

Frede Avnskov Christensen  
Martin Ankjer Pauner

**Alternative Isoleringsmaterialer i  
Single Burning Item (SBI) og Small Flame test  
Fase 1**

**Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut  
Oktober 2001**

## FORORD

Nærværende rapport omhandler fase 1 af projektet "Alternative isoleringsmaterialer i Single Burning Item (SBI) og Small Flame test". Denne rapport er en sammenfatning af undersøgelserne foretaget i denne del af projektet. Der henvises til følgende prøvningsrapporter:

- Alternative isoleringsmaterialer i Single Burning Item (SBI) og Small Flame test. Prøvningsrapport nr. 1
- Alternative isoleringsmaterialer i Single Burning Item (SBI) og Small Flame test. Prøvningsrapport nr. 2
- Alternative isoleringsmaterialer i Single Burning Item (SBI) og Small Flame test. Prøvningsrapport nr. 3

Fase 1 af projektet er udført af Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut i perioden 1. april til 30. september 2001, og er finansieret af Energistyrelsens udviklingsprogram for miljø- og arbejdsmiljøvenlig isolering.

## INDHOLDSFORTEGNELSE

Indledning	side 3
Prøvningsprogram	side 4-5
Prøvningsresultater	side 6-11
Konklusion	side 12
Fotoplan	1-7 (ikke vedlagt elektronisk udgave)

## INDLEDNING

I fremtiden skal byggeprodukters reaktion overfor brand fastlægges i henhold til det nye europæiske klassifikationssystem, hvor byggeprodukterne efter prEN 13501-1 "Fire classification of construction products and building elements" inddeles i klasserne A1-F. For produkter med klassifikationerne B, C og D vil prøvningsresultater fra Single Burning Item (SBI) testen være det primære grundlag for klassifikationen.

På det danske marked er der gennem en årrække blevet introduceret isoleringsmaterialer, der appliceres i bygningsdelene som løsulld. For at kunne foretage prøvninger i SBI'en med denne type produkter er det nødvendigt at få afklaret, hvordan prøveemnet skal etableres. Ved prøvning i SBI'en etableres et vertikalt prøveemne med højden 1,5 m. Prøveemnet udgør en vinkel, hvor den ene vinge er 1,0 m bred, medens den anden vinge er 0,5 m bred. I hjørnet af denne vinkel eksponeres prøveemnet af en flamme. Formålet med denne del (fase 1) af projektet "Alternative isoleringsmaterialer i Single Burning Item (SBI) og Small Flame test" er derfor at udvikle en måde, hvorpå prøveemner af løsuldsprodukter kan etableres på en hensigtsmæssig måde i forhold til prøvninger i SBI'en. Prøveemnet anses for at være etableret på en hensigtsmæssig måde, når følgende 2 kriterier er opfyldt:

- Løsuldsproduktet skal være fastholdt under hele prøvningsforløbet, således at der ikke er noget materiale, der undslipper prøvning.
- Den måde, hvorpå materialet er fastholdt, må ikke påvirke prøvningsresultatet. Det vil sige, at havde det været muligt at prøve produktet uden fastholdelsessystem, så ville prøvningsresultatet have været det samme.

Ved klassifikation af produkter ud fra resultater fra SBI-prøvninger anvendes følgende parametre:

- $FIGRA_{0,2}$  eller  $FIGRA_{0,4}$  (baseret på varmeafgivelseshastigheden)
- Den totalt afgivne varme
- SMOGRA (baseret på røgproduktionshastigheden)
- Den totalt afgivne røgmængde

Yderligere haves krav til maksimal flammespredning på den lange vinge, samt om der er nedfald af brændende dråber/partikler.

Ved stillingtagen til, af om prøvningsresultaterne er påvirket af tilstedeværelsen af fastholdelsessystemet, er det således ovenstående klassifikationsparametre, der ligger til grund for vurderingen.

## PRØVNINGSPROGRAM

### ISOLERINGSMATERIALER

I prøvningsserie nr. 1 anvendtes celluloseuld som løsuld med 6 % bor- og 9% aluminiumsalte.

I prøvningsserie nr. 2 anvendtes celluloseuld som løsuld med 18 % borsalte.

I prøvningsserie nr. 3 anvendtes celluloseuld i pladeform med 6 % bor- og 9% aluminiumsalte samt polyvinylalkoholer PVAC.

### FASTHOLDELSESYSTEMER

I prøvningsserie nr. 1 blev løsulden indblæst i åbne stålkasser. Løsuldsproduktet blev fastholdt på den eksponerede side med stålnet med maskevidderne 12, 20, 25 og 50 mm. Tabel 1 viser maskevidde af nettene, tråddiameter, fladevægt af nettene samt densiteten af løsulden.

Prøvningsserie nr. 1 havde til formål at klarlægge, om stålnet med disse maskevidder er i stand til at fastholde løsuldsprodukterne gennem prøvningsforløbet, samt til formål at undersøge, om der er en signifikant indflydelse på prøvningsresultaterne forårsaget af nettets tilstedeværelse.

#### Prøvningsserie nr. 1 Løsuld

Prøveemne	Netmaskevidde, mm	Tråddiameter, mm	Fladevægt af net, kg/m <sup>2</sup>	Densitet af produkt excl. kasse og net, kg/m <sup>3</sup>
A	12	1,6	2,03	59,3
B	20	1,6	1,30	67,1
C	25	2,0	1,83	63,1
D	50	2,0	0,98	64,3

Tabel 1 Oversigt over fastholdelsessystemer i prøvningsserie nr. 1.

I prøvningsserie nr. 2 blev løsulden indblæst i åbne stålkasser. Ved prøvningerne A og B blev løsuldsproduktet fastholdt på eksponeret side med stålnet med maskevidderne 20 og 50 mm. Ved prøvningerne C og D blev løsuldsprodukterne fastholdt på eksponeret side med 0,9 mm ståltråd med indbyrdes afstand ca. 200 mm. Prøvningsserie nr. 2 havde til formål at undersøge dels om ståltråd placeret med denne afstand er i stand til at fastholde løsuldsprodukterne, dels at undersøge, om der er signifikant forskel mellem prøvningsresultater for prøveemner med stålnet og prøveemner med ståltråd.

#### Prøvningsserie nr. 2 Løsuld

Prøveemne	Netstørrelse, mm	Tråddiameter, mm	Fladevægt af net, kg/m <sup>2</sup>	Vægt af tråd, kg/m	Densitet af produkt excl. kasse og net, kg/m <sup>3</sup>
A	20	1,6	1,30	-	68,2
B	50	2,0	0,98	-	64,2
C	Ståltråd	0,9	$22,5 \cdot 10^{-3}$	$4,9 \cdot 10^{-3}$	76,8
D	Ståltråd	0,9	$22,5 \cdot 10^{-3}$	$4,9 \cdot 10^{-3}$	73,5

Tabel 2 Oversigt over fastholdelsessystemer i prøvningsserie nr. 2.

I prøvningsserie nr. 3 blev anvendt celluloseuld i pladeform. I prøvning A blev anvendt plader monteret uden nogen form for fastholdelsessystem. I prøvning B blev pladerne monteret i åbne stålkasser, og på den eksponerede side blev monteret et net med maskevidde 50 mm. I prøvningerne C og D blev pladerne monteret i åbne stålkasser, og på den eksponerede side blev monteret 0,9 mm ståltråd med indbyrdes afstand ca. 200 mm. I prøvning E blev pladerne monteret uden stålkasser, og de blev fastholdt af ståltråd med indbyrdes afstand ca. 500 mm.

Prøvningsserie nr. 3 havde til formål at undersøge, om der er en signifikant indflydelse på prøvningsresultaterne ved tilstedeværelsen af den ståltråd, der fastholder materialerne, og om der er en signifikant indflydelse på prøvningsresultaterne ved, at materialerne er monteret i åbne stålkasser.

### Prøvningsserie nr. 3 Plader

Prøveemne	Netstørrelse mm	Tråddiameter mm	Fladevægt af net, kg/m <sup>2</sup>	Vægt af tråd, kg/m	Densitet af plader, kg/m <sup>3</sup>
A	-	-	-	-	47,7
B	50	2,0	0,98	-	47,7
C,D og E	-	0,9	-	$4,9 \cdot 10^{-3}$	47,7

Tabel 3 Oversigt over fastholdelsessystemer i prøvningsserie nr. 3.

## PRØVNINGSRESULTATER

### PRØVNINGSSERIE NR. 1. RESULTATER

	Prøvning A	Prøvning B	Prøvning C	Prøvning D
FIGRA <sub>0,2</sub> [W/s]	256	290	287	578
FIGRA <sub>0,4</sub> [W/s]	193	159	194	370
THR <sub>600s</sub> [MJ]	4,90	4,74	4,92	4,63
SMOGRA [m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> ]	16,5	3,98	4,71	9,55
TSP <sub>600 s</sub> [m <sup>2</sup> ]	94,2	55,0	60,3	80,5
FDP <sub>f≤10s</sub> [ja/nej]	Nej	Nej	Nej	Nej
FDP <sub>f&gt;10s</sub> [ja/nej]	Nej	Nej	Nej	Nej
LFS	< kant af prøveemne	< kant af prøveemne	< kant af prøveemne	< kant af prøveemne

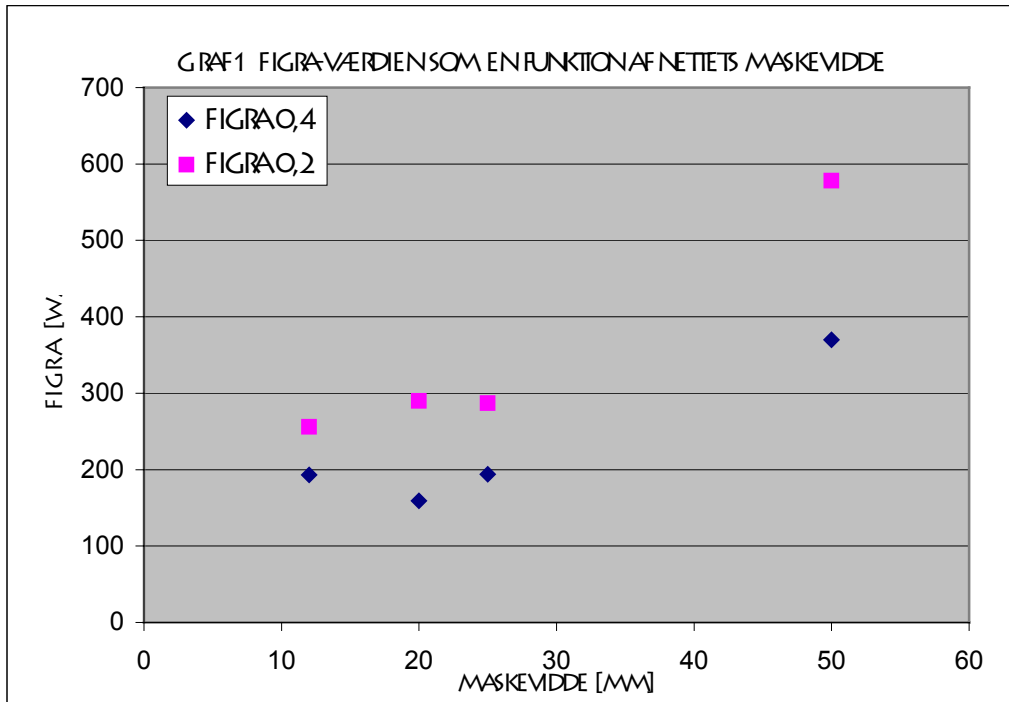
Tabel 4 Klassifikationsparametre fra prøvningerne i prøvningsserie nr. 1.

Der blev ikke observeret nedfald af løsulld ved nogle af prøvningerne udført i forbindelse med prøvningsserie nr.1. Fastholdelse med de net, som indgik i disse prøvninger, ledte dog til revnedannelse i løsulldmatricen (se fotoplan 1, *fra fotoplan 21 i prøvningsrapport nr. 1*).

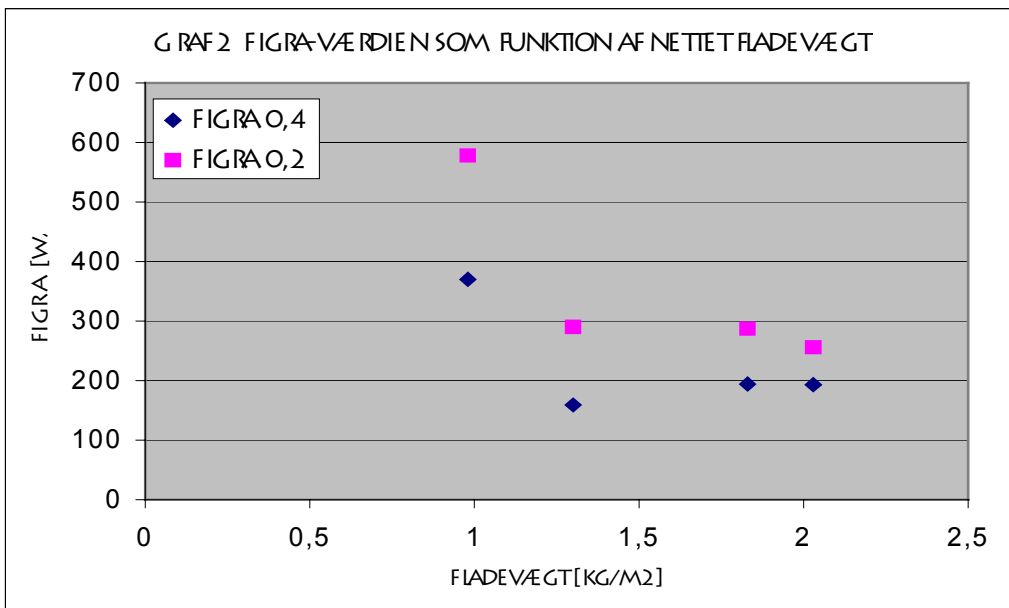
Når løsullden fastholdes med et net på den eksponerede side af prøveemnet vil noget af varmeenergien fra flammen blive brugt til en temperaturstigning af nettet. Det må derfor forventes, at prøvningsresultaterne er påvirket af nettets varmekapacitet. Varmekapaciteten af et stålnet er bestemt af nettets maskevidde samt tråddiameteren. Klassifikationsparametre, baseret på resultaterne fra prøvningsserie nr. 1, er angivet i tabel 4. På graf 1 er vist FIGRA-værdier som funktion af nettes maskevidde, medens FIGRA-værdier vist som funktion af nettets fladevægt er vist i graf 2.

Prøvningsresultaterne fra prøvningsserie nr. 1 viser, at FIGRA-værdier for prøveemnet med net med maskevidden 50 mm er signifikant større end de øvrigt målte FIGRA-værdier. Variationen af FIGRA-værdierne for prøveemner med net med maskevidderne 12, 20 og 25 mm ligger indenfor den generelle spredning, der forefindes på disse målinger, hvorfor der ikke kan drages nogle konklusioner angående sammenhængen mellem prøvningsresultater og maskevidde/fladevægt for disse net. Udover at det må forventes, at nettet influerer på prøvningsresultaterne i form af nettets varmekapacitet, vil nettet ligeledes have betydning på den måde, hvorpå flammerne spreder sig hen over prøveemnets overflade. Fotoplan 2 (*fra fotoplan 19 i prøvningsrapport nr. 1*) viser, hvordan tilstedeværelsen af nettets lodrette tråde influerer på den laterale flammespredning, idet disse tråde tiltrækker sig tilstrækkelig meget varme til at hindre flammefronten i at fortsætte bevægelsen i lateral retning.

Der er ikke fundet nogen entydig sammenhæng mellem røgproduktion og fastholdelsen.



Graf 1: FIGRA<sub>0,2</sub> og FIGRA<sub>0,4</sub> som funktion af nettets maskevidde



Graf 2: FIGRA<sub>0,2</sub> og FIGRA<sub>0,4</sub> som funktion af nettets fladevægt

## PRØVNINGSSERIE NR. 2. RESULTATER

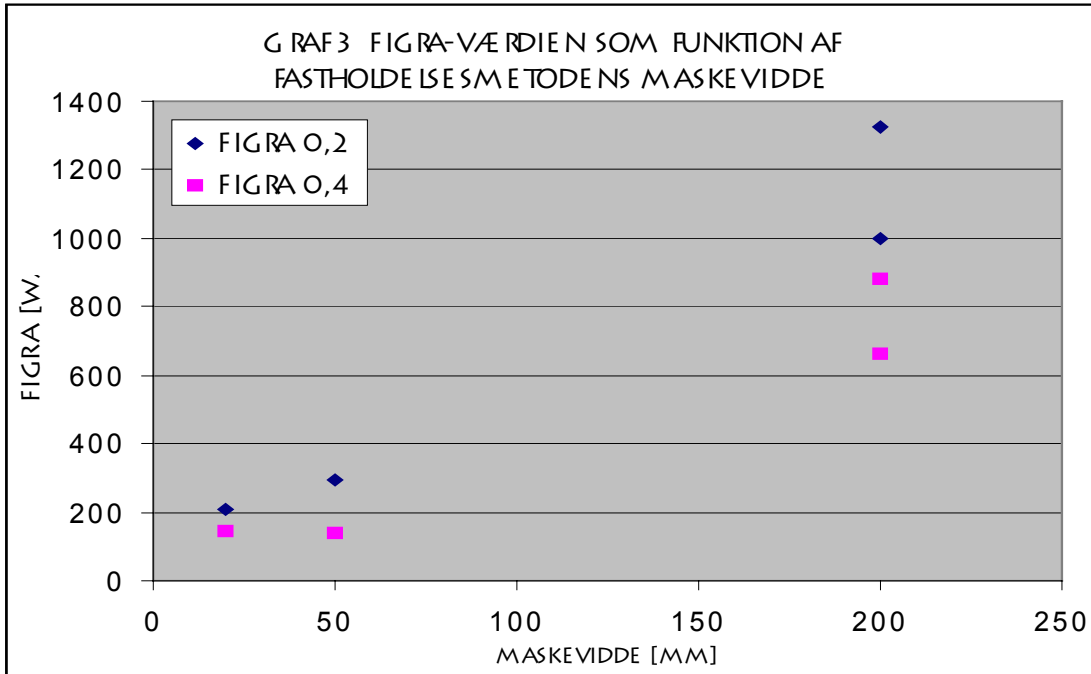
	Prøvning A	Prøvning B	Prøvning C	Prøvning D
FIGRA <sub>0,2</sub> [W/s]	210	292	1001	1327
FIGRA <sub>0,4</sub> [W/s]	142	140	661	880
THR <sub>600s</sub> [MJ]	3,16	2,68	5,32	4,87
SMOGRA [m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> ]	4,38	14,0	16,6	2,43
TSP <sub>600 s</sub> [m <sup>2</sup> ]	63,4	87,6	103	47,2
FDP <sub>f≤10s</sub> [ja/nej]	Nej	Nej	Nej	Nej
FDP <sub>f&gt;10s</sub> [ja/nej]	Nej	Nej	Nej	Nej
LFS	< kant af prøveemne	< kant af prøveemne	< kant af prøveemne	< kant af prøveemne

Tabel 5 Klassifikationsparametre fra prøvningerne i prøvningsserie nr. 2.

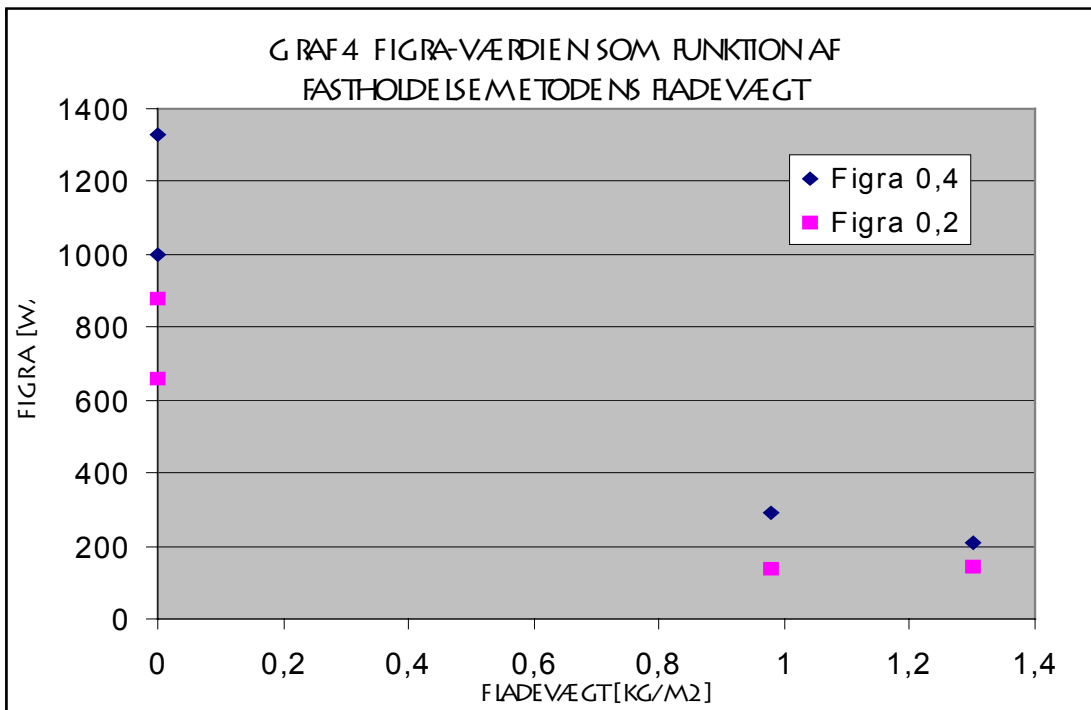
Der blev ikke observeret nedfald af løsulld ved nogle af prøvningerne udført i forbindelse med prøvningsserie nr. 2. Klassifikationsparametre, baseret på resultaterne fra prøvningsserie nr. 2, er angivet i tabel 5. Det mest markante resultat fra denne prøvningsserie er den store forskel, der er i FIGRA-værdier mellem prøvningsresultaterne for prøveemner med stålnet (prøvning A og B) og prøveemner med ståltråd (prøvning C og D). Disse resultater viser, at FIGRA-værdierne er signifikant influeret af tilstedeværelsen af et net på eksponeret overflade. Graf 3 og graf 4 viser FIGRA-værdier som funktion af hhv. nettets maskevidde og fladevægt. Graf 5 og graf 6 viser værdier for total afgiven varme som funktion af hhv. nettets maskevidde og fladevægt. En del af forklaringen på dette kan ses på fotoplanerne 3, 4, 5 og 6 (*fra fotoplanerne 2, 3, 6 og 9 i prøvningsrapport nr. 2*). Disse fotos viser omfanget af flammespredning for de 4 prøvninger. Prøvning A med 20 mm net gav en meget afgrænset og jævn beskadigelse. Prøvning B med 50 mm net gav flere beskadigelser udenfor det kerneområde, hvor gasbrænderen ikke har haft fat. Især den korte vinge har sådanne beskadigelser. Prøvning C og D viser endnu større og mere tilfældige beskadigelser udenfor kerneområdet.

Prøvningsresultaterne for prøveemne C og D indikerer en relativ stor spredning på resultaterne for løsuldsprodukter, særligt hvad angår SMOGRA og total afgiven røgmængde. Heller ikke prøvningsresultaterne i prøvningsserie nr. 2 viser nogen entydig sammenhæng mellem røgproduktionen og fastholdelsen.

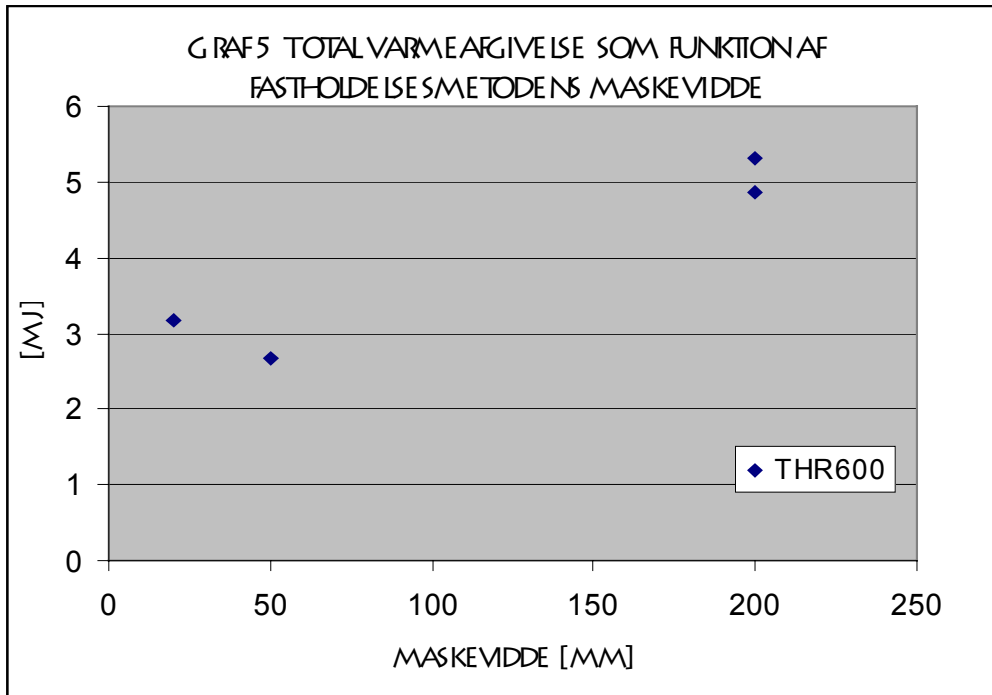




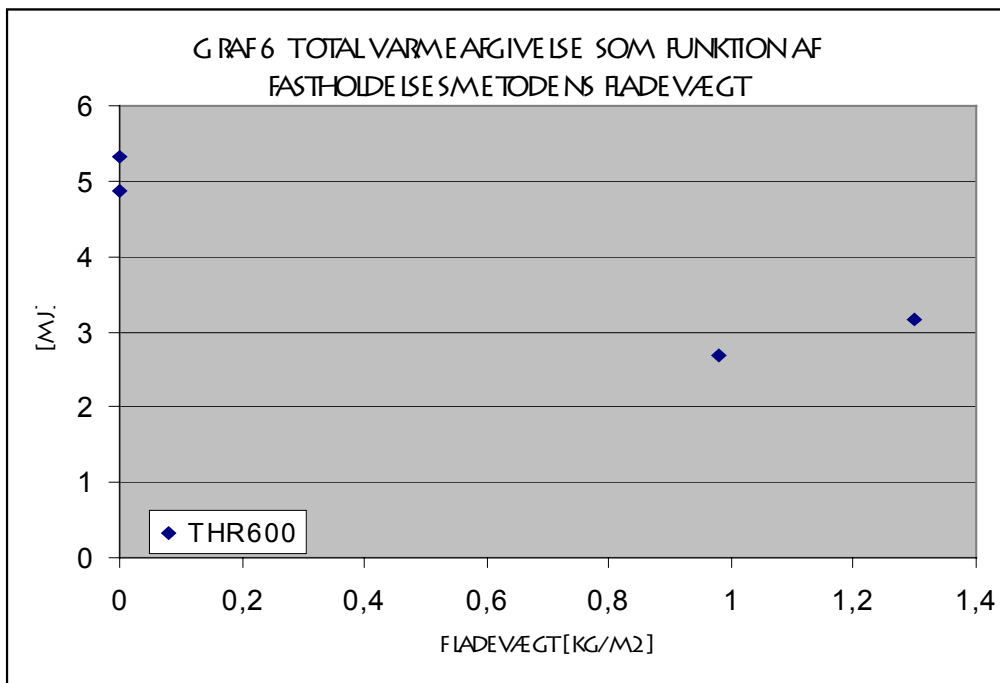
Graf 3:  $Figra_{0,2}$  og  $Figra_{0,4}$  som en funktion af nettets maskevidde (\*)



Graf 4:  $Figra_{0,2}$  og  $Figra_{0,4}$  som en funktion af nettets fladevægt (\*\*)



Graf 5: THR<sub>600</sub> som en funktion af nettets maskevidde (\*)



Graf 6: THR<sub>600</sub> som en funktion af nettets fladevægt (\*\*)

(\*) maskevidden for fastholdelse med tråd er sat til afstanden mellem trådene som var 200 mm  
(\*\*) fladevægten for ståltråden er sat til 0 kg/m<sup>2</sup>

### PRØVNINGSSERIE NR. 3. RESULTATER

	Prøvning A	Prøvning B	Prøvning C	Prøvning D	Prøvning E
FIGRA <sub>0,2</sub> [W/s]	1007	528	1166	1300	1443
FIGRA <sub>0,4</sub> [W/s]	908	476	1067	1234	1302
THR <sub>600s</sub> [MJ]	8,20	6,53	7,98	8,56	8,85
SMOGRA [m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> ]	9,24	15,7	12,4	15,6	8,67
TSP <sub>600 s</sub> [m <sup>2</sup> ]	105	155	113	158	112
FDP <sub>f≤10s</sub> [ja/nej]	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
FDP <sub>f&gt;10s</sub> [ja/nej]	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
LFS	< kant af prøveemne	< kant af prøveemne	< kant af prøveemne	< kant af prøveemne	< kant af prøveemne

Tabel 6 Klassifikationsparametre fra prøvningerne i prøvningsserie nr. 3.

Der blev observeret nedfald af plader ved prøvning A efter 17 minutter og 30 sekunders prøvning, medens der ikke blev observeret nedfald af materialer i nogle af de andre prøvninger i prøvningsserie nr. 3. Klassifikationsparametre, baseret på resultaterne fra prøvningsserie nr. 3, er angivet i tabel 6. Prøvning A viste, at fastholdelse af plader er nødvendig. Fastholdelse er ikke bare et spørgsmål om at undgå nedfald af materialet, men skal også forhindre at pladerne bevæger sig ud af planen, således at der undgås en dobbeltsidet brand. Et godt eksempel på det er prøvning E, som var fastholdt med færre tråde end ved prøvning C og D. Effektkurven lå generelt højere og steg drastisk fra ca. det 15'ende minut, da flammerne mange steder havde bredt sig om på bagsiden af pladerne (se fotoplan 7, fra fotoplan 20 i prøvningsrapport nr. 3).

Ved at sammenligne FIGRA-værdier for prøvning B med de øvrige prøvninger i denne prøvningsserie ses igen en signifikant betydning af nettet. Ved at sammenligne værdierne for prøvning A med prøvning C, D og E kan det ses, at der ikke er nogen effekt af ståltråden på klassifikationsværdierne. Ved at sammenligne prøvningsresultaterne for prøvning A og E (pladematerialer uden stålkasser) med prøvningsresultater for prøvning C og D (pladematerialer monteret i stålkasser) ses, at der ikke er nogen signifikant indflydelse af, om materialet er monteret i stålkasser.

## KONKLUSION

Undersøgelserne beskrevet i nærværende rapport har haft til formål at udvikle en hensigtsmæssig måde, hvorpå løsuldsprodukter kan fastholdes ved prøvning i Single Burning Item (SBI) testen. Kriterierne for et sådan fastholdelsessystem var, at materialet ikke måtte undslippe prøvning under prøvningsforløbet, samt at fastholdelsessystemet ikke måtte influere på de klassifikationsparametre, som blev bestemt ved SBI-prøvningerne.

Undersøgelserne tog udgangspunkt i, at et sådan fastholdelsessystem kunne bestå af åbne stålkasser, hvori løsuldsproduktet var appliceret, og løsuldsproduktet var fastholdt med et stålnet på eksponeret overflade. Undersøgelserne viste dog, at tilstedeværelsen af et stålnet på eksponeret overflade havde en signifikant indflydelse på FIGRA-værdierne. Til gengæld blev der ikke konstateret nogen markant indflydelse på prøvningsresultaterne ved at montere materialerne i åbne stålkasser. For de prøvede materialer og de tilhørende densiteter blev det konstateret, at vandret monteret ståltråd med indbyrdes afstand 200 mm var tilstrækkelig til at fastholde produkterne gennem hele prøvningsforløbet.

Det anbefales derfor at anvende ståltråd med ovennævnte afstand som fastholdelsesmetode ved prøvning af løsulds, idet, som det er vist i projektet, prøvning med denne fastholdelsesmetode giver samme prøvningsresultat som ved prøvning uden fastholdelse.