LUND UNIVERSITY

Beteende och medverkan av plastburen respektive vävburen tapet vid brand i slutet rum. En inledande undersökning i modellskala.

Nilsson, Leif

1973

Link to publication

Citation for published version (APA):
Nilsson, L. (1973). *Beteende och medverkan av plastburen respektive vävburen tapet vid brand i slutet rum. En inledande undersökning i modellskala.* (Bulletin of Division of Structural Mechanics and Concrete Construction, Bulletin 30; Vol. Bulletin 30). Lund Institute of Technology.

Total number of authors:
1

General rights
Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:
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

Read more about Creative commons licenses: https://creativecommons.org/licenses/

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

Download date: 19. Dec. 2025

LUND INSTITUTE OF TECHNOLOGY · LUND · SWEDEN · 1973
DIVISION OF STRUCTURAL MECHANICS AND CONCRETE CONSTRUCTION · BULLETIN 30

LEIF NILSSON

BETEENDE OCH MEDVERKAN AV PLASTBUREN RESPEKTIVE VÄVBUREN TAPET VID BRAND I SLUTET RUM

EN INLEDANDE UNDERSÖKNING I MODELLSKALA

BETEENDE OCH MEDVERKAN AV PLASTBUREN RESPEKTIVE VÄVBUREN TAPET VID BRAND I SLUTET RUM - EN INLEDANDE UNDERSÖKNING I MODELLSKALA

Leif Nilsson

Lund 1972

Beteende och medverkan av plastburen respektive vävburen tapet vid brand i slutet rum

Leif Nilsson

Byggforskningen Sammanfattningar

T15:1973

Nyckelord:

brandstudier (vävtapet, plasttapet), modellförsök, brandförlopp, gaskoncentration (klorväte, kolmonoxid), temperaturförlopp, rökintensitet, strålningsintensitet

Den i rapporten redovisade försöksserien omfattar en orienterande undersökning av plastburen respektive vävburen tapets beteende och medverkandegrad vid brand i slutet rum med en fönsteröppning. Försöksserien kan mera långsiktigt ses som ett inledande studium av möjligheterna att i modellskala till rimlig kostnad bestämma beklädnaders och ytskikts karakteristika vid så realistisk brandpåverkan som möjligt. En sådan provningsmetod skulle utgöra en angelägen komplettering till i dag normmässigt föreskrivna provningsförfaranden, som har väsentliga begränsningar i tillämpning.

I undersökningen har primärt studerats förbränningshastigheten, brandrummets temperaturförhållanden, koncentrationen klorväte- och kolmonoxidgas samt rökutvecklingen. Sammanfattningsvis kan konstateras att försöksserien indikerar att modellbrandstudier är en framkomlig väg i detta sammanhang.

Ett studium av beklädnaders och ytskikts karakteristika vid en så långt möjligt realistisk brandpåverkan är fundamentalt för en mera nyanserad brandteknisk dimensionering som komplement till bl a de begränsade informationer som för närvarande erhålls ur normmässigt föreskrivna provningsförfaranden, d v s enligt Statens provningsanstalts metodbeskrivningar Br 3 och Br 4 för bestämning av en beklädnads tändskyddande förmåga respektive ett ytskikts benägenhet för övertändning och rökutveckling vid brand. För en nyanserad brandteknisk dimensionering har båda dess metoder väsentliga begränsningar i tillämpning, eftersom de är kopplade till fastlåsta temperaturtidförlopp för en direkt påverkan i ett brandrum efter övertändning (Br 3) respektive en indirekt påverkan i en till ett brandrum anslutande utrymningsväg under initialskedet av ett brandförlopp (Br 4). Begränsningar i resultattolkning tillkommer därutöver genom att de båda metoderna givits en sådan utformning att visuella observationer under provningen i det närmaste är förhindrade.

Modellförsök

Den redovisade försöksserien har genomförts i tre kubiska modellbrandceller med de invändiga sidomåtten 500, 750 respektive 1000 mm. Samtliga brandceller utfördes med ett ytterhölje av stålplåt med en 10 mm invändig asbestskiva.

Två beklädnadstyper har studerats – plastburen respektive vävburen tapet – uppklistrade på gipsskiva med vardera två olika klistertyper. För den plastburna tapeten, som enligt tillverkarens uppgifter består av 100 delar PVC och 45 delar DOP (mjukgörare) jämte mindre mängder stabilisatorer och pigment, har försöken genomförts i samtliga brandceller, där för varje brandcell och klistertyp (PVA-lim respektive vattenglaslim) tre olika brandbelastningar i form av träribbstaplar använts, nämligen 1, 2 och 4 kg trä (motsvarande 17,6, 35,2 respektive 70,4 MJ) per m² omslutningsyta. Motsvarande för den vävburna tapeten har varit endast en brandcell, nämligen den i storlek mellanliggande, samt en brandbelastning, 35,2 MJ per m² omslutningsyta.

Parallellt har genomförts kompletterande kalibreringsförsök med ytskikt, ytskikt + gipskraftpapper respektive ytskikt + gipsskiva utelämnade.

Vid samtliga försök har brandcellernas front varit utformad med centrisk, kvadratisk fönsteröppning med en mot öppningsfaktorn $A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$ svarande dimension, där A_t (m²) betecknar den inre ytan som avgränsar brandcellen från dess omgivning, A (m²) brandcellens sammanlagda öppningsyta och h (m) ett med hänsyn till öppningarnas storlek vägt medelvärde av deras utsträckning i höjdled.

Under försöken har kontinuerligt registrerats förbränningshastighet, enligt experimentellt utbildad praxis beräknad som bränslets viktsförlust per tidenhet, rökintensitet och mot en distinkt punkt infallande totalstrålningsintensitet samt intermittent brandcellens rökgastemperatur i vissa punkter samt koncentrationen klorväte- och kolmonoxidgas.

I FIG. 1 visas en principskiss av de båda större modellbrandrummen sedda framifrån. Av figuren framgår också utformningen av korgen i vilket bränslet staplades samt systemet för bestämning av förbränningshastigheten.

Resultat

Trots att antalet försök är förhållandevis begränsat, kan vissa tendenser utläsas ur erhållna resultat. Dessa tendenser är bundna till för undersökningen gällande karakteristika för brandbelastningen (porositetsfaktor $\Phi \approx 0{,}5\ cm^{1,1}$, ribbor av furu med kvadratiskt tvärsnitt 25 ×

Här sammanfattad rapport hänför sig till anslag C 479 från Statens råd för byggnadsforskning till Institutionen för byggnadsstatik, LTH, Lund.

UDK 620.193.5
645.2
691.145
SfB Un 6

Sammanfattning av:

Nilsson, L, 1972, *Beteende och medverkan av plastburen respektive vävburen tapet vid brand i slutet rum.* (Inst. för byggnadsstatik, LTH) Lund Bulletin 30, 1972, 179 s., ill. 20 kr.

Rapporten är skriven på svenska med svensk och engelsk sammanfattning.

Distribution:

Inst. för byggnadsstatik
Lunds tekniska högskola
Fack 725, 220 07 Lund
Telefon 046-12 46 00

FIG. 1

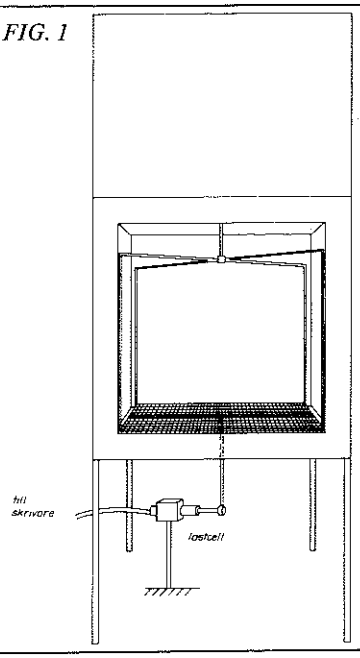


FIG. 2

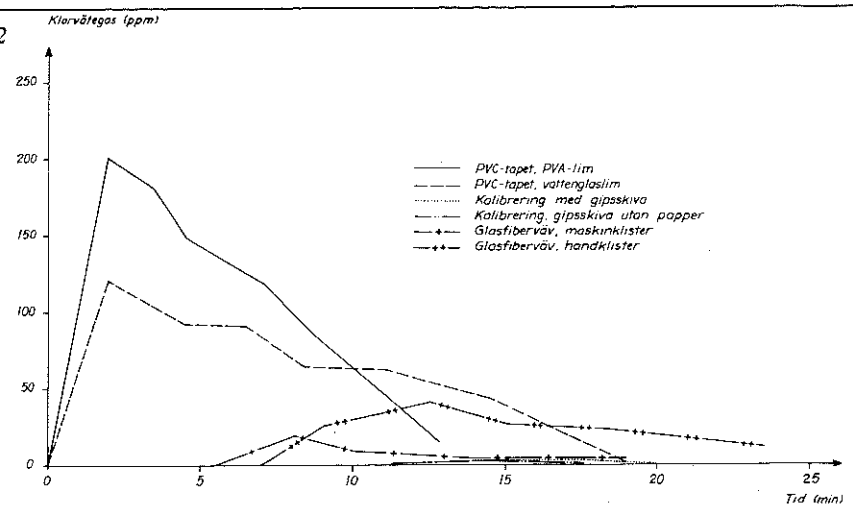


FIG. 1 Det vid undersökningen använda största modellbrandrummet. Det i storlek mellanliggande brandrummet är analogt utformat.

FIG. 2 Experimentellt funna kurvsamband mellan koncentrationen klorvätegas (ppm) och tid (min). Brandcell 750 × 750 × 750 mm; $A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04$ $m^{1/2}$; brandbelastning 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 omslutningsyta.

25 mm) och brandcellens ventilation (konstant öppningsfaktor $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$).

Viktiga sådana tendenser är följande:

a) Vid närvaro av plastburen tapet är flamfasens medelförbränningshastighet lägre än för motsvarande till respektive kalibreringsförsök. Differensen uppgår i ett fall till 22 %. Skillnaden förklaras av att den plastburna tapeten vid upphettning sönderdelas under samtidig värmeförbrukning, vilket medför att den för pyrolysen av brandbelastningens trä disponibla värmemängden minskar, med en reducerad förbränningshastighet som konsekvens.

Någon motsvarande inverkan på förbränningshastigheten genom närvaro av vävburen tapet kan ej utläsas.

b) Samtliga för en given kombination av brandcell och brandbelastning erhållna gastemperatur-tidkurvor uppvisar genomgående god överensstämmelse, dock med antydan till något högre värden vid försöken med vävburen tapet. Att de under a) nämnda skiljaktigheterna i förbränningshastighet ej slår igenom i temperatur-tidkurvorna beror sannolikt på ett flertal faktorer. Sålunda har termoelementen varit av typen oskyddade, vilket innebär att registrerad utspänning kommer att bero både av den omgivande gastemperaturen och den strålning som träffar mätpunkten. Eftersom den plastburna tapetens medverkan vid förbränningen givit ett emissionstal för brandgaserna som är väsentligt högre än vid kalibreringsförsöken, blir detta av betydelse för utspänningen. Vidare har i vissa kalibreringsförsök gipsskivan uteslutits, vilket innebär en för huvudförsöken mera värmeflödesuppdämmande brandcellsutformning. Sistnämnda förhållande verifieras delvis av försöken med glasfiberväv, vilka med likartade förutsättningar som gällde för den plastburna tapeten gett något högre värden på uppmätt gastemperatur. Ytterligare faktorer av betydelse i sammanhanget är dels förhållandet att den plastburna tapetens närvaro medför att röken på grund av saltsyreinnehållet blir relativt tung och kall, vilket inverkar på gasströmningsbilden, dels det faktum att vid de helt likartade kalibreringsförsöken brandbelastningens densitet och därmed energiinnehåll blivit lägre än teoretiskt beräknat. Dessutom har vid försöken med plastburen tapet den lägre förbränningshastigheten medfört en längre brandvaraktighet, varigenom upphettningsfasens temperaturnedsättande inverkan delvis elimineras.

c) Vid försöken där plastburen tapet ingått som beklädnad är utvecklad klorvätegaskoncentration väsentligt högre än vid såväl motsvarande kalibreringsförsök som vid försök där den vävburna tapeten medverkat. Förhållandet illustreras i FIG. 2 som återger uppmätt koncentration klorvätegas för likartade försök.

Någon inverkan på utvecklad mängd kolmonoxidgas från studerade beklädnader eller limtyper kan icke observeras. För såväl kolmonoxidgasen som den vid försöken med plastburen tapet erhållna klorvätegasen gäller att deras koncentrationer måste bedömas som så höga, att det även efter väsentlig utspädning föreligger risk för allvarliga skador hos påverkade personer redan efter en kort exponeringstid.

d) Rökutvecklingen ökar väsentligt såväl vad gäller maximivärde som varaktighet för brandcell med ytskikt av plastburen tapet jämfört med motsvarande brandcell utan detta ytskikt eller där beklädnaden utgjorts av vävburen tapet. Dessutom skall noteras den ovan under a) angivna inverkan på förbränningshastigheten av den plastburna tapeten, vilket innebär att i förhållande till övriga försök den rökutveckling som härrör från brandbelastningen kommer att fördelas under en längre tidsperiod, vilket för dessa försök medfört extra gynnsamma förhållanden.

Någon påtaglig inverkan på rökutvecklingen av gipsskivans kraftpapper kunde inte observeras, möjligen att detta genom sin lättantändlighet kortvarigt kunnat medföra en högre temperatur i brandcellen och därigenom en ökad pyrolys hos bränslet med mindre mängd utvecklad rök som följd.

e) Genomgående gäller att någon utslagsgivande inverkan av den ena eller andra provade limsorten inte har observerats för de ovan under a)–d) summerade storheterna. Visuellt kunde däremot konstateras skillnad i funktionssätt mellan PVA- respektive vattenglaslimmet. Vid det förra lossnade den plastburna tapeten under brandförloppet i småflagor, storleksordningen 2 × 2 cm, medan för vattenglaslimmet flagor av storleksordningen 10 × 20 cm eller större kunde observeras.

f) Med hänsyn till modellskalans inverkan verifierar den genomförda undersökningen för brandförloppets flamfas vissa enkla regler vad gäller medelförbränningshastighet, gastemperatur och gaskoncentration. Reglerna redovisas summariskt i rapporten.

Slutsats

Avslutningsvis kan konstateras att trots det begränsade antalet genomförda försök indikerar försöksserien att modellbrandstudier är en framkomlig väg för bestämning av en beklädnads eller ett ytskikts beteende vid brandpåverkan med så realistiska karakteristika som möjligt. Därvid ingår visuella observationer som en väsentlig del. Emellertid fordras ett väsentligt bredare försöksunderlag för att slutgiltigt avgöra metodens användbarhet, speciellt om även andra typer av utrymmen, t ex utrymningsvägar, skall innefattas.

UTGIVARE: STATENS INSTITUT FÖR BYGGNADSFORSKNING

AB Trycksaker Norrköping 1973

Behaviour and participation of plastic wall covering and glass-fibre wall covering during fire in enclosed space

Leif Nilsson

National Swedish Building Research Summaries

T15:1973

The test series described in this report comprises an informative investigation of the behaviour and participation of plastic wall covering and glass-fibre wall covering during fire in an enclosed compartment with one window opening. In a wider perspective this test may be regarded as a preliminary study of the possibilities of determining, on a model scale and at a reasonable price the properties of coverings and surface layers exposed to fire under as realistic conditions as possible. A test procedure of this type would constitute an important supplement to the prescribed standard test procedures which are in use at present and which have considerable limitations in practical application.

The primary points studied in the course of investigation were the rate of combustion, the temperature conditions in the fire compartment, the concentration of hydrogen chloride and carbon monoxide gas and smoke productions. To sum up, one can say that the test series indicates that fire studies on a model scale constitute an possible method in this context.

A study of the characteristics of coverings and surface layers during as realistics as possible exposure to fire is of fundamental importance to more accurate fire engineering design, as a supplement to the limited information which is obtained at present from the prescribed standard procedures. These procedures are described by the National Swedish Institute for Materials Testing, tests Nos. Br. 3 and Br. 4 for determining the ignition-resistant capacity of a covering and the disposition of a surface layer for flash-over and for smoke production during fire. For an accurate fire engineering design these two methods have considerable limitations in practical application. These procedures are intended to describe, for fixed temperature – time processes, the direct effect occurring in a fire compartment after flashover (Br 3) and the indirect effect taking place in an escape route adjoining a fire compartment during the initial phase of the process of fire development (Br 4). Further limitations to the interpretation of the results are added by the fact that the testing apparatus have been constructed in such a way that visual observations during the test are practically impossible.

Model experiments

The test series described here has been carried out in three cubical, model fire compartments with interior side measurements 500, 750 and 1000 mm, respectively. All three fire compartments were designed with an outer covering of sheet steel and 10 mm asbestos board inside.

Two types of wall covering have been studied – plastic wall covering and glass-fibre wall covering – glued on to plasterboard, each with two different types of glue. For the plastic wall covering, which, according to information from the manufacturer, consists of 100 parts PVC and 45 parts DOP (softener) and small amount of stabilizers and pigment, the experiments have been carried out in all three fire compartments. For each fire compartment and each type of glue (PVA-glue and waterglass glue) three different fire load densities in the form of piles of wood cribs have been used, viz., 1, 2 and 4 kg wood (corresponding to 17.6, 35.2, and 70.4 MJ) per m^2 enclosing surface. The tests with the glass-fibre wall covering have been carried out in only one type of fire compartment, viz., the one of medium-size, and one fire load, 35.2 MJ per m^2 enclosing surface.

Supplementary calibrating tests were carried out parallel to the fire tests, with surface layer, or surface layer + the paper coating of the plasterboard, or surface layer + plasterboard removed.

In all the tests the front of the fire compartments has been designed with a centric, square window opening of a dimension corresponding to the opening factor $A\sqrt{h}/A_t = 0.04\ m^{1/2}$, where A_t (m^2) represents the interior surface area separating the fire compartment from its surroundings, A (m^2) the total opening area of the fire compartment, and h (m) a mean value of the height of the fire compartment, estimated with regard to the dimensions of the respective openings.

The rate of burning was registered continuously throughout the tests following an experimentally developed procedure whereby it is calculated as the weight loss of the fuel per unit time, smoke intensity, and total intensity of radiation striking a given point, and intermittently the temperature of combustion gases in the fire compartment at certain points, and the concentration of hydrogen chloride and carbon monoxide gas.

FIG. 1 shows a basic sketch of the two largest model chambers, seen from the front. The figure also shows the shape of the cage in which the fuel was piled and the system for determination of the rate of burning.

Results

In spite of the relatively limited number of tests, certain tendencies can be found in the results obtained. These tendencies

Key words:
fire studies (glass fibre wall covering, plastic wall covering), model tests, process of fire development, gas concentration (hydrogen chloride, carbon monoxide gas), smoke intensity, gas temperature-time curve, intensity of radiation

This report refers to Grant C 479 from the Swedish Council for Building Research to the Division of Structural Mechanics and Concrete Construction, Lund Institute of Technology, Lund, Sweden.

UDC 620.193.5
645.2
691.145
SfB Un 6

Summary of:
Nilsson, L, 1972, *Beteende och medverkan av plastburen respektive vävburen tapet vid brand i slutet rum.* Behaviour and participation of plastic wall covering and glass-fibre wall covering during fire in enclosed space. (Inst. för byggnadsstatik, LTH) Lund. Bulletin 30, 1972, 179 p., ill. Sw. Kr. 20.

The report is in Swedish with Swedish and English summaries.

Distribution:
Inst. för byggnadsstatik
Lunds tekniska högskola
Fack 725, 220 07 Lund
Sweden

FIG. 1

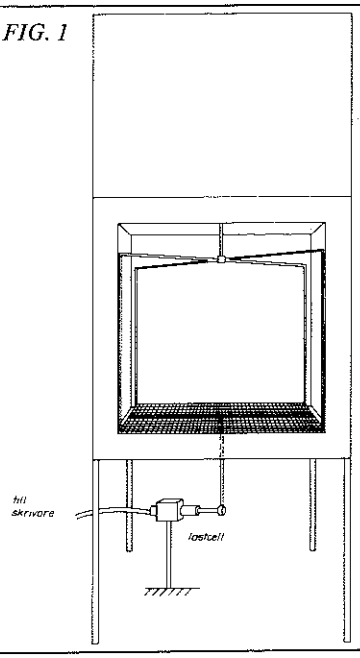


FIG. 2

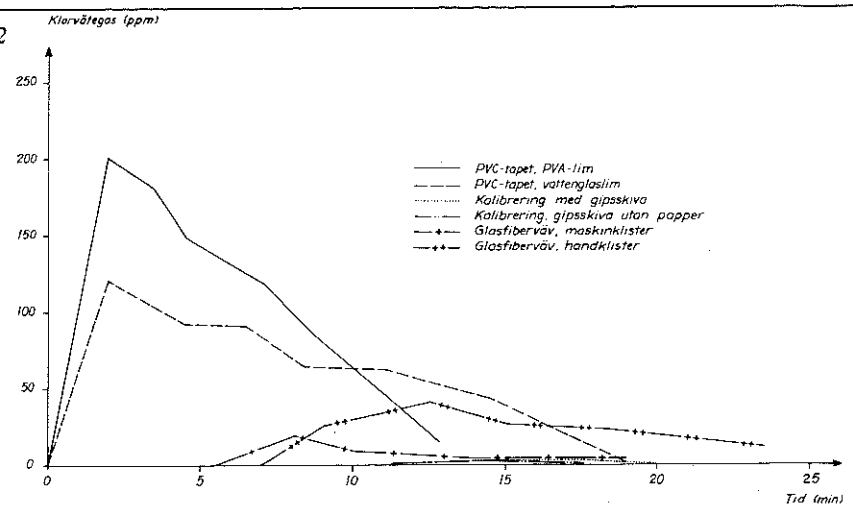


FIG. 1 Det vid undersökningen använda största modellbrandrummet. Det i storlek mellanliggande brandrummet är analogt utformat.

FIG. 2 Experimentellt funna kurvsamband mellan koncentrationen klorvätegas (ppm) och tid (min). Brandcell 750 × 750 × 750 mm; $A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04$ $m^{1/2}$; brandbelastning 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 omslutningsyta.

25 mm) och brandcellens ventilation (konstant öppningsfaktor $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$).

Viktiga sådana tendenser är följande:

a) Vid närvaro av plastburen tapet är flamfasens medelförbränningshastighet lägre än för motsvarande till respektive kalibreringsförsök. Differensen uppgår i ett fall till 22 %. Skillnaden förklaras av att den plastburna tapeten vid upphettning sönderdelas under samtidig värmeförbrukning, vilket medför att den för pyrolysen av brandbelastningens trä disponibla värmemängden minskar, med en reducerad förbränningshastighet som konsekvens.

Någon motsvarande inverkan på förbränningshastigheten genom närvaro av vävburen tapet kan ej utläsas.

b) Samtliga för en given kombination av brandcell och brandbelastning erhållna gastemperatur-tidkurvor uppvisar genomgående god överensstämmelse, dock med antydan till något högre värden vid försöken med vävburen tapet. Att de under a) nämnda skiljaktigheterna i förbränningshastighet ej slår igenom i temperatur-tidkurvorna beror sannolikt på ett flertal faktorer. Sålunda har termoelementen varit av typen oskyddade, vilket innebär att registrerad utspänning kommer att bero både av den omgivande gastemperaturen och den strålning som träffar mätpunkten. Eftersom den plastburna tapetens medverkan vid förbränningen givit ett emissionstal för brandgaserna som är väsentligt högre än vid kalibreringsförsöken, blir detta av betydelse för utspänningen. Vidare har i vissa kalibreringsförsök gipsskivan uteslutits, vilket innebär en för huvudförsöken mera värmeflödesuppdämmande brandcellsutformning. Sistnämnda förhållande verifieras delvis av försöken med glasfiberväv, vilka med likartade förutsättningar som gällde för den plastburna tapeten gett något högre värden på uppmätt gastemperatur. Ytterligare faktorer av betydelse i sammanhanget är dels förhållandet att den plastburna tapetens närvaro medför att röken på grund av saltsyreinnehållet blir relativt tung och kall, vilket inverkar på gasströmningsbilden, dels det faktum att vid de helt likartade kalibreringsförsöken brandbelastningens densitet och därmed energiinnehåll blivit lägre än teoretiskt beräknat. Dessutom har vid försöken med plastburen tapet den lägre förbränningshastigheten medfört en längre brandvaraktighet, varigenom upphettningsfasens temperaturnedsättande inverkan delvis elimineras.

c) Vid försöken där plastburen tapet ingått som beklädnad är utvecklad klorvätegaskoncentration väsentligt högre än vid såväl motsvarande kalibreringsförsök som vid försök där den vävburna tapeten medverkat. Förhållandet illustreras i FIG. 2 som återger uppmätt koncentration klorvätegas för likartade försök.

Någon inverkan på utvecklad mängd kolmonoxidgas från studerade beklädnader eller limtyper kan icke observeras. För såväl kolmonoxidgasen som den vid försöken med plastburen tapet erhållna klorvätegasen gäller att deras koncentrationer måste bedömas som så höga, att det även efter väsentlig utspädning föreligger risk för allvarliga skador hos påverkade personer redan efter en kort exponeringstid.

d) Rökutvecklingen ökar väsentligt såväl vad gäller maximivärde som varaktighet för brandcell med ytskikt av plastburen tapet jämfört med motsvarande brandcell utan detta ytskikt eller där beklädnaden utgjorts av vävburen tapet. Dessutom skall noteras den ovan under a) angivna inverkan på förbränningshastigheten av den plastburna tapeten, vilket innebär att i förhållande till övriga försök den rökutveckling som härrör från brandbelastningen kommer att fördelas under en längre tidsperiod, vilket för dessa försök medfört extra gynnsamma förhållanden.

Någon påtaglig inverkan på rökutvecklingen av gipsskivans kraftpapper kunde inte observeras, möjligen att detta genom sin lättantändlighet kortvarigt kunnat medföra en högre temperatur i brandcellen och därigenom en ökad pyrolys hos bränslet med mindre mängd utvecklad rök som följd.

e) Genomgående gäller att någon utslagsgivande inverkan av den ena eller andra provade limsorten inte har observerats för de ovan under a)–d) summerade storheterna. Visuellt kunde däremot konstateras skillnad i funktionssätt mellan PVA- respektive vattenglaslimmet. Vid det förra lossnade den plastburna tapeten under brandförloppet i småflagor, storleksordningen 2 × 2 cm, medan för vattenglaslimmet flagor av storleksordningen 10 × 20 cm eller större kunde observeras.

f) Med hänsyn till modellskalans inverkan verifierar den genomförda undersökningen för brandförloppets flamfas vissa enkla regler vad gäller medelförbränningshastighet, gastemperatur och gaskoncentration. Reglerna redovisas summariskt i rapporten.

Slutsats

Avslutningsvis kan konstateras att trots det begränsade antalet genomförda försök indikerar försöksserien att modellbrandstudier är en framkomlig väg för bestämning av en beklädnads eller ett ytskikts beteende vid brandpåverkan med så realistiska karakteristika som möjligt. Därvid ingår visuella observationer som en väsentlig del. Emellertid fordras ett väsentligt bredare försöksunderlag för att slutgiltigt avgöra metodens användbarhet, speciellt om även andra typer av utrymmen, t ex utrymningsvägar, skall innefattas.

UTGIVARE: STATENS INSTITUT FÖR BYGGNADSFORSKNING

AB Trycksaker Norrköping 1973

FÖRORD

I föreliggande rapport redovisas resultat från en experimentell undersökning av beteende och medverkandegrad av plastburen respektive vävburen tapet vid brand i slutet rum med en fönsteröppning.

Undersökningen har genomförts med ekonomiskt stöd från Statens Råd för Byggnadsforskning, Sveriges Plastförbund och MoDo Kemi AB. Dessutom har AB Gyproc kostnadsfritt ställt erforderligt gipsplattematerial till förfogande.

Vid försöken genomförd gasanalys har utförts av teknolog Morgan Troedsson till vilken jag vill rikta ett varmt tack.

Lund i april 1972

Leif Nilsson

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING 2

SUMMARY 4

1 INTRODUKTION 8
1.1 Problemställning 8
1.2 Undersökningens syfte och omfattning 10

2 FÖRSÖKSUPPSTÄLLNING 12

3 MÄTPROGRAM, MÄTNING, REGISTRERING 14
3.1 Mätprogrammets omfattning 14
3.2 Bestämning av förbränningshastigheten 14
3.3 Temperaturregistrering 15
3.4 Strålningsmätningar 15
3.5 Gasanalys 16
3.6 Rökintensitetsmätningar 16
3.7 Övrigt 17

4 FÖRSÖKSKARAKTERISTIKA 18
4.1 Försökens allmänna uppläggning 18
4.2 Ytskikt och lim 19
4.3 Brandbelastning 20
4.4 Antändning 20

5 FÖRSÖKSRESULTAT. DISKUSSION 21
5.1 Försöksresultat. Allmänt 21
5.2 Förbränningshastighet 22
5.3 Temperaturkarakteristika 24
5.4 Strålningskarakteristika 27
5.5 Gasanalys 28
5.6 Rökintensitet 31
5.7 Inverkan av modellskala 34
5.8 Övriga resultat, baserade på visuella observationer 36

LITTERATUR 39

APPENDIX (Referat av okulärbesiktning) 121

CAPTION 173

1 INTRODUKTION

1.1 Problemställning

Under de senaste åren har inrapporterats ett flertal bränder vid närvaro av plastmateriel med stora skadekostnader. /1-2/. Dessa skador har i flera fall inträffat i lokaler där plaster av typen polyvinylklorid (PVC) varit lagrade eller ingått som komponenter i någon form. Naturligen uppstår frågan om de förbränningsprodukter som härrör från PVC-plasten är orsaken till dessa kraftiga skadekostnader. Då emellertid PVC är ett relativt gammalt material bland plasterna, som tillverkats exempelvis i Tyskland i stor skala under mer än 30 år /2/, frågar man sig samtidigt varför inte liknande skadetillfällen inrapporterats tidigare. Några tänkbara svar utgör därvid:

en snabb ökning av PVC-plasterna under de senaste åren till både kvantitet och antal typer, varvid några av dessa nya typer kan ha medfört ökade brandskaderisker;

genom nya plasttyper och medel för applicering med hänsyn till brand;

ogynnsamma kombinationseffekter med andra byggnadsmaterial;

bristande kunskaper om plasternas beteende under en brand och kanske till och med bristande kunskaper om skadeorsaken.

PVC står för poly-vinylklorid, dvs polymeriserad vinylklorid. Ur klorgas och den petrokemiska produkten eten erhålles i en trestegsprocess monomeren vinylklorid, som i suspension polymeriseras till polymeren PVC. Den rena polymeren är alltså en kol-vätekedja med klor regelbundet instoppat i kedjan.

Man skiljer mellan hård och mjuk PVC. Hård PVC är ren PVC utan mjukgörartillsatser och innehåller ca 56% klor samt mindre mängd stabilisatorer. Hård PVC har en mjukningstemperatur av 80-90°C och ett värmevärde av cirka 14,6 MJ per kg. Av följande skäl är emellertid detta värmevärde ej representativt för t ex materialets bidrag till brandbelastning. Som alla organiska material sönderdelas hård PVC vid upphettning. Sönderdelningen beror främst av temperatur men även av halt och typ av stabilisator. I litteraturen finns angivet att sönderdelningen kan börja redan vid 150°C. Vid 200°C har uppmätts en sönderdelning av 2-4 vikt-% per timme av

PVC:n, medan motsvarande vid 240°C är 25 vikt-%. Vid 300°C har övervägande delen HCl bortgått, och de omättade kolkedjorna sönderfaller definitivt. Vid 500°C har sönderfallet gått så långt att endast cirka 10 vikt-% återstår i form av "aska" /3/. Då materialet varken brinner med flamma eller glöd, frigöres endast en mindre del av det bundna värmet samtidigt som värme förbrukas vid sönderdelningen. Konsekvensen härav blir, att närvaron av PVC bland brännbara ämnen vid brand ger en kylande inverkan på förbränningsprodukterna och gör röken tyngre.

Mjuk PVC innehåller mjukgörningsmedel som nedsätter klorinnehållet till 30 à 40 vikt-%. Allt efter arten och mängden mjukgörare uppkommer ett mer eller mindre elastiskt och följsamt material, som genom de oljiga mjukgörartillsatserna erhåller en nedsatt smältpunkt och som under inverkan av hetta förångas och eventuellt kan antändas. Mjuk PVC har ett värmevärde som beror av andelen mjukgörningsmedel och deras värmevärde, men då den i princip har samma inverkan på och reagerar analogt under brandförloppet som angetts ovan för hård PVC, är ej heller värmevärdet för mjuk PVC representativt för en medverkan vid brand.

Till gruppen produkter av mjuk PVC hör exempelvis beklädnadsmaterial av typ tapeter och undertak. De helt dominerande användningsområdena för dessa sortiment är därvid bostäder och kontor, inklusive utrymningsvägar. Med hänsyn till säkerhetskrav för att säkerställa människoliv, t ex vid utrymning, finns i gällande normer bestämmelser angivna för i byggnadsdelar och beklädnader ingående ytskikts benägenhet för övertändning och rökutveckling vid användning i ovan nämnda tillämpningar. Bestämmelserna är kopplade till fastställt provningsförfarande enligt Statens Provningsanstalts metodbeskrivning Br 4 /4/.

Med hänsyn till inträffade stora skadekostnader under senare år har bl a försäkringsbolagen visat stort intresse för att allmänt få klarlagt olika ytskikts, speciellt plasttapeters, beteende och medverkandegrad vid brand samt tillhörande koncentration av aggressiva gaser. Genom sådana kunskaper underlättas en mera rättvis premiesättning och val av lämpligaste rensningsmetod för kvarvarande gaser efter en brand /5/.

En för framtagning av dessa kunskaper väsentlig faktor är emeller-

tid kostnadsaspekten. Om försök i modellskala därvid visar sig vara en framkomlig väg, skulle till ett rimligt pris förhållandevis omfattande systematiska försöksserier kunna få aktualitet, där för enskilt beklädnadsmaterial inverkan av varierande brandförloppskarakteristika kan studeras.

1.2 Undersökningens syfte och omfattning

I Sverige fastställd provningsmetod för bestämning av ytskikts benägenhet för övertändning och rökutveckling är den s k lådmetoden, beskriven i Statens Provningsanstalts metodbeskrivning Br 4 /4/. Provning enligt denna metod syftar till en klassificering av ett ytskikt för byggnadsdelar och beklädnader som flamsäkert (klass I) eller flamhärdigt (klass II). Summariskt innebär provningen att materialet appliceras utefter väggar och tak i brännkammare, varefter en viss energimängd, styrd efter ett tidsförlopp, tillföres brandcellen genom förbränning av propangas. Under försöket registreras tidkurvorna för temperatur och genomsikthet hos alstrade gaser.

En väsentlig fördel med denna provningsmetod är att, utöver propangasen, endast studerat beklädnadsmaterial påverkas och reagerar under upphettningen. Nackdelarna är framför allt två. För det första är förhållandena idealiserade till ett fastlåst upphettningsförlopp, medan vid reella bränder förloppets temperatur-tidkarakteristika kan variera inom vida gränser. Den andra nackdelen med lådmetoden är att visuella observationer i stort sett är förhindrade. Konsekvensen härav kan exempelvis bli, att ett material som i ett mycket tidigt skede av ett provningsförlopp faller ned och ej ytterligare påverkas av upphettningen, kan få en gynnsam klassificering, medan samma material, om visuella observationer vore möjliga, skulle få ett dåligt utlåtande, eftersom vid nedfallet materialet t ex kan svepa in de i lokalen befintliga personerna med en seg, klibbig massa.

I avsikt att söka rimligt kostnadskrävande, alternativa provningsmetoder, som kan bli komplement till nuvarande lådmetod med om möjligt ovan angivna nackdelar eliminerade och ytterligare väsentliga, karakteristiska storheter kartlagda, har vid institutionen för byggnadsstatik, LTH genomförts en serie modellbrandstudier.

Försöksserien kan därvid mera långsiktigt ses som ett inledande

studium av möjligheterna att i modellskala bestämma beklädnaders och ytskikts karakteristika vid möjligast realistisk brandpåverkan. Detta skulle vid framgång kunna leda till att en klassificering av ett enskilt beklädnadsmaterial enligt lådmetoden eller därmed likvärdigt förfarande vid påverkan enligt ett förutbestämt upphettningsförlopp i framtiden naturligen kompletteras med en undersökning i modellbrandcell med brandbelastning av träbålstyp med anpassning till de förhållanden och de påverkningar av ytskiktet, som gäller vid ett reellt brandförlopp.

I det följande redovisad experimentell undersökning har primärt syftat till ett studium av ytskikts beteende och medverkandegrad vid brand i sluten brandcell med en fönsteröppning. Två beklädnadstyper - plastburen respektive vävburen tapet - uppklistrade på gipsplatta med vardera två olika klistertyper har studerats. För plasttapeten har försöken omfattat och genomförts i tre, till dimension olika, kubiska modellbrandceller, där för varje brandcell och klistertyp tre olika brandbelastningar använts. Motsvarande för den vävburna tapeten har varit endast en brandcell och en brandbelastning. Parallellt har genomförts kompletterande kalibreringsförsök med ytskikt, ytskikt + gipskraftpapper respektive ytskikt + gipsskiva utelämnade. Under försöken har kontinuerligt registrerats förbränningshastighet, uttryckt som brandbelastningens viktsminskning per tidsenhet, strålningsintensitet och rökintensitet samt intermittent brandcellens rökgastemperatur i vissa punkter och koncentrationen saltsyre- (HCl) och kolmonoxidgaser (CO).

2 FÖRSÖKSUPPSTÄLLNING

Försöksserien genomfördes i tre till geometri lika men till storlek olika kubiska slutna modellbrandceller med en fönsteröppning, där de invändiga sidomåtten var 500, 750 respektive 1000 mm. Brandcellerna var utförda med ett ytterhölje av 1,5 - 2 mm stålplåt med invändigt 10 mm asbestskiva (densitet 1,02 Mp/m^3). De med tapet beklädda gipsskivorna (tjocklek 13 mm, densitet 0,9 Mp/m^3) anbringades innanför asbestskivorna i samtliga fyra väggar och i tak.

I Fig. 1 visas en skiss och i Fig. 2 ett foto, representativa för de båda större brandrummen. Av figurerna framgår också utformningen av den korg i vilken bränslet staplades och systemet för bestämning av förbränningshastigheten, uttryckt som brandbelastningens viktsminskning per tidsenhet.

I Fig. 3 visas en skiss av lilla brandcellen, varav bl a framgår, att för denna brandcell ett modifierat förfarande användes vid bestämning av förbränningshastigheten.

Brandcellens öppningsfaktorvärde var vid samtliga försök 0,04 $m^{1/2}$. Öppningsfaktorn definieras därvid som $A\sqrt{h}/A_t$ med A = fönsteröppningens yta (m^2), h = fönsteröppningens höjd (m) och A_t = brandcellens totala omslutningsyta (m^2), inkl fönsteröppning. Detta val dikterades av att brandförloppet vid denna öppningsfaktor har ett gastemperatur-tidförlopp för uppvärmningsfasen, som ligger i närheten av det, som normmässigt föreskrivs för till klassificering ledande provning, jfr t ex /6/.

Vid försöken använt bränsle staplades i en av Kanthaltråd tillverkad korg med något mindre dimension än respektive brandcells sidomått. Härigenom eliminerades risken för att korgen eller någon ribba under försökens gång skulle stöta mot någon vägg med en felaktig registrering av förbränningshastigheten som följd.

För bestämning av förbränningshastigheten anbringades i de båda större brandrummen en rundstång av Kanthal i bränslekorgens botten, vilken vilade på en lastcell genom ett i brandcellens botten upptaget hål. Mättekniska svårigheter - bl a en otillräcklig upplösningsförmåga för den ovan nämnda lastcellen - framtvingade ett modifierat förfarande för bestämning av förbränningshastigheten i det minsta brandrummet. Erforderlig upplösning erhölls därvid

genom att bränslekorgen via en rundstång upphängdes i ena änden av en hävarm, som i sin andra ände var kopplad till en lastcell, se Fig. 3.

Försöksserien genomfördes inomhus i en stor laboratoriehall med en fri takhöjd av cirka 10 m. Härigenom eliminerades inverkan från sådana störande och svårkontrollerbara faktorer som vind och klimatvariationer. De vid försöken utvecklade rökgaserna ventilerades ut genom en över brandcellerna belägen stor plåthuv, som mynnade i det fria.

I Fig. 4 återges ett översiktsfoto av försöksuppställningen som visar brandcell, utrustning för registrering av förbränningshastighet och strålningskarakteristika, plåthuv samt delar av plåtkanal.

3 MÄTPROGRAM, MÄTNING, REGISTRERING

3.1 Mätprogrammets omfattning

Mätprogrammet utformades med målet att få en så noggrann kartläggning som möjligt av beklädnadens beteende, medverkandegrad och inverkan på brandförloppet. Mätprogrammet omfattade i stort en kontinuerlig bestämning för hela brandförloppet - dock med koncentration till antändnings- och flamfasen - av förbränningshastigheten, uttryckt som brandbelastningens viktsminskning i kg trä per tidsenhet, gastemperaturen i representativa punkter i brandrummet, temperaturen inuti brandcellens omslutande konstruktioner, strålningskarakteristika för en definierad punkt, koncentrationen av vissa gaser samt rökintensiteten.

3.2 Bestämning av förbränningshastigheten

För undersökningen valdes en redovisning av förbränningshastigheten enligt experimentellt utbildad praxis, dvs som bränslets viktsförlust per tidsenhet. För att möjliggöra detta, skedde vid försöken en kontinuerlig vägning av i brandcellen kvarvarande mängd bränsle. Härvid användes till de båda större brandrummen en böjlastgivare typ Philips 6100 P/50 K, medan till den mindre brandcellen en vid institutionen tillverkad trycklastgivare med en nominell belastning av 10 kp utnyttjades. Orsaken till att två olika lastceller användes, är dels att böjlastgivaren ej har tillräcklig upplösningsförmåga vid små laster, och dels att i den mindre brandcellen korgens egenvikt i förhållande till använd bränslemängd var alltför stor för att en utbalansering av denna egenvikt skulle vara möjlig.

Respektive lastcell anslöts till en pennskrivare typ Servogor med förskjutbar nollpunkt, Fig. 5, vilket möjliggjorde en utbalansering av korgens egenvikt. Erhållen kurva anger därför direkt vikten av i varje tidsmoment av brandförloppet återstående mängd brännbart material. En typisk viktskurva, hämtad från en försöksserie genomförd i samma brandceller som här använts, och där med undantag av tapeterna, nästan identiska förhållanden förelegat, /7/ visas i Fig. 6. Av figuren framgår på ett illustrativt sätt brandförloppets huvudfaser (antändnings-, flam-, glöd- och avsvalningsfas). Under antändningsfasen, som i tidshänseende varierar i längd beroende på ett stort antal faktorer, sker en successiv ökning av förbrännings-

hastigheten, som under den därpå följande flamfasen är approximativt konstant, varvid 50 à 60% av ingående bränslemängd räknat på ursprunglig vikt förbrukas. Därefter övergår brandförloppet på ett markant sätt i glöd- och avsvalningsfasen, varunder stapeln rasar samman till en glödhög och slutgiltigt förbränns.

3.3 Temperaturregistrering

Vid ett brandförlopp i en brandcell erhållen gastemperatur-tidkurva, vilken vid given brandbelastning beror av bl a brandcellens öppningsfaktor och omslutande konstruktioners termiska egenskaper, är direkt avgörande för t ex en brandpåverkad bärande konstruktions verkningssätt och bärförmåga. Dessutom är ur utrymningssynpunkt temperaturstegringen under brandens tidigaste skede synnerligen väsentlig.

En kartläggning av vid försöken erhållet gastemperatur-tidförlopp bedömdes sålunda mot denna bakgrund angelägen. En registrering av gastemperaturen genomfördes därför i representativa punkter i brandcellen. För att med ett rimligt antal mätpunkter få en så allsidig bild som möjligt av temperaturförhållandena i brandrummet, valdes i varje brandcell sex mätpunkter med temperaturgivare av oskyddade termoelement av typ Chromel-Alumel. En skiss över mätpunkternas placering visas i Fig. 7, ur vilken framgår att ett termoelement var beläget på ena sidans centrumsnitt, 30 mm från brandcellens inneryta, tre termoelement i baksidans centrumsnitt, varav det ena placerades mellan asbestskiva och gipsplatta, de båda övriga invändigt, 20 respektive 30 mm från brandcellens inneryta. Dessa fyra termoelement arrangerades så, att anslutningsledningen närmast lödstället följde en isoterm. Av de två återstående termoelementen var ett beläget i brandcellens centrum, medan det andra var placerat i fönsteröppningens vertikala centrumlinje på avståndet en tredjedel av fönsteröppningens höjd, räknat uppifrån.

Utslagen från termoelementen registrerades på en punktskrivare av fabrikat Texas, för vilken stämpelintervallet valdes till 2,5 eller 4 s, Fig. 5.

3.4 Strålningsmätningar

Som komplement till termoelementmätningarna registrerades även mot en distinkt punkt infallande totalstrålning från brandgaser

och heta flammor. Strålningsmätningarna genomfördes med en totalstrålningspyrometer typ Gunners /8/, belägen i nivå med fönsteröppningens mitt och riktad in mot brandrummets centrala del. Avståndet mellan mätpunkt och brandcellens front var lika respektive brandcells innermått, dvs 500, 750 respektive 1000 mm. Erhållen utspänning uppmättes i mV och registrerades på en pennskrivare av fabrikat Servogor, Fig. 5. Före försöken hade en kalibreringskurva upptagits för strålningspyrometern, Fig. 8, genom vilken utspänningen kunde översättas till totalstrålningsintensitet.

3.5 Gasanalys

Vid planering av försöksserien bedömdes en kontinuerlig registrering av rökgassammansättningen som synnerligen önskvärd. Med hänsyn till framför allt kostnadsaspekten, kunde emellertid endast en intermittent bestämning av i sammanhanget mest väsentliga karakteristika, nämligen kolmonoxid och saltsyra, få aktualitet.

För bestämning av koncentrationen hos dessa gaser användes en Dräger gasspårningsapparat, Modell 21/31 med tillhörande reagensrör, Fig. 9. Apparaten arbetar enligt principen att en given luftvolym innehållande aktuella gaser får passera genom ett reagensrör, ett för varje avläsning, där mängden luft bestäms genom ett antal pumpslag. Genom färgomslag för i reagensröret innesluten indikator kombinerat med det valda antalet pumpslag, kan gaskoncentrationen erhållas. Genom provtagning vid tidpunkter som bedömdes relevanta, erhölls en tillfredsställande uppfattning om hur gaskoncentrationen under försöken varierade med tiden. I Fig. 10 illustreras hur reagensrören återger koncentrationen kolmonoxid under ett försök.

Reagensrören för bestämning av saltsyrekoncentrationen hade ett mycket begränsat mätområde, 1 - 20 ppm, och vid förförsök kunde konstateras att detta var helt otillräckligt. För att bredda mätområdet anskaffades därför en gaspump, i vilken utspädning med ren luft i förhållande 1:10 möjliggjordes. Vid försöken pumpades den utspädda gasen in i plastpåsar, Fig. 9, varefter en bestämning av saltsyrekoncentrationen med gasspårningsapparaten kunde ske.

3.6 Rökintensitetsmätningar

Som nämnts i avsnitt 1.2 ingår vid provning av beklädnaders ytskikt enligt metodbeskrivning Br 4 (lådmetoden) som ett väsentligt

karakteristikum rökgasernas genomsiktlighet. Vid planeringen av i denna rapport beskriven försöksserie bedömdes det av bl a denna anledning väsentligt att söka få en uppfattning om den rökintensitet som vid brand härrör från plastbeklädnaden. För att därvid i möjligaste mån anknyta till fastställd provningsmetod för bestämning av rökutveckling, användes en mätutrustning nära identisk med den till metodbeskrivning Br 4 hörande. Mätutrustningen består av en lampa och en fotocell, anbringade på ett fixt avstånd från varandra. Vid rökutveckling avkänner fotocellen hur ljusintensiteten från lampan ändras, dvs den försämrade genomsikten mäts. Vid undersökning enligt lådmetoden är avståndet mellan lampa och fotocell 200 mm, medan i här använd utrustning detta avstånd valts till 720 mm.

Rökintensitetsmätaren anbringades i plåtkanalen omedelbart ovan den krök som i Fig. 4 återfinns i övre högre hörnet.

Utsignalerna från fotocellen registrerades på en pennskrivare typ Servogor, Fig. 5. Före försöken kalibrerades mätutrustningen så, att utslaget 100 anger full sikt och utslaget noll helt ogenomskinligt medium.

3.7 Övrigt

Registreringen av de i avsnitt 3.2 - 3.6 angivna storheterna kompletterades under försöken med visuella observationer. Genom användning av bandspelare möjliggjordes en snabb registrering av samtliga under brandförloppet synliga skeenden, tidsbestämda genom en lätt avläsbar och väl synlig klocka, jfr Fig. 9. I appendix I ges en kortfattad sammanställning av dessa visuella observationer.

Under brandförloppet genomfördes dessutom en relativt omfattande fotografering med en möjligast långtgående registrering av betydelsefulla detaljer. I vissa fall omöjliggjordes fotografering i önskvärd omfattning, dels på grund av intensiv värmestrålning genom fönsteröppningen och dels genom att händelseförloppet ibland utvecklades för snabbt för att kunna mera i detalj följas.

4 FÖRSÖKSKARAKTERISTIKA

4.1 Försökens allmänna uppläggning

För att begränsa antalet parametrar studerades i denna försöksserie, vilken närmast är att se som en orienterande förundersökning, endast en typ av plastburen och en typ av vävburen tapet vid en för samtliga brandceller konstant öppningsfaktor $A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$. Variabler i försöksserien med plasttapet var modellskalan, varvid som nämnts tre rumsstorlekar användes (jfr avsnitt 2), brandbelastningen, där tre praktiskt representativa värden valdes, samt det vid uppklistring av plastbeklädnaden använda limmet, där två limtyper studerades. Motsvarande för försöksserien med vävburen tapet var endast limmet, där två limtyper studerades, medan för detta ytskikt brandcellsstorlek och brandbelastning hölls konstanta.

I en parallell försöksserie genomfördes 21 kalibreringsförsök, identiska med huvudseriens motsvarande, med undantag av att i nio försök tapet, i tre försök tapet + gipskraftpapper och i nio försök tapet + gipsskiva uteslutits. Härigenom möjliggjordes en bedömning av i vilken grad tapet respektive gipskraftpapper inverkar på förbränningshastighet, rökutveckling, strålnings- och temperaturförhållanden samt brandförloppskarakteristika i övrigt.

För att i möjligaste mån eliminera inverkan av varierande porositet hos träribbstapeln, eftersträvades, på grundval av i /7/ erhållna resultat, ett porositetsfaktorvärde $\phi \approx 0{,}5\ cm^{1,1}$. Porositetsfaktorn ϕ definieras därvid över sambandet (enligt Gross)

$$\phi = N^{0,5} b^{1,1} A_v / A_s$$

med

$$A_s = 2nb \left\{ 2NL + b\left[N - n\ (N - 1)\right] \right\}$$

$$A_v = (2 - n \cdot b)^2$$

Därvid betecknar L enskild ribbas längd, b enskild ribbas tjocklek (kvadratiskt tvärsnitt), n antalet ribb per lager, N antalet lager ribb av stapeln, A_s träribbstapelns sammanlagda, initiellt exponerade yta och A_v träribbstapelns skorstensyta för vertikal luftgenomströmning.

I Tab. I ges en sammanställning av för varje enskilt försök gällande värmevärde på brandbelastningen samt för den tillhörande träribbstapeln dennas exakta porositetsfaktorvärde ϕ ($cm^{1,1}$), antalet lager ribb N, antalet ribb n per lager samt enskild ribbas längd L (mm). Enskild ribbas tjocklek var för hela försöksserien 25 mm.

4.2 Ytskikt och lim

Beklädnaden utgjordes av ett ytskikt av plasttapet av Galon AB:s tillverkning, uppklistrat på 13 mm gipsskivor. Enligt tillverkarens uppgifter består plasttapeten av 100 delar PVC och 45 delar DOP (mjukgörare). Dessutom ingår mindre mängder stabilisatorer och pigment.

Vid total termisk sönderdelning avspaltas ur ren PVC 58,4 vikt-% i form av HCl. Med angiven halt mjukgörare innebär detta att mängden utvecklad HCl-gas kan uppskattas till 400 g HCl per kg av den använda PVC-plasten. Detta motsvarar 0,25 m^3 HCl-gas per kg PVC, men p g a klorvätets enorma löslighet i vatten kommer det tillsammans med luftens fuktighet att bilda saltsyra. De utvecklade 400 g HCl per kg PVC-plast skulle därför kunna räknas om till 1,08 kg koncentrerad saltsyra eller 11 liter 1-molar saltsyra. Denna mängd av 1-molar saltsyra kan belägga en yta av 1560 m^2 i form av droppar av 1 mm diameter eller en yta av 11 m^2 med ett jämntjockt lager på 1 mm.

Av de båda limsorterna som användes vid appliceringen av plasttapeten var det ena ett PVA-lim och det andra av typ vattenglaslim. Det förra limmet är ett med stärkelse modifierat PVA-lim, typ Hernia 4247 med en viskositet av 60 000 cP. Karakteristiskt för denna limtyp är bl a en hög varmhållfasthet. Vattenglaslimmet var av Nässjö vattenglasfabriks tillverkning, med karakteristika 46,8° Be.

Den vävburna tapeten var av typ glasfiberväv av fabrikat Miltex Glasfiber AB.

Studerade limtyper, använda tillsammans med den vävburna tapeten var av fabrikat MoDo Kemi AB, där det ena var ett maskinklister, bestående av en blandning av vattenlösligt cellulosaklister och syntetiska vattenlösliga polymerer samt små mängder buffertsubstanser och konserveringsmedel, medan det andra var ett handklister

bestående av en blandning av vattenlösligt cellulosalim och syntetiska, vattenlösliga polymerer jämte små mängder buffertsubstanser och konserveringsmedel. Det förra är avsett att appliceras med klistringsmaskin och har en koncentration i vattenlösning av 14%, medan det senare skall appliceras för hand med en motsvarande koncentration i vattenlösning av 7%.

4.3 Brandbelastning

Brandbelastningen utgjordes av ribbor av furu med kvadratiskt tvärsnitt (25x25 mm^2). Före försöken lagrades ribborna i konditioneringsrum vid en temperatur av 20°C och 43% relativ luftfuktighet, tills fuktjämvikt inträtt. Häremot svarande fuktkvot i virket uppgick till 9,3%, räknat på torr volymvikt.

I varje brandcell genomfördes försök med bränslemängden 1, 2 respektive 4 kg trä per m^2 omslutningsyta, vilket, vid ett antaget värmevärde av 17,6 MJ per kg trä, svarar mot en brandbelastning av 17,6, 35,2 respektive 70,4 MJ per m^2 omslutningsyta.

Vid val av ribbor eftersträvades en sådan blandning av dessa att inte enbart speciellt kådrik furu hamnade i samma försök. Trots detta visade sig en icke oväsentlig variation från försök till försök av densiteten hos virket ofrånkomlig, vilket framgår av Tab. II-IV, kolumn 2 i avsnitt 5.1.

Efter vägning staplades ribborna i aktuell brandcells korg, varvid en regelbunden lagringstäthet enligt Fig. 11 eftersträvades. En absolut sådan regelbundenhet var emellertid ej möjlig att erhålla, men effekten av uppkomna avvikelser kunde bedömas praktiskt försumbar för resultaten.

4.4 Antändning

Vid försöken initierades brandförloppet genom antändning av bensin eller T-sprit i en liten skål, placerad centralt under vedstapelkorgen.

Antändningsvätskans inverkan på brandförloppet bedömdes som försumbar, då denna genomgående var slutbrunnen innan någon väsentlig förbränning av vedstapeln ägt rum.

5 FÖRSÖKSRESULTAT. DISKUSSION

5.1 Försöksresultat. Allmänt

En sammanställning av vissa vid försöken erhållna, i den fortsatta behandlingen utnyttjade primärvärden ges i Tab. II-VII. I Tab. II-IV redovisas för varje försök

använd limtyp

brandbelastningens initialvikt (kg) och tillhörande värmevärde per ytenhet omslutningsyta (MJ/m^2 o.y.)

medelvärdet av förbränningshastigheten under flamfasen R_{80-30} (kg/min), refererat till brandbelastningens viktsminskning från 80 till 30% av initialvikten

medelvärdet av gastemperaturen i brandrummet under flamfasen θ_{80-30} (^oC), varvid mätpunkterna 1 och 4 bedömts som mest representativa

medelvärdet av gastemperaturen under flamfasen θ_{80-30} (^oC), för den i fönsteröppningen placerade temperaturgivaren (mätpunkt 6)

under brandförloppet erhållen maximal strålningsintensitet i (kW/m^2) för den centriskt mot brandcellsöppningen riktade strålningsmätaren

under brandförloppet erhållen maximal rökintensitet uttryckt som procent klar sikt

medelvärdet av rökintensiteten uttryckt som procent av klar sikt under den del av brandförloppet då bränslet minskar i vikt från 100 till 10% av ursprunglig vikt,

och i Tab. V-VII

under brandförloppet uppmätt medelkoncentration av klorvätegas (ppm)

under brandförloppet uppmätt medelkoncentration av kolmonoxid (vol-%)

medelkoncentrationen av kolmonoxid under de fem respektive tio första minuterna efter överändning (vol-%).

Dessutom ges för det fullständiga brandförloppet, dock med visst undantag för glöd- och avsvalningsfasens senare del, vid försöken upptagna förbränningshastighets-tidkurvor, Fig. 13-21, gastempera-

tur-tidkurvor, Fig. 22-30, strålningsintensitets-tidkurvor, Fig. 31-39, gaskoncentrations-tidkurvor, Fig. 40-57, och rökintensitets-tidkurvor, Fig. 58-66.

5.2 Förbränningshastighet

Hur förbränningshastigheten, uttryckt som brandbelastningens viktsförlust per tidsenhet, under ett brandförlopp varierar i tiden, framgår exempelvis av den i Fig. 6 återgivna viktsminskningskurvan. Denna kurva beskriver hur brandcellens bränslevikt kontinuerligt avtager med fortskridande brand. Lutningen mellan kurvans tangent och tidsaxeln anger i varje ögonblick brandbelastningens viktsminskning per tidsenhet.

Indelas tidsaxeln för kurvan enligt Fig. 6 i exempelvis tidsperioder om en minut och approximeras tangentlutningen under respektive tidsperiod med medellutningen, erhålles den i Fig. 12 heldragna kurvan.

För att möjliggöra en jämförelse mellan denna kurva, som just beskriver förbränningshastighetens variation med tiden, och i litteraturen konventionellt använda karakteristika för förbränningshastigheten, nämligen R_{max} och R_{80-30}, har figuren kompletterats med dessa storheter. R_{max} definieras därvid som maximal förbränningshastighet, i regel bestämd under en tidsperiod av minst en minut, medan R_{80-30} anger medelvärdet per tidsenhet av viktsförlusten från 80 till 30% räknad på ursprunglig vikt. Som framgår av figuren, beskriver R_{80-30} väl medelförbränningshastigheten under flamfasen medan R_{max} har aktualitet endast under en mycket kort tidsperiod.

Vid försöken registrerade viktsminskningskurvor redovisas i Fig. 13-21, där i varje figur har sammanställts samtliga kurvor upptagna för en brandcell och en brandbelastning. Detta innebär att i samtliga figurer återges viktsminskningskurvor upptagna dels för respektive limtyp där ytskiktet utgjorts av PVC-tapet och dels vid två kalibreringsförsök utan ytskikt, där i ena fallet gipsskiva ingått i den omslutande konstruktionen, i andra fallet utelämnats. I Fig. 16-18, tillhöriga den i storlek mellanliggande brandcellen, ökar antalet kurvor genom ytterligare ett kalibreringsförsök där gipsskiva ingått i den omslutande konstruktionen men där skivans kraftpapper i den mot brand vända ytan slipats

bort. Fig. 17 redovisar dessutom kurvor upptagna vid försök där tapeten varit av typ vävburen.

Som karakteristikum för förbränningshastigheten har här valts medelförbränningshastigheten för flamfasen R_{80-30} (kg/min), vilken på grundval av viktsminskningskurvorna i Fig. 13-21 sammanställts i Tab. II-IV, kolumn 4.

Vid studium av Tab. II-IV, kolumn 2, måste tyvärr konstateras att använt bränsle hörrör från två olika virkesposter. Sålunda är densiteten för virket använt vid kalibreringsförsöken med respektive utan papper på gipsskivan (försök 30-41) endast cirka 75% av den som gäller för bränslet vid övriga försök. Med tanke på att densiteten för här använt bränsle i stor utsträckning återverkar på energiinnehållet per volymsenhet, måste angiven differens beaktas i den fortsatta diskussionen. Antages approximativt att energiinnehållet per volymsenhet trä påverkas i förhållande till densiteten, och antages motsvarande förhållande återspegla sig i medelförbränningshastigheten, innebär detta vid en korrigering av förbränningshastigheten med hänsyn till densiteten - genomförd i Tab. II-IV, kolumn 5, varvid sambandet $(R_{80-30} x \gamma_1)/\gamma_2$ använts, där densiteten γ_1 anger medelvärdet för virkesposten med det högre värdet och γ_2 värdet för aktuellt försök - att denna approximativt kommer att vara av samma storleksordning för samtliga kalibreringsförsök.

En jämförelse mellan medelförbränningshastigheten visar, att med ett undantag - försök 12 - förbränningshastigheten vid kalibreringsförsöken utan gipsskiva genomgående har en stark tendens att vara högre än motsvarande vid försök med plastburen beklädnad. Speciellt markant är skillnaden vid de försök som genomförts i stora brandcellen och vid de båda större brandbelastningarna, där denna differens är cirka 15% och i ett fall uppgår till 22%. Detta bekräftar det i avsnitt 1.1 nämnda förhållandet, att PVC-plasten vid upphettningen sönderdelas under samtidig värmeförbrukning. Detta medför att den för pyrolysen av träet disponibla värmemängden minskar med som konsekvens att förbränningshastigheten blir lägre.

Någon signifikant inverkan på förbränningshastigheten från studerad limsort för PVC-tapeten kan icke utläsas. Härvid uppkomna

differenser måste med hänsyn till oundvikliga sekundärfaktorer, som kan ge bidrag till spridning i försöksresultat, karakteriseras som ej utslagsgivande. Exempel på sådana faktorer är variationer i bränslevikt, brandbelastningens stapling och brandbelastningens placering i brandcellen samt direkta mät- och utvärderingsfel.

Trots att antalet försök med vävburen tapet endast uppgår till två, kan konstateras, i jämförelse med övriga fem försök genomförda i samma brandcell och vid samma brandbelastning, att medelförbränningshastigheten, Tab. III, ligger i nivå med den som gäller för kalibreringsförsöket utan gipsskiva och väsentligt högre än den som erhållits vid försök med plastburen beklädnad. Detta tyder på att inverkan på förbränningshastigheten av den vävburna tapeten är försumbar.

Med hänsyn till de mycket fåtaliga försök som genomförts med denna tapet, kan någon bedömning av respektive klistertypers inverkan på förbränningshastigheten ej göras bortsett från att upptagna viktsminskningskurvor uppvisar likartade förlopp, samt vad gäller medelförbränningshastigheten, att uppkommen differens är obetydlig.

5.3 Temperaturkarakteristika

Som nämnts i avsnitt 3.3, är det fullständiga brandförloppets gastemperatur-tidkurva direkt avgörande för en brandpåverkad konstruktions verkningssätt och bärförmåga. Dessutom är temperaturstegringsförloppet under brandens tidigaste skede väsentligt ur utrymningssynpunkt samt avgörande för om och när övertändning i brandcellen kommer att ske.

Vid försöken upptagna temperatur-tidkurvor redovisas i Fig. 22-30, där i varje figur sammanställts samtliga kurvor upptagna för en brandcell och en brandbelastning. I Tab. II-IV ges dessutom medeltemperaturen θ_{80-30} dels inuti brandcellen, där medelvärdet för mätpunkterna 1 och 4 bedömts representativt, dels för genom fönsteröppningen utströmmande heta brandgaser, registrerade genom mätpunkt 6, se Fig. 7. Därvid anger θ_{80-30} medeltemperaturen under den del av flamfasen, då bränslevikten minskar från 80 till 30%, räknad på ursprunglig vikt.

Vid studium av Fig. 22-30 kan vid jämförelse mellan temperatur-tidkurvor upptagna för kalibreringsförsök utan gipsskiva respektive vid försök med tapetbeklädnad konstateras en mycket god överensstämmelse mellan kurvor redovisade i samma diagram. Sålunda uppgår avvikelsen mellan högsta och lägsta temperaturvärde vid samma tidpunkt under stora delar av brandförloppen till mindre än 100°C, i vissa fall mindre än 50°C. Därvid skall beaktas, att korrektion ej gjorts för antändningsfasens något varierande längd, vilket i vissa fall innebär, att reell överensstämmelse är ännu bättre än vad som direkt framgår av diagrammen.

Även temperatur-tidkurvorna upptagna vid kalibreringsförsöken med gipsskiva respektive med gipsskiva utan papper faller väl in i bilden. Dessa kurvor uppvisar emellertid i jämförelse med övriga kurvor i flertalet fall något lägre maximitemperaturer och under glöd- och avsvalningsfasen snabbare temperatursänkning, vilket torde bero på att för dessa försök brandbelastningen genomgående varit något mindre än teoretiskt förutsatt.

Brandförloppens likartade utveckling för en given kombination av brandcell och brandbelastning verifieras vidare av Tab. II-IV, vad gäller medeltemperaturen θ_{80-30}. I den mån några nyansskillnader kan spåras gäller detta möjligen försöken med vävburen tapet som i jämförelse med övriga likartade uppvisar något högre medeltemperatur inuti brandcellen. Med hänsyn till det begränsade antalet försök med denna beklädnad är det emellertid omöjligt att dra allmängiltiga slutsatser.

Den förhållandevis goda överensstämmelsen mellan temperatur-tidkurvorna för kalibreringsförsök utan gipsskiva och försöken med på olika sätt limmade PVC-tapeter vid given kombination av brandcell och brandbelastning kan synas kanske något överraskande, då för den tillhörande förbränningshastigheten konstaterats att denna - med något undantag - varit klart lägre vid försöken med PVC-tapeter än vid motsvarande kalibreringsförsök.

Förhållandet, att olikheter i förbränningshastighetskarakteristika ej slår igenom i temperatur-tidkurvorna, förklaras troligen av följande orsaker.

Eftersom termoelementen varit av typen oskyddade, kommer registrerad utspänning att bero både av den gastemperatur som omger och den

strålning som träffar mätpunkten. Gällande ISO-rekommendation /9/ föreslår emellertid tillämpat förfarande, varför någon separering och bestämning icke skett av storleken av respektive påverkan, vilken separering för övrigt är experimentellt mycket svår att genomföra. Detta innebär, att eftersom plasttapeternas medverkan vid förbränningen givit ett emissionstal för brandgaserna, som är väsentligt högre än vid kalibreringsförsöken - vilket förhållande styrks av i avsnitt 5.4 redovisade strålningsintensitets-tidkurvor - kommer detta att inverka på registrerad utspänning.

Vidare har i försöken med PVC-tapeter brandcellens omslutande konstruktion bestått av utifrån 10 mm asbestskiva och 13 mm gipsskiva, medan i vissa kalibreringsförsök gipsskivan uteslutits. Detta innebär för huvudförsöken en mera värmeflödesuppdämmande brandcellsutformning än för kalibreringsförsöken utan gipsskiva. Trots att bidraget till den omslutande konstruktionens isoleringsförmåga från gipsskivan är måttlig, återspeglas emellertid inverkan på temperaturförhållanden dels genom att medeltemperaturen i flertalet fall uppnår samma nivå för kalibreringsförsöken med gipsskiva, trots lägre brandbelastning jämfört med övriga försök, dels genom att försöken med vävburen tapet uppvisar inom sin grupp de högsta medeltemperaturerna inuti brandcellen.

Ytterligare faktorer i sammanhanget är dels förhållandet, att vid försök med PVC-tapeter närvarande, röken på grund av saltsyreinnehållet kommer att bli relativt tung och kall, vilket medför att den, i stället för att som i normalfallet söka sig utåt-uppåt, genom sin tyngd sjunker ner och påverkar strömningsbilden med något varierande brandförlopp som resultat, dels det faktum att vid de helt likartade kalibreringsförsöken brandbelastningens densitet och därmed energiinnehållet varit lägre än teoretiskt beräknat, och dels slutligen att vid försöken med PVC-tapet närvarande den lägre förbränningshastigheten medfört en längre brandvaraktighet varigenom upphettningsfasens temperaturnedsättande inverkan delvis elimineras.

Av Tab. II-IV framgår, att temperaturen hos de genom brandcellens fönsteröppning utströmmande heta brandgaserna i vissa fall är lägre än inuti brandrummet. Detta kan sannolikt förklaras av att i dessa fall temperaturmätpunkten varit placerad på en sådan nivå, att inströmmande kall luft i viss utsträckning haft en kylande effekt på brandgaserna i mätpunkten.

5.4 Strålningskarakteristika

Vid brand i en brandcell erhållna strålningskarakteristika är väsentliga därigenom att de inte bara påverkar det brandrum, vari brandförloppet äger rum, utan även närbelägna byggnader och byggnadsdelar. Vid stora fönsteröppningar kan därvid strålningen från glödande partiklar och heta brandgaser bli så intensiv, att brännbart byggnadsmaterial i närliggande byggnader eller högre belägna fasader antänds. Alternativt kan fönsterrutorna sprängas sönder av värmen, varefter i en annan brandcell en ny brand kan initieras i lättantändliga komponenter genom strålningspåverkan eller direktkontakt med flammor.

För en belysning av den vid brandförloppen utvecklade strålningsintensiteten har för varje brandcell den totala mot en punkt av en yta infallande värmestrålningen registrerats. Strålningsmätaren har därvid varit placerad på ett avstånd lika med respektive brandcells sidomått och riktad in mot brandrummets centrala del.

Erhållna försöksresultat har sammanställts dels i Tab. II-IV, kolumn 8, i vilken maximalt registrerad strålningsintensitet för varje försök anges, och dels i Fig. 31-39, vilka återger de fullständiga strålningsintensitets-tidförloppen, dock med redovisning av strålningen som uppmätt utspänning i mV.

Vid studium av såväl maximalvärdena som kurvornas inbördes läge, kan konstateras att strålningsintensiteten vid kalibreringsförsöken genomgående är lägre än vid motsvarande försök med plasttapeter närvarande. Speciellt markant är differensen för de båda största brandcellerna, där skillnaden i maximivärden i vissa fall uppgår till ca 35%. Orsaken till uppkomna skiljaktigheter förklaras av den höga rökutveckling som erhålles vid närvaro av plastbeklädnader (se avsnitt 5.6), med rökgaser som har ett förhållandevis högt emissionstal.

Någon effekt på strålningsintensiteten orsakad av limtyp vid PVC-beklädnad kan ej observeras. Vid jämförelse mellan kurvorna erhållna för de båda limmen kan sålunda konstateras en god överensstämmelse, och i de fall skiljaktigheter uppkommit, är utslagen i vissa fall till fördel för PVA-limmet och i andra fall för vattenglaslimmet.

För de två försöken där tapeten varit vävburen kan konstateras

att såväl maximalvärden som upptagna kurvor ligger i nivå med kalibreringsförsök utan gipsskiva men lägre än motsvarande försök där beklädnaden utgjorts av PVC-tapet. Detta ligger väl i linje med observerade förhållanden rörande förbränningshastighet och gastemperatur, nämligen att glasfiberväven med tillhörande klistertyper endast i obetydlig, ej mätbar utsträckning inverkat på brandförloppets karakteristika.

5.5 Gasanalys

Koncentrationen av utvecklade gaser vid en brand där plasttapeter av typ PVC medverkar är väsentlig dels ur säkerhetssynpunkt för den enskilda människan och dels ur skadekostnadssynpunkt.

I föreliggande sammanhang mest intressanta gaser är därvid kolmonoxid CO och klorväte HCl.

Kolmonoxidgasen är starkt giftig därigenom att den blockerar blodets hämoglobin. Graden av förgiftning bestäms därvid av blockeringsgraden, varvid en ungefärlig blockering av 17% ger förgiftningssymptom, 37% medvetslöshet och 58% risk för döden. De angivna värdena är endast riktvärden, eftersom bland annat konditionen hos den enskilda individen har stor betydelse.

Den blockeringsgrad som erhålles i det enskilda fallet bestäms i kombination av kolmonoxidkoncentrationen, exponeringstiden samt människans kondition och aktivitet.

Vid lång exponeringstid erhålls ett jämviktsläge mellan kolmonoxidkoncentrationen i luften och blockeringsgraden. Som allmänna riktlinjer gäller att CO-koncentrationer över 0,01 vol-% så småningom ger förgiftningssymptom, över 0,026 vol-% medför risk för medvetslöshet och över 0,065 vol-% risk för döden.

Vid kortare exponeringstider kan högre koncentrationer tillåtas. För att något belysa exponeringstidens inverkan kan nämnas att en CO-koncentration av 0,065 vol-% för en person i stillhet respektive i tungt arbete ger förgiftningssymptom efter 1 timma respektive 20 min, medvetslöshet efter 2 tim 45 min respektive 50 min och risk för döden efter 8 respektive 3 timmar. Angivna siffror kan, som framhållits, variera väsentligt från person till person.

Gällande arbetsnormer ger för maximalt tillåten kolmonoxidkoncentration i lokaler, där människor vistas kontinuerligt, i Tyskland enligt MAK och i USA enligt Threshold Limit Value 1967 0,005 vol-% eller 50 ppm, i Sovjetunionen 0,0026 vol-% eller 26 ppm.

Klorvätegasen HCl är skadlig för människan i ännu mindre koncentration än kolmonoxid. Vid närvaro av vatten löses gasen lätt, varvid saltsyra bildas. Detta innebär att då klorvätegas ingår i den luft människan inandas, gasen löses på slemhinnorna med risk för allvarliga frätskador.

Gällande arbetsnormer tillåter maximalt 0,0005 vol-% eller 5 ppm, såväl i Europa enligt MAK respektive BRD 1966 som i USA enligt Threshold Limit Value 1967.

En HCl-koncentration av uppemot 0,1 vol-% eller 1000 ppm innebär uppenbar livsfara. Lyckligtvis är HCl-gasen inte lika förrädisk som CO-gasen, då för HCl-gasen både luft- och smakorgan omedelbart reagerar vilket inte gäller för kolmonoxid.

Förutom den risk för människan som klorvätegasen utgör, kan den i brandsammanhang medföra omfattande skador på inredning och utrustning, jfr avsnitt 1.1. Ju högre koncentration som därvid erhålles av gasen vid en brand, desto allvarligare konsekvenser.

För belysning av denna typ av skadeverkan hänvisas vidare till litteraturen, t ex /1/, /2/ och /5/.

En sammanställning av vid försöken intermittent upptagna gaskoncentrations-tidkurvor ges i Fig. 40-57 med i Fig. 40-48 kolmonoxid och i Fig. 49-57 klorvätegas.

På grundval av dessa gaskoncentrations-tidkurvor redovisas i Tab. V-VII dels medelkoncentrationen av de båda aktuella gaserna under brandförloppen, $(HCl)_{medel}$ respektive $(CO)_{medel}$, dels medelkoncentrationen av kolmonoxid under de första av brandförloppets 5 respektive 10 min, $(CO)_{5\ medel}$ respektive $(CO)_{10\ medel}$. Sistnämnda tidpunkter räknas i de fall antändningsfasen är kort från antändningsögonblicket, medan i de fall antändningsfasen är lång, indikeringen till övertändning i brandcellen varit bestämmande. Storheterna $(CO)_{5\ medel}$ respektive $(CO)_{10\ medel}$ anger därvid kolmonoxidkoncentrationerna under de tidsintervall som har mest aktualitet i utrymningssammanhang.

Valet av ovan angivna storheter kan givetvis diskuteras, men för likartade försök genomförda i samma brandcell och vid samma brand-

belastning ger storleksordningen och tidsutsträckningen en möjlighet till bedömning av studerat ytskikts beteende och eventuella risker för såväl människor som skador på inredning och utrustning.

Vid jämförelse av uppmätt klorvätegaskoncentration mellan kalibreringsförsöken och motsvarande försök där beklädnaden utgjorts av PVC-tapet kan konstateras, Fig. 49-57, Tab. V-VII, att medan för de förra de uppmätta värdena i intet fall överstigit gällande arbetsnorm, 5 ppm, ökar koncentrationen kraftigt genom PVC-skiktet, med för flertalet försök toppvärden som uppgår till 200-250 ppm, och med medelkoncentrationer som under hela brandförloppet är 12-15 ggr högre än tillåten arbetsnorm och storleksordningen 50 ggr större än motsvarande för kalibreringsförsöken.

Försöken med vävburen tapet, Fig. 53, Tab. VI, har inneburit en uppmätt klorvätegaskoncentration som ligger något högre än den som erhållits vid kalibreringsförsöken men väsentligt lägre än motsvarande där beklädnaden varit plastburen. Trots att endast två försök med glasfiberväv genomförts, kan konstateras, att vid här genomförda studier koncentrationen klorvätegas, i jämförelse med vid plastburen tapet erhållen, är av olika storleksordningar, som är till den vävburna tapetens fördel.

För övriga, här aktuella storheter - koncentrationen kolmonoxid, Fig. 40-48, $(CO)_{medel}$, $(CO)_{5\ medel}$, $(CO)_{10\ medel}$, Tab. V-VII - kan ur erhållna resultat inga klara tendenser utläsas mellan försök med tapeter och kalibreringsförsöken. Erhållna differenser förklaras troligen av skillnader i brandförloppens utveckling.

På grundval av Fig. 40-57 kan konstateras, att med hänsyn till de intermittenta mätningar som genomförts, har vid försöken med PVC-tapet god överensstämmelse erhållits mellan kurvor upptagna för samma gas i en brandcell och vid en brandbelastning. De likartade förloppen av gasutveckling vid olika limsorter illustreras på ett markant sätt av kurvorna upptagna vid försök 3 och 4, - brandcell 750x750x750 mm^3, brandbelastning 4 kg trä eller 70,4 MJ per m^2 o.y., Fig. 45 och 54 - för vilka tidsintervallen mellan provtagningarna varit korta, vilket innebär ett säkrare bedömningsunderlag.

Limsortens försumbara inverkan verifieras ytterligare av Tab. V-VII, vilka ger mycket god överensstämmelse för totalt utveck-

lade mängden saltsyre- respektive kolmonoxidgaser vid likartade försök. Endast i ett fall är avvikelsen av $(HCl)_{medel}$ för sammanhörande försök mera påtaglig - sannolikt en följd av olyckligt val av provtagningstider.

Vid studium av kurvorna kan även konstateras att brandförloppets struktur är av betydelse. I de fall förbränningen varit jämn blir även gasutvecklingen jämn, medan i de fall snabb övertändning uppkommit, har detta medfört i tiden koncentrerade toppvärden. I de fall en snabb övertändning har erhållits, vilket gäller flertalet försök, skulle vid varierande längd av antändningsfasen vid likartade försök en korrigering för detta ge ytterligare förbättrad överensstämmelse mellan kurvorna. Detta innebär, att någon inverkan av limsort på gaskoncentrationen vid försök i en brandcell och vid en brandbelastning ej kan konstateras.

Av Fig. 40-57 framgår mycket höga värden på koncentrationen klorväte- och kolmonoxidgas i ett flertal fall. Angivna toppvärden skulle troligen även vid kort exponeringstid leda till allvarliga skador hos påverkade personer. Dessutom kan konstateras, att den kolmonoxidmängd som utvecklas under de fem respektive tio första minuterna efter övertändning, skulle innebära väsentliga skaderisker, även vid betydande utspädning med luft.

5.6 Rökintensitet

Under ett brandförlopp utvecklad rökintensitet är av avgörande betydelse för utrymning och brandbekämpning samt ur skadesynpunkt.

Vid mycket kraftig rökutveckling kan brandcellen snabbt fyllas med tjock rök, som negativt inverkar på av branden redan starkt affekterade, i lokalen befintliga personer. Röken kan också i ogynnsamma fall dölja nödutgångar och andra utrymningsvägar.

Det kan även inträffa, jfr t ex /2/, att röken i brandcellen blir så tät, att den helt omöjliggör för brandbekämpande personal att lokalisera den primära brandhärden.

Utvecklad rökmängd är av stor betydelse också ur skadesynpunkt. Vid närvaro av PVC-plaster i den lokal där brand utbryter, medför detta att röken kommer att innehålla saltsyra (jfr avsnitt 5.5). Därigenom möjliggörs ett saltsyreangrepp på ur korrosionssynpunkt känsliga ytor. Men dessutom blir röken på grund av

saltsyreinnehållet relativt tung och kall. Detta ger som konsekvens, att röken, i stället för att som i normalfallet söka sig uppåt och därvid begränsas av eventuella rökgardiner, p g a sin tyngd kan följa golvet och vid ogynnsamma omständigheter vandra ner till lägre liggande våningar, vilka normalt skulle förbli helt opåverkade vid en brand.

Vid försöken erhållna resultat från rökintensitetsmätningarna redovisas dels i Tab. II-IV kolumn 9 och 10, dels i Fig. 58-66.

I Tab. II-IV kolumn 9 anges under försöken registrerad maximal rökintensitet uttryckt som % klar sikt, och i kolumn 10 medelvärdet av rökintensiteten, definierad enligt ovan, under det tidsintervall då brandbelastningens vikt minskar från 100% på viktsminskningskurvans nedåtgående del till 10%, räknat på ursprunglig vikt. Uttrycket 100% på viktminskningskurvans nedåtgående del innebär att antändningsfasen, vilken varierar i längd men där ingen egentlig förbränning äger rum, ej beaktats. Orsaken till valet av det breda tidsintervall som 90% viktminskning innebär, är den mycket kraftiga rökutveckling som i vissa fall erhållits vid flamfasens inträdande och som med vissa fluktuationer förblir intensiv under större delen av denna.

I Fig. 58-66 redovisas samtliga under hela brandförloppet registrerade rökintensitets-tidkurvor. I varje figur åskådliggöres därvid 4-7 samband, där genomgående två anknyter till respektive studerad limtyp för PVC-tapet, en för kalibreringsförsök utan och en med gipsskiva. För den i storlek mellanliggande brandcellen tillkommer kalibreringsförsök med gipsskiva utan kraftpapper, och vid mellersta brandbelastningen dessutom försöken med vävburen tapet.

Det skall observeras att rökintensitetsmätningarna endast ger relativmått, eftersom rökgashastigheten icke registrerats under brandförloppen. Strömningsbilden, erhållen vid en given kombination av brandcell och brandbelastning bör emellertid vara förhållandevis likartad, varför angivna storheter torde ge en förhållandevis god bild av rökutvecklingen, ett förhållande som för övrigt styrktes vid de visuella observationerna.

Vid studium av såväl Tab. II-IV som Fig. 58-66 kan konstateras att vid närvaro av plasttapeter en väsentligt ökad rökutveckling

erhålles jämfört med motsvarande förhållanden utan närvaro av plastbeklädnad. Detta gäller såväl maximalvärdet som totala intensiteten för hela brandförloppet. Av kolumn 9 framgår exempelvis för maximal rökintensitet att vid 14 av de 18 försök, där plasttapeter medverkat, siktförhållandena varit högst 10% och vid 11 av försöken högst 5% av klar sikt. Motsvarande förhållanden uppvisar för rökintensitetens medelvärde kolumn 10, ur vilken kan utläsas att vid närvaro av plastbeklädnad siktförhållandena minskat med i flertalet fall 40-60%.

Försöken med vävburen tapet uppvisar betydligt mera moderat och i förhållande till kalibreringsförsöken likartad rökutveckling. Någon tendens till att få den mycket intensiva rökutveckling med nära nog total ogenomsikt, som erhölls vid försöken med PVC-tapet, kunde icke observeras, varken ur rökintensitets-tidkurvorna eller ur de visuella observationerna. Emellertid är antalet försök med vävburen tapet alltför begränsade för att kunna draga mera omfattande, generella och allmängiltiga slutsatser ur försöksresultaten.

Någon klar inverkan på rökutvecklingen av gipsskivans kraftpapper kan, vid jämförelse mellan kalibreringsförsök med gipsskiva respektive med gipsskiva utan papper, icke utläsas. Dock kan för försöken med gipsskivans kraftpapper närvarande en viss tendens till mindre rökutveckling och därigenom förbättrad sikt observeras. Detta förhållande styrktes visuellt under försökens gång genom den subjektiva uppfattningen att kraftpapperet, under den korta tidsperiod detta förbrändes, ökade temperaturen inuti brandcellen med en förbättrad pyrolys av brandbelastningen som följd och en därav minskad rökutveckling.

En i detta sammanhang väsentlig faktor är varaktigheten av siktförsämringen. Som framgår såväl av Tab. II-IV kolumn 10 som Fig. 58-66 är rökutvecklingen vid flertalet försök där PVC-tapet ingått intensiv under större delen av flamfasen, vilket med hänsyn tagen till den i vissa fall mycket korta antändningsfasen, vid en reell brand innebär väsentliga riskmoment exempelvis vid en utrymning, eftersom utrymningsvägar, belägna så långt från den primära brandhärden att risk för värmestrålning icke hunnit bli aktuell, helt kan döljas av rök. Som illustration till rökutvecklingens varaktighet kan väljas försök 5 och 8 - brandcell 1000x1000x1000 mm^3,

brandbelastning 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y., jfr Fig. 65 - där siktförhållandena under en 8-minuters period i genomsnitt är mindre än 5% av klar sikt.

Noteras bör dessutom, att eftersom en klar tendens föreligger att PVC-tapeten, vid jämförelse med försök utan denna, har en kylande inverkan, detta medför en lägre förbränningshastighet som följd. Konsekvensen härav blir att den rökutveckling som härrör från brandbelastning kommer att fördelas under en längre tidsperiod med som följd ett för den plastburna tapeten gynnsammare resultat än vad som skulle erhållas vid en subtraktion av rökutvecklingen härrörande från brandbelastningen.

Omvända förhållanden gäller den vävburna tapeten, där tendensen till högre förbränningshastighet innebär en under flamfasen högre rökutveckling från brandbelastningen, jämfört med övriga försök, med som följd ett för glasfiberväven ogynnsammare resultat jämfört med det som blev fallet om korrigering för brandbelastningens rökutveckling beaktades.

Någon utslagsgivande inverkan på rökutvecklingen vid användning av den ena eller andra limsorten för PVC-tapeten kan icke observeras. Med hänsyn till samtliga sekundärfaktorer, som kan påverka brandförloppet, kan konstateras att överensstämmelsen hos registrerade rökintensitets-tidkurvor är god.

Vid studium av Fig. 58-66 kan även konstateras att rökintensitetstidkurvorna i vissa fall uppvisar två toppar. Den ena toppen erhålles då övertändning uppkommer i brandcellen, medan den andra uppträder förhållandevis sent, approximativt vid flamfasens övergång till glödfas.

5.7 Inverkan av modellskala

Vid planeringen av försöksserien var målsättningen inte bara ett klarläggande av plastburen respektive vävburen tapets beteende och medverkandegrad vid brand utan även ett översiktligt studium av hur värdena på karakteristiska storheter ändras vid övergång från en brandcell till en annan med annan dimension, men med lika geometri och lika egenskaper hos omslutande konstruktioner.

I den senare frågeställningen ligger ytterst kravet på sådana kunskaper om inverkande skalfaktorer, att såväl framtida prov-

ningar av enskilt material som en bestämning av de parametrar, som påverkas av eller påverkar brandförloppet, kan utföras i lämpligt avpassade skalmodeller.

För att kunna dra mera allmängiltiga slutsatser, fordras ett väsentligt mera omfattande försöksunderlag än vad som redovisas i denna rapport. På grundval av vid försöken erhållna resultat, sammanställda företrädesvis i Tab. II-VII, kombinerade med tidigare erfarenheter kan emellertid vissa tendenser utläsas. Dessa tendenser är därvid bundna till bl a för undersökningen gällande karakteristika för brandbelastning (porositetsfaktorn $\phi \approx 0{,}5\ cm^{1,1}$, enskild träribbas tjocklek = 25 mm) och brandcellens ventilation (konstant öppningsfaktor $A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$).

Medelförbränningshastigheten under flamfasen R_{80-30}, som vid i övrigt konstanta brandbelastnings- och ventilationskarakteristika enligt ovan beror av totala bränslemängden qA_t ändras vid övergång från en brandcell till en annan approximativt i proportion till omslutningsytan A_t. Detta är ett uttryck för att undersökningens modellbränder genomgående varit ventilationskontrollerade och ligger väl i linje med vad som exempelvis författaren för denna typ av bränder konstaterat i en tidigare rapport, se /7/.

För storheterna brandgasernas medeltemperatur θ_{80-30} samt koncentrationen klorväte- och kolmonoxidgas kan vid samma brandbelastning q i de tre modellbrandrummen konstateras förhållandevis samstämmiga resultat. En viss avvikelse uppvisar resultaten erhållna i minsta brandrummet, vilket sannolikt beror på att i detta träribbstapeln vid flertalet försök i det närmaste haft samma yttermått som brandcellens invändiga sidomått. Detta har medfört, att strömningsförhållanden blivit annorlunda jämfört med för de båda större brandrummen, där betydande fria luftvolymer mellan träribbstapel och innertak varit tillgängliga.

För rökintensiteten slutligen kan konstateras, att en större brandcell vid given brandbelastning q naturligen medför en kraftigare rökutveckling. Även om därvid tendensen är klar, är spridningen ganska stor, vilket torde bero dels på varierande egenskaper hos brandbelastning och eventuellt tapet och gipsskiva, dels på variationer i brandförloppets utveckling. En ytterligare faktor att beakta i sammanhanget är rökgashastigheten, som på grund av experimentella svårigheter inte kunde bestämmas.

5.8 Övriga resultat, baserade på visuella observationer

På grundval av under brandförloppen gjorda visuella observationer kunde vissa betydelsefulla fenomen iakttagas, varvid de viktigaste var:

a) Under brandförloppen verifierades en klar skillnad i limmens funktionssätt för plastburen tapet. För PVC-limmet gäller sålunda att vidhäftningsegenskaperna under större delen av branden är tillräckliga för att hålla plastbeklädnaden kvar i läge. Karakteristiskt för de försök där detta lim använts vid appliceringen var, att sedan ytskiktet erhållit sitt sprickmönster, endast mindre flagor, storleksordningen 10 cm^2 eller mindre, successivt lossnade och föll bort. Detta skeende gällde inte bara flamfasen utan även större delen av avsvalningsfasen. Som konsekvens härav kunde flammorna endast i mindre utsträckning antända gipskraftpapperet, varför någon flamspridning ej kunde konstateras.

Vattenglaslimmet uppvisade däremot helt andra egenskaper. Vid de försök där detta lim använts vid uppklistring av tapeterna kunde i flera fall iakttagas hur ytskiktet sprack sönder samt krullade sig och övergick i flagor, storleksordningen 100 cm^2 eller större, mer eller mindre löst hängande. Allt eftersom branden fortskred endera förkolnade flagorna helt eller lossnade de och gled ner. Genom att gipskraftpapperet sålunda frilades på förhållandevis stora ytor, kunde antändning och flambildning i flera fall observeras i detta.

b) Beroende på antändningsvätskans energimängd och träribbstapelns utformning kunde två något olika brandförlopp för PVC-tapeten iakttagas.

I de fall antändningsvätskan gav en snabb upphettning av en hög träribbstapel, ökade branden snabbt i intensitet, där antändningsfasen redan efter någon minut övergick i flamfas. Detta förlopp illustreras på ett belysande sätt av rökintensitets-tidkurvan upptagen vid försök nr 6 och 7 - brandcell 500x500x500 mm^3, brandbelastning 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y., jfr Fig. 59 - där rökutvecklingen omedelbart efter antändningen snabbt ökar och når toppvärden redan efter cirka 2 min.

Något annorlunda brandförlopp erhölls endera då antändningsvätskans energi frigöres långsamt, eller om träribbstapeln har liten

höjd och stor utsträckning i horisontalplanet. Efter en antändningsfas, som varade i 4-7 min, skedde med nästan explosionsartad hastighet övertändning i brandcellen, där samtidigt tjock rök började bolma ut ur fönsteröppningen och omöjliggjorde ytterligare visuella observationer under flamfasen. Sistnämnda förlopp illustreras på ett belysande sätt genom rökintensitets-tidkurvan upptagen vid försök nr 16 - brandcell 1000x1000x1000 mm^3, brandbelastning 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y., jfr Fig. 64 - där genomsikten efter 4,5 min är cirka 85%, för att sedan under några tiotal sekunder sjunka till nära noll.

c) Någon egentlig antändning av PVC-tapeten kunde ej konstateras. Däremot noterades, som ovan nämnts, flambildning i gipskraftpapperet i flera fall, då detta blottlagts genom plasttapeternas krullning eller avflagning.

d) Vid flera försök kunde iakttagas blåsbildning hos den plastburna tapeten, där blåsorna efter några tiotal sekunders varaktighet sprack sönder. Blåsornas storlek var normalt 2-5 cm^2, men uppgick i något fall till cirka 100 cm^2.

e) Som framhållits tidigare uppgick antalet försök med vävburen tapet endast till två, vilket gör det vanskligt att draga mera allmängiltiga slutsatser. Vid genomförda försök kunde konstateras att visuellt var brandförloppen helt likartade. Väven på samtliga ytor där uppklistringen utförts av MoDo Kemi AB satt kvar under hela brandförloppet. Någon antändning av väven kunde icke iakttagas, däremot kunde flambildning observeras i det bakomliggande gipskraftpapperet.

f) Vid vissa kalibreringsförsök med gipsskiva kunde konstateras antändning och övertändning i gipskraftpapperet. Trots att energitillskottet från detta papper är mycket begränsat, föreföll det som om träribbstapelns antändning och övertändning påskyndades.

Sammanfattningsvis kan konstateras, att trots det begränsade antalet försök som här genomförts, indikerar försöksserien modellbrandstudier som en framkomlig väg för en bestämning av en beklädnads eller ett ytskikts beteende vid brandpåverkan med möjligast realistiska karakteristika. Därvid ingår, som ovan konstaterats, visuella observationer som en väsentlig del. Emel-

lertid fordras ett väsentligt bredare försöksunderlag för denna frågas slutgiltiga besvarande, speciellt om frågan utsträcks till att omfatta andra typer av utrymmen, t ex utrymningsvägar, än de i redovisad undersökning studerade.

LITTERATUR

/1/ Reiter Caspar, 1967, Chloridschäden durch PVC-Brände - Versicherungswirtschaft, No. 19, 1144-1151.

/2/ Skydd 69. Plastics - Fire - Corrosion. 1969. International Symposium and 15th Nordic Protection Day. Swedish Fire Protection Association.

/3/ Billmeyer F.W. Jr., 1970, Textbook of Polymer Science, 2nd ed., 122-124, 419-422, New York.

/4/ Brandteknisk klassificering. 1968. Statens Planverk. Publikation nr 12. SBN - U 37:18.

/5/ Materialeødelaeggelser efter plastbrande. 1971. Materialnyt nr 8:71, Köpenhamn.

/6/ Pettersson O. - Ödeen K., 1968, Pågående och planerad byggnadsteknisk brandforskning i Sverige. Rapport från Byggforskningen 34/68, Stockholm.

/7/ Nilsson L., 1971, Porositets- och luftflödesfaktorns inverkan på förbränningshastigheten vid brand i slutet rum. Rapport från Byggforskningen 22/71, Stockholm.

/8/ Gunners N-E., 1967, Method of Measurement and Measuring Equipment for Joint Inter-Scandinavian Fire Test House. Acta Polytechnica Scandinavica, Civil Engineering and Building Construction Series, No. 43, Stockholm.

/9/ ISO/R 834, Fire Resistance Tests of Elements of Building Construction, 1972, ISO/TC 92/WG 11.

Tab I

Brandcell	Brandbelastning q_{teor}* (MJ/m^2 o.y.)	N	n	L mm	Ø (cm^{1,1})
500 x 500 x 500 mm^3	17,6	4	4	300	0,498
	35,2	11	3	291	0,477
	70,4	12	4	400	0,485
750 x 750 x 750 mm^3	17,6	4	6	450	0,505
	35,2	7	6	514	0,495
	70,4	12	6	600	0,490
1 000 x 1 000 x 1 000 mm^3	17,6	5	7	549	0,497
	35,2	5	10	768	0,483
	70,4	15	7	731	0,472

* Träets värmevärde har antagits till 17,6 MJ per kg

Tab II

Beklädnad och limtyp	Bränslevikt	Brandbelastning q	R_{80-30}	$R_{80-30_{korr}}$	θ_{80-30} (1+4)/2	θ_{80-30} (6)	I	Max rökintensitet	Rökintensitet$_{100-10}$	Försök nr
	kg	MJ/m^2 o.v.	kg/min	kg/min	°C	°C	kW/m^2	% sikt	% sikt	
Kalibrering, utan gipsskiva	1,704	20,0	0,21		-	-	11,0	48	81	21
Kalibrering, med gipsskiva	1,199	14,1	0,14	0,19	622	658	8,0	67	91	36
PVC-tapet, PVA-lim	1,792	21,0	0,22		702	753	11,5	8	62	11
PVC-tapet, vattenglaslim	1,726	20,2	0,21		727	691	13,0	7	66	15
Kalibrering, utan gipsskiva	3,578	41,9	0,56		776	829	15,0	49	83	22
Kalibrering, med gipsskiva	2,436	28,5	0,30	0,41	651	773	12,0	45	79	35
PVC-tapet, PVA-lim	3,511	41,1	0,43		641	761	14,0	10	34	6
PVC-tapet, vattenglaslim	3,412	40,0	0,34		652	754	15,0	13	48	7
Kalibrering, utan gipsskiva	6,917	81,1	0,33		430	755	-	59	88	23
Kalibrering, med gipsskiva	5,281	61,9	0,32	0,40	464	782	14,5	62	84	37
PVC-tapet, PVA-lim	6,445	75,5	0,28		424	742	16,0	34	80	10
PVC-tapet, vattenglaslim	6,503	76,2	0,28		411	758	15,0	24	75	13

Luckor i tabellen anger fel i mätutrustningen

Tab III

Beklädnad och limtyp	Bränslevikt	Brandbelastning q	R_{80-30}	$R_{80-30\,korr}$	θ_{80-30} (1+4)/2	θ_{80-30} (6)	I	Max rökintensitet	Rökintensitet$_{100-10}$	Försök
	kg	MJ/m^2 oy.	kg/min	kg/min	°C	°C	kW/m^2	% sikt	% sikt	nr
Kalibrering, utan gipsskiva	3,775	19,7	0,41		652	-	10,0	56	79	24
Kalibrering, gipsskiva utan papper	2,805	14,6	0,27	0,36	425	468	9,5	78	90	40
Kalibrering, med gipsskiva	2,934	15,3	-		-	-	10,0	47	89	38
PVC-tapet, PVA-lim	3,445	18,0	0,31		631	693	10,0	1	67	18
PVC-tapet, vattenglaslim	3,144	16,4	0,29		582	637	11,0	1	67	17
Kalibrering, utan gipsskiva	6,239	32,5	0,73		766	836	15,5	26	59	25
Kalibrering, gipsskiva utan papper	5,676	29,6	0,67	0,88	599	805	12,5	22	62	39
Kalibrering, med gipsskiva	5,799	30,2	0,52	0,67	620	780	12,5	20	76	33
PVC-tapet, PVA-lim	6,795	35,4	0,59		728	822	23,5	3	46	1
PVC-tapet, vattenglaslim	6,880	35,8	0,56		716	810	18,0	13	40	2
Glasfiberväv, maskinklister	6,370	33,2	0,77		786	784	15,0	23	46	19
Glasfiberväv, handklister	7,789	40,6	0,79		777	-	15,0	16	52	20
Kalibrering, utan gipsskiva	15,754	82,1	0,90		645	826	20,0	35	67	26
Kalibrering, gipsskiva utan papper	11,733	61,1	0,74	0,94	453	780	16,5	32	69	41
Kalibrering, med gipsskiva	11,078	57,7	0,84	1,13	636	729	17,0	30	73	34
PVC-tapet, PVA-lim	14,559	75,8	0,81		502	831	23,0	5	56	4
PVC-tapet, vattenglaslim	15,015	78,2	0,83		527	867	19,0	3	58	3

Luckor i tabellen anger fel i mätutrustningen

Tab IV

Beklädnad och limtyp	Bränslevikt	Brandbelastning q	R_{80-30}	$R_{80-30_{korr}}$	θ_{80-30} (1+4)/2	θ_{80-30} (6)	I	Max rökintensitet	Rökintensitet$_{100-10}$	Försök
	kg	MJ/m^2 o.y.	kg/min	kg/min	°C	°C	kW/m^2	% sikt	% sikt	nr
Kalibrering, utan gipsskiva	6,983	20,5	0,78		652	524	10,5	41	73	27
Kalibrering, med gipsskiva	4,990	14,6	0,75	1,00	742	663	9,0	30	83	31
PVC-tapet, PVA-lim	6,932	20,3	1,05		875	817	14,0	0	54	12
PVC-tapet, vattenglaslim	7,492	22,0	0,74		847	718	15,5	0	56	16
Kalibrering, utan gipsskiva	14,404	42,2	1,86		875	848	17,5	1	44	28
Kalibrering, med gipsskiva	10,606	31,1	1,16	1,45	765	763	13,5	10	73	30
PVC-tapet, PVA-lim	13,108	38,4	1,50		936	849	20,0	0	30	5
PVC-tapet, vattenglaslim	13,932	40,8	1,55		951	891	20,5	0	30	8
Kalibrering, utan gipsskiva	26,662	78,1	1,80		573	850	10,0	19	49	29
Kalibrering, med gipsskiva	20,077	58,8	1,73	2,28	587	782	16,5	25	67	32
PVC-tapet, PVA-lim	25,569	74,9	1,40		622	863	17,5	2	59	9
PVC-tapet, vattenglaslim	26,293	77,0	1,57		614*	-	16,0	1	47	14

* θ_{80-40}

Luckor i tabellen anger fel i mätutrustningen

Tab V

Beklädnad och limtyp	Brandbelastning	Brandtid $(CO)_5$ resp. $(CO)_{10}$ *	$(HCl)_{medel}$	$(CO)_{medel}$	$(CO)_{5\ medel}$	$(CO)_{10\ medel}$	Försök nr
	MJ/m^2 o.y	min	ppm	vol-%	vol-%	vol-%	
Kalibrering, med gipsskiva	17,6	4,5	0,6	0,4	0,2	0,5	36
PVC-tapet, PVA-lim	17,6	2,5	42,2	0,9	1,2	1,1	11
PVC-tapet, vattenglaslim	17,6	2,5	69,6	0,8	1,0	1,1	15
Kalibrering, med gipsskiva	35,2	3,0	0,5	0,7	0,8	1,0	35
PVC-tapet, PVA-lim	35,2	0	48,9	3,4	4,4	5,2	6
PVC-tapet, vattenglaslim	35,2	0	60,1	3,4	4,1	5,6	7
Kalibrering, med gipsskiva	70,4	2,0	1,2	7,0	5,1	7,7	37
PVC-tapet, PVA-lim	70,4	0	39,0	3,6	2,5	3,2	10
PVC-tapet, vattenglaslim	70,4	0	29,8	3,2	3,8	4,1	13

*Anger den tidpunkt då $(CO)_{5\ medel}$ respektive $(CO)_{10\ medel}$ börjar räknas.

Tab VI

Beklädnad och limtyp	Brandbelastning	Brandtid $(CO)_5$ resp. $(CO)_{10}$*	$(HCl)_{medel}$	$(CO)_{medel}$	$(CO)_{5\ medel}$	$(CO)_{10\ medel}$	Försök nr
	MJ/m² o.y	min	ppm	vol-%	vol-%	vol-%	
Kalibrering, gipsskiva utan papper	17,6	10	≈0	0,4	0,4	0,4	40
Kalibrering, med gipsskiva	17,6	6,5	0,6	0,6	0,4	0,7	38
PVC-tapet, PVA-lim	17,6	7,5	66,6	0,8	0,9	0,7	18
PVC-tapet, vattenglaslim	17,6	6,5	46,4	0,8	1,3	0,9	17
Kalibrering, gipsskiva utan papper	35,2	5	0,7	1,1	1,0	1,3	39
Kalibrering, med gipsskiva	35,2	9,0	0,7	2,9	1,4	3,8	33
PVC-tapet, PVA-lim	35,2	0	71,7	3,2	1,8	4,9	1
PVC-tapet, vattenglaslim	35,2	0	64,4	3,0	2,1	4,7	2
Glasfiberväv, maskinklister	35,2	3	7,4	3,0	5,8	3,8	19
Glasfiberväv, handklister	35,2	4	17,6	2,2	1,4	2,6	20
Kalibrering, gipsskiva utan papper	70,4	3,5	2,8	5,2	4,4	6,4	41
Kalibrering, med gipsskiva	70,4	2,0	1,5	3,0	4,0	4,8	34
PVC-tapet, PVA-lim	70,4	0	61,6	7,8	3,4	6,1	4
PVC-tapet, vattenglaslim	70,4	0	61,6	7,5	2,2	5,4	3

*Anger den tidpunkt då $(CO)_{5\ medel}$ respektive $(CO)_{10\ medel}$ börjar räknas.

Tab VII

Beklädnad och limtyp	Brandbelastning	Brandtid $(CO)_5$ resp. $(CO)_{10}$*	$(HCl)_{medel}$	$(CO)_{medel}$	$(CO)_{5\ medel}$	$(CO)_{10\ medel}$	Försök nr
	MJ/m^2 o.y	min	ppm	vol-%	vol-%	vol-%	
Kalibrering, med gipsskiva	17,6	6,5	0,9	1,0	1,6	1,1	31
PVC-tapet, PVA-lim	17,6	3	67,5	0,9	1,6	1,2	12
PVC-tapet, vattenglaslim	17,6	4	18,9	0,9	1,8	1,3	16
Kalibrering, med gipsskiva	35,2	10	0,5	2,8	1,6	3,3	30
PVC-tapet, PVA-lim	35,2	3	61,6	2,1	2,6	3,5	5
PVC-tapet, vattenglaslim	35,2	3	56,3	2,3	1,4	2,9	8
Kalibrering, med gipsskiva	70,4	3,5	2,4	4,8	1,7	4,5	32
PVC-tapet, PVA-lim	70,4	0	70,8	2,2	2,1	2,2	9
PVA-tapet, vattenglaslim	70,4	0	59,0	2,0	2,0	2,1	14

*Anger den tidpunkt då $(CO)_{5\ medel}$ respektive $(CO)_{10\ medel}$ börjar räknas.

FIGURFÖRTECKNING

FIG. 1. Det vid undersökningen använda största modellbrandrummet. Det i storlek mellanliggande brandrummet är analogt utformat.

FIG. 2. Foto, representativt för de båda större modellbrandrummen.

FIG. 3. Det vid undersökningen använda minsta modellbrandrummet jämte vågutrustning för brandbelastningen.

FIG. 4. Översiktsfoto av försöksuppställning och ventilationshuv.

FIG. 5. Översiktsfoto av mätutrustningen.

FIG. 6. Under ett brandförlopp upptagen representativ viktsminskningskurva. (Brandcell 500x500x500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,040 $m^{1/2}$; q = 3,029 kg; ϕ = 0,360 $cm^{1,1}$). /7/

FIG. 7. Termoelementens placering och numrering.

FIG. 8. Kalibreringskurva för strålningsmätare.

FIG. 9. Foto av gasspårningsapparat, utspädningsanordning, bandspelare och klocka.

FIG. 10. Foto av gasampuller, vilka återspeglar koncentrationen kolmonoxidgas vid vissa tidpunkter under ett försök.

FIG. 11. Träribbstapel med tillhörande definitioner.

FIG. 12. Förbränningshastighetens variation med tiden under ett brandförlopp. (Brandcell 500x500x500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,040 $m^{1/2}$; q = 3,029 kg; ϕ = 0,360 $cm^{1,1}$). /7/

FIG. 13. Experimentellt upptagna viktsminsknings-tidkurvor. Brandcell 500x500x500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

FIG. 14. Experimentellt upptagna viktsminsknings-tidkurvor. Brandcell 500x500x500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

FIG. 15. Experimentellt upptagna viktsminsknings-tidkurvor. Brandcell 500x500x500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 4 kg trä eller 70,4 MJ per m^2 o.y.

FIG. 16. Experimentellt upptagna viktsminsknings-tidkurvor. Brandcell 750x750x750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

FIG. 17. Experimentellt upptagna viktsminsknings-tidkurvor. Brandcell 750x750x750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

FIG. 18. Experimentellt upptagna viktsminsknings-tidkurvor. Brandcell 750x750x750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 4 kg trä eller 70,4 MJ per m^2 o.y.

FIG. 19. Experimentellt upptagna viktsminsknings-tidkurvor. Brandcell 1000x1000x1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

FIG. 20. Experimentellt upptagna viktsminsknings-tidkurvor. Brandcell 1000x1000x1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

FIG. 21. Experimentellt upptagna viktsminsknings-tidkurvor. Brandcell 1000x1000x1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 4 kg trä eller 70,4 MJ per m^2 o.y.

FIG. 22. Experimentellt upptagna gastemperatur-tidkurvor. Brandcell 500x500x500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

FIG. 23. Experimentellt upptagna gastemperatur-tidkurvor. Brandcell 500x500x500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

FIG. 24. Experimentellt upptagna gastemperatur-tidkurvor. Brandcell 500x500x500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 4 kg trä eller 70,4 MJ per m^2 o.y.

FIG. 25. Experimentellt upptagna gastemperatur-tidkurvor. Brandcell 750x750x750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

FIG. 26. Experimentellt upptagna gastemperatur-tidkurvor. Brandcell 750x750x750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

FIG. 27. Experimentellt upptagna gastemperatur-tidkurvor. Brandcell 750x750x750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 4 kg trä eller 70,4 MJ per m^2 o.y.

FIG. 28. Experimentellt upptagna gastemperatur-tidkurvor. Brandcell 1000x1000x1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

FIG. 29. Experimentellt upptagna gastemperatur-tidkurvor. Brandcell 1000x1000x1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

FIG. 30. Experimentellt upptagna gastemperatur-tidkurvor. Brandcell 1000x1000x1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 4 kg trä eller 70,4 MJ per m^2 o.y.

FIG. 31. Experimentellt upptagna kurvsamband mellan strålningsintensitet, redovisad som uppmätt mV utspänning, och tid t (min). Brandcell 500x500x500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

FIG. 32. Experimentellt upptagna kurvsamband mellan strålningsintensitet, redovisad som uppmätt mV utspänning, och tid t (min). Brandcell 500x500x500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

FIG. 33. Experimentellt upptagna kurvsamband mellan strålningsintensitet, redovisad som uppmätt mV utspänning, och tid t (min). Brandcell 500x500x500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 4 kg trä eller 70,4 MJ per m^2 o.y.

FIG. 34. Experimentellt upptagna kurvsamband mellan strålningsintensitet, redovisad som uppmätt mV utspänning, och tid t (min). Brandcell 750x750x750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

FIG. 35. Experimentellt upptagna kurvsamband mellan strålningsintensitet, redovisad som uppmätt mV utspänning, och tid t (min). Brandcell 750x750x750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

FIG. 36. Experimentellt upptagna kurvsamband mellan strålningsintensitet, redovisad som uppmätt mV utspänning, och tid t (min). Brandcell 750x750x750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 4 kg trä eller 70,4 MJ per m^2 o.y.

FIG. 37. Experimentellt upptagna kurvsamband mellan strålningsintensitet, redovisad som uppmätt mV utspänning, och tid t (min). Brandcell 1000x1000x1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

FIG. 38. Experimentellt upptagna kurvsamband mellan strålningsintensitet, redovisad som uppmätt mV utspänning, och tid t (min). Brandcell 1000x1000x1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

FIG. 39. Experimentellt upptagna kurvsamband mellan strålningsintensitet, redovisad som uppmätt mV utspänning, och tid t (min). Brandcell 1000x1000x1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 4 kg trä eller 70,4 MJ per m^2 o.y.

FIG. 40. Experimentellt upptagna kurvsamband mellan koncentrationen kolmonoxidgas (vol-%) och tid t (min). Brandcell 500x500x500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

FIG. 41. Experimentellt upptagna kurvsamband mellan koncentrationen kolmonoxidgas (vol-%) och tid t (min). Brandcell 500x500x500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

FIG. 42. Experimentellt upptagna kurvsamband mellan koncentrationen kolmonoxidgas (vol-%) och tid t (min). Brandcell 500x500x500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 4 kg trä eller 70,4 MJ per m^2 o.y.

FIG. 43. Experimentellt upptagna kurvsamband mellan koncentrationen kolmonoxidgas (vol-%) och tid t (min). Brandcell 750x750x750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

FIG. 44. Experimentellt upptagna kurvsamband mellan koncentrationen kolmonoxidgas (vol-%) och tid t (min). Brandcell 750x750x750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

FIG. 45. Experimentellt upptagna kurvsamband mellan koncentrationen kolmonoxidgas (vol-%) och tid t (min). Brandcell 750x750x750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 4 kg trä eller 70,4 MJ per m^2 o.y.

FIG. 46. Experimentellt upptagna kurvsamband mellan koncentrationen kolmonoxidgas (vol-%) och tid t (min). Brandcell 1000x1000x1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$: brandbelastning 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

FIG. 47. Experimentellt upptagna kurvsamband mellan koncentrationen kolmonoxidgas (vol-%) och tid t (min). Brandcell 1000x1000x1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

FIG. 48. Experimentellt upptagna kurvsamband mellan koncentrationen kolmonoxidgas (vol-%) och tid t (min). Brandcell 1000x1000x1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 4 kg trä eller 70,4 MJ per m^2 o.y.

FIG. 49. Experimentellt upptagna kurvsamband mellan koncentrationen klorvätegas (ppm) och tid t (min). Brandcell 500x500x500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

FIG. 50. Experimentellt upptagna kurvsamband mellan koncentrationen klorvätegas (ppm) och tid t (min). Brandcell 500x500x500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

FIG. 51. Experimentellt upptagna kurvsamband mellan koncentrationen klorvätegas (ppm) och tid t (min). Brandcell 500x500x500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 4 kg trä eller 70,4 MJ per m^2 o.y.

FIG. 52. Experimentellt upptagna kurvsamband mellan koncentrationen klorvätegas (ppm) och tid t (min). Brandcell 750x750x750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

FIG. 53. Experimentellt upptagna kurvsamband mellan koncentrationen klorvätegas (ppm) och tid t (min). Brandcell 750x750x750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

FIG. 54. Experimentellt upptagna kurvsamband mellan koncentrationen klorvätegas (ppm) och tid t (min). Brandcell 750x750x750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 4 kg trä eller 70,4 MJ per m^2 o.y.

FIG. 55. Experimentellt upptagna kurvsamband mellan koncentrationen klorvätegas (ppm) och tid t (min). Brandcell 1000x1000x1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

FIG. 56. Experimentellt upptagna kurvsamband mellan koncentrationen klorvätegas (ppm) och tid t (min). Brandcell 1000x1000x1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

FIG. 57. Experimentellt upptagna kurvsamband mellan koncentrationen klorvätegas (ppm) och tid t (min). Brandcell 1000x1000x1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 4 kg trä eller 70,4 MJ per m^2 o.y.

FIG. 58. Experimentellt upptagna rökintensitets-tidkurvor. Brandcell 500x500x500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

FIG. 59. Experimentellt upptagna rökintensitets-tidkurvor. Brandcell 500x500x500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

FIG. 60. Experimentellt upptagna rökintensitets-tidkurvor. Brandcell 500x500x500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 4 kg trä eller 70,4 MJ per m^2 o.y.

FIG. 61. Experimentellt upptagna rökintensitets-tidkurvor. Brandcell 750x750x750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

FIG. 62. Experimentellt upptagna rökintensitets-tidkurvor. Brandcell 750x750x750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

FIG. 63. Experimentellt upptagna rökintensitets-tidkurvor. Brandcell 750x750x750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 4 kg trä eller 70,4 MJ per m^2 o.y.

FIG. 64. Experimentellt upptagna rökintensitets-tidkurvor. Brandcell 1000x1000x1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

FIG. 65. Experimentellt upptagna rökintensitets-tidkurvor. Brandcell 1000x1000x1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

FIG. 66. Experimentellt upptagna rökintensitets-tidkurvor. Brandcell 1000x1000x1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$; brandbelastning 4 kg trä eller 70,4 MJ per m^2 o.y.

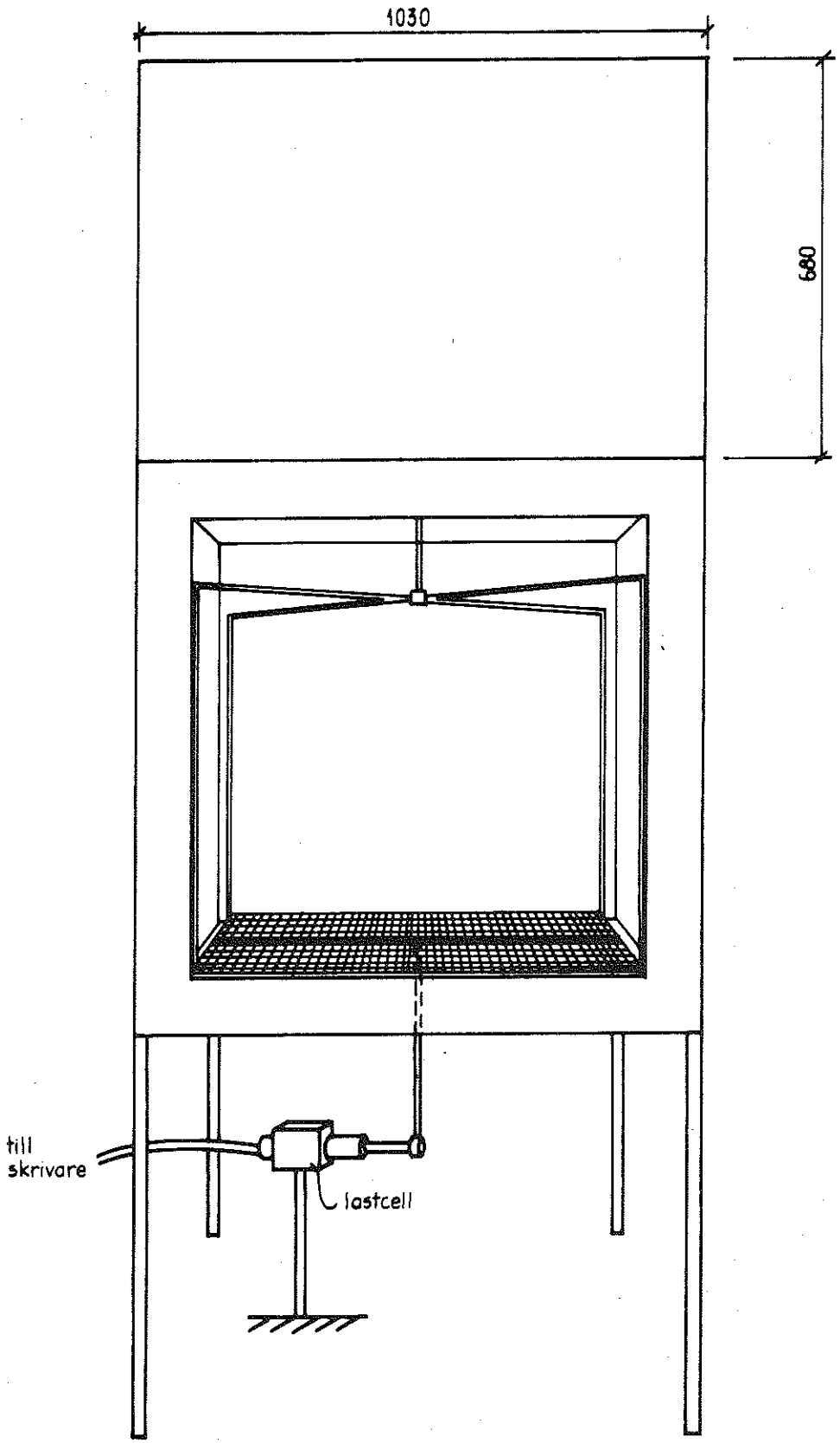


Fig. 1 a

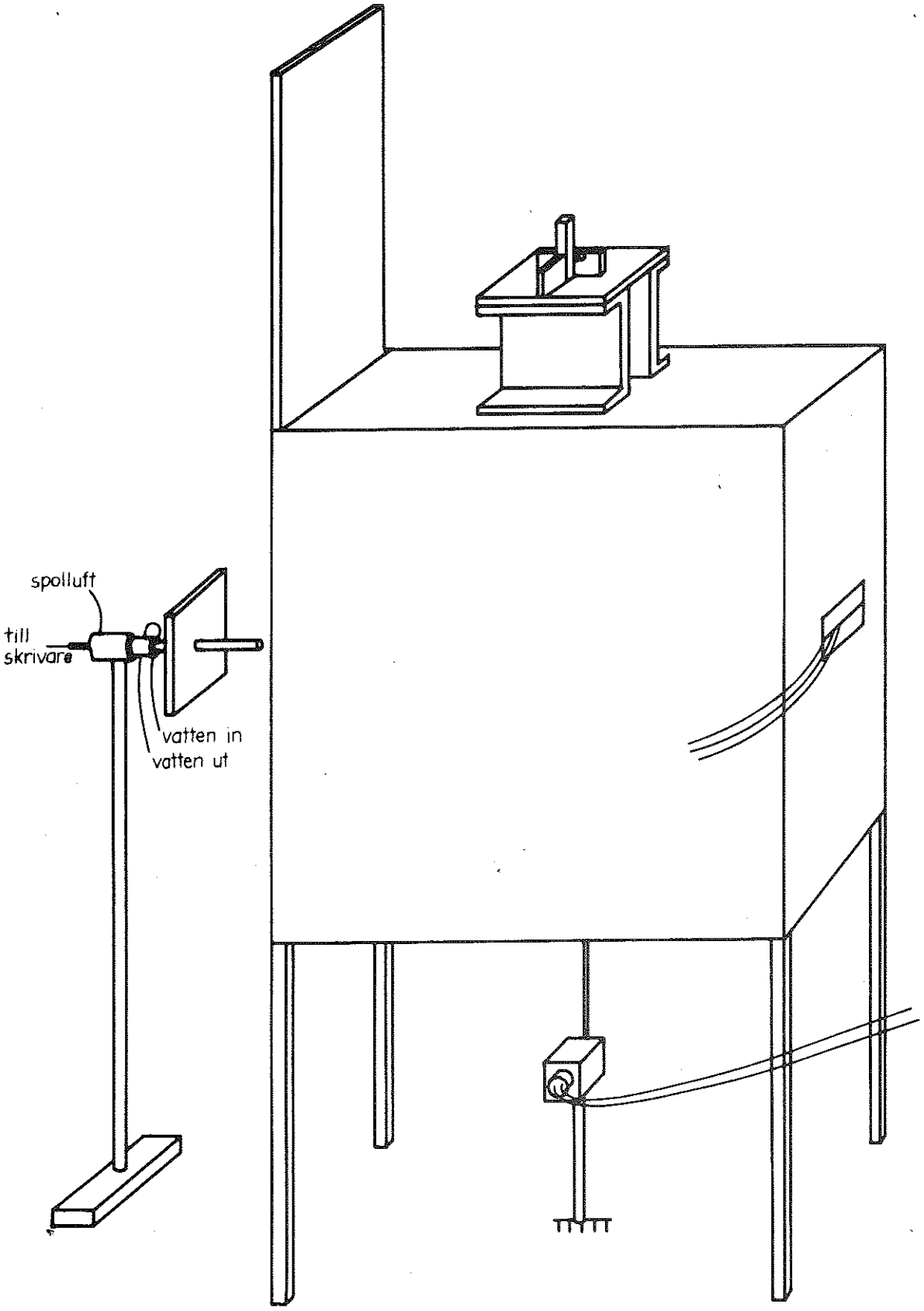


Fig. 1 b

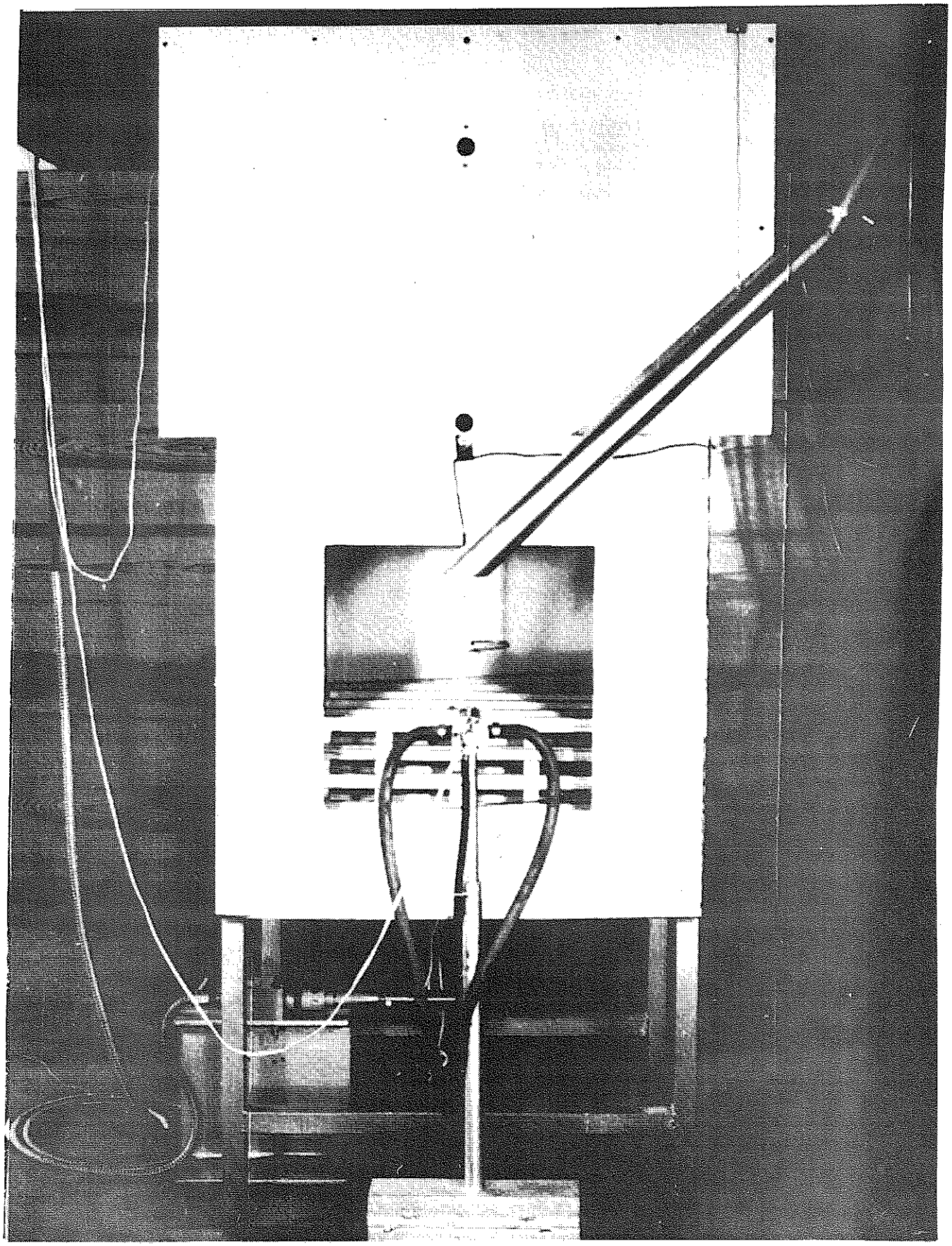


FIG 2

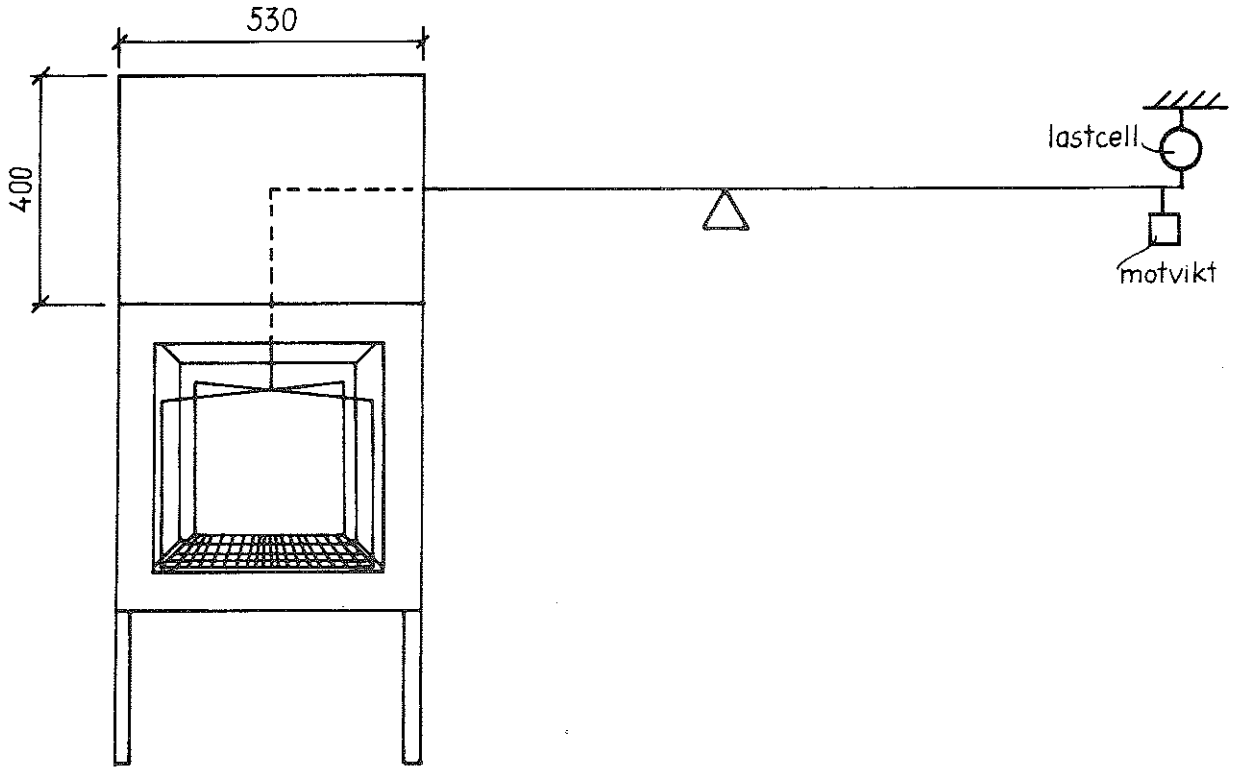


Fig. 3

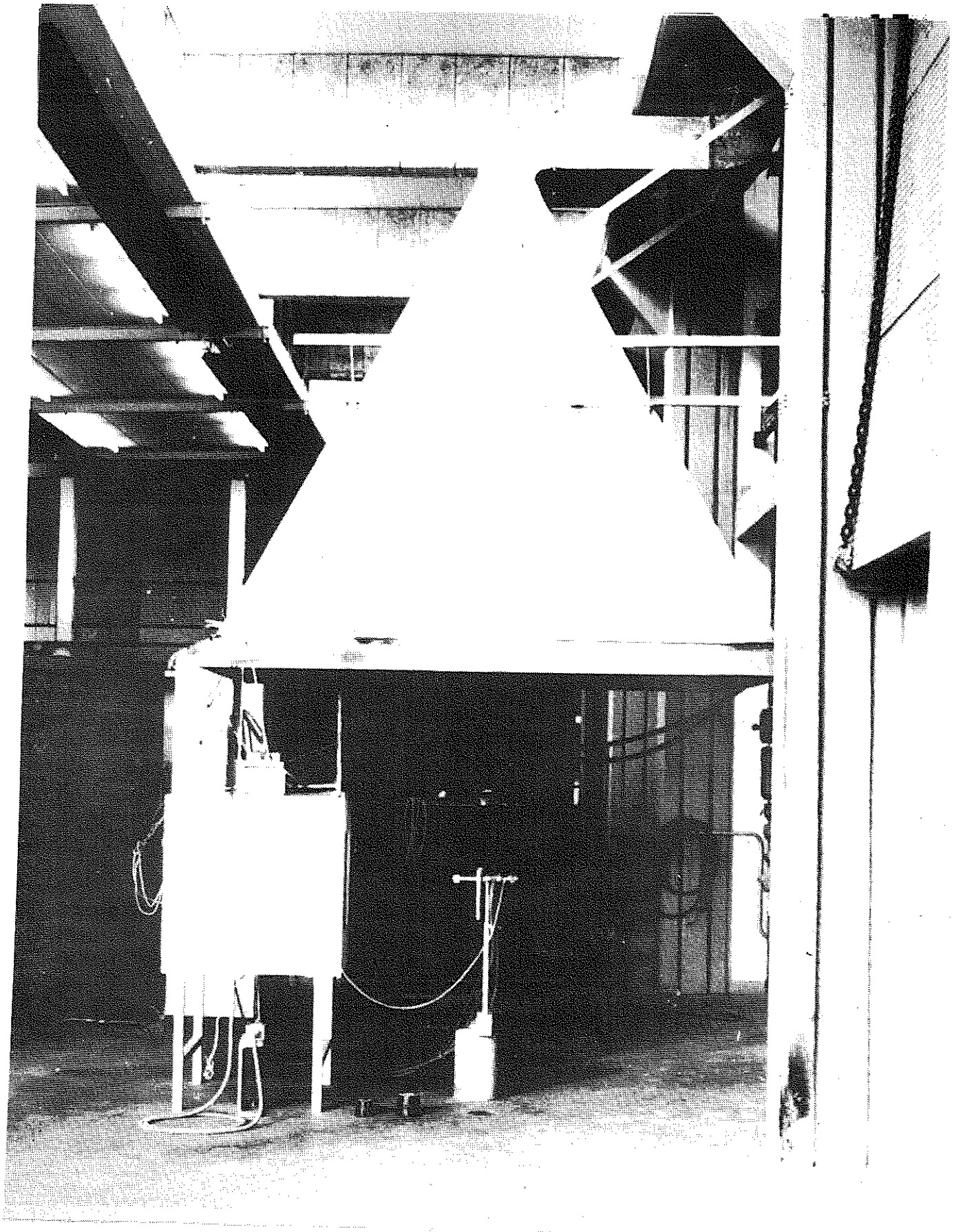


FIG 4

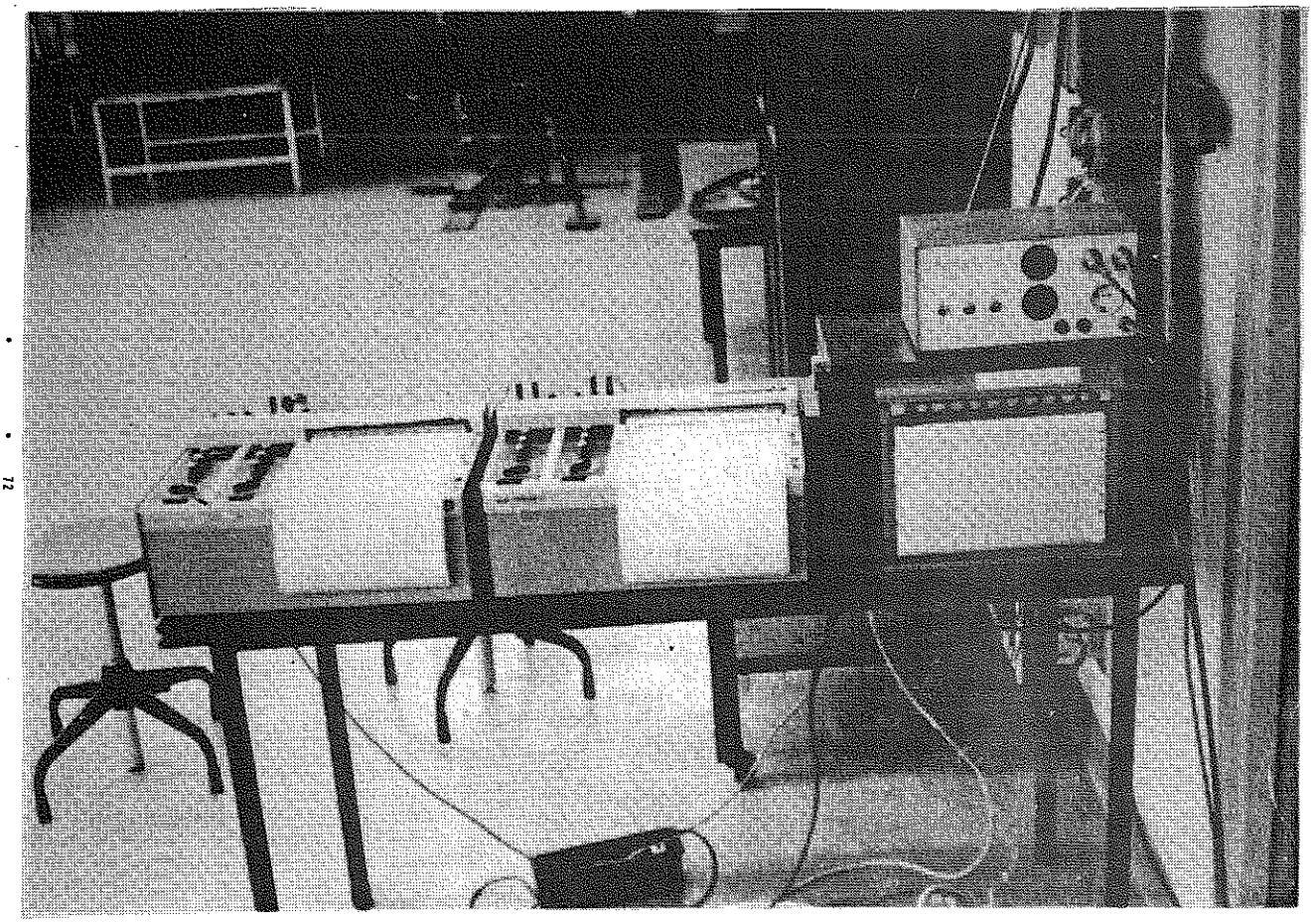


FIG 5

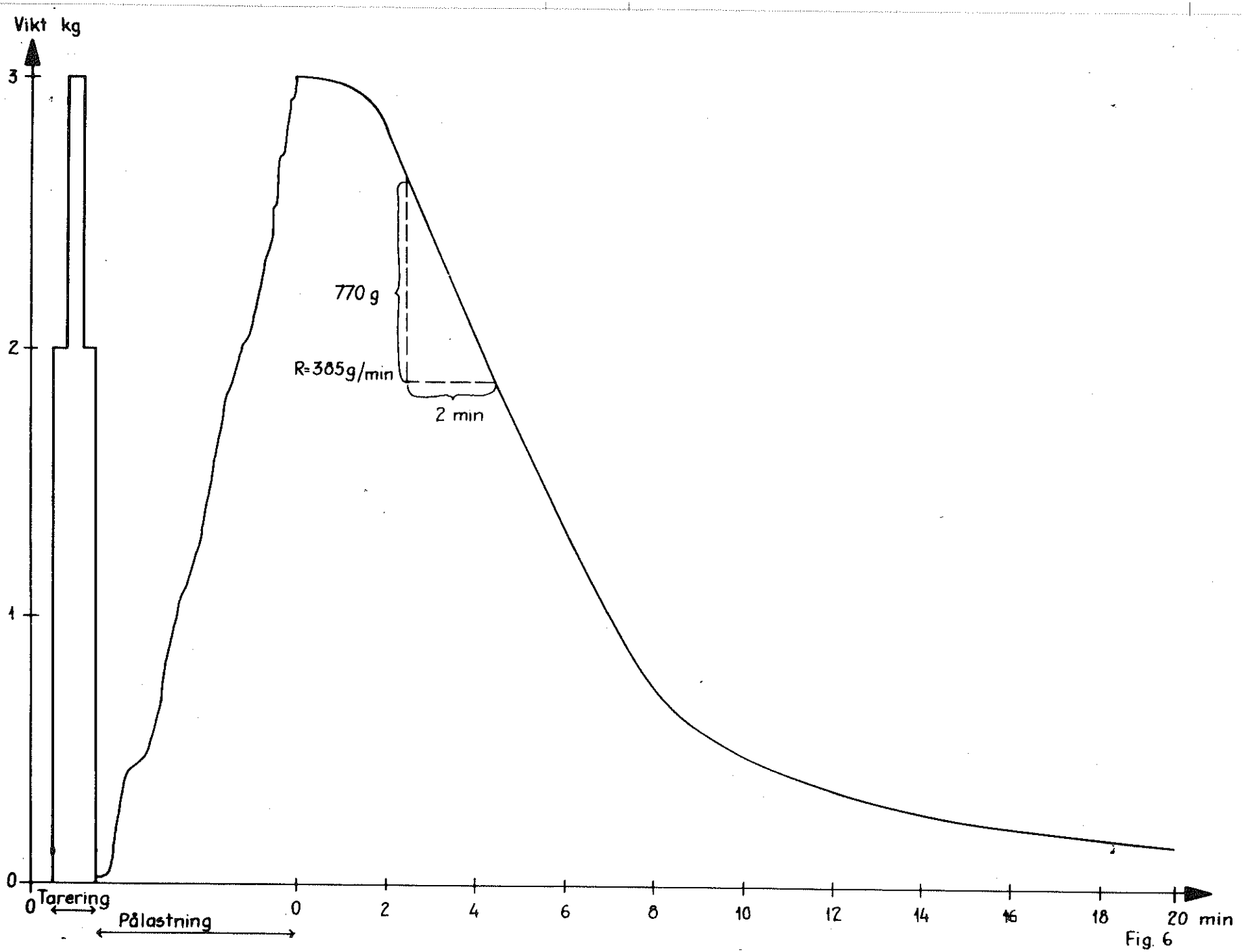
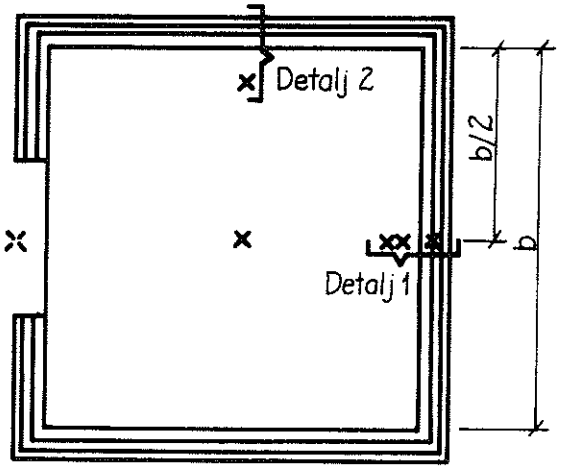
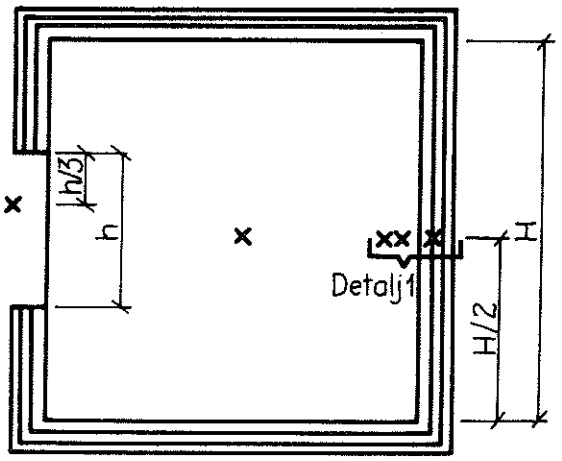

Vikt kg
3
2
1
0
770 g
R=385g/min
2 min
0
Tarering
Pålastning
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20 min

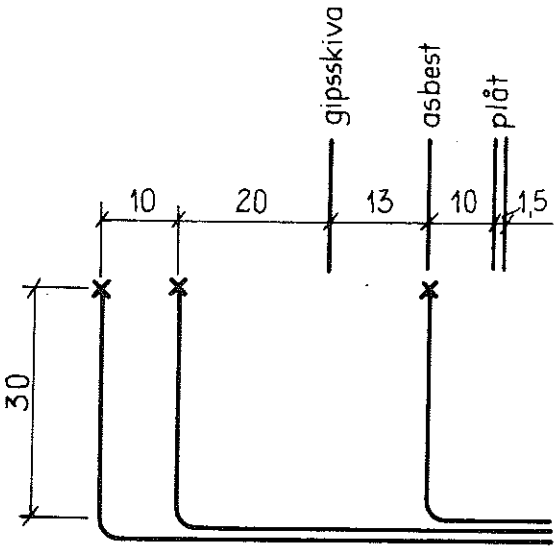
Fig. 6



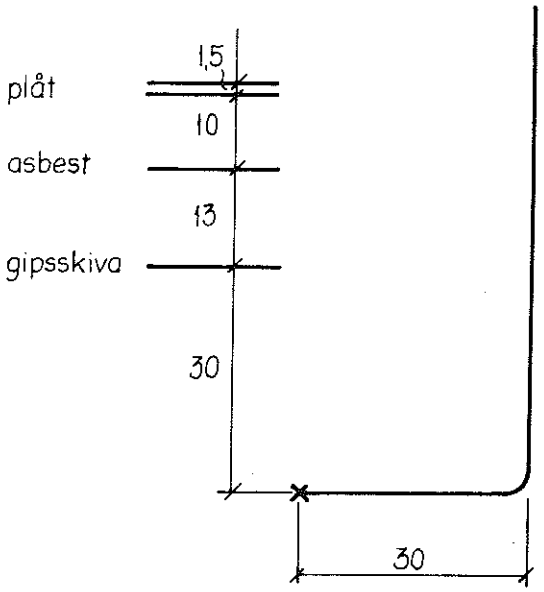
a) Horisontalsnitt på halva höjden



b) Vertikalsnitt på halva bredden



Detalj 1



Detalj 2

Fig. 7

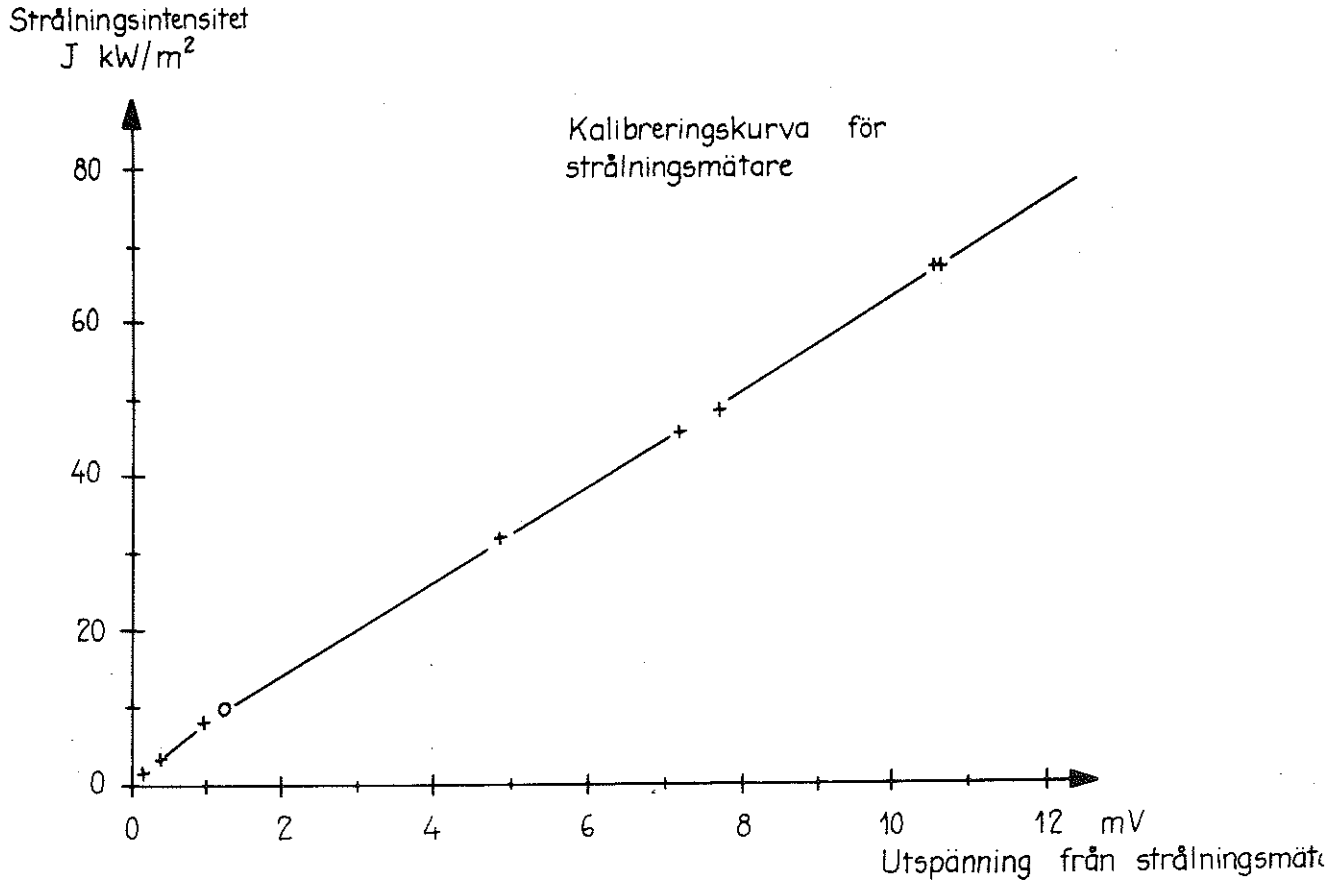

Strålningsintensitet
J kW/m²
Kalibreringskurva för
strålningsmätare
80
60
40
20
0
0
2
4
6
8
10
12
mV
Utspänning från strålningsmät

Fig. 8

FIG 9

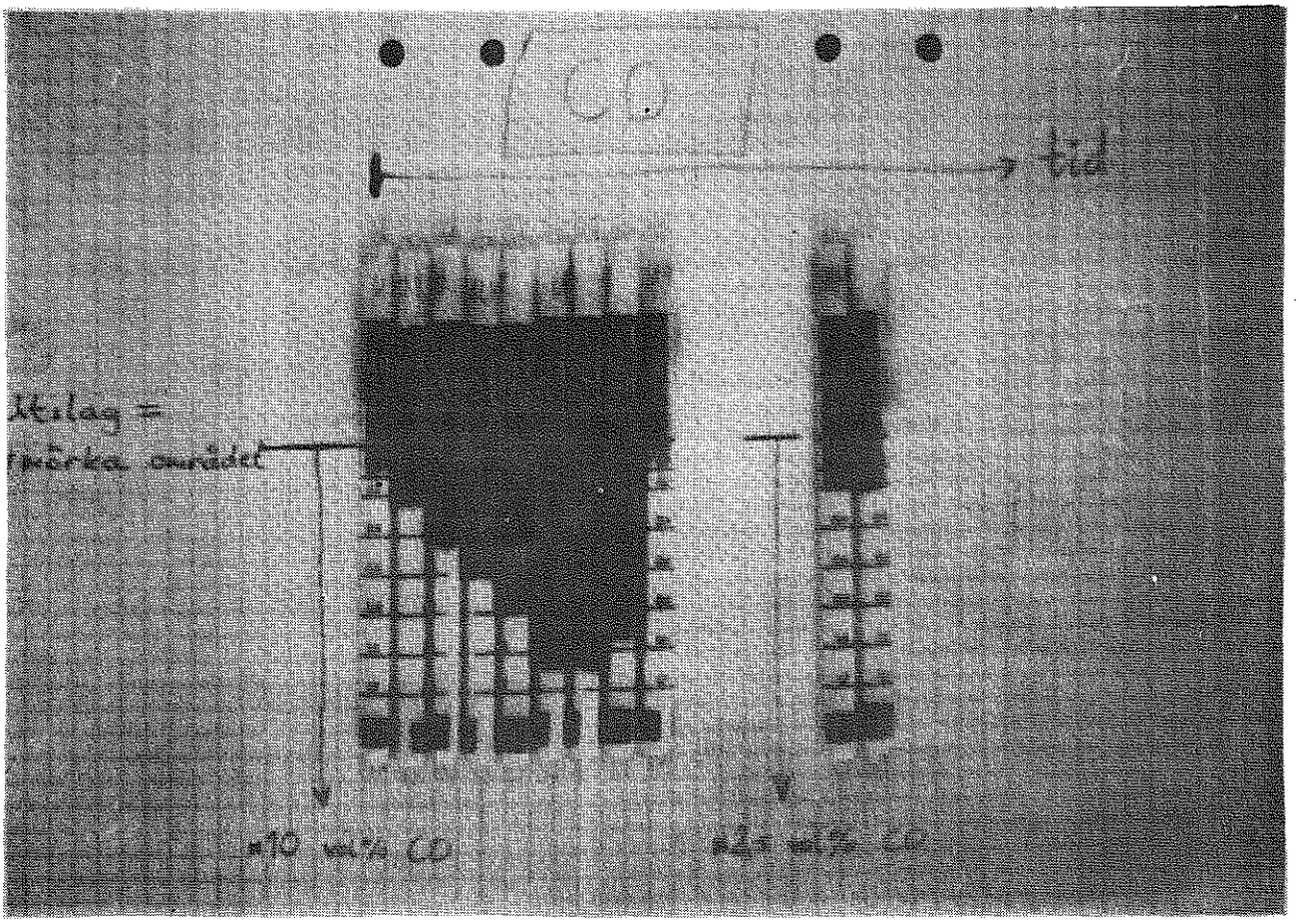


FIG 10

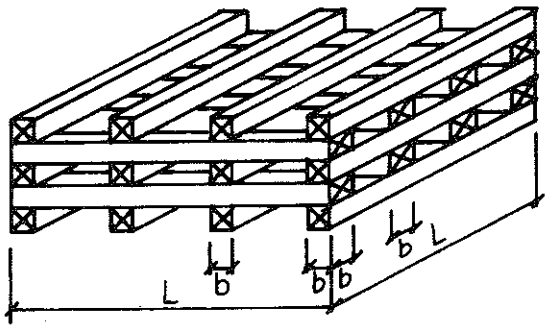


Fig. 11

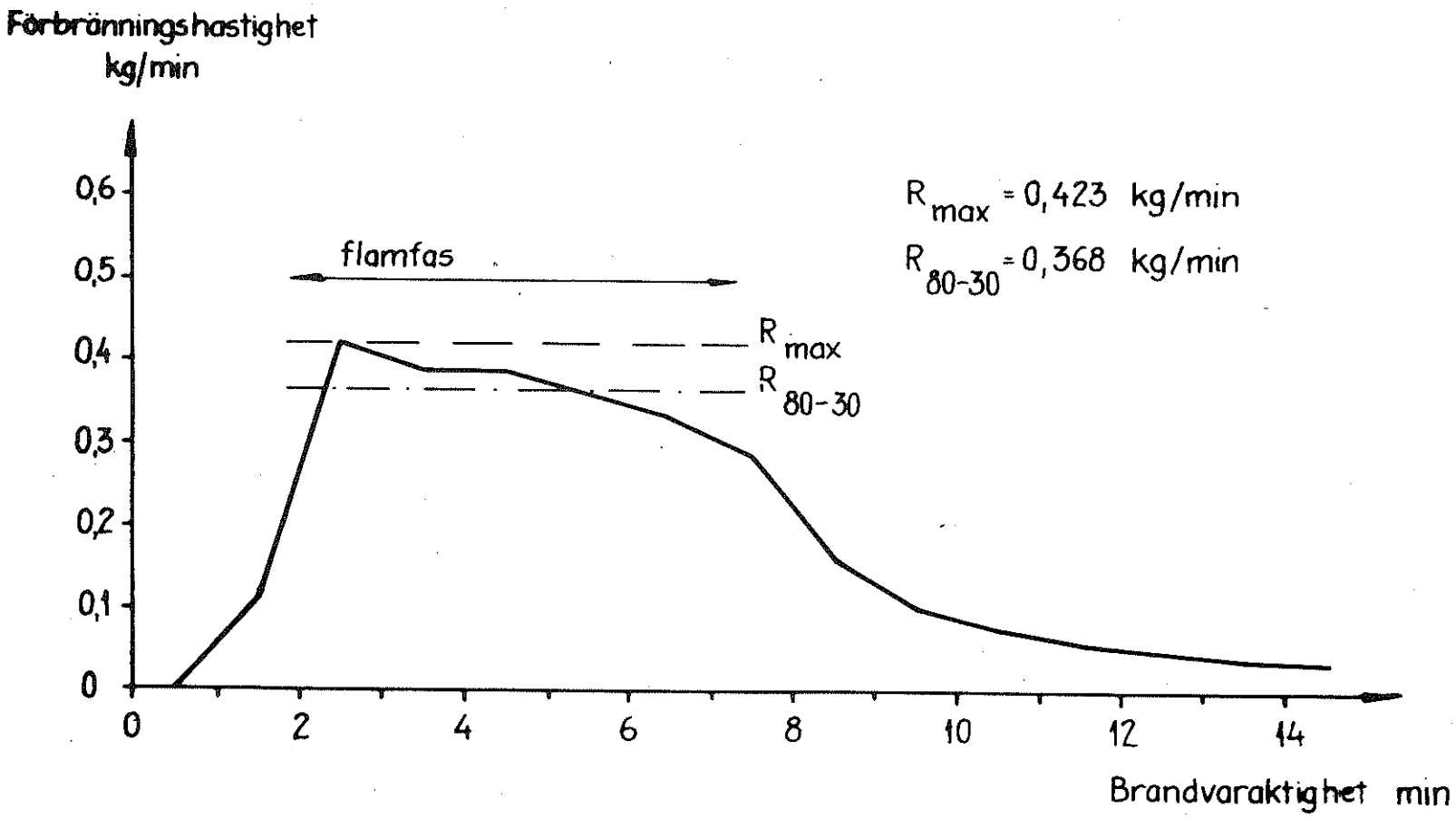

Förbränningshastighet
kg/min
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
flamfas
R_{max}
R_{80-30}
R_{max} = 0,423 kg/min
R_{80-30} = 0,368 kg/min
0
2
4
6
8
10
12
14
Brandvaraktighet min

Fig. 12

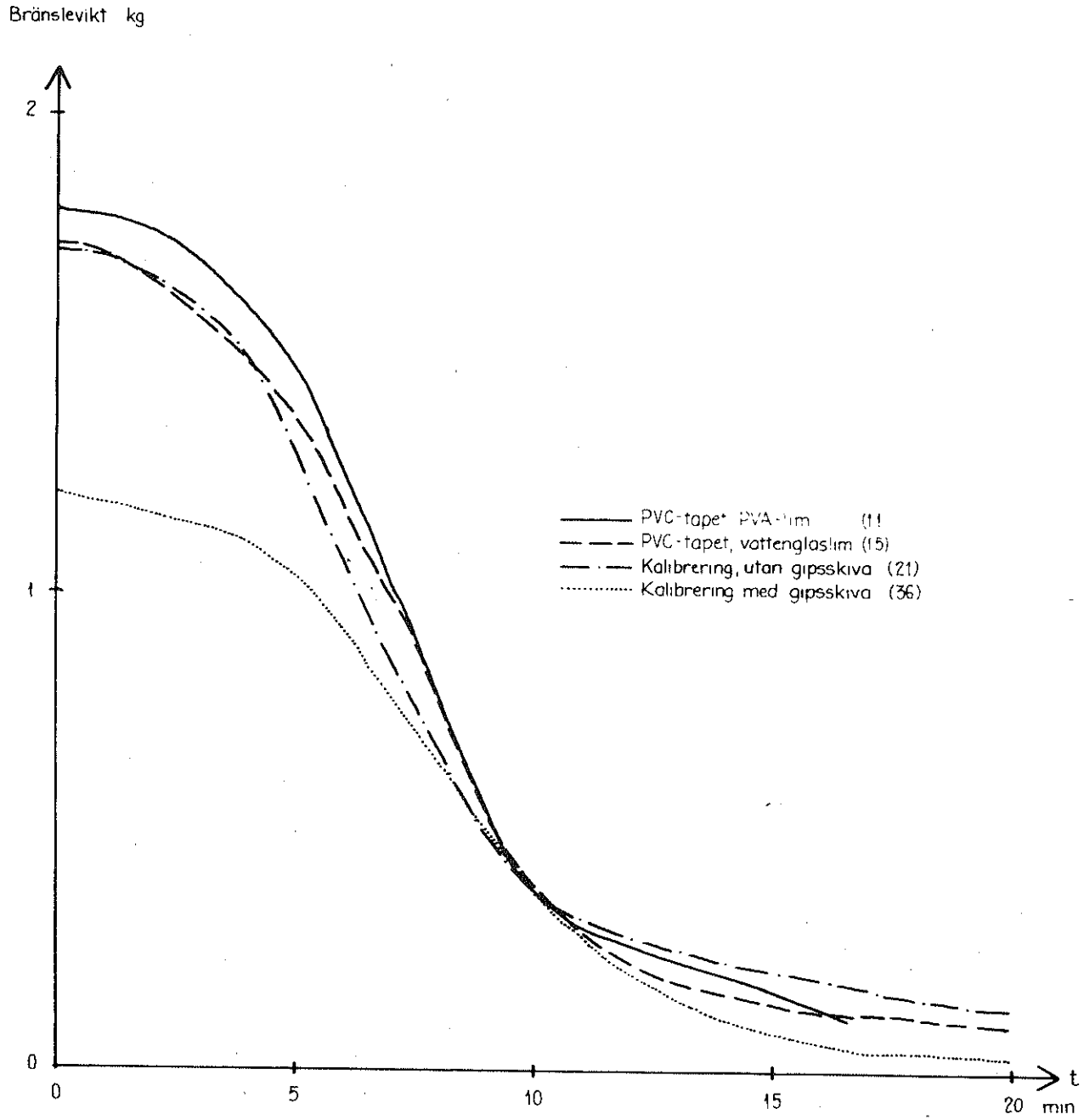
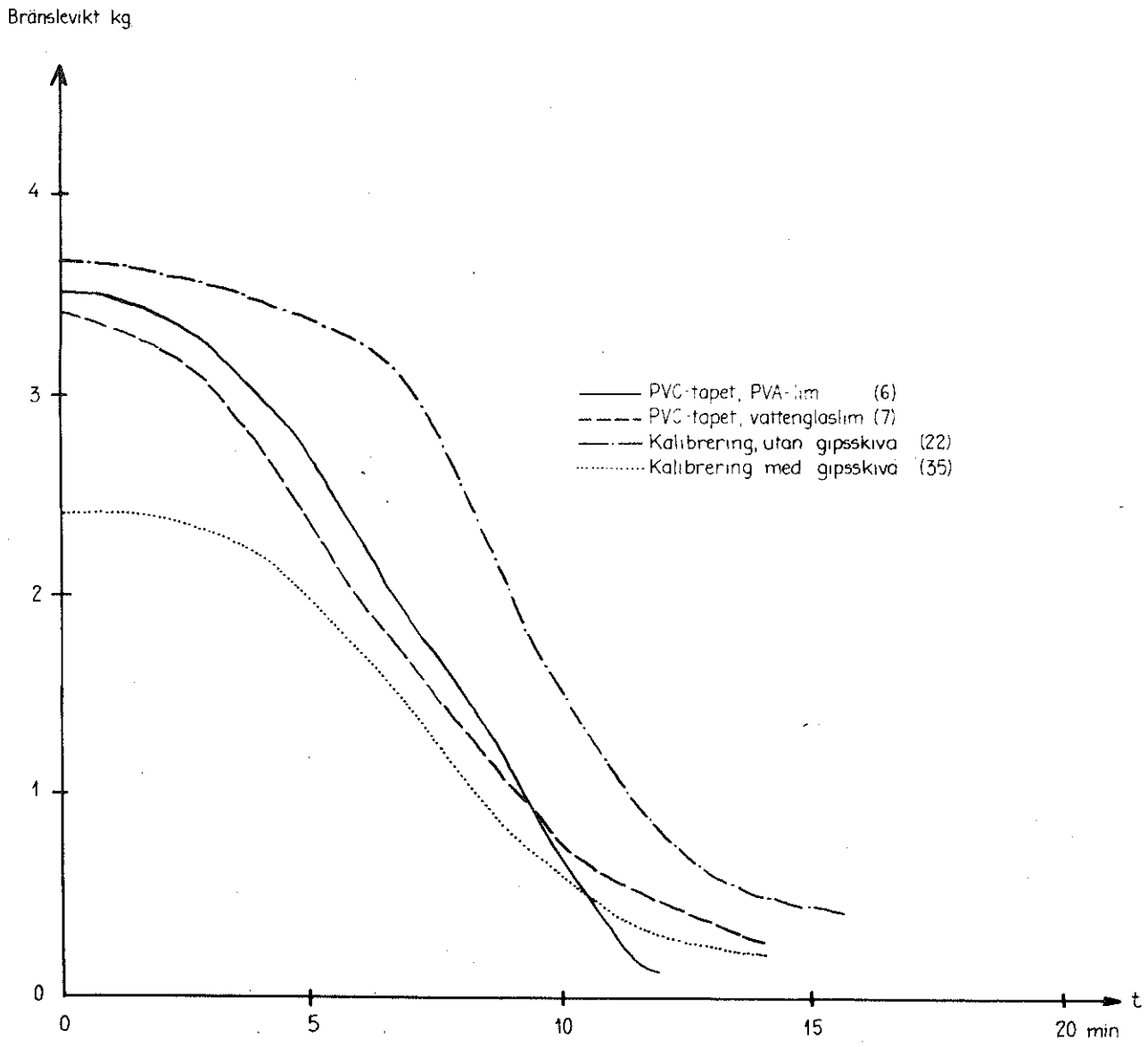

Bränslevikt kg
2
1
0
0
5
10
15
20
min
t
PVC-tapet PVA-lim (11)
PVC-tapet, vattenglaslim (15)
Kalibrering, utan gipsskiva (21)
Kalibrering med gipsskiva (36)

Fig. 13


Bränslevikt kg
4
3
2
1
0
0
5
10
15
20 min
t
PVC-tapet, PVA-lim (6)
PVC-tapet, vattenglaslim (7)
Kalibrering, utan gipsskiva (22)
Kalibrering med gipsskiva (35)

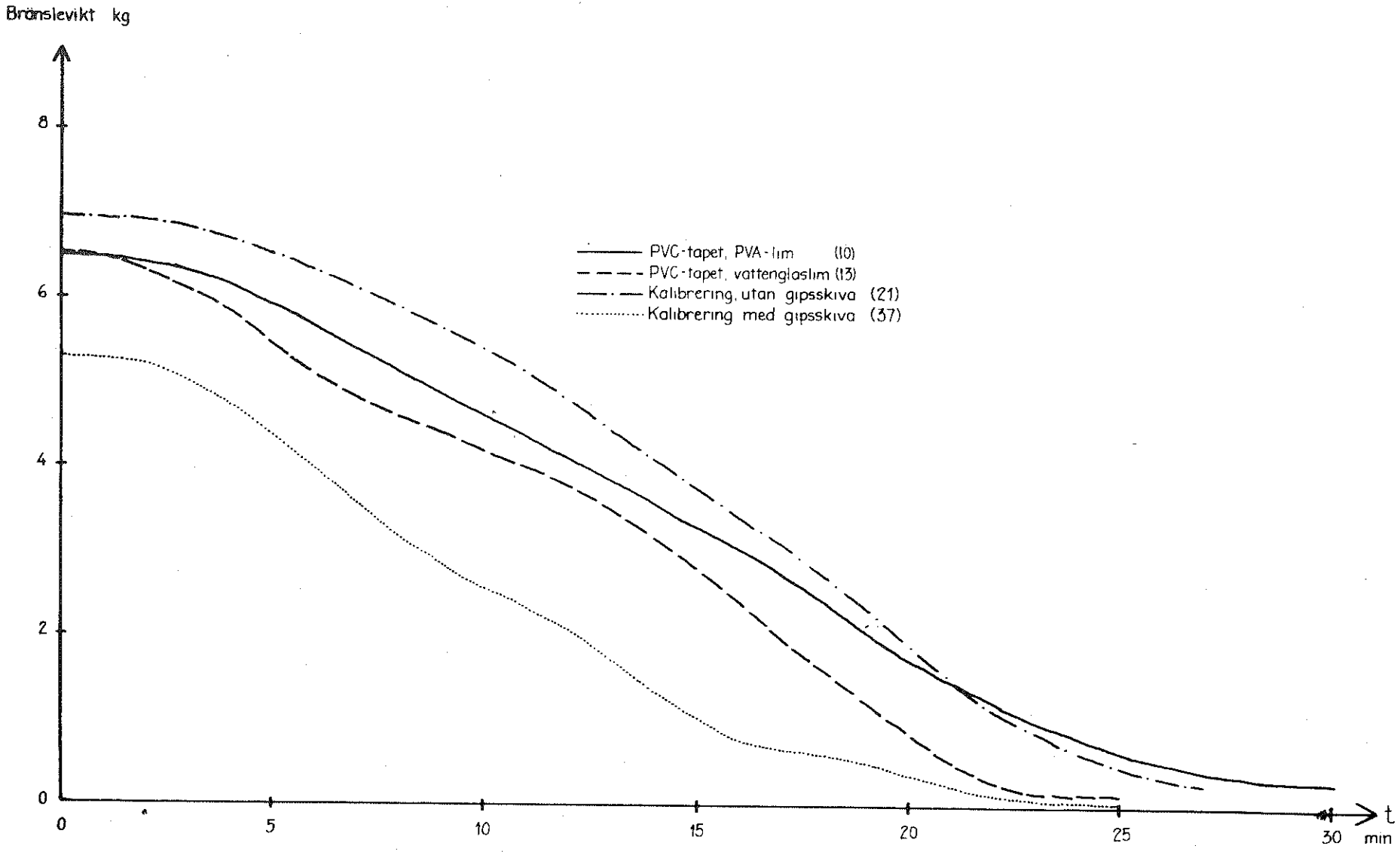
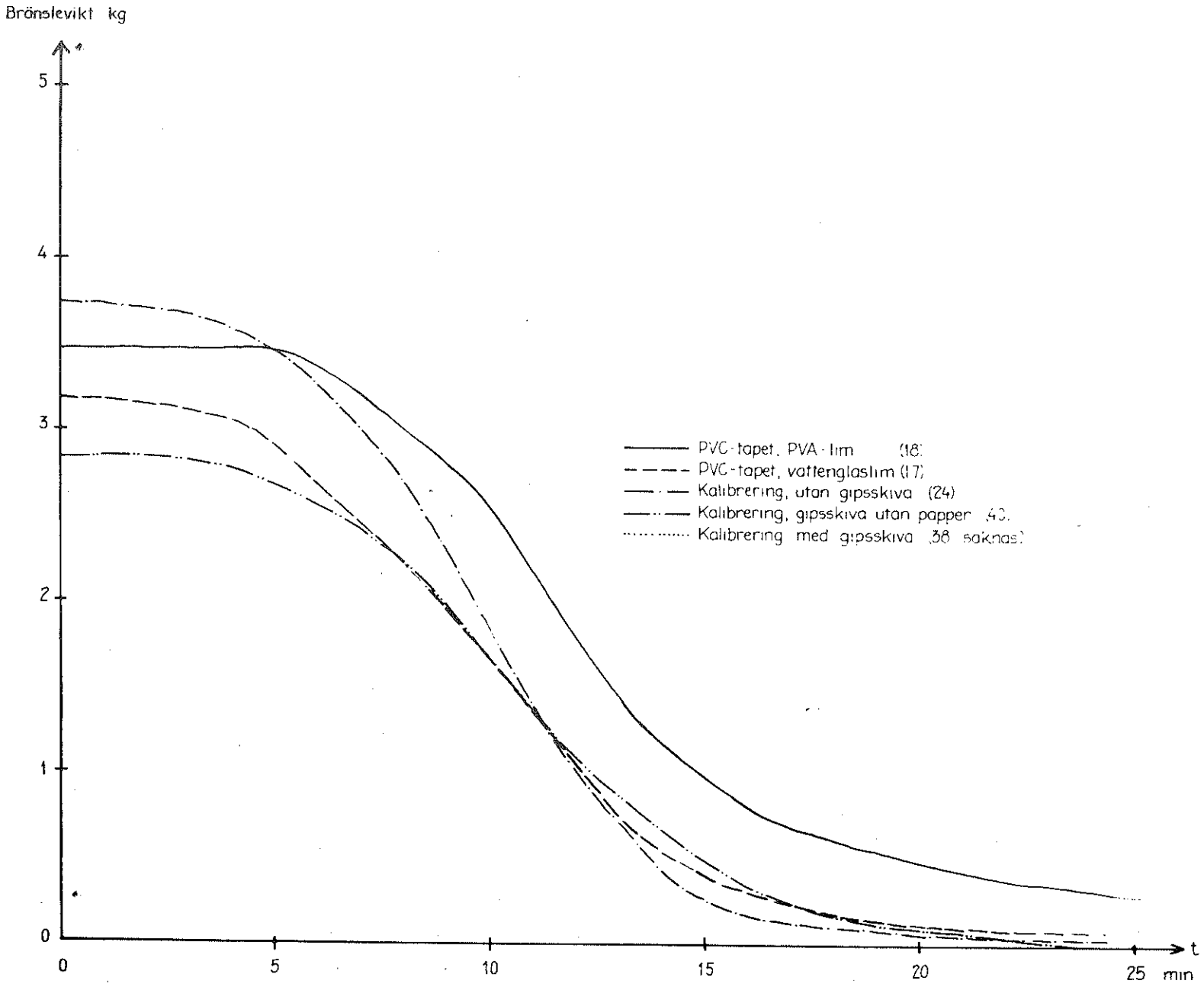
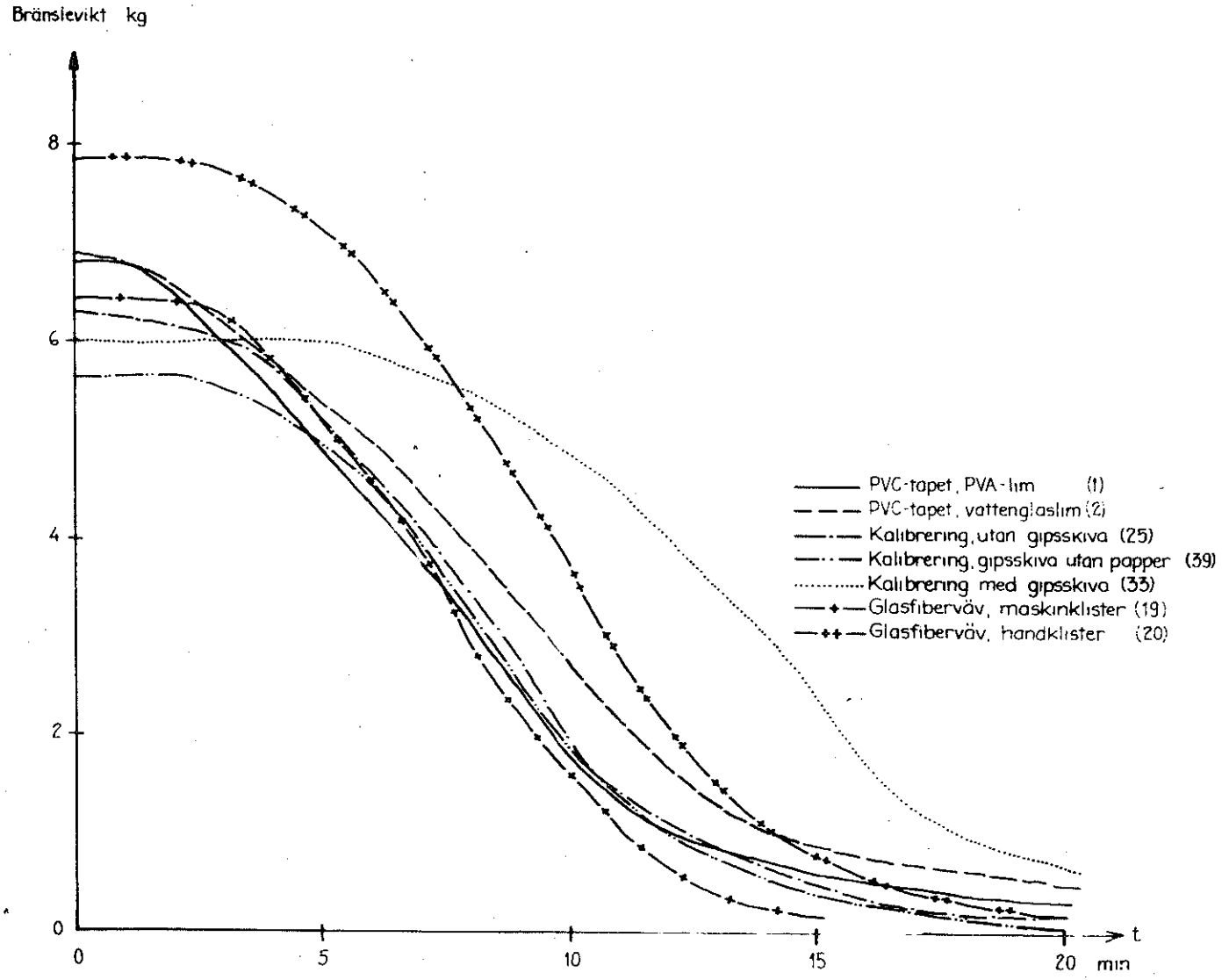
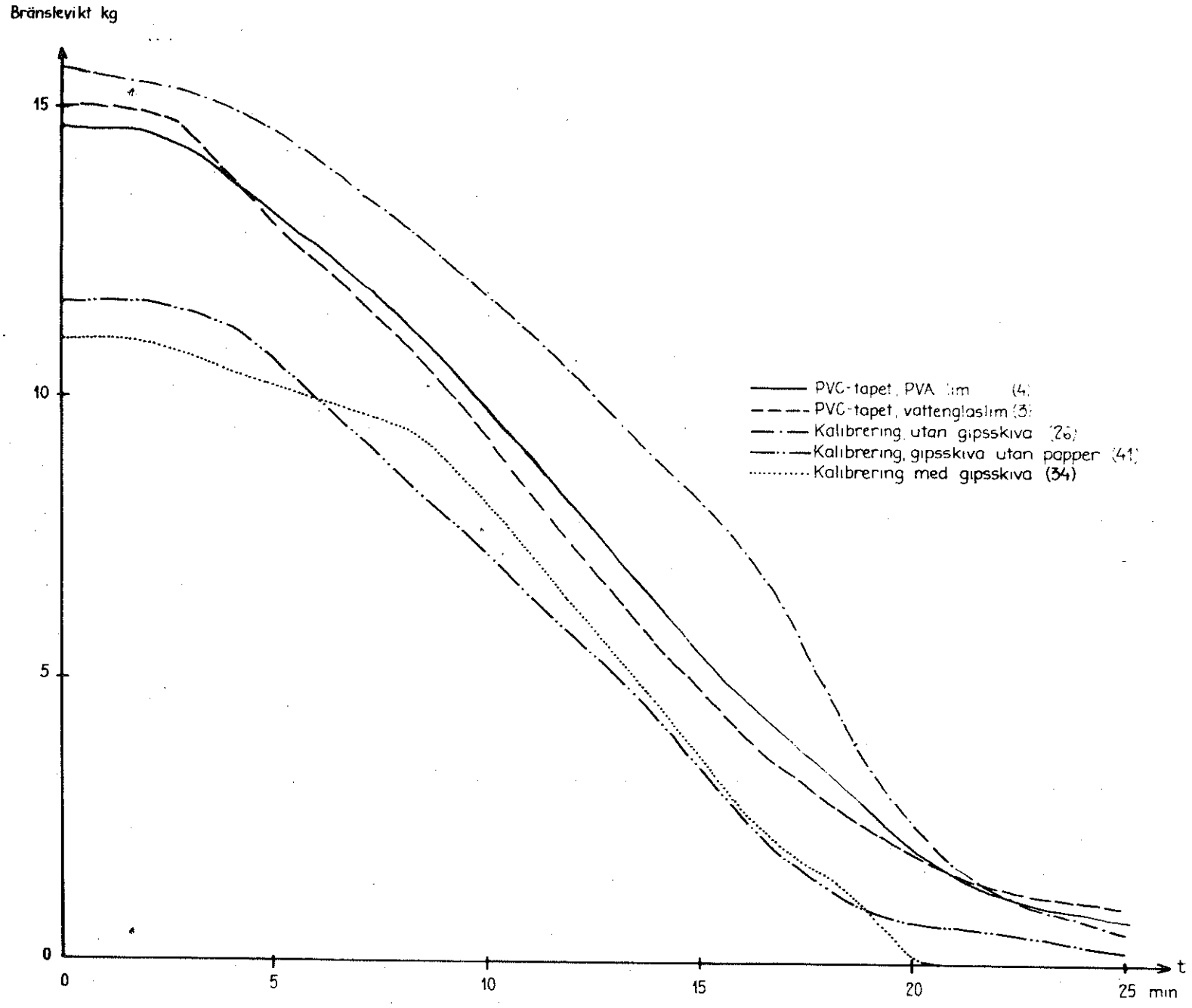
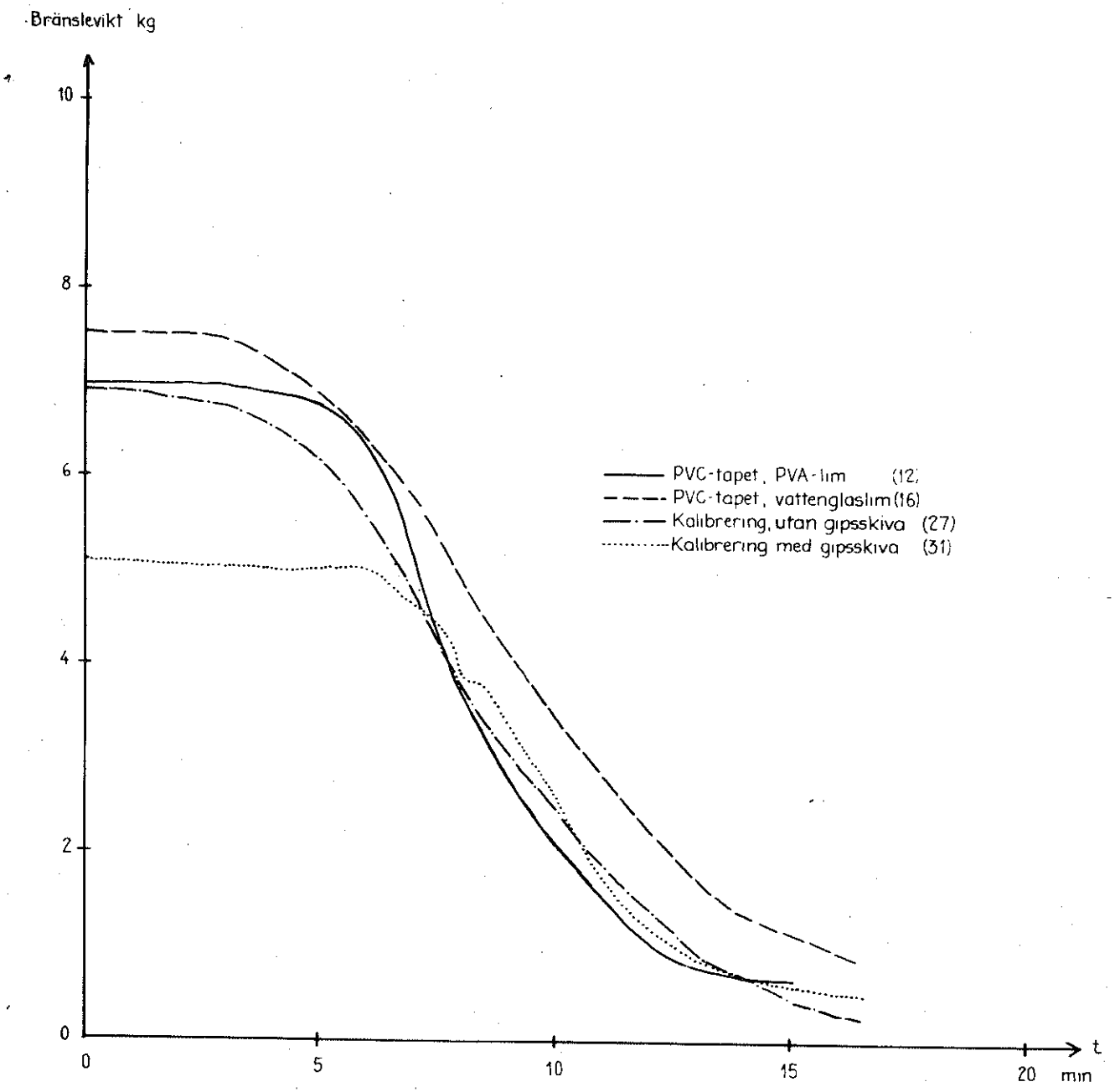

Brönslevikt kg
8
6
4
2
0
0
5
10
15
20
25
30
min
t
PVC-tapet, PVA-lim (10)
PVC-tapet, vattenglaslim (13)
Kalibrering, utan gipsskiva (21)
Kalibrering med gipsskiva (37)

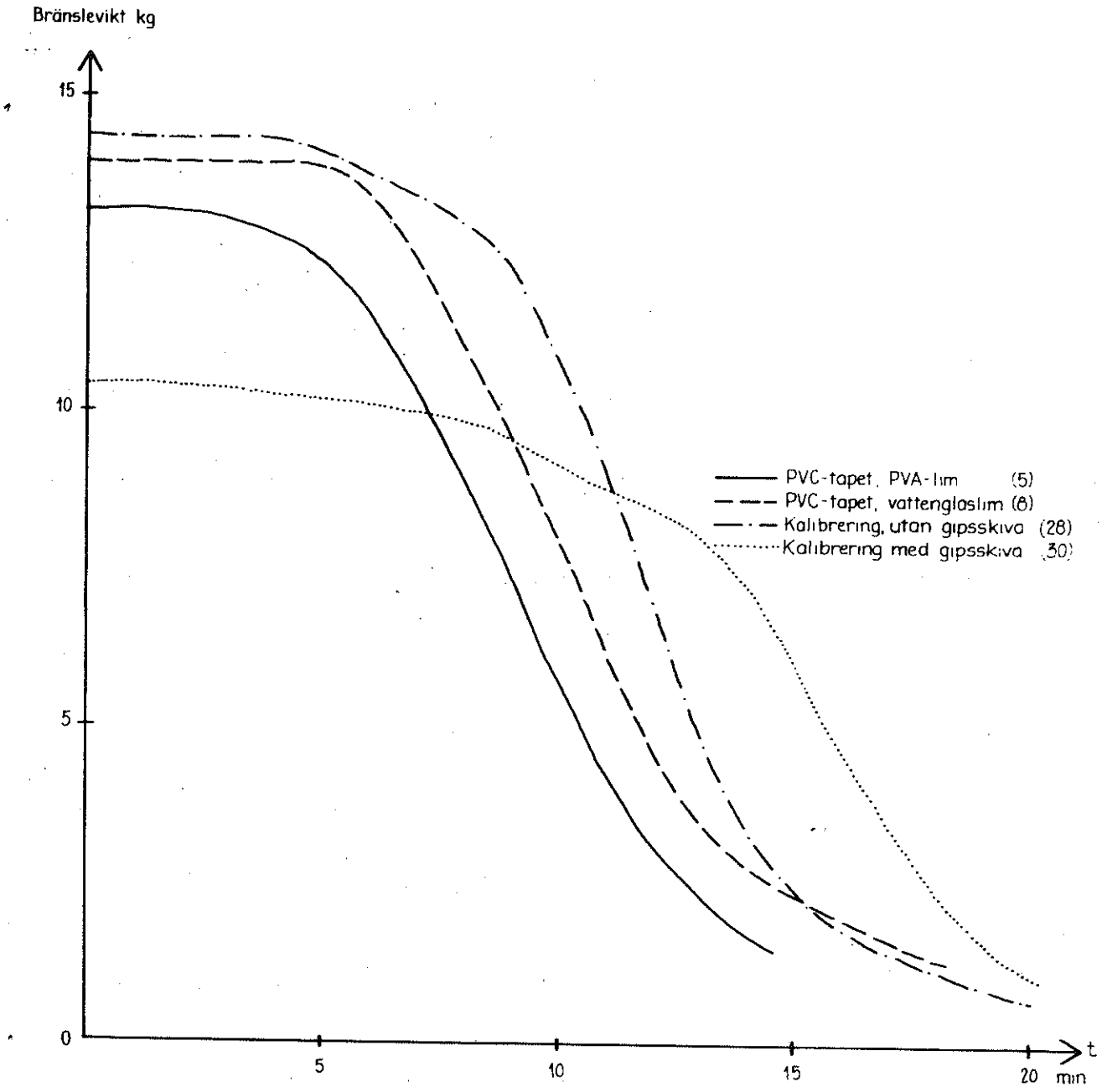
Fig 15

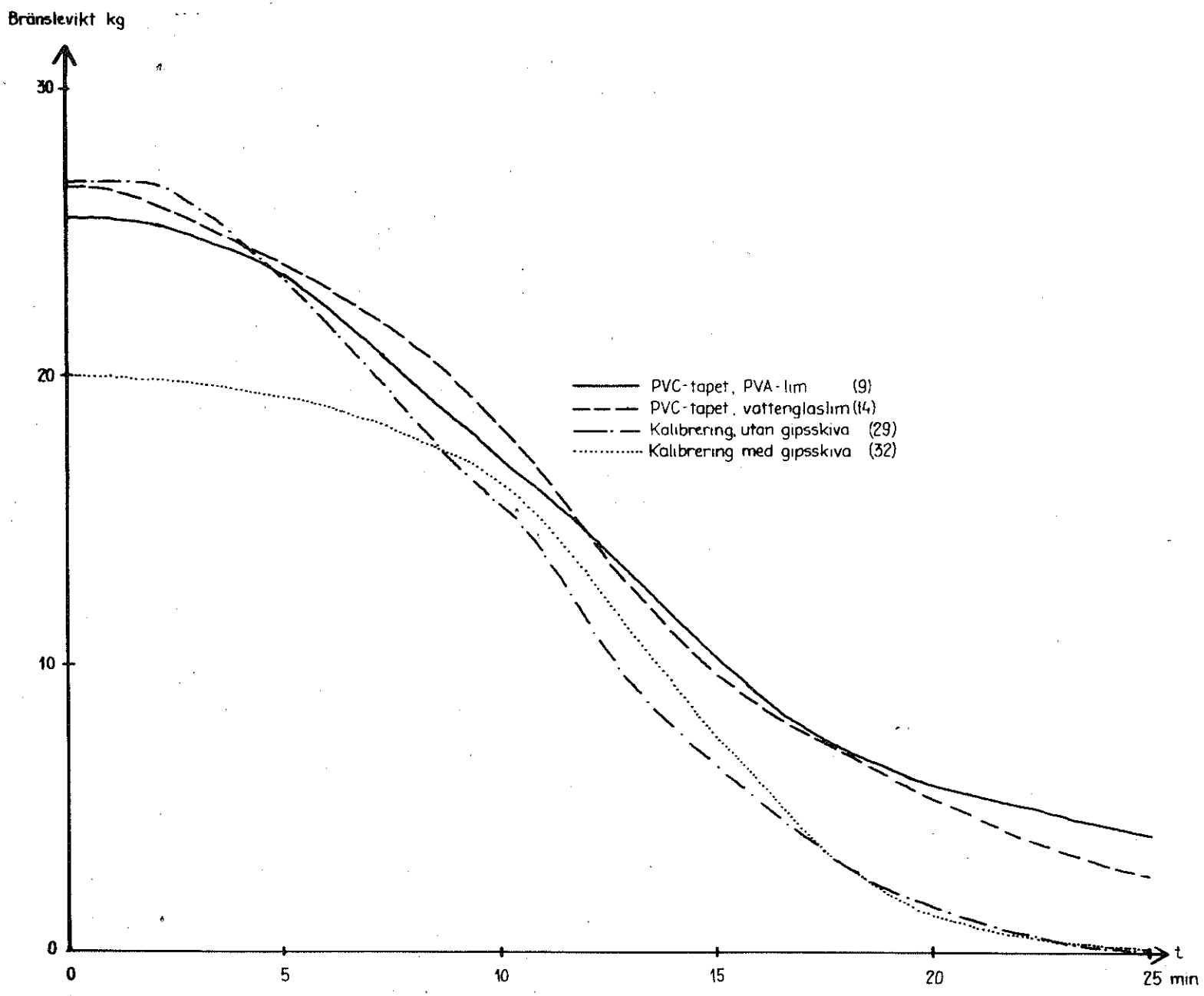

Brönslevikt kg
5
4
3
2
1
0
0
5
10
15
20
25
min
t
PVC-tapet, PVA-lim (18)
PVC-tapet, vattenglaslim (17)
Kalibrering, utan gipsskiva (24)
Kalibrering, gipsskiva utan papper (40)
Kalibrering med gipsskiva (38 saknas)


Bränslevikt kg
8
6
4
2
0
0
5
10
15
20
min
t
PVC-tapet, PVA-lim (1)
PVC-tapet, vattenglaslim (2)
Kalibrering, utan gipsskiva (25)
Kalibrering, gipsskiva utan papper (39)
Kalibrering med gipsskiva (33)
Glasfiberväv, maskinklister (19)
Glasfiberväv, handklister (20)


Bränslevikt kg
15
10
5
0
0
5
10
15
20
25 min
t
PVC-tapet, PVA lim (4)
PVC-tapet, vattenglaslim (3)
Kalibrering utan gipsskiva (26)
Kalibrering, gipsskiva utan papper (41)
Kalibrering med gipsskiva (34)


Bränslevikt kg
10
8
6
4
2
0
0
5
10
15
20
min
t
PVC-tapet, PVA-lim (12)
PVC-tapet, vattenglaslim (16)
Kalibrering, utan gipsskiva (27)
Kalibrering med gipsskiva (31)


Bränslevikt kg
15
10
5
0
5
10
15
20
min
t
PVC-tapet, PVA-lim (5)
PVC-tapet, vattenglaslim (8)
Kalibrering, utan gipsskiva (28)
Kalibrering med gipsskiva (30)


Bränslevikt kg
30
20
10
0
0
5
10
15
20
25 min
t
PVC-tapet, PVA-lim (9)
PVC-tapet, vattenglaslim (14)
Kalibrering, utan gipsskiva (29)
Kalibrering med gipsskiva (32)

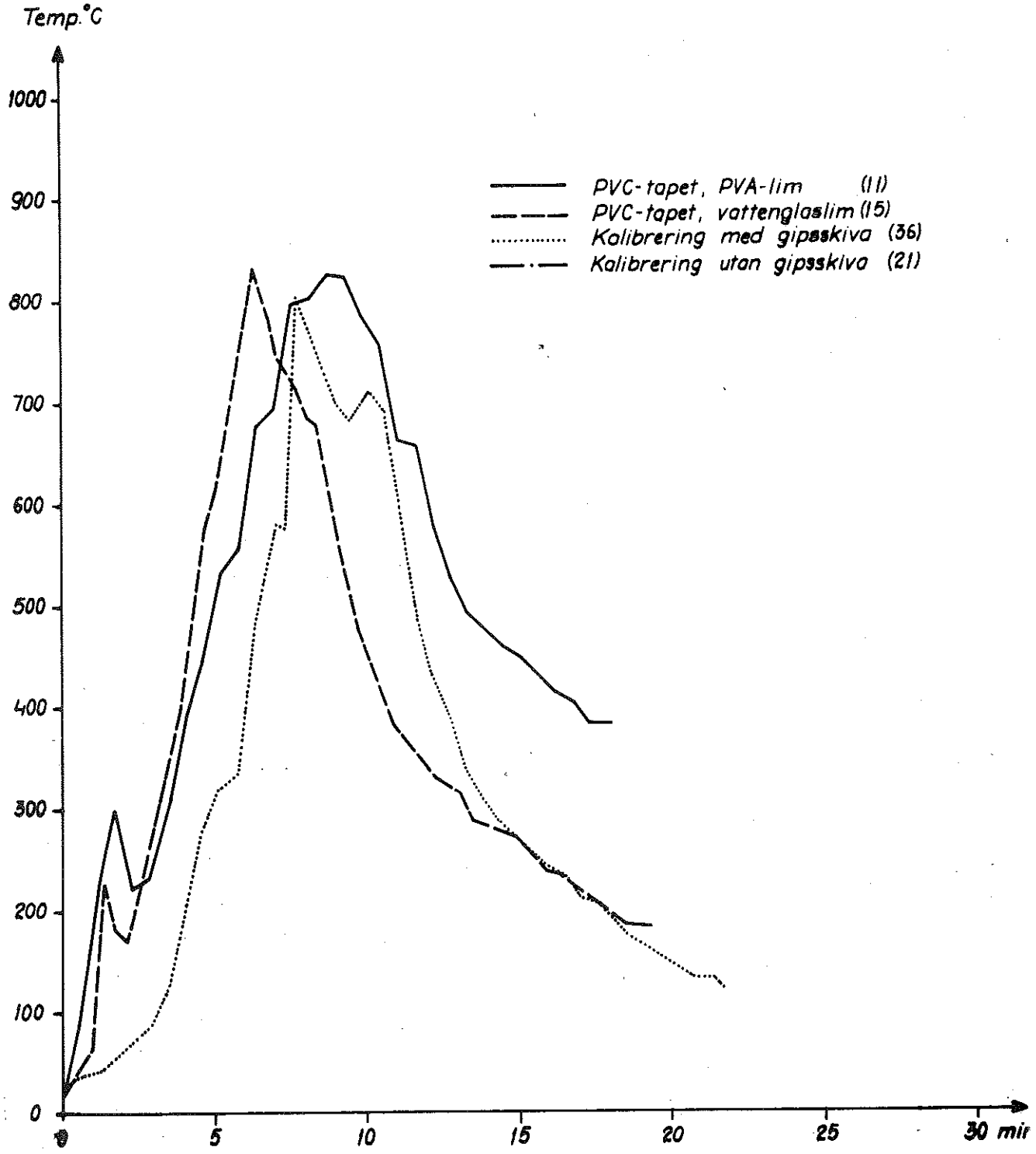

Temp. °C
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0
5
10
15
20
25
30 min
PVC-tapet, PVA-lim (11)
PVC-tapet, vattenglaslim (15)
Kalibrering med gipsskiva (36)
Kalibrering utan gipsskiva (21)

Fig. 22

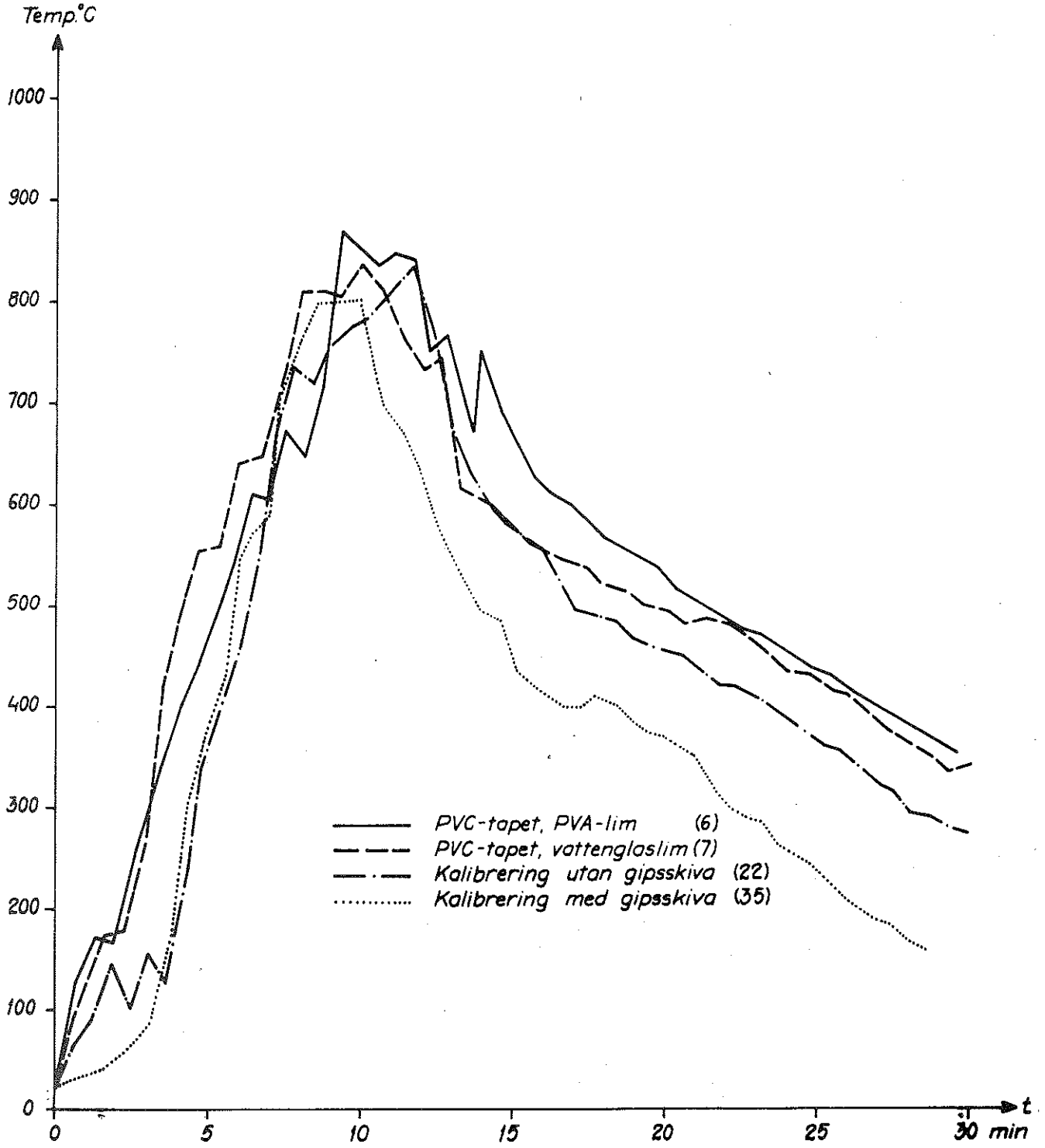

Temp.°C
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0
5
10
15
20
25
30 min
t
PVC-tapet, PVA-lim (6)
PVC-tapet, vattenglaslim (7)
Kalibrering utan gipsskiva (22)
Kalibrering med gipsskiva (35)

Fig. 23

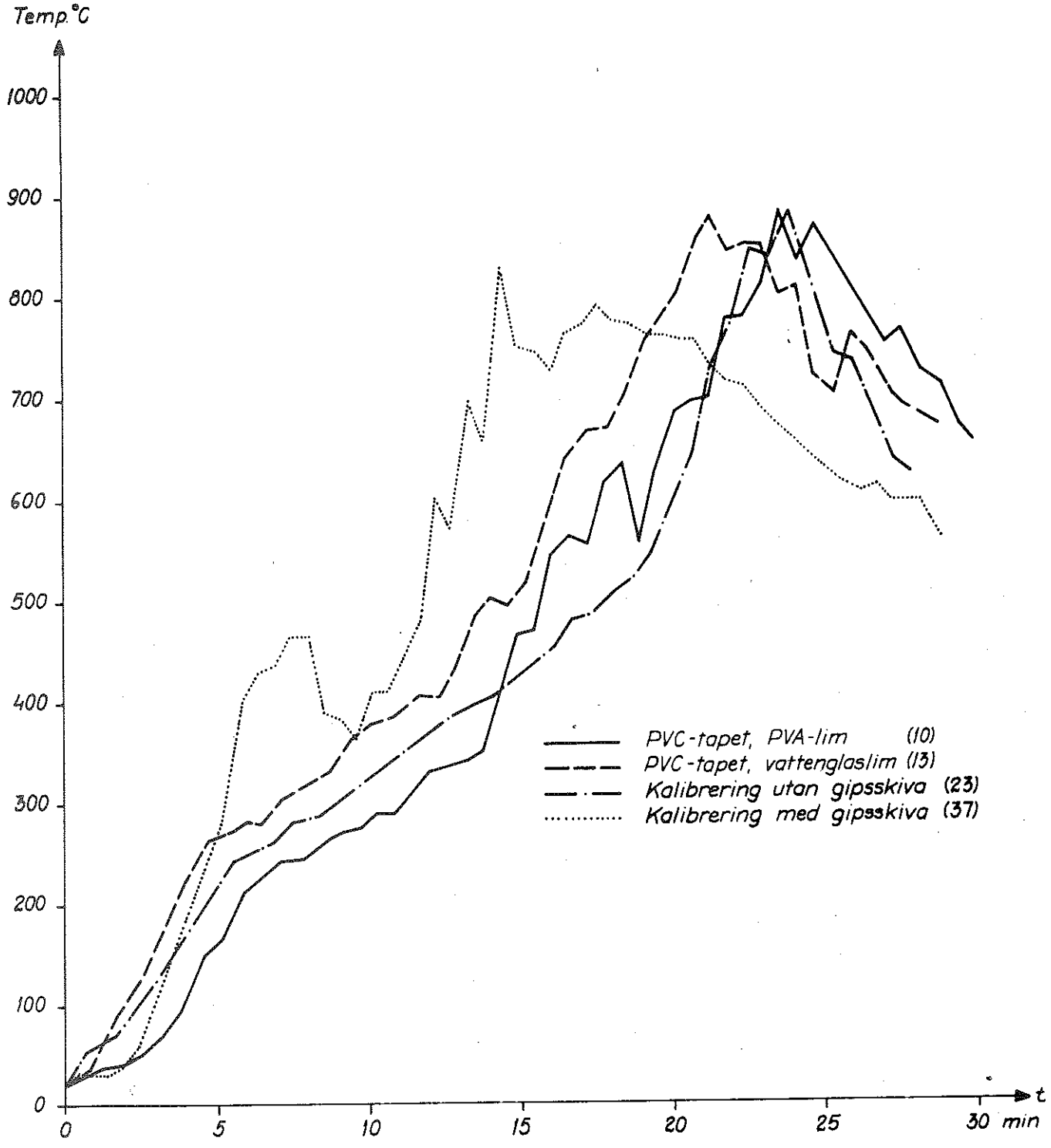

Temp. °C
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0
5
10
15
20
25
30 min
t
PVC-tapet, PVA-lim (10)
PVC-tapet, vattenglaslim (13)
Kalibrering utan gipsskiva (23)
Kalibrering med gipsskiva (37)

Fig. 24

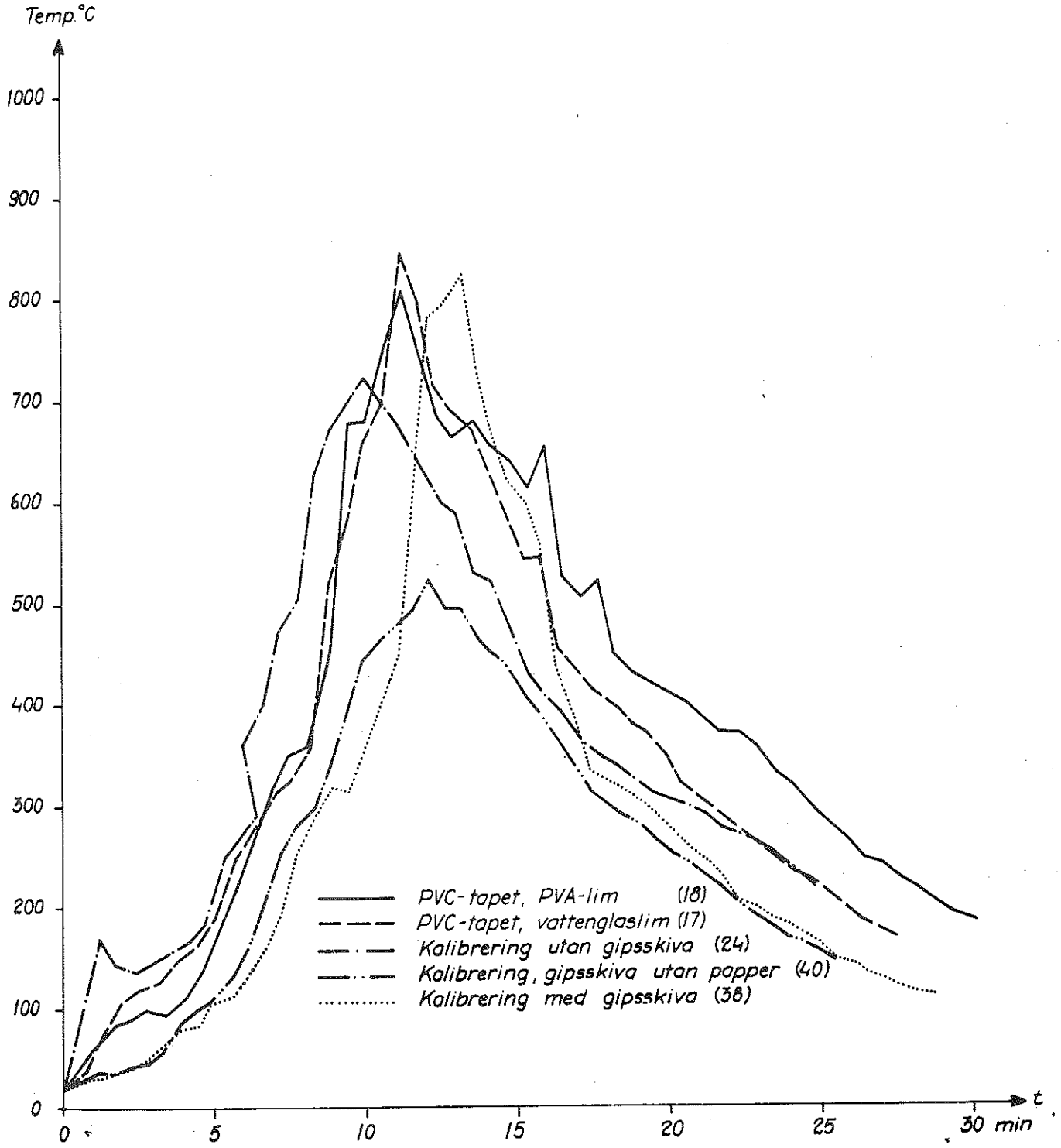

Temp. °C
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0
5
10
15
20
25
30 min
t
PVC-tapet, PVA-lim (18)
PVC-tapet, vattenglaslim (17)
Kalibrering utan gipsskiva (24)
Kalibrering, gipsskiva utan papper (40)
Kalibrering med gipsskiva (38)

Fig. 25

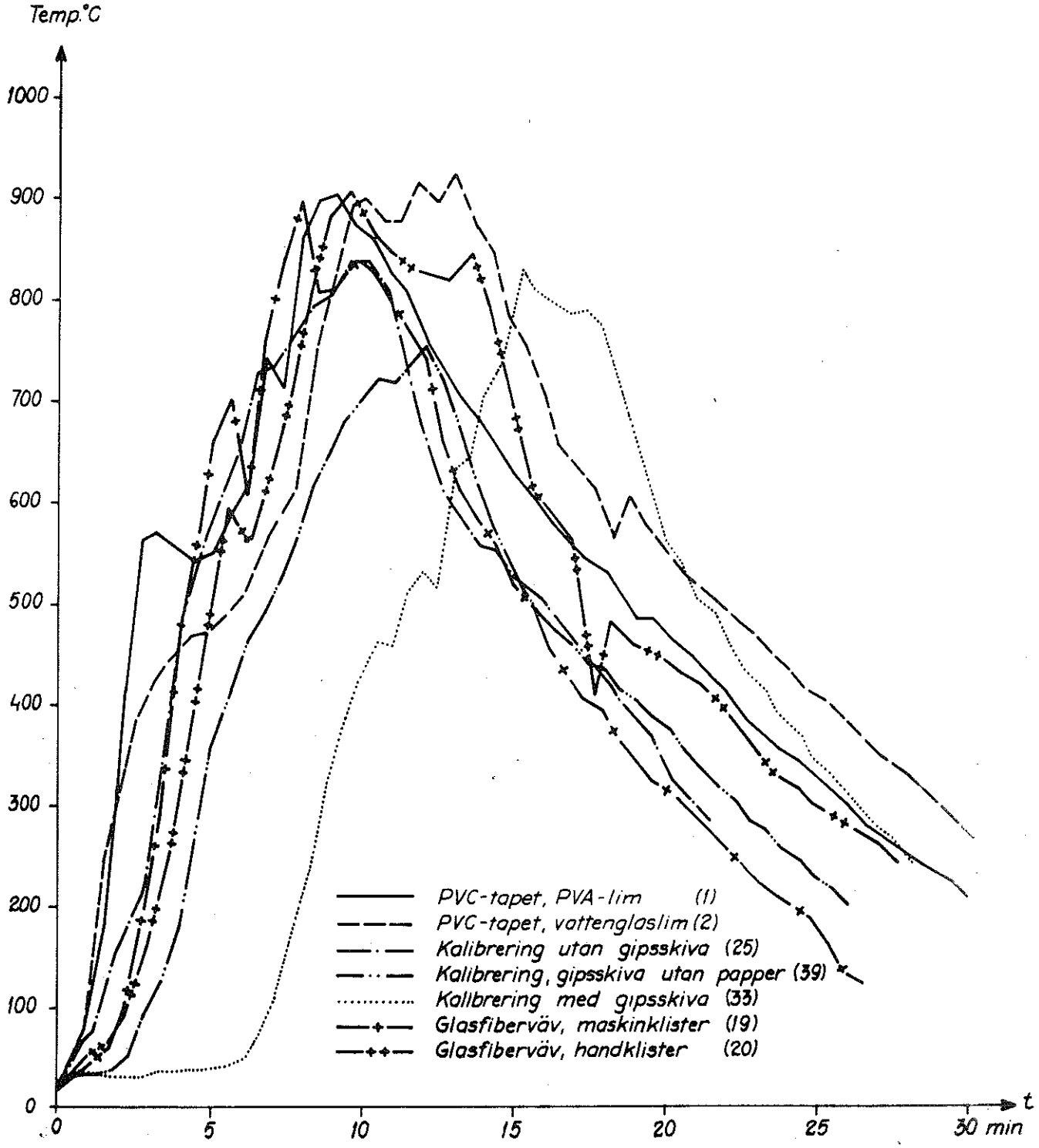

Temp.°C
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0
5
10
15
20
25
30 min
t
PVC-tapet, PVA-lim (1)
PVC-tapet, vattenglaslim (2)
Kalibrering utan gipsskiva (25)
Kalibrering, gipsskiva utan papper (39)
Kalibrering med gipsskiva (33)
Glasfiberväv, maskinklister (19)
Glasfiberväv, handklister (20)

Fig. 26

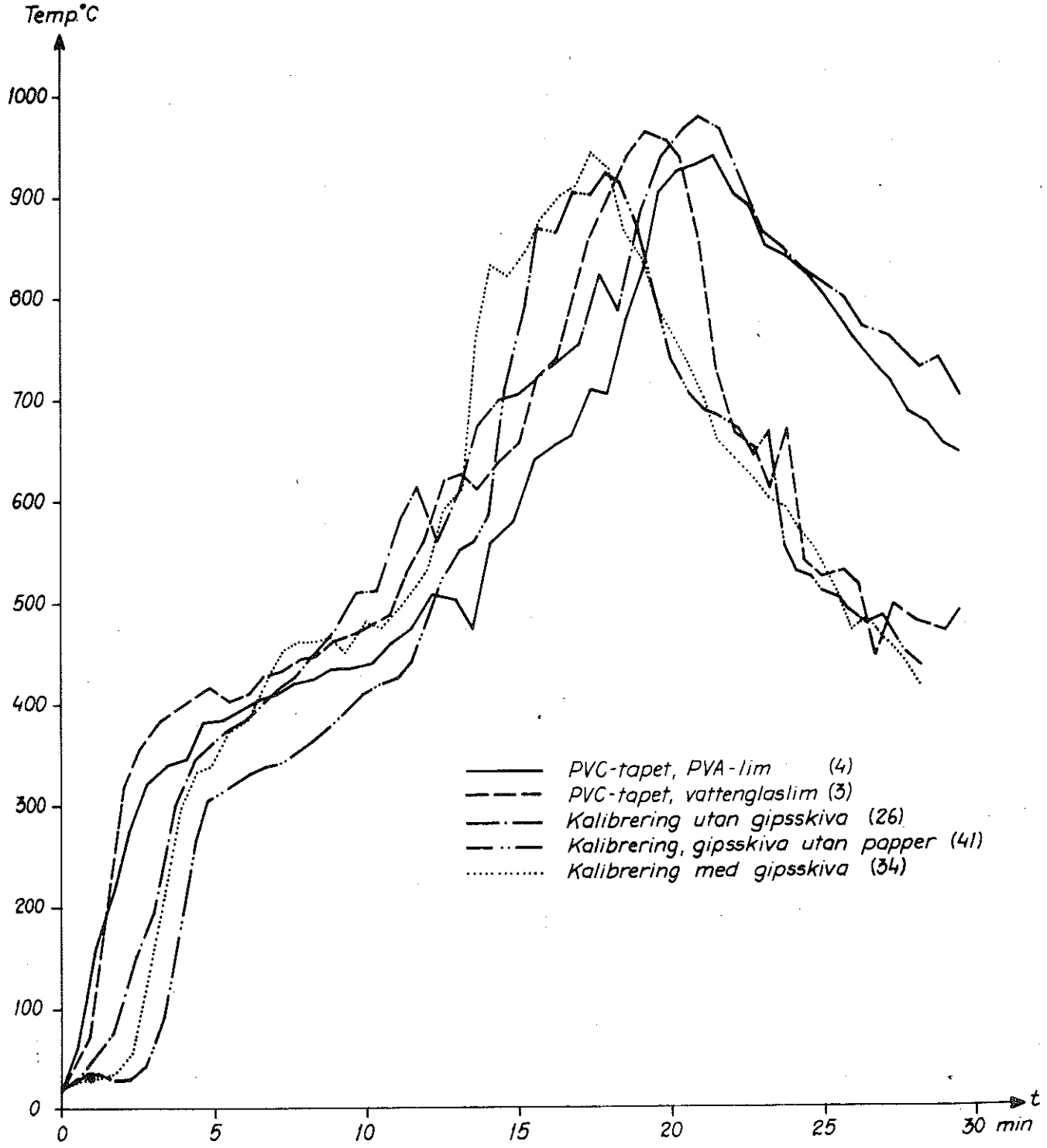

Temp.°C
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0
5
10
15
20
25
30 min
t
PVC-tapet, PVA-lim (4)
PVC-tapet, vattenglaslim (3)
Kalibrering utan gipsskiva (26)
Kalibrering, gipsskiva utan papper (41)
Kalibrering med gipsskiva (34)

Fig. 27

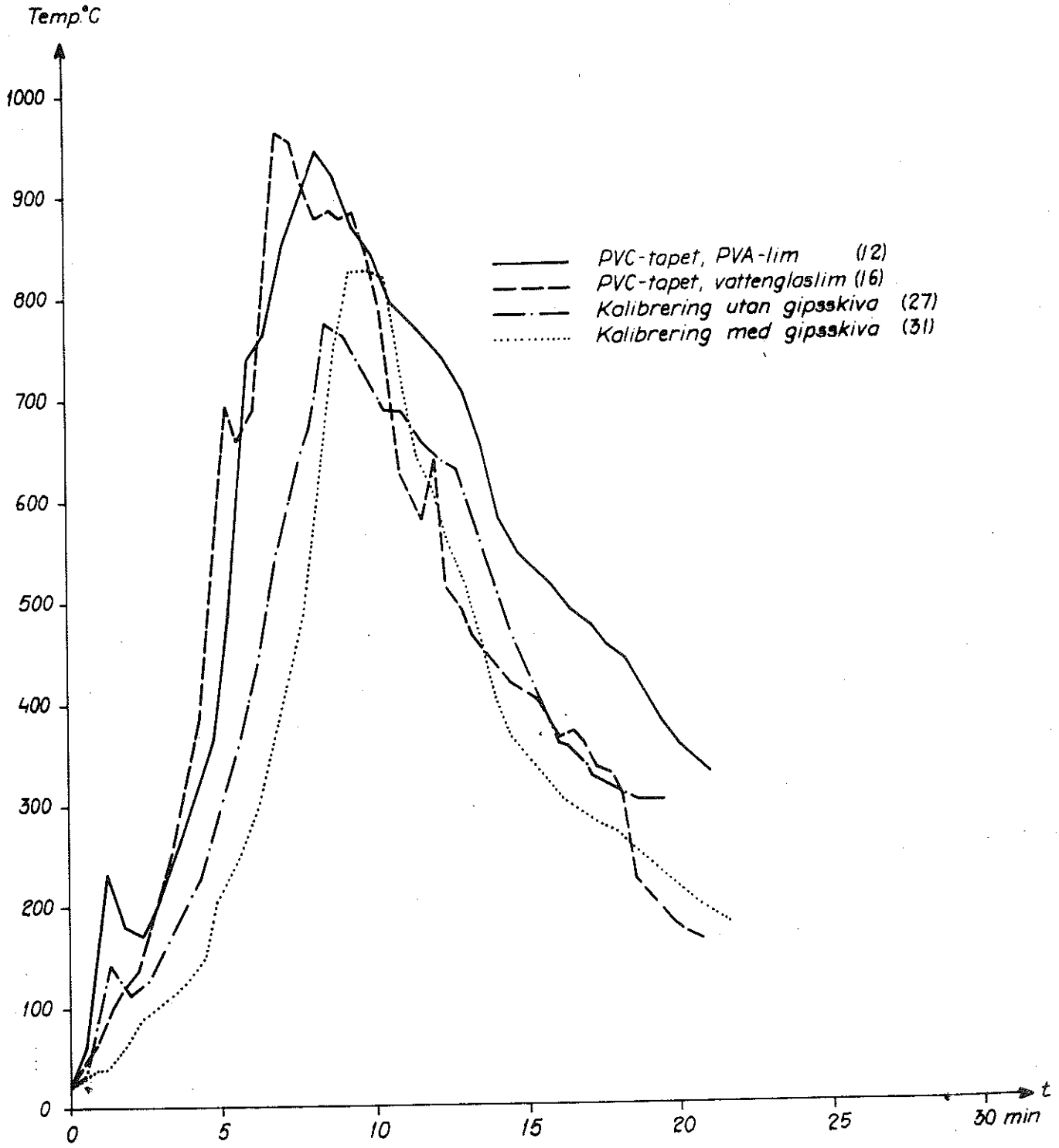

Temp.°C
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0
5
10
15
20
25
30 min
t
PVC-tapet, PVA-lim (12)
PVC-tapet, vattenglaslim (16)
Kalibrering utan gipsskiva (27)
Kalibrering med gipsskiva (31)

Fig. 28

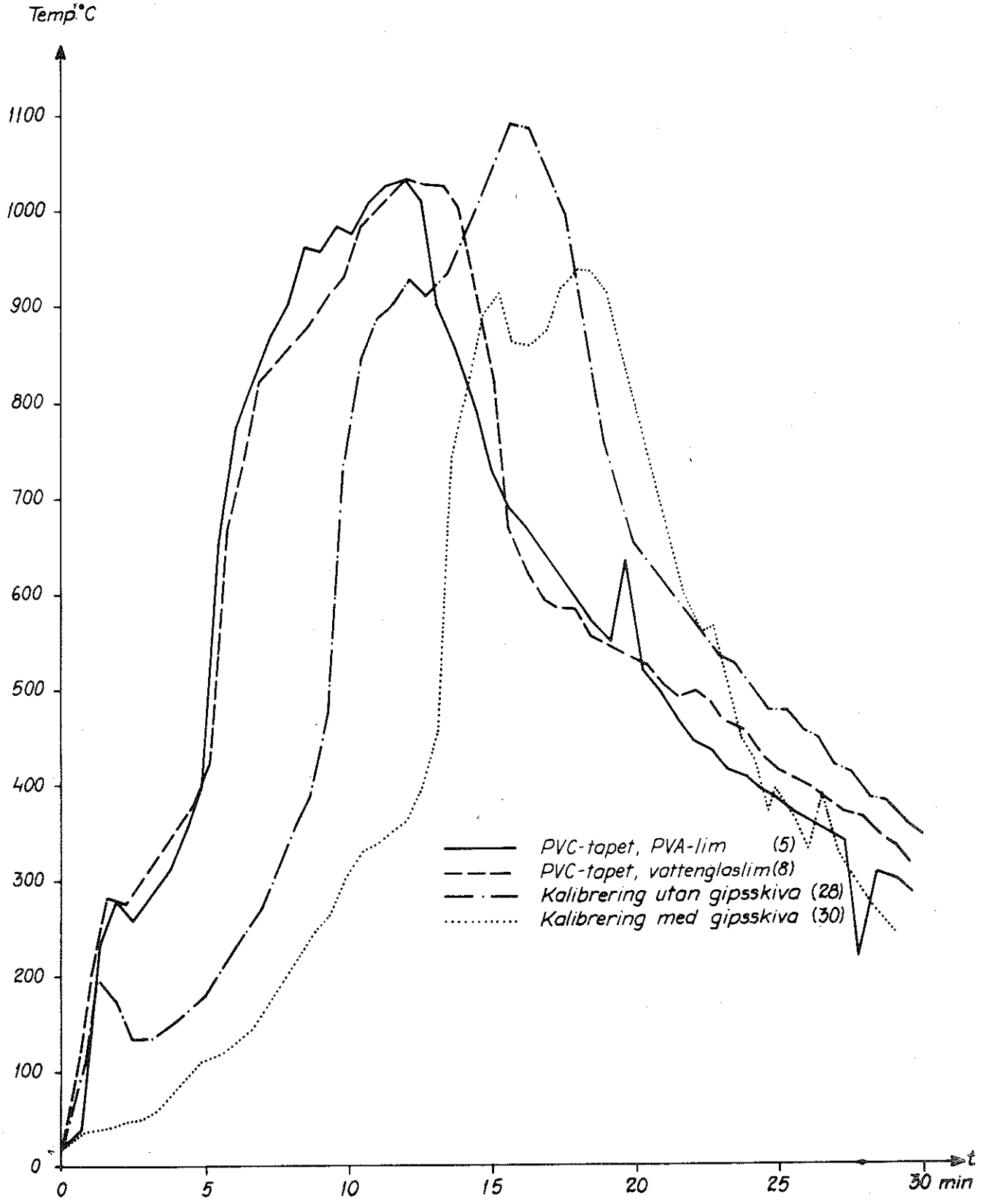

Temp. °C
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0
5
10
15
20
25
30 min
t
PVC-tapet, PVA-lim (5)
PVC-tapet, vattenglaslim (8)
Kalibrering utan gipsskiva (28)
Kalibrering med gipsskiva (30)

Fig. 29

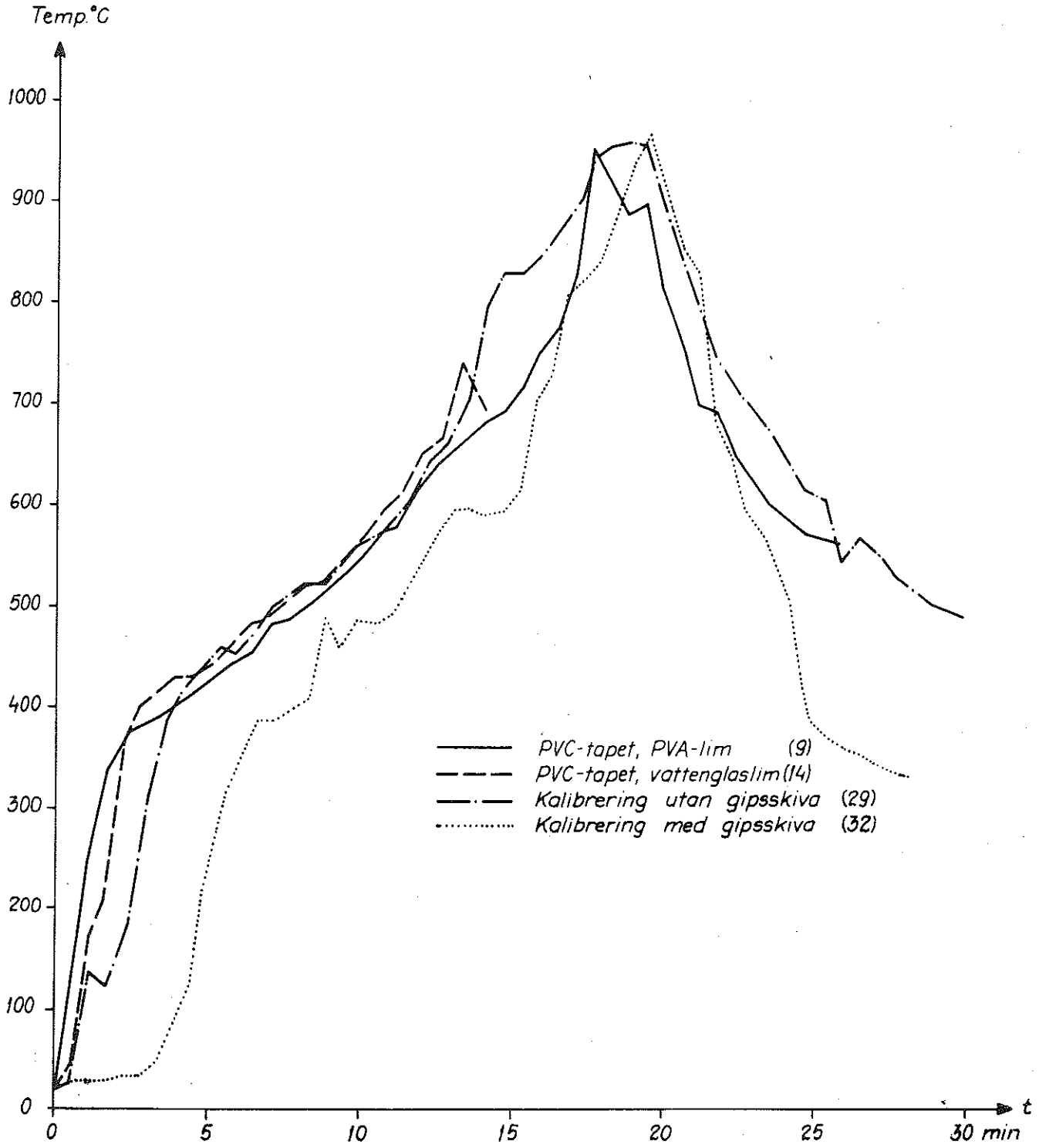

Temp.°C
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0
5
10
15
20
25
30 min
t
PVC-tapet, PVA-lim (9)
PVC-tapet, vattenglaslim (14)
Kalibrering utan gipsskiva (29)
Kalibrering med gipsskiva (32)

Fig. 30

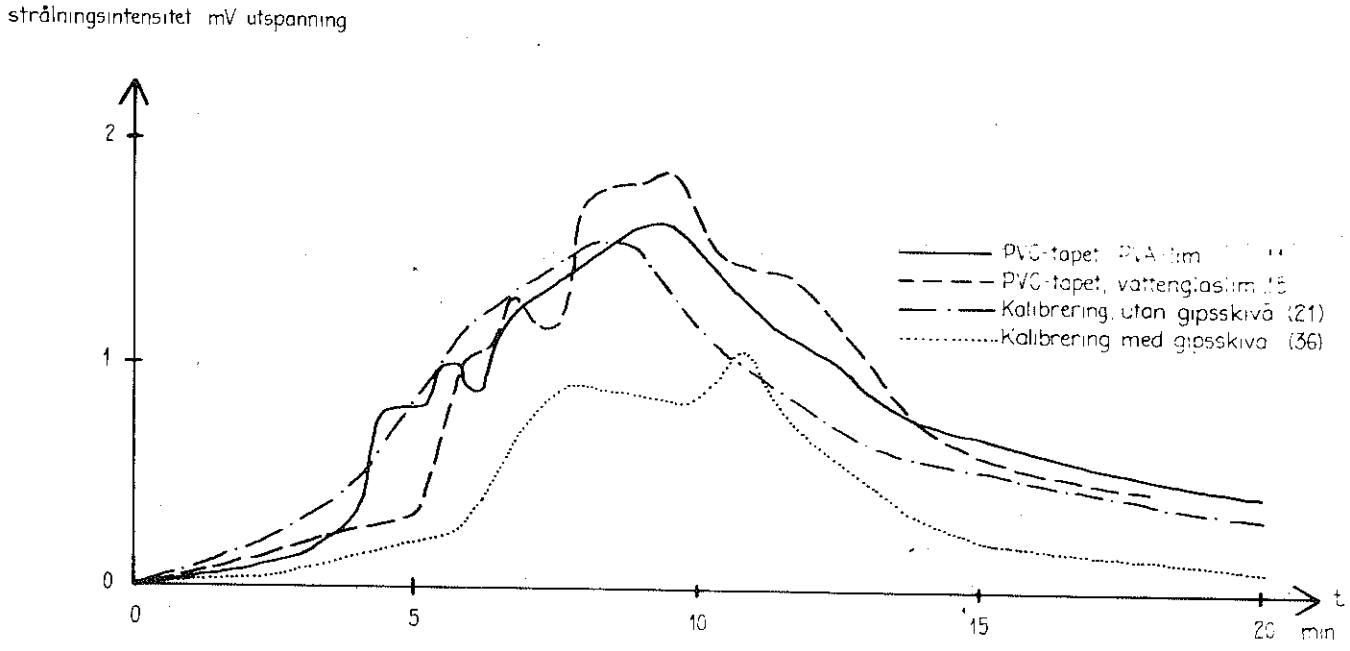

strålningsintensitet mV utspänning
2
1
0
0
5
10
15
20
min
t
PVC-tapet
PVC-tapet, vattenglas
Kalibrering, utan gipsskiva (21)
Kalibrering med gipsskiva (36)

Fig 31

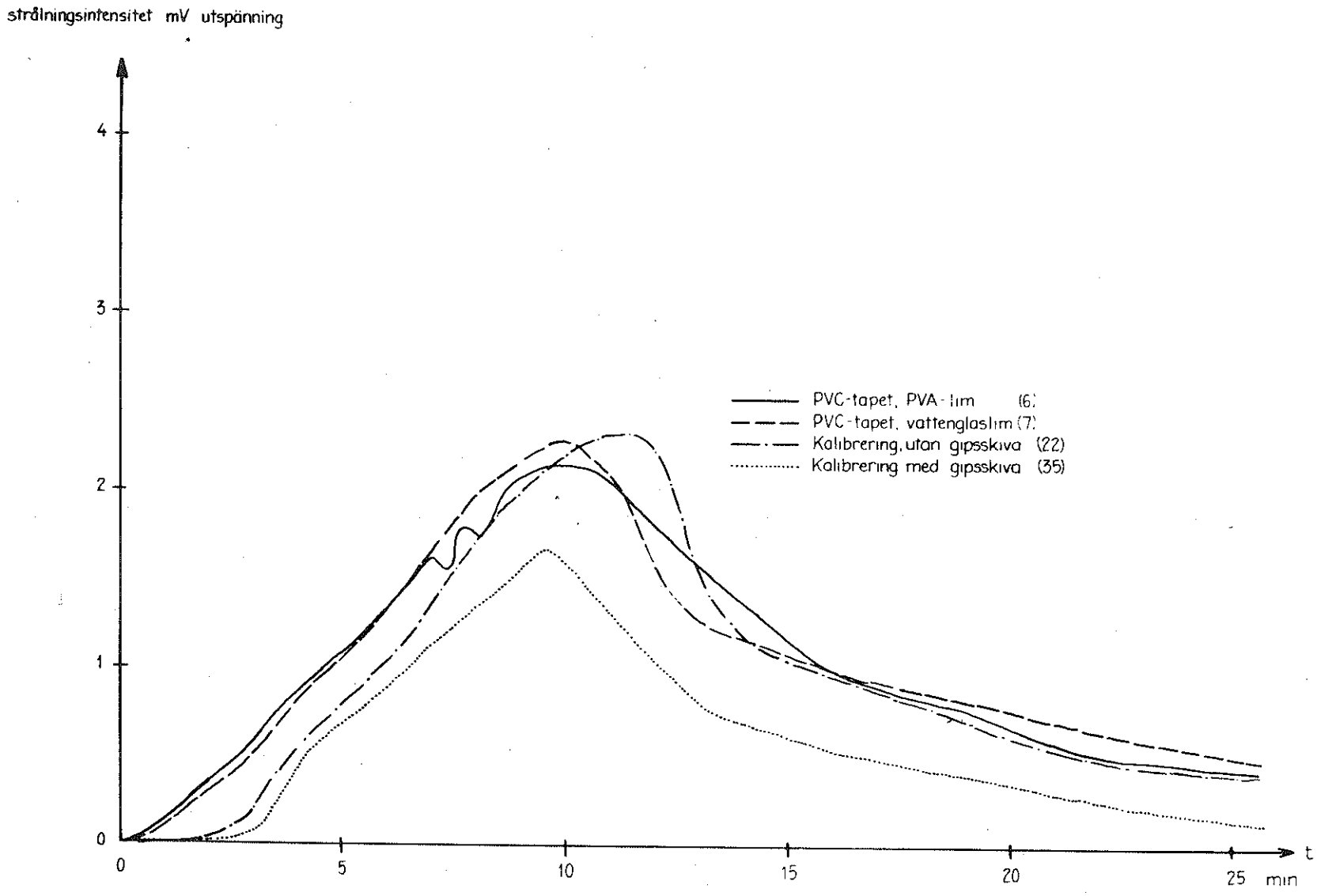

strålningsintensitet mV utspänning
4
3
2
1
0
0
5
10
15
20
25
min
t
PVC-tapet, PVA-lim (6)
PVC-tapet, vattenglaslim (7)
Kalibrering, utan gipsskiva (22)
Kalibrering med gipsskiva (35)

Fig 32

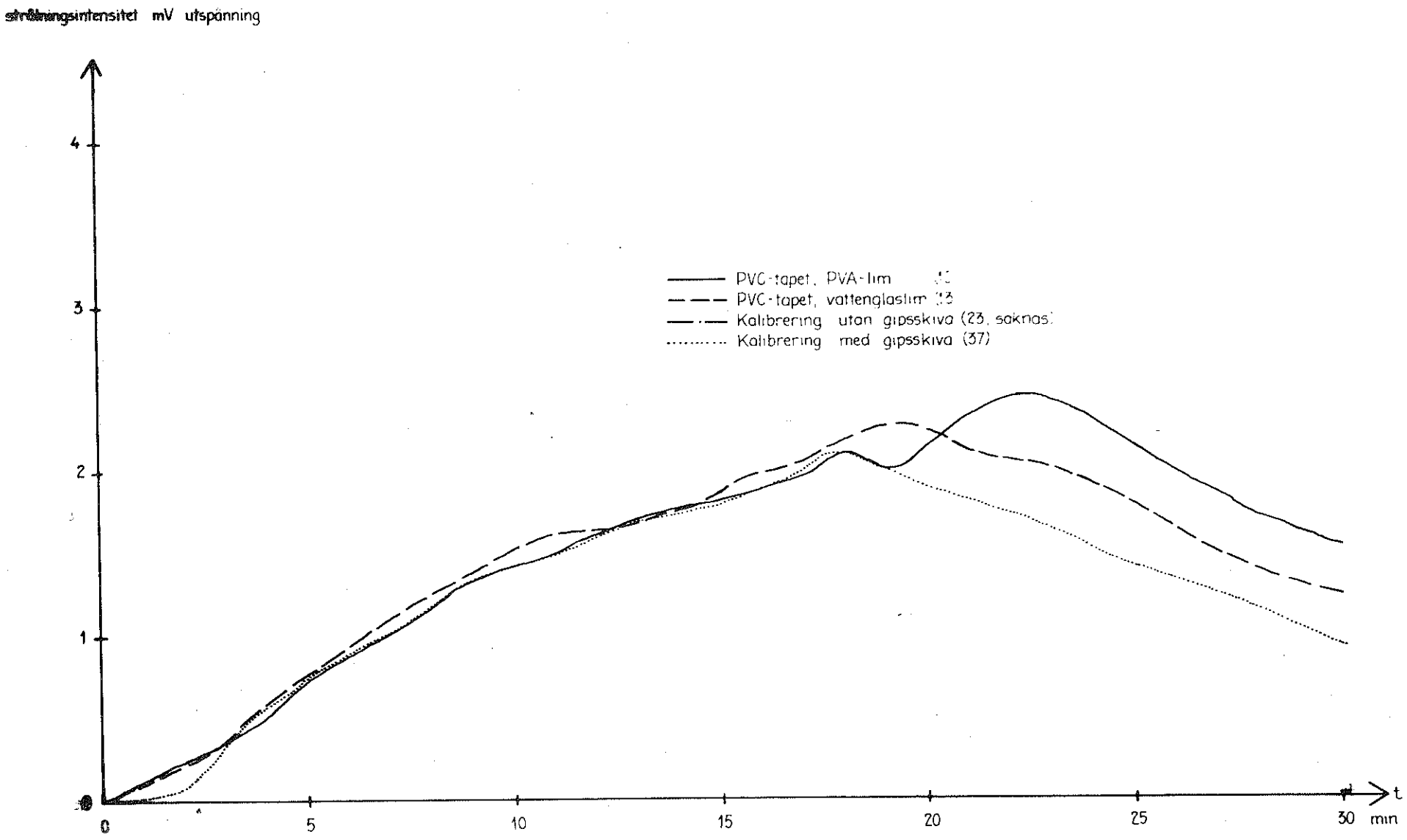

strålningsintensitet mV utspänning
4
3
2
1
0
PVC-tapet, PVA-lim
PVC-tapet, vattenglaslim
Kalibrering utan gipsskiva (23, saknas)
Kalibrering med gipsskiva (37)
0
5
10
15
20
25
30 min
t

Fig 33

strålningsintensitet mV utspänning

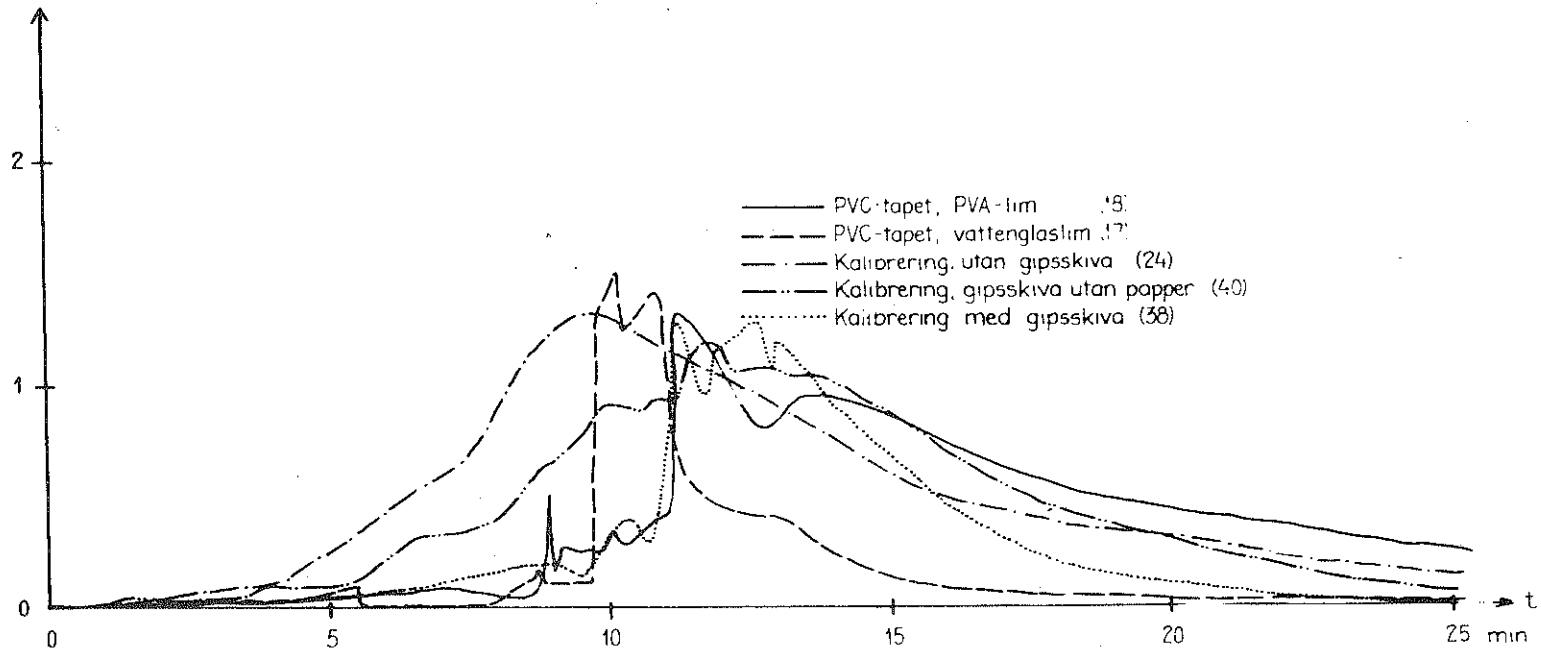
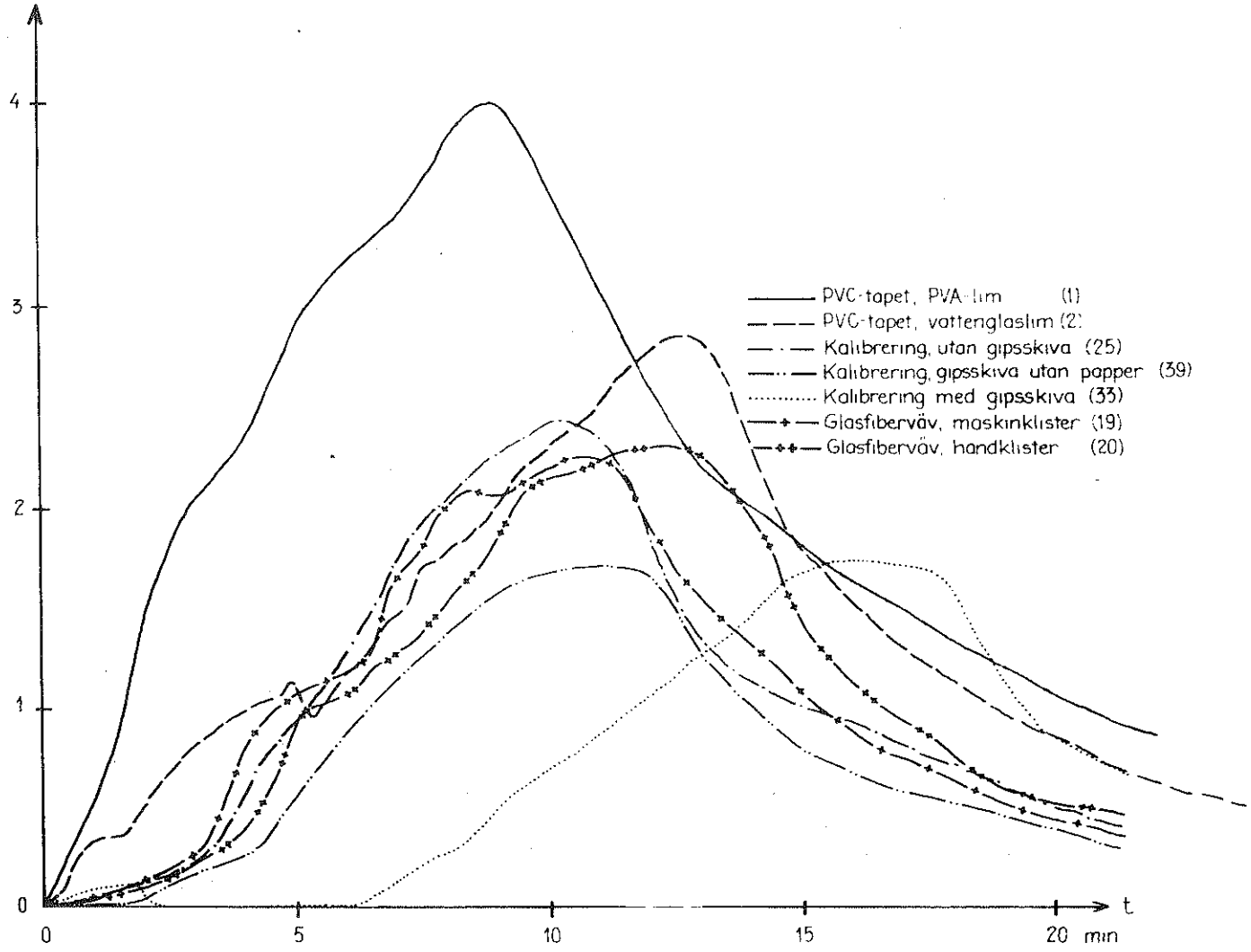


Fig 34

strålningsintensitet mV utspänning



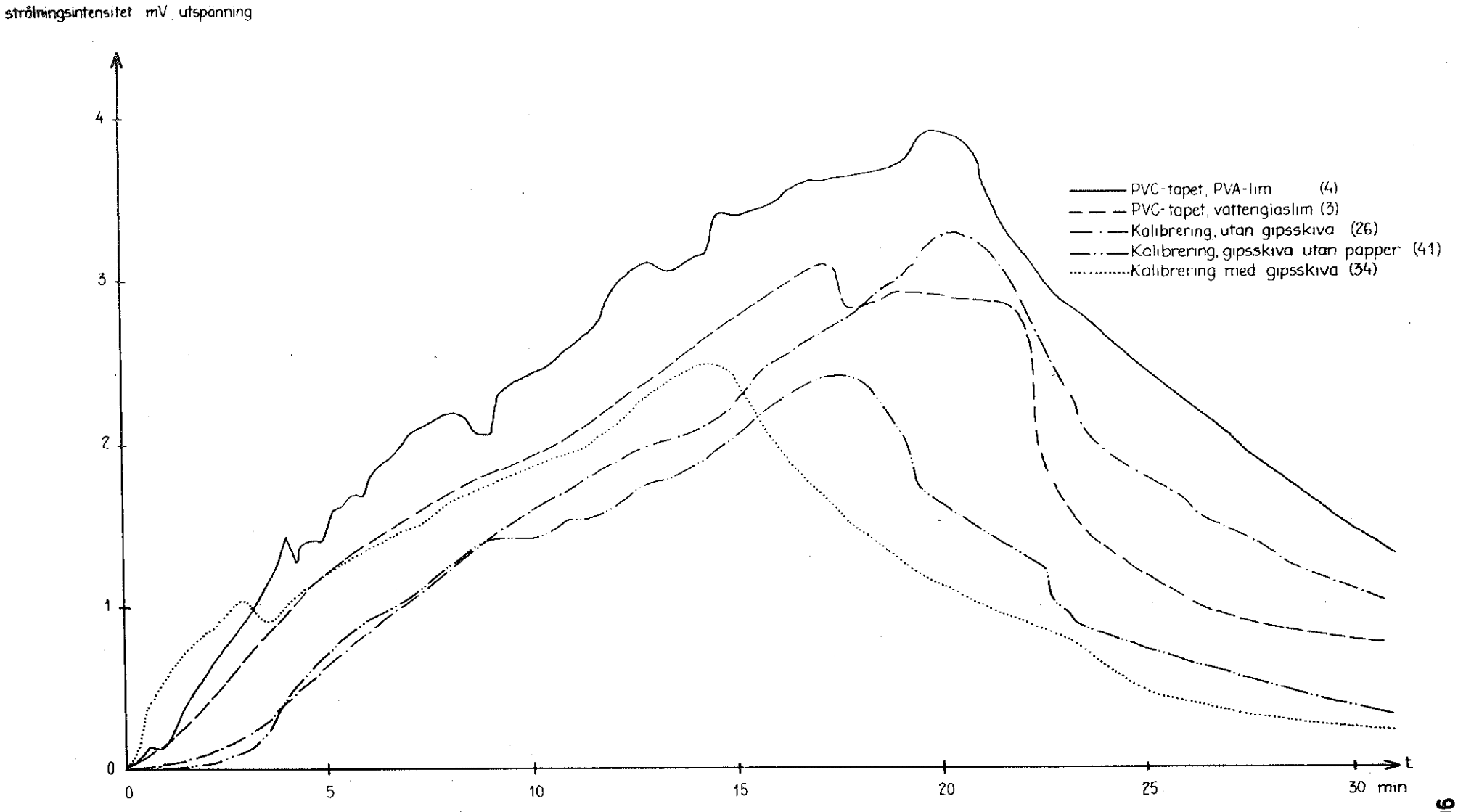

strålningsintensitet mV, utspänning
4
3
2
1
0
0
5
10
15
20
25
30 min
t
PVC-tapet, PVA-lim (4)
PVC-tapet, vattenglaslim (3)
Kalibrering, utan gipsskiva (26)
Kalibrering, gipsskiva utan papper (41)
Kalibrering med gipsskiva (34)

Fig. 36

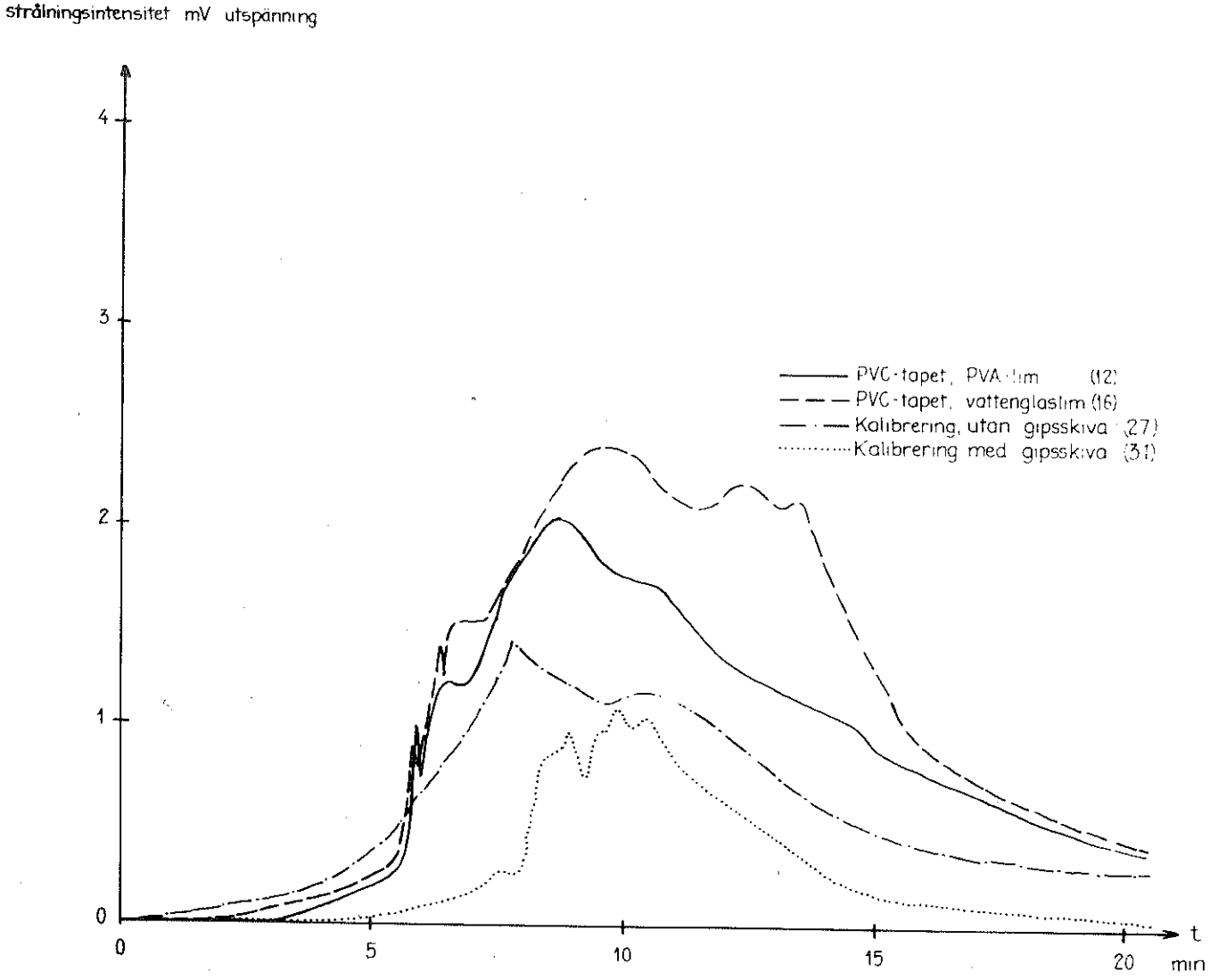

strålningsintensitet mV utspänning
4
3
2
1
0
0
5
10
15
20
t
min
PVC-tapet, PVA-lim (12)
PVC-tapet, vattenglaslim (16)
Kalibrering, utan gipsskiva (27)
Kalibrering med gipsskiva (31)

Fig. 37

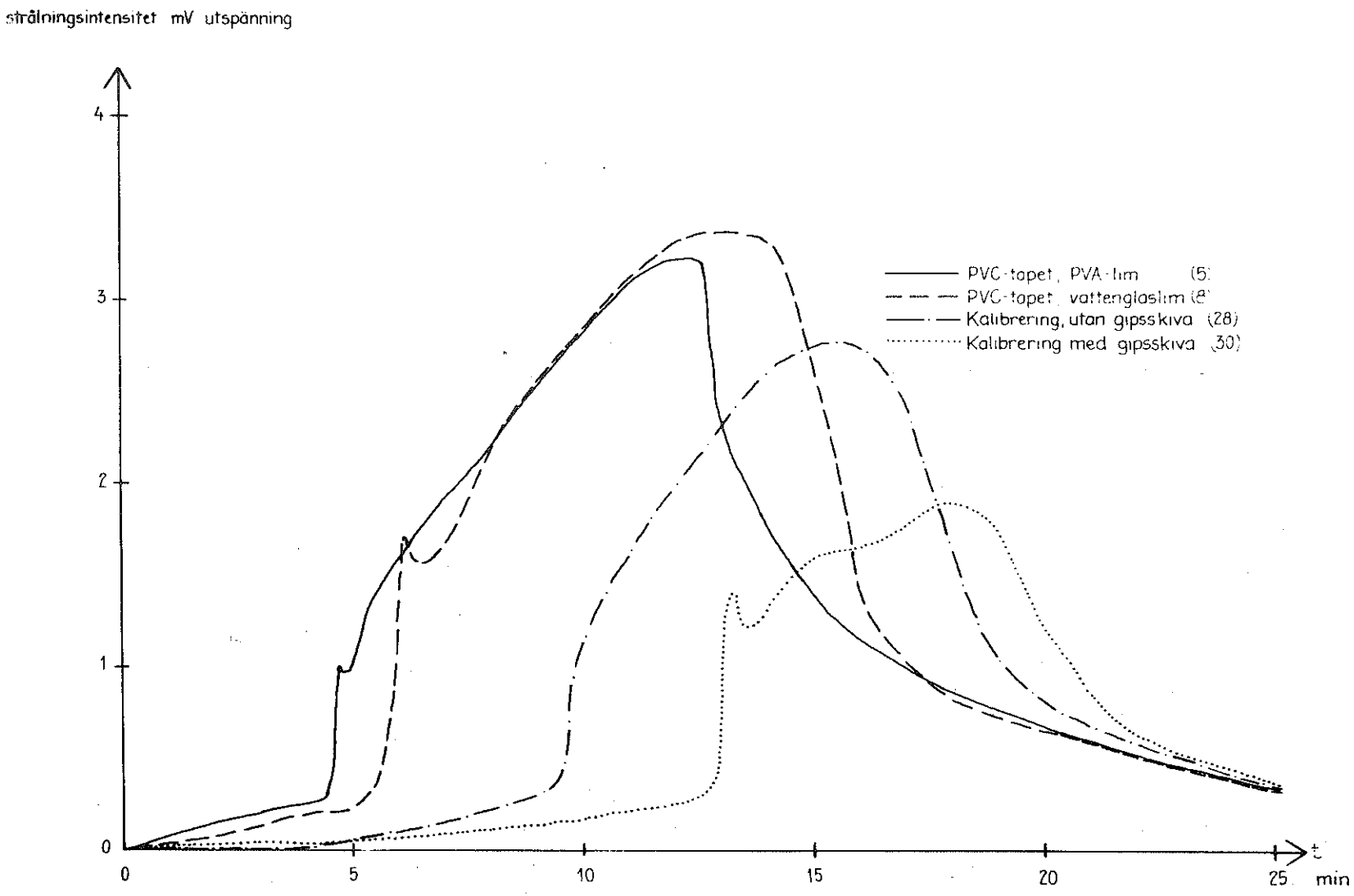

strålningsintensitet mV utspänning
4
3
2
1
0
0
5
10
15
20
25
t
min
PVC-tapet, PVA-lim (5)
PVC-tapet, vattenglaslim (8)
Kalibrering, utan gipsskiva (28)
Kalibrering med gipsskiva (30)

Fig. 38

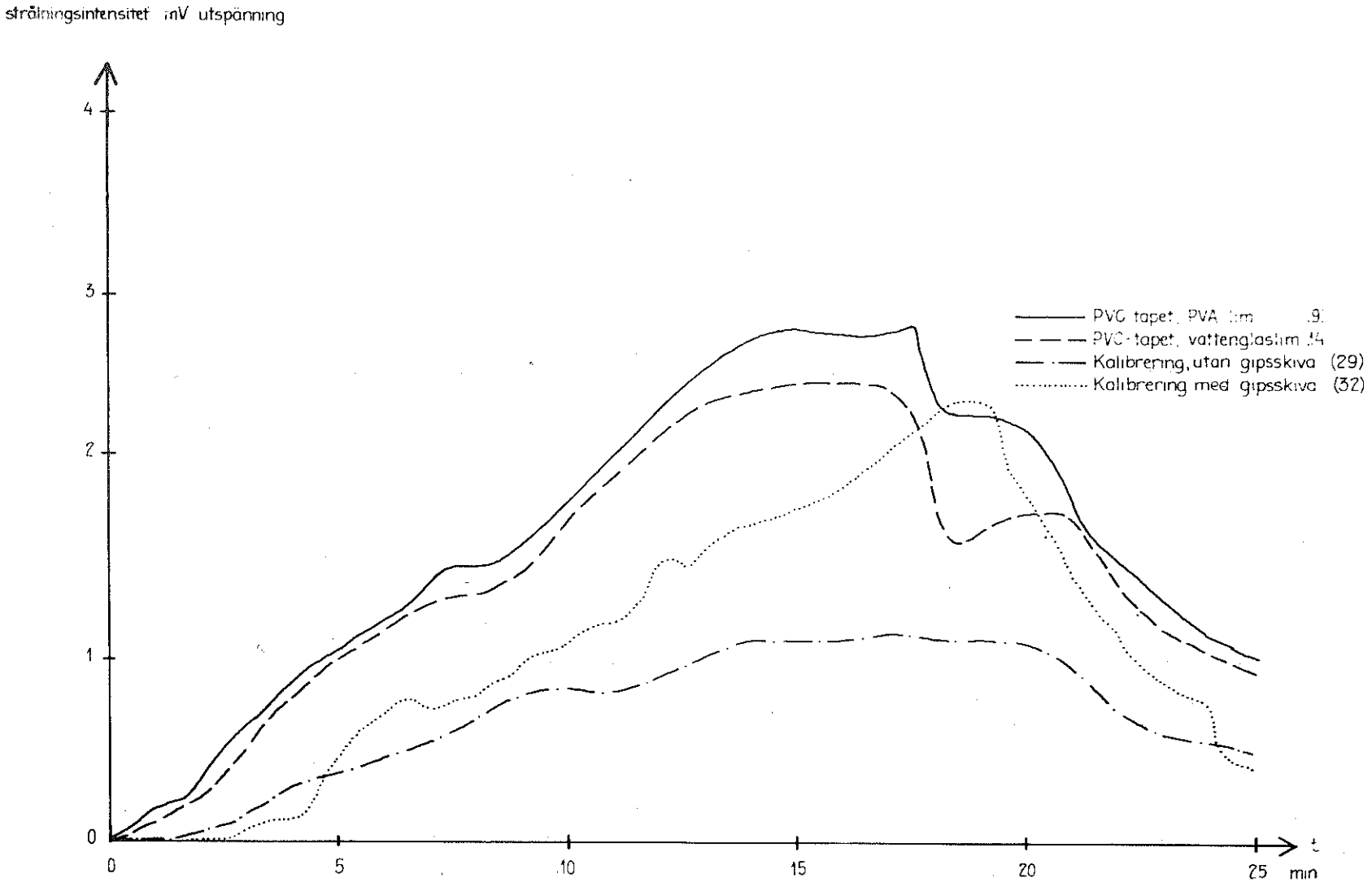

strålningsintensitet mV utspänning
4
3
2
1
0
0
5
10
15
20
25
min
t
PVC tapet, PVA lim .9
PVC-tapet, vattenglaslim .4
Kalibrering, utan gipsskiva (29)
Kalibrering med gipsskiva (32)

Fig. 39

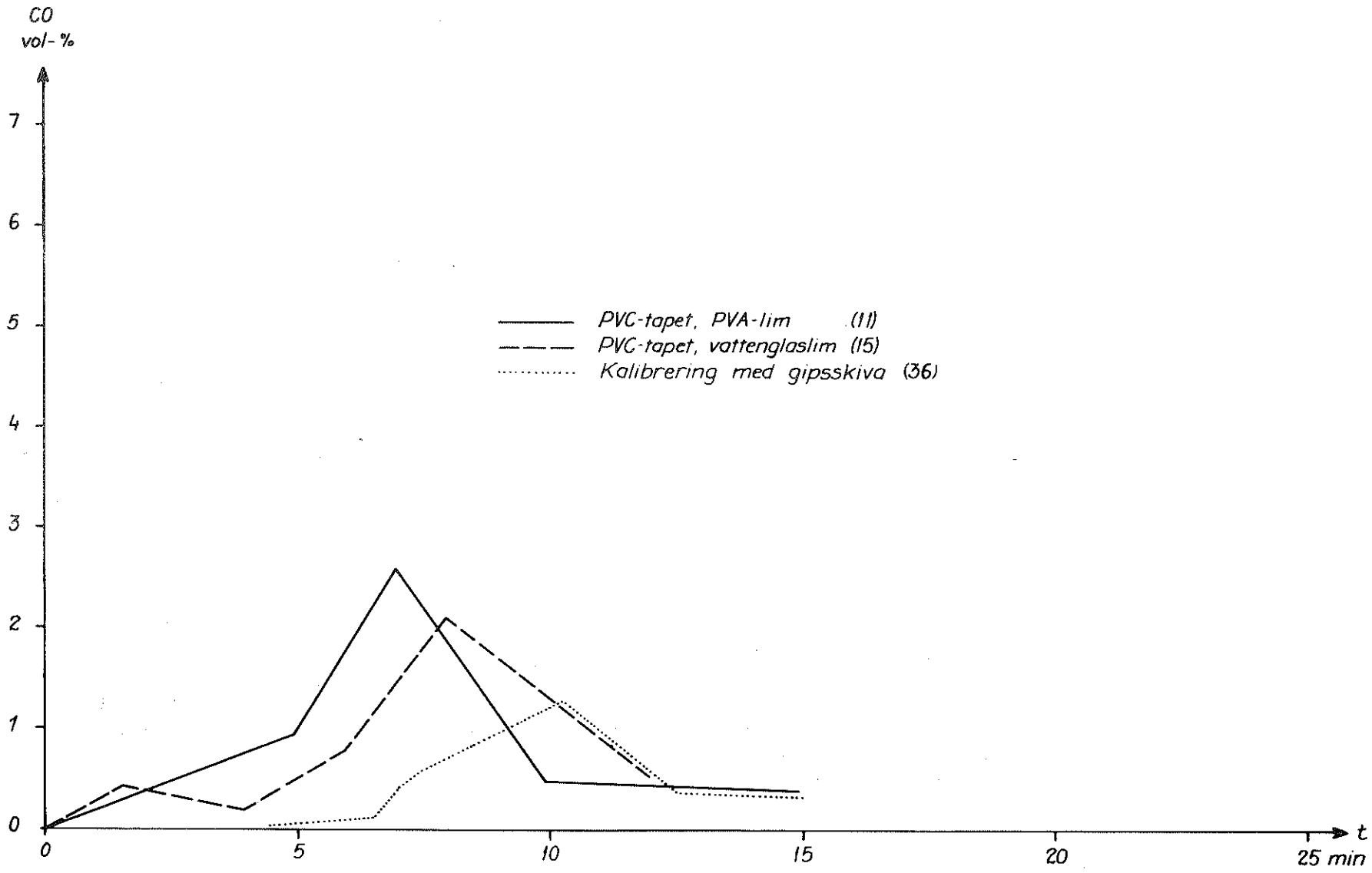

CO
vol-%
7
6
5
4
3
2
1
0
PVC-tapet, PVA-lim (11)
PVC-tapet, vattenglaslim (15)
Kalibrering med gipsskiva (36)
0
5
10
15
20
25 min
t

Fig. 40

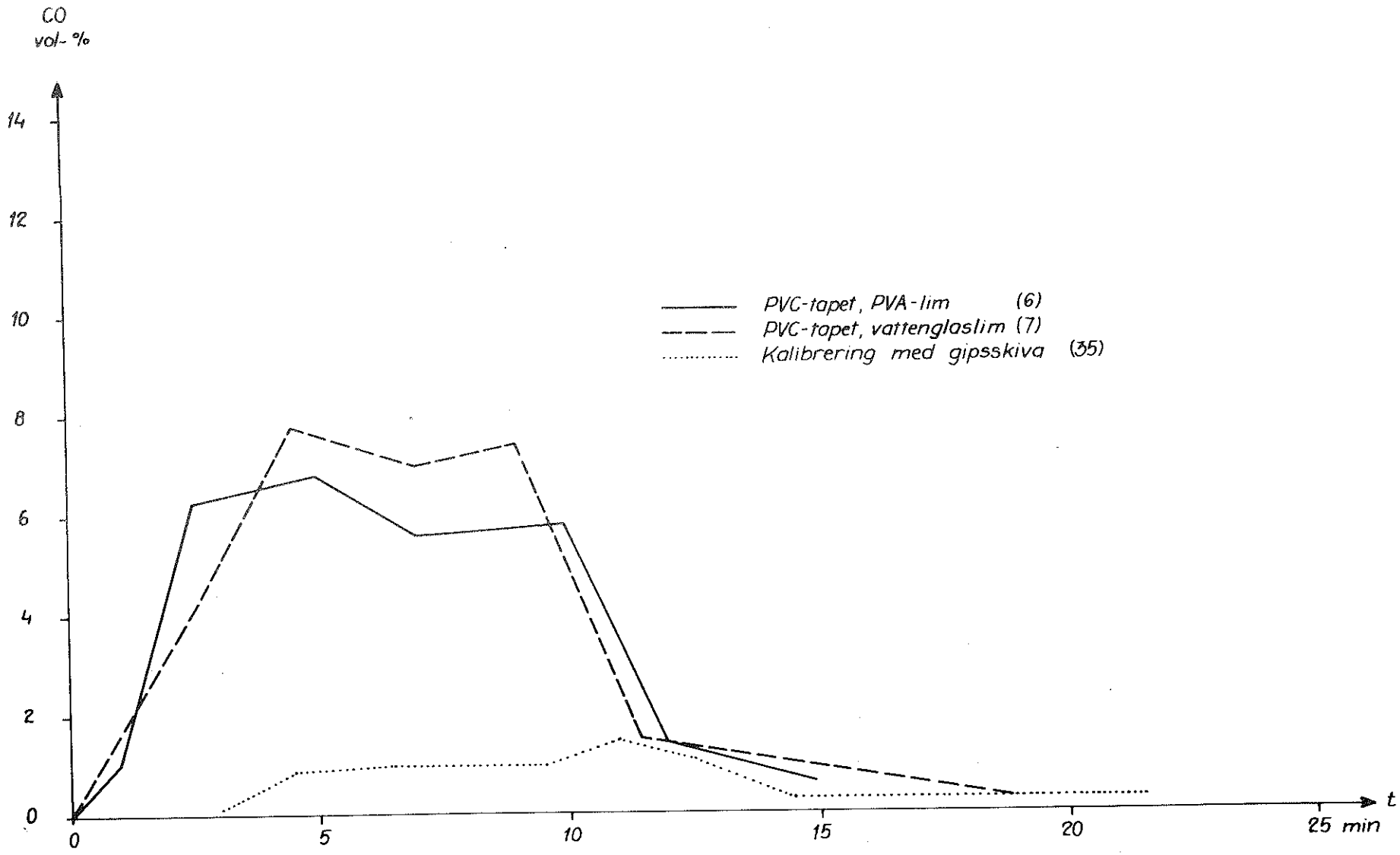

CO
vol-%
14
12
10
8
6
4
2
0
0
5
10
15
20
25 min
t
PVC-tapet, PVA-lim (6)
PVC-tapet, vattenglaslim (7)
Kalibrering med gipsskiva (35)

Fig. 41

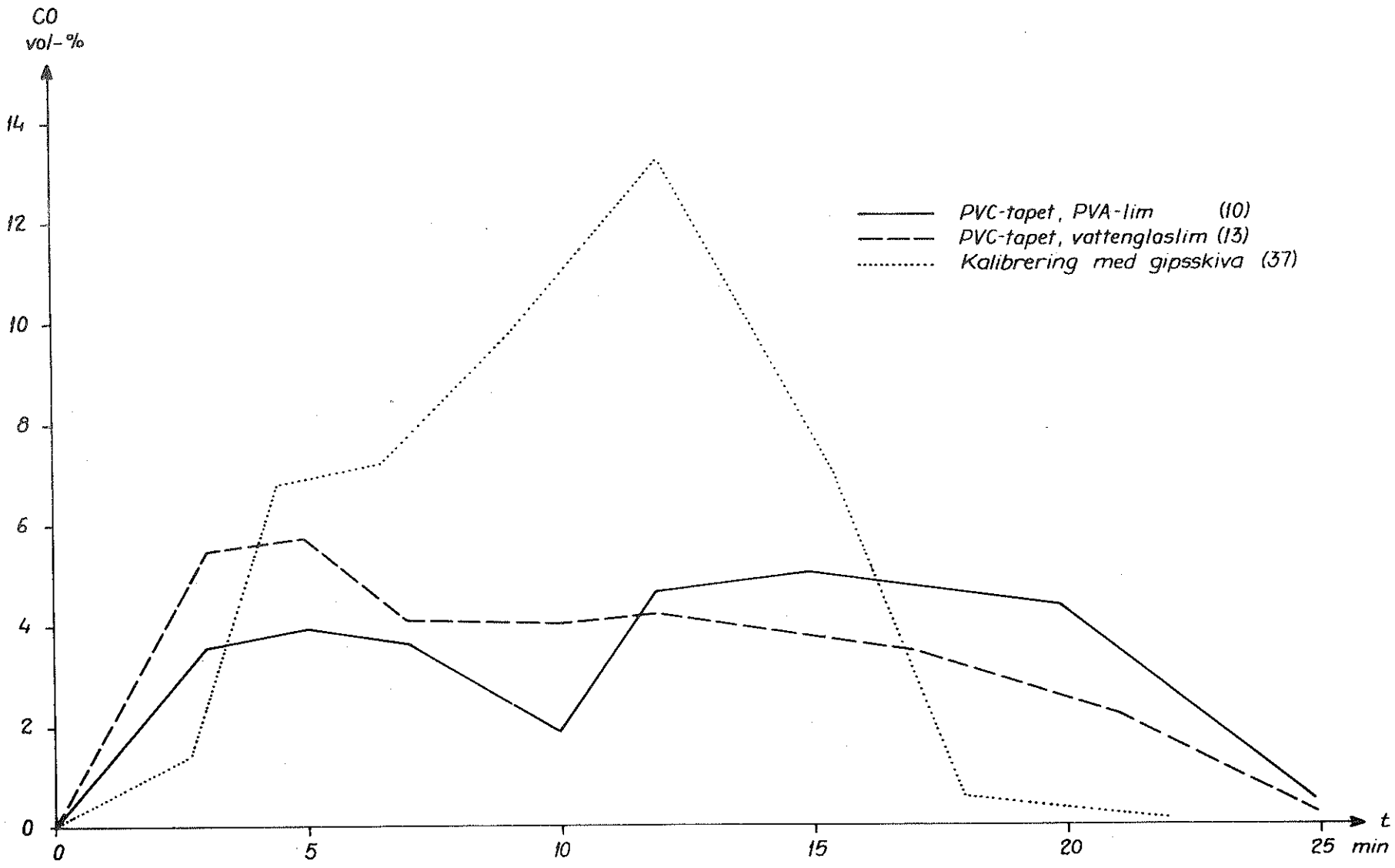

CO
vol-%
14
12
10
8
6
4
2
0
0
5
10
15
20
25
t
min
PVC-tapet, PVA-lim (10)
PVC-tapet, vattenglaslim (13)
Kalibrering med gipsskiva (37)

Fig. 42

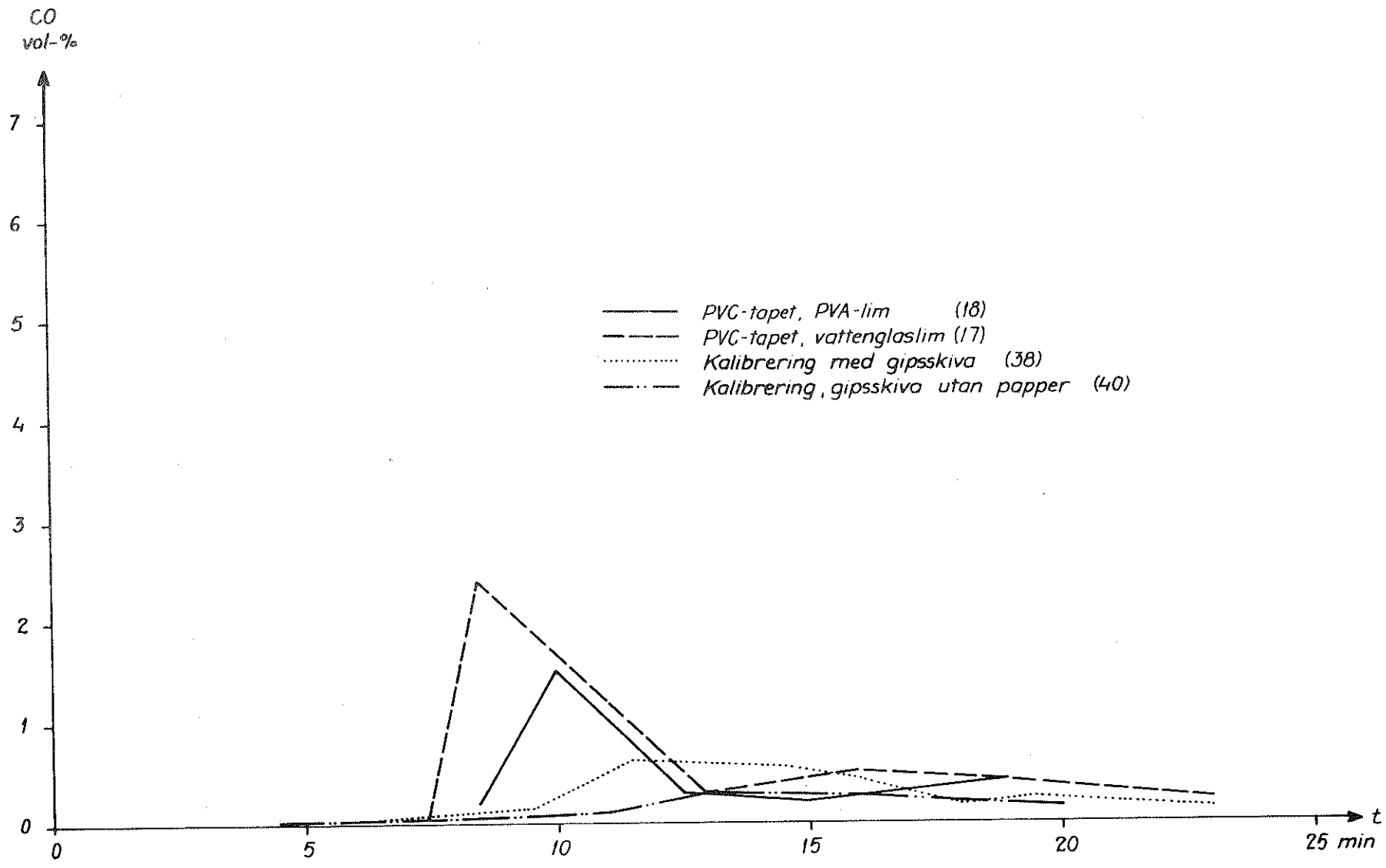

CO
vol-%
7
6
5
4
3
2
1
0
PVC-tapet, PVA-lim (18)
PVC-tapet, vattenglaslim (17)
Kalibrering med gipsskiva (38)
Kalibrering, gipsskiva utan papper (40)
0
5
10
15
20
25 min
t

Fig. 43

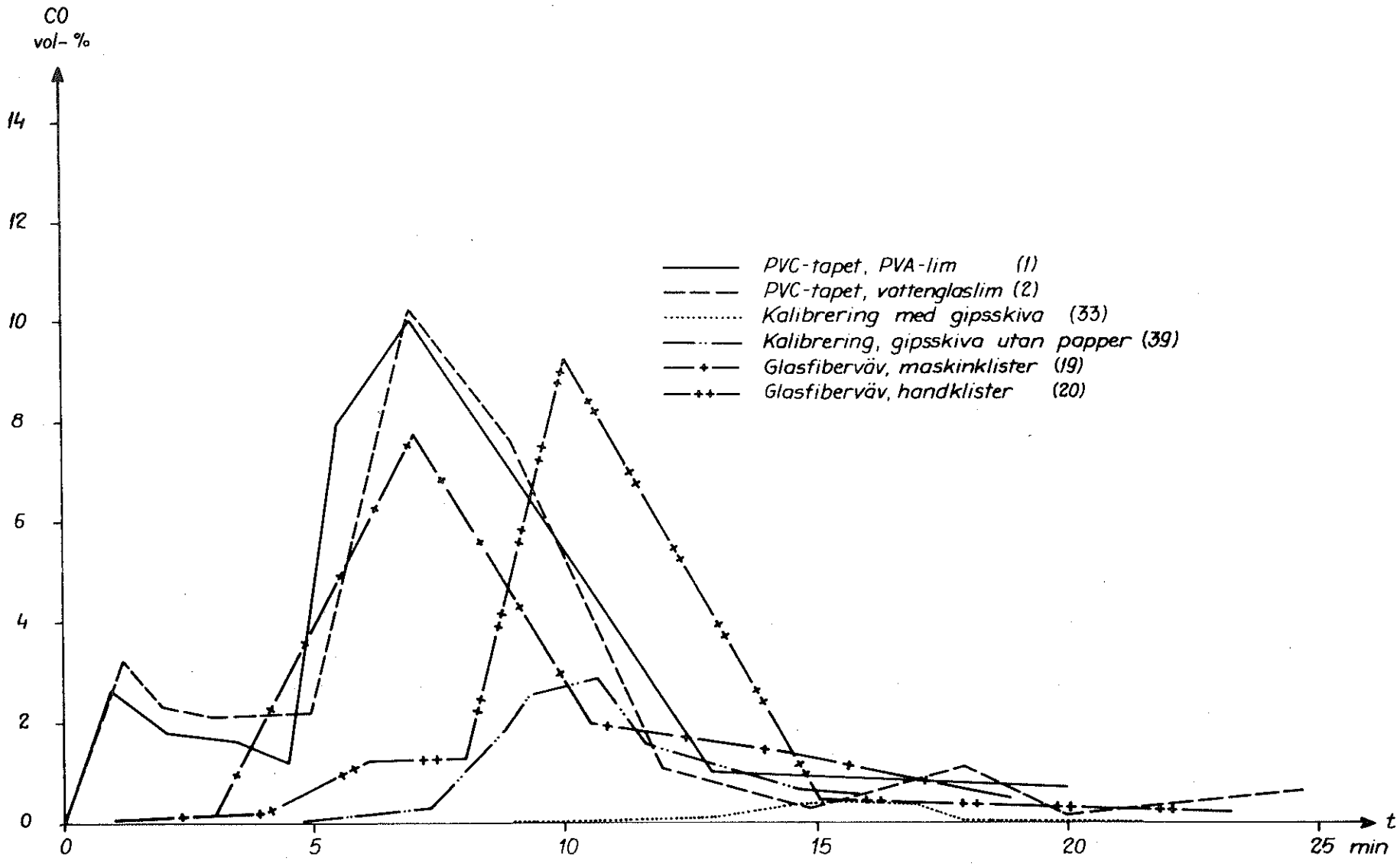

CO
vol- %
14
12
10
8
6
4
2
0
0
5
10
15
20
25 min
t
PVC-tapet, PVA-lim (1)
PVC-tapet, vattenglaslim (2)
Kalibrering med gipsskiva (33)
Kalibrering, gipsskiva utan papper (39)
Glasfiberväv, maskinklister (19)
Glasfiberväv, handklister (20)

Fig. 44

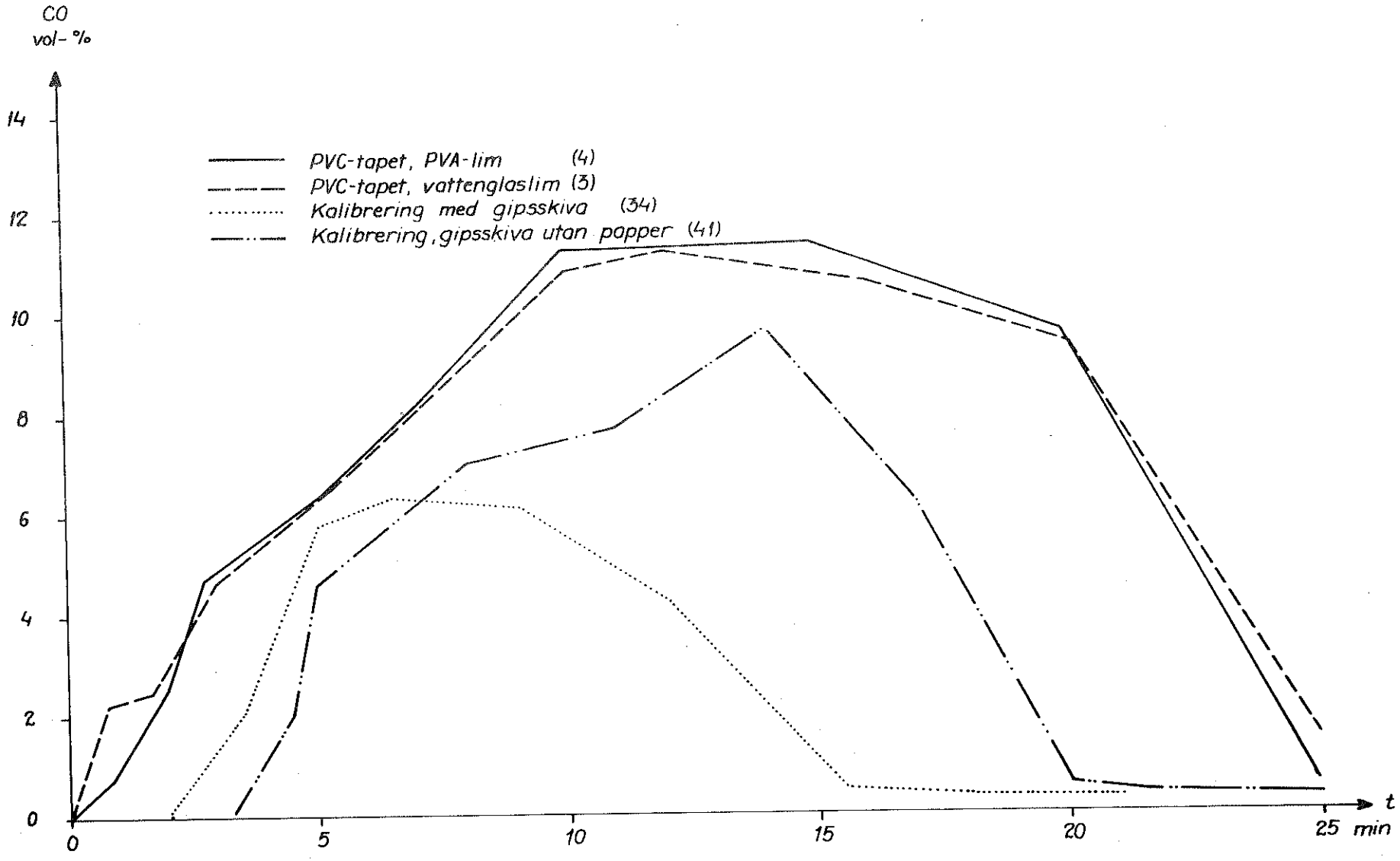

CO
vol-%
14
12
10
8
6
4
2
0
PVC-tapet, PVA-lim (4)
PVC-tapet, vattenglaslim (3)
Kalibrering med gipsskiva (34)
Kalibrering, gipsskiva utan papper (41)
0
5
10
15
20
25 min
t

Fig. 45

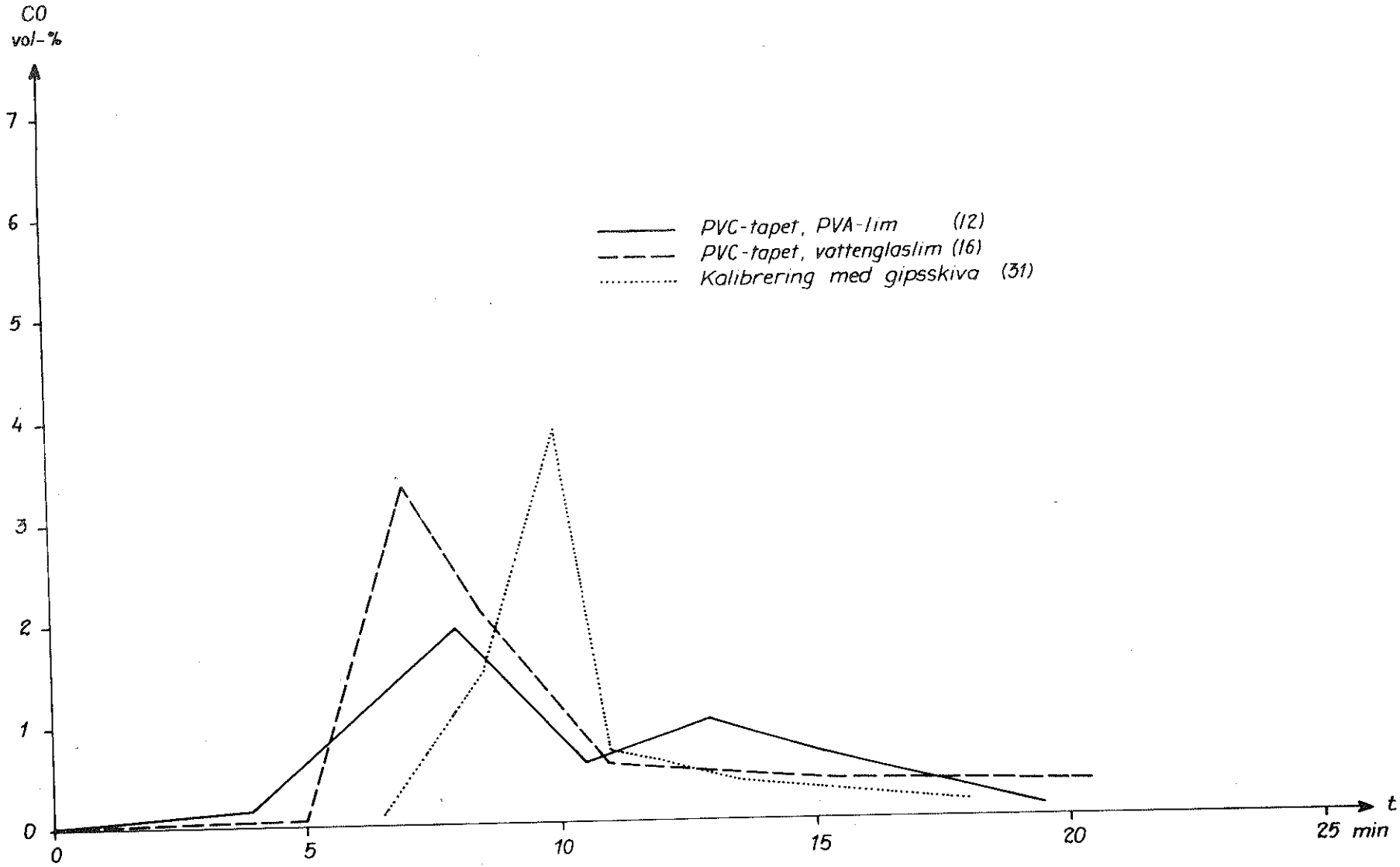

CO
vol-%
7
6
5
4
3
2
1
0
PVC-tapet, PVA-lim (12)
PVC-tapet, vattenglaslim (16)
Kalibrering med gipsskiva (31)
0
5
10
15
20
25 min
t

Fig. 46

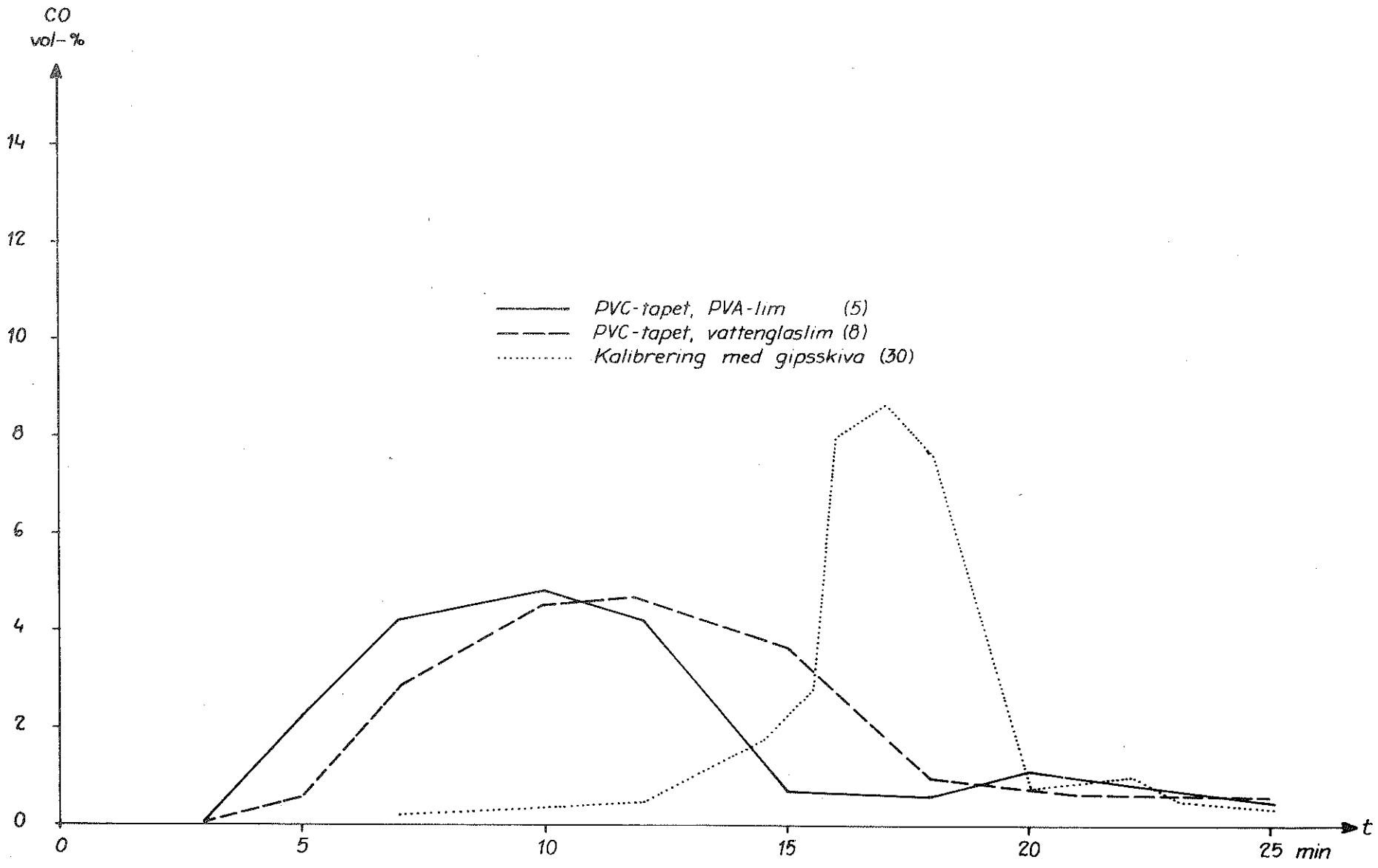

CO
vol-%
14
12
10
8
6
4
2
0
PVC-tapet, PVA-lim (5)
PVC-tapet, vattenglaslim (8)
Kalibrering med gipsskiva (30)
0
5
10
15
20
25 min
t

Fig. 47

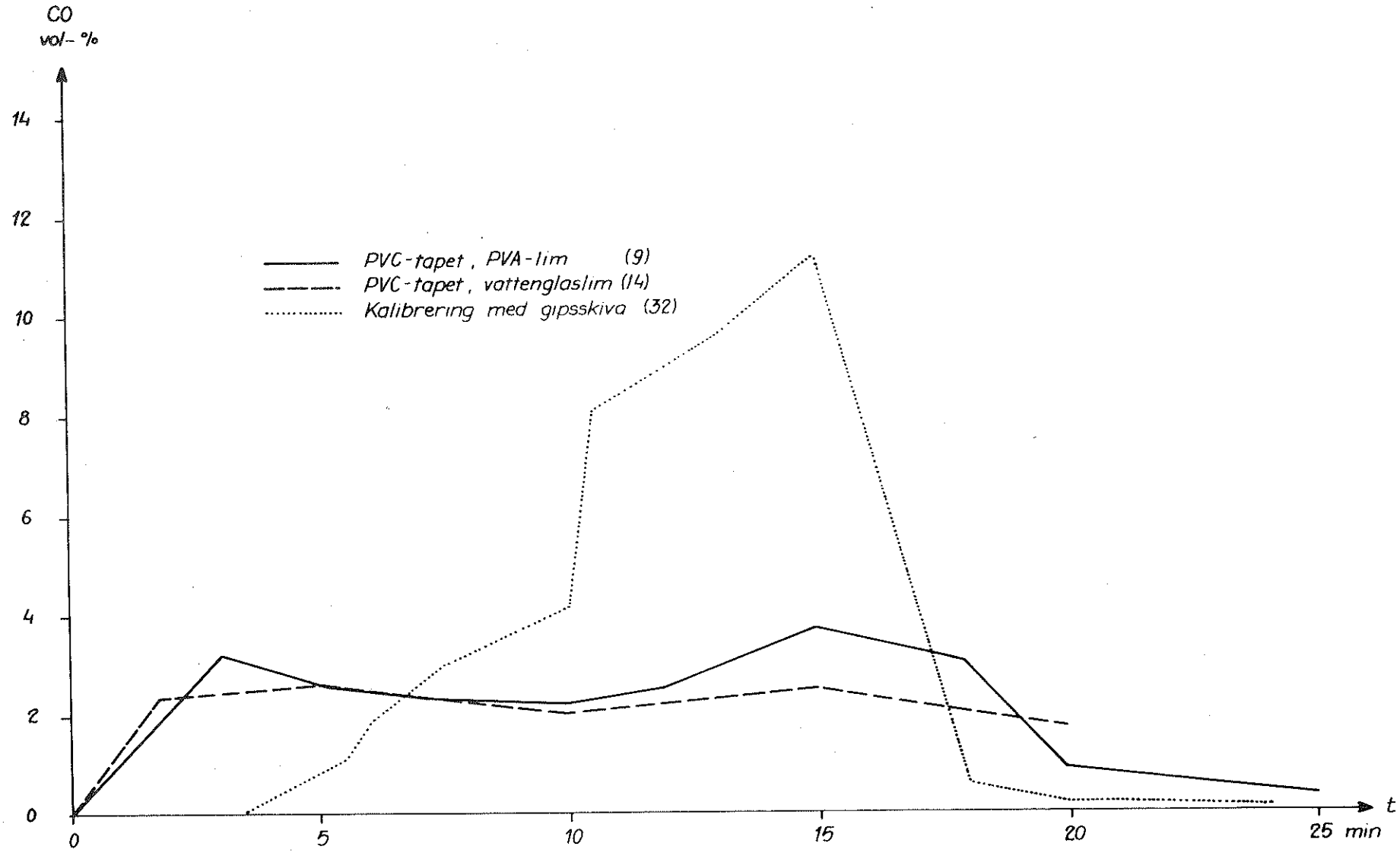

CO
vol- %
14
12
10
8
6
4
2
0
PVC-tapet, PVA-lim (9)
PVC-tapet, vattenglaslim (14)
Kalibrering med gipsskiva (32)
0
5
10
15
20
25 min
t

Fig. 48

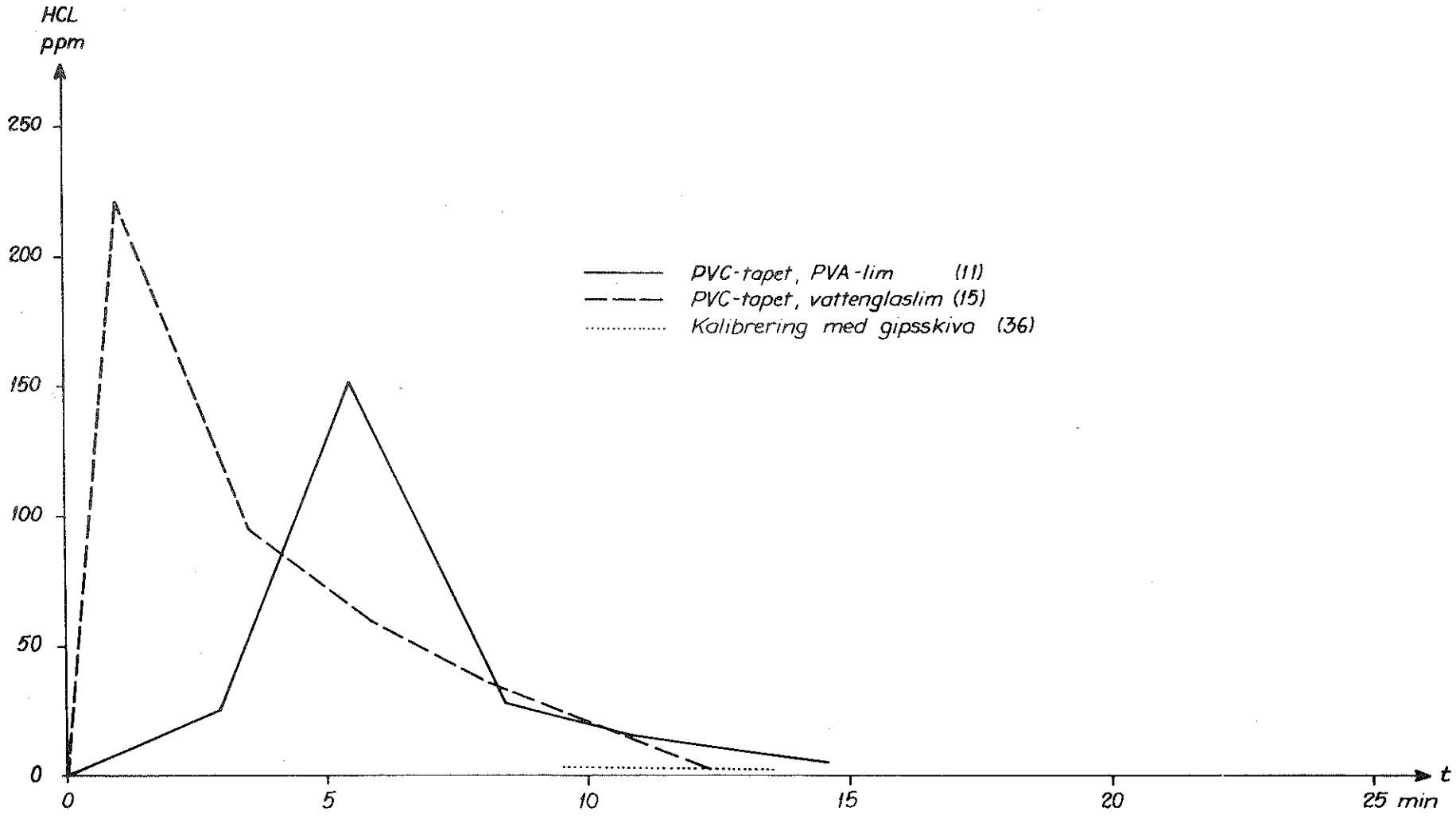

HCL
ppm
250
200
150
100
50
0
0
5
10
15
20
25 min
t
PVC-tapet, PVA-lim (11)
PVC-tapet, vattenglaslim (15)
Kalibrering med gipsskiva (36)

Fig. 49

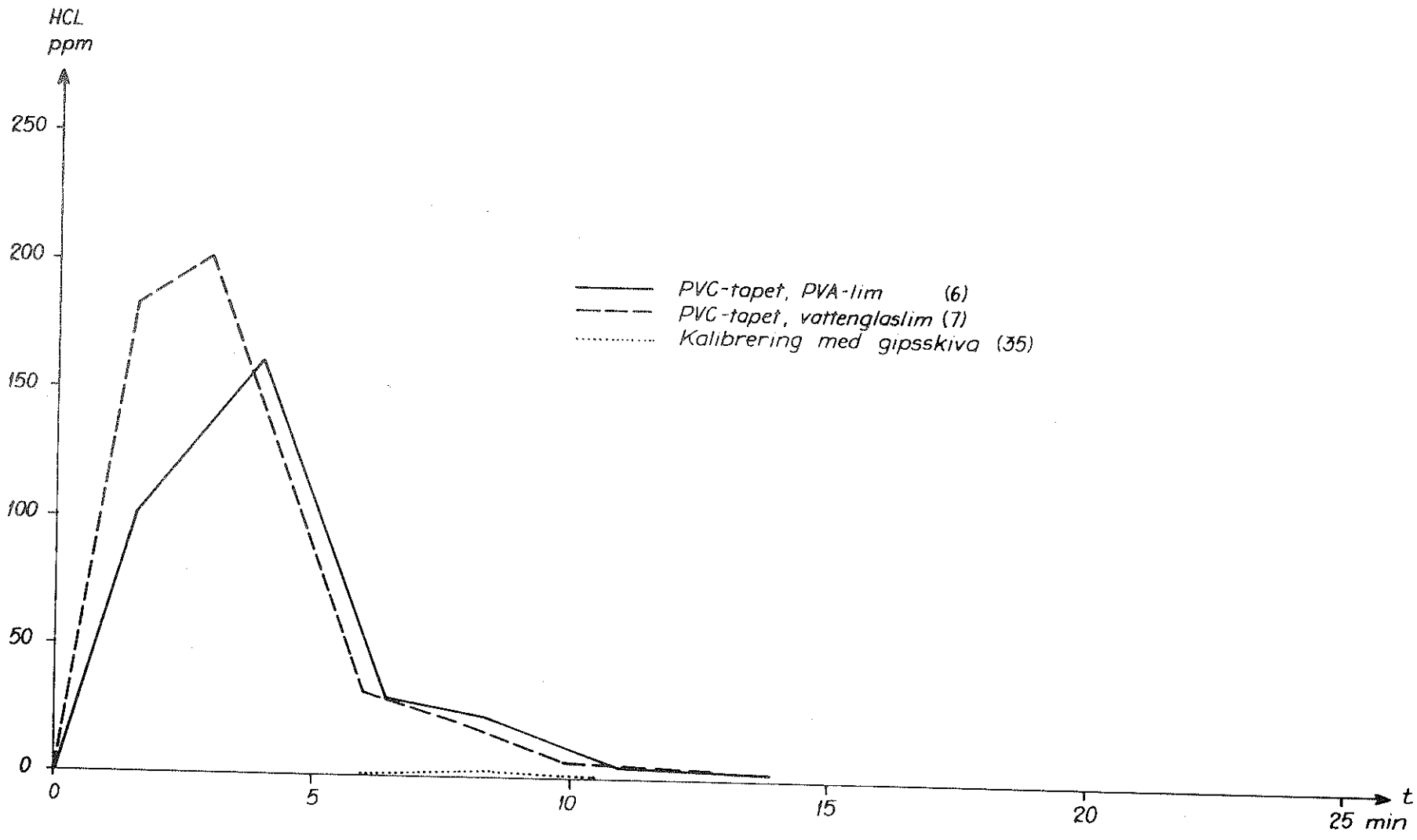

HCL
ppm
250
200
150
100
50
0
0
5
10
15
20
25 min
t
PVC-tapet, PVA-lim (6)
PVC-tapet, vattenglaslim (7)
Kalibrering med gipsskiva (35)

Fig. 50

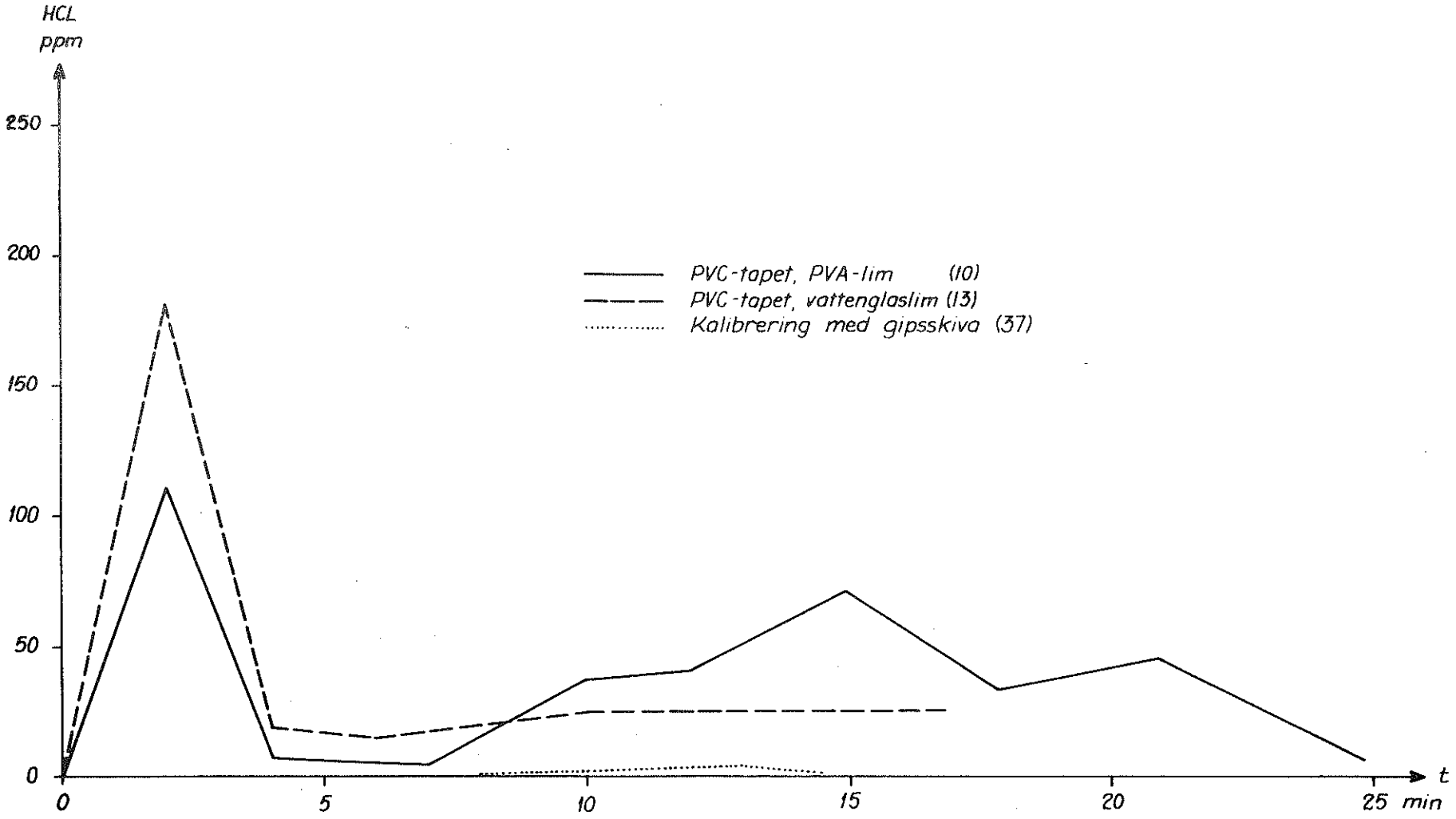

HCL
ppm
250
200
150
100
50
0
0
5
10
15
20
25
min
t
PVC-tapet, PVA-lim (10)
PVC-tapet, vattenglaslim (13)
Kalibrering med gipsskiva (37)

Fig. 51

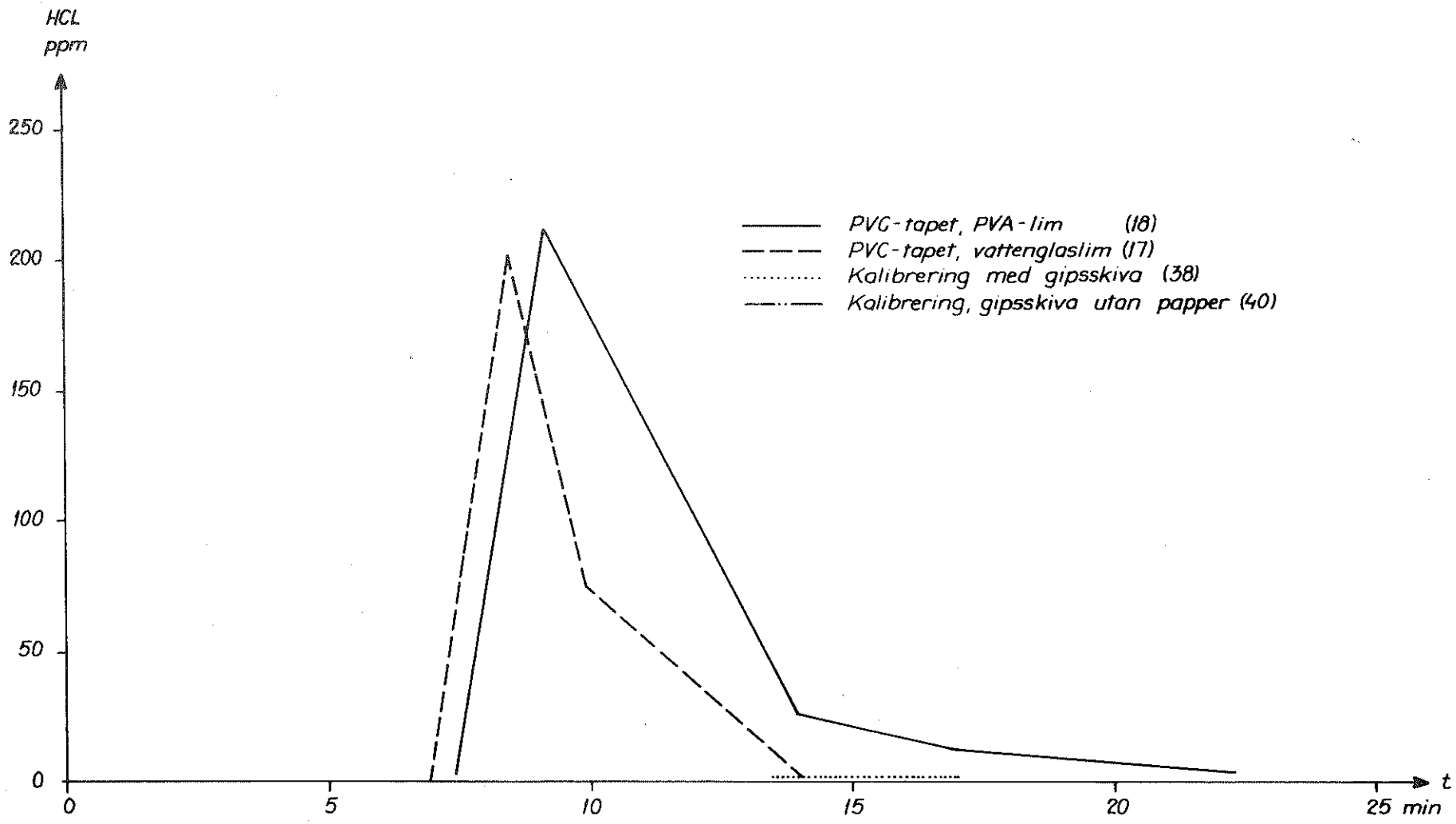

HCL
ppm
250
200
150
100
50
0
0
5
10
15
20
25 min
t
PVC-tapet, PVA-lim (18)
PVC-tapet, vattenglaslim (17)
Kalibrering med gipsskiva (38)
Kalibrering, gipsskiva utan papper (40)

Fig. 52

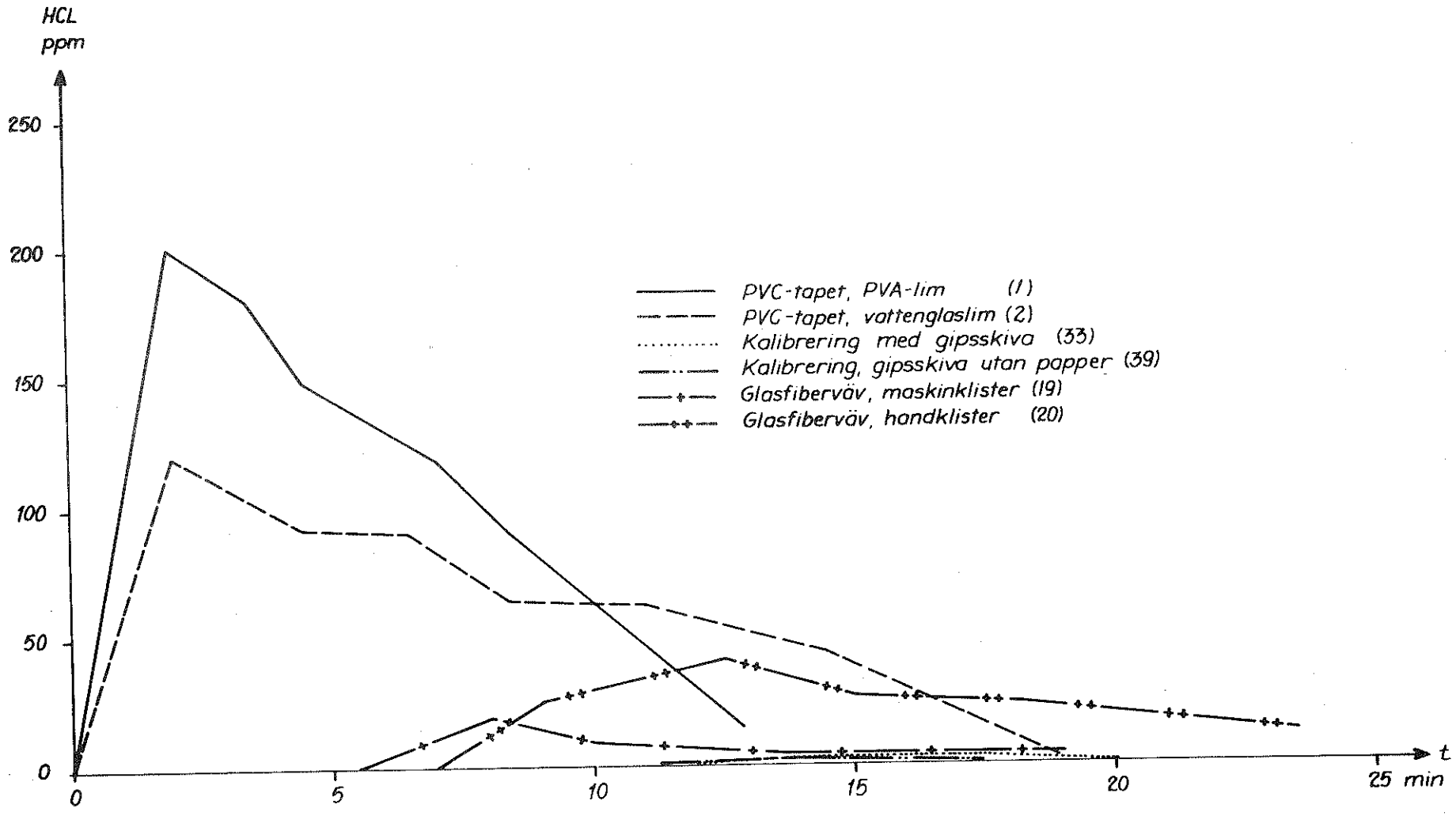

HCL
ppm
250
200
150
100
50
0
0
5
10
15
20
25 min
t
PVC-tapet, PVA-lim (1)
PVC-tapet, vattenglaslim (2)
Kalibrering med gipsskiva (33)
Kalibrering, gipsskiva utan papper (39)
Glasfiberväv, maskinklister (19)
Glasfiberväv, handklister (20)

Fig. 53

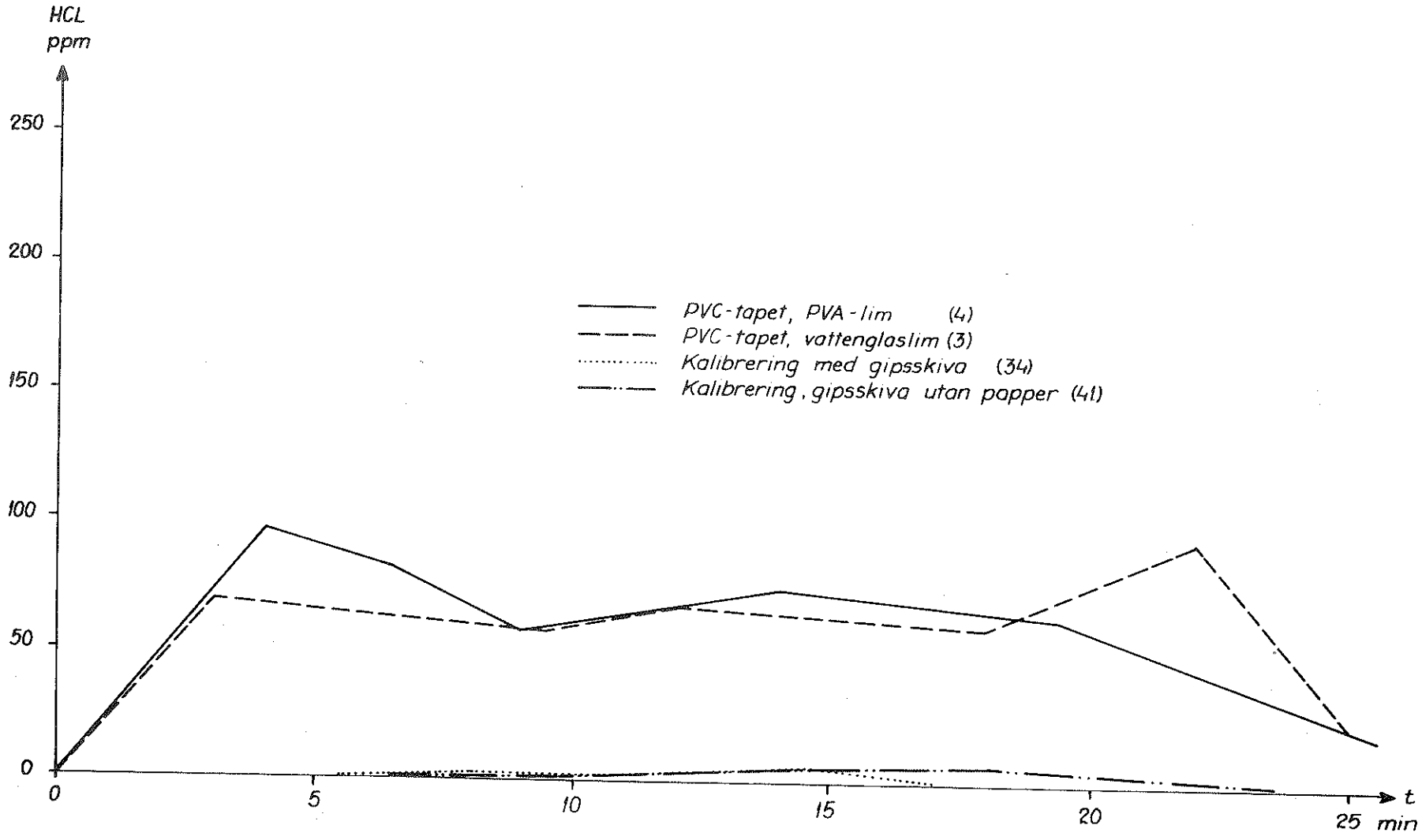

HCL
ppm
250
200
150
100
50
0
PVC-tapet, PVA-lim (4)
PVC-tapet, vattenglaslim (3)
Kalibrering med gipsskiva (34)
Kalibrering, gipsskiva utan papper (41)
0
5
10
15
20
25
t
min

Fig. 54

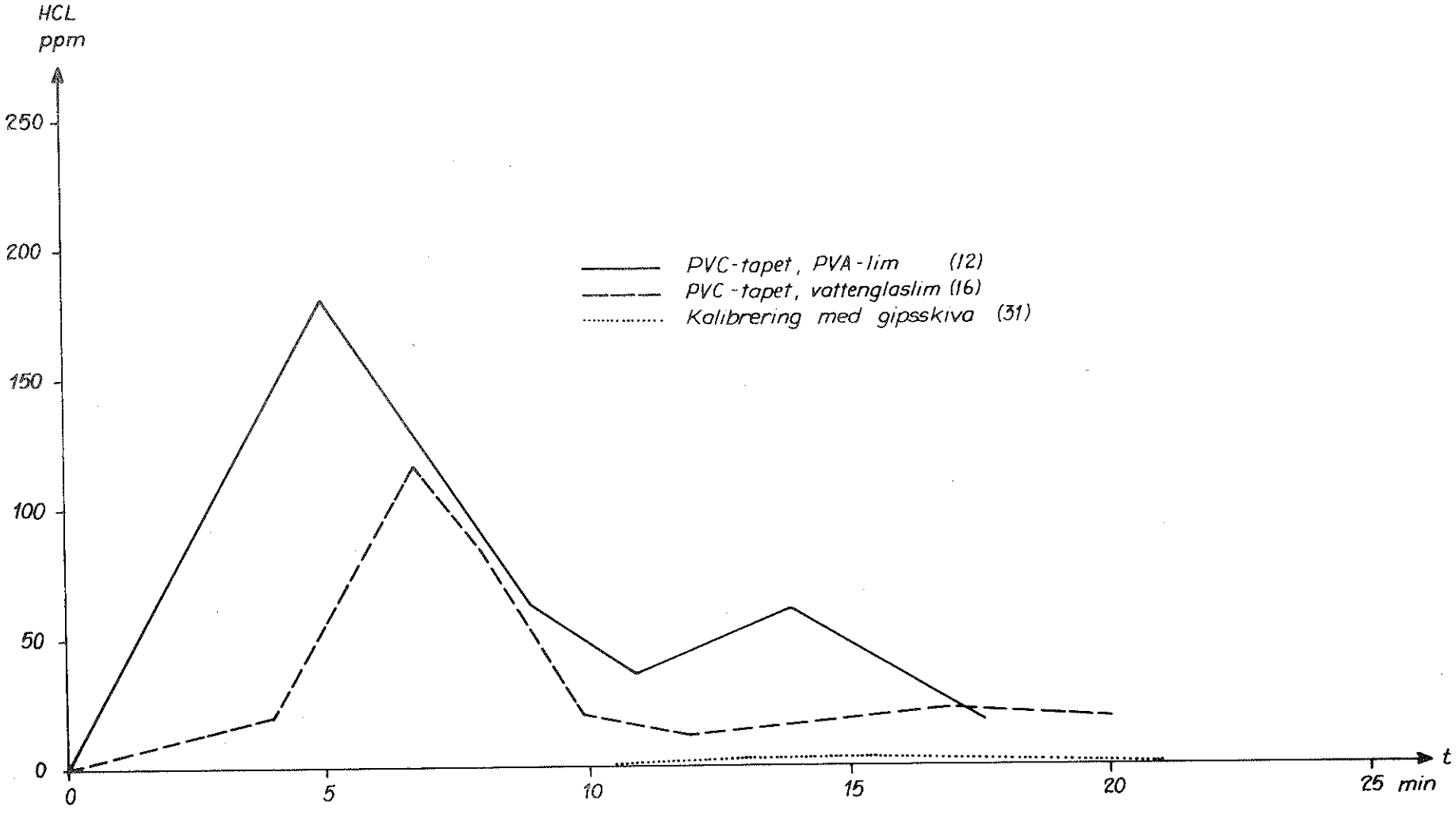

HCL
ppm
250
200
150
100
50
0
0
5
10
15
20
25 min
t
PVC-tapet, PVA-lim (12)
PVC-tapet, vattenglaslim (16)
Kalibrering med gipsskiva (31)

Fig. 55

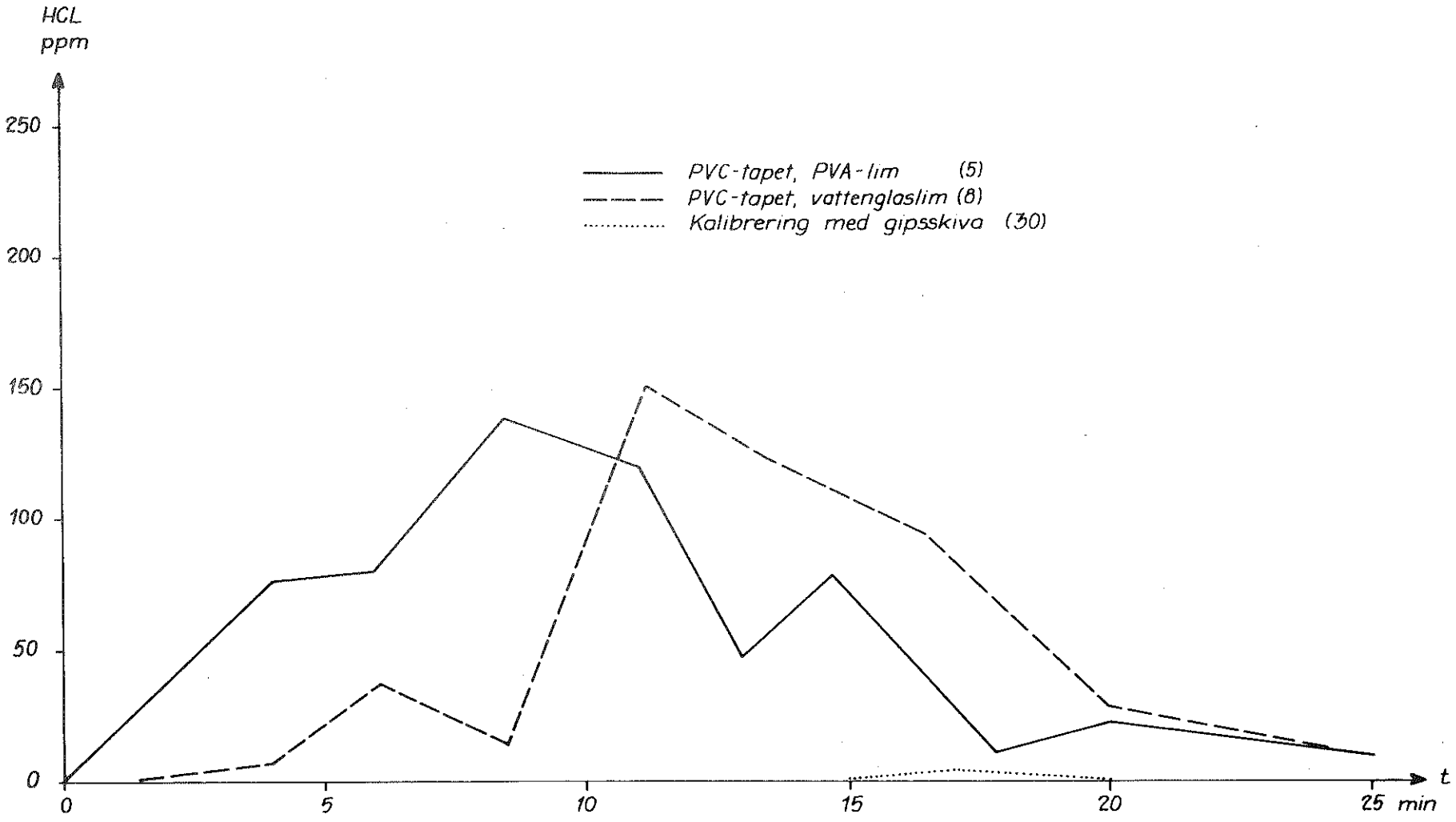

HCL
ppm
250
200
150
100
50
0
PVC-tapet, PVA-lim (5)
PVC-tapet, vattenglaslim (8)
Kalibrering med gipsskiva (30)
0
5
10
15
20
25 min
t

Fig. 56

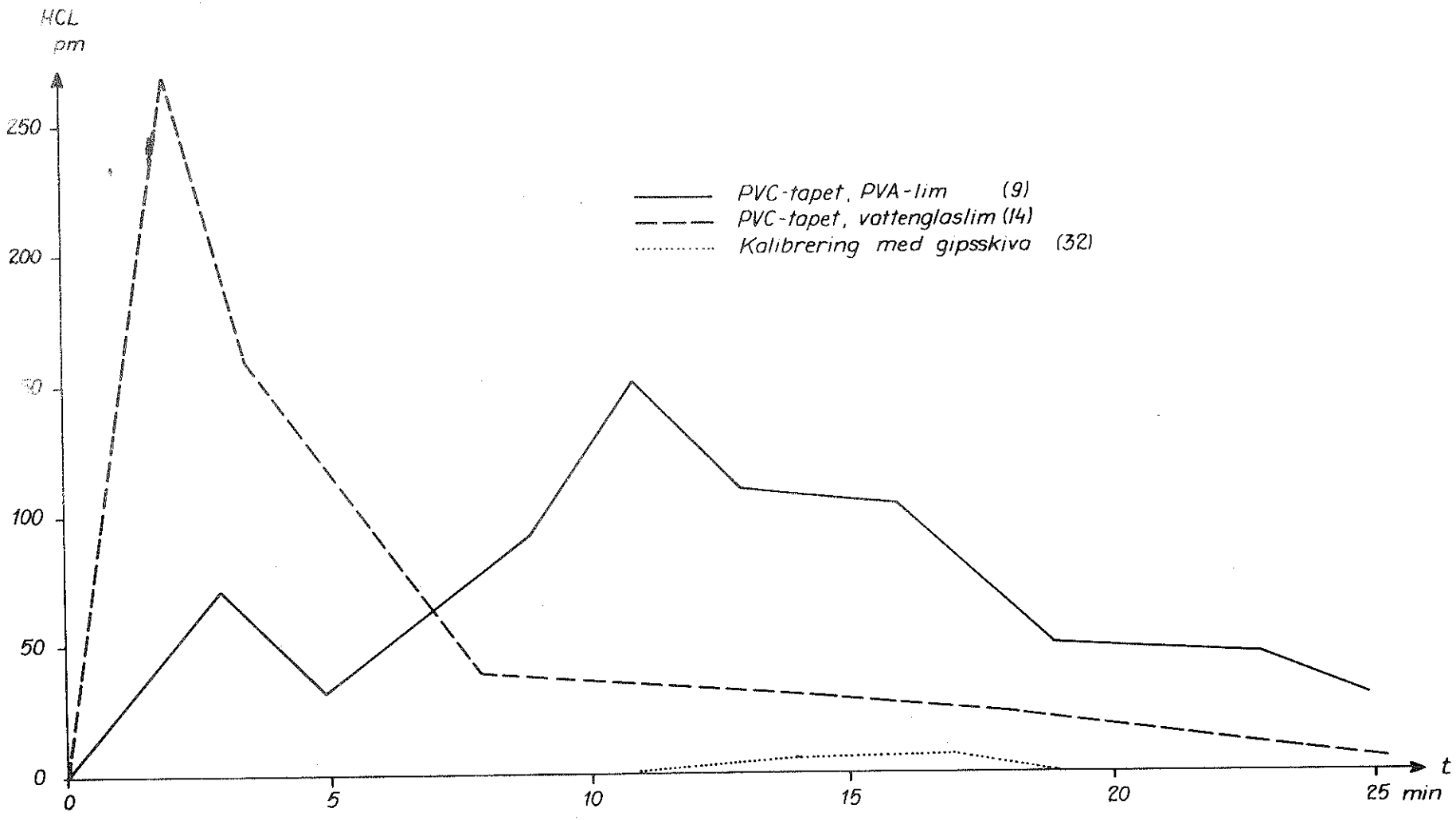

HCL
ppm
250
200
150
100
50
0
0
5
10
15
20
25 min
t
PVC-tapet, PVA-lim (9)
PVC-tapet, vattenglaslim (14)
Kalibrering med gipsskiva (32)

Fig. 57

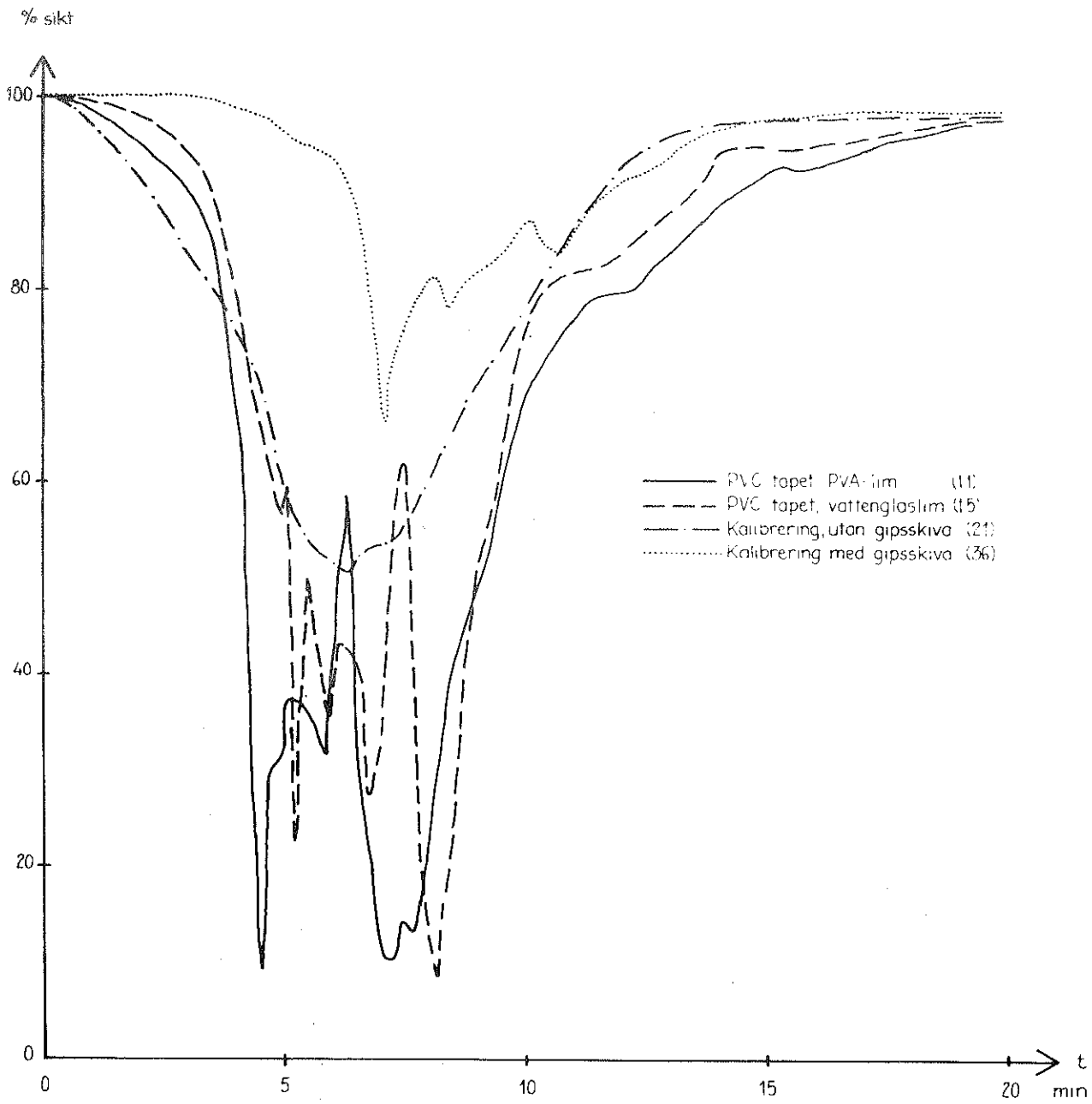

% sikt
100
80
60
40
20
0
0
5
10
15
20
t
min
PVC tapet PVA-lim (11)
PVC tapet, vattenglaslim (15)
Kalibrering, utan gipsskiva (21)
Kalibrering med gipsskiva (36)

Fig 58

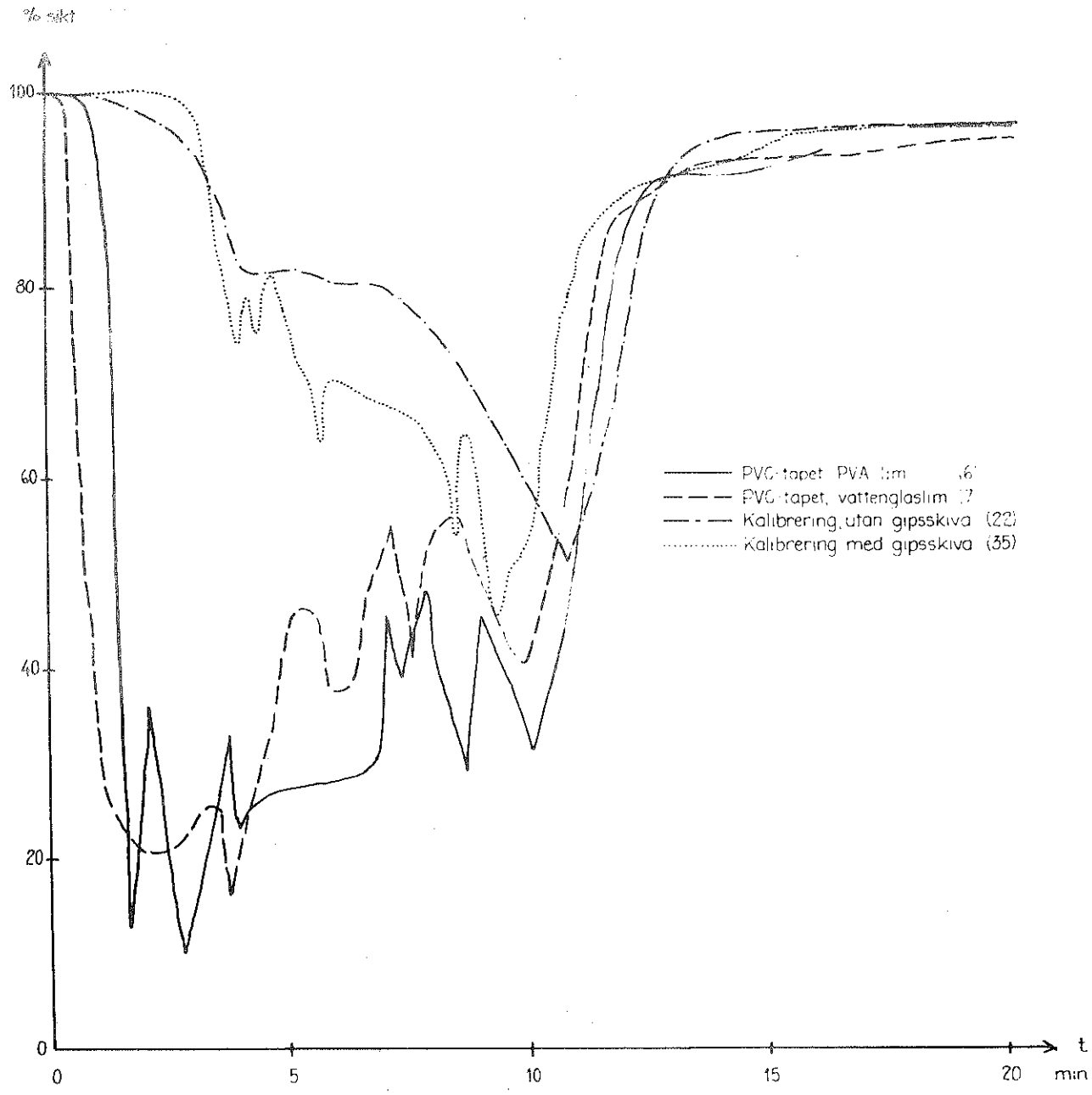

% sikt
100
80
60
40
20
0
0
5
10
15
20
t
min
PVC-tapet PVA lim (6)
PVC-tapet, vattenglaslim (7)
Kalibrering, utan gipsskiva (22)
Kalibrering med gipsskiva (35)

Fig 59

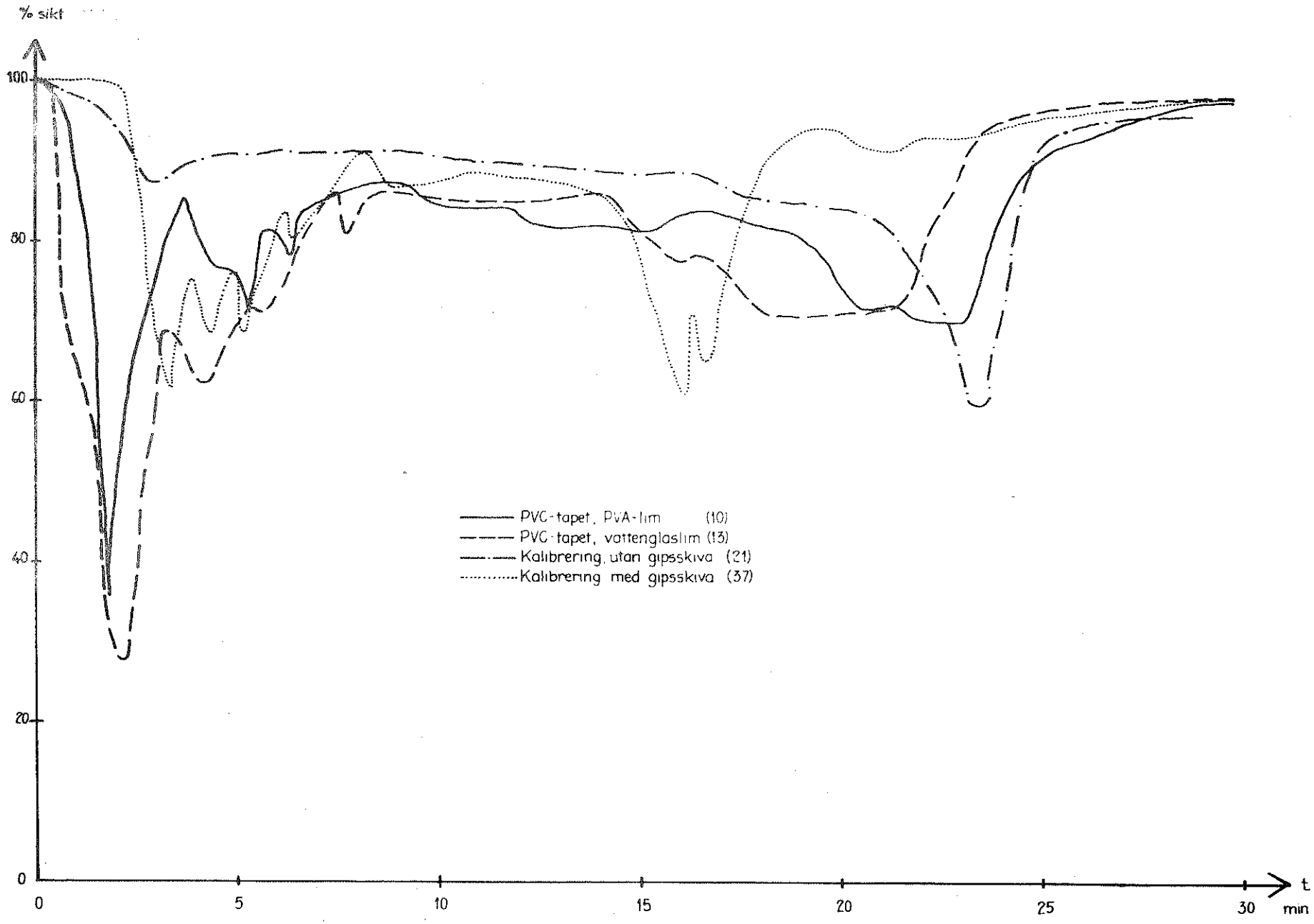

% sikt
100
80
60
40
20
0
0
5
10
15
20
25
30
t
min
PVC-tapet, PVA-lim (10)
PVC-tapet, vattenglaslim (13)
Kalibrering, utan gipsskiva (21)
Kalibrering med gipsskiva (37)

Fig. 60

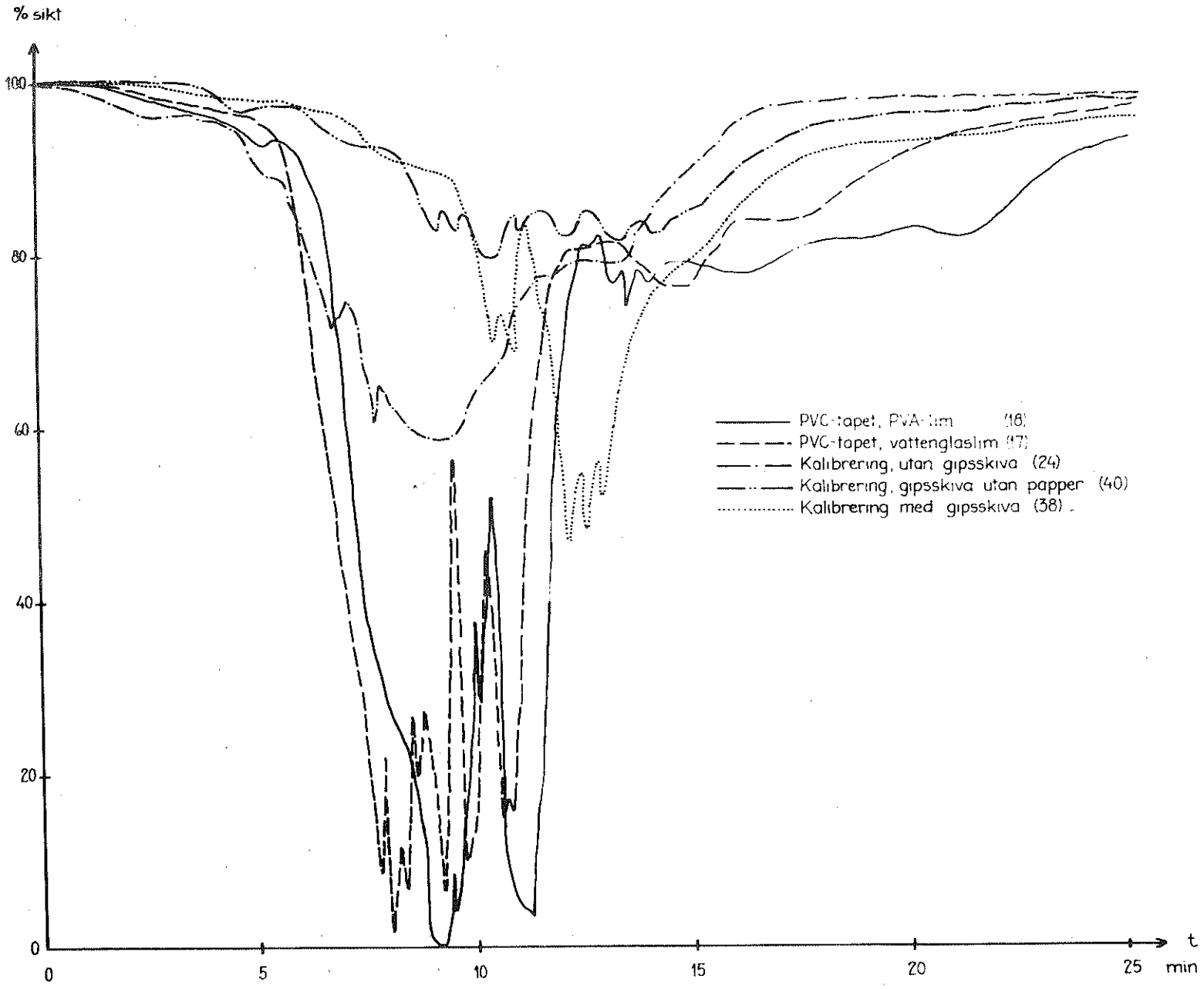

% sikt
100
80
60
40
20
0
0
5
10
15
20
25
t
min
PVC-tapet, PVA-lim (16)
PVC-tapet, vattenglaslim (17)
Kalibrering, utan gipsskiva (24)
Kalibrering, gipsskiva utan papper (40)
Kalibrering med gipsskiva (38)

Fig 61

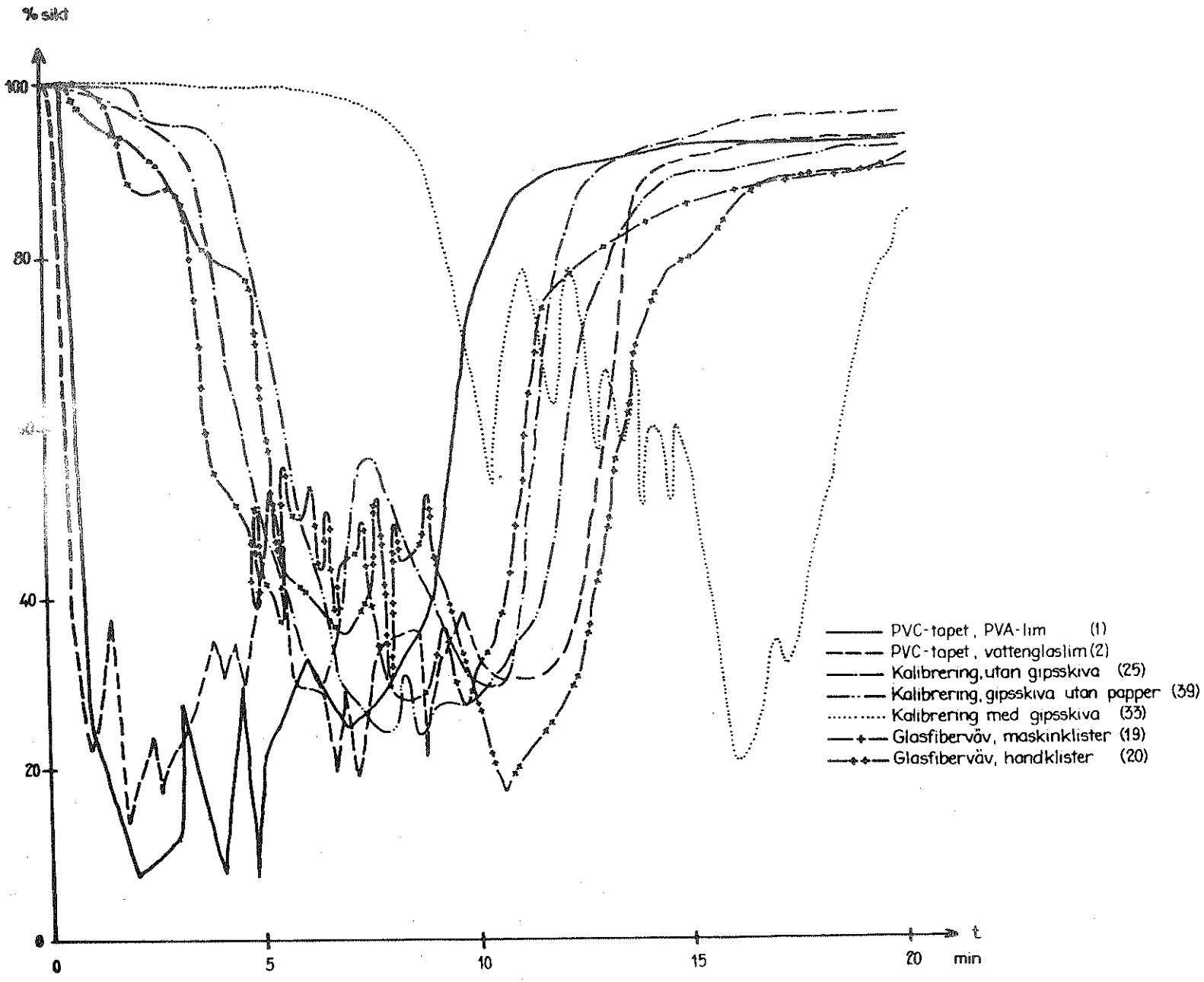

% sikt
100
80
40
20
0
0
5
10
15
20
min
t
PVC-tapet, PVA-lim (1)
PVC-tapet, vattenglaslim (2)
Kalibrering, utan gipsskiva (25)
Kalibrering, gipsskiva utan papper (39)
Kalibrering med gipsskiva (33)
Glasfiberväv, maskinklister (19)
Glasfiberväv, handklister (20)

Fig. 62

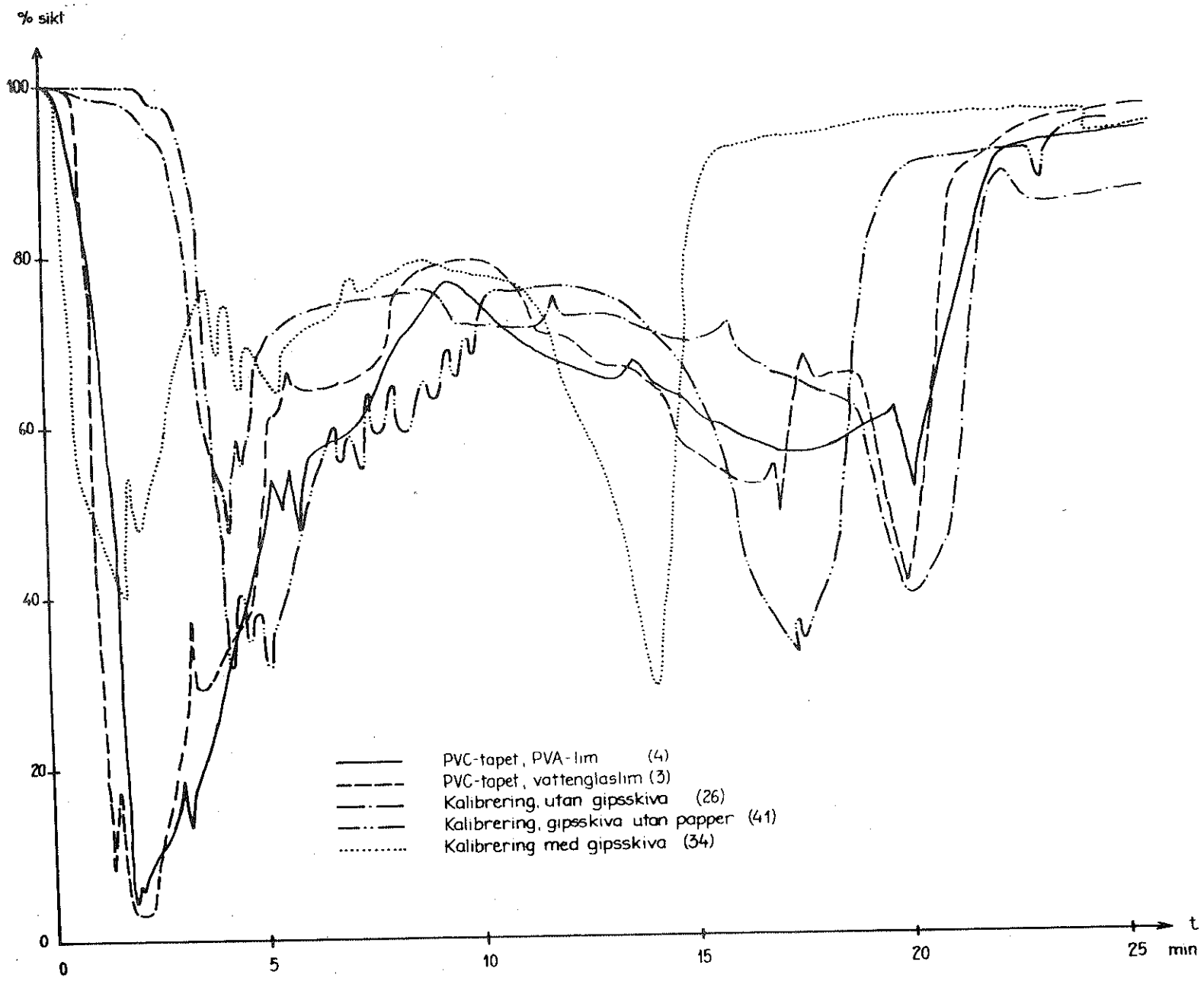

% sikt
100
80
60
40
20
0
0
5
10
15
20
25
t
min
PVC-tapet, PVA-lim (4)
PVC-tapet, vattenglaslim (3)
Kalibrering, utan gipsskiva (26)
Kalibrering, gipsskiva utan papper (41)
Kalibrering med gipsskiva (34)

Fig. 63

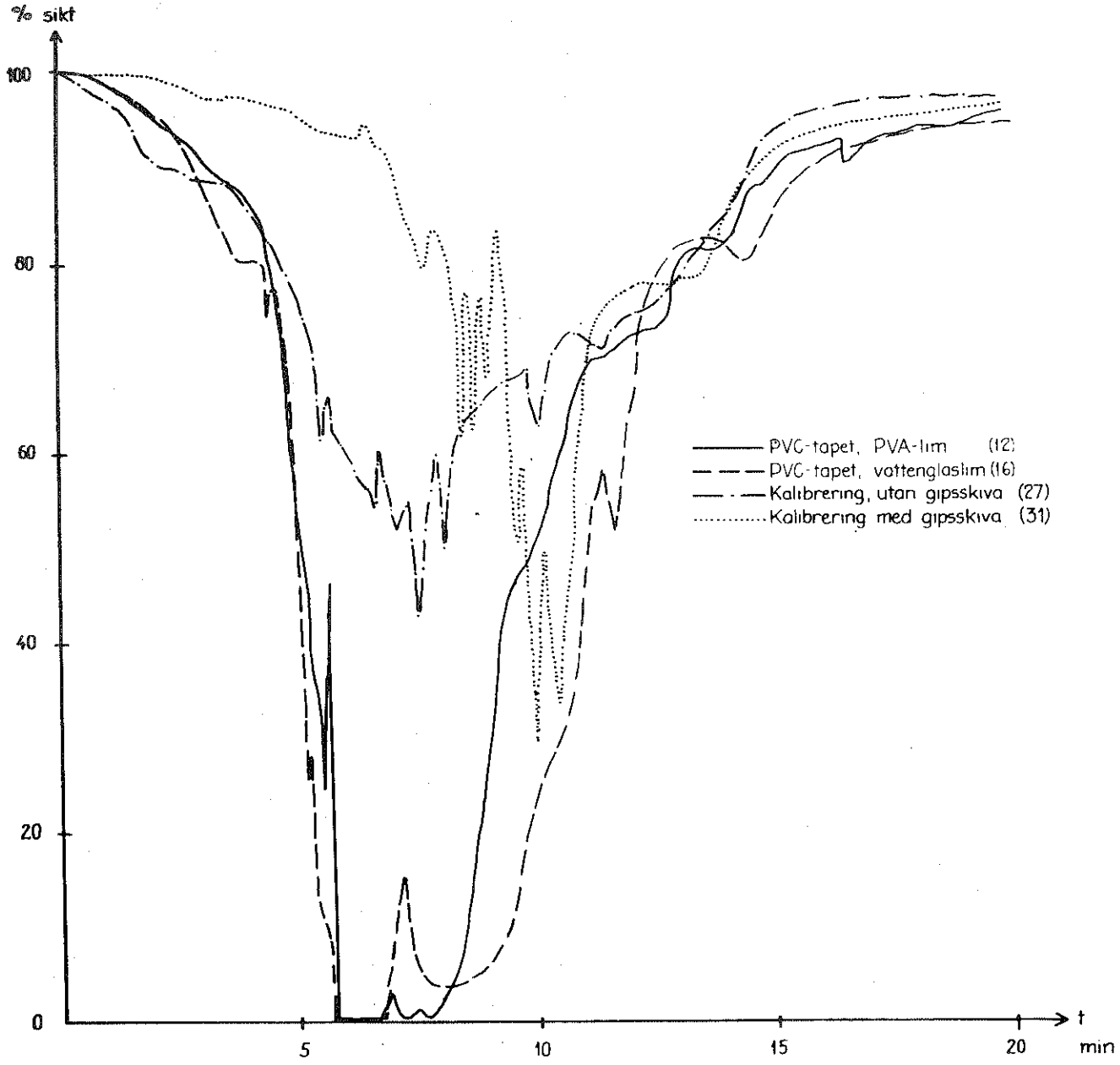

% sikt
100
80
60
40
20
0
5
10
15
20
t
min
PVC-tapet, PVA-lim (12)
PVC-tapet, vattenglaslim (16)
Kalibrering, utan gipsskiva (27)
Kalibrering med gipsskiva (31)

Fig. 64

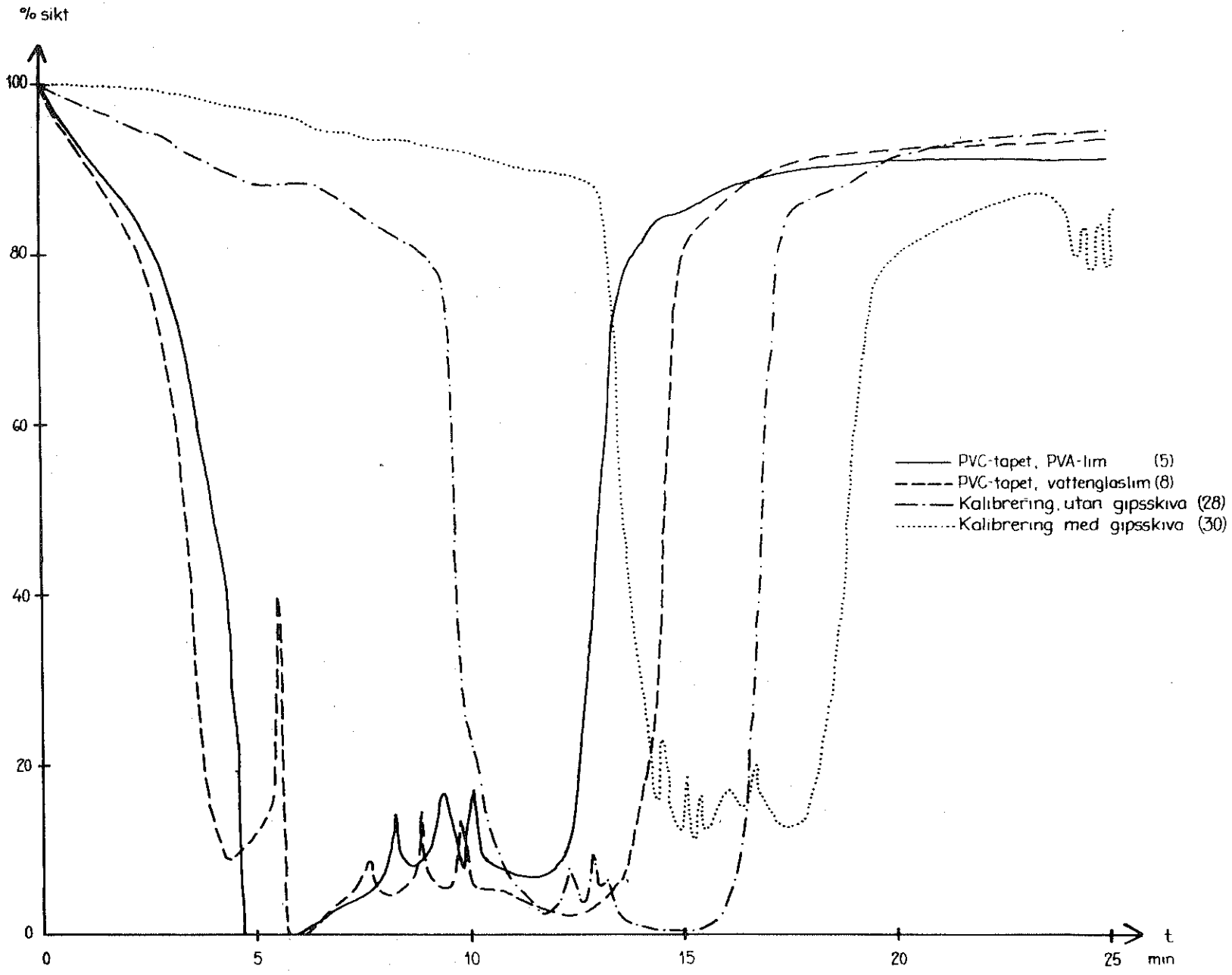

% sikt
100
80
60
40
20
0
0
5
10
15
20
25
t
min
PVC-tapet, PVA-lim (5)
PVC-tapet, vattenglaslim (8)
Kalibrering, utan gipsskiva (28)
Kalibrering med gipsskiva (30)

Fig. 65

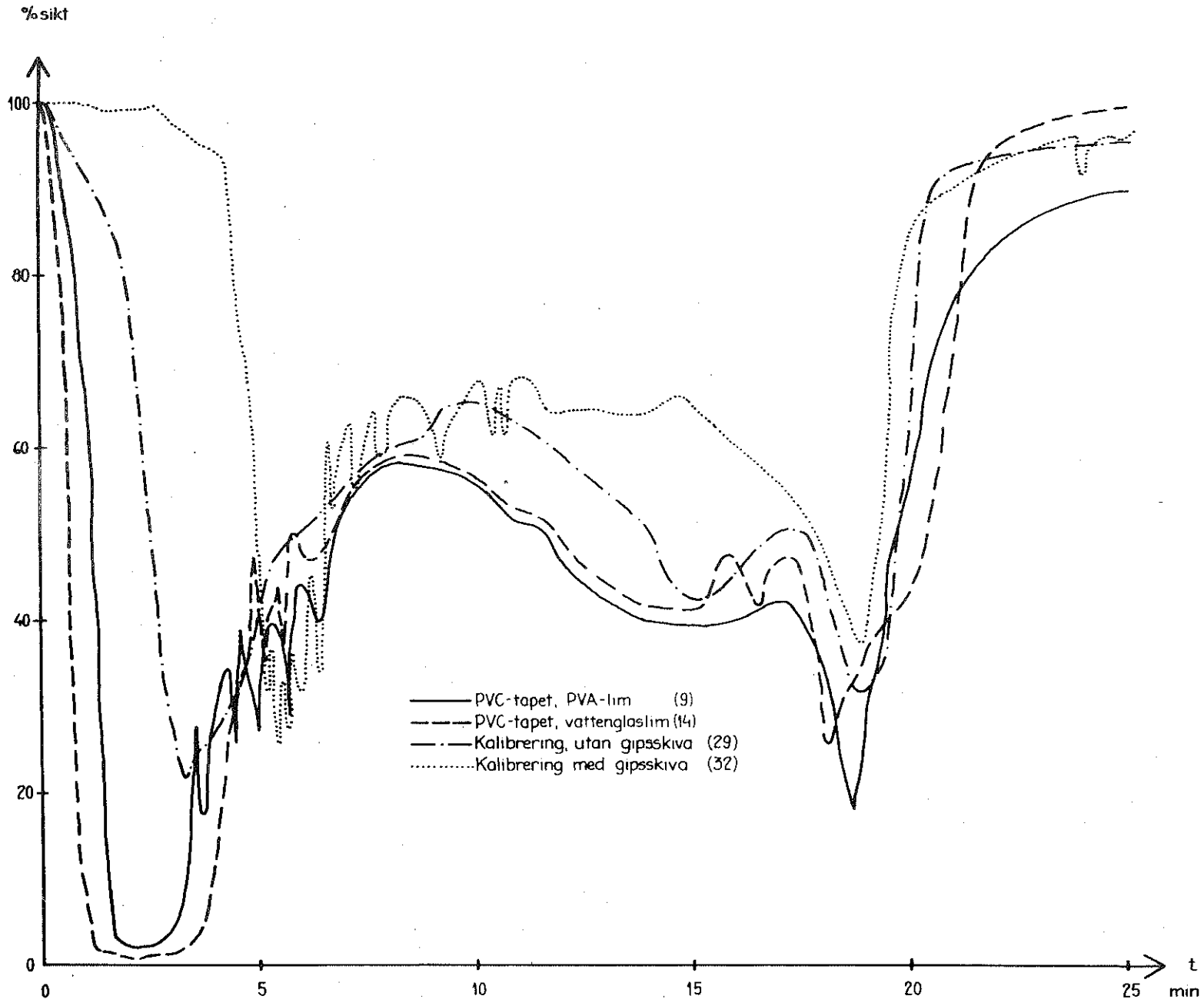

% sikt
100
80
60
40
20
0
0
5
10
15
20
25
t
min
PVC-tapet, PVA-lim (9)
PVC-tapet, vattenglaslim (14)
Kalibrering, utan gipsskiva (29)
Kalibrering med gipsskiva (32)

Fig. 66

A P P E N D I X

(Referat av okulärbesiktning)

Brandcell 500 x 500 x 500 mm^3; q = 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	36
Försöksdatum	14.2.1972
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}498\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	1,199 kg
Beklädnad	13 mm gipsskiva
Brandtid (min)	Anmärkning
7,5	Överständning i brandcellen och antändning av gipskraftpapperet, som efterhand skiktas i småflagor av storleksordningen 2 x 2 cm^2.
11	Mitt på vänster sida har gipsen frilagts på en yta av storleksordningen ϕ 10 cm.
14	Glödfasen börjar inträda. Samtliga ytor, med undantag av den ovannämnda, utgörs av skiktat gipskraftpapper av storleksordningen 1 x 1 - 2 x 2 cm^2 som successivt lossnar och flagar av.

Brandcell 500 x 500 x 500 mm^3; q = 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	11
Försöksdatum	28.1.1971
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}498\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	1,792 kg
Limtyp	PVA-lim
Beklädnad	13 mm gipsplatta med plasttapet av 100 delar PVC och 45 delar DOP jämte mindre mängder stabilisatorer och pigment

Brandtid (min)	Anmärkning
0,5	I taket bildas blåsor i plasttapeten, storleksordningen 15 x 30 mm^2, vilka efter några sekunders varaktighet spricker sönder varefter förkolning sker.
0,75	Hela takets plastbeklädnad förkolnad och sprucken.
1	Överst på vänster och höger sida har ett cirka 10 cm brett band av plasttapeten förkolnat och spruckit. På grund av flammornas intensitet är visuella observationer i taket omöjliga.
1,25	Det förkolnade och spruckna bandet av plasttapet på vänster och höger sida har ökat till 15 cm bredd.
1,5	Bensinen slut vilket i detta fall medför att brandens intensitet minskar. Hela brandcellen är synlig, varvid kan konstateras att plasttapeten i hela taket och på 15 cm bredd överst på övriga väggytor är förkolnad och sprucken.
1,5-3,5	Branden ökar successivt i intensitet.
3,75	På höger sida bildas blåsor i plasttapeten med storlek som ovan, vilka efter några sekunders varaktighet spricker sönder och förkolnar. Även på vänster sida kan blåsbildning iakttagas.

4	Plasttapeten har spruckit sönder och förkolnat på vänster sidas övre delyta och, med undantag av ett cirka 12 cm brett band längst ner, på hela högra sidan.
4,25	Flammor i väggmaterialet kan iakttagas på vänster och höger sida.
5	Flammor kan fortfarande iakttagas på såväl vänster som höger sida.
5,5	Hela brandcellen utgörs av ett enda eldhav.
6	Plasttapeten på vänster och höger sida helt förkolnad och sprucken. Flagorna erhållna vid detta försök är av storleksordningen 2 x 2 - 5 x 5 cm^2, vilka är ganska krulliga och fixerade i några enstaka punkter. Tidigare erhållen skiktning ej så typiskt utpräglad utan här mera krullning.
7,75	På höger sida är gipsen frilagd på en yta av 10 x 10 cm^2. En successiv avflagning sker på väggarna.
9,5	Baksidan kan nu iakttagas, där ytskiktet är likt övriga väggytors. På vänster sida är gipsen frilagd på en yta av 10 x 10 cm^2.
10	På höger sida är gipsen frilagd på en yta av 15 x 15 cm^2.
12,25	På vänster sida är gipsen frilagd på en yta av 15 x 15 cm^2.
13,5	Flamfasen övergår nu successivt i glödfas. På vänster sida är gipsen frilagd på en yta av 25 x 25 cm^2. Nederst på baksidan är gipsytan frilagd till en höjd av 15 cm.
14	På höger sida är gipsytan frilagd till 60%. Även i taket kan noteras den tidigare omnämnda

krullningen och skiktningen av beklädnadsmaterialet.
I fortsättningen sker från brandcellens omslutande yta en successiv avflagning av plasten och gipskraftpapperet.

Brandcell 500 x 500 x 500 mm^3; q = 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	15
Försöksdatum	1.2.1971
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}498\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	1,726 kg
Limtyp	Vattenglas
Beklädnad	13 mm gipsplatta med plasttapet av 100 delar PVC och 45 delar DOP jämte mindre mängder stabilisatorer och pigment

Brandtid (min)	Anmärkning
0,5	Plasttapeten i taket börjar spricka och förkolna, och på 10 sekunder förkolnar hela taket.
0,75	En blåsa i tapeten kan iakttagas på vänster sida.
0,90	En remsa av plasttapeten av 20 cm bredd på vänster och höger sida högst upp har förkolnat och spruckit.
1	Under första minuten har brandförloppet till stor del orsakats av antändningsbensinen. Efter denna brandtid är bensinen slut och branden minskar i intensitet.
1,5	En remsa av plasttapeten av 20 cm bredd på baksidan förkolnad och sprucken. Under tidsperioden mellan 1 och 3.5 min sker endast en successiv ökning av förbränningshastigheten, som vid denna tidpunkt uppnått sådan intensitet att ytterligare förkolning och uppsprickning börjar ske.
4,75	En snabb ökning av förbränningshastigheten kan noteras, vilket medför att visuella observationer i tak, på baksidan samt på sidoväggarnas bakre ytor är omöjliga.
5	Vänster och höger sidors övre plasttapetytor förkolnade och spruckna. Tillfälliga flambildningar kan iakttagas på såväl

vänster som höger sida.

5,75 På vänster och höger sida är cirka 80% av plasttapetytan förkolnad och sprucken.

6,5 Fortfarande kan tillfälliga flammor iakttagas på såväl vänster som höger sida.
På vänster sidas nedre främre del har gipsen frilagts på en yta av 10 x 10 cm^2.

7 Hela plasttapetytan på vänster och höger sida förkolnad och sprucken.
Hittills erhållna flagor är av storleksordningen 8 x 8 cm^2.

8 I fortsättningen kommer endast en successiv förbränning och avflagning att ske.

9 En flaga, storleksordningen 25 x 25 cm^2, lossnade i taket och hänger ner.
Flagorna på höger sida är av storleksordningen 10 x 15 cm^2 medan dessa på vänster sida är av storleksordningen 8 x 8 cm^2.

10 På höger sida har gipsen frilagts på en yta av 12 x 12 cm^2.

11 En successiv övergång från flamfas till glödfas sker.
På höger sida har gipsen frilagts på en yta av 20 x 20 cm^2, i övrigt hänger plasten och papperet i stora sjok, 6 à 7 st, storleksordningen 10 x 15 cm^2.
Baksidans yta är väsentligt mera skiktad och flagorna mindre.
Successivt sker en avflagning som resulterar i frilagda gipsytor.

16 Nedre delen av baksidans gipsyta frilagd.
På vänster sida har gipsen frilagts på en yta av 20 x 20 cm^2 samt dessutom mindre ytor.
På höger sida har gipsen frilagts på en yta av 10 x 20 cm^2.
I taket är 75% av gipsytan frilagd.
Successivt sker avflagning av plasttapet och gipskraftpapper.

Brandcell 500 x 500 x 500 mm^3; q = 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	35
Försöksdatum	11.2.1972
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}477\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	2,436 kg
Beklädnad	13 mm gipsskiva
Brandtid (min)	Anmärkning
	Vid detta försök ökar förbränningshastigheten successivt. Något hastig övertändning i brandcellen eller antändning av gipskraftpapperet sker ej. Detta papper förbränns i stället efterhand uppifrån och ned.
9	Mitt på vänster sida har en yta av storleksordningen ϕ 10 cm frilagts.
14	Glödfasen börjar inträda. Samtliga ytor, med undantag av den ovannämnda, utgörs av skiktat gipskraftpapper av storleksordningen 1 x 1 - 2 x 2 cm^2 som efterhand lossnar och flagar av.

Brandcell 500 x 500 x 500 mm^3; q = 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	6
Försöksdatum	12.1.1971
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}477\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	3,511 kg
Limtyp	PVA-lim
Beklädnad	13 mm gipsplatta med plasttapet av 100 delar PVC och 45 delar DOP jämte mindre mängder stabilisatorer och pigment

Brandtid (min)	Anmärkning
0,5	Taket har förkolnat och spricker sönder.
0,75	Plasten på höger och vänster sidors övre ytor börjar spricka sönder.
1,75	Hela taket har spruckit sönder.
2,25	Flagor börjar lossna i taket och falla ned. (Omöjligt att säga om det är plast eller gipskraftpapper).
5	80% av höger sida är förkolnad och sprucken. Kontinuerligt sker förkolning och sprickbildning med småflagor som följd, men någon blåsbildning har ej observerats.
5,75	Hela vänster sida förkolnad och sprucken. I enstaka fall kan tillfälliga lågor iakttagas, troligtvis i gipskraftpapperet. Flamspridning erhålles ej.
8,75	Större delen av beklädnadsskiktet (plast och/eller gipskraftpapper) på höger och vänster sida har lossnat och övergått i löst hängande flagor i varierande storlek, dock maximalt 15 x 15 cm^2.
10	På höger och vänster sida 4 à 5 större löst hängande sjok, storlek cirka 10 x 10 cm^2. I övrigt är gipsytan helt frilagd bortsett från enstaka småflagor.

11,5	Gipsytan i stort sett helt frilagd på samtliga väggar. I taket kan fortfarande enstaka flagor iakttagas.
13	Takets gipsyta helt frilagd.

Brandcell 500 x 500 x 500 mm^3; q = 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	7
Försöksdatum	19.1.1971
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}477\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	3,412 kg
Limtyp	Vattenglas
Beklädnad	13 mm gipsplatta med plasttapet av 100 delar PVC och 45 delar DOP jämte mindre mängder stabilisatorer och pigment

Brandtid (min)	Anmärkning
0,75	Beklädnadsskiktet i taket har förkolnat.
1	Beklädnadsskiktet på vänster och höger sidors övre fjärdedel förkolnade och spruckna.
1,5	Beklädnadsskiktet på baksidans övre halva förkolnad och sprucken.
2,5	Beklädnadsskiktet på vänster och höger sidors övre delar förkolnade och spruckna. Branden fortskrider i jämnt och lungt tempo. Hittills har ingen egentlig flagning erhållits.
3,5	En successiv flagning börjar erhållas mitt på vänster sida, storleksordningen 3 x 3 cm^2. Enstaka tillfälliga flammor kan iakttagas punktvis på vänster sida.
5	Punktvis, tillfälliga flammor på hela vänster sida. På grund av intensiv förbränning är visuella observationer omöjliga i tak och på baksida. En successiv flagning av beklädnadsskiktet börjar ske på höger sida. 80% av beklädnadsskiktet på höger och vänster sida är förkolnat och sprucket.
6	Flammorna har slutat uppträda på vänster sida. Enstaka punktvis flammor kan nu i stället iakttagas på höger sida.

6,5	Beklädnadsskiktet på vänster och höger sida helt förkolnat och uppsprucket.
7	Viss skiktning men ej krullning av beklädnadsmaterialet kan observeras.
7,75	En successiv lossflagning kan iakttagas.
8,5	Höger och vänster sida karakteriseras av att ytskiktet till stor del utgöres av stora sjok som hänger med enstaka punktvis infästning.
10	Flagningen på höger sida har nu fortskridit så långt att gipsytan börjar friläggas. Någon blåsbildning har ej registrerats under försöket.
11	Tak och baksida kan iakttagas. Ytan utgörs av löst hängande flagor.
11,5	På höger sida är gipsen frilagd på en yta av 10 x 10 cm^2.
12,5	Karakteristiskt är fortfarande en yta som är skiktad men ej krullad, och där flagor av storleksordningen 2 x 2 cm^2 successivt lossnar och faller bort. På vänster sida är gipsen frilagd på en yta av 10 x 10 cm^2.
13	Gipsytan ännu ej frilagd i tak och på baksida.
14,5	Genom flagning börjar gipsytan successivt friläggas i tak och på baksida.
17	Halva vänster och höger sidors gipsytor frilagda.
22	Gipsytan i tak och på väggar i det närmaste helt frilagd. Endast enstaka mindre flagor återstår.

Brandcell 500 x 500 x 500 mm^3; q = 4 kg trä eller 70,2 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	37
Försöksdatum	14.2.1972
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}485\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	5,281 kg
Beklädnad	13 mm gipsskiva
Brandtid (min)	Anmärkning
4	Övertändning i brandcellen och antändning av gipskraftpapperet, som successivt skiktas i småflagor av storleksordningen 2 x 2 cm^2.
15	Mitt på vänster och höger sida är en gipsyta av storleksordningen ϕ 10 cm frilagd.
16,5	Glödfasen börjar inträda. Samtliga ytor, med undantag av de ovannämnda, utgörs av skiktat gipskraftpapper av storleksordningen 1 x 1 - 2 x 2 cm^2 som efterhand lossnar och flagar av.

Brandcell 500 x 500 x 500 mm^3; q = 4 kg trä eller 70,4 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	10
Försöksdatum	25.1.1971
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}485\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	6,445 kg
Limtyp	PVA-lim
Beklädnad	13 mm gipsplatta med plasttapet av 100 delar PVC och 45 delar DOP jämte mindre mängder stabilisatorer och pigment.

Brandtid (min)	Anmärkning
1	Plasttapeten har förkolnat och spruckit sönder på en yta ϕ 10 cm i taket.
1,25	Den förkolnade och spruckna ytan i taket har ökat till ϕ 20 cm.
1,5	På vänster sida bildas blåsor som efter några sekunders varaktighet spricker sönder. Blåsorna har en storlek av 20 x 100 mm^2.
1,75	Hela takets beklädnad förkolnad och sprucken. På vänster och höger sida har högst upp en remsa av cirka 8 cm förkolnat och spruckit. Visuella observationer av baksidan är inte möjliga.
3	På vänster och höger sida har den förkolnade remsan ökat till en tredjedel av höjden. På grund av brandens häftiga förlopp är även visuella observationer i taket omöjliga.
7	Vid enstaka tillfällen kan punktvis flambildning iakttagas på vänster sida och frontens insida.
7,5	Vänster och höger övre vägghalva förkolnad och sprucken.
10	Höger och vänster sida förkolnad och sprucken. Vid denna tidpunkt har branden nått en intensitet som omöjliggör ytterligare visuella observationer. Karakteristiskt för brandförloppet har varit en jämn och intensiv förbränning.

30 Gipsytan frilagd på samtliga väggar och i tak.

Brandcell 500 x 500 x 500 mm^3; q = 4 kg trä eller 70,4 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	13
Försöksdatum	28.1.1971
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}485\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	6,503 kg
Limtyp	Vattenglas
Beklädnad	13 mm gipsplatta med plasttapet av 100 delar PVC och 45 delar DOP jämte mindre mängder stabilisatorer och pigment

Brandtid (min)	Anmärkning
0,5	Hela plastskiktet i taket har förkolnat och spruckit.
1,25	På vänster och höger sida har en remsa av 10 cm bredd av plasttapeten förkolnat och spruckit.
1,5	Flammorna är så täta i taket att på denna yta inga ytterligare observationer kan ske.
2	Plasttapeten på vänster och höger sidors övre ytor är förkolnad och sprucken. En successiv ökning av brandens intensitet äger rum samtidigt som en successiv förkolning av plasttapeten sker.
3,5	På vänster och höger sida har plasttapeten spruckit och förkolnat till 60%. På grund av den stora brandbelastningen samt en intensiv förbränning redan i ett tidigt skede av branden har under brandförloppet endast mindre ytor kunnat studeras. På iakttagna ytor har någon blåsbildning ej observerats.
5	Förkolningen av plasttapeten har delvis avstannat.
8	På vänster och höger sida har plasttapeten till 80% spruckit och förkolnat. Karakteristiskt för brandförloppet har varit en jämn, successivt ökande förbränningshastighet som

efter 10 min har nått en sådan intensitet att ytterligare visuella observationer är omöjliga.

11 Plasttapeten förkolnad och sprucken på samtliga väggar.

13 I vissa fall kan enstaka observationer av sidorna göras, varvid kan konstateras att erhållna flagor är få men stora, storleksordning 10 x 15 - 10 x 25 cm^2.

18 Brandförloppet fortfarande mycket intensivt. Endast vid enstaka tillfällen kan sidorna iakttagas varvid förekomsten av ovannämnda stora flagor bekräftas.
Taket kan tidvis iakttagas där även flagor av storleksordningen 10 x 15 cm^2 kan observeras.

20 Vänster och höger sida kan iakttagas. Genom att de stora flagorna glidit ner på golvet är i det närmaste hela gipsytan på höger sida frilagd medan motsvarande förhållande för vänster sida är 75%.
Baksidan fortfarande omöjlig att studera.

23,5 Gipsytan på samtliga väggar inklusive baksidan samt i tak helt frilagd.

25 Flamfasen övergår successivt i glödfas.

Brandcell 750 x 750 x 750 mm^3; q = 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	40
Försöksdatum	18.2.1972
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}505\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	2,805 kg
Beklädnad	13 mm gipsskiva, för vilken kraftpapperet på den mot elden vända sidan avskiljts och utgått.

Brandtid (min)	Anmärkning
	Branden ökar efter antändning successivt i intensitet så att övertändning av träribbstapeln erhålles efter cirka 9 min.
17	Glödfasen börjar inträda.

Brandcell 750 x 750 x 750 mm^3; q = 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	38
Försöksdatum	16.2.1972
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}505\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	2,934 kg
Beklädnad	13 mm gipsskiva
Brandtid (min)	Anmärkning
11	Förbränningen av träribbstapeln har nått en sådan intensitet att antändning erhålles i gipskraftpapperet, som successivt skiktas i småflagor av storleksordningen 2 x 2 cm^2.
14	På höger sida, nedre fältet, har gipsen frilagts på en yta av storleksordningen 10 x 15 cm^2.
15	Större delen av gipsytan på nedre halvan av höger sida är frilagd.
16	På vänster sida och baksidan har på nedre väggfältet gipsen frilagts på en yta av cirka 15 x 30 cm^2.
17	Glödfasen börjar inträda. På de ytor där gipskraftpapperet sitter kvar, utgöres detta av flagor av storleksordningen 1 x 1 - - 2 x 2 cm^2 som efterhand lossnar och faller bort.

Brandcell 750 x 750 x 750 mm^3; q = 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	18
Försöksdatum	16.2.1971
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}505\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	3,445 kg
Limtyp	PVA-lim
Beklädnad	13 mm gipsplatta med plasttapet av 100 delar PVC och 45 delar DOP jämte mindre mängder stabilisatorer och pigment

Brandtid (min)	Anmärkning
0-6,75	Ingenting anmärkningsvärt inträffar. Endast en successiv ökning av förbränningshastigheten äger rum.
7	Plastskiktet i taket börjar knottra sig och en successiv förkolning börjar ske.
7,5	I taket har beklädnaden förkolnat och spruckit sönder på en yta 10 x 10 cm^2.
7,75	Halva takets plastbeklädnad har förkolnat och spruckit sönder.
7,90	Plastbeklädnaden på vänster sida börjar förkolna och spricka upp. På höger sida är ytan fortfarande intakt.
8,25	I taket har 75% av plasttapetytan förkolnat och spruckit upp. På vänster sida delar plasten sig på mitten.
8,5	På höger sida har plasttapeten förkolnat på en yta av 15 x 15 cm^2.
8,75	Överständning erhålles plötsligt i brandcellen. Omedelbart före överständningen kunde 6 à 7 st blåsor, 2 x 2 cm^2, iakttagas på höger sida. Genom överständning förhindras tills vidare ytterligare visuella observationer.

10 Vänster och höger sida kan delvis iakttagas. Observerad yta är förkolnad och sprucken, där flagornas storleksordning är 5 x 5 cm^2 eller mindre. Flagornas utseende är ett mellanting mellan krullning och skiktning.
Flambildning kan iakttagas på såväl vänster som höger sida.

12 Branden har minskat i intensitet varvid följande sammanfattning kan ges: Beklädnadsytan i tak och på väggar utgörs av flagor, storleksordningen 5 x 5 cm^2 eller mindre.
Intermittent faller småflagor ner.
Under efterföljande brandförlopp kommer endast en successiv avflagning att ske.

15 På vänster sida har gipsen frilagts på en yta av 15 x 15 cm^2.

17 På vänster och höger sida har gipsen frilagts på en yta av 30 x 40 cm^2.

20 Gipsen är frilagd på vänster sidas nedre del, på baksidan och höger sida till 80% av hela ytan.
Halva gipsytan i taket är frilagd.
Flagor av storleksordningen 1 x 1 à 2 x 2 cm^2 lossnar hela tiden och faller ner.

Brandcell 750 x 750 x 750 mm^3; q = 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	17
Försöksdatum	15.2.1971
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}505\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	3,144 kg
Limtyp	Vattenglas
Beklädnad	13 mm gipsplatta med plasttapet av 100 delar PVC och 45 delar DOP jämte mindre mängder stabilisatorer och pigment

Brandtid (min)	Anmärkning
0-5,5	Endast en successiv ökning av förbränningshastigheten sker.
5,75	I tak och mitt på vänster sida knottrar plasttapeten sig.
6,5	En successiv förkolning sker i taket.
7,5	Halva takets beklädnadsskikt förkolnat och spruckit. Någon egentlig blåsbildning har ej noterats.
7,85	Plötslig övertändning sker i brandcellen.
8	Med undantag av en remsa längst ner har plasttapeten på såväl vänster som höger sida förkolnat och spruckit. Förkolningsförloppet har utvecklats under 15-20 s, då under perioden 0-7,5 min obetydlig inverkan erhållits på beklädnadsytorna.
8,5	En flaga, storleksordningen 10 x 20 cm^2 har uppkommit på vänster sida. Såväl på vänster som höger sida kan iakttagas flambildning men ej flamspridning.
9,5	Beklädnaden har delvis övergått i flagor, storleksordningen 20 x 30 cm^2 på såväl vänster som höger sida.
10	Beklädnadsytan på vänster och höger sida förkolnad och sprucken.

10,5 En flaga, storleksordningen 20 x 30 cm^2 kan iakttagas i taket.

11 Sammanfattning

Vänster sidoytas plastskikt består av 3 à 4 löst hängande flagor, storleksordning 20 x 30 cm^2, samt i övrigt av mindre flagor, storleksordningen 10 x 20 cm^2. Under plastflagorna kan gipskraftpapperet iakttagas, som består av skiktade delytor, storleksordningen 2 x 2 cm^2.
Baksidans yta utgörs av flagor av storleksordningen 10 x 10 - 15 x 30 cm^2.
På höger bortre sida hänger en plastflaga, med höjd lika med ugnens och med en bredd av cirka 30 cm. Denna flaga har rullat sig rörformat, med en diameter $\phi \approx 60$ mm. På övre höger sidoyta hänger en plastflaga, analogt rullad, av storleksordningen 30 x 40 cm^2. Övriga ytor utgörs av lösa, krulliga flagor. På de frilagda ytorna kan gipskraftpapperet iakttagas, som utgörs av skiktade delytor, storleksordningen 2 x 2 cm^2.
I taket hänger tre flagor ner, storleksordningen 20 x 20 cm^2.

14,5 Brandförloppet övergår successivt i glödfas.
På grund av den korta brandtiden hängde vid glödfasens slut flagor kvar.

Brandcell 750 x 750 x 750 mm^3; q = 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	39
Försöksdatum	16.2.1972
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}495\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	5,676 kg
Beklädnad	13 mm gipsskiva, för vilken kraftpapperet på den mot elden vända sidan avskiljts och utgått.
Brandtid (min)	Anmärkning
	Branden ökar efter antändning successivt i intensitet så att övertändning i träribbstapeln erhålles efter cirka 6 min.

Brandcell 750 x 750 x 750 mm^3; q = 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	33
Försöksdatum	9.2.1972
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}495\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	5,799 kg
Beklädnad	13 mm gipsskiva
Brandtid (min)	Anmärkning
10	Övertändning i brandcellen och antändning av gipskraftpapperet, som successivt skiktas i småflagor av storleksordningen 2 x 2 cm^2.
15,5	På vänster och höger sida har i nedre kanten nära mittlinjen gipsen frilagts på en yta av storleksordningen 15 x 15 cm^2.
20	Glödgasen börjar inträda. Samtliga ytor, med undantag av de ovannämnda, utgörs av skiktat gipskraftpapper av storleksordningen 1 x 1 - 2 x 2 cm^2 som successivt flagar av.

Brandcell 750 x 75' x 750 mm^3; q = 2 kg tr eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	
Försöksdatum	0.11.1970
Öppningsfaktor	$\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 m$^{1/2}$
Porositetsfaktor	= 0,495 cm^{1,1}
Bränslevikt	,795 kg
Limtyp	PVA-lim
Beklädnad	13 mm gipsplatta med p tapet av 100 delar PVC och 45 delar DOP jämte ndre mängder stabilisatorer och pigment

Brandtid (min)	Anmärkning
1	Lågor slår ut ur brandcellen.
1,25	Plasttapeten börjar flaga på vänster väggsida.
4	Vänster och höger väggsida förkolnade.
9	På höger väggsida lossnade en större tapetyta utan att falla ner.

Karakteristiskt för detta försök var att endast mindre flagor av plasttapeten lossnade. För såväl väggar som tak gällde att någon krullning av beklädnaden eller sjokbildning, orsakad av att limmets funktion fläckvis upphört, ej registrerades.

Brandcell 750 x 750 x 750 mm^3; q = 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	2
Försöksdatum	12.11.1970
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}495\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	6,880 kg
Limtyp	Vattenglas
Beklädnad	13 mm gipsplatta med plasttapet av 100 delar PVC och 45 delar DOP jämte mindre mängder stabilisatorer och pigment.

Brandtid (min)	Anmärkning
1,5	Plasttapeten börjar förkolna på höger och vänster sidors övre delar. Flagor börjar uppträda i taket.
2	En relativt stor flaga uppkommer i taket.
2,75	Hela takbeklädnaden består i stort sett av nedhängande flagor. Mindre flammor uppträder kortvarigt på väggsidorna (troligen gipspapperet), men flamspridning erhålles ej.
3,5	Flagor uppkommer på vänster sida av storleksordningen 1 dm^2 och på höger sida av storleksordningen 0,5 dm^2.
4,5	Beklädnaden på cirka halva vänster sida har övergått i form av löst hängande flagor.
5	Väggar och tak är förkolnade.
7	Beklädnaden på höger sida har övergått i form av löst hängande flagor.
8,5	Till 75% har beklädnaden på vänster sida övergått i form av löst hängande flagor. På vänster väggsida är 30% av gipsen frilagd, dvs tapet och gipspapper har förkolnat och fallit ned. På höger sida är cirka 25% av gipsen frilagd.
9,5	Större delen av vänster sida i form av löst hängande flagor.
9,75	Beklädnaden på vänster sida lossnar och glider ner.

10 På höger sida har större delen av beklädnaden endera förkolnat eller glidit ner.

11 Gipsytan i väggar och tak i stort sett helt frilagd.

13 Vedstapeln rasar samman och flamfasen övergår successivt i glödfas.

Brandcell 750 x 750 x 750 mm^3; q = 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	19
Försöksdatum	18.2.1971
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}495\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	6,370 kg
Limtyp	Maskinklister av fabrikat Mo och Domsjö
Beklädnad	13 mm gipsplatta med tapet av glasfiberväv
Brandtid (min)	Anmärkning
2	T-spriten slut
4	Flambildning samt successiv flamspridning kan iakttagas på vänster sida.
5	Flambildning på 3/5 av vänster sida samt delar av höger sida. Successivt sker ytterligare flamspridning. På grund av intensiv förbränning är visuella observationer omöjliga i tak och på baksida. Man kan konstatera att såväl flambildningen som flamspridningen enbart äger rum i gipskraftpapperet.
6	Flambildning i gipskraftpapperet på hela vänstra och högra sidan.
8,25	På vänster sida kan iakttagas hur glasfiberväven sitter kvar, till synes opåverkad, medan gipskraftpapperet under glasfibern har skiktat sig.
9	En mindre del av glasfiberväven på höger sida har lossnat. (Glasfiberväven i tak och på höger sida är manuellt klistrade i Lund).
10	Sammanfattande karakterisering av ytskiktens kondition: Gipskraftpapperet på vänster och höger sida är skiktat i flagor av storleksordningen 1 x 1 à 1 x 2 cm^2. På vänster sida sitter glasfiberväven kvar medan på höger sida en mindre delyta lossnat och fallit ner.

	På grund av intensiv förbränning är tak och baksida fortfarande omöjliga att iakttaga.
11	Baksidan kan delvis iakttagas och är utseendemässigt lika vänster sida, dvs skiktat gipskraftpapper medan glasfiberväven sitter kvar till synes opåverkad.
12	Taket kan delvis iakttagas. Här har glasfiberväven delvis släppt och fallit ner. (Jfr anmärkning ovan).
13,75	Hela taket kan nu iakttagas där gipsen är frilagd. Således är såväl glasfiberväven som gipskraftpapperet borta.
14	Baksidans gipsplatta har spruckit. Detta till trots sitter glasfiberväven kvar. På höger sida är gipsytan helt frilagd, dvs glasfiberväv och gipskraftpapper är borta.
15,5	Flamfasen övergår i glödfas. Sammanfattande karakterisering av ytskiktens kondition: På vänster sida och baksidan sitter glasfiberväven kvar, till synes opåverkad. Därunder är gipskraftpapperet skiktat i flagor av storleksordningen 1 x 1 cm^2. I tak och på höger sida är gipsytan helt frilagd.
18	Delar av den nedfallna glasfiberväven tillhörig höger sida kan studeras. Anmärkningsvärt är att fortfarande sitter cirka 25% av det skiktade gipskraftpapperet kvar på väven, vilket innebär att det är förbindningen mellan gips och gipskraftpapper som släppt. Vid beröring av den nedfallna glasfiberväven kan konstateras att denna är mycket spröd och lätt faller sönder.

Brandcell 750 x 750 x 750 mm^3; q = 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	20
Försöksdatum	18.2.1971
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}495\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	7,789 kg
Limtyp	Handklister av fabrikat Mo och Domsjö
Beklädnad	13 mm gipsplatta med tapet av glasfiberväv
Brandtid (min)	Anmärkning
3	En successiv ökning av förbränningshastigheten har skett. Tak och väggar helt opåverkade.
4	Lågorna slår an ganska intensivt mot taket, men det enda som sker är en viss nedsvärtning.
5	Flambildning kan iakttagas på vänster sida.
5,25	Flambildning och flamspridning kan iakttagas i gipskraftpapperet på vänster och höger övre sida.
6	På grund av intensiv förbränning är taket och baksidan omöjliga att iakttaga.
7	På vänster sida har en yta av storleksordningen ϕ 15 cm antagit helt vit färg.
8	På hela vänstra sidan sker flambildning och flamspridning i gipskraftpapperet.
9	På vänster sida kan iakttagas hur gipskraftpapperet under glasfiberväven skiktar sig.
11	Större delen av vänster sidas gipskraftpapper har skiktats i flagor av storleksordningen 1 cm^2. Glasfiberväven sitter kvar, till synes intakt.
11,25	Även på höger sida har gipskraftpapperet skiktats i flagor av storleksordningen 1 cm^2.
12	Flambildning och flamspridning har helt upphört såväl på vänster som höger sida.
14	Vänster sidas gipsplatta har spruckit vertikalt på mitten. Trots detta sitter glasfiberväven kvar

ända ut i kanterna. I taket, som nu kan studeras, gäller även en mycket skiktad gipskraftpappersyta under väven. Här har även gipsplattan spruckit från front till baksida, men trots detta sitter glasfiberväven kvar.

14,5 Baksidan kan nu iakttagas där gipsskivan uppvisar en horisontell spricka strax över mitten. Gipskraftpapperet är skiktat som övriga ytor medan glasfiberväven är till synes intakt.

16 Flamfasen övergår i glödfas.

Sammanfattande karakterisering av ytskiktens kondition:

Glasfiberväven sitter kvar på samtliga ytor trots att i vissa fall gipsplattorna spruckit. Gipskraftpapperet under väven är på samtliga ytor skiktat i flagor av storleksordningen 1 cm^2.

18 Delar av gipsskivan i tak faller ned och river samtidigt sönder glasfiberväven.

Vid studium av glasfiberväven kan konstateras att denna efter brand är mindre spröd och mera elastisk än motsvarande erhållen vid föregående försök då väven var klistrad med maskinklister.

Brandcell 750 x 750 x 750 mm^3; q = 4 kg trä eller 70,2 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	41
Försöksdatum	18.2.1972
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t$ = 0,04 $m^{1/2}$
Porositetsfaktor	ϕ = 0,490 $cm^{1,1}$
Bränslevikt	11,733 kg
Beklädnad	13 mm gipsskiva, för vilken kraftpapperet på den mot elden vända sidan avskiljts och utgått.
Brandtid (min)	Anmärkning
	Branden ökar efter antändning successivt i intensitet så att övertändning av träribbstapeln erhålles efter cirka 6 min.
22,5	Gipsskivan i taket föll ned.

Brandcell 750 x 750 x 750 mm^3; q = 4 kg trä eller 70,4 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	34
Försöksdatum	9.2.1972
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}490\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	11,078 kg
Beklädnad	13 mm gipsskiva
Brandtid (min)	Anmärkning
3,5	Övertändning i brandcellen och antändning av gipskraftpapperet, som successivt skiktas i småflagor av storleksordningen 2 x 2 cm^2.
12	I främre nedre kanten har på vänster och höger sida gipsen frilagts på en yta av storleksordningen 20 x 20 cm^2.
15	De frilagda gipsytorna har ökat till cirka 30 x 30 cm^2.
18	Glödfasen börjar inträda. Samtliga ytor, med undantag av de ovannämnda, utgörs av skiktat gipskraftpapper av storleksordningen 1 x 1 - 2 x 2 cm^2 som successivt flagar av.

Brandcell 750 x 750 x 750 mm^3; q = 4 kg trä eller 70,4 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	4
Försöksdatum	8.1.1971
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}490\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	14,559 kg
Limtyp	PVA-lim
Beklädnad	13 mm gipsplatta med plasttapet av 100 delar PVC och 45 delar DOP jämte mindre mängder stabilisatorer och pigment.

Brandtid (min)	Anmärkning
1,25	Plasten på sidoväggarnas övre ytor börjar förkolna och spricka.
2	Vänster och höger sidors övre ytor förkolnade och spruckna.
4	Flammorna så intensiva att visuella observationer nästan omöjliga.
4-12,30	Vänster och höger sidor tidvis något synliga. Plasten förkolnar, spricker och övergår i flagor som delvis kryllar sig, dock utan att falla ned. Flagornas storleksordning mindre än 10 cm^2.
12,30	På höger sida har plastskikt och gipskraftpapper förkolnat, med resultat att cirka 100 cm^2 av gipsytan frilagts.
17,30	Gipsytan på främre höger sida i stort sett helt frilagd. Vänster sidas plastskikt sprucket och förkolnat, men ännu ingen frilagd gipsyta.
18	Visuella observationer fortfarande omöjliga i taket.
18,30	Flagor av plastskikt och gipskraftpapper börjar lossna.
20	Gipsytan på nedre främre vänster sida frilagd. Baksidan kan nu delvis iakttagas. Denna yta är för-

kolnad och sprucken, men inga nedfallna flagor och därav följande bara gipsytor kan konstateras. På höger sida är cirka 75% av gipsytan frilagd.

23 Cirka 40% av vänster sidas gipsyta är frilagd. Övriga delen av vänster sida karakteriseras av löst hängande flagor som successivt lossnar och faller ner.
Baksidan karakteriseras fortfarande av löst hängande flagor, som endast i mindre utsträckning lossnat och fallit ner.
Taket kan nu delvis studeras. Gipsytan är här i det närmaste helt frilagd.
Flamfasen övergår i glödfas.

28 Samtliga gipsytor i det närmaste helt frilagda.

Brandcell 750 x 750 x 750 mm^3; q = 4 kg trä eller 70,4 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	3
Försöksdatum	20.11.1970
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}490\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	15,015 kg
Limtyp	Vattenglas
Beklädnad	13 mm gipsplatta med plasttapet av 100 delar PVC och 45 delar DOP jämte mindre mängder stabilisatorer och pigment.

Brandtid (min)	Anmärkning
	Brandförloppet ökade snabbt i intensitet varför visuella observationer är begränsade under brandens tidigare skede.
3,5	Samtliga väggar förkolnade och delvis uppspruckna. Beklädnaden övergår successivt i flagor, storleksordningen 100 cm^2.
12	Såväl beklädnad som gipskraftpapper har övergått i form av löst hängande flagor.
13	På höger sida hänger enstaka flagor, storleksordningen 50-100 cm^2. I övrigt är gipsytan frilagd, dvs tapet och gipspapper har förkolnat och fallit ner.
18	Vänster sidas främre halva helt frilagd intill gipsytan, medan på den bortre plasten hänger i stora flagor.
19	Taket kan nu delvis iakttagas. Lösa sjok, storleksordningen 300 à 400 cm^2, hänger ned.
20	Gipsytan helt frilagd på vänster sida och frontens insida. Cirka hälften av baksidans gipsyta är frilagd.
22	Baksidans gipsyta helt frilagd. Cirka hälften av gipsskivan i taket föll ned.

Brandcell 1000 x 1000 x 1000 mm^3; q = 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	31
Försöksdatum	7.2.1972
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}497\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	4,990 kg
Beklädnad	13 mm gipsplatta
Brandtid (min)	Anmärkning
8,5	Övertändning i brandcellen och antändning av gipskraftpapperet, som successivt skiktas i småflagor av storleksordningen 2 x 2 cm^2.
11	Nedtill på vänster och höger sida har gipsen frilagts på en yta av cirka 20 x 10 cm^2.
14	På höger sida har den frilagda gipsytan ökat till cirka 20 x 20 cm^2.
16	Glödfasen börjar inträda. Brandcellens innerytor utgöres till stor del av skiktat gipskraftpapper, storleksordningen 1 x 1 - 2 x 2 cm^2 som successivt flagar av.

Brandcell 1000 x 1000 x 1000 mm^3, q = 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	12
Försöksdatum	28.1.1971
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}497\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	6,932 kg
Limtyp	PVA-lim
Beklädnad	13 mm gipsplatta med plasttapet av 100 delar PVC och 45 delar DOP jämte mindre mängder stabilisatorer och pigment.

Brandtid (min)	Anmärkning
1	Bensinen slut. Ingen synbar effekt på plasttapeten.
4	Ingen synbar effekt på plasttapeten. Hittills har endast en successiv ökning av förbränningshastigheten skett.
4,5	På höger sida, mitt för träribbstapeln, börjar blåsor bildas i plasttapeten vilka spricker och förkolnar. Blåsornas storlek cirka 15 x 30 mm^2. Förkolnad yta cirka 10 x 10 cm^2. Övertändning i träribbstapeln.
5	Den förkolnade ytan på höger sida har ökat i storlek till 20 x 20 cm^2.
5,25	Övertändning erhålles i brandcellen. Tjock svart rök börjar samtidigt bolma ut genom fönsteröppningen vilket omöjliggör ytterligare visuella observationer.
8,5	Delar av vänster och höger sida kan iakttagas. Synliga ytor är skiktade och något krulliga.
10	Samtliga väggar kan iakttagas. Ytorna är skiktade och något krulliga. Flagornas storleksordning är 4 x 4 à 5 x 5 cm^2. På vänster sida är gipsen frilagd på en yta av 10 x 10 cm^2 och på höger sida på en yta av 20 x 30 cm^2. En successiv flagning sker.

11	Taket kan iakttagas där ytskiktet har samma utseende som övriga väggytor.
14	Gipsskivan i taket sprack sönder och vänstra halvan föll ner. Flamfasen övergår successivt i glödfas. På höger sidas nedre del är gipsytan frilagd. Delar av baksidans gipsytan är även frilagd.
16	Hela gipsskivan i taket har fallit ner. På höger sida och baksidan är cirka 75% av gipsytan frilagd medan motsvarande på vänster sida är 50%.

Brandcell 1000 x 1000 x 1000 mm^3; q = 1 kg trä eller 17,6 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	16
Försöksdatum	1.2.1971
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}497\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	7,492 kg
Limtyp	Vattenglas
Beklädnad	13 mm gipsplatta med plasttapet av 100 delar PVC och 45 delar DOP jämte mindre mängder stabilisatorer och pigment.

Brandtid (min)	Anmärkning
0-4	En successiv ökning av förbränningshastigheten sker.
4,5	Småblåsor, storleksordningen ϕ 5 mm, kan iakttagas på höger sida, vilka successivt spricker och förkolnar.
5	Förkolning börjar ske i taket.
6	Övertändning erhålles plötsligt i brandcellen. I samband därmed utvecklas tjock, svart rök, som väller ut ur fönsteröppningen och omöjliggör ytterligare visuella observationer.
7	En nedhängande flaga, storleksordningen 20 x 30 cm^2, kan iakttagas i taket.
7,25	Höger sida kan tidvis skymtas. Denna består av flagor av storleksordningen 10 x 15 - 10 x 30 cm^2.
8	Vänster sida kan tidvis iakttagas där flagor av samma storleksordning kan noteras.
8,5	Stora sjok, storleksordningen 20 x 20 à 20 x 30 cm^2 glider ner såväl på vänster som höger sida varvid gipsytan frilägges.
9	Höger sidas främre delyta kan tidvis iakttagas där gipsytan är helt frilagd genom att plasttapet och gipskraftpapper glidit ner på golvet. I den ringa mån bortre delytan kan studeras verkar motsvarande förhållanden gälla även där.

9,5 Vänster sidas delyta kan iakttagas som även den uppvisar frilagd gips.
Baksidan kan ännu ej iakttagas.

11 Bortsett från mindre delytor i bakre delen kan vänster sida studeras där gipsytan är helt frilagd.
Hela gipsytan på höger sida frilagd. Ett par stora sjok av plasttapet och gipskraftpapper hänger lösa på korgens högra del.
Baksida och tak kan ej iakttagas.

13 Följande sammanfattning gäller:
På vänster sida är gipsytan helt frilagd med undantag av bortre nedre hörnan där nedrasade sjok hänger, delvis vilande på korgen.
Baksidans gipsytan helt frilagd.
Höger sidas gipsytan helt frilagd.
I taket hänger stora sjok, storleksordningen 20 x 20 cm^2, ner, delvis vilande på korgen.
Successivt lossnar delar av sjoken och faller ner.

15 Branden övergår successivt i glödfas.

Brandcell 1000 x 1000 x 1000 mm^3; q = 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	30
Försöksdatum	4.2.1972
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}483\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	10,606 kg
Beklädnad	13 mm gipsplatta

Brandtid (min)	Anmärkning
13	Övertändning i brandcellen och antändning av gipskraftpapperet, som successivt skiktas i småflagor av storleksordningen 2 x 2 cm^2.
17	Gipskraftpapperet slutbränt, dock består ytan av småflagor av ovan angiven storleksordning.
20	På baksidan, till en höjd av 20 cm räknat nedifrån är gipsytan helt frilagd.
21	Glödfasen inträder successivt. Ytorna utgöres mer eller mindre av skiktat gipskraftpapper, som efterhand flagar av.
26	Gipsskivan i taket föll ner.

Brandcell 1000 x 1000 x 1000 mm^3; q = 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	5
Försöksdatum	12.1.1971
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}483\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	13,108 kg
Limtyp	PVA-lim
Beklädnad	13 mm gipsplatta med plasttapet av 100 delar PVC och 45 delar DOP jämte mindre mängder stabilisatorer och pigment.

Brandtid (min)	Anmärkning
3	Hittills har endast skett en successiv ökning av förbränningshastigheten i träribbstapeln.
4	En successiv smältning och uppsprickning sker i plastskiktet på höger sida. Även börjar förkolning ske såväl på höger sida som i tak. I vissa fall kan även blåsbildning iakttagas, där dessa i vissa fall når en storlek av ϕ 100 mm.
4,30	Överständning sker i brandcellen. Viss förbränning sker i gipskraftpapperet på höger sida och i tak.
5	Brandförloppet är så intensivt att visuella observationer i stort sett är omöjliga. Under passerat förlopp har i vissa fall lågor i gipskraftpapperet noterats, men flamspridning äger icke rum. Karakteristiskt för plastens beteende under brandförloppet är uppsprickning samt övergång till löst hängande flagor av storleksordning 4 à 5 cm^2.
8,5	Karakteristiskt för plasttapeten är fortfarande uppsprickning och uppkommande småflagor.
12	Tak och baksida fortfarande helt omöjliga att iakttaga.
13	Baksidans yta kan delvis iakttagas. Denna består huvudsakligen av små, löst hängande flagor.

Även kan då och då taket studeras. Här har gipsen spruckit sönder och delvis fallit ned.

14 En gipsyta av storleksordningen 20 x 30 cm^2 har frilagts på höger sidas centrumlinje, nära botten. I stort sett har all gips i taket fallit ned. Flamfasen övergår i glödfas.

15 Karakteristiskt för samtliga sidoväggar är en yta som utgörs av mindre flagor.

17 Samtliga sidoväggar har en i stort sett frilagd gipsyta.

21,5 Halva höger sidas gipsskiva spricker sönder och faller ner.

Brandcell 1000 x 1000 x 1000 mm^3; 2 kg trä eller 35,2 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	8
Försöksdatum	19.1.1971
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}483\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	13,932 kg
Limtyp	Vattenglas
Beklädnad	13 mm gipsplatta med plasttapet av 100 delar PVC och 45 delar DOP jämte mindre mängder stabilisatorer och pigment.

Brandtid (min)	Anmärkning
1	I taket har plasttapeten förkolnat och spruckit sönder på en yta av cirka 30 x 30 cm^2. Här kan en tydlig flagning av plastskiktet av storleksordningen 2 x 2 cm^2 iakttagas, där flagorna delvis lossnar och delvis krullar sig (jfr bränning av tidningspapper).
0-4	På övriga ytor kan inga intressanta detaljer iakttagas.
4,5	På vänster sida är en yta av 15 x 15 cm^2 förkolnad.
5	På vänster sida är 25% av ytan förkolnad.
5,5	Explosionsartad övertändning erhålles i brandcellen varvid beklädnadsskiktet på samtliga ytor förkolnar och spricker sönder. Tjock svart rök bolmar ut ur fönsteröppningen och omöjliggör visuella observationer.
7	Ett sjok, storleksordningen 20 x 20 cm^2, kan skymtas löst hängande i taket.
12	Höger sida kan tidvis iakttagas, varvid kan konstateras att gipsytan är frilagd på hela ytan med undantag av en 10 cm bred remsa utmed kanterna.
13	Vänster sida kan tidvis iakttagas, varvid kan konstateras att gipsen är frilagd på den halva yta

som är belägen närmast fronten, medan den bortre ytan utgörs av skiktade flagor.

14 Gipsytan på vänster sida i stort sett helt frilagd. Baksidan kan tidvis skymtas, varvid kan konstateras att gipsytan är frilagd.
Utmed bottnens ytterkanter ligger nerrasade sjok, bestående troligtvis av både plasttapet och gipskraftpapper.

15 I taket, som nu är synligt, kan konstateras dels att gipsytan är helt frilagd, dels att gipsen erhållit en tvärgående spricka.

15,75 Halva baksidans övre gipsyta rasade ner.

16 Resterande bakre gipsytas överdel rasade ner. Glödfasen har inträtt.

18 Halva takets gipsytan ramlar ner.
På vänster sida uppstår en vertikal spricka på mitten.
Efter försöket kan på gipsytan iakttagas små svarta prickar, storleksordningen ϕ 3 mm. Gipsytan har dessutom blivit knottrig.

Brandcell 1000 x 1000 x 1000 mm^3; q = 4 kg trä eller 70,4 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	32
Försöksdatum	7.2.1972
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}472\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	20,077 kg
Beklädnad	13 mm gipsskiva
Brandtid (min)	Anmärkning
5,5	Övertändning i brandcellen och antändning av gipskraftpapperet, som successivt skiktas i småflagor av storleksordningen 2 x 2 cm^2.
16,5	På höger och vänster främre nedre sida har gipsen frilagts på en yta av storleksordningen 20 x 50 cm^2.
19,5	Hälften av takets gipsskiva föll ned.
22	Resterande del av takets gipsskiva föll ned. Brandcellens innerytor utgöres mer eller mindre av skiktat gipskraftpapper, storleksordningen 1 x 1 - 2 x 2 cm^2, som successivt flagar av.

Brandcell 1000 x 1000 x 1000 mm^3; q = 4 kg trä eller 70,2 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	9
Försöksdatum	25.1.1971
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}472\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	25,569 kg
Limtyp	PVA-lim
Beklädnad	13 mm gipsplatta med plasttapet av 100 delar PVC och 45 delar DOP jämte mindre mängder stabilisatorer och pigment.

Brandtid (min)	Anmärkning
0,75	Plasttapeten har förkolnat och spruckit sönder på en yta ϕ 30 cm i takets främre del.
1	Halva takets plastyta har förkolnat och spruckit.
1,25	På höger övre sida närmast fronten har en yta av ϕ 20 cm förkolnat och spruckit.
1,5	Hela plastskiktet i taket förkolnat och spruckit. Även vänster och höger sidors övre plastskikt förkolnade och spruckna.
1,75	På grund av intensiv förbränning är visuella observationer omöjliga i tak och på baksida.
3	På höger och vänster sida är 60% av plastytan förkolnad och sprucken.
4,75	Enstaka kortvariga flammor kan iakttagas på höger sida samt frontens insida.
5	Flagning och krullning av ytan på höger sida. (Troligtvis gipskraftpapperet).
5,25	På höger och vänster sida är 80% av plastytan förkolnad och sprucken.
5,5	En successiv flagning av ytskiktet (plasttapet + gipskraftpapper) äger rum, där en frilagd gipsyta av 10 x 10 cm^2 har erhållits.

7,75	Hela ytan på höger och vänster sida förkolnad och sprucken, där ytskiktet utgörs av flagor av storleksordningen 2 x 2 cm^2. Vid försöket sker en kombinerad skiktning och krullning av beklädnadsytan (plasttapet + gipskraftpapper). (Jfr antändning av en tidning). Någon blåsbildning har ej kunnat iakttagas.
10	Branden så intensiv att hela brandcellen är ett enda eldhav.
13,5	Gipsytan i taket börjar spricka sönder med nedfallande gipsdelar som följd.
15,5	Höger sida kan tidvis iakttagas. Karakteristiskt är en sprucken, skiktad, flagad och krullad yta. Flagornas storleksordning cirka 2 x 2 cm^2.
18	Vänster sida, baksida och tak omöjliga att iakttaga. En successiv lossflagning sker på höger sida, där småflagor av storleksordningen 2 x 2 cm^2 faller ner och där en gipsyta av storleksordningen 20 x 20 cm^2 frilagts.
18,5	Gipsytan på övre främre höger sida faller ner.
19,5	Vänster sida och baksidan kan iakttagas, där ytan är sprucken och delvis skiktad, delvis krullad. Flagornas storleksordning 2 x 2 cm^2.
5-20	Karakteristiskt för brandförloppet under denna tidsperiod är en jämn, intensiv förbränning. Detta innebär samtidigt en jämn utveckling av bildade flammor.
20	Gipsytan på nedre främre höger sida frilagd.
22	Taket kan nu iakttagas, varvid kan konstateras att under försökets gång all gips fallit ned. På höger sida är 75% av gipsytan frilagd. Kontinuerligt sker avflagning, där flagornas storlek är cirka 2 x 2 cm^2.
25	Gipsytan är helt frilagd på baksidan.
27	Vänster sidas gipsyta är till cirka 50% frilagd, resterande del täcks av småflagor.

Brandcell 1000 x 1000 x 1000 mm^3, q = 4 kg trä eller 70,4 MJ per m^2 o.y.

Försöksnummer	14
Försöksdatum	28.1.1971
Öppningsfaktor	$A\sqrt{h}/A_t = 0{,}04\ m^{1/2}$
Porositetsfaktor	$\phi = 0{,}472\ cm^{1,1}$
Bränslevikt	26,293 kg
Limtyp	Vattenglas
Beklädnad	13 mm gipsplatta med plasttapet av 100 delar PVC och 45 delar DOP jämte mindre mängder stabilisatorer och pigment.

Brandtid (min)	Anmärkning
0,5	Plasttapeten i taket börjar förkolna och spricka.
0,75	I taket har en yta ϕ 30 cm av plasttapeten förkolnat och spruckit.
1,25	Plasttapeten på vänster och höger sidors övre tredjedelsytor förkolnad och sprucken.
1,75	Plasttapeten på vänster och höger sidors övre delytor förkolnad och sprucken.
2,25	Brandförloppet är redan så intensivt att visuella observationer är mycket begränsade. Detta brandförlopp ökade mycket snabbt i intensitet varför studium av tak och baksida omöjliggjordes efter cirka 1,5 min brandtid. Någon blåsbildning har ej kunnat iakttagas.
4,75	Enstaka tillfälliga flammor kan observeras på höger sida och frontens insida.
5	Hela höger sidas plasttapet förkolnad och sprucken. Flambildning kan iakttagas på vänster sida. De flagor som kan iakttagas är av storleksordningen 10 x 15 - 10 x 25 cm^2. Några småflagor kan ej noteras.
7,5	Höger sida kan iakttagas ibland. Ytan består delvis av stora, löst hängande flagor. delvis av frilagd gips.

	Även vänster sida kan stundtals skymtas där ytan utgörs av stora lösa sjok.
12	Delar av gipsskivan i taket föll ned.
14,5	Höger sidas främre del kan iakttagas där gipsytan är helt frilagd.
17	Ytterligare sönderfall av gipsskivan i taket.
18	Brandcellens främre ytor kan tidvis iakttagas. På höger sida är gipsskivan helt frilagd medan på vänster sida ytan utgörs av stora flagor.
18,5	Tre fjärdedelar av gipsytan på höger sida är frilagd.
19	Vänster sidas främre övre gipsyta är frilagd. Hela höger sidas gipsyta i stort sett helt frilagd.
20	Delar av gipsskivan på höger sida faller ner. Baksidan kan tidvis iakttagas, där halva ytan utgörs av stora sjok medan övriga ytan är frilagd intill gipsen.
21	Delar av gipsskivan på vänster sida faller ner. Baksidans och större delen av vänster sidas gipsyta frilagd.
22	Taket kan iakttagas varvid kan konstateras att hela gipsskivan är borta. Flamfasen övergår successivt i glödfas.

CAPTION

FIG. 1. The largest model chamber used in the test. The second-largest model chamber is designed along the same lines as this one.

FIG. 2. Photograph representative of the two largest model chambers.

FIG. 3. The smallest model chamber used in the test, and weighing equipment for the fire load.

FIG. 4. Photograph of test arrangement and ventilator cowl.

FIG. 5. Photograph of measuring equipment.

FIG. 6. Representative weight loss curve recorded during a fire process. (Model chamber 500 x 500 x 500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t = 0.040\ m^2$; q = 3.029 kg; $\phi = 0.360\ cm^{1.1}$). /7/

FIG. 7. Location and numbers of the thermocouples.

FIG. 8. Calibrating curve for radiation meter.

FIG. 9. Photograph of gas detecting equipment, dilution arrangement, tape recorder and clock.

FIG. 10. Photograph of gas ampoules reflecting the concentration of carbon monoxide gas at certain points during a test.

FIG. 11. Pile of wood cribs with pertinent definitions.

FIG. 12. Variation of rate of burning with time during process of fire development. (Model chamber 500 x 500 x x 500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t = 0.040\ m^{1/2}$; q = 3.029 kg; ϕ = = 0.360 $cm^{1.1}$). /7/

FIG. 13. Experimentally recorded weight loss - time curves. Model chamber 500 x 500 x 500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t = 0.04\ m^{1/2}$; fire load, 1 kg wood or 35.2 MJ per m^2 enclosing surface (ceiling, floor, walls).

FIG. 14. Experimentally recorded weight loss - time curves. Model chamber 500 x 500 x 500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t = 0.04\ m^{1/2}$; fire load, 2 kg wood or 35.2 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 15. Experimentally recorded weight loss - time curves. Model chamber 500 x 500 x 500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 4 kg wood or 70.4 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 16. Experimentally recorded weight loss - time curves. Model chamber 750 x 750 x 750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 1 kg wood or 17,6 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 17. Experimentally recorded weight loss - time curves. Model chamber 750 x 750 x 750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 2 kg wood or 35.2 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 18. Experimentally recorded weight loss - time curves. Model chamber 750 x 750 x 750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 4 kg wood or 70.4 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 19. Experimentally recorded weight loss - time curves. Model chamber 1000 x 1000 x 1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 1 kg wood or 17.6 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 20. Experimentally recorded weight loss - time curves. Model chamber 1000 x 1000 x 1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 2 kg wood or 35.2 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 21. Experimentally recorded weight loss - time curves. Model chamber 1000 x 1000 x 1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 4 kg wood or 70.4 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 22. Experimentally recorded gas temperature - time curves. Model chamber 500 x 500 x 500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 1 kg wood or 17.6 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 23. Experimentally recorded gas temperature - time curves. Model chamber 500 x 500 x 500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 2 kg wood or 35.2 MJ per m^2 enclosing surface

FIG. 24. Experimentally recorded gas temperature - time curves. Model chamber 500 x 500 x 500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 4 kg wood or 70.4 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 25. Experimentally recorded gas temperature - time curves. Model chamber 750 x 750 x 750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 1 kg wood or 17.6 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 26. Experimentally recorded gas temperature - time curves. Model chamber 750 x 750 x 750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 2 kg wood or 35.2 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 27. Experimentally recorded gas temperature - time curves. Model chamber 750 x 750 x 750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 4 kg wood or 70.4 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 28. Experimentally recorded gas temperature - time curves. Model chamber 1000 x 1000 x 1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 1 kg wood or 17.6 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 29. Experimentally recorded gas temperature - time curves. Model chamber 1000 x 1000 x 1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 2 kg wood or 35.2 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 30. Experimentally recorded gas temperature - time curves. Model chamber 1000 x 1000 x 1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 4 kg wood or 70.4 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 31. Experimentally recorded relationships between intensity of radiation, given as measured mV output voltage, and time t (min). Model chamber 500 x 500 x x 500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 1 kg wood or 17.6 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 32. Experimentally recorded relationships between intensity of radiation, given as measured mV output voltage, and time t (min). Model chamber 500 x 500 x x 500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 2 kg wood or 35.2 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 33. Experimentally recorded relationships between intensity of radiation, given as measured mV output voltage, and time t (min). Model chamber 500 x 500 x x 500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 4 kg wood or 70.4 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 34. Experimentally recorded relationships between intensity of radiation, given as measured mV output voltage, and time t (min). Model chamber 750 x 750 x x 750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 1 kg wood or 17.6 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 35. Experimentally recorded relationships between intensity of radiation, given as measured mV output voltage, and time t (min). Model chamber 750 x 750 x x 750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 2 kg wood or 35.2 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 36. Experimentally recorded relationships between intensity of radiation, given as measured mV output voltage, and time t (min). Model chamber 750 x 750 x x 750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 4 kg wood or 70.4 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 37. Experimentally recorded relationships between intensity of radiation, given as measured mV output voltage, and time t (min). Model chamber 1000 x 1000 x x 1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 1 kg wood or 17.6 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 38. Experimentally recorded relationships between intensity of radiation, given as measured mV output voltage, and time t (min). Model chamber 1000 x 1000 x x 1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 2 kg wood or 35.2 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 39. Experimentally recorded relationships between intensity of radiation, given as measured mV output voltage, and time t (min). Model chamber 1000 x 1000 x x 1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 4 kg wood or 70.4 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 40. Experimentally recorded relationships between concentration of carbon monoxide gas (vol-%) and time t (min). Model chamber 500 x 500 x 500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 1 kg wood or 17.6 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 41. Experimentally recorded relationships between concentration of carbon monoxide gas (vol-%) and time t (min). Model chamber 500 x 500 x 500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$= = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 2 kg wood or 35.2 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 42. Experimentally recorded relationships between concentration of carbon monoxide gas (vol-%) and time t (min). Model chamber 500 x 500 x 500 mm^3, $A\sqrt{h}/A_t$ = = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 4 kg wood or 70.4 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 43. Experimentally recorded relationships between concentration of carbon monoxide gas (vol-%) and time t (min). Model chamber 750 x 750 x 750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 1 kg wood or 17.6 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 44. Experimentally recorded relationships between concentration of carbon monoxide gas (vol-%) and time t (min). Model chamber 750 x 750 x 750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 2 kg wood or 35.2 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 45. Experimentally recorded relationships between concentration of carbon monoxide gas (vol-%) and time t (min). Model chamber 750 x 750 x 750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 4 kg wood or 70.4 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 46. Experimentally recorded relationships between concentration of carbon monoxide gas (vol-%) and time t (min). Model chamber 1000 x 1000 x 1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$= = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 1 kg wood or 17.6 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 47. Experimentally recorded relationships between concentration of carbon monoxide gas (vol-%) and time t (min). Model chamber 1000 x 1000 x 1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load 2 kg wood or 35.2 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 48. Experimentally recorded relationships between concentration of carbon monoxide gas (vol-%) and time t (min). Model chamber 1000 x 1000 x 1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 4 kg wood or 70.4 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 49. Experimentally recorded relationships between concentration of hydrogen chloride gas (ppm) and time t (min). Model chamber 500 x 500 x 500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 1 kg wood or 17.6 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 50. Experimentally recorded relationships between concentration of hydrogen chloride gas (ppm) and time t (min). Model chamber 500 x 500 x 500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 2 kg wood or 35.2 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 51. Experimentally recorded relationships between concentration of hydrogen chloride gas (ppm) and time t (min). Model chamber 500 x 500 x 500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 4 kg wood or 70.4 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 52. Experimentally recorded relationships between concentration of hydrogen chloride gas (ppm) and time t (min). Model chamber 750 x 750 x 750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$= = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 1 kg wood or 17.6 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 53. Experimentally recorded relationships between concentration of hydrogen chloride gas (ppm) and time t (min). Model chamber 750 x 750 x 750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 2 kg wood or 35.2 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 54. Experimentally recorded relationships between concentration of hydrogen chloride gas (ppm) and time t (min). Model chamber 750 x 750 x 750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 4 kg wood or 70.4 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 55. Experimentally recorded relationships between concentration of hydrogen chloride gas (ppm) and time t (min). Model chamber 1000 x 1000 x 1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 1 kg wood or 17.6 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 56. Experimentally recorded relationships between concentration of hydrogen chloride gas (ppm) and time t (min). Model chamber 1000 x 1000 x 1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 2 kg wood or 35.2 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 57. Experimentally recorded relationships between concentration of hydrogen chloride gas (ppm) and time t (min). Model chamber 1000 x 1000 x 1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 4 kg wood or 70.4 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 58. Experimentally recorded smoke intensity - time curves. Model chamber 500 x 500 x 500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = = 0.04 $m^{1/2}$; fire load 1 kg wood or 17.6 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 59. Experimentally recorded smoke intensity - time curves. Model chamber 500 x 500 x 500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = = 0.04 $m^{1/2}$; fire load 2 kg wood or 35.2 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 60. Experimentally recorded smoke intensity - time curves. Model chamber 500 x 500 x 500 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 4 kg wood or 70,4 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 61. Experimentally recorded smoke intensity - time curves. Model chamber 750 x 750 x 750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 1 kg wood or 17.6 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 62. Experimentally recorded smoke intensity - time curves. Model chamber 750 x 750 x 750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 2 kg wood or 35.2 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 63. Experimentally recorded smoke intensity - time curves. Model chamber 750 x 750 x 750 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 4 kg wood or 70.4 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 64. Experimentally recorded smoke intensity - time curves. Model chamber 1000 x 1000 x 1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 1 kg wood or 35.2 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 65. Experimentally recorded smoke intensity - time curves. Model chamber 1000 x 1000 x 1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 2 kg wood or 35.2 MJ per m^2 enclosing surface.

FIG. 66. Experimentally recorded smoke intensity - time curves. Model chamber 1000 x 1000 x 1000 mm^3; $A\sqrt{h}/A_t$ = = 0.04 $m^{1/2}$; fire load, 4 kg wood or 70.4 MJ per m^2 enclosing surface.