

Frede Christensen
Ejnar Danø

**Brandmodstandsbidrag
for
alternative isoleringsmaterialer**

**Dansk Brandteknisk Institut
September 2000**

Forord

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

- Prøvningsrapport DZ 66750 med prøvningsdato 2000-07-13 (ovnkammerprøvning nr. 1).
- Prøvningsrapport DZ 66750 med prøvningsdato 2000-08-17 (ovnkammerprøvning nr. 2).
- Prøvningsrapport DZ 66750 med prøvningsdato 2000-08-25 (ovnkammerprøvning nr. 3).

Projektet er udført af Dansk Brandteknisk Institut i perioden 1. juni til 15. september 2000, og det er finansieret af Energistyrelsens udviklingsprogram for miljø- og arbejdsmiljøvenlig isolering. Projektet omfattede brandteknisk undersøgelse af 8 pladefelter med alternative isoleringsmaterialer samt 2 pladefelter uden isoleringsmateriale.

Projektet omfattede prøvning af celluloseuld med forskellige tilsætningsstoffer. Disse produkter er prøvet dels som løsulld, dels i pladeform. Yderligere omfattede prøvningerne pladefelter med høruld og polystyrencelleplast 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 første indikation af størrelsen af brandmodstandsbidraget fra hvert af de anvendte isoleringsmaterialer, når de er indbygget uden fastholdelse.

Indholdsfortegnelse

Indledning	Side 3
Isoleringsmaterialer	Side 3 - 4
Prøvningsprocedure	Side 5
Prøvningsresultater	Side 6
Konklusion	Side 6 - 8
Bilag	Tabel 3 og tegningerne nr. 1 - 11.

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 10 pladefelter, hvor temperaturen blev målt mellem samtlige materialelag 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, som det finder sted i praksis i dag. Det vil sige, at der ikke foretages foranstaltninger for fastholdelse af hverken løsuldsprodukter eller pladeprodukter.

Isoleringsmaterialer

I tabel 1 (på side 4) er givet en oversigt over de isoleringsmaterialer, der indgik i prøvningsprogrammet. I oversigten er endvidere angivet densiteten af de enkelte materialer. 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 løsulld. Indblæsningen blev foretaget af producenterne ved hjælp af et indblæsningsapparat. Figur 1 viser indblæsning af celluloseuld i et pladefelt. Montage af isoleringsmaterialerne i pladeform blev foretaget delvis af Dansk Brandteknisk Institut, delvis af producenterne. Figur 2 viser en plade af celluloseuld, der monteres i et pladefelt.



Figur 1 Applicering af celluloseuld som løsulld.



Figur 2 Applicering af celluloseuld i pladeform

Isoleringsmateriale	Form	Tilsætningsstoffer	Densitet [kg/m ³]
Ovnkammerprøvning nr. 1			
Celluloseuld	Plade	18 % borsalte	51.5
Celluloseuld	Løsulld	18 % borsalte	72.4
Celluloseuld	Løsulld	6 % bor- og 9 % aluminiumsalte	55.3
Celluloseuld	Plade	6 % bor- og 9 % aluminiumsalte	68.9
Ovnkammerprøvning nr. 2			
Intet isoleringsmateriale			
Intet isoleringsmateriale			
Ovnkammerprøvning nr. 3			
Polystyrencelleplast	Plade		16.1
Polystyrencelleplast	Plade	Brom	16.8
Celluloseuld	Løsulld	5 % ammoniumpolyfosfat	68.3
Høruld	Plade	8 % ammoniumsulfat	31.5*

Tablet 1 Oversigt over de isoleringsmaterialer, der indgik i prøvningerne. For hvert materiale er angivet plade/løsulld, tilsætningsstoffer og densitet.

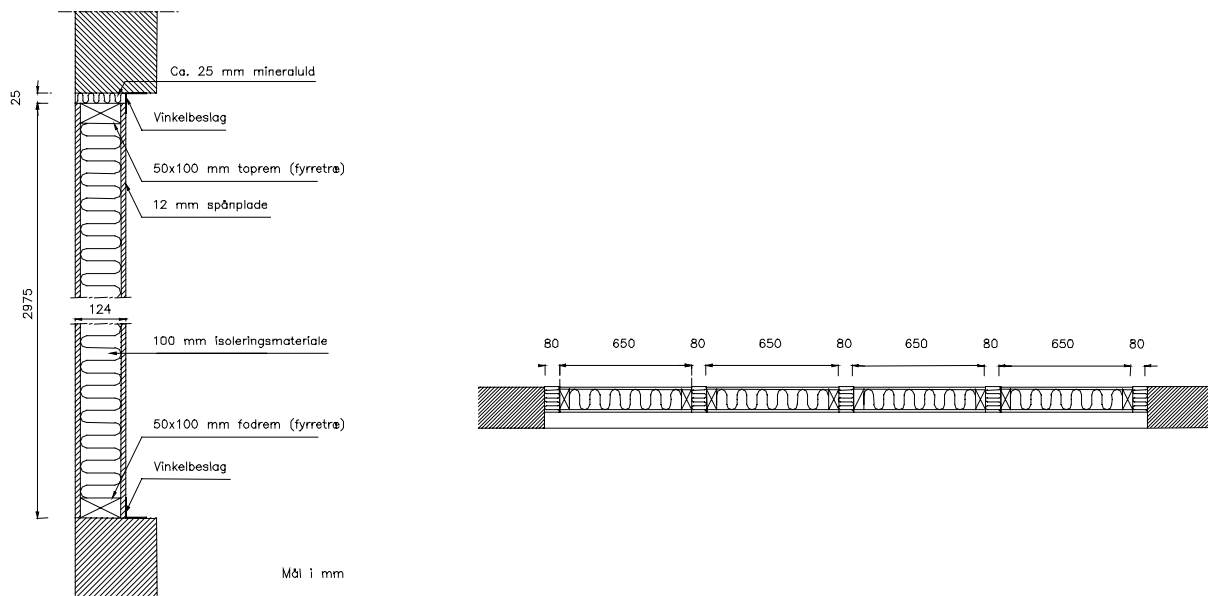
* Densiteten af høruld med 8 % ammoniumsulfat er beregnet på baggrund af vejning af pladematerialet alene.

Prøvningsprocedure

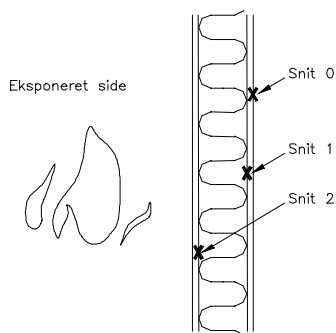
Hvert pladefelt bestod af 2 stk. 12 mm spånplade fastgjort til et træskelet af 50x100 mm fyrretræ. Spånpladernes gennemsnitlige densitet blev målt til 713 kg/m^3 . Den totale bredde af hvert pladefelt var 650 mm og højden var 2975 mm. Spånpladerne blev fastgjort til træskelettet med 60 mm lange søm for hver 150 mm. Imellem spånpladerne var placeret 100 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. 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.

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 3 ovnkammerprøvninger samt standardbrandkurven er vist i bilag på tegning nr. 1.

I det omfang det var muligt, blev hver ovnkammerprøvning først 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. Afdækning af et pladefelt er vist på figur 5.



Figur 3 Lodret og vandret snit i pladefelter monteret i betonramme.



Figur 4 Placering af måleområder i et pladefelt.



Figur 5 Afdækning af pladefelt grundet gennembrænding.

Prøvningsresultater

Temperaturforløbet for måleområderne for hvert pladefelt er vist i bilag på tegning nr. 2 til tegning nr. 11. 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 eksponeret som ikke-eksponeret side af pladefelterne. Ved disse observationer blev der konstateret nedfald af isoleringsmaterialer. Nedfald af isoleringsmateriale er yderligere indikeret af den markante temperaturstigning, der observeres for alle pladefelter i snit 1. Dette gælder såvel løsuldsprodukter som produkter i pladeform.

Konklusion

Spånplader på eksponeret side af pladefelt

Til vurdering af brandmodstandsbidraget fra spånplader på eksponeret side af pladefelterne betragtes tidsrummene fra prøvningens start til svigt af isolation i snit 2. For såvel pladefelter med som uden isoleringsmateriale skete svigt af isolation i snit 2 ca. 11-12 minutter efter prøvningens start. Brandmodstandsbidraget fra spånplader på eksponeret side af pladefelterne har således ikke været påvirket af det bagvedliggende isoleringsmateriale.

Spånplader på ikke-eksponeret side af pladefelt

Til vurdering af brandmodstandsbidraget fra spånplader på ikke-eksponeret side af pladefelterne betragtes tidsrummene fra svigt af isolation i snit 1 til svigt af isolation i snit 0. For ovnkammerprøvning nr. 1 er brandmodstandsbidraget fra disse spånplader ca. 7 minutter for de 2 pladefelter med celluloseuld som løsuld. For ovnkammerprøvning nr. 2 og ovnkammerprøvning nr. 3 er brandmodstandsbidraget fra spånplader på ikke-eksponeret side af pladefelterne ca. 10-11 minutter.

Isoleringsmaterialer

Bidraget til brandmodstandsevnen fra isoleringsmaterialerne kan defineres på forskellige måder ud fra prøvningsresultaterne refereret i denne rapport. Her betragtes 2 måder, hvorpå brandmodstandsbidraget kan defineres.

Isoleringsmateriale	Bme1_{iso}	bme2_{iso}
Celluloseuld i pladeform med 18 % borsalte	7 minutter	4 minutter
Celluloseuld som løsuld med 18 % borsalte	3 minutter	0 minutter
Celluloseuld som løsuld med 6 % bor- og 9 % aluminiumsalte	4 minutter	1 minutter
Celluloseuld i pladeform med 6 % bor- og 9 % aluminiumsalte	7 minutter	4 minutter
Polystyrencelleplast i pladeform	3 minutter	0 minutter
Bromeret polystyrencelleplast i pladeform	3 minutter	0 minutter
Celluloseuld som løsuld med 5 % ammoniumpolyfosfat	6 minutter	3 minutter
Høruld i pladeform med 8 % ammoniumsulfat	6 minutter	3 minutter

Tablet 2 Brandmodstandsbidrag fra isoleringsmaterialerne. NB: Disse værdier er kun en første indikation af størrelsen af brandmodstandsbidraget fra isoleringsmaterialerne.

I den første betragtning er brandmodstandsbidraget lig med tidsforskellen mellem svigt af isolation i snit 1 og svigt af isolation i snit 2. I foranstående oversigt (tabel 2) er dette brandmodstandsbidrag benævnt $bme1_{iso}$.

Idet der er foretaget prøvninger med pladefelter uden isoleringsmaterialer, er det muligt at definere brandmodstandsbidraget således, at der korrigeres med den tidsforskel, der er mellem svigt af isolation i snit 1 og svigt af isolation i snit 2 for pladefelterne uden isoleringsmateriale. Prøvningsresultaterne viser, at denne tidsforskel er ca. 3-4 minutter. I foranstående beregninger (tabel 2) er anvendt 3 minutter. I tabel 2 er brandmodstandsbidraget beregnet ud fra disse betragtninger benævnt $bme2_{iso}$.

Det ses af tabel 2, at de prøvede materialer kan deles i to grupper.

For den ene gruppe fås samme resultat for pladefelter med isoleringsmaterialer som for pladefelter uden isoleringsmaterialer. Dette gælder for isoleringsmaterialerne polystyrencelleplast i pladeform, bromeret polystyrencelleplast i pladeform, celluloseuld som løsuld med 18 % borsalte samt celluloseuld som løsuld med 6 % bor- og 9 % aluminiumsalte.

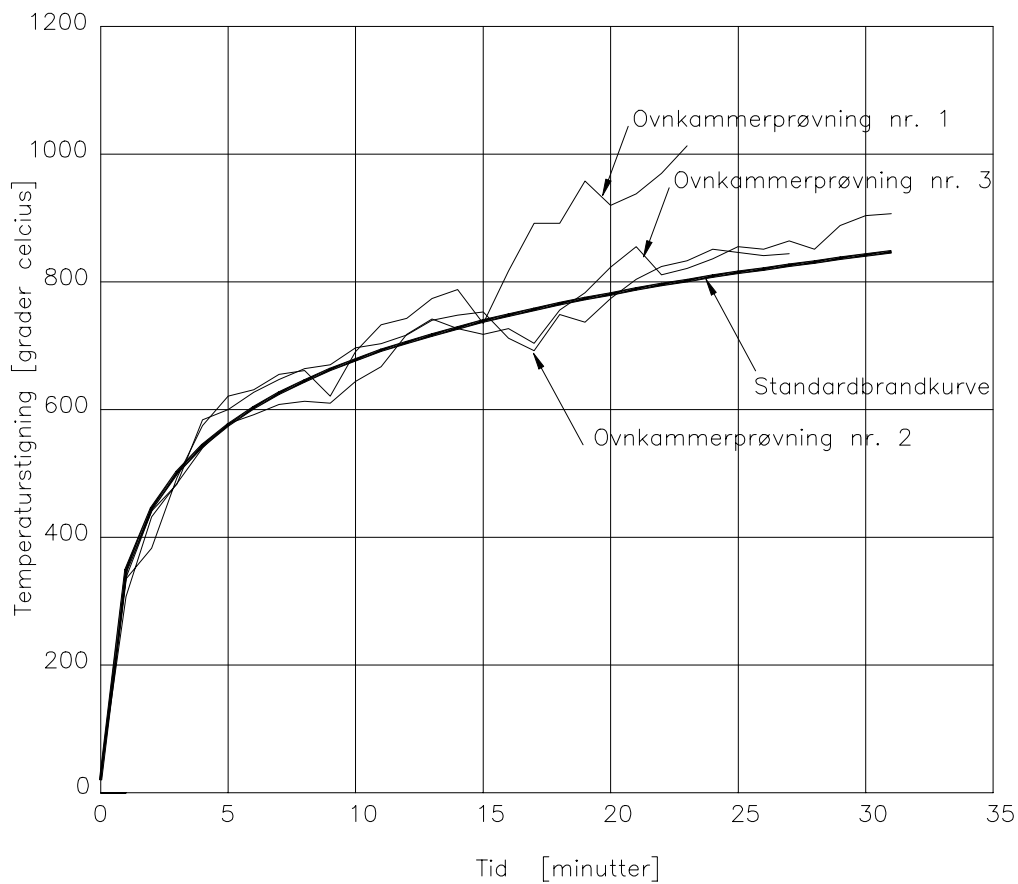
For den anden gruppe af materialer opnås et bidrag til brandmodstandsevnen på ca. 3-4 minutter i forhold til pladefelterne uden isoleringsmateriale. Dette gælder for de 2 produkter af celluloseuld i pladeform, høruld i pladeform samt celluloseuld med 5 % ammoniumpolyfosfat som løsuld. Det skal her nævnes, at ved prøvningen af pladefeltet med høruld var kun ca. 1/3 af pladefeltets højde udfyldt med høruld. Resten af pladefeltet var udfyldt med stenuld. Derfor skal dette prøvningsresultat tages med stort forbehold.

Den primære konklusion der kan drages efter undersøgelserne foretaget i dette projekt er, at hvis der ikke foretages foranstaltninger der hindrer nedfald af isoleringsmateriale, så er brandmodstandsbidraget fra disse materialer yderst begrænset.

Bilag

Isoleringsmateriale	Måleområde	Isolation	Integritet
Ovnkammerprøvning nr. 1			
Celluloseuld i pladeform med 18 % borsalte	Snit 2	11 minutter	Ikke målt
	Snit 1	18 minutter	
	Snit 0	Ikke målt	
Celluloseuld som løsuld med 18 % borsalte	Snit 2	12 minutter	22½ minut
	Snit 1	15 minutter	
	Snit 0	22 minutter	
Celluloseuld som løsuld med 6 % bor- og 9 % aluminiumsalte	Snit 2	11 minutter	22 minutter
	Snit 1	15 minutter	
	Snit 0	22 minutter	
Celluloseuld i pladeform med 6 % bor- og 9 % aluminiumsalte	Snit 2	11 minutter	Ikke målt
	Snit 1	18 minutter	
	Snit 0	Ikke målt	
Ovnkammerprøvning nr. 2			
Intet isoleringsmateriale	Snit 2	12 minutter	27½ minut
	Snit 1	16 minutter	
	Snit 0	26 minutter	
Intet isoleringsmateriale	Snit 2	12 minutter	Ikke målt
	Snit 1	15 minutter	
	Snit 0	26 minutter	
Ovnkammerprøvning nr. 3			
Polystyrencelleplast i pladeform	Snit 2	12 minutter	25 minutter
	Snit 1	15 minutter	
	Snit 0	25 minutter	
Bromeret polystyrencelleplast i pladeform	Snit 2	12 minutter	24 minutter
	Snit 1	15 minutter	
	Snit 0	25 minutter	
Celluloseuld som løsuld med 5 % ammoniumpolyfosfat	Snit 2	12 minutter	29 minutter
	Snit 1	18 minutter	
	Snit 0	28 minutter	
Høruld i pladeform med 8 % ammoniumsulfat	Snit 2	12 minutter	Ikke målt
	Snit 1	18 minutter	
	Snit 0	29 minutter	

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



DBI

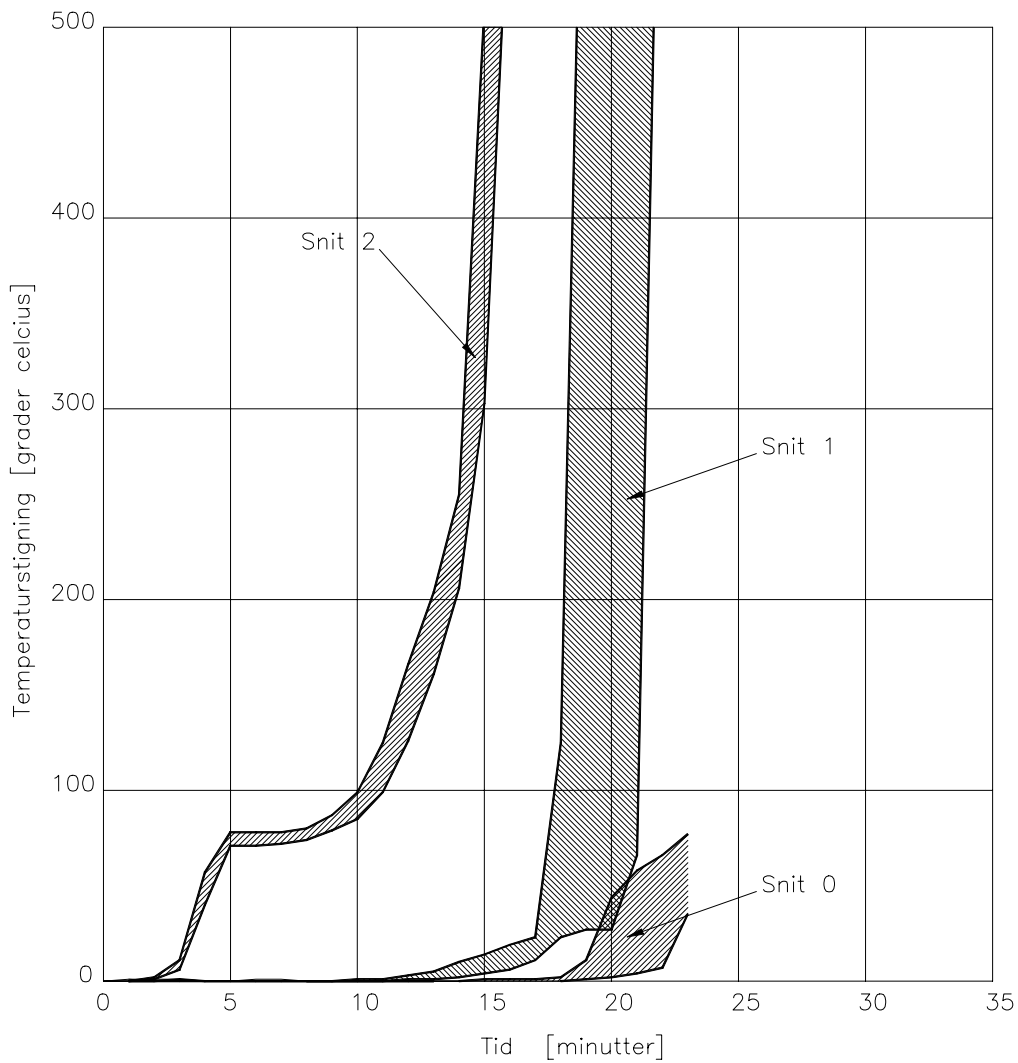
DANSK BRANDTEKNISK INSTITUT

JERNHOLMEN 12
2650 HVIDOVRE
TLF: 36349000
FAX: 36349001

Emne: Ovntemperatur for de 3 ovnkammerprøvninger samt standardbrandkurven

Projekt: Brandmodstandsbidrag for alternative isoleringsmaterialer

Tegn. Nr.
1



DBI

DANSK BRANDTEKNISK INSTITUT

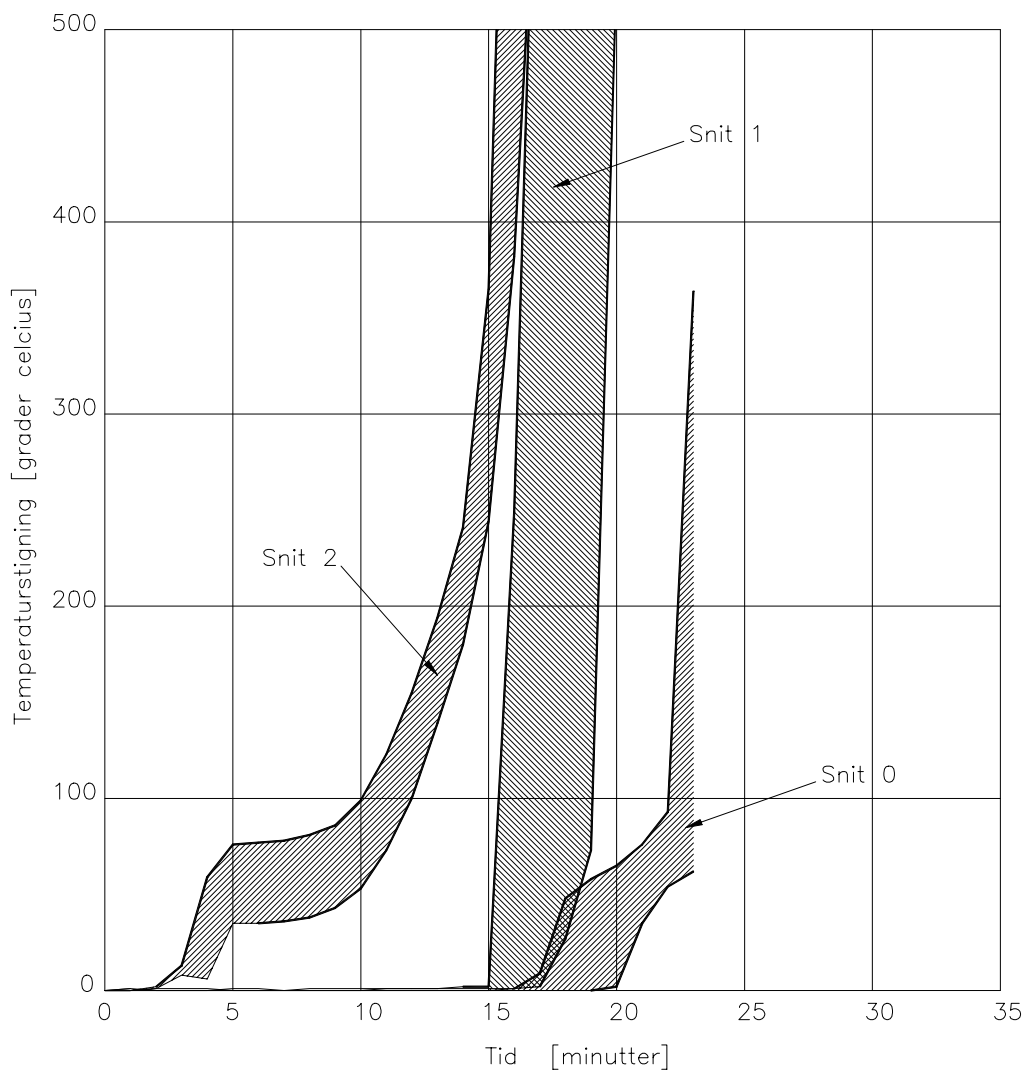
JERNHOLMEN 12
2650 HVIDOVRE
TLF: 36349000
FAX: 36349001

Prøvningsresultat for celluloseuld
i pladeform med 18 % borsalte

Projekt: Brandmodstandsbidrag for
alternative isoleringsmaterialer

Tegn. Nr.

2



DBI

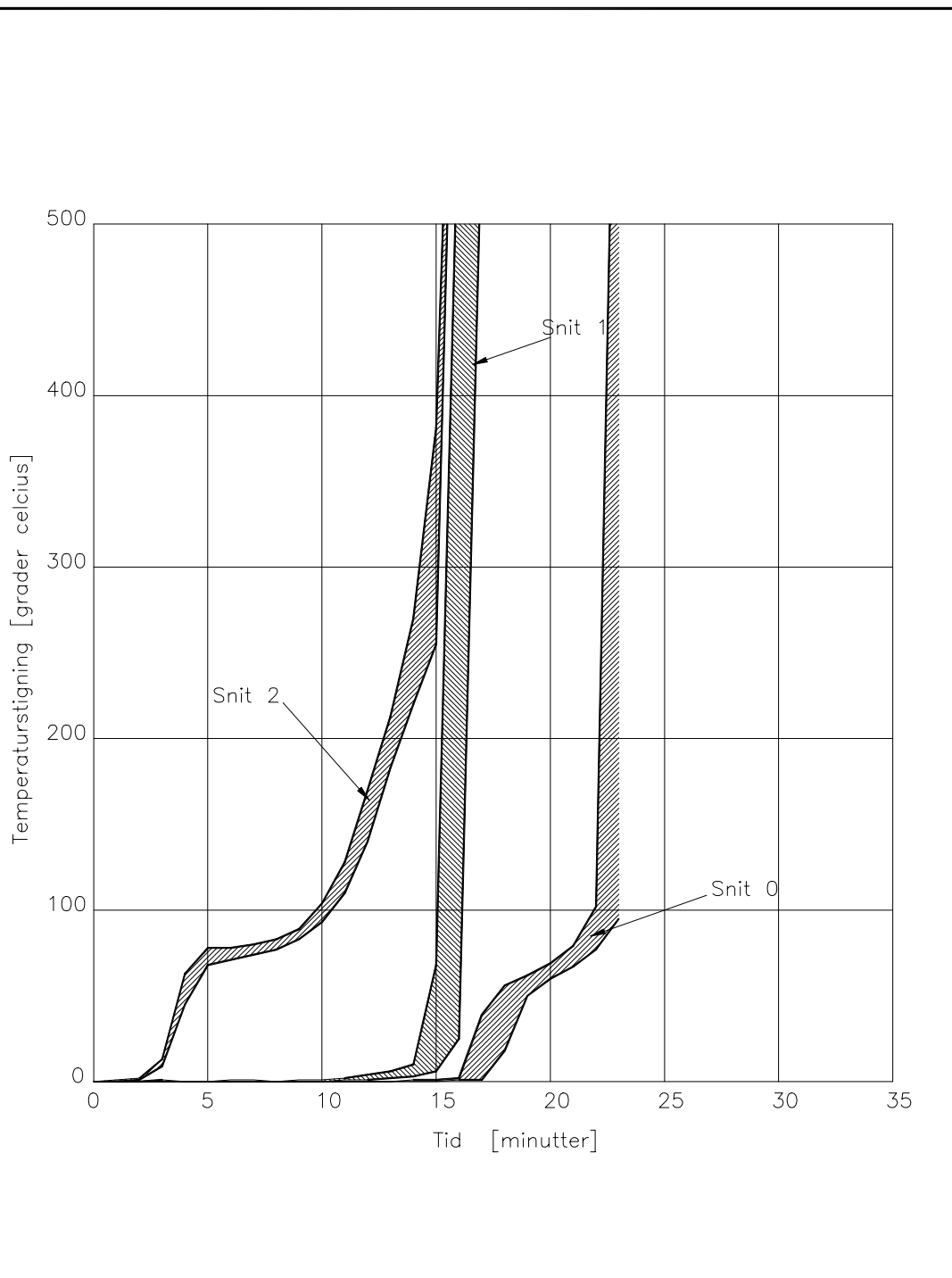
DANSK BRANDTEKNISK INSTITUT

JERNHOLMEN 12
2650 HVIDOVRE
TLF: 36349000
FAX: 36349001

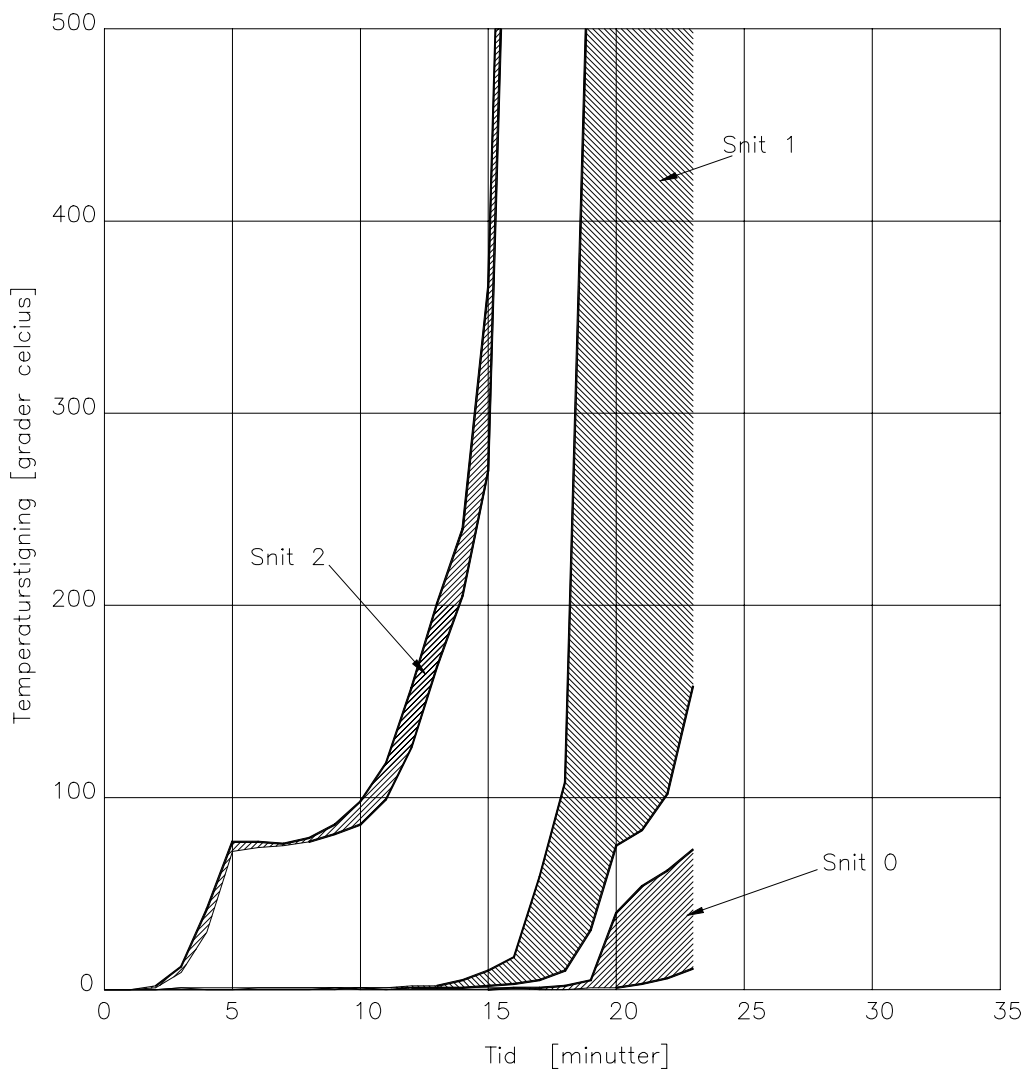
Emne: Prøvningsresultat for celluloseuld som løsuld med 18 % borsalte

Projekt: Brandmodstandsbidrag for alternative isoleringsmaterialer

Tegn. Nr.
3



 DBI	DANSK BRANDTEKNISK INSTITUT		JERNHOLMEN 12 2650 HVIDOVRE TLF: 36349000 FAX: 36349001
	Emne: Prøvningsresultat for celluloseuld som løsuld med 6% bor- og 9% aluminiumsalte		
	Projekt: Brandmodstandsbidrag for alternative isoleringsmaterialer	Tegn. Nr. 4	



DBI

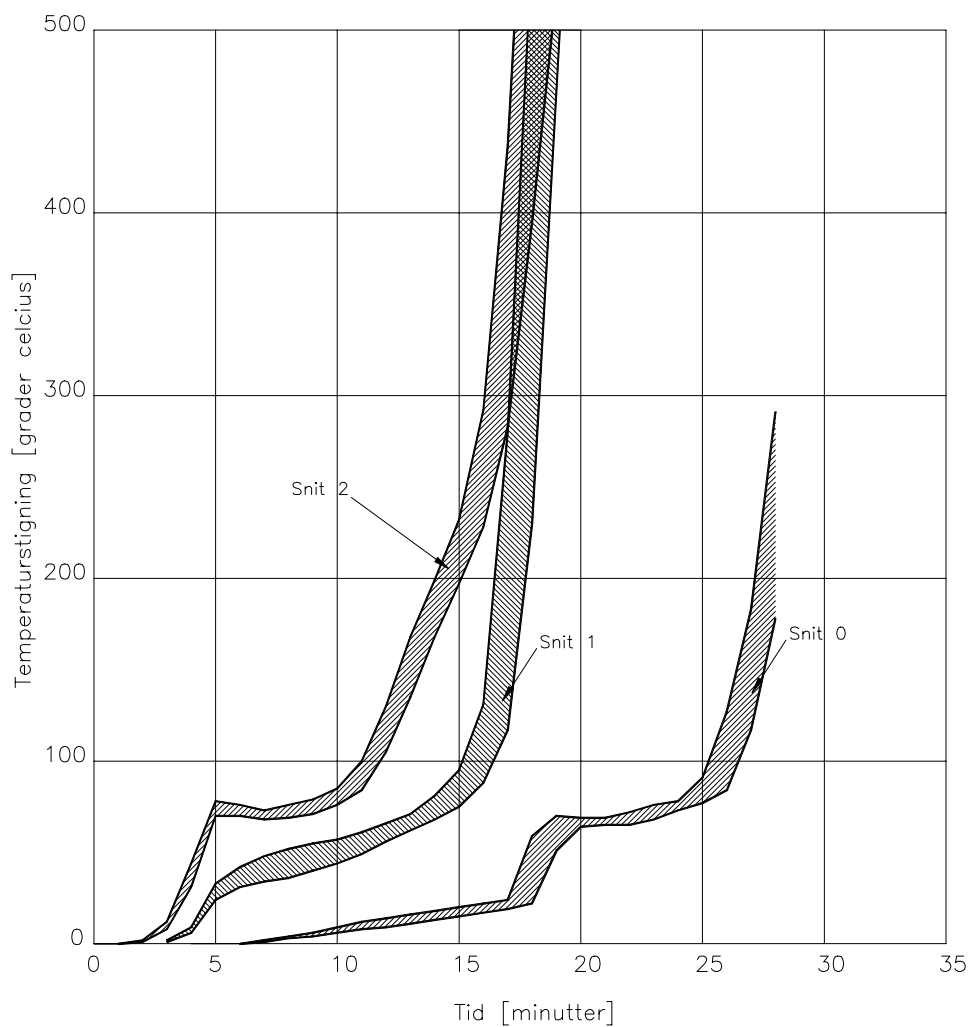
DANSK BRANDTEKNISK INSTITUT

JERNHOLMEN 12
2650 HVIDOVRE
TLF: 36349000
FAX: 36349001

Emne: Prøvningsresultat for celluloseuld
i pladeform med 6% bor- og 9% aluminiumsalte

Projekt: Brandmodstandsbidrag for
alternative isoleringsmaterialer

Tegn. Nr.
5



DBI

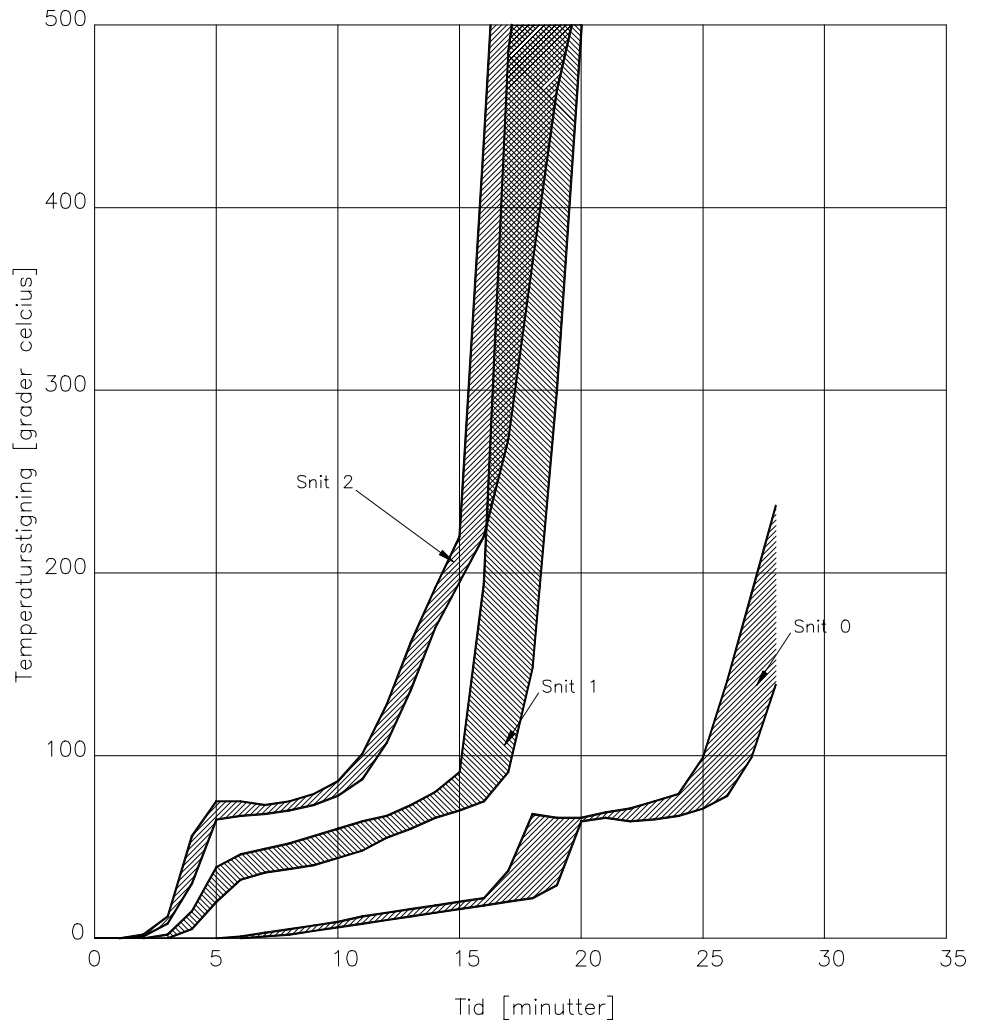
DANSK BRANDTEKNISK INSTITUT

JERNHOLMEN 12
2650 HVIDOVRE
TLF: 36349000
FAX: 36349001

Emne: Prøvningsresultat for pladefelt uden isoleringsmaterialer

Projekt: Brandmodstandsbidrag for alternative isoleringsmaterialer

Tegn. Nr.
6



DBI

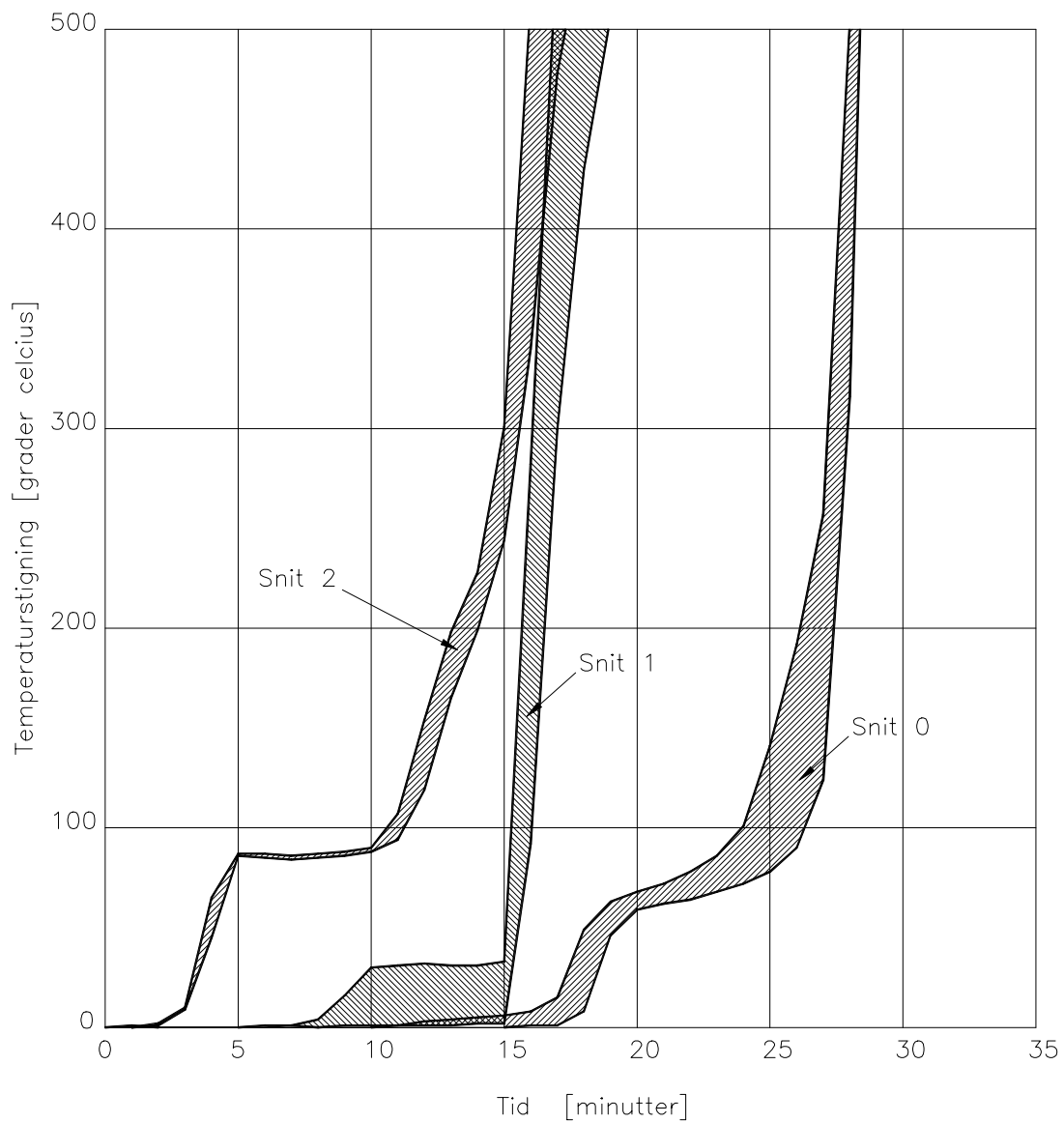
DANSK BRANDTEKNISK INSTITUT

JERNHOLMEN 12
2650 HVIDOVRE
TLF: 36349000
FAX: 36349001

Emne: Prøvningsresultat for pladefelt uden isoleringsmaterialer

Projekt: Brandmodstandsbidrag for alternative isoleringsmaterialer

Tegn. Nr.
7



DBI

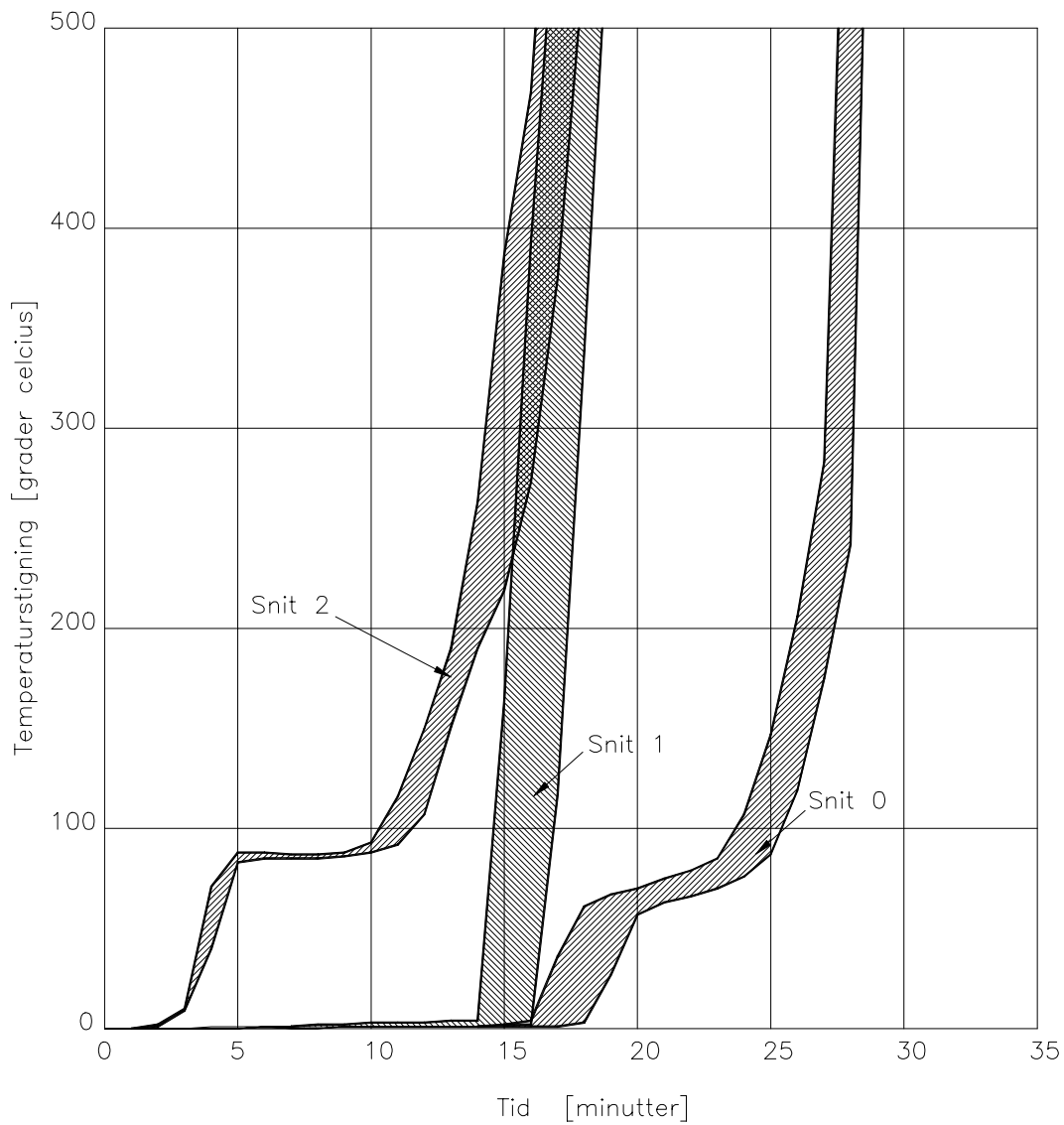
DANSK BRANDTEKNISK INSTITUT

JERNHOLMEN 12
2650 HVIDOVRE
TLF: 36349000
FAX: 36349001

Prøvningsresultat for polystyrencelleplast
i pladeform

Projekt: Brandmodstandsbidrag for
alternative isoleringsmaterialer

Tegn. Nr.
8



DBI

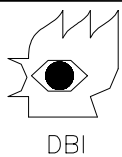
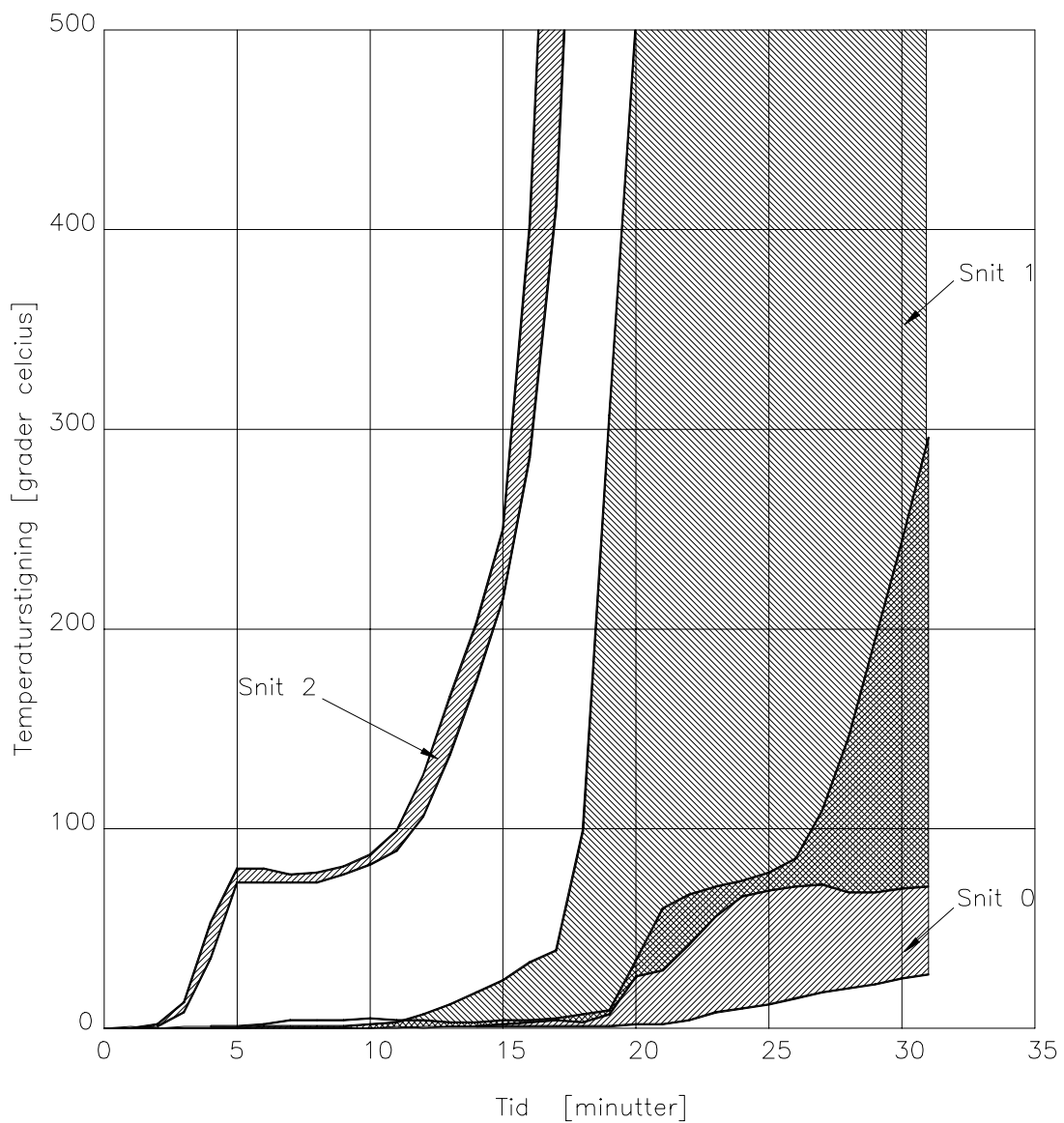
DANSK BRANDTEKNISK INSTITUT

JERNHOLMEN 12
2650 HVIDOVRE
TLF: 36349000
FAX: 36349001

Prøvningsresultat for bromeret polystyrencelleplast
i pladeform

Projekt: Brandmodstandsbidrag for
alternative isoleringsmaterialer

Tegn. Nr.
9



DBI

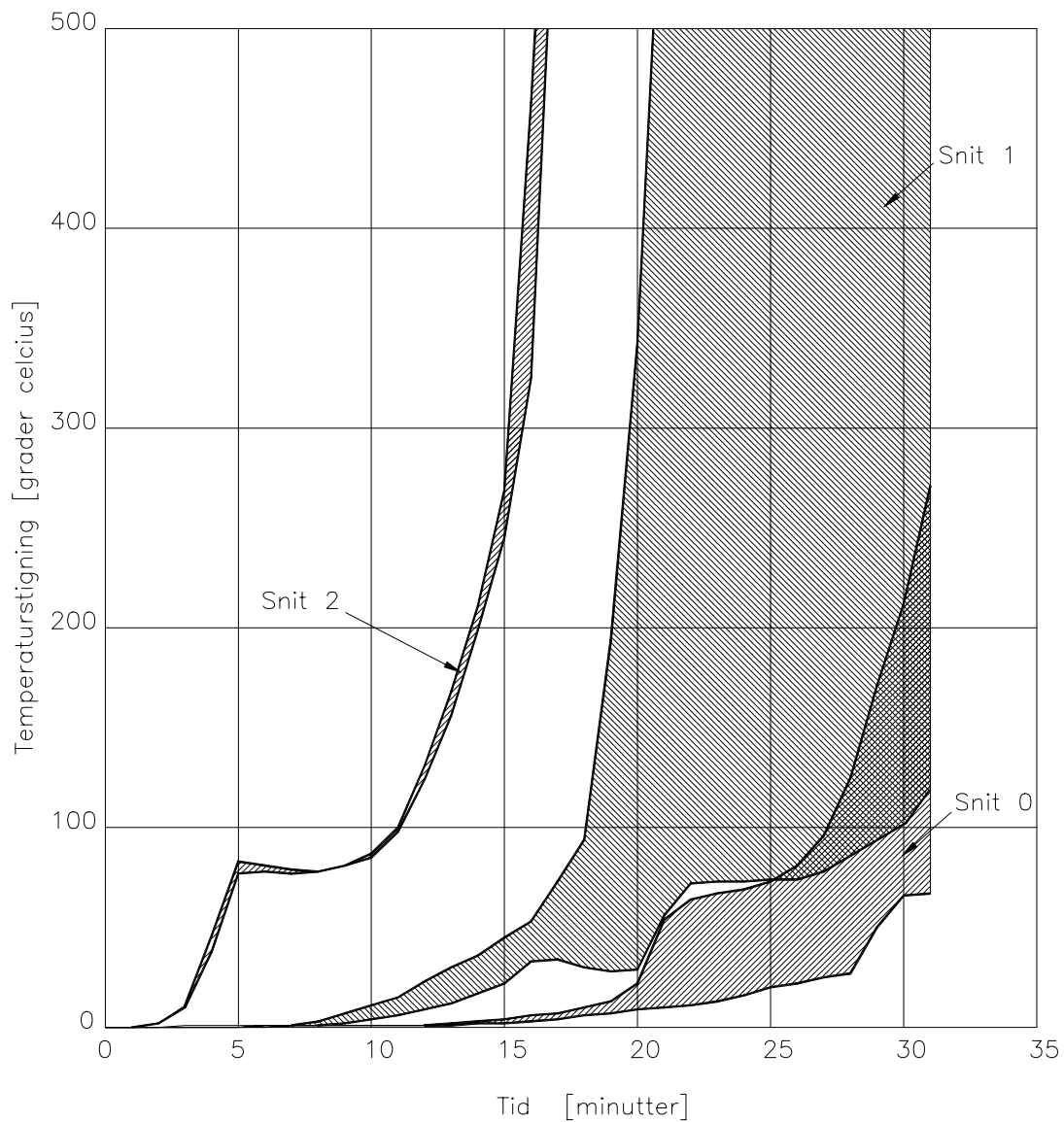
DANSK BRANDTEKNISK INSTITUT

JERNHOLMEN 12
2650 HVIDOVRE
TLF: 36349000
FAX: 36349001

Emne: Prøvningsresultat for celluloseuld som løseuld med 5% ammoniumpolyfosfat

Projekt: Brandmodstandsbidrag for alternative isoleringsmaterialer

Tegn. Nr.
10



DBI

DANSK BRANDTEKNISK INSTITUT

JERNHOLMEN 12
2650 HVIDOVRE
TLF: 36349000
FAX: 36349001

Emne: Prøvningsresultat for høruld
i pladeform med 5% ammoniumsulfat

Projekt: Brandmodstandsbidrag for
alternative isoleringsmaterialer

Tegn. Nr.
11