

Frede Christensen
Ejnar Danø

Brandmodstandsbidrag for alternative isoleringsmaterialer med fastholdelsessystem

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

Forord

Nærværende rapport omhandler projektet "Brandmodstandsbidrag for alternative isoleringsmaterialer med fastholdelsessystem". Denne rapport er en sammenfatning af undersøgelserne foretaget i projektet. For en mere detaljeret beskrivelse af hver ovnkammerprøvning henvises til følgende prøvningsrapporter:

- Prøvningsrapport DZ 66950 med prøvningsdato 2001-07-11 (ovnkammerprøvning nr. 1).
- Prøvningsrapport DZ 66950 med prøvningsdato 2001-05-31 (ovnkammerprøvning nr. 2).

Yderligere er der i denne rapport henvist til følgende prøvningsrapport:

- Prøvningsrapport DZ 66750 med prøvningsdato 2000-08-17.

Projektet er udført af Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut i perioden 1. februar til 31. juli 2001, og det er finansieret af Energistyrelsens udviklingsprogram for miljø- og arbejdsmiljøvenlig isolering.

Baggrunden for projektet var resultaterne fra projektet "Brandmodstandsbidrag for alternative isoleringsmaterialer" (rapport dateret september 2000). Den primære konklusion, der blev draget i forbindelse med det projekt, var, at hvis der ikke foretages foranstaltninger, der hindrer nedfald af isoleringsmateriale, så er brandmodstandsbidraget fra isoleringsmaterialerne yderst begrænset. Det blev derfor besluttet at foretage nogle tilsvarende undersøgelser, hvor isoleringsmaterialerne blev søgt fastholdt under prøvningen. Projektet beskrevet i denne rapport omfattede brandteknisk undersøgelse af 8 pladefelter med alternative isoleringsmaterialer med forskellige fastholdelsessystemer. Valget af fastholdelsessystemer blev aftalt med producenterne af isoleringsmaterialerne.

Projektet omfattede prøvning af celluloseuld med forskellige tilsætningsstoffer. Disse produkter blev prøvet dels som løsuld, dels i pladeform. Yderligere omfattede prøvningerne pladefelter med høruld i pladeform.

Det skal understreges, at undersøgelserne refereret i denne rapport er af orienterende karakter og således ikke i sig selv giver værdier for brandmodstandsbidrag, som kan anvendes i anden sammenhæng. De anførte resultater er udelukkende en indikation af størrelsen af brandmodstandsbidraget fra hvert af de anvendte isoleringsmaterialer, når de er indbygget med det beskrevne fastholdelsessystem.

Indholdsfortegnelse

Indledning	Side 3
Isoleringsmaterialer og fastholdelsessystemer	Side 3 - 4
Prøvningsprocedure	Side 5 - 6
Prøvningsresultater	Side 7
Konklusion	Side 7 - 8
Bilag	Tabel 3 og tegningerne nr. 1 - 9.

Indledning

Et centralt element i den brandtekniske planlægning af et byggeri er den brandtekniske klassifikation af bygningsdelene. En bygningsdels brandtekniske klassifikation er angivelsen af det tidsrum, indenfor hvilket bygningsdelen opfylder kravene til isolation, integritet og bæreevne. For en adskillende, ikke-bærende bygningsdel er kravene relateret til isolation og integritet. Til sikring af isolation foreskrives maksimale temperaturstigninger på den ikke-eksponerede side af bygningsdelen, medens integriteten sikrer, at der ikke findes revner eller åbninger i bygningsdelen, hvorigennem flammer eller varme gasser kan passere.

Prøvningerne beskrevet i denne rapport er foretaget i overensstemmelse med DS 1051.1, og vurderingen af brandmodstandsbidraget er udført i overensstemmelse med DS 1052.1. Kravene til isolation og integritet er i henhold til DS 1052.1 følgende:

- | | | |
|------------|----|--|
| Isolation | a) | Middeltemperaturen på prøveemnets ikke-eksponerede overflade må ikke stige mere end 140°C over temperaturen ved prøvningens start. |
| | b) | Den maksimale temperaturstigning på prøveemnets ikke-eksponerede overflade må ikke overstige 180°C i noget punkt. |
| Integritet | | I prøveemnet må der ikke findes eller opstå revner eller åbninger, hvorigennem flammer eller varme gasser kan passere. |

Ved anvendelse af bygningsdele, hvori der indgår alternative isoleringsmaterialer, er det derfor nyttigt med viden om, i hvilket omfang disse materialer bidrager til bygningsdelenes brandmodstandsevne. I dette projekt blev der foretaget brandteknisk prøvning af 8 pladefelter, hvor temperaturen blev målt mellem samtlige materialeglag i pladefeltet og på pladefeltets ikke-eksponerede overflade. Udgangspunktet for projektet var at undersøge, hvorledes disse materialer kan forventes at bidrage til brandmodstandsevnen for bygningsdelen, når materialerne appliceres således, at der foretages foranstaltninger for fastholdelse af isoleringsmaterialerne.

Isoleringsmaterialer og fastholdelsessystemer

I tabel 1 (på side 4) er givet en oversigt over de isoleringsmaterialer og fastholdelsessystemer, der indgik i prøvningsprogrammet. For hvert isoleringsmateriale er angivet densiteten. Densiteten er fremkommet ved måling af vægten af pladefelterne før og efter applicering af isoleringsmaterialerne i pladefelterne. Til identifikation af de prøvede materialer er ligeledes angivet tilsætningsstoffer, samt om materialet findes i pladeform eller som løsuld. Isoleringsmaterialerne som løsuld blev appliceret ved hjælp af et indblæsningsapparat. Indblæsningen blev foretaget af producenterne. Isoleringsmaterialerne i pladeform blev monteret med overmål på ca. 5 %, og monteringen blev foretaget af Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut.

Isoleringsmateriale	Form	Tilsætningsstoffer	Densitet [kg/m ³]	Fastholdelse
Ovnkammerprøvning nr. 1				
Celluloseuld	Plade	6 % bor- og 9 % aluminiumsalte	53.8	Ståltråd
Celluloseuld	Plade	18 % borsalte	61.7	Lim
Høruld	Plade	8 % ammoniumsulfat	35.7	Ståltråd
Høruld	Plade	8 % ammoniumsulfat	32.9	Klammer
Ovnkammerprøvning nr. 2				
Celluloseuld	Løsuld	6 % bor- og 9 % aluminiumsalte	65.7	Spredt Forskalling
Celluloseuld	Løsuld	6 % bor- og 9 % aluminiumsalte	65.1	Stålnet
Celluloseuld	Løsuld	18 % borsalte	64.0	Spredt Forskalling
Celluloseuld	Løsuld	18 % borsalte	67.0	Stålnet

Tabel 1 Oversigt over de kombinationer af isoleringsmaterialer og fastholdelsessystemer, der indgik i prøvningerne. For hvert materiale er angivet plade/løsuld, tilsætningsstoffer og densitet.

I pladefeltet med celluloseuld i pladeform med 6 % borsalte og 9 % aluminiumsalte og i det ene af pladefelterne med hørud i pladeform med 8 % ammoniumsulfat blev monteret ståltråd med tykkelsen 2 mm for hver 300 mm. Ståltråden blev fastgjort til lægterne med stålklammer med målene 1,6x50 mm. Ståltråd blev monteret på såvel eksponerede som ikke eksponerede side. I pladefeltet med celluloseuld i pladeform med 18 % borsalte blev påført lim mellem kanterne af isoleringsmaterialet og lægterne. I det andet pladefelt med hørud i pladeform med 8 % ammoniumsulfat blev isoleringsmaterialet fastgjort til lægterne med stålklammer for hver 300 mm på eksponeret side. Stålklammerne havde længden 30 mm og bredden 10 mm.

I det ene af pladefelterne med celluloseuld som løsuld med 6 % borsalte og 9 % aluminiumsalte og i det ene af pladefelterne med celluloseuld som løsuld med 18 % borsalte blev monteret 19x100 mm forskallingsbrædder med 300 mm fra midte til midte. Forskallingsbrædderne blev fastgjort til lægterne med 60 mm lange søm på såvel eksponerede som ikke eksponerede side. I det andet pladefelt med celluloseuld som løsuld med 6 % borsalte og 9 % aluminiumsalte og i det andet pladefelt med celluloseuld som løsuld med 18 % borsalte blev monteret et stålnet med godstykkelse 2 mm og maskevidde 85 mm. Stålnettene blev fastgjort til lægterne med stålklammer med målene 1,6x50 mm for hver 300 mm. Stålnettene blev monteret på såvel eksponerede som ikke eksponerede side.



Figur 1 Pladefelt med celluloseuld i pladeform med ståltråd.



Figur 2 Pladefelt med høruld i pladeform med klammer.

Prøvningsprocedure

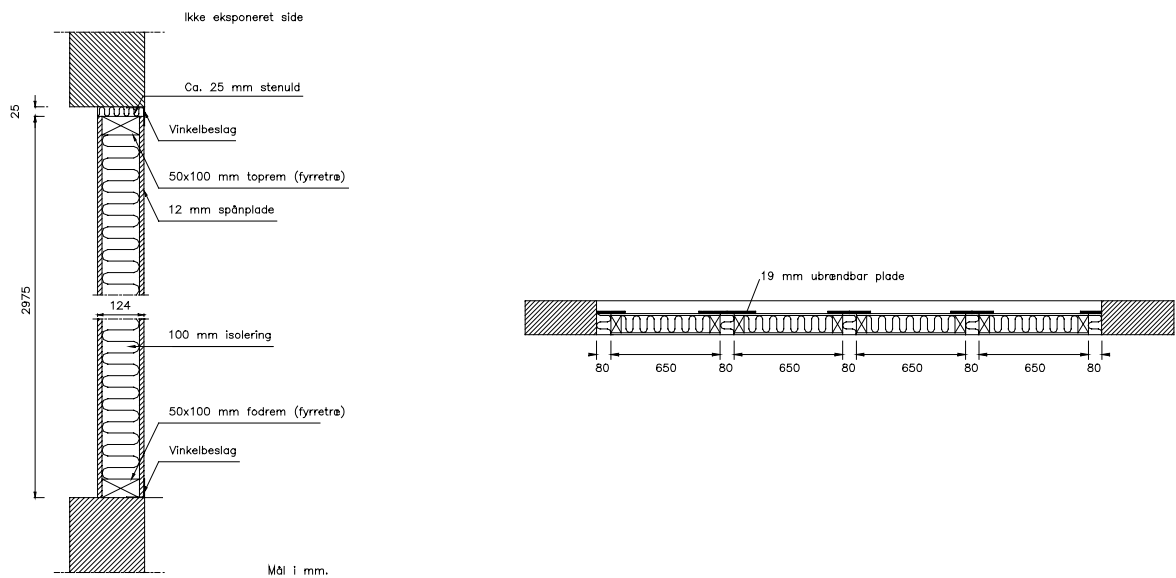
Hvert pladefelt bestod af 2 stk. 12 mm spånplade fastgjort til et træskelet af 50x100 mm fyrretræ. Spånpladernes gennemsnitlige densitet blev målt til 694 kg/m^3 . Den totale bredde af hvert pladefelt var 650 mm og højden var 2975 mm. Spånpladerne blev fastgjort til træskelettet med 60 mm lange søm for hver 150 mm.

I pladefelternes hulrum var appliceret isoleringsmateriale i henhold til oversigten i tabel 1, side 4. I alle pladefelter, undtagen pladefelter med spredt forskalling, var således appliceret 100 mm isoleringsmateriale, medens der i pladefelter med spredt forskalling var appliceret 138 mm isoleringsmateriale. Til hver ovnkammerprøvning blev 4 pladefelter monteret i en betonramme med lysningsmål på ca. 3000x3000 mm. Mellem pladefelterne blev anbragt 80 mm hård stenuld. På eksponerede sider var stenulden og pladefelternes lodrette kanter (inklusive lægterne) dækket af ubrændbare plader. Pladefelterne blev fastgjort til betonrammen med vinkelbeslag monteret på ikke-eksponeret side. I toppen mellem betonramme og pladefelter blev der tætnet med ca. 25 mm stenuld. Betonrammen med 4 pladefelter udgjorde forsiden af ovnen. På figur 3 er vist et lodret og et vandret snit gennem pladefelterne monteret i betonrammen (ovnkammerprøvning nr. 1).

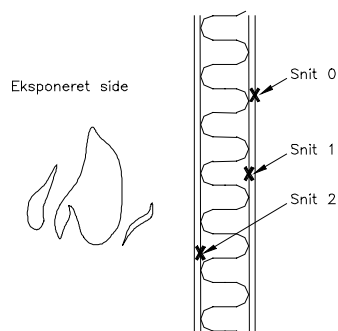
Under prøvningen bestemtes temperaturforløbet mellem samtlige materialelag i pladefelterne og på pladefelternes ikke-eksponerede overflader. Disse måleområder blev benævnt henholdsvis snit 0, snit 1 og snit 2. Placeringen af disse måleområder er for et pladefelt vist på figur 4. I hvert snit var monteret 5 termoelementer. Ovntemperaturen styredes således, at den fulgte standardbrandkurven.

Temperaturforløbet for de 2 ovnkammerprøvninger samt standardbrandkurven er vist i bilag på tegning nr. 1.

Ovnkammerprøvningerne blev afsluttet, når der var sket gennembrænding i alle de prøvede pladefelter. Der var derfor nødvendigt med afdækning af pladefelterne i takt med, at disse brændte igennem. Gennembrænding i et pladefelt er vist på figur 5.



Figur 3 Lodret og vandret snit i pladefelter monteret i betonramme (ovnkammerprøvning nr. 1).



Figur 4 Placering af måleområder i et pladefelt.



Figur 5 Gennembrænding i pladefelt.

Prøvningsresultater

Temperaturforløbet for måleområderne for hvert pladefelt er vist i bilag på tegning nr. 2 til tegning nr. 9. I bilag tabel 3 er angivet tid efter prøvningens start for svigt af isolation for hvert måleområde. Antal minutter angiver det minuttal, for hvilket kravene til isolation stadig er opfyldt. I tabellen er ligeledes angivet tid efter prøvningens start for svigt af integritet. Under prøvningerne blev der foretaget observationer fra såvel eksponerede som ikke-eksponerede sider af pladefelterne. For begge ovnkammerprøvninger gjorde det sig gældende, at der - efter nedfaldet af spånpladen på den eksponerede side - var isoleringsmateriale synligt i alle pladefelter, og der blev under prøvningerne ikke konstateret nedfald af isoleringsmateriale fra nogle pladefelter. Der blev ligeledes gjort observationer fra eksponerede sider efter at prøvningerne var afsluttet. For alle de prøvede pladefelter blev det konstateret, at der stadig var forkullet isoleringsmateriale i pladefelterne. Det blev ligeledes konstateret, at stålnet og ståltråd stadig var fastgjort til lægterne efter at prøvningerne var afsluttet.

Konklusion

Formålet med dette projekt har primært været at undersøge, om de valgte fastholdelsessystemer i kombination med de valgte isoleringsmaterialer var i stand til at fastholde isoleringsmaterialerne under prøvningerne, og efterfølgende at vurdere, hvor mange minutter isoleringsmaterialerne har bidraget til pladefelternes brandmodstandsevne. For alle de prøvede pladefelter var der - efter nedfaldet af spånpladen på den eksponerede side - isoleringsmateriale synligt i pladefelterne, og der blev under prøvningerne ikke konstateret nedfald af isoleringsmateriale fra nogle pladefelter. Det kan derfor konstateres, at isoleringsmaterialerne var fastholdt under hele prøvningsforløbet for de undersøgte kombinationer af isoleringsmaterialer og fastholdelsessystemer.

For alle de prøvede pladefelter gælder, at der skete svigt af integritet inden der skete svigt af isolation på ikke-eksponerede side. Brandmodstandsevnen for pladefelterne er derfor lig med tiden fra prøvningernes start til svigt af integritet. For at bestemme isoleringsmaterialernes bidrag til pladefelternes brandmodstandsevne inddrages her de brandtekniske undersøgelser, der tidligere er refereret i prøvningsrapport DZ 66750 med prøvningsdato 2000-08-17. Disse undersøgelser involverede bestemmelse af brandmodstandsevnen for pladefelter uden isoleringsmaterialer. Disse undersøgelser viste, at brandmodstandsevnen for pladefelterne uden isoleringsmaterialer var 26 minutter. Brandmodstandsbidraget fra isoleringsmaterialerne med tilhørende fastholdelsessystemer defineres her som de prøvede pladefelters brandmodstandsevne minus de 26 minutter, der er fremkommet ved prøvning af pladefelter uden isoleringsmaterialer. Brandmodstandsbidraget fra isoleringsmaterialerne med tilhørende fastholdelsessystem er angivet i tabel 2.

Generelt viser resultaterne angivet i tabel 2, at brandmodstandsbidraget fra isoleringsmaterialerne som løsulld er større end fra isoleringsmaterialerne i pladeform. For celluloseuld med 6 % bor- og 9 % aluminiumsalte og celluloseuld med 18 % borsalte som løsulld opnås et større brandmodstandsbidrag når isoleringsmaterialerne er fastholdt med stålnet end når isoleringsmaterialerne er fastholdt med spredt forskalling. Resultaterne for høruld (i pladeform) med 8 % ammoniumsulfat viser, at brandmodstandsbidraget er størst i det tilfælde, hvor hørulden er fastholdt med klammer fremfor med ståltråd.

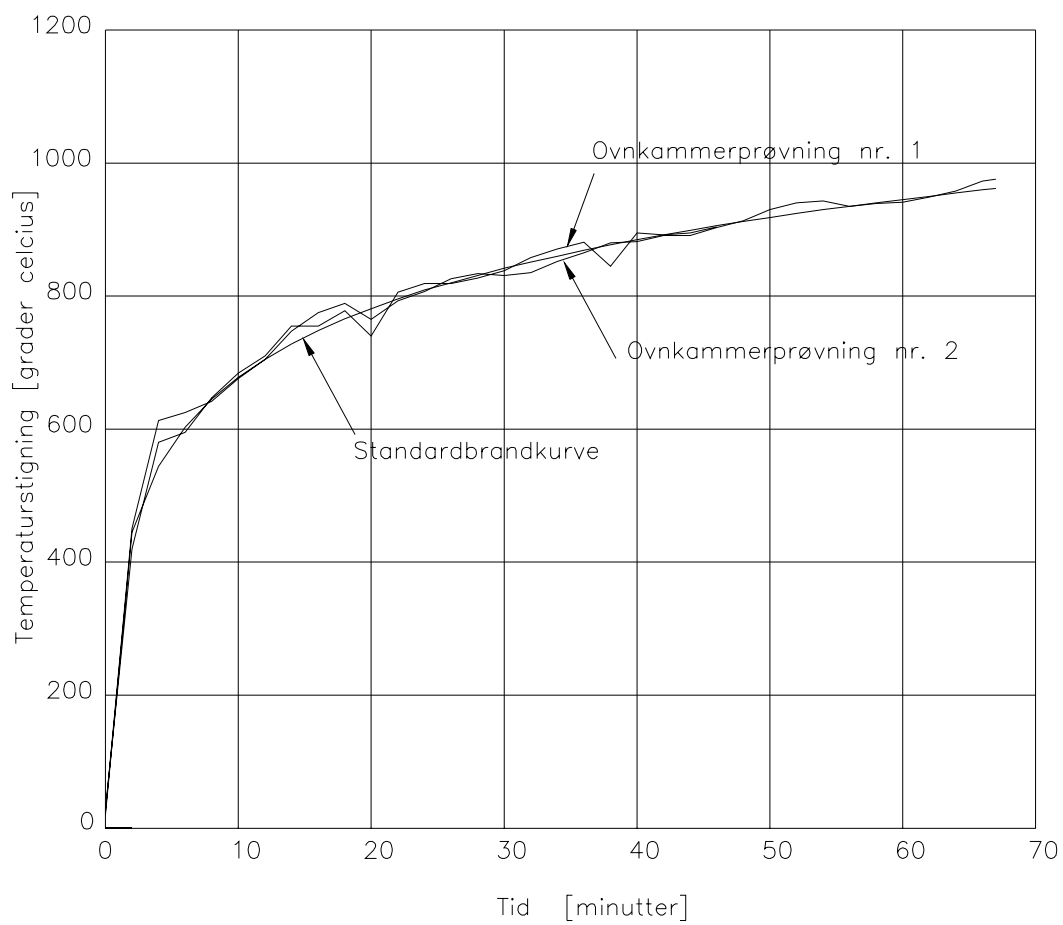
Isoleringsmateriale	Brandmodstandsbidrag
Celluloseuld i pladeform med 6 % bor- og 9 % aluminiumsalte. Pladefelt med ståltråd.	11 minutter
Celluloseuld i pladeform med 18 % borsalte. Pladefelt med lim.	20 minutter
Høruld i pladeform med 8 % ammoniumsulfat. Pladefelt med ståltråd.	7 minutter
Høruld i pladeform med 8 % ammoniumsulfat. Pladefelt med klammer.	15 minutter
Celluloseuld som løsuld med 6 % bor- og 9 % aluminiumsalte. Pladefelt med spredt forskalling*.	37 minutter
Celluloseuld som løsuld med 6 % bor- og 9 % aluminiumsalte. Pladefelt med stålnet.	41 minutter
Celluloseuld som løsuld med 18 % borsalte. Pladefelt med spredt forskalling*.	15 minutter
Celluloseuld som løsuld med 18 % borsalte. Pladefelt med stålnet.	26 minutter

Tabel 2 Brandmodstandsbidrag fra isoleringsmaterialerne. * Tykkelsen af isoleringsmaterialet er i disse pladefelter lig med 138 mm. NB: Disse værdier er kun en indikation af størrelsen af brandmodstandsbidraget fra isoleringsmaterialerne med tilhørende fastholdelsessystem.

Bilag

Isoleringsmateriale	Måleområde	Isolation	Integritet
Ovnkammerprøvning nr. 1			
Celluloseuld i pladeform med 6 % bor- og 9 % aluminiumsalte. Pladefelt med ståltråd.	Snit 2	12 minutter	37 minutter
	Snit 1	44 minutter	
	Snit 0	Ikke målt	
Celluloseuld i pladeform med 18 % borsalte. Pladefelt med lim.	Snit 2	12 minutter	46 minutter
	Snit 1	42 minutter	
	Snit 0	Ikke målt	
Høruld i pladeform med 8 % amoniumsulfat. Pladefelt med ståltråd.	Snit 2	12 minutter	33 minutter
	Snit 1	24 minutter	
	Snit 0	Ikke målt	
Høruld i pladeform med 8 % amoniumsulfat. Pladefelt med klammer.	Snit 2	12 minutter	41 minutter
	Snit 1	30 minutter	
	Snit 0	Ikke målt	
Ovnkammerprøvning nr. 2			
Celluloseuld som løsuld med 6 % bor- og 9 % aluminiumsalte. Pladefelt med spredt forskalling.	Snit 2	12 minutter	63 minutter
	Snit 1	66 minutter	
	Snit 0	Ikke målt	
Celluloseuld som løsuld med 6 % bor- og 9 % aluminiumsalte. Pladefelt med stålnet.	Snit 2	12 minutter	67 minutter
	Snit 1	48 minutter	
	Snit 0	Ikke målt	
Celluloseuld som løsuld med 18 % borsalte. Pladefelt med spredt forskalling.	Snit 2	12 minutter	41 minutter
	Snit 1	58 minutter	
	Snit 0	Ikke målt	
Celluloseuld som løsuld med 18 % borsalte. Pladefelt med stålnet.	Snit 2	12 minutter	52 minutter
	Snit 1	46 minutter	
	Snit 0	60 minutter	

Tabel 3 Angivelse af tidspunkter for svigt af isolation og svigt af integritet.



DBI

DANSK BRANDTEKNISK INSTITUT

JERNHOLMEN 12
2650 HVIDOVRE
TLF: 36349000
FAX: 36349001

Emne:

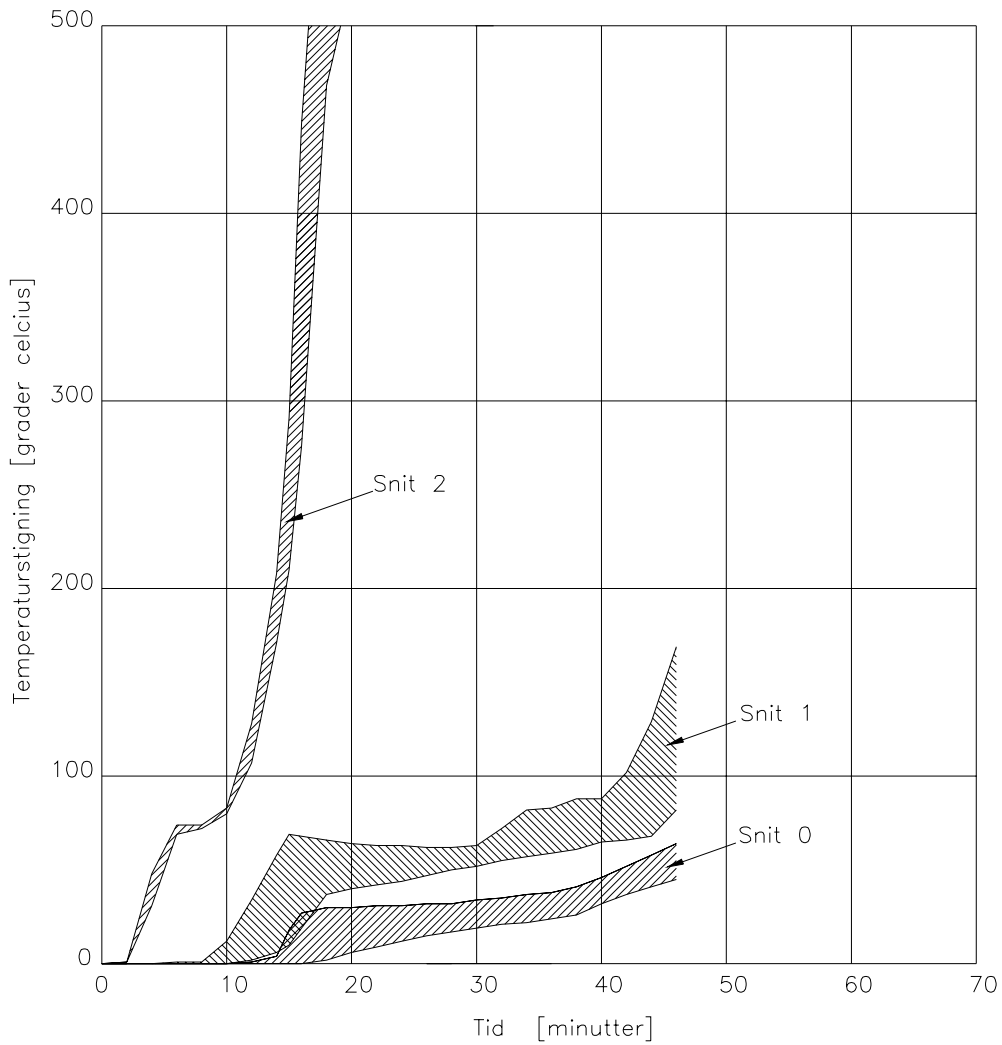
Ovntemperatur for de 2 ovnkammerprøvninger samt standardbrandkurven

Projekt:

Brandmodstandsbidrag for alternative isoleringsmaterialer med fastholdelsessystem

Tegn. Nr.

1



DBI

DANSK BRANDTEKNISK INSTITUT

JERNHOLMEN 12
2650 HVIDOVRE
TLF: 36349000
FAX: 36349001

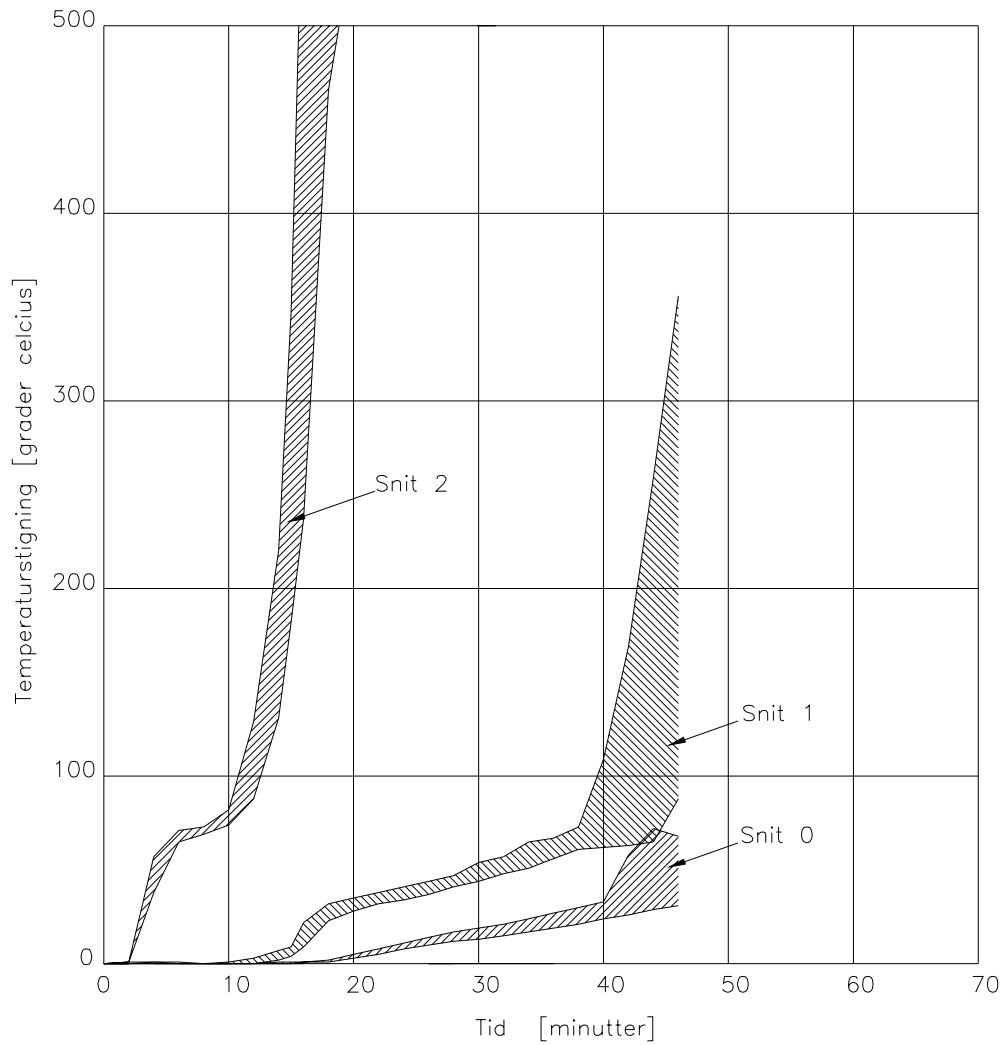
Celluloseuld i pladeform med 6 % bor- og 9 % aluminiumsalte.
Pladefelt med ståltråd.

Projekt:

Brandmodstandsbidrag for alternative
isoleringsmaterialer med fastholdelsessystem

Tegn. Nr.

2



DBI

DANSK BRANDTEKNISK INSTITUT

JERNHOLMEN 12
2650 HVIDOVRE
TLF: 36349000
FAX: 36349001

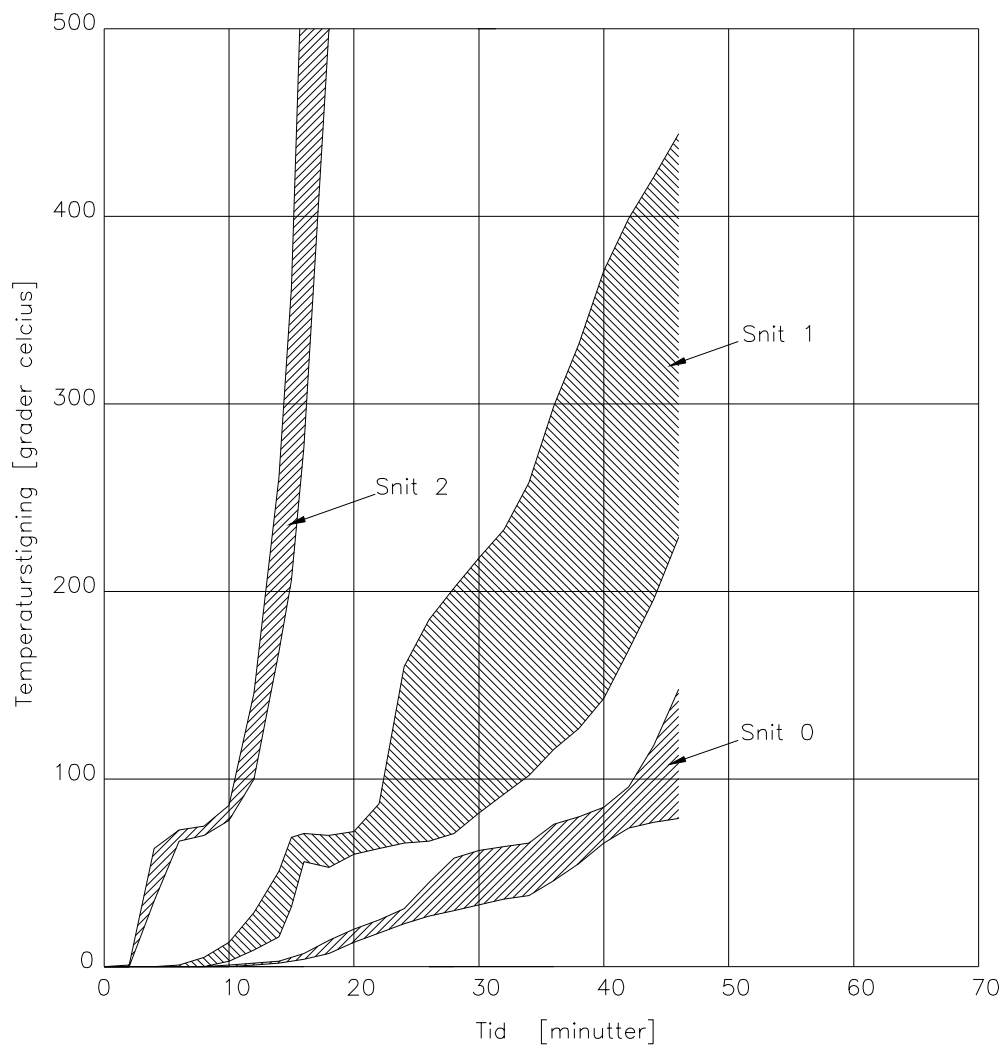
Celluloseuld i pladeform med 18 % borsalte.
Pladefelt med lim.

Projekt:

Brandmodstandsbidrag for alternative
isoleringsmaterialer med fastholdelsessystem

Tegn. Nr.

3



DBI

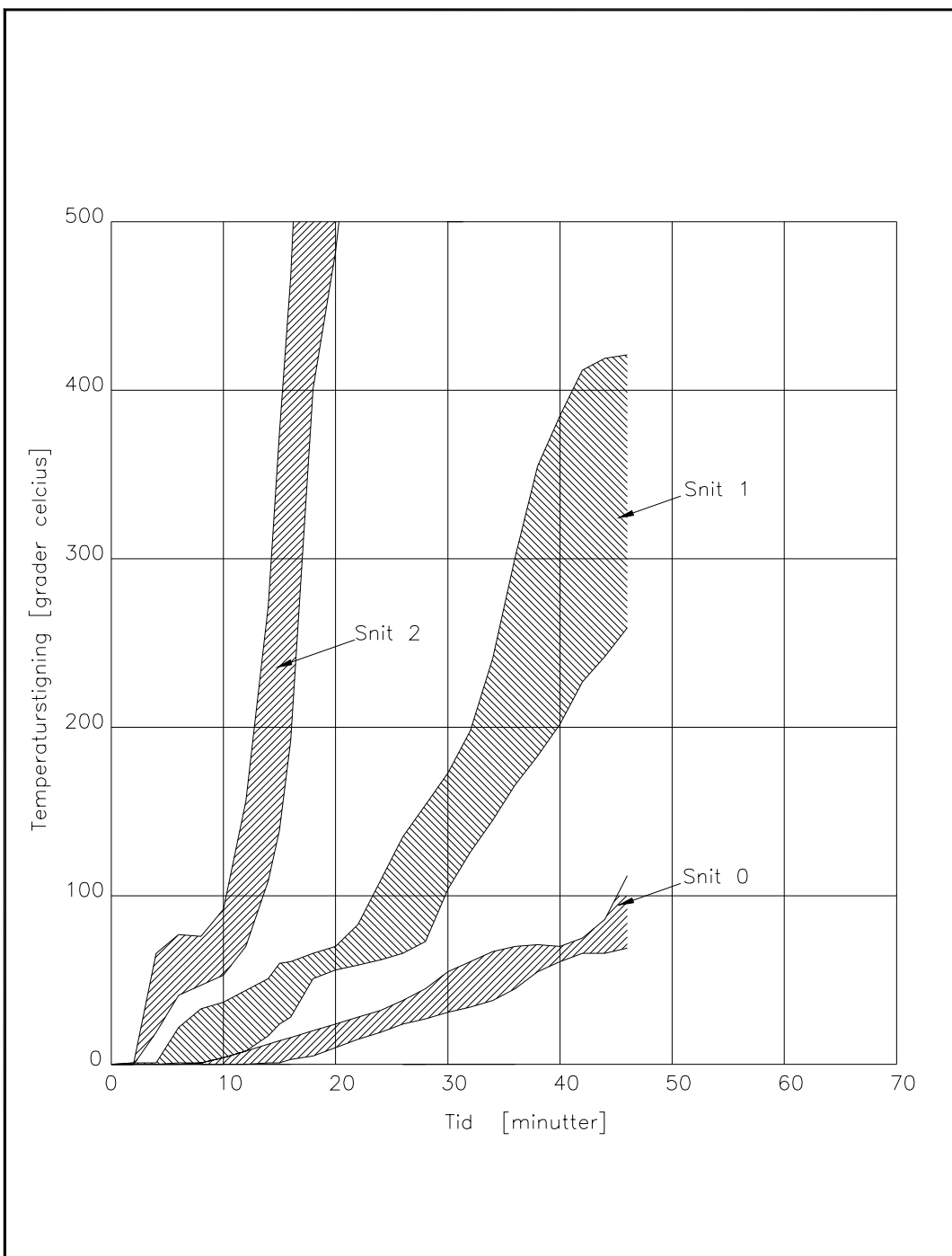
DANSK BRANDTEKNISK INSTITUT

JERNHOLMEN 12
2650 HVIDOVRE
TLF: 36349000
FAX: 36349001

Høruld i pladeform med 8 % ammoniumsulfat.
Pladefelt med ståltråd.

Projekt: Brandmodstandsbidrag for alternative
isoleringsmaterialer med fastholdelsessystem

Tegn. Nr.
4



DBI

DANSK BRANDTEKNISK INSTITUT

JERNHOLMEN 12
2650 HVIDOVRE
TLF: 36349000
FAX: 36349001

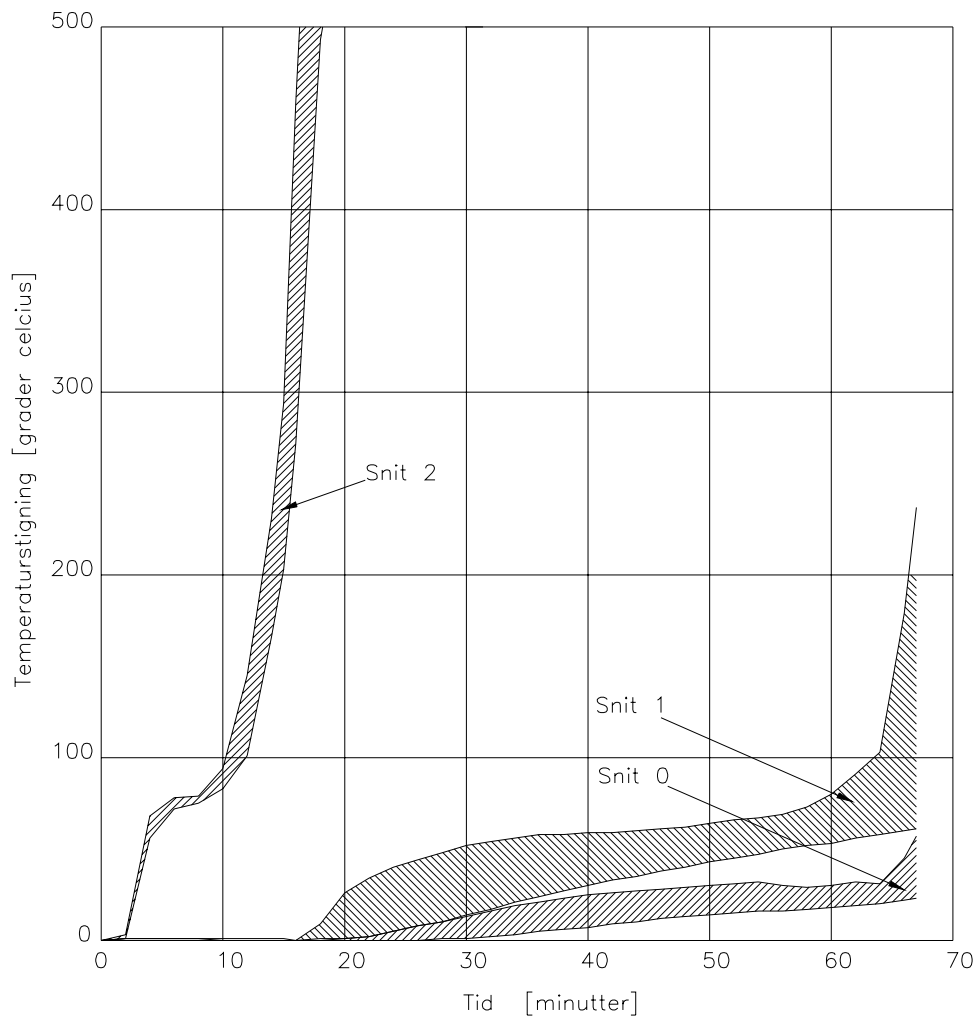
Høruld i pladeform med 8 % ammoniumsulfat.
Pladefelt med klammer.

Projekt:

Brandmodstandsbidrag for alternative
isoleringsmaterialer med fastholdelsessystem

Tegn. Nr.

5



DBI

DANSK BRANDTEKNISK INSTITUT

JERNHOLMEN 12
2650 HVIDOVRE
TLF: 36349000
FAX: 36349001

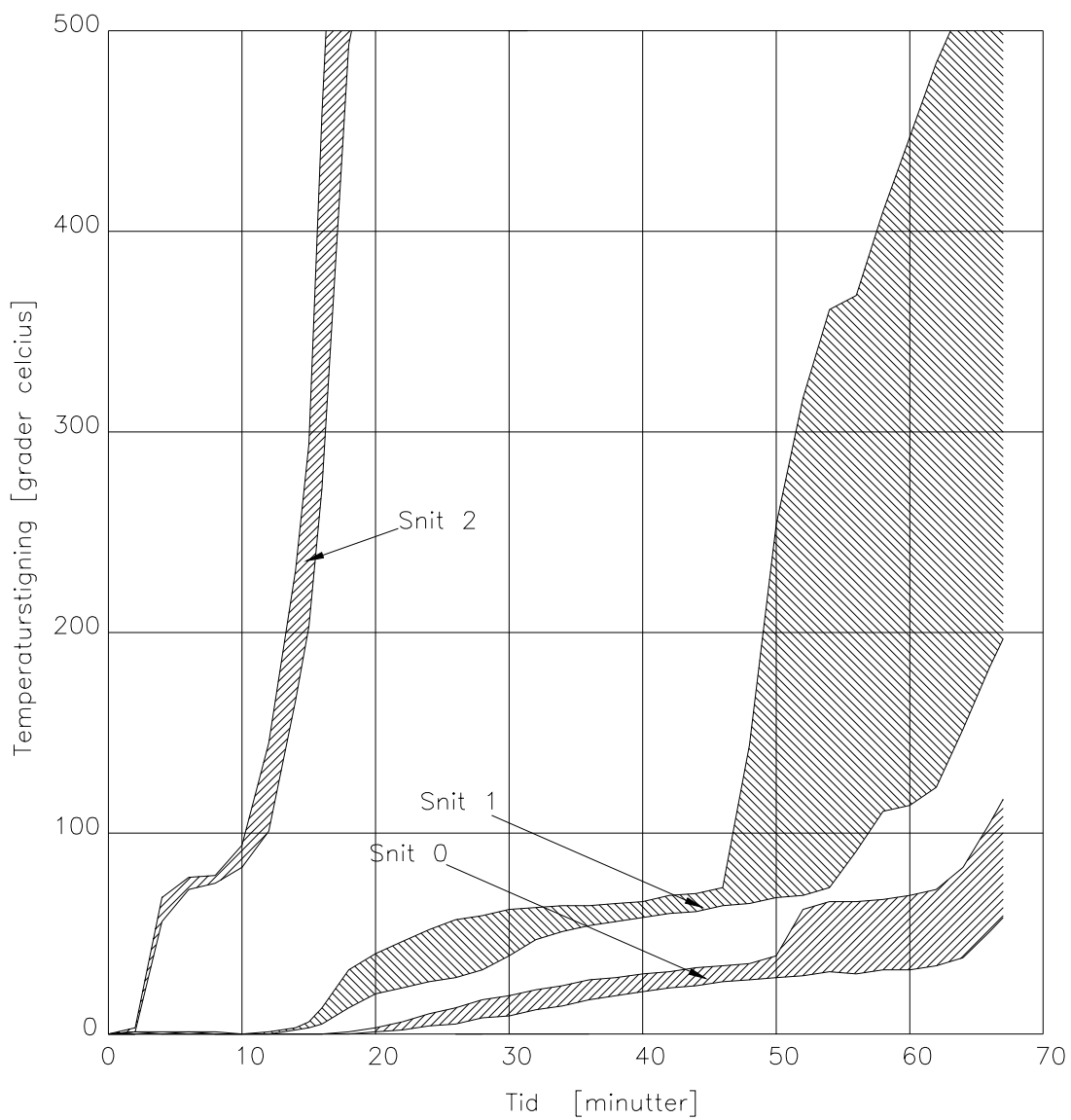
Celluloseuld som løsulds med 6 % bor- og 9 % aluminiumsalte.
Pladefelt med spredt forskalling.

Projekt:

Brandmodstandsbidrag for alternative
isoleringsmaterialer med fastholdelsessystem

Tegn. Nr.

6



DBI

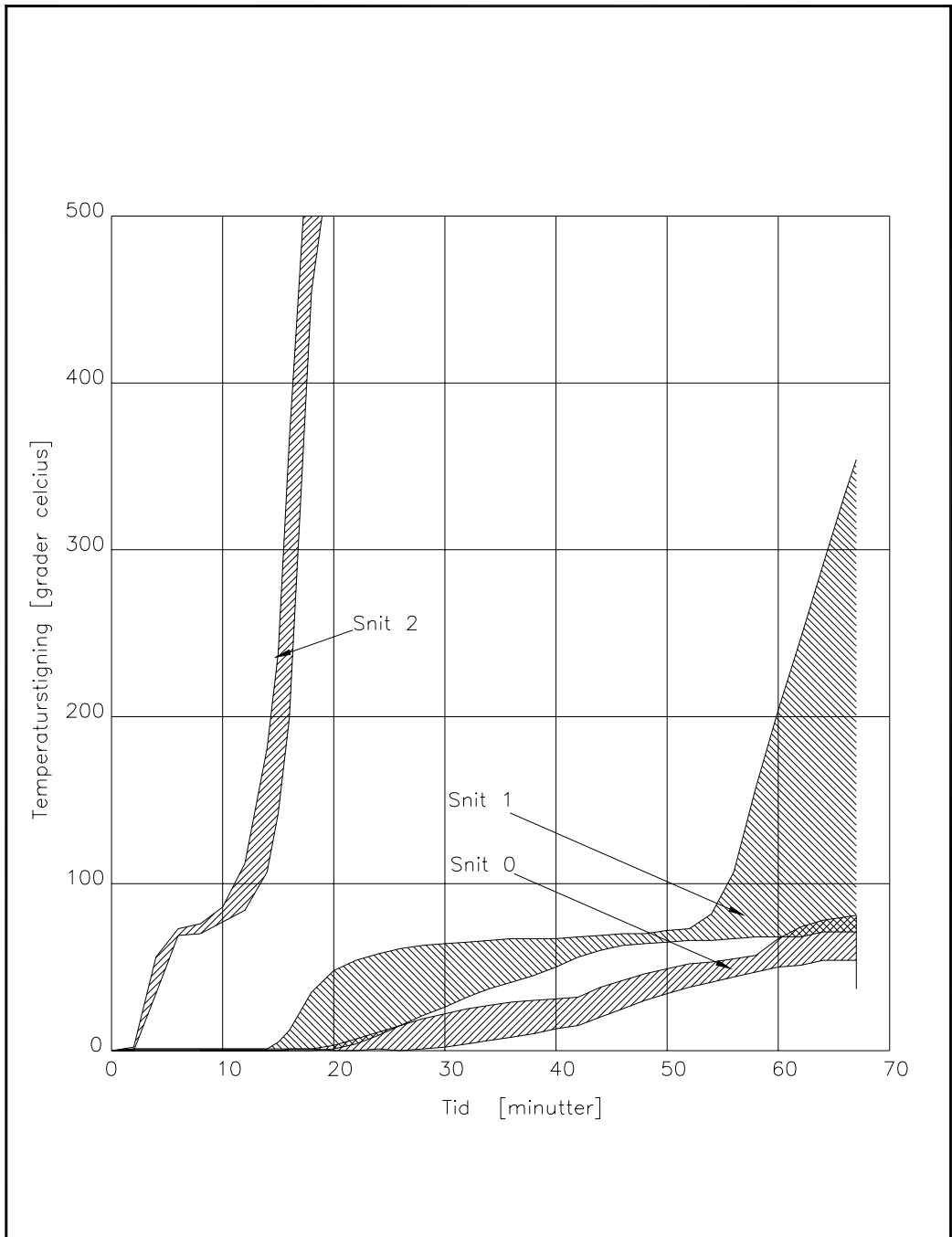
DANSK BRANDTEKNISK INSTITUT

JERNHOLMEN 12
2650 HVIDOVRE
TLF: 36349000
FAX: 36349001

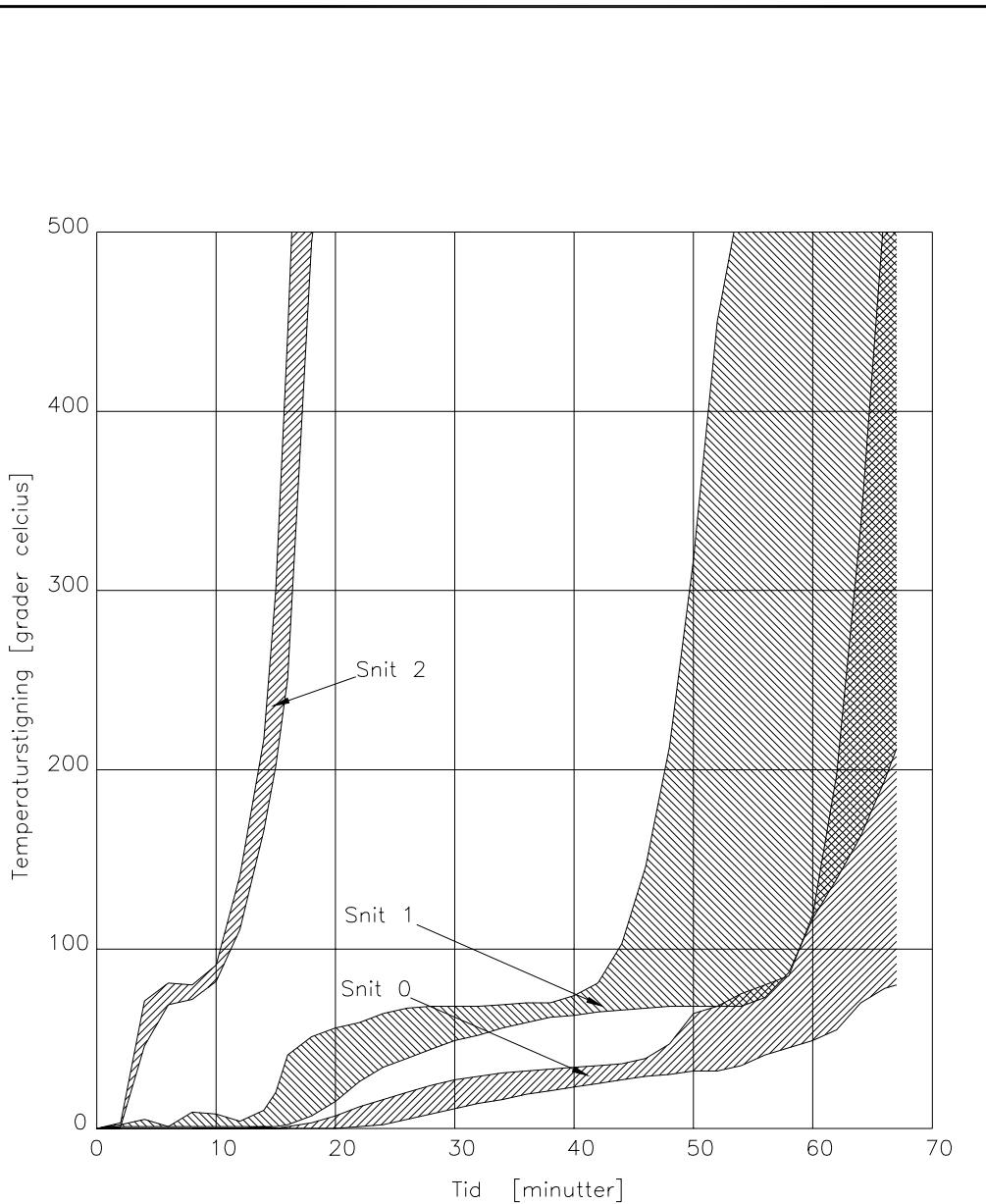
Celluloseuld som løsuld med 6 % bor- og 9 % aluminiumsalte.
Pladefelt med stålnet.


Projekt: Brandmodstandsbidrag for alternative
isoleringsmaterialer med fastholdelsessystem

Tegn. Nr.
7



 DBI	DANSK BRANDTEKNISK INSTITUT	JERNHOLMEN 12 2650 HVIDOVRE TLF: 36349000 FAX: 36349001
	Celluloseuld som løsuld med 18 % borsalte. Pladefelt med spredt forskalling.	
	Projekt: Brandmodstandsbidrag for alternative isoleringsmaterialer med fastholdelsessystem	Tegn. Nr. 8



 DBI	DANSK BRANDTEKNISK INSTITUT	JERNHOLMEN 12 2650 HVIDOVRE TLF: 36349000 FAX: 36349001
	Celluloseuld som løsuld med 18 % borsalte. Pladefelt med stålnet.	
	Projekt: Brandmodstandsbidrag for alternative isoleringsmaterialer med fastholdelsessystem	Tegn. Nr. 9