



**AALBORG UNIVERSITY**  
DENMARK

**Aalborg Universitet**

## **AUC's brandlaboratorium**

Hviid, Niels Jørgen; Olesen, Frits Bolonius

*Publication date:*  
1977

*Document Version*  
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

*Citation for published version (APA):*

Hviid, N. J., & Olesen, F. B. (1977). *AUC's brandlaboratorium*. Institut for Bygningsteknik, Aalborg Universitetscenter. Aalborg Universitetscenter. Institut for Bygningsteknik. Report Nr. 7708

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- ? Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- ? You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- ? You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us at [vbn@aub.aau.dk](mailto:vbn@aub.aau.dk) providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



---

**INSTITUTTET FOR BYGNINGSTEKNIK**  
INSTITUTE OF BUILDING TECHNOLOGY AND STRUCTURAL ENGINEERING  
AALBORG UNIVERSITETSCENTER · AUC · AALBORG · DANMARK

---

---

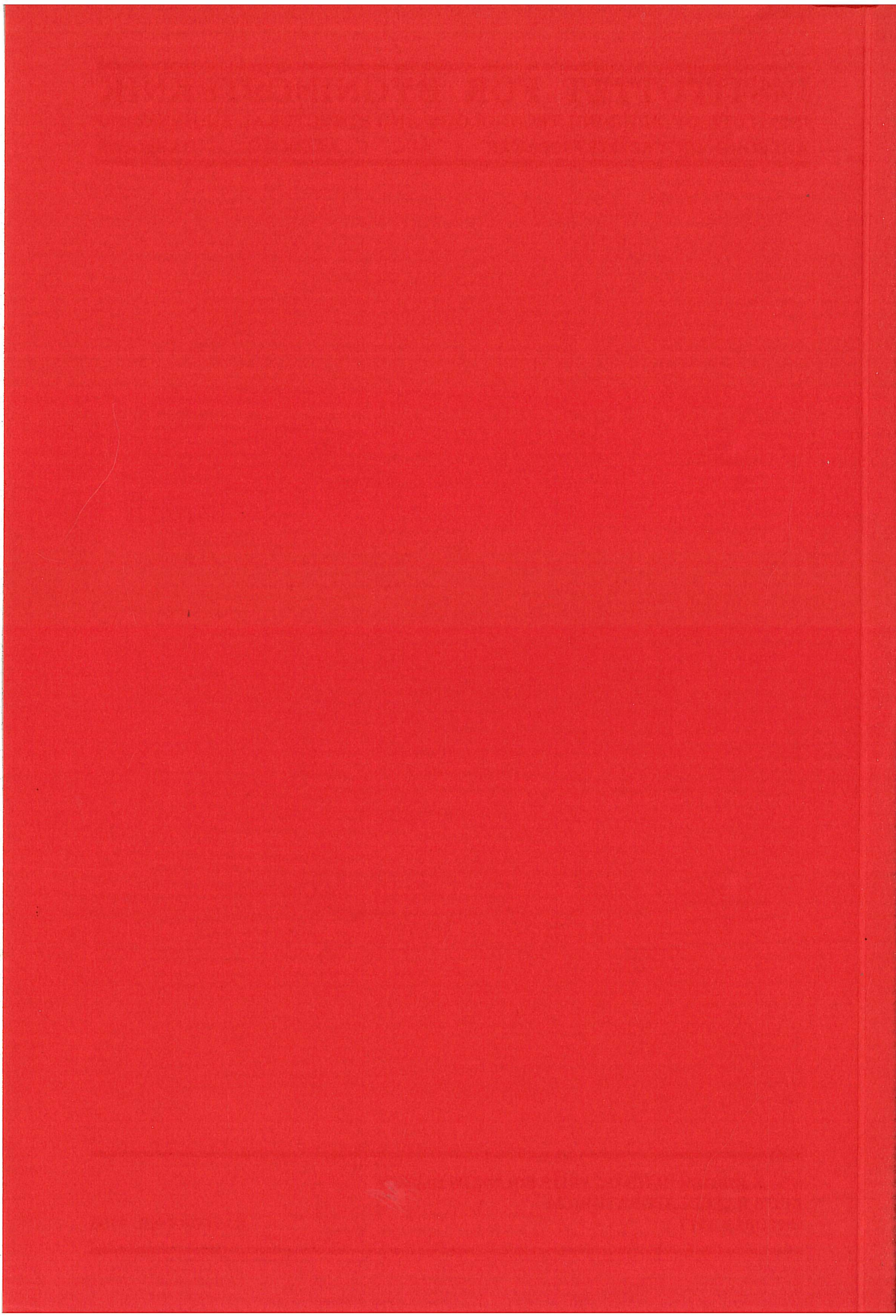
NIELS JØRGEN HVIID OG FRITS BOLONIUS OLESEN  
AUC'S BRANDLABORATORIUM  
OKTOBER 1977

---

RAPPORT NR. 7708

---





---

**INSTITUTTET FOR BYGNINGSTEKNIK**  
INSTITUTE OF BUILDING TECHNOLOGY AND STRUCTURAL ENGINEERING  
AALBORG UNIVERSITETSCENTER · AUC · AALBORG · DANMARK

---

---

NIELS JØRGEN HVIID OG FRITS BOLONIUS OLESEN  
AUC'S BRANDLABORATORIUM  
OKTOBER 1977

RAPPORT NR. 7708

---





## FORORD

I nærværende rapport er redegjort for det foreløbige resultat af det arbejde, der i de seneste år er udført for at opbygge et brandlaboratorium ved Aalborg Universitetscenter. Arbejdet blev påbegyndt i 1973 med nogle forsøgsmæssige opbygninger af faciliteter til brandteknisk konstruktionsprøvning, men laboratorieudstyret i den nu foreliggende udformning er i alt væsentligt udviklet og færdigbygget i perioden fra sommeren 1975 til sommeren 1977.

Opbygningen af laboratorieudstyret er udført for økonomiske midler stillet til rådighed af

Træfonden,  
Statens teknisk-videnskabelige Forskningsråd,  
Aalborg Universitetscenters Forskningsudvalg,

suppleret med støtte fra instituttet i form af projekttilskud, arbejdskraft samt rådighed over værksteder og andet fællesudstyr.

Rapporten tjener dels til over for nævnte institutioner at redegøre for anvendelsen og de hidtidige resultater af den støtte, der er ydet, dels til at informere en bredere kreds af fagfæller om opbygningen af brandlaboratoriet og om nogle af de prøvningstekniske problemer - såvel løste som uløste - der er forbundet med denne opgave.

Aalborg, oktober 1977

Niels Jørgen Hviid

Frits Bolonius Olesen





## INDLEDNING

Det arbejde, der er beskrevet i nærværende rapport, omfatter udvikling og opbygning af et laboratorieudstyr til udforskning af bærende konstruktioners styrke- og deformationsforhold under og efter brandpåvirkning. Rapporten markerer afslutningen af første fase, opbygningsfasen, af den samlede projektplan "Brandteknisk konstruktionsprøvning" ved Instituttet for Bygningsteknik, AUC. Den efterfølges - og er tildels overlappet - af næste fase, analysefasen, der omfatter en intensiv analyse af udstyrets virkemåde og ydeevne, løsning af en række endnu uafklarede prøvningstekniske problemer samt på grundlag heraf korrektion, justering og måleteknisk komplettering af udstyret. Sidste fase af planen, anvendelsesfasen, omfatter gennemførelsen af en række af de specifikke konstruktions-brandtekniske undersøgelser, som i sidste instans er formålet med det udviklingsarbejde, der er gennemført.

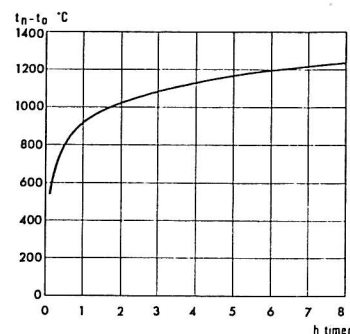
Når rapporten om laboratoriet udgives allerede nu på et tidspunkt, hvor opbygningen først netop er afsluttet, og der endnu forestår et stort arbejde med gennemanalysering af udstyret, inden det fuldtud kan udnyttes til kvalificeret eksperimentelt arbejde, skyldes det ønsket om så tidligt som muligt at orientere om det udførte og igangværende arbejde således, at det videre arbejde kan profitere af den kritik, rapporten måtte give anledning til. Endvidere vil en række af de konstruktive ideer, der er gennemført under arbejdet, måske med fordel kunne udnyttes af andre, der arbejder med beslægtede opgaver.

Rapporten er tilstræbt affattet så kort som muligt, med hovedvægten på illustrative system- og konstruktionstegninger og med teksten indskrænket til det minimum af tekniske specifikationer, som er nødvendigt for beskrivelsen af udstyrets hoveddata og anvendelsesmuligheder.

## FORMÅL OG BAGGRUND

Formålet med opbygningen af brandlaboratoriet har dels været at bidrage til at løse nogle af de generelle prøvningstekniske problemer, der knytter sig til brandteknisk konstruktionsforskning, dels at tilvejebringe det laboratoriemæssige grundlag for løsning af en række konkrete forskningsopgaver.

For den intensive brandtekniske konstruktionsforskning, der har fundet sted de sidste 10-15 år, har det været et karakteristisk træk, at meget iøvrigt værdifuldt eksperimentelt arbejde har haft begrænset anvendelighed på grund af utilstrækkeligt veldefinerede forsøgsbetingelser, især hvad angår de termiske belastninger. De brandtekniske prøvningsmetoder, som blev udviklet i USA for et halvt hundrede år siden, og som i princippet benyttes stort set uændret i de fleste landes brandtekniske klassifikationsprøvning idag, har i alt væsentligt fungeret tilfredsstillende til deres formål, idet reproducerbarheden i sig selv har været væsentligere end kontrollen over de fysiske mekanismer under prøvningen. Som en praktisk, bekvem og til formålet rimeligt pålidelig styringsparameter har man hidtil anvendt brandkammerets gastemperatur udtrykt ved det standardiserede temperatur/tidforløb (ISO 834 eller et tilsvarende dermed næsten identisk), selvom



Temperatur/tid-forløb ved standardiseret brandprøvning i h.t. ISO 834.



en styring efter denne giver ikke uvæsentlige forskelle i den termiske last fra brandkammer til brandkammer, alt efter disses geometri, konstruktion og fyringsmetode - og iøvrigt også efter prøvelegeme.

Skønt disse standard-prøvningsmetoder således må karakteriseres som principielt mindre velegnede til forskningsformål, er meget eksperimentelt arbejde i forbindelse med konstruktionsbrandforskning blevet udført efter tilsvarende principper, bl.a. fordi traditionelt brandprøvningsudstyr ofte har været det eneste forhåndenværende. Og selv om der i de fleste tilfælde er foretaget behørig registrering af de mange forskellige data, som er bestemmende for det tidsmæssige forløb af den termiske last, således at dette i princippet lader sig rekonstruere, er mange forsøgsresultater publiceret i en form, der stærkt begrænser deres informationsværdi, idet brandforløbet meget ofte er karakteriseret alene ved temperaturforløbet i brandkammeret. Yderligere er det til forskningsformål ofte en hemske, at brandkamre af traditionel udformning (almindeligvis tunge konstruktioner med stor termisk inertie) ikke har tilstrækkelig manøvrerbarhed til, at den ønskede grad af dynamisk termisk styring kan opnås.

Endvidere er meget eksperimentelt arbejdes værdi begrænset af, at man ofte har været henvist til at udføre forsøg under mere eller mindre interimistiske forhold, der i mange tilfælde ikke i tilstrækkelig grad opfylder de krav til veldefinerede forsøgsbetingelser, man idag vil stille til eksperimentelt arbejde med bærende konstruktioner. Også på dette punkt er mange forsøgsresultaters informationsværdi begrænset som følge af mangelfulde og til formålet ikke altid lige velegnede laboratoriefaciliteter med hensyn til understøtningsforhold, last- og deformationsregistrering.

Endelig forekommer det at være et savn, at der i forbindelse med konstruktionsbrandforskning næsten helt mangler undersøgelser, der kan klarlægge bærende konstruktioners respons på den påvirkning, de kan blive udsat for i form af momentan overfladenedkøling under en slukningsindsats, et forhold, som navnlig er relevant for spændbetonkonstruktioners og letvægtsisolerede stålkonstruktioners vedkommende.

På baggrund af bl.a. disse forhold er der opstillet følgende projekteringsforudsætninger for brandlaboratoriets planlægning og opbygning:

1. Belastningsarrangementerne skal muliggøre kombineret last- og brandprøvning af bærende konstruktioner - især søjler, bjælker, samlinger og tilsvarende konstruktioner, som ikke hidtil har kunnet afprøves her i landet - under vekslende og veldefinerede understøtningsforhold og med høj grad af nøjagtighed i last- og deformationsmålingerne.
2. Brandkamrene skal muliggøre prøvning under veldefinerede termiske forsøgsbetingelser og give mulighed for høj grad af dynamisk termisk styring.
3. Udstyret skal muliggøre, at der under prøvningerne kan foretages momentan slukning og nedkøling af prøvelegeme og brandkammer.

Herudover er det forudsat, at udstyret skal være fleksibelt og let ombygget til vekslende opgaver, være økonomisk i såvel anlæg som drift og vedligeholdelse, samt i videst mulig udstrækning kunne kombineres med instituttets øvrige laboratoriefaciliteter.

Ud fra disse forudsætninger - og iøvrigt ud fra de eksisterende lokale mæssige vilkår (instituttet råder f.eks. ikke over en spændeplan) - er det valgt at lade laboratoriet opbygge som et antal konstruktions-

prøvemaskiner af relativt traditionelt tilsnit med dertil hørende last- og deformationsmåleudstyr. Brandkammerne derimod er opbygget af et flexibelt system af lette, demonterbare, modulære komponenter, således at der hurtigt og bekvemt kan foretages tilpasning til enhver opgave, som ligger inden for de begrænsninger, belastningsarrangementernes kapacitet stiller.

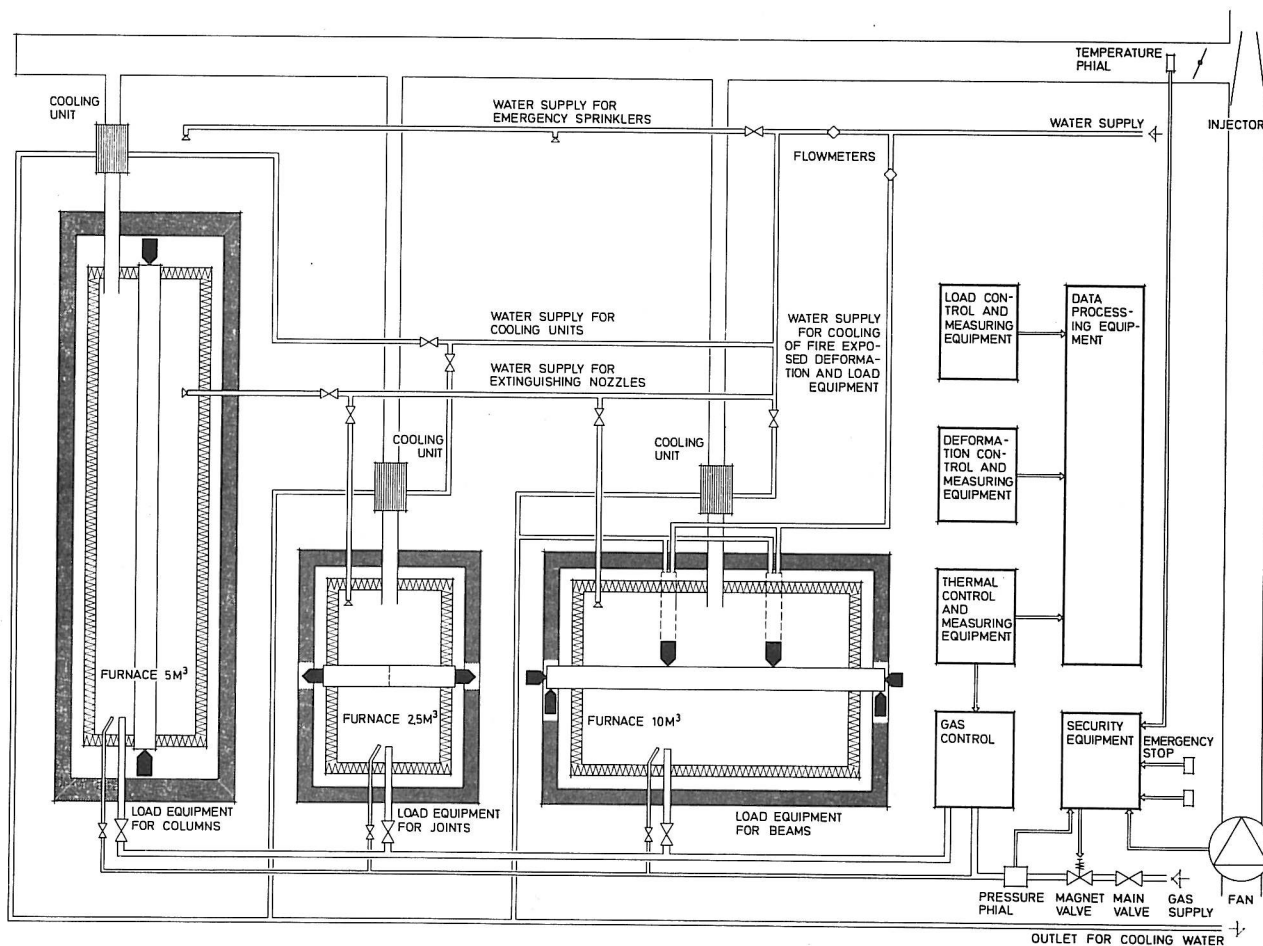
## LABORATORIETS OPBYGNING

Brandlaboratoriet er opbygget i den ca. 200 kvm store prøvesal, der er indrettet i stueetagen i B-fløjen af AUC's Danmarksgade-kompleks.

På figur 2 er vist, hvorledes det afsnit på ca. 60 kvm af prøvesalens areal, der er afsat til brandlaboratorieudstyr, er disponeret. Laboratoriet omfatter tre kombinerede brandkammer/belastningsarrangementer

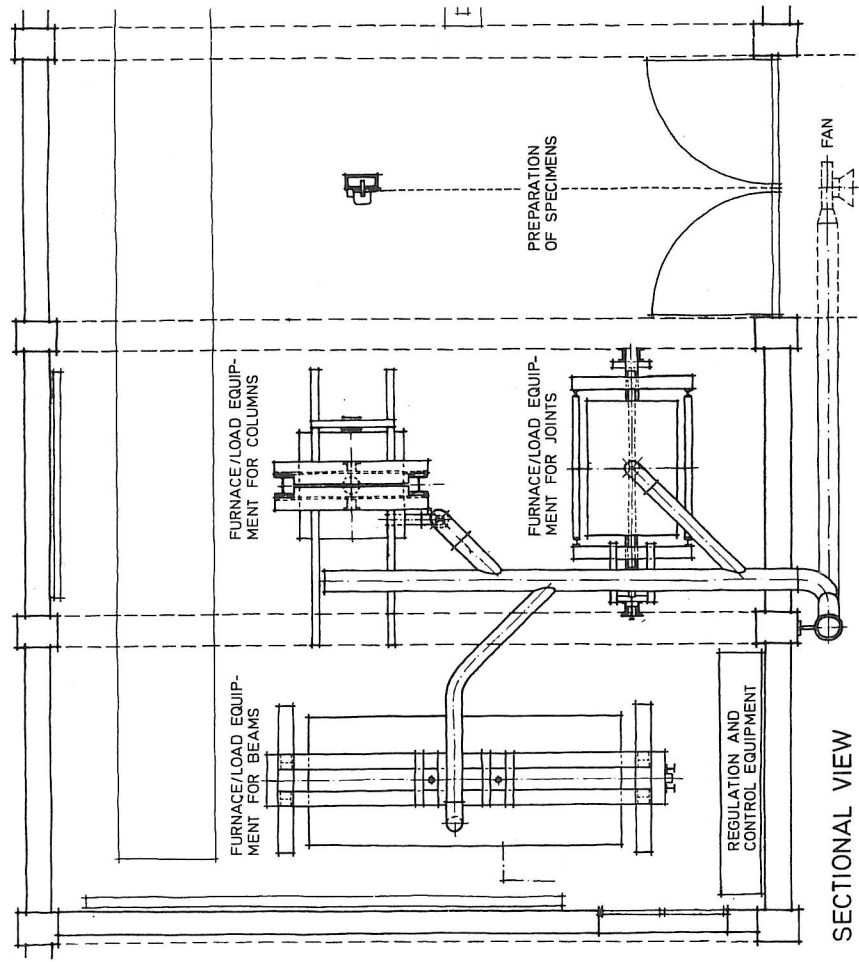
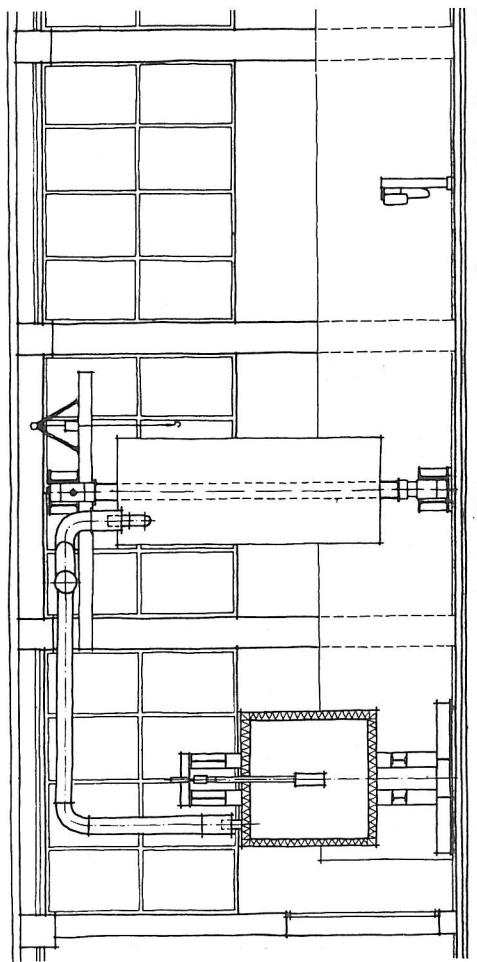
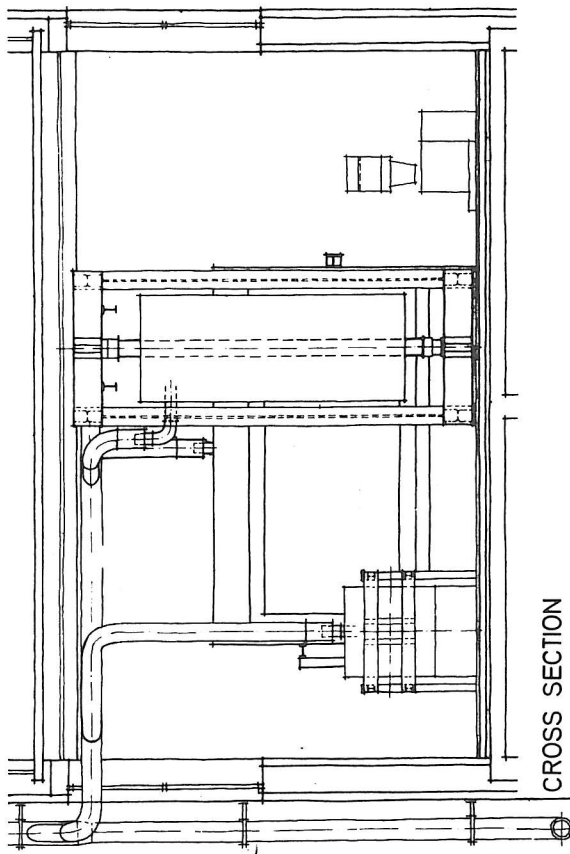
- brandkammer/søjleprøvemaskine
- brandkammer/trækprøvemaskine
- brandkammer/bjælkeprøvemaskine

hvis tekniske installationer hver især er koblet på laboratoriets fælles anlæg for gasfyring, udsugning, slukning, afløb etc., ligesom også last-, deformations- og temperaturmåleudstyr samt dataindsamlingsudstyr i muligt omfang er fælles for de tre opstillinger.



Figur 1: Principdiagram for den samlede laboratorieopbygning.





Figur 2: Brandlaboratoriets indretning. Plan og snit, 1:100.

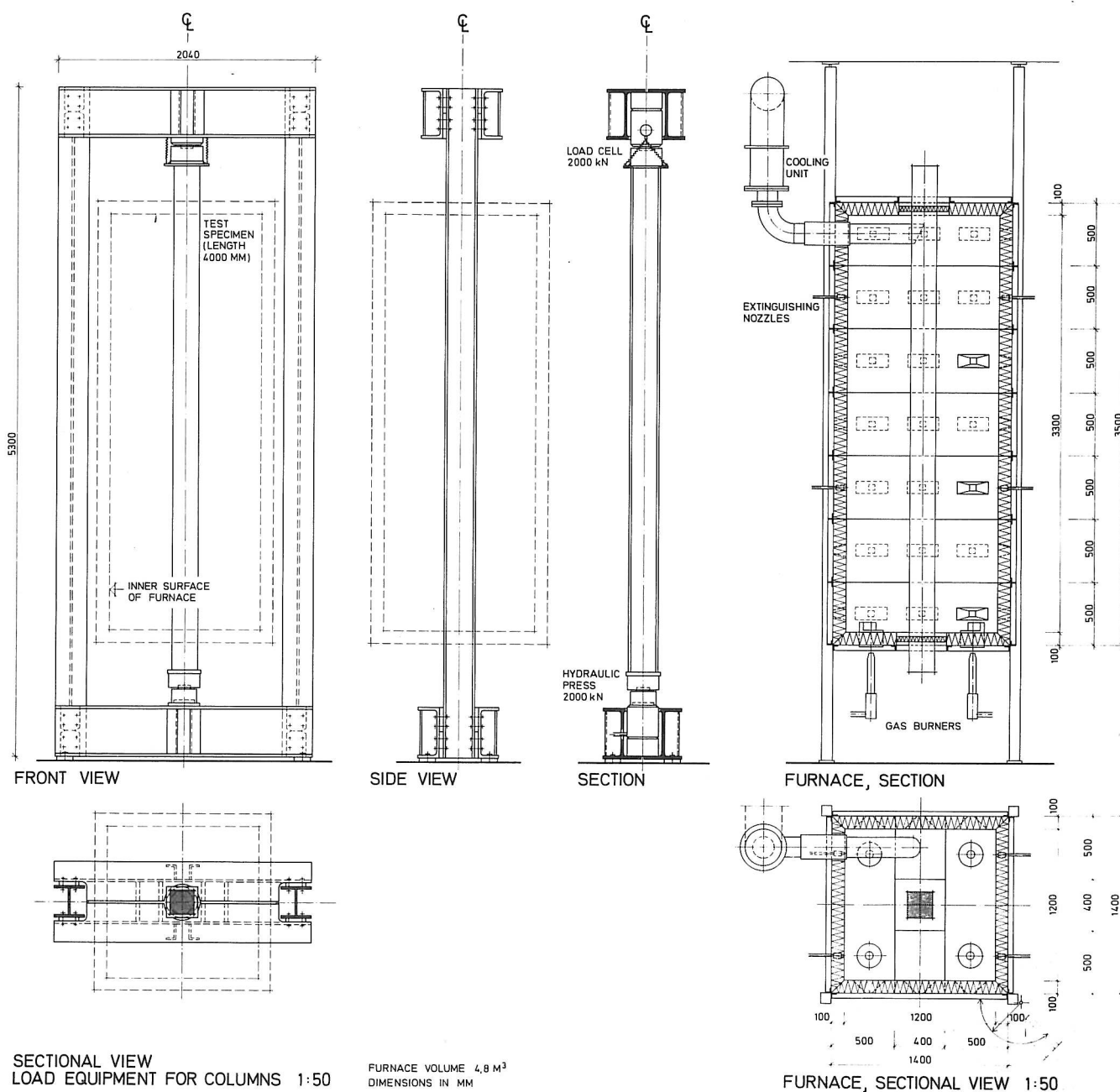
På figur 1 er vist et principdiagram for den samlede laboratorieopbygning. Udstyret omfatter følgende komponenter:

belastningsarrangementer  
brandkamre  
gasfyringsanlæg  
udsugningsanlæg  
slukningsanlæg  
sikringsudstyr  
dataindsamlingsudstyr

der hver for sig er kortfattet beskrevet i det følgende.

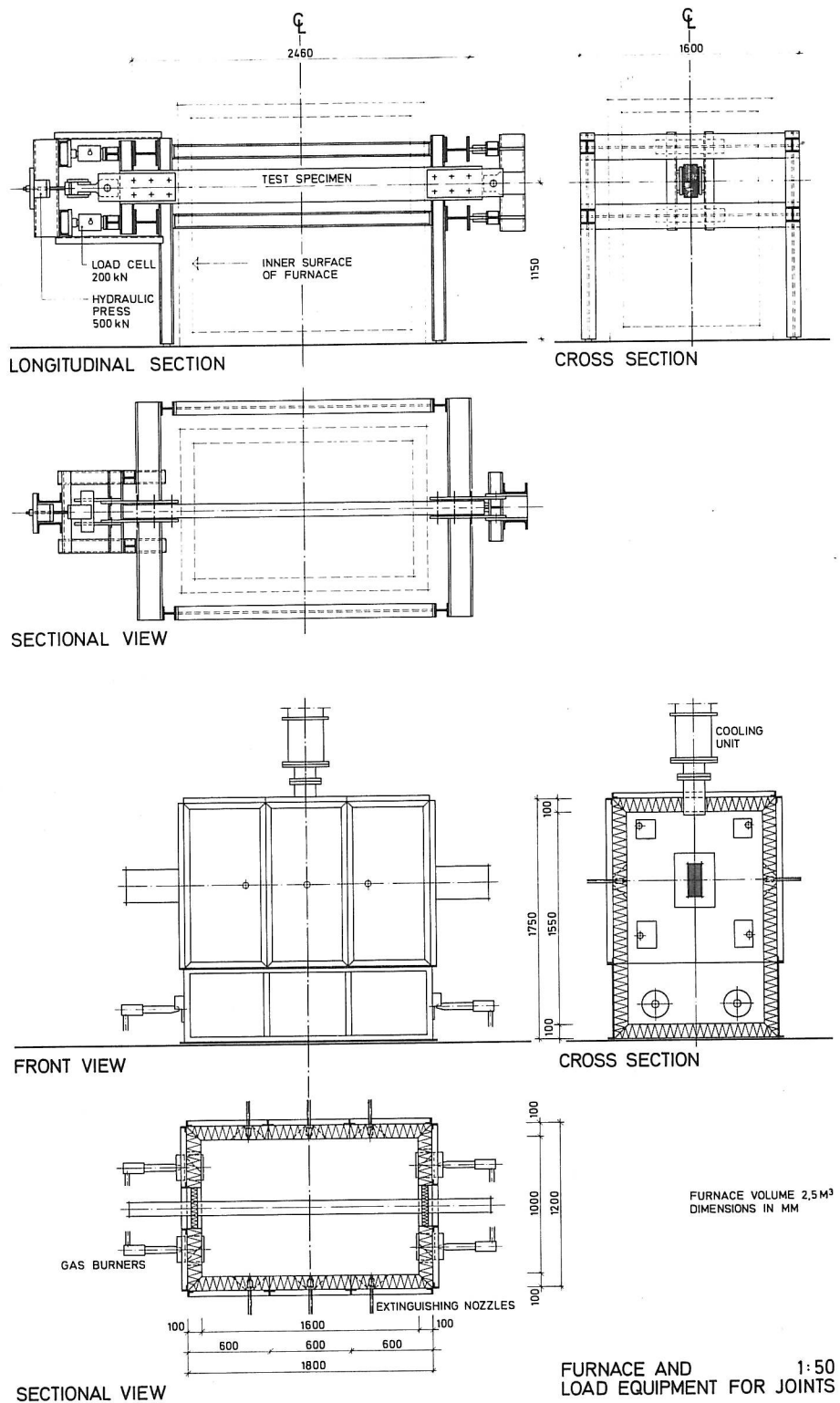
## BELASTNINGSARRANGEMENTER

Belastningsarrangementerne omfatter en søjleprøvemaskine, en trækprøvemaskine og en bjælkeprøvemaskine.



Figur 3: Kombineret brandkammer/søjleprøvemaskine.

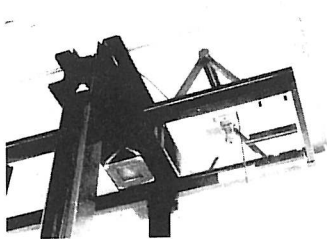




Figur 4: Kombineret brandkammer/trækprøvemaskine.

Søjleprøvemaskinens belastningsramme (se figur 3) består af to vertikaler af profilstål (HE 240 B) samt en øvre og en nedre travers, der hver især er sammenbygget af 2 stk. profilstål (HE 400 B), parvis sammenspændte til kasseprofiler. Af hensyn til udnyttelsen af den disponible konstruktionshøjde er øvre og nedre leje indfældet i traverserne.

Belastningsrammen er dimensioneret for en central last på 2000 kN.



Monteringsudstyr.

Nedre leje består af en 2000 kN hydraulisk trykpresse, mrk. Bahco, type CX 200-100, på hvis overside er monteret en  $\varnothing$  200 mm hårdet stålcylinder med oversiden afdrejet som en sfærisk flade ( $r = 400$  mm), hvorfra kraften overføres til prøvelegemet gennem en trykfordelingsplade ( $h = 125$  mm).

Øvre leje består af en 2000 kN lastcelle, mrk. Bofors, type LPM-1-T10, hvorfra lasten overføres til prøvelegemet gennem en fjederophængt trykfordelingsplade ( $h = 125$  mm). Ved såvel øvre som nedre leje er udført fikseringsanordninger til umiddelbar, sideværts fiksering af prøvelegemet.

Trykkraften i prøvelegemet måles ved hjælp af lastcellen, der muliggør registrering af prøvelasten med en maksimal fejl på ca.  $\pm 0,5\%$ .

Til ophejsning og montering af de 4000 mm lange prøvelegemer er der i forbindelse med belastningsrammen udført et monteringsudstyr omfattende et elektrisk spil (løfteevne 5 kN), en kørevogn samt to køreskinner befæstet til rammens øvre travers.

Trækprøvemaskinens belastningsramme (se figur 4) består af to horisontale rammer, hver opbygget af to trykstænger (HE 100 B) og to traverser (HE 180 B) og båret af fire hjørnesøjler.

Belastningsrammen er dimensioneret for en central last på 200 kN.

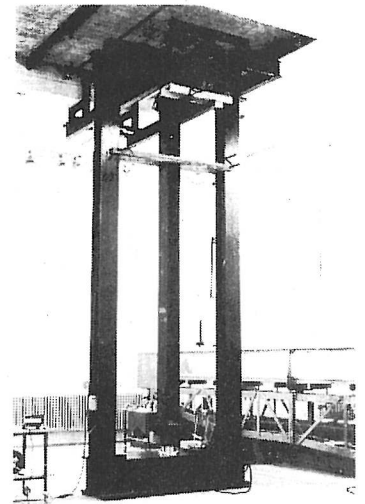
Prøvelasten overføres til prøvelegemet gennem et i hver ende af dette i forvejen monteret sæt købebeslag. Gennem særlige udvekslingsbeslag, der muliggør drejning om såvel vertikal som horisontal akse, sikres en tilnærmelsesvis momentfri kraftoverføring mellem prøvelegeme og belastningsramme.

Prøvelegemet er fastholdt ved det passive leje, medens der ved det aktive leje er indskudt en 500 kN hydraulisk hulpresse, mrk. Bahco, type CH 50-40, med 40 mm vandring. Mellem de traverser, hvorpå pressen er monteret, og belastningsrammens traverser er indskudt to 200 kN lastceller, mrk. HBM, type C 1, der muliggør registrering af prøvelasten med en maksimal fejl på ca.  $\pm 0,5\%$ . Måling af prøvelegemets aksiale deformationer foregår ved hjælp af induktive flytnings-transducere monteret på en af belastningsrammen uafhængig målebuk ud for hver ende af prøvelegemet.

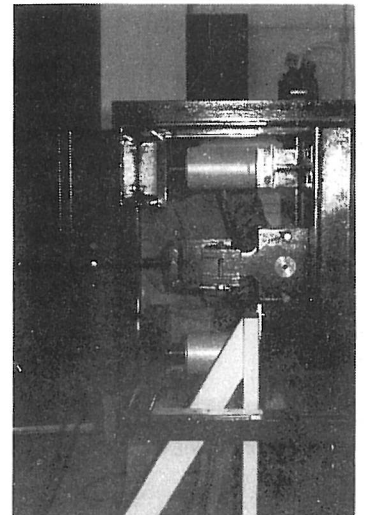
Bjælkeprøvemaskinens belastningsramme (se figur 5) består af to vertikale portalrammer, hver opbygget af en overligger (IPE 500) momentstift forbundet med rammebenene (HE 200 B), der sammenholdes af en underligger (IPE 200).

Belastningsrammen er anordnet således, at der pr. 300 mm kan påføres prøvelegemet vertikale laste, i brandkammeret nedadrettede, uden for brandkammeret såvel nedadrettede som opadrettede, idet der ved hvert endevederlag kan optages en reaktionskraft på maksimalt 300 kN opadrettet eller nedadrettet. Det vil således være muligt at tilvejebringe varierende understøtningsforhold, svarende til, at prøvelegemet er simpelt understøttet, enkeltsidigt indspændt eller dobbeltsidigt indspændt. Uafhængigt af den vertikale last kan prøvelegemet påføres en aksial trykkræft på indtil 300 kN.

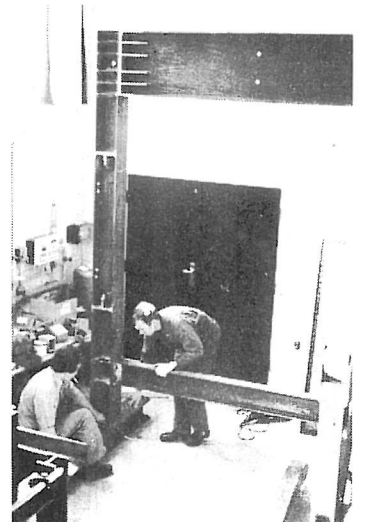
For hver nedadrettet vertikallast, der skal påføres prøvelegemet, placeres på belastningsrammens overligger en dobbelttravers (HE 120 B), hvorpå en 200 kN hydraulisk presse, mrk. Bahco, type CX



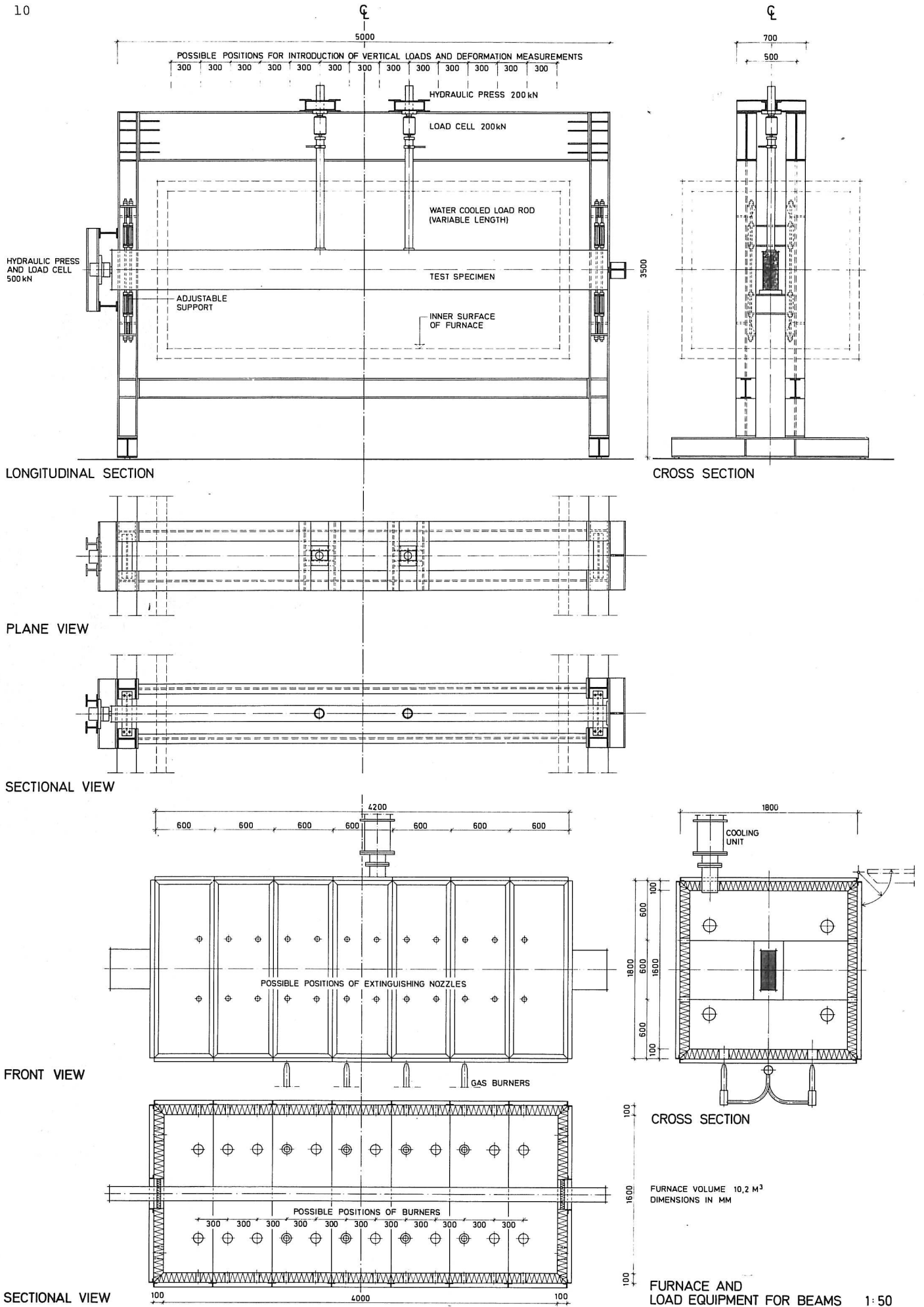
Søjleprøvemaskine, belastningsarrangement under kalibrering.



Trækprøvemaskine, aktivt leje.



Bjælkeprøvemaskine, belastningsarrangement under opbygning.



Figur 5: Kombineret brandkammer/bjælkeprøvemaskine.

20-150, er monteret. På pressens stempel er koblet en 200 kN lastcelle, mrk. HBM, type C 1, fra hvis kuglehoved lasten overføres til prøvelegemet gennem en vandkølet trykstang. Vandkølingen sikrer dels, at trykstangens bæreevne bibeholdes under brandeksponeringen, dels at dens temperatur kan holdes så konstant, at stangen tillige kan benyttes til måling af prøvelegemets nedbøjninger. Mellem trykstangen og lastcellen kan indskydes forlængerled, der i trin á 10 mm kan tilpasses prøvelegemer af varierende dimensioner. Deformationsmålinger i supplerende målepunkter udføres tilsvarende med vandkølede målesonder.

Til frembringelse af aksialkraft i prøvelegemet er der på det ene sæt rammeben monteret en 500 kN hydraulisk presse, mrk. Bahco, type CH 50-40, hvorfra lasten påføres prøvelegemet gennem en 500 kN lastcelle, mrk. HBM, type C2M, med en på kuglehovedet monteret trykfordelingsplade.

## BRANDKAMRE

Brandkammeret for søjleprøvemaskinen er opbygget af mineraluldisolerede stålelementer og har indvendigt dimensionerne:

$$h \cdot b \cdot l = 3300 \cdot 1200 \cdot 1200 \text{ mm (volumen } 4,8 \text{ m}^3)$$

Elementerne, der - bortset fra enkelte specialelementer i kammerets bund og top - har byggemålene 500·1400 mm, er udført af en udvendig stålplade med vinkeljernskanter og isoleret med 75 mm temperaturstabil stenuld og 25 mm kaolinuld samt indvendigt en 1 mm perforeret stålplade, befastet til forpladen med 8 stk. stålstritter. Hvert element er forsynet med tre kvadratiske observationshuller.

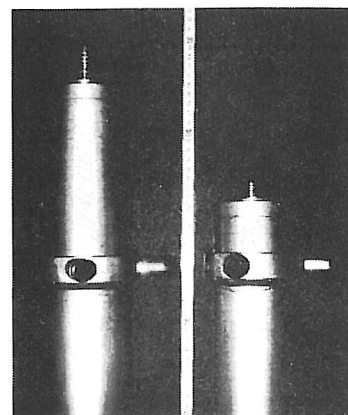
Brandkammeret opbygges ved montering af elementerne på fire hjørnesøjler (kvadratiske hulprofiler TPS 80·80·6 mm), fastholdt til gulv og loft. Elementerne i den ene af brandkammerets sider er udført sidehængslede, så disse udgør een sammenhængende låge.

Brandkammeret for trækprøvemaskinen er på tilsvarende måde opbygget af mineraluldisolerede stålelementer (byggemål 600·1200 mm) monteret på en ca. 550 mm høj sokkel, der er udført på lignende måde som disse. Kammerets indvendige dimensioner er

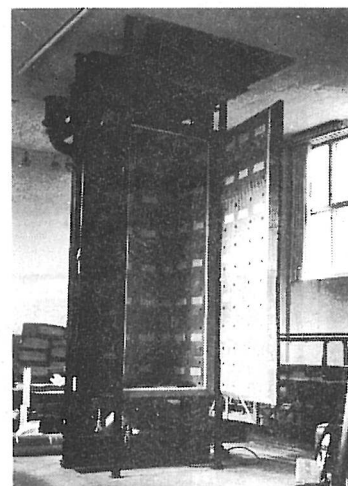
$$h \cdot b \cdot l = 1550 \cdot 1000 \cdot 1600 \text{ mm (volumen } 2,5 \text{ m}^3).$$

Brandkammeret for bjælkeprøvemaskinen er udført på samme måde som de to øvrige brandkamre, men uden den indvendige, perforerede stålplade, idet isoleringen i stedet er fastholdt af et netværk af 1,5 mm Kantal-tråd.

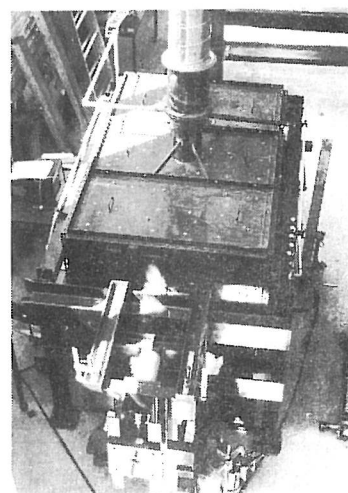
Brandkammeret er opbygget over et rumligt modulsystem med planlægningsmodulen 6M (= 600 mm), hvorved er muliggjort, at kammeret har kunnet opbygges af ialt 32 elementer med samme byggemål, 600·1800 mm, plus 4 mindre specialelementer i gavlene. Brandkammeret har således indvendigt tværsnitsdimensionerne  $h \cdot b = 1600 \cdot 1600$  mm, medens den indvendige længde i spring på 600 mm kan varieres fra 1600 mm til 4000 mm, svarende til et volumen varierende fra 4,1 m<sup>3</sup> til 10,2 m<sup>3</sup>. Formålet med at kunne variere brandkammerets dimension i længderetningen er at muliggøre understøtning af prøvelegemet i flere punkter uden



Vandkølede trykstænger, største og mindste forlængerled.

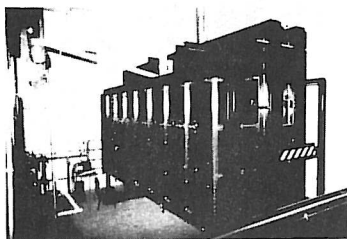


Kombineret brandkammer/søjleprøvemaskine.



Kombineret brandkammer/trækprøvemaskine.

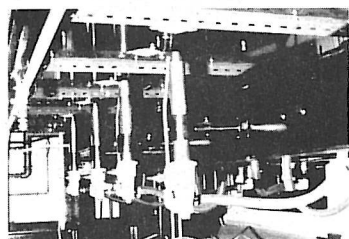
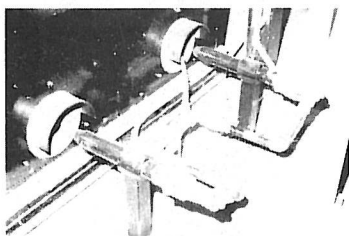
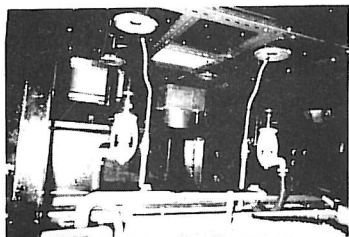




Kombineret brandkammer/  
bjælkeprøvemaskine.

for brandkammeret, således at varierende understøtningsbetingelser kan tilvejebringes. På grund af elementernes beskedne vægt (ca. 30 kg pr. element) lader tilpasning af brandkammerets længde til de foreliggende opgaver sig udføre hurtigt og bekvemt.

I brandkammerets overside er der i den lodrette symmetriplan udført huller, som muliggør introduktion af laste eller deformationsmålesonder pr. 300 mm. Elementerne i den ene af brandkammerets lodrette langsider er udført tophængslede, så de udgør een sammenhængende låge. Hvert element i de lodrette langsider er forsynet med 4 observationshuller, og hver af gavlene ligeledes med 4 huller.



Brænderindføring i brandkammer for  
søjleprøvemaskine,  
trækprøvemaskine,  
bjælkeprøvemaskine.

## GASFYRINGSANLÆG

Brandkammeret for søjleprøvemaskinen (se figur 3) opvarmes ved hjælp af 4 gasbrændere for bygas, mrk. AMAL 354/6, med en samlet indfyret effekt på maksimalt ca. 200 kW. Brænderne er indført i brandkammerets bund, pegende lodret opad og placeret i diagonalernes fjerdedelspunkter punktsymmetrisk omkring brandkammerets lodrette akse. Brænderne tændes ved hjælp af 4 tændbrændere, der tændes manuelt.

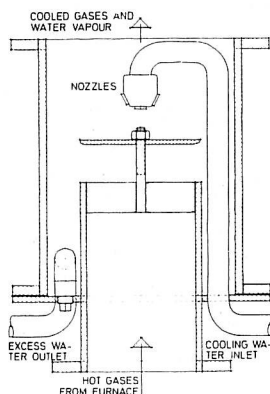
Brandkammeret for trækprøvemaskinen (se figur 4) opvarmes på tilsvarende måde med 4 mindre gasbrændere, mrk. AMAL 354/5, parvist monteret fast på de to korte sider af brandkammerets sokkel og ført ind i dette i ca. 150 mm højde over kammerets bund.

Brandkammeret for bjælkeprøvemaskinen (se figur 5) opvarmes med et antal gasbrændere, mrk. AMAL 354/5, monteret under brandkammeret under indfyreingshuller i dettes bundelementer. Hullerne er med en indbyrdes afstand på 300 mm anordnet i to langsgående rækker med afstanden 900 mm. Af disse ialt 24 mulige positioner for placering af brændere udvælges efter opgavens art et antal kun begrænset af de 13 tilkoblingssteder på den under brandkammeret monterede fordelingsledning. Ikke benyttede indfyreingshuller kan afproppes.

De tre brændersystemer kan enkeltvis kobles ind på et fælles reguleringspanel, hvor gastilførslen styres ved hjælp af 4 parallelt monterede kugleventiler. På grund af brandkammerens lave termiske inertier er det med dette reguleringsudstyr muligt med stor præcision at styre gastilførslen i overensstemmelse med et ønsket temperatur/tidforløb, der kan vælges inden for meget vide grænser, eksempelvis med væsentlig større opvarmningshastighed end svarende til standardforløbet i henhold til ISO 834-1975.

## UDSUGNINGSANLÆG

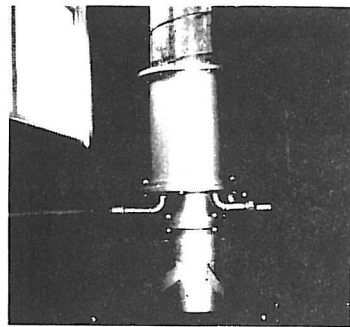
Umiddelbart uden for hvert af brandkammerne føres røggassen ind i en køle-enhed, bestående af et ca. 50 cm langt lodret stålør, hvortil der gennem et antal dyser ledes forstøvet vand. Ved røggassens passage gennem vandtågen vil så meget vand fordampe, at temperaturen i røggassen herefter vil være ca. 100°C. Der indsprøjtes vand i en så-



Snit i køleenhed, 1:10.

dan mængde (10 - 20 l/minut), at der hele tiden løber et vist overskud gennem køleenhedens afløb.

Den således afkølede røggas føres videre i galvaniserede stålkanaler til en 280 mm cirkulær samlekanal ophængt under prøvesalens loft. Samlekanalen føres gennem et blændet felt i vinduespartiet til en injektor i en udvendig, lodret 315 mm afkastningskanal ført op over bygningens tagkant og afsluttet foroven med en jet-hætte. Injektoren forsynes gennem en 280 mm lodret kanal med luft fra en på det udvendige terræn placeret ventilator med en ydelse på 3600 m<sup>3</sup>/h ved et totalt tryk på 160 mm VS. Arrangementet fremgår af figur 2.



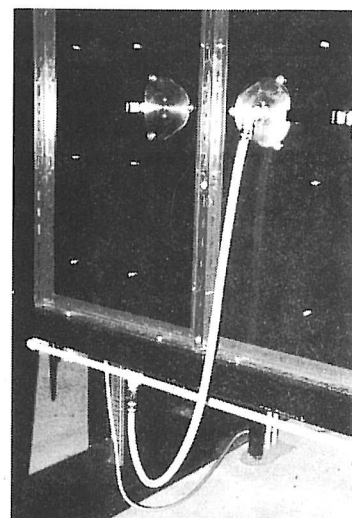
Køleenhed for røggas.

## SLUKNINGSDUSTYR

For at muliggøre slukning af brændbare prøvelegemer samt momentan nedkøling af prøvelegemer og brandkamre er der på hvert af disse anordnet slukningsudstyr i form af dyser til indsprøjtning af forstøvet vand.

På søjleprøvemaskinens brandkammer er der på to modstående sider monteret ialt 8 slukningsdyser i en fast position ved brandkammerets indvendige overflade. Ved trækprøvemaskinens brandkammer indføres, når slukning eller nedkøling skal foretages, ialt 6 svingbare dyser gennem de på kammerets langsider placerede observationshuller.

På bjælkeprøvemaskinens brandkammer er slukningsudstyret anordnet på den måde, at der er monteret en slukningsdyse i et antal af de afdækningsplader, hvormed observationshullerne i langsider og gavle samt ikke-benyttede huller i top- og bundelementer tilproppes. Da samtlige afdækningsplader og deres befæstelse til brandkammerelementerne er udført ens, kan slukningsdyserne i princippet placeres vilkårligt i disse huller, kun begrænset af tilslutningsmulighederne (ialt 12) på de tre forsyningsstreng, der er placeret langs kammerets top og langsider.



Slukningsdyse indført i brandkammer, bjælkeprøvemaskine.

## SIKRINGSUDSTYR

Gasfyringsanlægget er sikret ved, at magnetventilen enten afbrydes eller ikke kan aktiveres,

såfremt der ikke er spænding på blæserens motor, eller

såfremt gastykføleren registrerer et utilstrækkeligt højt gastyk i ledningssystemet efter magnetventilen, eller

såfremt termostaten registrerer en for høj temperatur i aftrækskanalen, eller

såfremt én af de to nødstopkontakter aktiveres.

Anlægget sikres yderligere ved, at der på loftet over brandkamrene er monteret sprinklere til manuel betjening.

Herudover forefindes i laboratoriet diverse håndslukningsudstyr.

## INDSAMLING AF MÅLEDATA

Udstyret til indsamling af måledata består af tre systemer for måling af henholdsvis belastning, deformation og temperatur samt af en datalogger med tilkøbt skrivemaskine og tape puncher. Delene beskrives hver for sig i det følgende.

### Lastmåleudstyr

Dette udstyr består af tre dele: spændingsforsyning, lastceller og kontrolpanel. Den enkelte lastcelle forsynes med spænding fra en fordelerkasse, der rummer tilslutningsmuligheder for op til 12 lastceller eller andre spændingskrævende transducere, og dens udgangssignal, der er proportionalt med indgangsspændingen og den påførte kraft, føres til et kontrolpanel indbygget i fordelerkassen. På kontrolpanelet er det muligt på digitale voltmetre samtidig at overvåge signaler fra op til tre lastceller og herudfra styre tilførslen af olie til de hydrauliske presser. Det er iøvrigt muligt på kontrolpanelet konstant at kontrollere forsyningsspændingen på et separat digitalt voltmeter. Fra fordelerkassen føres såvel forsyningsspændingen som signaler fra de tilsluttede lastceller og eventuelle andre transducere til registrering via dataloggeren.

### Deformationsmåleudstyr

Dette udstyr består af to dele: spændingsforsyning og flytningstransducere. Den enkelte flytningstransducer forsynes med spænding fra ovennævnte fordelerkasse, og dens udgangssignal, der er en lineær funktion af flytningen, føres gennem fordelerkassen til registrering via dataloggeren.

### Temperaturmåleudstyr

Temperaturer måles ved hjælp af NiCr-Ni termoelementer, fremstillet af glassilkeisoleret termotråd samlet med "Quiktip" termoelementconnectors. Ved målepunkter af mere permanent karakter (måling af ovntemperatur og temperatur i udsugningskanaler) anvendes termotråd af dimensionen 2x1,0 mm, mens der til "en-gangs-målepunkter" anvendes dimensionen 2x0,5 mm. Umiddelbart uden for hvert af de tre brandkamre er der anordnet faste tilslutningsklemrækker for op til 2x12 termoelementer, hvis signaler føres til et paneludtag monteret på væggen i umiddelbar nærhed af gasreguleringsudstyret. Dette panel forbindes til en eller to tolvpunktsskrivere, der alt efter målepunkternes karakter registrerer disse enkeltvis eller i paralleltforbundne grupper. Der er desuden mulighed for at føre signalet fra et enkelt termoelement eller en gruppe af paralleltforbundne termoelementer til et i formltalte fordelerkasse monteret digitalt temperaturmeter, hvis lineariserede analogudgang er forbundet til dataloggeren.

### Dataregistrering og -behandling

Termoelementernes signaler registreres grafisk på 250 mm bredt papir på tolvpunktsskrivere med måleområde 0-1200°C og variabel papir- og scanhastighed. Udgangsspændingerne fra de iøvrigt anvendte transducere samt eventuelle andre spændinger, der ønskes målt, registreres på den til dataloggeren koblede skrivemaskine eller tape puncher. Anvendes begge udskriftsdele samtidigt, bestemmes den maksimale scanhastighed af skrivemaskinen, der begrænser denne til 1 kanal pr. 2 sec. Ved anvendelse af tape puncheren alene er den maksimale scan-

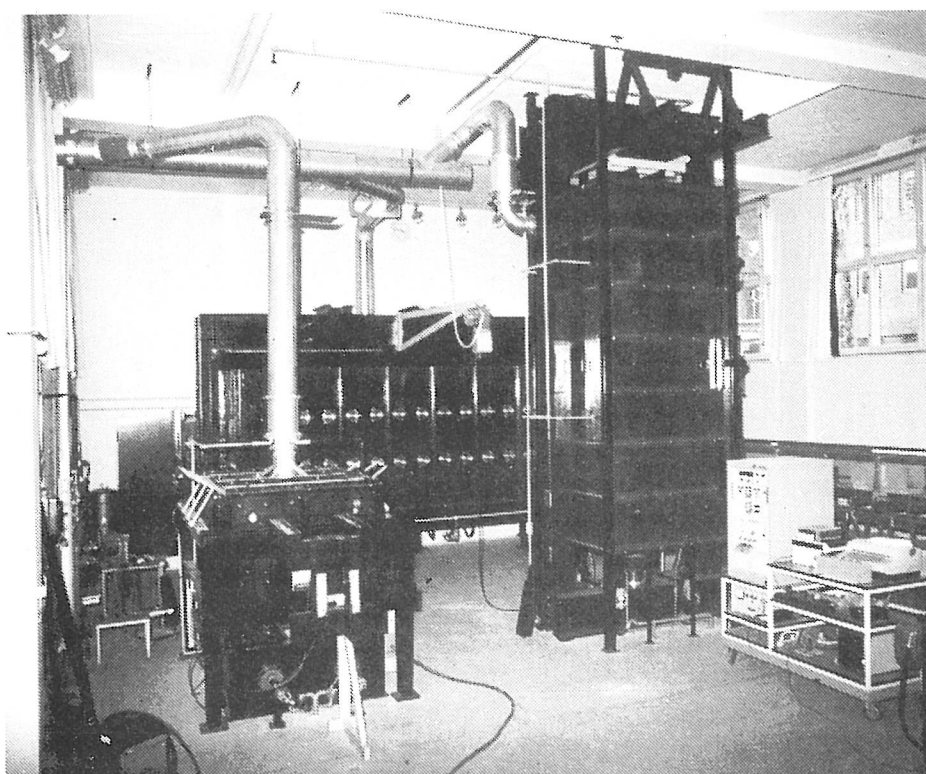
hastighed 5 kanaler pr. sec. Det samlede antal kanaler i dataloggeren er 50.

Den videre behandling af de registrerede måledata foregår herefter enten manuelt ud fra skrivemaskinens udskrift eller på en datamat ved hjælp af tape puncherens hulstrimmel. Udskriften fra tolvpunktskriverne må altid behandles manuelt.

## AFSLUTTENDE BEMÆRKNINGER

Selvom der på indeværende tidspunkt ikke kan drages nogen endelige konklusioner med hensyn til brandprøvningsudstyrets virkemåde i alle enkeltheder, har de prøveøringer, der indtil nu er foretaget, med rimelig sikkerhed godtgjort udstyrets funktionsduelighed. Konstruktionssystemet med brandkamre af lette, demonterbare elementer med lav termisk inertie synes at muliggøre den ønskede høje grad af dynamisk manøvrering, at være tilstrækkelig robust over for gentagne momentane nedkølinger og i det hele taget at være overordentlig bekvemt at arbejde med (monteringen af bjælkeprøvemaskinens brandkammer blev således klaret på 5 arbejdsdage af to mand).

Den væsentligste opgave, der nu forestår, er en minutiøs analyse af brandkammerenes termiske forhold, således at der kan udarbejdes et sæt termiske karakteristikker, der kan muliggøre styring af det enkelte brandkammer efter den ønskede termiske påvirkning af prøvelegemet. Dette arbejde vil formentlig give anledning til visse justeringer af udstyret og gøre det ønskeligt at foretage komplettering af måleudstyret især med hensyn til analyse af brandkammer-atmosfæren, strålingsforhold etc.



Brandlaboratoriets indretning.



Alt efter udfaldet af denne fase af projektet vil det med det her udviklede konstruktionsprincip være muligt for relativt beskedne midler at udbygge eksisterende laboratorier for bærende konstruktioner med egnet og pålideligt udstyr til brandteknisk konstruktionsprøvning. Især for konstruktionslaboratorier med spændeplan rummer systemet gode muligheder for med en overkommelig investering at tilvejebringe faciliteter også til konstruktionsbrandforskning.

