Delvis brud i stillads før støbning.	Nogle betonringe blev udvasket og/eller flyttet af strømmen i floden. Effekt fra denne var undervurderet i projektet.
Tyskland Laubachtalbrücke 5	Kassedrager (H = 2,75 m) over 13 fag: 39,15 + 11 x 42,25 + 39,15 = 543 m. Stilladssystem H33/H110, spv. ca. 20 m. Stilladsdragere understøttet på færdige brooverbygning, åg H110 i fagmidte og ved pille.	1972 Stilladsstyrt under støbning af 12. byggeafsnit.	Med temmelig stor sikkerhed er påvist, at årsagen til stilladsstyrtet skal søges i utilstrækkelig kropafstivning af en 1,5 m høj pladejernstværdrager i åg ved pille.
Tyskland Leubasbrücke 5	Pladebro med udsparingsrør over 3 fag: ca. 18-23-18 m. Stilladsdragere (max. spv. 20 m) understøttet på stålkrøsstøtter.	1974 Stilladsstyrt i midterfag under støbning.	Ikke endeligt afklaret, men det antydes, at der er tale om en beregningsfejl ved stilladsprojektet. Bl.a. nævnes, at der ikke er taget hensyn til hældning af stilladsdragerne som følge af broens tværfald på 40 0/00.



Beliggenhed Broens navn Litteratorkilde	Broens geometriske data Byggemetode Art af stillads	Uheldsår Art af uheld	Årsag til uheld
Tyskland Talbrücke Bengen. 5.	2 adskilte kassedragere (H = 3,5 m) over 19 fag: 42,45 + 17 x 52, 10 + 42,45 = 970,6 m. Foroven liggende stilladsdrager (spv. ca. 42 m) understøttet på broens tværdragere (støbt på forhånd) via 2 traverser. I stilladsdrageren hænger en forskallingsdrager.	1972 Stilladsstyrt før støbning af 1. byggeafsnit.	Årsagen til stilladsstyrtet blev ført tilbage til fejlbetjening af stilladsdrageren i forbindelse med forkert anordning af betonklodser mellem tværdragere og pille (for ringe afstand til pilleakse). Stilladsdrageren blev nedsænket på kun den ene travers over en tværdrager, så der indførtes en excentricitet på 55 cm.
Tyskland Brohltalbrücke 5.	2 adskilte kassedragere over 12 fag: 35,5 + 2 x 44,5 + 49,5 + 2 x 70 + 5 x 49,5 + 38,5 = 600 m. "Taktstiebevefaren" med 1 takt lig 25 m. I 70 m fag blev anvendt hjælpeårne.	? Lokalt betonbrud i kroppe under takt nr. 13 i første bro.	Betonbruddet forekom i u.s. kroppe, medens en "fag-midte" var placeret over en pille. Bruddet skyldtes dårlig udstøbning af kroppenes nedre del p. gr. af for snævre forhold og en samtidig dårlig betonkvalitet.
Østrig Gasetschbachbrücke 5.	Kassedrager (H = 2,20 m) over 5 fag: 32 + 4 x 40 = 192 m Fri frembygning med hjælpepylon anbragt over pille på den allerede støbte brodel.	1970 Totalkollaps af 4 fag umiddelbart før færdiggørelsen af 4. fag.	Brud i trædiagonal (5 Gewindeståbe ø26) i hjælpepylon, fordi indskruningslængden i 2 muffestød var for lille. Endvidere viste forsøg, at udtrækningskraften ved motrikken generelt var ca. 25% lavere end stansens brudkraft.
Sverige Midsommerkransen Rapport	Kassedrager over mange fag (spv. ca. 33 m). Foroven liggende lanceringsdrager understøttet på 4 punkter: 2 på allerede støbt brodæk og 2 på søjle. Under montering foregik sidstnævnte ved donkrafte og opklodninger i stålprofiler. Forskalling nedhængt fra lanceringsdrageren.	1965 Lanceringsdrageren styrtede ned – under endelig montering i højderetningen – dagen efter, den var lanceret frem til næste fag.	Der er opstillet et sandsynligt, rekonstrueret hændelsesforløb, som kan forklares ved, at opstillingen ved donkraftene med en total højde af donkrafte og opklodninger på 1,37 m-hayde for lille side stabilitet. Der kan endvidere have været visse excentriciteter i opstillingen.



Beliggenhed Broens navn Litteraturkilde	Broens geometriske data Byggemetode Art af stillads	Uheldsår Art af uheld	Årsag til uheld
Sverige Bro over S.J. på vejen Karls- krona-Ronneby. Rapport	Pladebro (H = 0,65 m). Traditionelt træstolpestillads med 5 m bred gennem- gørselsåbning, hvor hoveddragerne er DIP 20.	1967 Stilladskollaps under støbning.	Som sandsynlig årsag til stilladsstyrtet anføres en man- gelfuld afsværtning af stolperne: kun afsværtning i hver anden række, uklar virkemåde og dårlig udførelse, bl.a. fordi stolperne ikke stod i et retvinklet net. Endvidere var stød i stolper dårligt udført.
Sverige Bro over Fredhällssundet, Stockholm. 5 og 6.	2 adskilte kassedrager over 9 fag: 24 + 7 x 30 + 27 = 261 m. Fagvis frembygning med støbeskel i momentnulpunkter. Stilladsdrager (spv. ca. 25 m) ophængt i allerede støbt brodæk og understøttet ved søjle, hvorfra den er udkra- get til momentnulpunkt.	1964 7 fag af vestlige og 3 fag af østlige bro var støbt, da stil- ladset styrtede ned under støbning af 8. fag i vestlige bro.	Sammenstyrtningen blev initieret af et stabilitetsbrud i trykovedet i den udkragede stilladsdrager p.gr. af manglende knudepladeforbindelse mellem 2 flanger. Denne var forudsat i beregningen, men ikke angivet på stilladstegningerne.
Schweiz Vengeron-Brücke Brev	Kassedrager, 246 m lang.	1963 Betonbrud i leje- bænk.	Fejl i broprojekt.
Schweiz Bro over Töss Brev	Kassedrager, 163 m lang.	1966 Nedstyrtning under støbning.	Ustabil stilladskonstruktion. Ensidig belastning af stillads under støbning.
Schweiz Bro over Rhone. Brev	Længde 180 m. Verbundkonstruktionen, hvor bropaneplade skubbes frem.	1973 Styrt under frem- skubning.	Belastningstilfælde under montage ikke tilgodeset.
Schweiz Bro over Sorge Brev, 5. og 6.	10 fag, længde 340 m, længdefald 6,5%. Verbundkonstruktion, hvor bropanepladen støbes i 20 m sektioner og skubbes frem.	1973 Under 9. takt gled 200 m bro- paneplade af sig selv og styrtede ned.	Friktionskoefficient under fremskubning kunne blive mindre end længdefaldet.





Beliggenhed Broens navn Litteraturkilde	Broens geometriske data Byggemetode Art af stillads	Uheldsår Art af uheld	Årsag til uheld
Norge Bro i Oslo Brev	22 fag a ca. 17 m. Præfab. bjælker med in situ støbt brobaneplade. Traditionelt træstillads.	1968 Stilladskollaps i et fag under støbning.	Sandsynligvis utilstrækkelig afsværtning af stillads, idet en del skråstivere mellem stolperne menes at være blevet fjernet for at opnå bedre fremkommelighed.
Norge Bro i Trondheim Brev	Jernbanebro over 6 fag. Præfab., svejste stål-kassetragere.	ca. 1972 Præfab. dragere styrtede ned under monteringen, men var uskadt.	Sandsynligvis fejlbetjening af donkrafte.
? 6.	Motorvejsbro over dal. Stilladsdragere understøttet på tårne.	? Større kollaps.	Jordskred i bjergskråning efter kraftigt regnskyl.
? 6.	Bro over ca. 300 m bred slugt. Buebro støbt på rørstillads.	? Stilladskollaps under støbning.	Fejl i stilladsprojekt, evt. i forbindelse med jordskælv.
? 6.	2 fag over flod. Forskalling understøttet på åg.	? Stilladskollaps under støbning af 2. fag.	Optagelse af vandrette kræfter ikke sikret. De i stilladsprojektet forudsatte forbindelser mellem åg og permanente søjler var ikke udført, d.v.s. dårlig udførelse.
? 6.	? Rørstillads funderet på terrasser.	? Stilladskollaps (30 m) for støbt bro, der afventede forspænding.	Underminering af fundamenter for rørstillads.

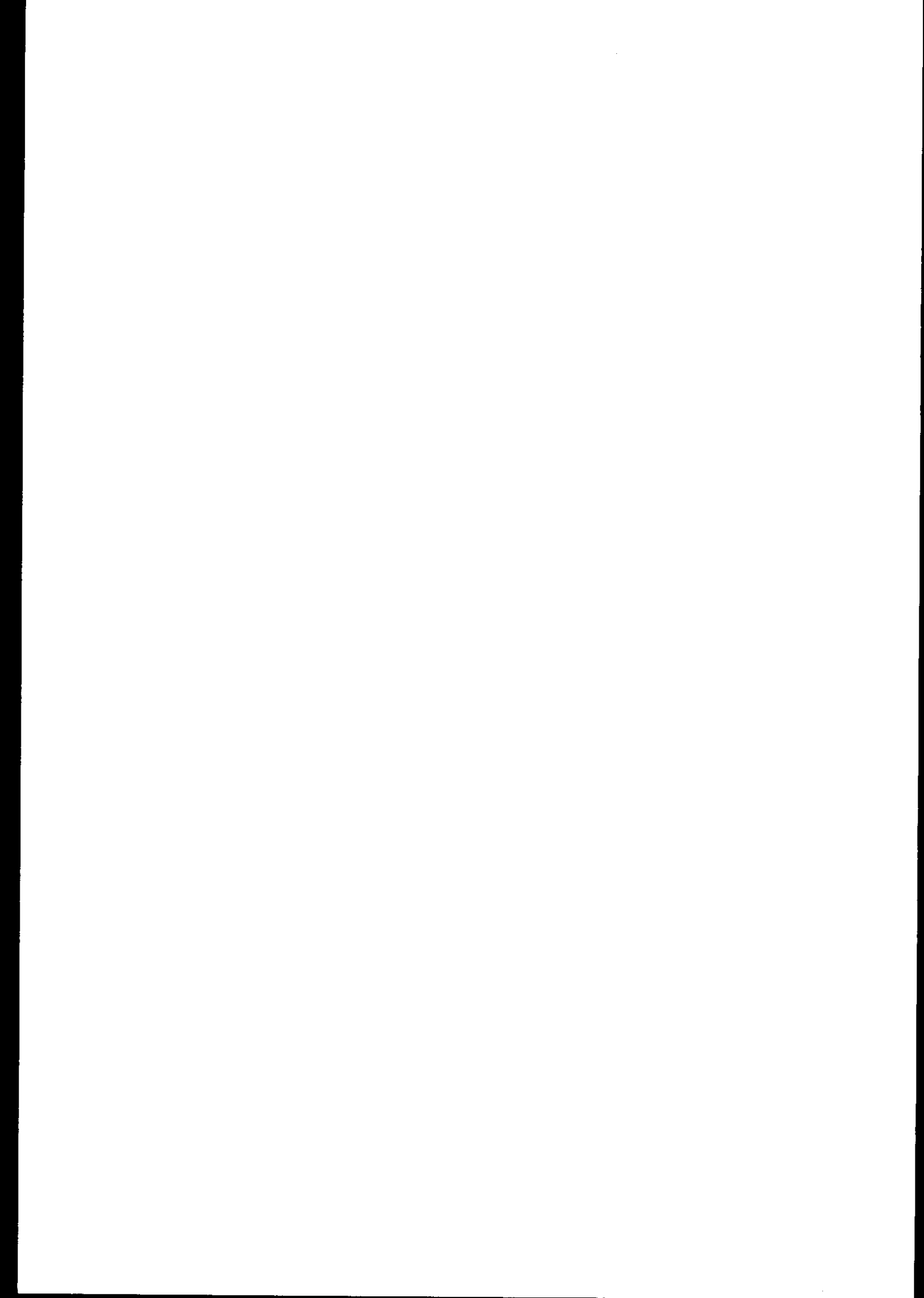


Beliggenhed Broens navn Litteraturkilde	Broens geometriske data Byggemetode Art af stillads	Uheldsår Art af uheld	Årsag til uheld
Sydafrika Kazerne Viadukt 3. og 6.	560 m lang motorvejsbro med kasse- dragertværsnit. Kassedragerne støbes af 2 gange: først bund og kroppe som et trug og dernæst brobanepladen.	1970 1 forankringsfag og 1 svævefag styrtede ned, mens de midler- tidigt lå som en trugdrager.	Utilstrækkelig forankring af 2 barduner, der midler- tidigt fastholdt en søjle – understøttet på 1 leje forveden – i forbindelse med en lille vridningsstivhed af det åbne trugprofil.
? 6.	Stålbros over flod.	? Total kollaps, da broen næsten var færdig.	Skibsstød.
? 6.	170 m lang bro over flod, 6 fag. Stilladsdragere understøttet på trææg.	? Stilladsstyrt før ilægning af armering.	Trææg i flod undermineret på grund af stærk strøm fra kraftigt regnskyl.
Danmark Vestmotorvejen Ølby-Ringsted Bro Vestbanen (nr. 12)	Skæv jernbetontunnelrør med lysning 11 m og længde ca. 60 m. Vægge støbes successivt, og brodækket på en gang i en afsluttende støbning. Stilladset består af stolper, der bærer en langsgående DIP 14, hvorpå der på tværs er oplagt Peiner gigantdragere V 800 A. I tunnelrøret er stolperne afstivet til tunnel- væggene og funderet på vægfundamentterne. Udenfor tunnelrøret (i trekanten) er stol- perne afstivet til et tømmerstillads og funde- ret på enkeltfundamenter af beton.	1971 Stillads for øst- lige trekant styr- tede ned umid- delbart før dæk- støbningens af- slutning.	Det har ikke været muligt definitivt at påvise årsagen til sammenstyrtningen, idet det blev fundet, at der forelå mulighed for, at såvel gigantdragere som understøtning incl. fundamenter og funde- ring kunne være primær årsag til sammenstyrtningen.



# **BILAG 3**

**BESKRIVELSE AF STILLADSUHELD  
VESTMOTORVEJEN ØLBY-RINGSTED  
BRO VESTBANEN (NR.12)**



## DBF'S ARBEJDSGRUPPE VEDR. FOREBYGGELSE AF UHELD VED BROBYGNING

### BESKRIVELSE AF STILLADSUHELD VED BRO VESTBANEN (NR. 12) PÅ VESTMOTORVEJEN ØLBY — RINGSTED

#### 1. BESKRIVELSE AF UHELD

22. december 1971 ca. kl. 23.30 indtraf et stilladsuheld under dækstøbningen på bro Vestbanen ved Ringsted, bro nr. 12 på Vestmotorvejen Ølby — Ringsted. Bro Vestbanen fører Vestmotorvejen over den dobbeltsporede hovedbane København — Korsør, hvor juletrafikken med op til ca. 350 passerende tog pr. døgn var indledt. Uheldet medførte, at sporene var blokeret i ca. 18 timer.

Bro Vestbanen er et ca. 45° skævt jernbetonrør med lysning 11 m og længde 60 m. Først støbtes væggene og senere dækket. Da der efter 1½ døgn's støbning manglede udstøbning af ca. 20 m<sup>3</sup> af dækkets 550 m<sup>3</sup> beton styrtede den østlige »trekant« ned. Se fig. 1.

Formen bestod af 21 mm støbefiner lagt direkte på Peiner gigantdragere V 800 A med 60 cm afstand. Gigantdragerne lå på en 6'' x 6'' bjælke, der var kilet op på en DIP 14, som igen lå på 6'' x 6'' stolper med afstand 90 cm. Se fig. 2.

Langs tunnelrørets vægge var stolperne fastholdt ved clampsjern til disse og stod på vægfundamenterne, se fig. 3.

Uden for tunnelrøret blev stolperne fastholdt af et træstillads og funderet på enkeltfundamenter af beton, fig. 4 og 5.

Af fig. 4, der viser det intakte stillads i broens vestende, ses umiddelbart, at et svigt af en enkelt af de indgående komponenter let kan medføre total-skade.

#### 2. ÅRSAG TIL UHELD

Skønsmændene fandt, at der forelå mulighed for, at såvel understøtning som gigantdragere kunne indebære primære årsag til sammenstyrtningen. Vedr. understøtningen pegede man på følgende muligheder:

1. Stolpestilladsets sikkerhed. Man målte stolpernes afvigelse fra ret linie og konstaterede, at der ikke var tilstrækkelig regningsmæssig sikkerhed på knudekræfternes optagelse (sømantal og diagonalers bæreevne som søjler).
2. Sikkerheden på betonfundamenternes spaltstyrke var ikke tilstrækkelig stor (betonen burde have været stærkere).

3. Sikkerheden mod grundbrud i jorden under fundamentene var ikke tilstrækkelig stor. Der var indicier på, at fundamentene ikke var ført ned til bæredygtig grund, men dette blev dog aldrig afklaret, fordi fundamenter m.v. blev gravet bort, før undersøgelse blev foretaget.

Vedr. gigantdragere pegede man på følgende mulighed:

Brud i en øjelaske, jf. fig. 6. Denne mulighed blev bekræftet af, at man fandt et brud i en øjelaske i den i øvrigt intakte del af gigantdragerkonstruktionen.

På grundlag af øjenvidneberetningerne samt ovennævnte forhold, at man midt inde under broen fandt en sprængt øjelaske, konkluderede skønsmændene, at der var 80% sandsynlighed for, at sammenstyrtningen var forårsaget af brud i gigantdrager og 20% sandsynlighed for, at understøtningen jf. 1.-3. ovenfor var årsag. Andre sagen tilknyttede tekniske eksperter var ikke enig i denne sandsynlighedsfordeling. Sagen blev afsluttet med forlig.



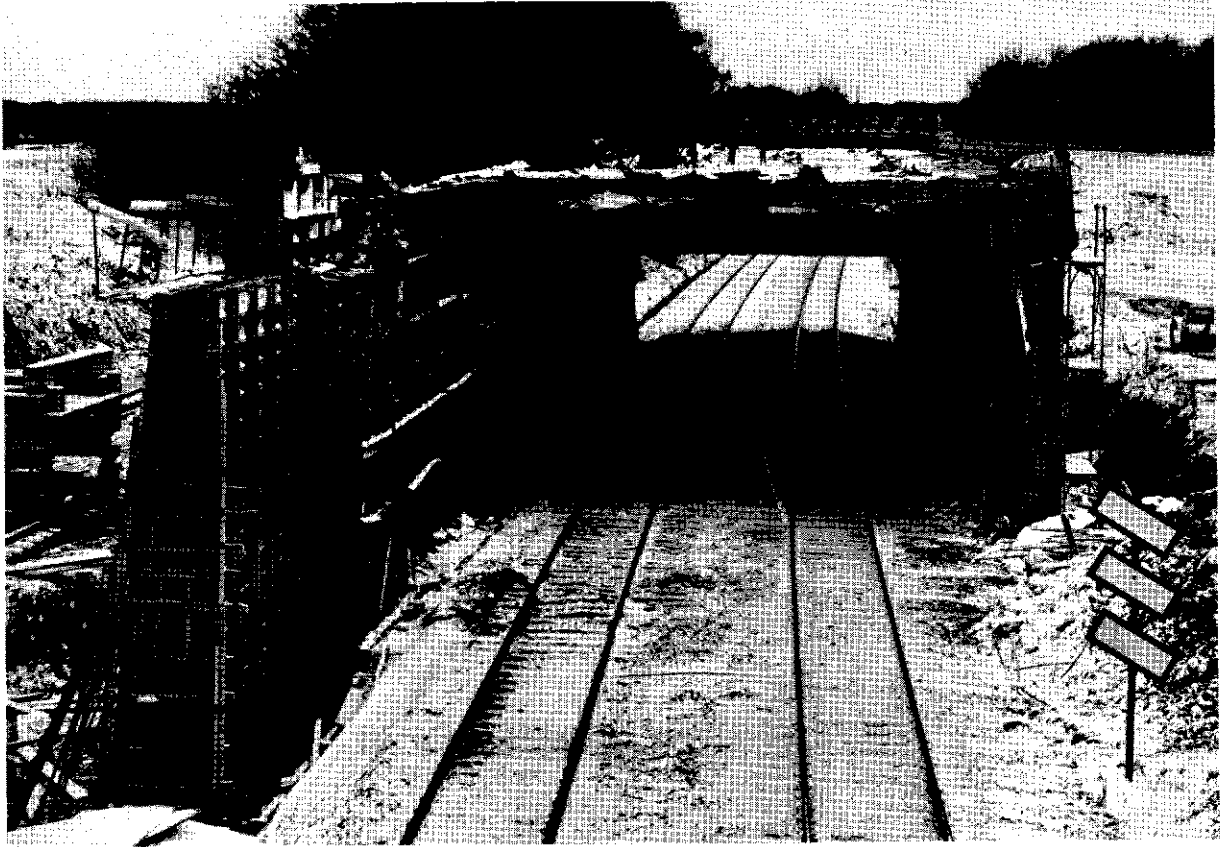


FIG. 1

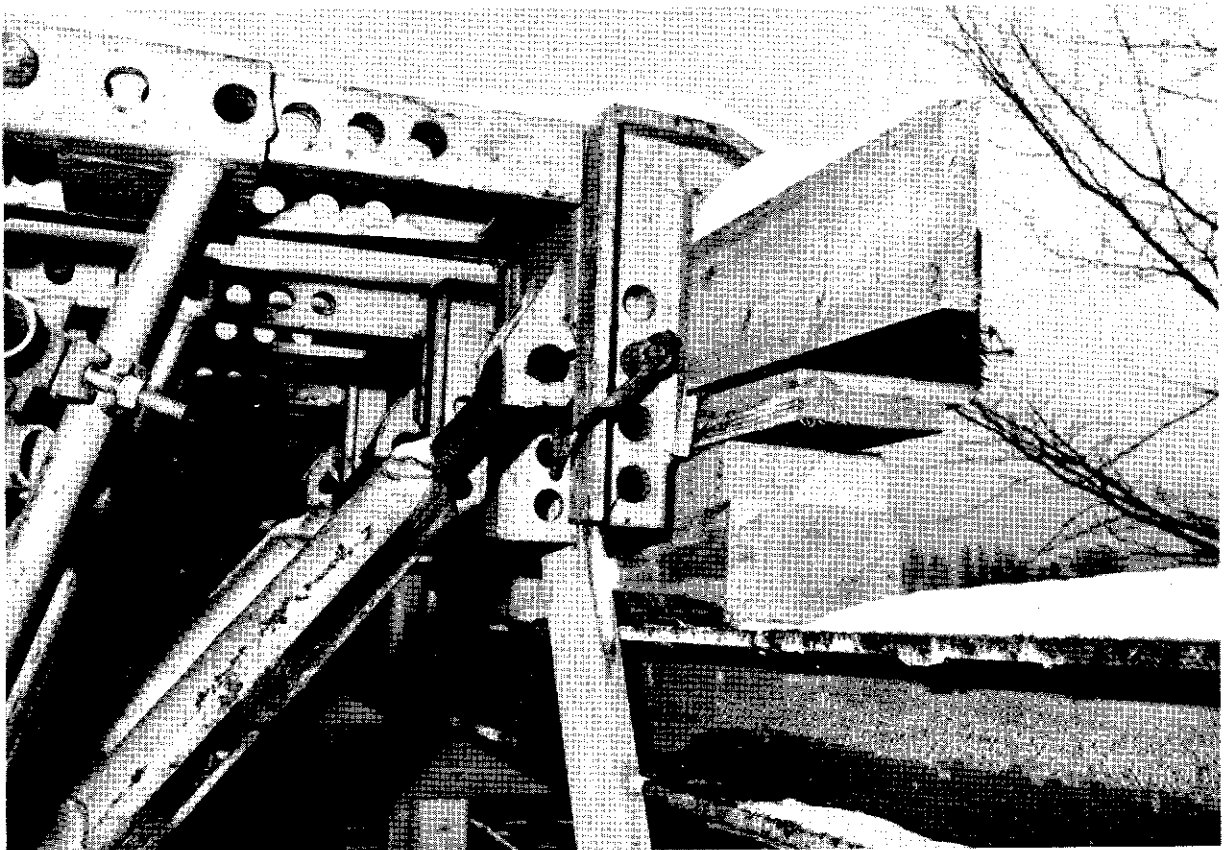
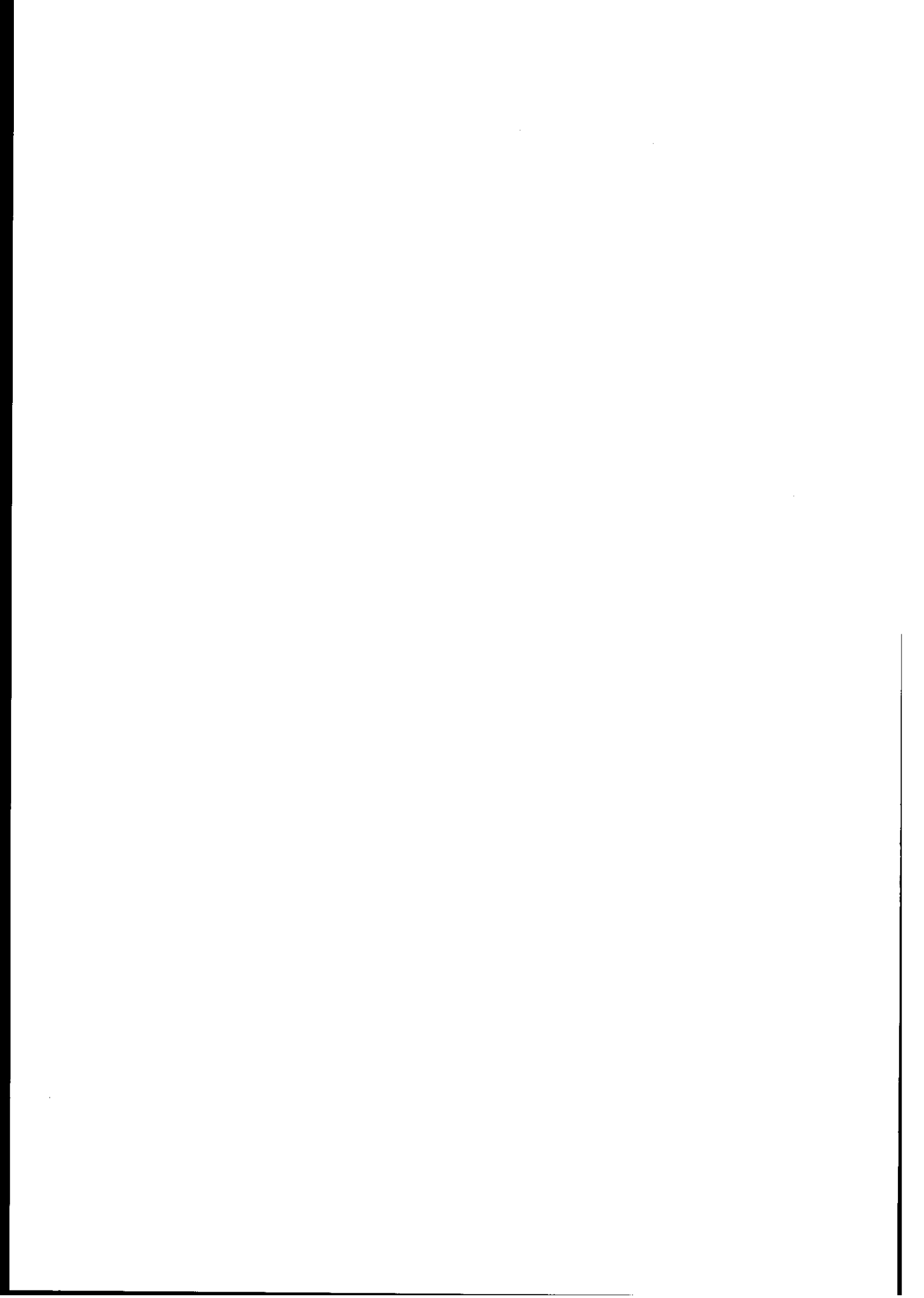


FIG. 2



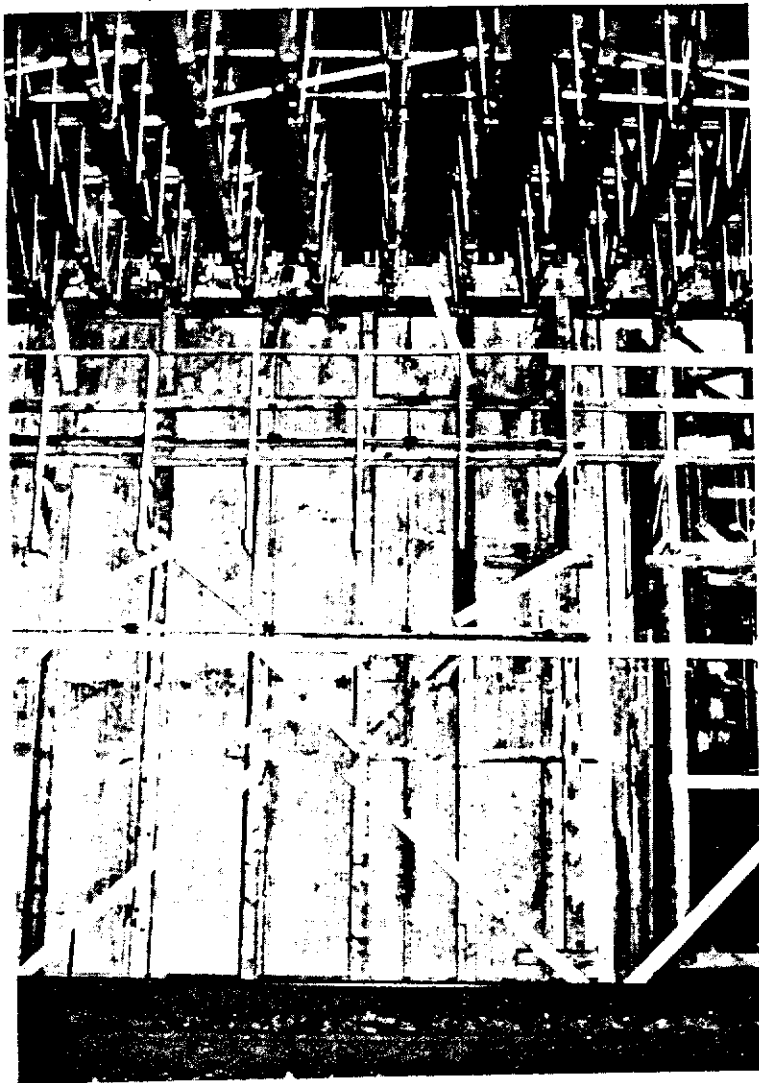


FIG. 3

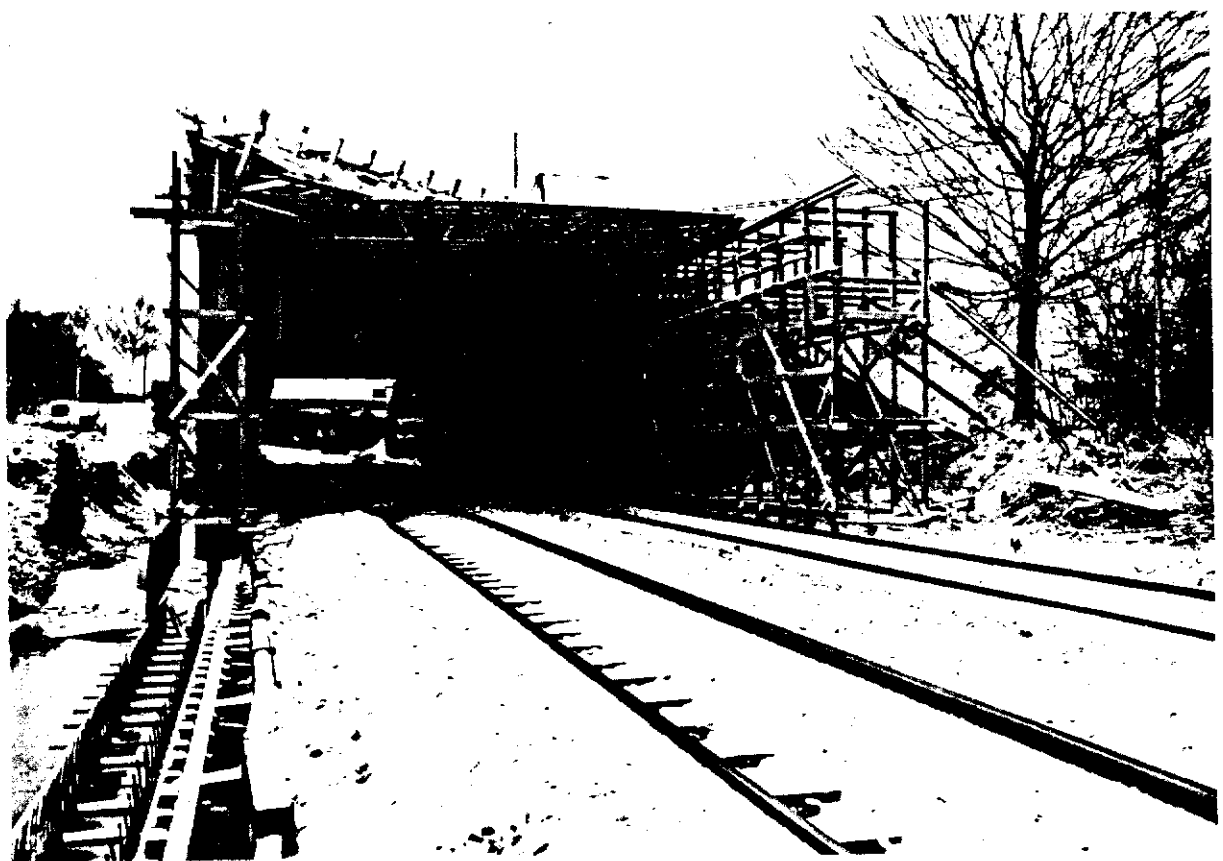


FIG. 4

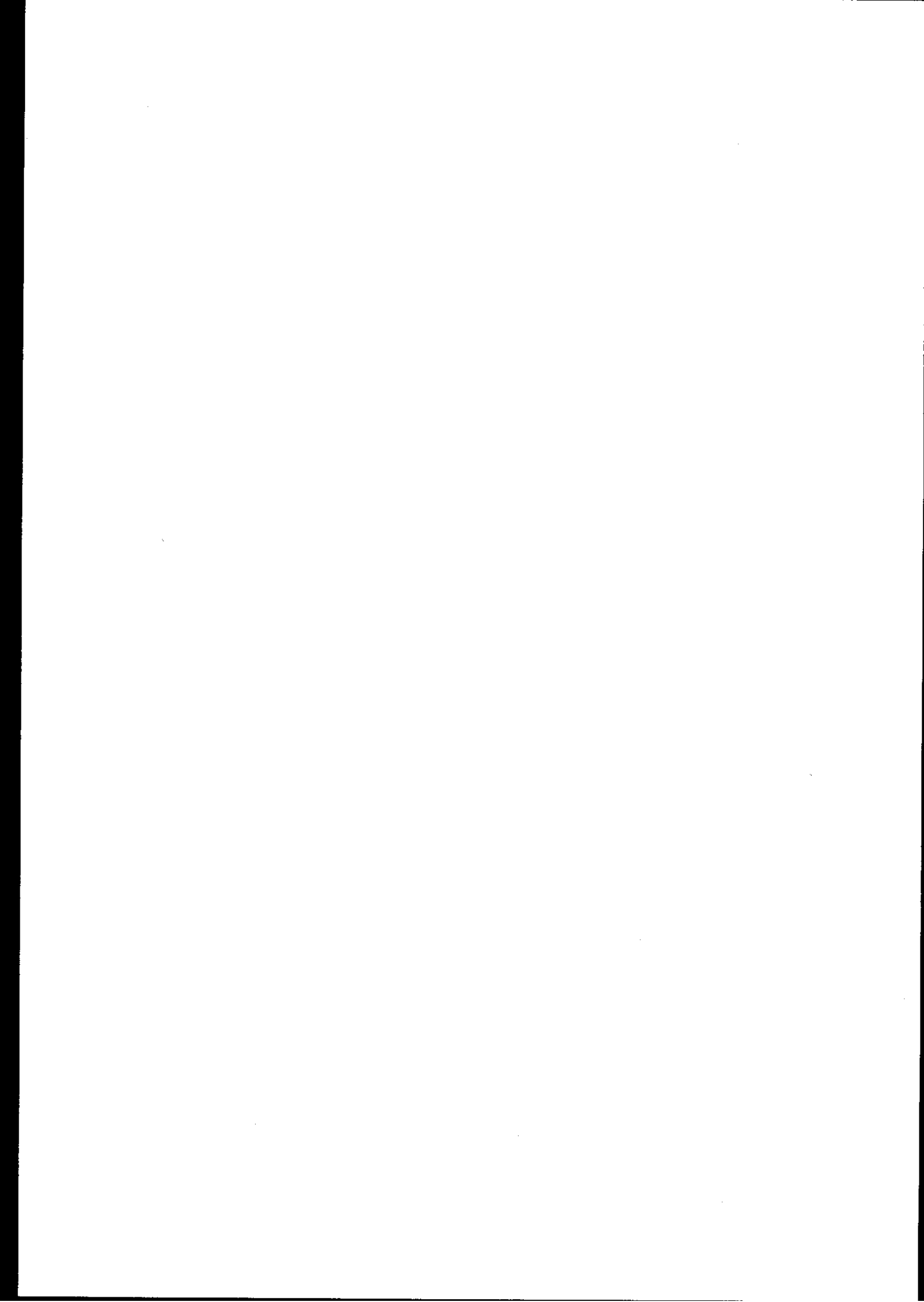




FIG. 5

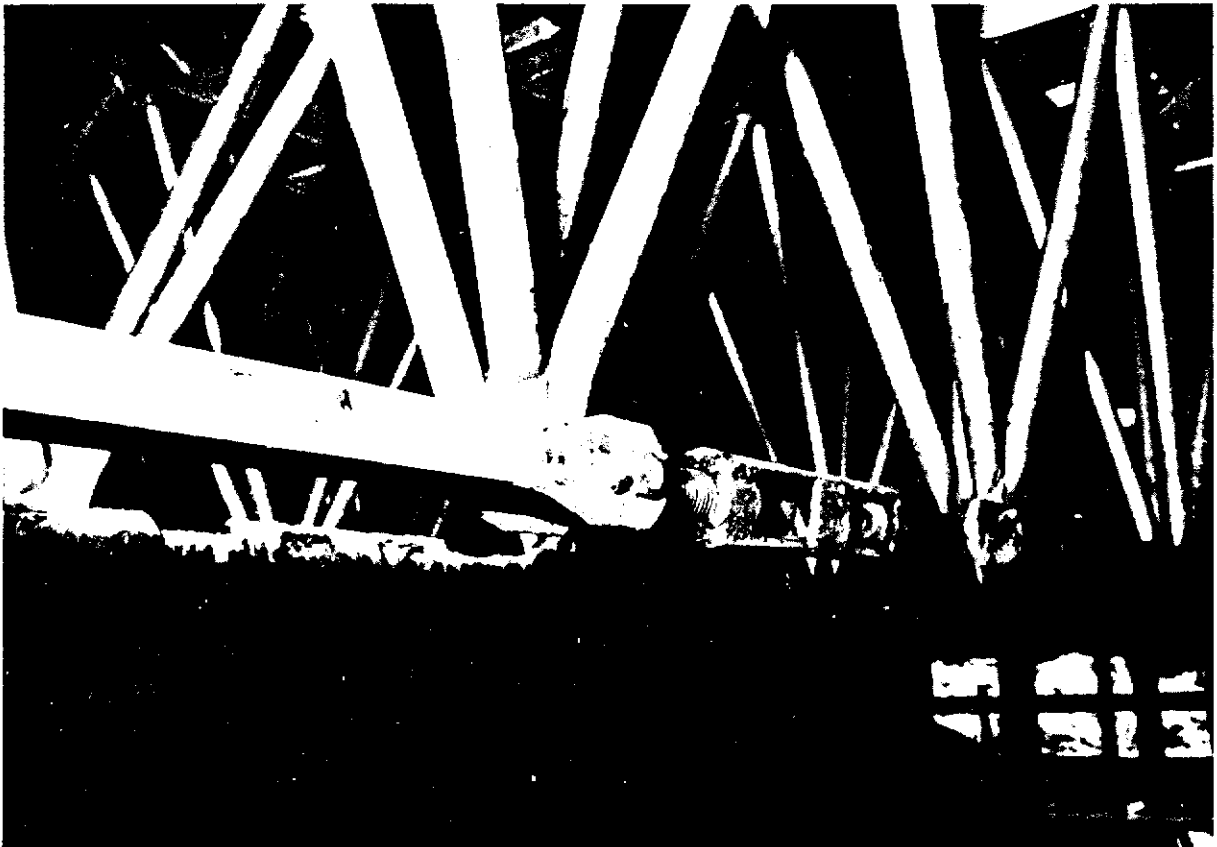


FIG. 6

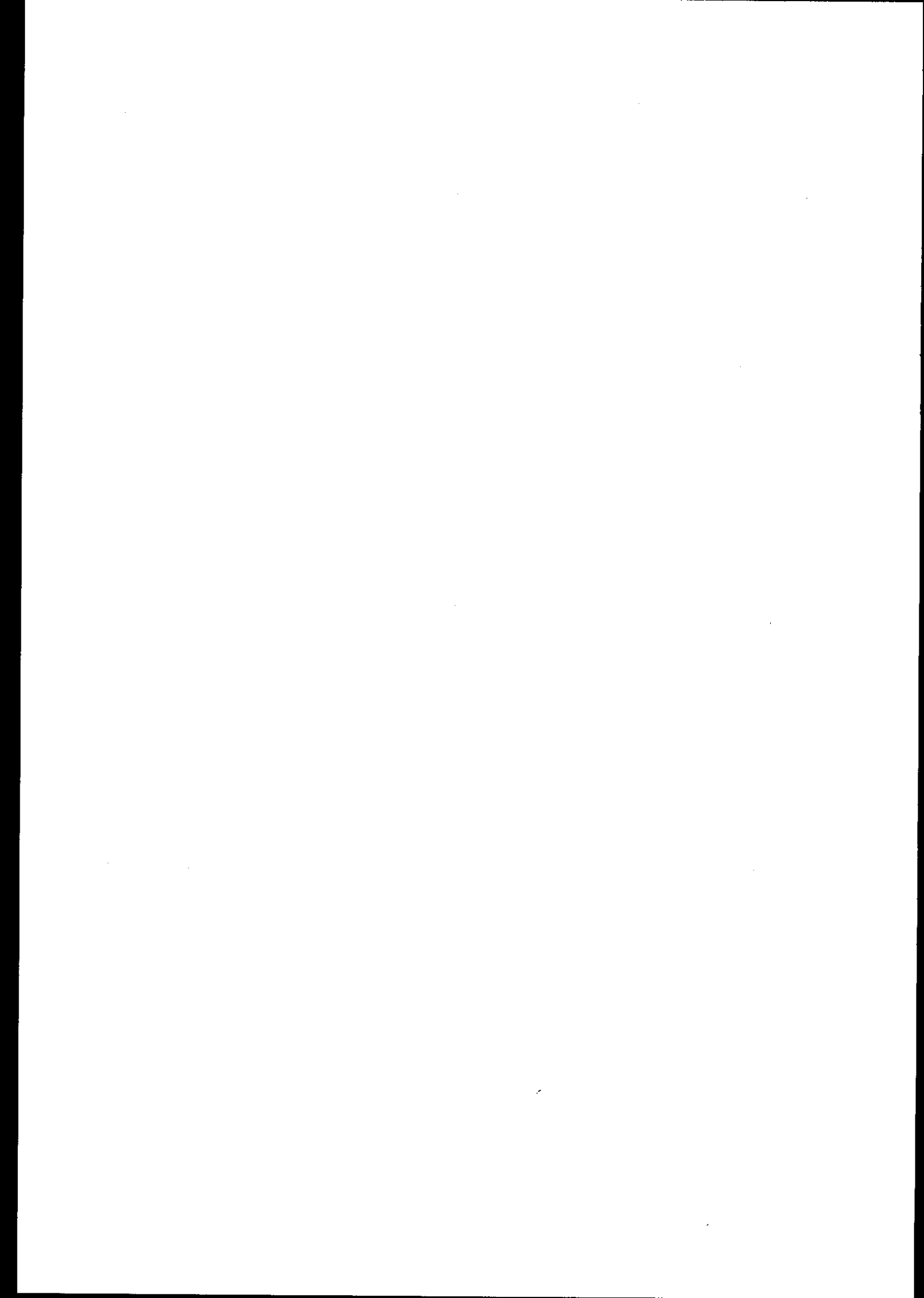




FIG. 5

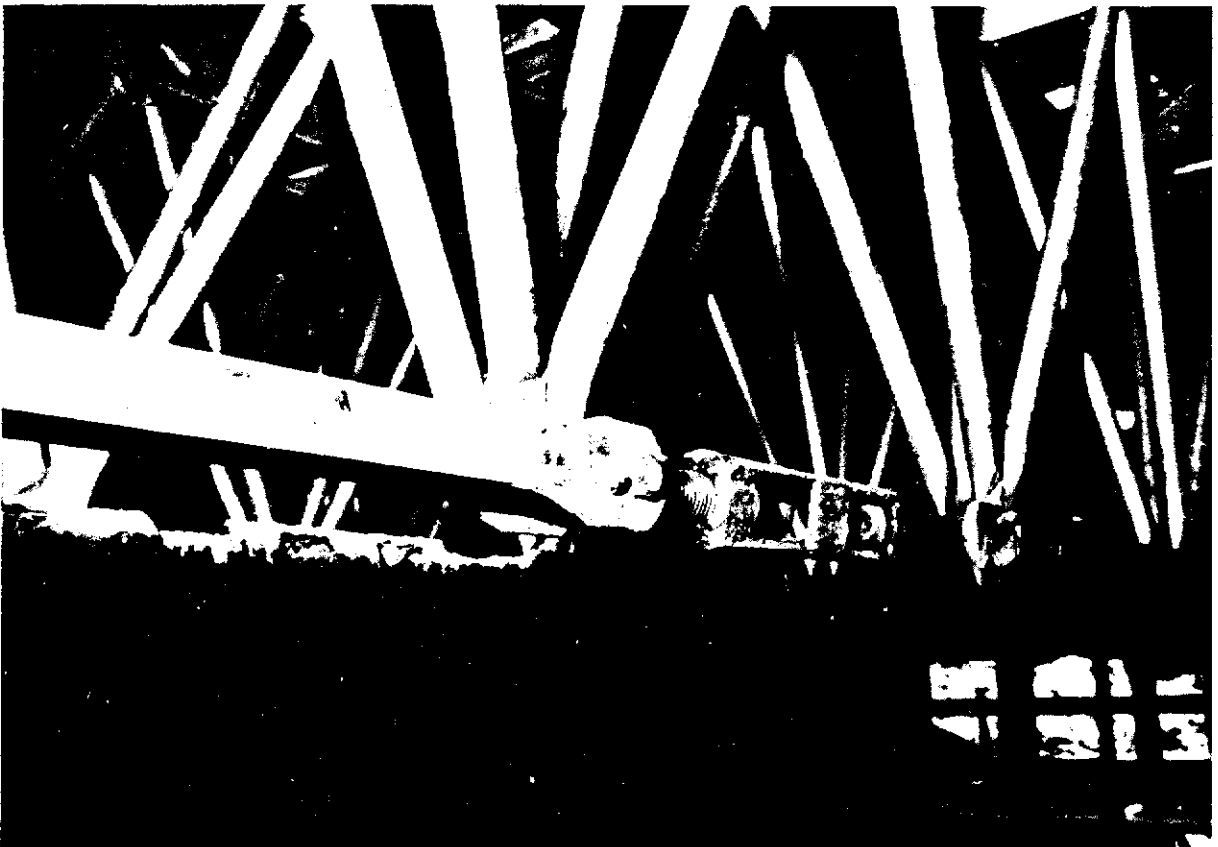
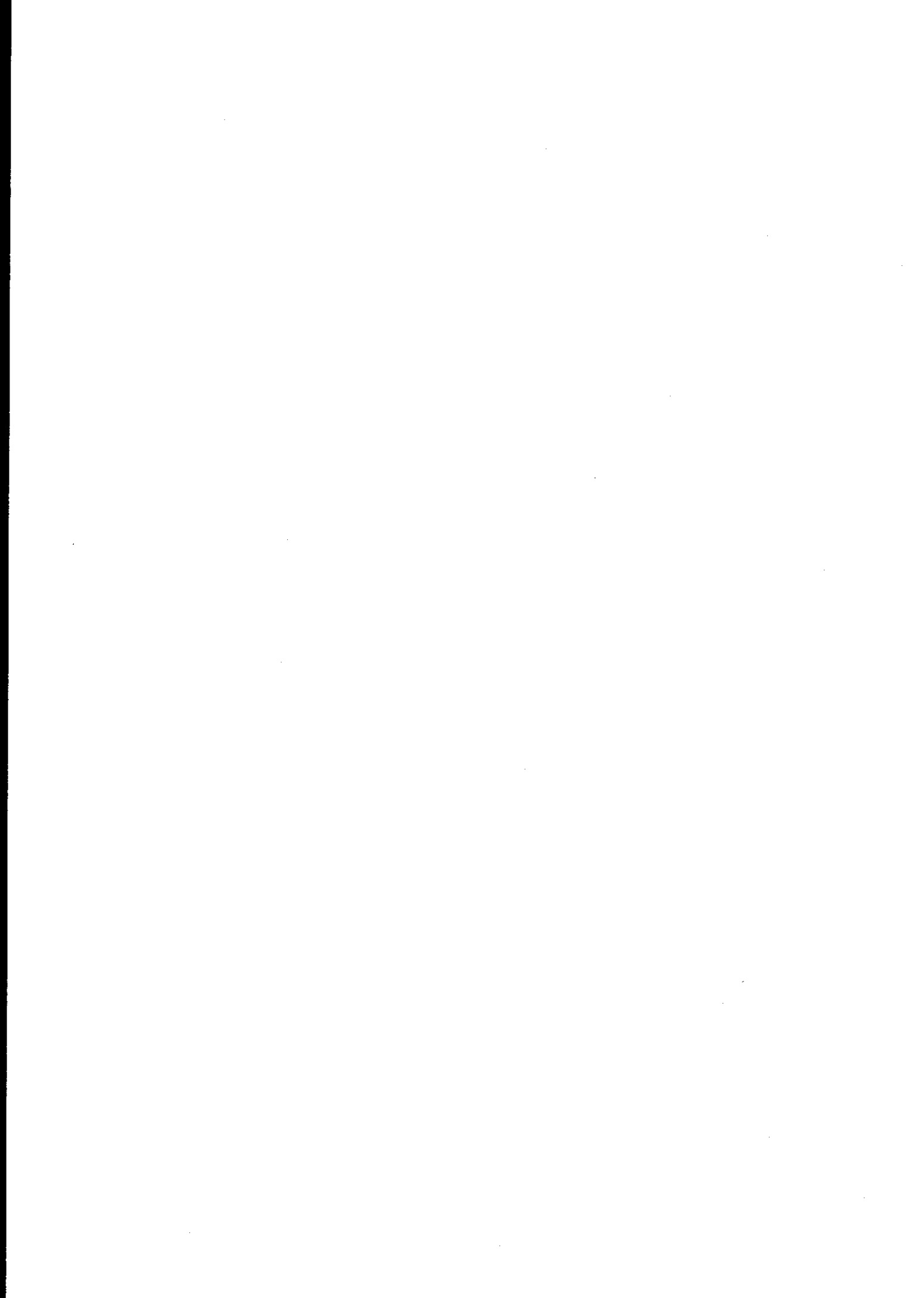


FIG. 6





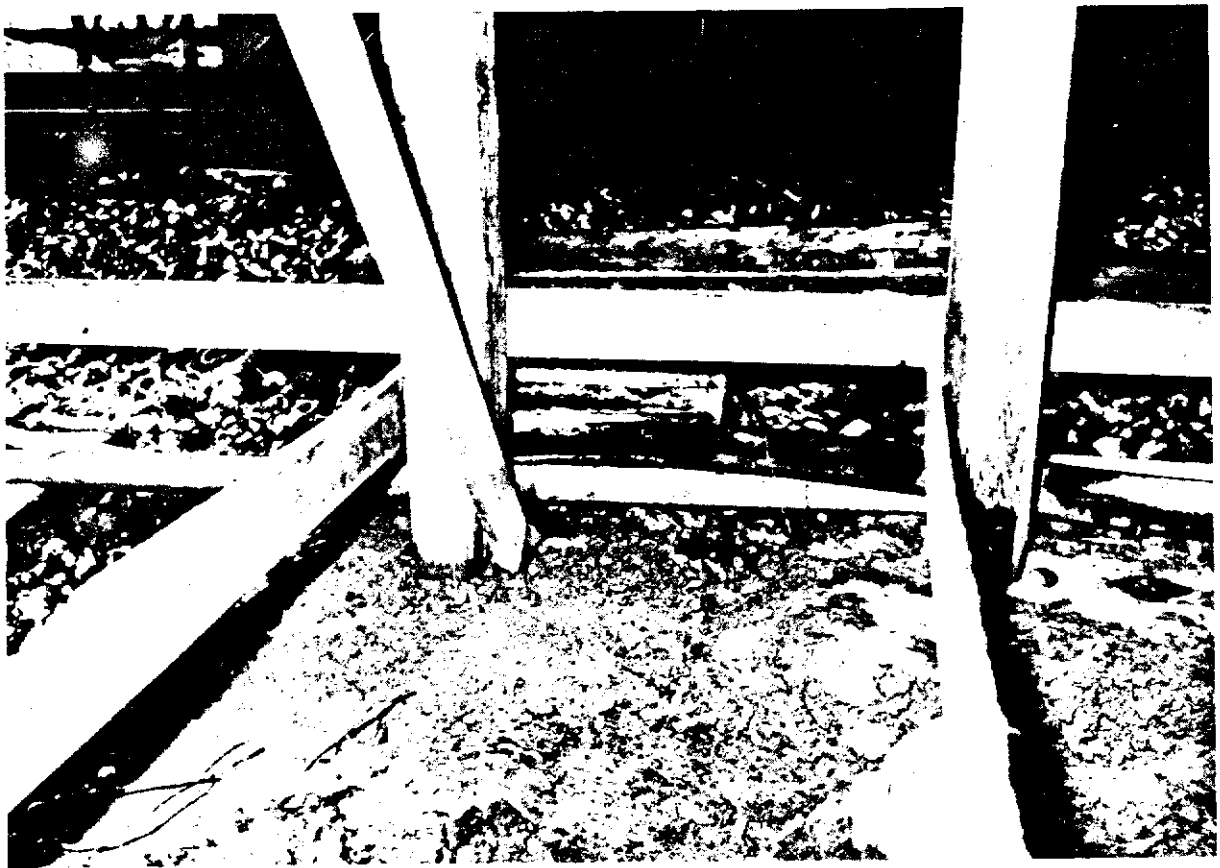


FIG. 5

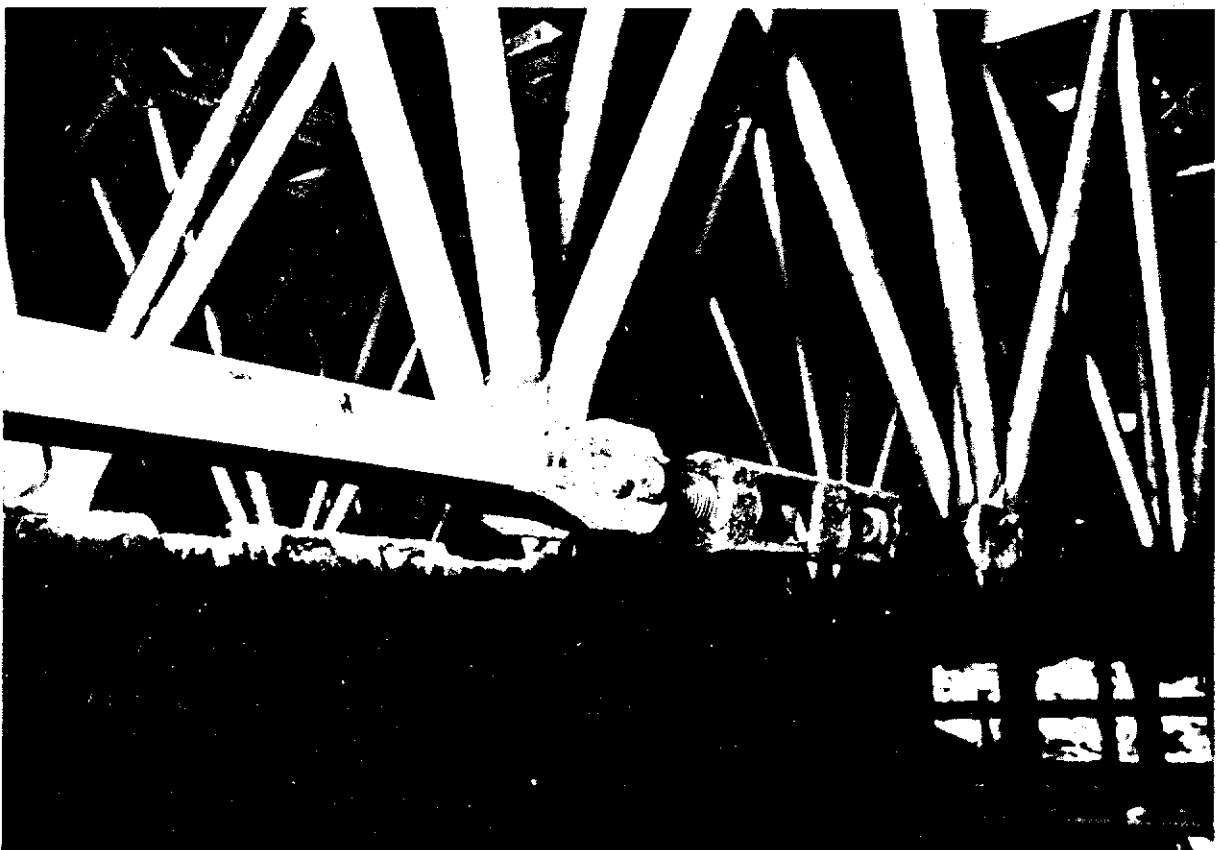


FIG. 6





FIG. 5

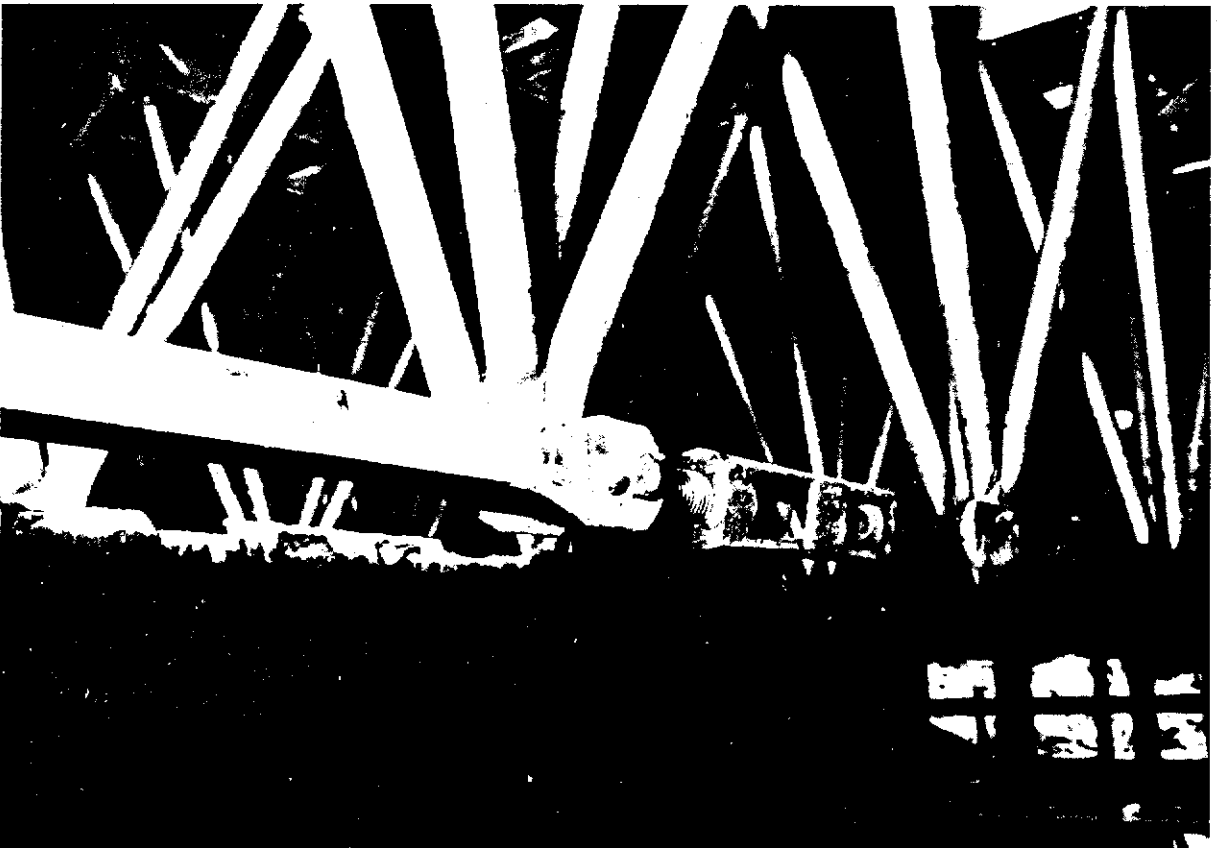
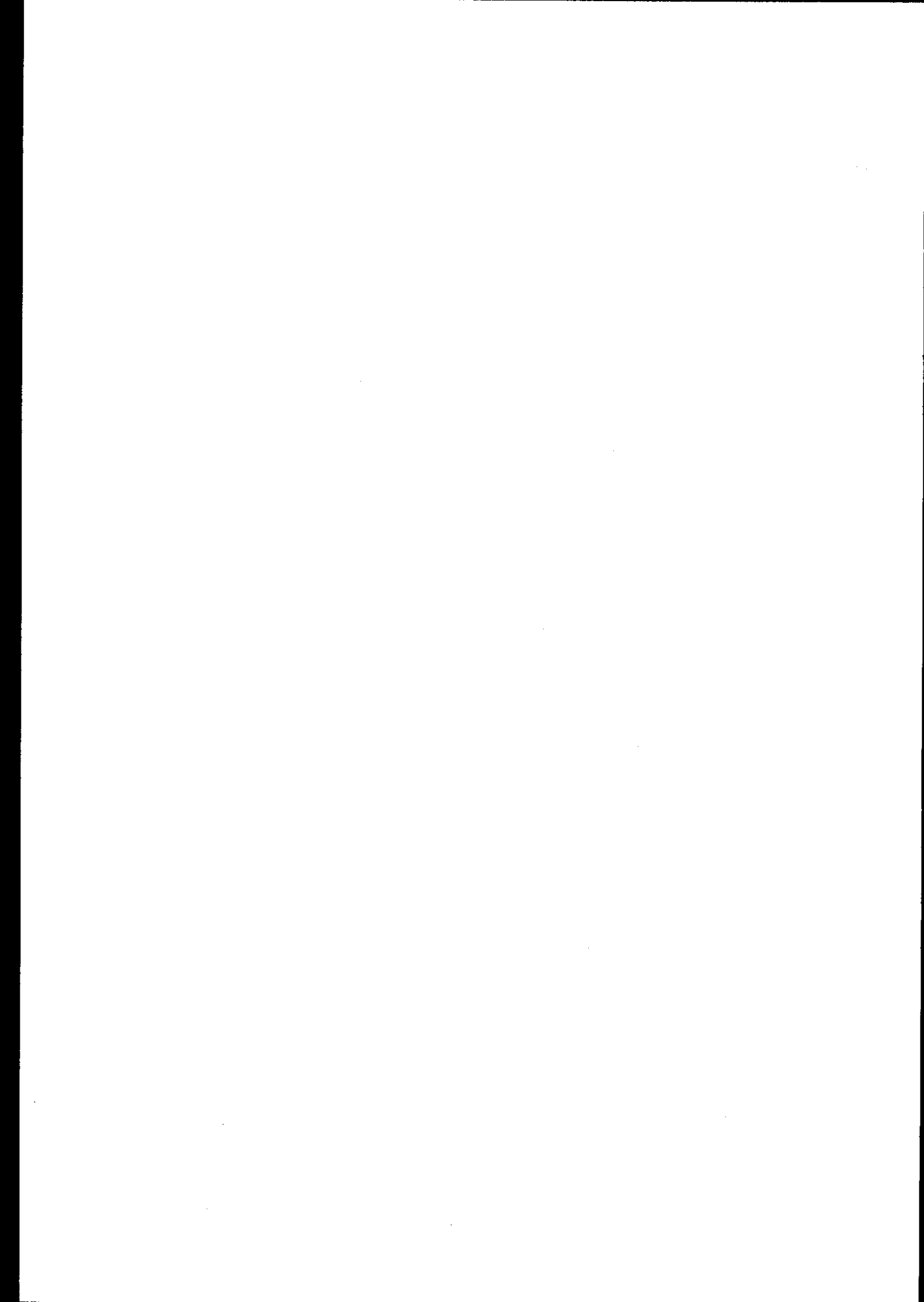
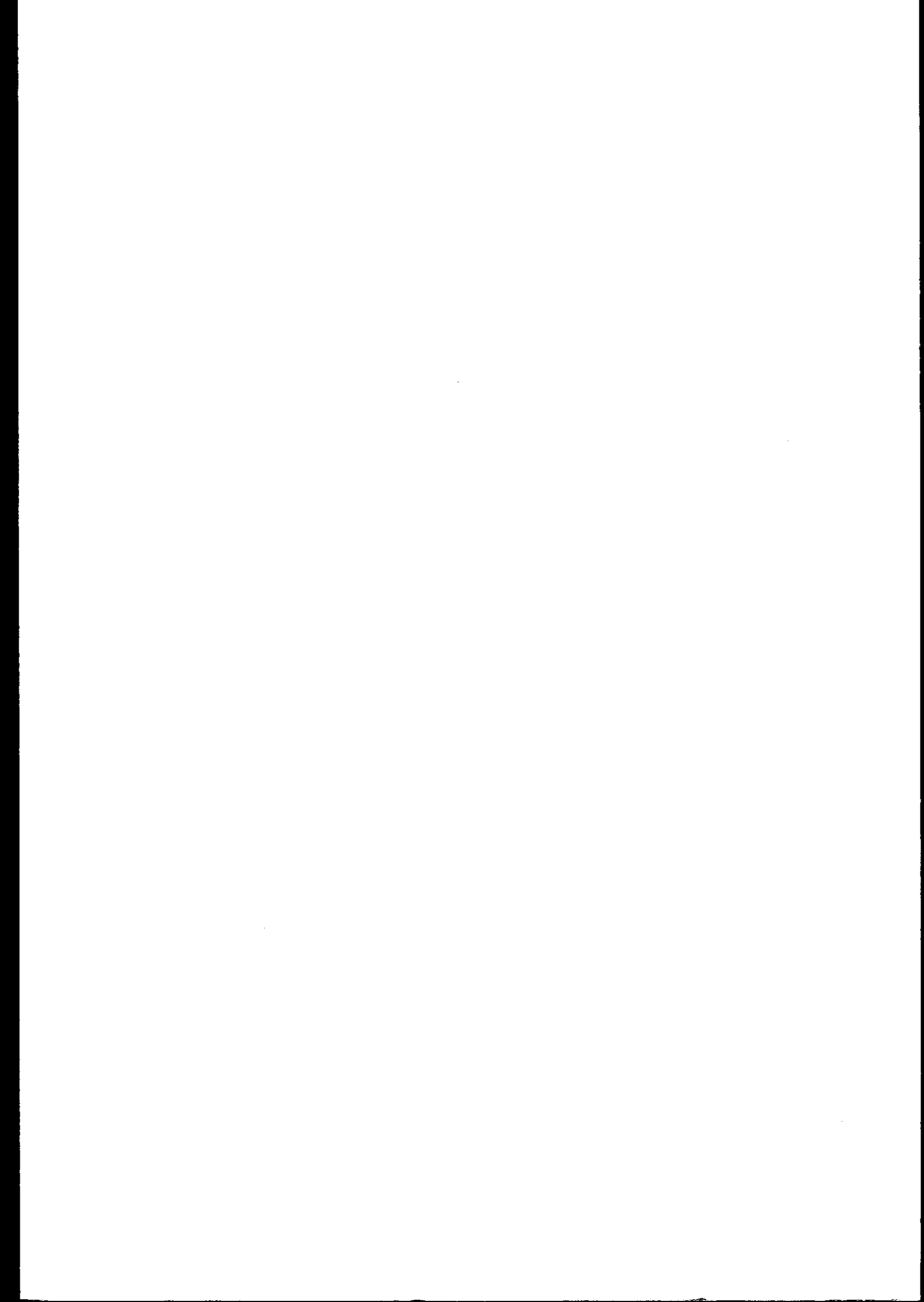


FIG. 6



# **BILAG 4**

**REFERAT AF FOREDRAG OG  
PANELDISKUSION I D.I.F.**



## **DBF'S ARBEJDSGRUPPE VEDR. FOREBYGGELSE AF UHELD VED BROBYGNING**

**REFERAT AF FOREDRAG DEN 19. NOVEMBER 1975**

**SAMT PANELDISKUSSION DEN 10. DECEMBER 1975 I INGENIØRFORENINGEN**

### **FOREDRAG D. 19. NOVEMBER 1975**

Den 19. november holdt dipl.ing. B. von Drachenfels, Koblenz i Ingeniørforeningen et foredrag om brouheld i Tyskland med undertitel »Erfaringer fra kontrol af stilladser anvendt ved brobygning«. Foredraget var arrangeret af Dansk Betonforening.

Dipl.ing. v. Drachenfels fortalte, at man i Rheinland-Pfalz (et område på størrelse med Danmark) siden 1964 årligt har bygget 100-250 broanlæg. Med en sådan aktivitet er der i området blevet opført 2-5 stilladser om ugen. Trods grundig kontrol og prøvning, havde man dårlige erfaringer med anvendelse af de moderne stilladstyper. Foruden større kendte sammenstyrtninger af stilladser, forekom flere tilfælde, hvor alvorlige uheld var blevet afværget rettidigt ved forstærkning og forøget afstivning af stilladserne.

v. Drachenfels angav katastroferisikoen til  $1/300-1/200$ , idet der ved opførelse af 1600 broanlæg i løbet af en 10-års periode var sket 7 sammenstyrtninger som følge af stilladssvigt. Foredragsholderen bemærkede til katastroferisikoens størrelse, at den var bekræftet af broingeniører i udlandet. Da skaderisiko for stilladser er højere end for andre bygværker, har man da også i Rheinland-Pfalz indført skærpet kontrol med stilladsarbejde. Denne kontrol udføres af prøveingeniører, byggeledelse, og den indeholder stikprøvekontrol foretaget af svejsetekniske læreanstalter og prøveanstalter. Analyse af mangler har vist, at årsagerne til svigt og fejl ikke alene skal søges på byggepladserne. Tillid til byggeteknisk service, stræben mod hurtig og billig montage og demontage, undertiden dårlig handelsmoral hos repræsentanter for stilladsfirmaer samt mangel på tilstrækkeligt kvalificeret personale har medført, at stilladser er blevet opført med mindre sikkerhed end krævet for provisorisk belastningstilfælde.

Niveauet for den tekniske behandling af stilladsprojekter er minimeret til løse håndskitser. Sammenvirkende med andre faktorer resulterede dette i systemer som vanskeligt lod sig forene med anerkendte konstruktionsregler og -praksis. Stilladssystemerne blev uoverskuelige og komplicerede, og adskillige detaljer måtte løses på byggepladsen af formænd og montører, som grundet manglende statistisk kendskab ikke kunne erkende og redegøre for virkningerne af deres improvisationer.

Angående måltolerancer f.eks. krav til belastningers maksimale excentricitet understregede v. Drachenfels, at disse ofte er betydeligt mindre end det, der kan opnås i praksis.

Af andre årsager nævntes dårlig håndværksmæssig udførelse, entreprenørens undertiden fjendtlige holdning overfor teknik og teknikergruppers ensidige specialisering i forskellige retninger, der har reduceret evnen og viljen til samarbejde.

v. Drachenfels beklagede endvidere, at tendensen til fremstilling af stadig mere kortvarige forbrugsgoder også er trængt ind i byggeriet. Han formåede derfor ingeniører til at kæmpe mod denne ved at udføre mere sikre og holdbare bygværker.

Dette skulle også gælde for fremstilling af stilladselementer og udførelse af stilladser.

Under foredraget fremviste v. Drachenfels resultatet af analyse foretaget på 12 stikprøver.

Af de 73 påtalte mangler var 17 (23%) fremstillings- og maskinfejl, 23 (32%) beskadigelser under transport, 30 (41%) udførelses- og montagefejl og 3 (4%) fejl af andre årsager.

Det blev nævnt, at det ikke er usædvanligt, at antallet af påtaler ved et enkelt stilladsarbejde overskrider 30. Hyppigt skyldes fejlene dårligt udført svejsninger, for stor spredning i spindlernes effektive areal og ofte forekommer materialeforveksling (stilladselementer fremstilles i 40 forskellige materialekvaliteter) ligesom forskellige godstykkelser med samme rørdiameter.

Efter foredraget fulgte en omfattende lysbilledserie, hvor der foruden problemer ved specielle udførelsesmetoder blev vist eksempler på skadede og sammenstyrtede stilladser. Her skal især nævnes skader som følge af:

1. Uheldigt udformede understøtninger
2. excentriske belastninger
3. excentriske stang-forbindelser
4. spindler med for stor »virksom« længde

v. Drachenfels sluttede med følgende ønsker til forebyggelse af stilladssvigt:

- a) Stilladsprojekt skal udføres med alle nødvendige beregninger og tegninger, inkl. tegninger af detaljer.
- b) Regler og forskrifter bør ikke afviges.  
Konstruktionen bør udformes under hensyntagen til dragernes alder og tilstand.



- c) Ikke prøve at afkorte uddannelsen af montagefolkene. Yderligere uddannelse ønskes.
- d) Montagen bør ledes og overvåges af ansvarlige og erfarne ingeniører.
- e) Elementernes materialekvalitet og bemaling skal være entydig, og godstykkelse skal kunne »ses«, således at forveksling undgås.
- f) Svejsninger på byggepladsen skal også udføres fagmæssigt.
- g) Huller til bolte o.a. skal bores og ikke udføres ved skærebrænding.
- h) Stilladser bør kun placeres på ueftergivelige fundamenter.
- i) Understøtningspunkter skal placeres så nøjagtigt som muligt.
- j) Koordinering af alle arbejdsprocesser: overvågning fra skitseprojekteringen af stilladset til nedtagning af dette.
- k) Glem ikke, at de større elementer har mindre lastfordelende evne. Jo større element, der bryder sammen, jo større katastrofe.

## PANELDISKUSSION D. 10. DECEMBER 1975

I fortsættelse af foredraget den 19. november afholdtes et diskussionsmøde den 10. december  
Emnet var: Anvendelse af moderne stilladser.  
Diskussionsoplæggene blev givet af:

afdelingsingeniør P.L. Avnstrøm, DSB  
civilingeniør J. Nørgaard Pedersen, Monberg og Thorsen  
ingeniør H.C. Broe Østergaard, VMC Stålcenrum A/S  
og landsretssagfører Ole Fentz

Professor Aa. Jespersen udnævntes til ordstyrer

**Bygherrens og den rådgivende ingeniør's synspunkter blev fremført af P.L. Avnstrøm.**

P.L. Avnstrøm udtalte, at bygherren og den rådgivende ingeniør normalt i projektet og betingelser stiller krav til beregningsmæssige belastninger, sikkerhedsniveau, tolerancer m.v. til den permanente konstruktion. Bygherrens ønsker er at få sit bygværk fremstillet således, at de tekniske, og æstetiske krav opfyldes på den økonomisk bedst mulige måde. Valg af udførelsesmetode såvel som opstilling af krav til stilladser er ydelser under konkurrencevilkår, som overlades til entreprenøren. Entreprenøren bærer derfor ansvaret for stilladsernes bæreevne, stabilitet og tilladelige deformation. Avnstrøm gav udtryk for forundring over den skødesløshed som udførelsen undertiden bærer præg af. Stilladsprojekter bliver ofte udført i så nødtørftigt omfang, at løsning af detaljer overlades til byggepladsen, ligeså vurdering af bevægelsesmuligheder ved understøtninger.

Forholdet forværres ved utilstrækkelig kommunikation mellem entreprenørens tegnestue og arbejdspladsen. Endvidere kan kontrollen med udførelse af stilladsarbejdet også være utilstrækkeligt. Stilladset bør betragtes på samme seriøse måde som det permanente bygværk. Ved udarbejdelse af stilladsprojekt skal der tages hensyn til de påvirkninger, som hidrører fra betonens »fødsel« d.v.s. udstøbningsmåde, overførsel af kræfter og/eller deformationer fra den hærdende beton (temperaturændringer, temperaturdifferencer, svind o.a.) samt de påvirkninger, der hidrører fra deformationer fra jordbunden. Avnstrøm bemærkede, at manglende vedligeholdelse af stilladserne af bygherren må opfattes som et væsentligt usikkerhedsmoment og ønskede indførelse af stikprøvekontrol evt. suppleret med belastningsforsøg af opførte stilladser. Tanken om opstilling af krav til sikkerhedsniveau, stabilitet m.v. måske ligefrem et forslag til stilladsprojekt indeholdt i bygherrens udbudsmateriale blev fremført og Avnstrøm sluttede sit oplæg med ønsket om en mere åben og saglig kommunikation mellem entreprenør og rådgivende samt ønske om tilstrækkelig uddannelse af arbejdere og teknikere til genoprettelse af en selvfølgelig ansvarsbevidsthed hos de mennesker, som udfører stilladsarbejder.

**Fra entreprenørside talte civilingeniør J. Nørgaard Pedersen.**

Det blev understreget, at stilladsets hovedsystem skal være gennemtænkt, inden jordarbejdet startes. Moderne rørstilladser bærer op til 20-30 t pr. 4-rørstårn imod gamle dages 4 x 4" træstolpers maximale 3 t pr. stolpe. Det er derfor vigtigt, at der foruden en gennemarbejdet og rimeligt beregnet stilladsplan også udføres en graveplan. Graveplanen skal overholdes, så jorden, stilladset funderes på, er uforstyrret, når stilladsbygningen begyndes. Regnerosion på byggepladsen bør tages i betragtning. Det fremgik heraf, at valg af stillads tidligt bør indgå i entreprenørens planlægning.

Et eksempel på et detaljeret stilladsprojekt blev vist og Nørgaard Pedersen gennemgik det.

Det viste stillads var beregnet for en vandret belastning på 3% af den samlede lodrette last. Erfaringen viser, at stilladser generelt bør dimensioneres for 2-4% vandret belastning. Ved dimensioneringen må der desuden tages hensyn til moderne støbegrejs store kapacitet og visse vandreducerende til sætningsstoffers retardering af afbindingen, hvilket medfører større belastning. Som nye uheldskilder kunne nævnes den forvirring, der er følgen af indførelse af de nye betonnormer's betegnelser og brug af nye enheder (overgangen fra tilladelig- spændingssystem til partialkoefficientsystemet, anvendelse af betegnelserne tilladelig, nominal og regningsmæssig, og SI-enhederne).

Nørgaard Pedersen mente, at ansvaret for stilladsarbejderne bør være entreprenørens, og at bygherren bør vælge en ansvarsbevidst entreprenør med tilstrækkelig teknisk indsigt.

Nørgaard Pedersen ønskede ikke regulativer vedrørende stilladsarbejder, men anbefalede, at udbudsmaterialet indeholder generelle bestemmelser.

**Det næste oplæg blev givet af ing. H.C. Broe Østergaard fra forskallingsfirmaet VMC Stålcenrum A/S.**

Broe Østergaard understregede, at forskallingsfirmaerne først og fremmest er handelsfirmaer og ikke rådgivende ingeniørfirmaer. Forskallingsfirmaerne udlejer og sælger en vare, som firmaerne garanterer for, så længe varen anvendes i overensstemmelse med anvisninger o.a. Firmaerne garanterer, at stilladselementerne kan klare en vis belastning under fastlagte forudsætninger. Firmaerne udsender konsulenter til kunderne. Konsulenten fungerer som kontaktpunkt mellem kunderne og firmaernes tekniske afdelinger.

På grund af arbejdspresset på pladsingeniørerne er det ofte svært at få tilstrækkeligt tegningsmateriale og de nødvendige oplysninger. De tekniske afdelinger må derfor oftest kontakte kunden igen for at kunne udarbejde relevante forskallingsplaner og detailløsninger.

Som anden form for kommunikation til kunderne nævnte Broe Østergaard informationsbladssystemer med praktiske oplysninger om materiellet, tilladelige belastninger og principløsninger

Såfremt teknisk bistand såsom udarbejdelse af stilladsprojekt er ønsket fra kundens side, sendes dette sammen med købs- eller lejetilbud. Forskallingsfirmaet risikerer her, at projektet er udarbejdet under forkerte forudsætninger på grund af den vanskelige kommunikation til kunden. Anvendes projektet forkert, eller er montagen ikke udført korrekt, kan stilladsfabrikanten uforskyldt miste megen prestige inden for fagområdet og endog risikere sagsanlæg, hvis et uheld indtræffer. På grund af det rent handelsmæssige forhold kan forskallingsfirmaerne kun anbefale en kunde i egen interesse — og er uden ret til — at kræve forbedringer.

Broe Østergaard bemærkede, at økonomien sætter grænser for forskallingsfirmaernes tekniske bistand til kunderne, hvilket er beklageligt, idet det er et spørgsmål om økonomi kontra sikkerhed. Forståelse af sikkerhedskriterier blev efterlyst. Vedrørende udlejningsmateriellet blev det nævnt, at der udføres stikprøvekontrol som belastningsforsøg og stålanalyser. Desuden kontrolleres materiellet efter hver udlejning.

For at modvirke stilladssvigt kan forskallingsfirmaerne foreslå:

- 1) Nødvendigheden af ensartede beregningsforskrifter.
- 2) Arbejdsbeskrivelser og belastningskrav som er let forståelige. Udførlige krav vedrørende underbund og fundamenter for stilladser i relation til aktuelle belastninger, herunder hensyntagen til vibrationer specielt i forbindelse med forbikørende trafik.
- 3) Nødvendigheden af udvidet oplysningstjeneste vedrørende sikkerhedskriterier omkring både vandrette og lodrette betontryk, samt bedre forståelse for afsværtningens værdi både ved små og store forskallingsarbejder.
- 4) Kontrol af forskallingsopstillinger. Kontrol udført af erfarne folk.
- 5) Større respekt for det »teoretiske« forskallingsarbejde. Forskallingsingeniøren skal have tid til og mulighed for at lave et grundigt og gennemtænkt projekt.

Aftenens sidste debatoplæg fremførtes af landsretssagfører Ole Fentz, som kort redegjorde for den juridiske ansvarsfordeling byggesagens parter imellem.

I en typisk byggesag er der følgende parter:

- A) Bygherren
- B) Den projekterende og tilsynsførende ingeniør
- C) Entreprenøren
- D) Eventuelt underentreprenører
- E) Leverandøren (af f.eks. stilladser)

Betydningen af begreberne risiko og ansvar blev forklaret som:

Den, der bærer risikoen, hæfter for hændelige skader.

Den, der bærer ansvaret, hæfter sædvanligvis alene for fejl og forsømmelser.

Herefter blev forholdet mellem de enkelte parter uddybet.

#### **Bygherre — rådgivende ingeniør**

Rådgivende ingeniør hæfter (er ansvarlig) for fejl og forsømmelser ved projekt og tilsyn, dog kun i det omfang, hvori der er tale om fejl i forhold til teknisk viden på projekterings- og udførelsestidspunktet.

#### **Bygherre — entreprenør**

Entreprenøren bærer risikoen indtil afleveringen, og han bærer ansvaret også for åbenbare fejl i garantiperioden, derefter i ubegrænset tid for skjulte fejl (i praksis 20 år). Mindre effektivt tilsyn fritager eller nedsætter ikke entreprenørens ansvar.

#### **Bygherre — leverandør**

Ingen af dem kan blive direkte ansvarlige over for den anden part.

#### **Entreprenør — leverandør**

Hvad enten entreprenøren er ansvarlig efter risikoregel eller ansvarsregel, har han hel eller delvis regres mod leverandøren, hvis denne har begået fejl eller forsømmelser.

Drejer det sig om stilladsleverandøren, kan hans ydelse ske enten ved levering af solgt stillads eller ved levering af udlejet stillads.

Solgt stillads.

Leverandøren er ansvarlig for mangler ved stilladset, og entreprenøren kan hæve købet eller kræve omlevering, hvis mangelen er væsentlig.

Er stilladset opstillet, kan entreprenøren kræve erstatning for fejl i selve det mangelfulde stillads.

Erstatning for skader forvoldt ved mangelfuldt stillads, kan kræves, såfremt leverandøren yder garanti herfor, eller skaderne skyldes fejl eller forsømmelser hos ham.

Udlejet stillads.

Her gælder det samme. Dog er projektering og eventuel bistand ved opstilling indbefattet leverandørens ydelse, og han er derfor ansvarlig for fejl og forsømmelser for disse ekstra ydelser, uanset om han tager særskilt betaling herfor eller ej. Det må dog forudsættes, at han har modtaget korrekte oplysninger til brug ved projekteringen.

Ole Fentz nævnte endvidere eksempler på de særlige klausuler, der ofte optræder i leje- eller købskontrakterne.

Tilsyneladende var der ikke taget direkte forbehold overfor skader forvoldt af mangler eller fejl i leverede stilladsdele. I et enkelt tilfælde var ansvarsfraskrivning så uklart formuleret, at den ikke kunne benyttes ved en eventuel retssag.

**Efter de fire debatoplæg var der diskussion.**

Blandt andet blev det fastslået, at tendensen i nyere retspraksis er, at tildele forskallingsfirmaerne ansvar også for teknisk bistand.

Nødvendigheden af bedre kontakt mellem forskallingsfirmaer og entreprenører blev understreget.

Forskallingsfirmaerne mente ikke, de kan påtage sig det fulde ansvar, med mindre forskallingen leveres færdig-opstillet. Udvidet ansvar må også medføre øgede projekteringsomkostninger for firmaerne og dermed højere priser. Sammenholdt er dette et spørgsmål om økonomi contra sikkerhed.

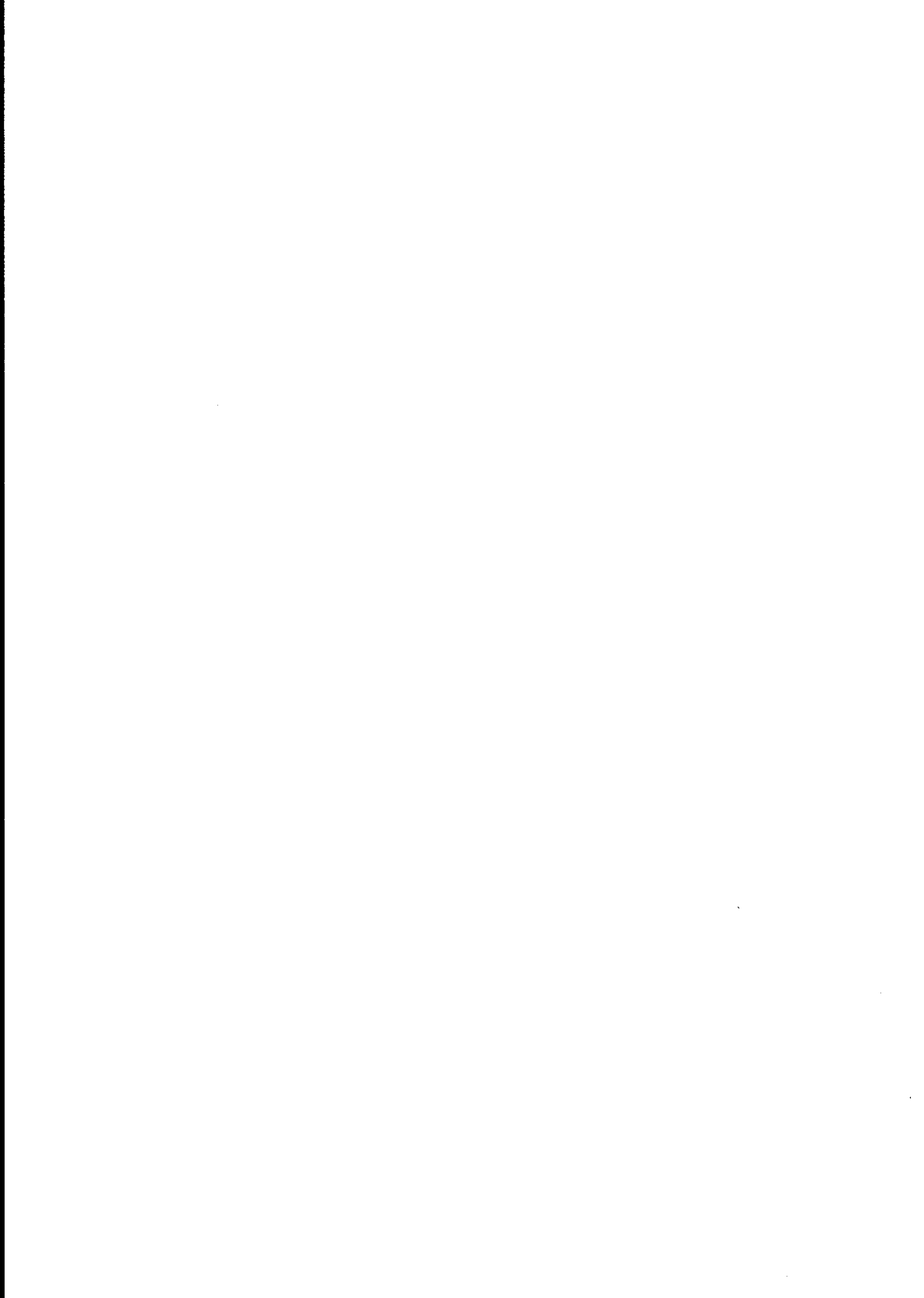
Nørgaard Pedersen blev spurgt, om der var truffet foranstaltninger til stabilisering af spindlerne i det viste forskallingsprojekt. Hertil blev svaret, at man havde benyttet særligt kraftige spindler, som var afprøvet. Desuden havde man gjort sig umage med centrering af belastningerne.

Nørgaard Pedersen fremhævede, at beskadigelse af spindlerne ofte kan undgås ved omhyggelig og forsigtig behandling af stilladstårnene.

Til spørgsmålet om forsøg med stilladstårnes bæreevne ved uensartede sætninger blev der svaret, at forsøg ikke er gjort. Endvidere blev det sagt, at man bør træffe foranstaltninger mod uensartede sætninger ved udførelse af godt og bæredygtigt underlag for tårnene.

Om bygherrrens valg af entreprenør blev det nævnt, at det er en politisk afgørelse, at bygherren normalt skal antage den billigst bydende ved licitation.

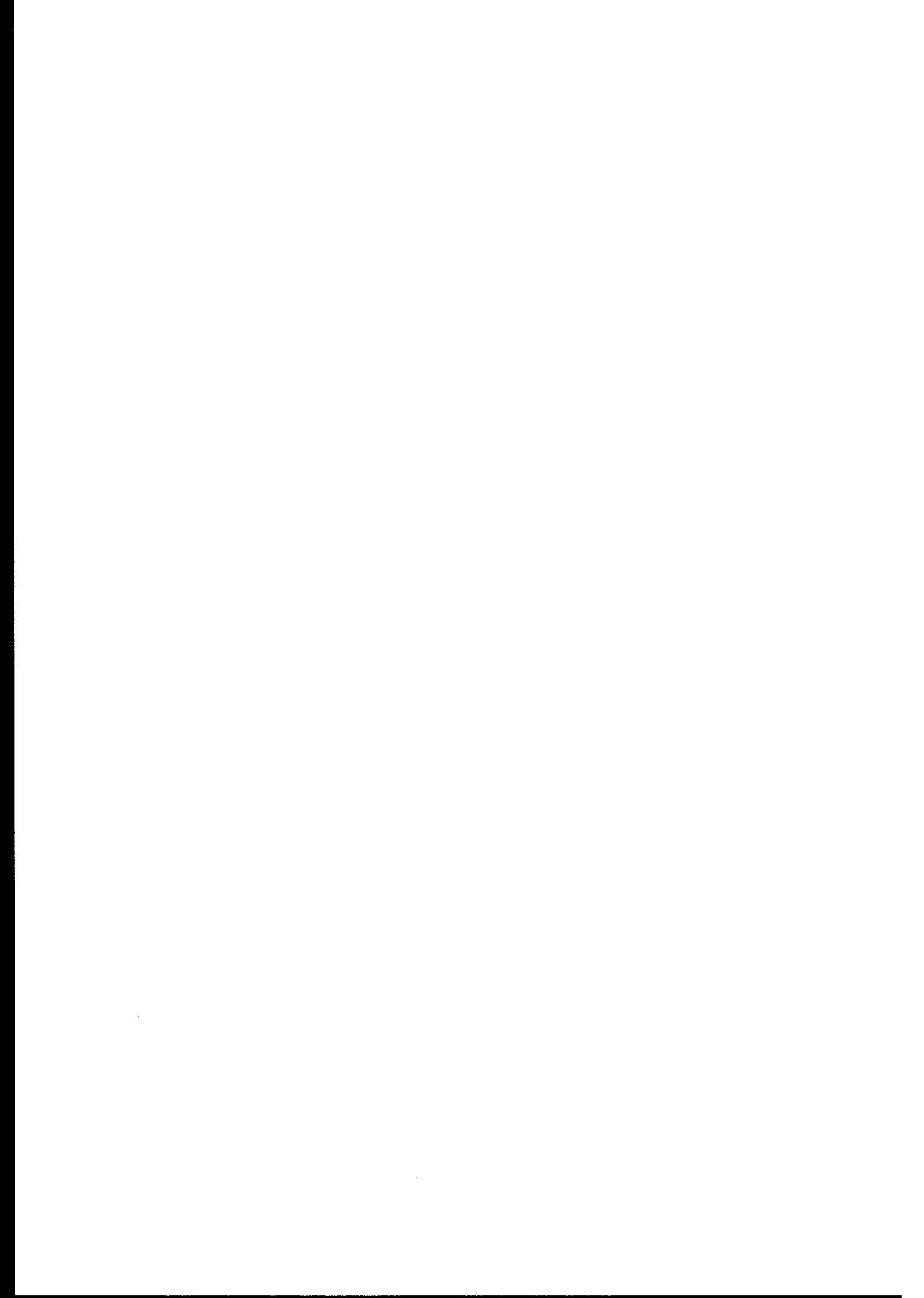
Det frustrerende tekniske miljø, hvor bygherrer overbebyrder teknikerne med opgaver blev omtalt, ligesom den ændring der er sket i entreprenørens virke. Udviklingen går mod entreprenørkoordinering, idet ydelser i stort omfang kan købes. Denne udvikling medfører stadig ringere teknisk indsigt hos entreprenøren.





# **BILAG 5**

**RAPPORT VEDR. DELTAGELSE I SEMINAR  
»FALSEWORK - THE BACKGROUND«**



**DBF'S ARBEJDSGRUPPE VEDR. FOREBYGGELSE AF UHELD VED BROBYGNING**  
**RAPPORT VED. DELTAGELSE I SEMINAR »FALSEWORK — THE BACKGROUND«.**

**Sted:**

Arrangeret af »Cement and Concrete Association« på Fulmer Grange ved London.

**Tid:**

22. og 23. april 1976

**Deltagere:**

Akademiingeniør O. Wang Sørensen,  
 Brokontor I, DSB,

Civilingeniør K. Vaaben,  
 B. Højlund Rasmussen, rådgivende civilingeniør.

**Program:**

Kopi af program vedlægges.

Vi fulgte alle programpunkter på nær det sidste programpunkt d. 23. april, diskussion kl. 12.25-12.55.

Vedr. de enkelte møder skal anføres nedennævnte.

**1. Udkast til BS regler for stilladskonstruktioner**

Kopi af mødenotat »A review of the contents of the draft BS code« er vedlagt.

Indholdet i udkastet blev i hovedtrækkene gennemgået.

På forespørgsel fik vi udleveret et eksemplar af udkastet, der er en meget detaljeret norm og vejledning.

**2. Final report of the Advisory Committee on Falsework**

Rapporten, under seminaret benævnt Bragg-rapporten, blev kort gennemgået. Kopi af mødenotat, der indeholder rapportens principielle rekommandationer vedlægges.

Et eksemplar af rapporten blev under hjemrejsen indkøbt i Government Bookshop i London.

**3. En kommentar fra The Health and Safety Executive**

Kopi af mødenotat vedlægges.

Der blev udleveret flg. pjecer udgivet af Health & Safety Commission vedr. ny lov af 1974 »Health & Safety at Work etc. Act 1974«:

- »Regulations, approved codes of practice and guidance literature«
- »The act outlined«
- »Advice to employers«

#### 4. Betydning for den projekterende af det permanente bygværk

Kopi af mødenotat »A review of the possible effects of impending changes on his responsibilities« vedlægges.

Foredragsholderen udtrykte en vis betænkelighed ved at indføre en norm for stilladskonstruktioner, idet en sådan ikke kan omfatte alle stilladstyper, og derfor ved visse konstruktioner kan medføre en »falsk sikkerhed«.

#### 5. Betydning for entreprenør

Kopi af mødenotat vedlægges. Mødenotatet indeholder bl.a. diagram over ansvarsforhold dels efter standard procedure og dels efter ovennævnte udkast til BS-regler.

Foredragsholderen mente, det var vigtigere at rette større opmærksomhed på konstruktionsdetaljer end på at lave nøjagtige beregninger.

#### 6. Leverandør af forskallingsmateriel

Foredragsholderen belyste leverandørens rolle ved gennemgang af byggeprocessen for en flodbro med henvisning til ovennævnte BS.

Foredragsholderen nævnte som en væsentlig forskel mellem et permanent bygværk og en stilladskonstruktion for forskalling, at stilladskonstruktionen skal bære ca. 90% af sin dimensionsgivende belastning, medens et permanent bygværk i det daglige kun skal bære ca. 60% af den dimensionsgivende belastning.

Foredragsholderen gjorde opmærksom på, at specialfirmaerne i stilladsmateriel råder over en stor ekspertise i stilladskonstruktioner og gerne stiller denne til rådighed for entreprenørerne mod betaling.

#### Konklusion

Under seminaret fik vi det indtryk, at det stort set er de samme forhold vedr. stilladskonstruktioner, der optræder og diskuteres i England som i Danmark. Dog har man på et væsentligt tidligere tidspunkt taget problemerne op til diskussion og søgt at løse dem, bl.a. ved at udgive en norm for stilladskonstruktioner — foreløbig som udkast — og ved at gå ind for en bedre uddannelse af teknikere og arbejdere beskæftiget med stilladskonstruktioner.

Det skal nævnes, at der allerede i juli 1971 blev udgivet en rapport »False-work, report of the Joint Committee«, som var det første omfattende skrift om stilladskonstruktioner. Et eksemplar af rapporten blev indkøbt på Fulmer Grange.

København, den 13. august 1976

O. Wang Sørensen

K. Vaaben

