



Rapport

Vurdering av kritiske varme- strålingsnivåer for antennelse av behandlet tre

Tester baserte på ISO 5660-1:2015/Amd 1:2019

Forfatter:
Robert Olofsson

Vurdering av kritiske varme- strålingsnivåer for antennelse av behandlet tre

VERSJON
1

DATO
2021-06-16

FORFATTER
Robert Olofsson

OPPDRAAGSGIVERE
Alvdal Skurlag AS
Boligprodusentenes Forening
Marnar Bruk AS
Talgø MøreTre AS

OPPDRAAGSGIVERS REF.
Christian Sesseng
(Erichsen & Horgen AS avd.
Trondheim)

PROSJEKTNR.
130009-39

ANTALLSIDER INKL. VEDLEGG:
12

PRØVEMATERIALET
Vurdering av kritiske varme-strålingsnivåer for
antennelse av behandlet tre

PRØVEOBJEKT MOTTATT
Våren 2021

PRØVEPROGRAM
Tester baserte på
ISO 5660-1:2015/Amd 1:2019

PRØVESTED
RISE Fire Research AS

PRØVEDATO
Mai/Juni 2021

SAMMENDRAG

8 behandlede tre-materialer ble testet og vurdert med hensyn til antennelighet, ved prøving i konkalorimeteret, som er beskrevet i ISO 5660-1: 2015 /Amd 1:2019. Kritiske varmestrålingsnivåer samt overflatetemperaturer for antenning ble estimert gjennom brannteknisk prøving og teoretiske beregninger.

Estimerte kritiske varmevarmestrålingsnivåer (Q_{crit}) og overflatetemperaturer for antenning (T_{cr}) er gitt i kapittel 5.

Vurderinger og konklusjoner er gitt i kapittel 6.

UTARBEIDET AV
Robert Olofsson, Senioringeniør

SIGNATUR

GODKJENT AV
Anne Steen-Hansen, Sjefforsker

SIGNATUR

RAPPORTNR.
F21 130009-39

GRADERING
Fortrolig

GRADERING DENNE SIDE
Fortrolig

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBESKRIVELSE
1	2021-06-16	Første versjon.

Innholdsfortegnelse

1	Bemerkninger / avvik	4
2	Produktbeskrivelse	4
2.1	Produsenter	4
2.2	Prøvetaking	5
2.3	Prøvestykker	5
3	Gjennomføring av prøving	5
4	Testresultater	5
5	Estimering og beregning	11
6	Vurdering og konklusjon	12

1 Bemerkninger / avvik

Vurderingen er basert på teorigrunnlag for bestemmelse av kritisk varmekraft, som er presentert i følgende referanse:

- [1] Vytenis Babrauskas (2003): Ignition Handbook, ISBN 0-9728111-3-3, Fire Science Publishers, Issaquah, WA, USA. Page 260-261.

Materialet merket «Alvdal» fikk testresultater som indikerer negativ kritisk varmestrålingsnivå. Dette er ikke mulig ut fra et brannteknisk perspektiv, og derfor har beregningsresultatene av kritisk varmestrålingsnivå og temperatur ikke blitt inkludert i denne rapporten. Basert på resultatene, er det sannsynlig å anta at kritisk varmestrålingsnivå og temperatur er relativt lav for materialet.

For noen av materialene er det oppgitt et estimert intervall av kritisk varmestrålingsnivå og temperatur. Dette viser usikkerhetene knyttet til estimatene som gjøres fra ulikt antall datapunkter.

2 Produktbeskrivelse

Materialene som ble testet var behandlede tre-materialer og er merket i denne rapporten som «Fersk», «18 mnd», «Oljedekkbeis», «Oljemaling», «Talgø», «Alvdal», «RG.20, uke20/2020» og «RG.20, uke4/2021». Følgende informasjon er gitt av leverandører/produsenter av materialene.

- «Fersk» var Royalimpregnert kledning av furu og «fersk» indikerer at den var levert relativt direkte etter impregnering.
- «18 mnd» var Royalimpregnert kledning av furu og «18 mnd» indikerer at den var aldret i ca. 18 måneder. Det ble ikke angitt hvordan aldringen var gjort.
- «Oljedekkbeis» var beiset kledning av gran.
 - 2 strøk av oljebeis.
- «Oljemaling» var grunnet og malt kledning av gran.
 - 1 strøk oljebasert grunning og
 - 2 strøk oljemaling.
- «Talgø» var Royalimpregnert trevirke. Ikke noe mer informasjon er gitt.
- «Alvdal» var Royalimpregnert trevirke. Ikke noe mer informasjon er gitt.
- «RG.20, uke20/2020» var Royalimpregnert trevirke merket med «uke20, 2020». Ikke noe mer informasjon er gitt.
- «RG.20, uke4/2021» var Royalimpregnert trevirke merket med «uke4/2021». Ikke noe mer informasjon er gitt.

2.1 Produsenter

Tabell 1 Produsenter/leverandører

Prøvemateriale:	Produsent/leverandør:
«Fersk» «18 mnd» «RG.20, uke20/2020» «RG.20, uke4/2021»	Marnar Bruk AS
«Oljedekkbeis» «Oljemaling» «Alvdal»	Alvdal Skurlag AS
«Talgø»	Talgø MøreTre AS

2.2 Prøvetaking

RISE var ikke involvert i valg av prøvematerialer. Det hadde tidligere blitt levert materialer for storskala branntester ved RISE på materialene merket med «Fersk», «18 mnd», «Oljedekkebeis» og «Oljemaling». Fra disse leveranser med materialer tok RISE ut prøver for testingen beskrevet i denne rapporten. De øvrige materialene ble levert separat spesifikt for disse småskala testene. Prøvematerialer ble levert til RISE i flere forsendelser i løpet av våren 2021.

2.3 Prøvestykker

RISE kuttet til prøvestykker på 100 mm × 100 mm fra prøvematerialer. Tykkelse ble målt til ca. 19 mm.

3 Gjennomføring av prøving

<i>Operatører:</i>	Morten Daffinrud (materialer 1-6), Ingeniør og Robert Olofsson (materialer 7-8), Senioringeniør.
<i>Kondisjonering:</i>	Materialet ble oppbevart i luft med relativ fuktighet (50 ± 5) % og temperatur (23 ± 2) °C til stabil vekt i henhold til ISO 5660-1 var oppnådd.
<i>Antall enkelttester og strålingsnivåer:</i>	Hvert material ble testet 1 gang på forskjellige strålingsnivåer. Se kapittel 4 for mer informasjon.
<i>Øvrig:</i>	Gnist ble brukt som antennelseskilde.

4 Testresultater

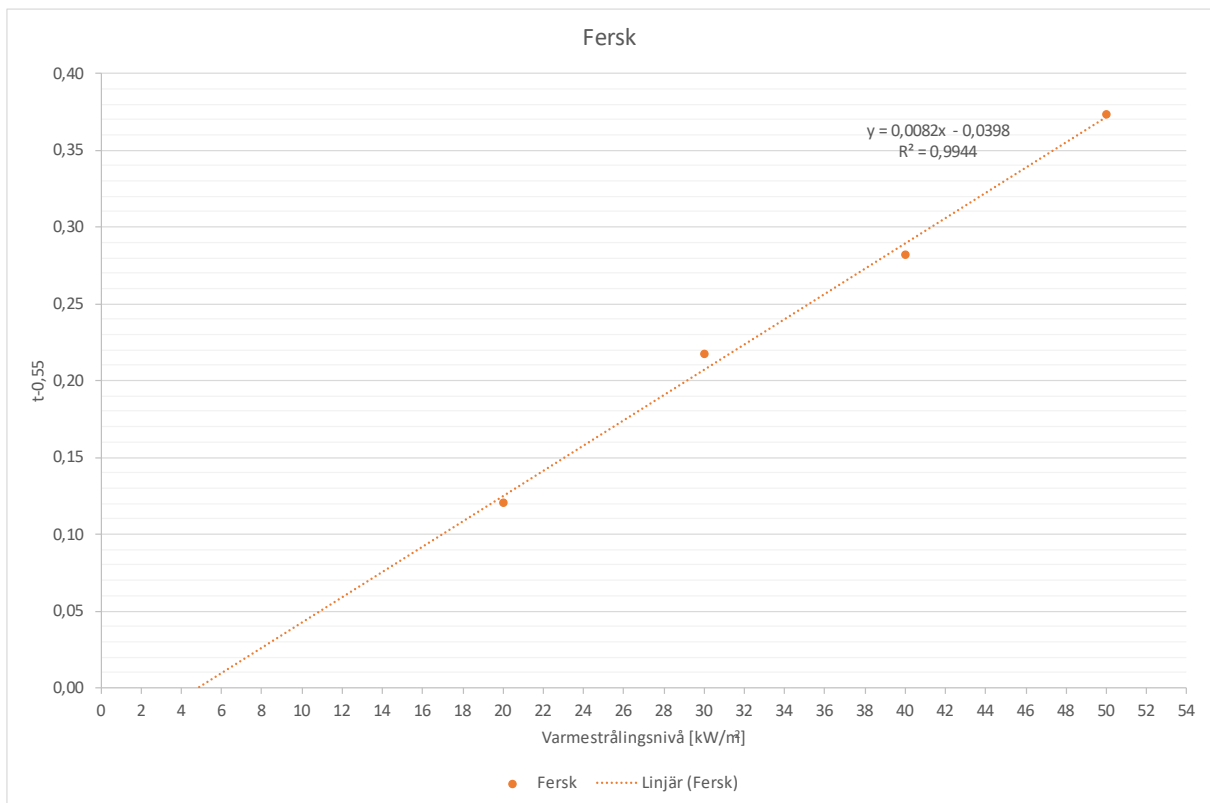
Tabell 2 Tid til antennelse observert ved test i henhold til ISO 5660-1:2015 og transformert tid til antennelse $t^{0,55}$ [1].

	Material id. og merking:	Strålingsnivå [kW/m ²]					
		15	18	20	30	40	50
Tid til antennelse t [s] og $t^{0,55}$	1. «Fersk»	- *	- *	47	16	10	6
		-	-	0,120	0,218	0,282	0,373
	2. «18 mnd»	- *	- *	75	43	27	8
		-	-	0,093	0,126	0,163	0,319
	3. «Oljedekkebeis»	- *	- *	1660	76	33	26
		-	-	0,017	0,092	0,146	0,167
	4. «Oljemaling»	- *	- *	928	73	38	18
		-	-	0,023	0,094	0,135	0,204
	5. «Talgø»	- *	- *	41	16	12	6
		-	-	0,130	0,218	0,255	0,373
	6. «Alvdal»	- *	- *	33	19	13	9
		-	-	0,146	0,198	0,244	0,299
	7. «RG.20, uke20/2020»	- **	265	138	34	10	- *
		-	0,046	0,067	0,144	0,282	-
	8. «RG.20, uke4/2021»	1436	44	35	12	9	- *
		0,018	0,125	0,142	0,255	0,299	-

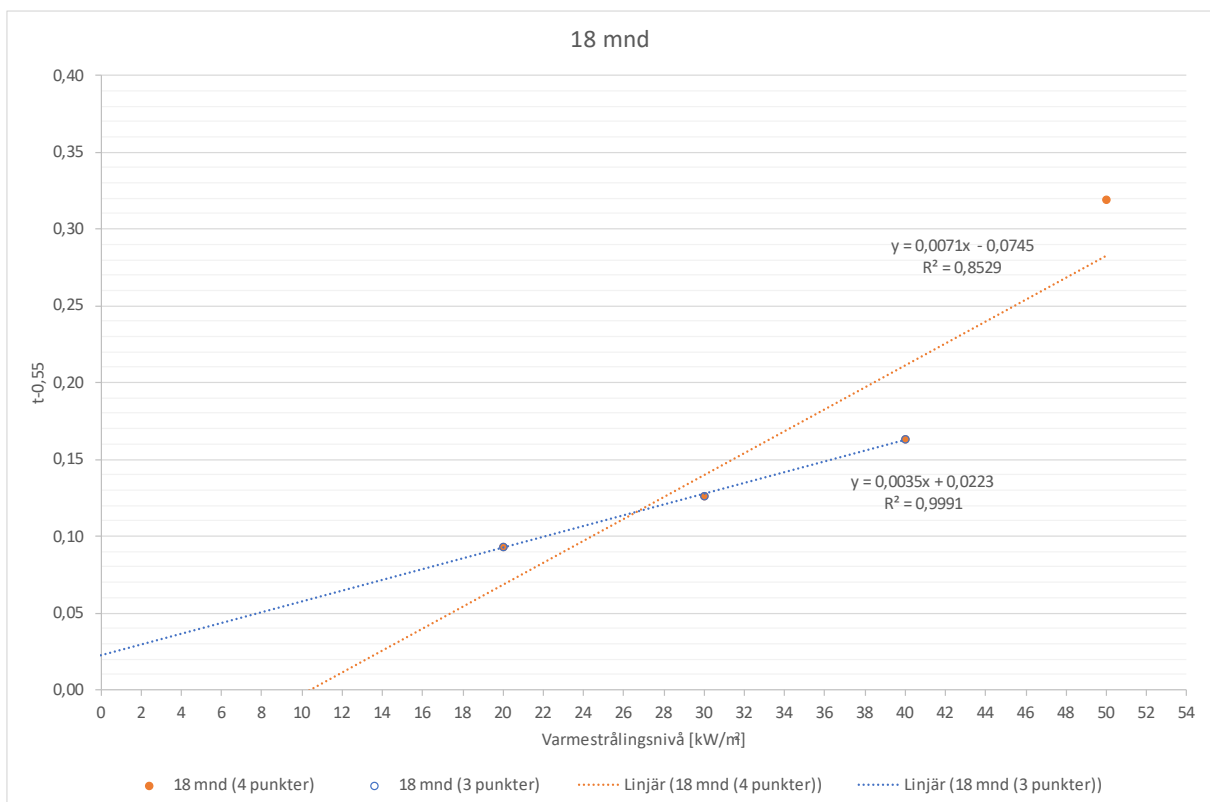
* Varmestrålingsnivå ikke testet.

** Ingen antennelse etter 30 minutters testing. Testen ble avbrudd etter 30 minutter.

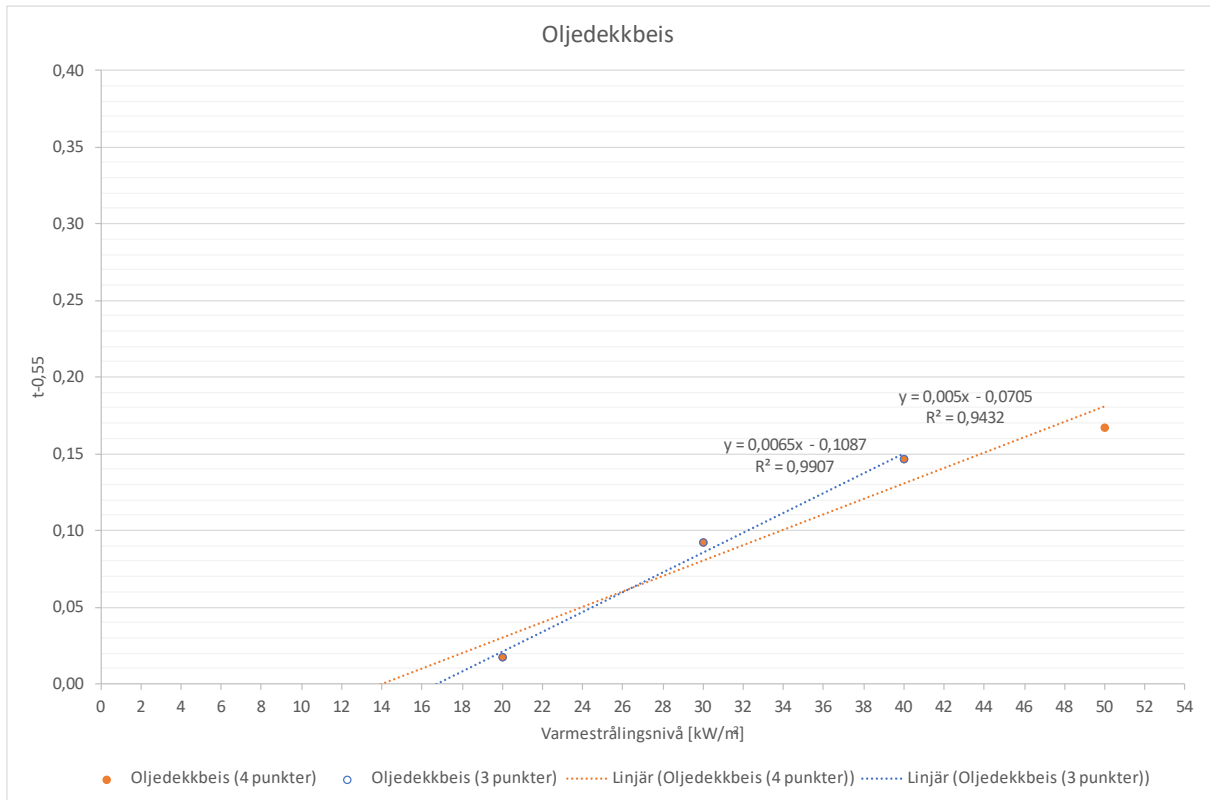
Transformert antennelsestid fra Tabell 2 er plottet inn i diagram i henhold til prosedyrer gitt i [1]. Diagrammene viser også ekstrapolerte trendlinjer.



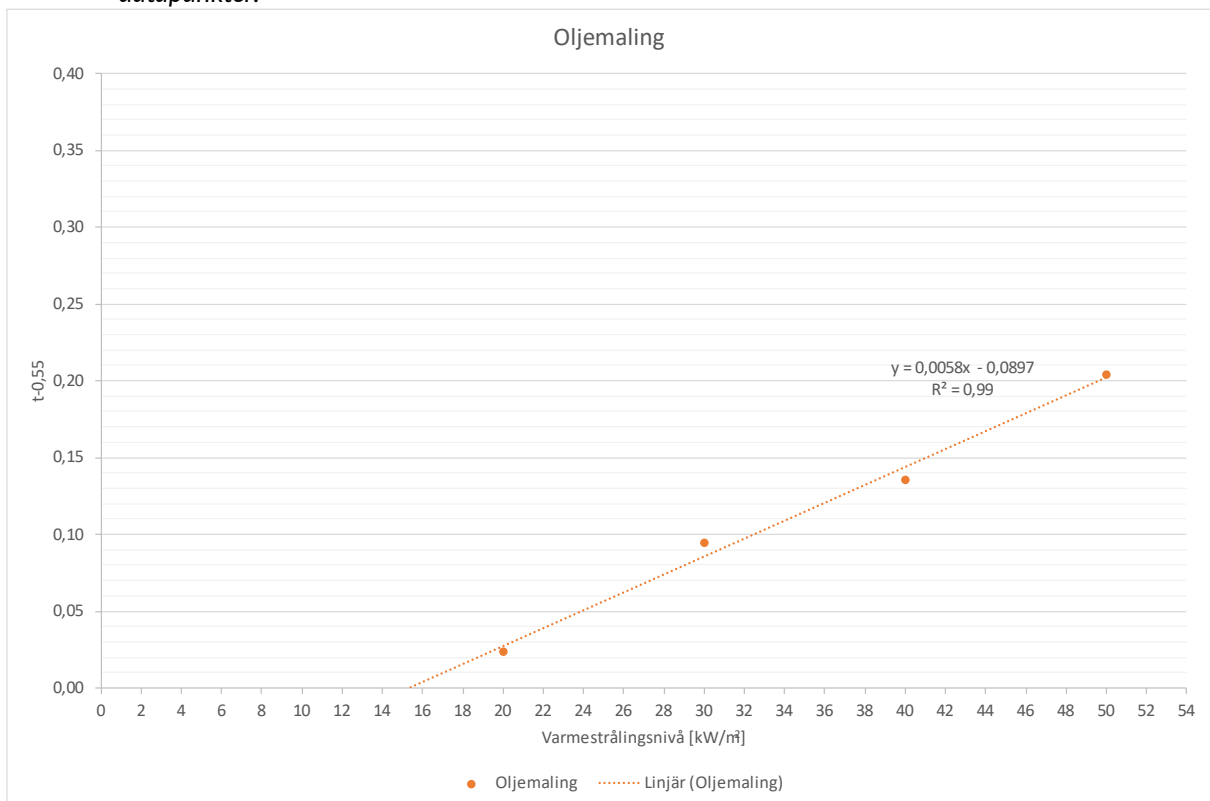
Figur 1 Transformert tid til antennelse $t^{0,55}$ i forhold til varmestrålingsnivå for materialet merket «Fersk».



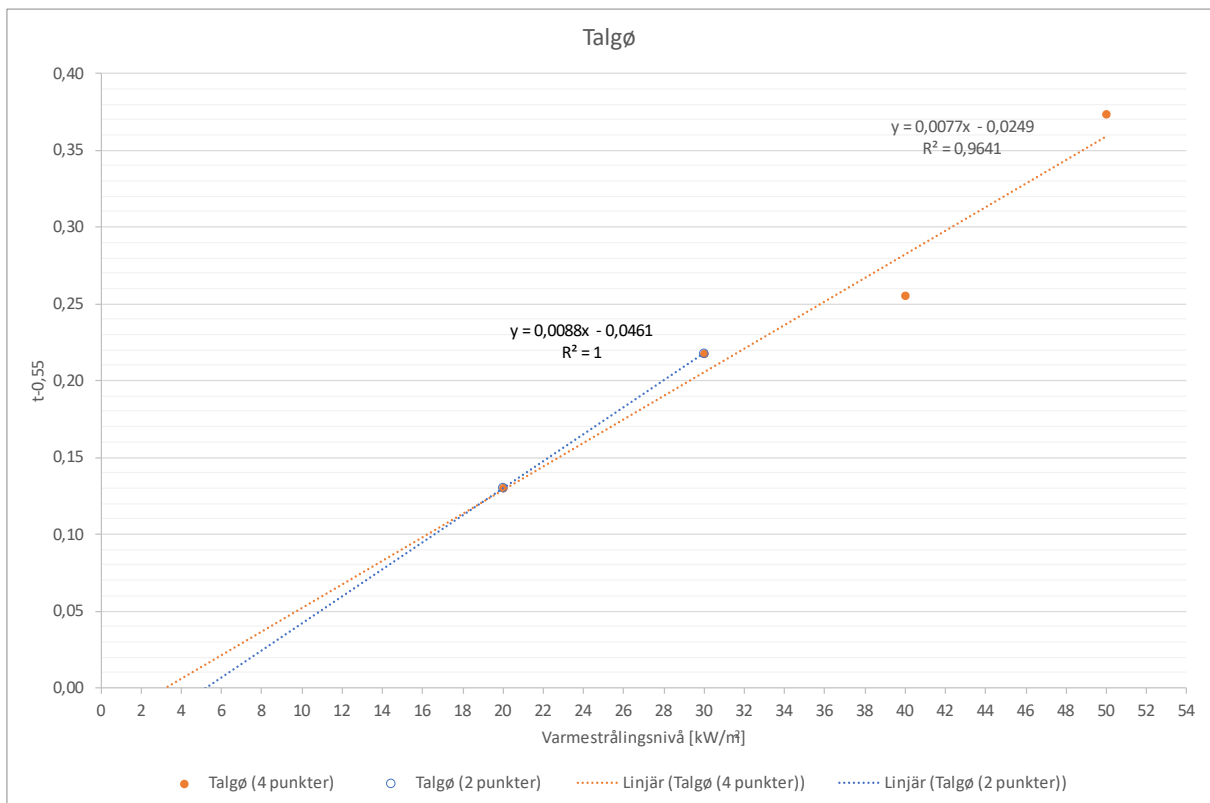
Figur 2 Transformert tid til antennelse $t^{0,55}$ i forhold til varmestrålingsnivå for materialet merket «18 mnd». Merk at to trendlinjer har blitt plottet for å vise forskjellen ved bruk av tre eller fire datapunkter (R-kvadratverdien er dårligere for fire). Kritisk varmestrålingsnivå mindre enn null er ufysikalsk.



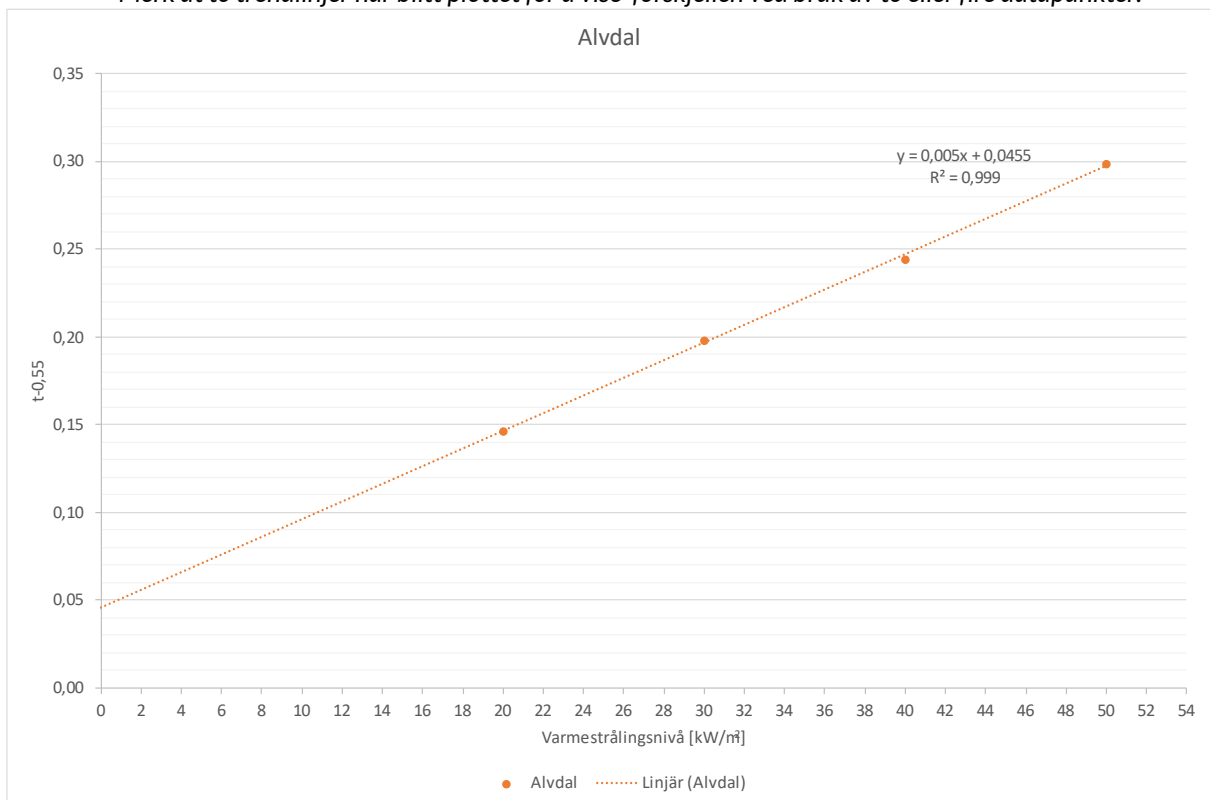
Figur 3 Transformert tid til antennelse $t^{0,55}$ i forhold til varmestrålingsnivå for materialet merket «Oljedekkbéis». Merk at to trendlinjer har blitt plottet for å vise forskjellen ved bruk av tre eller fire datapunkter.



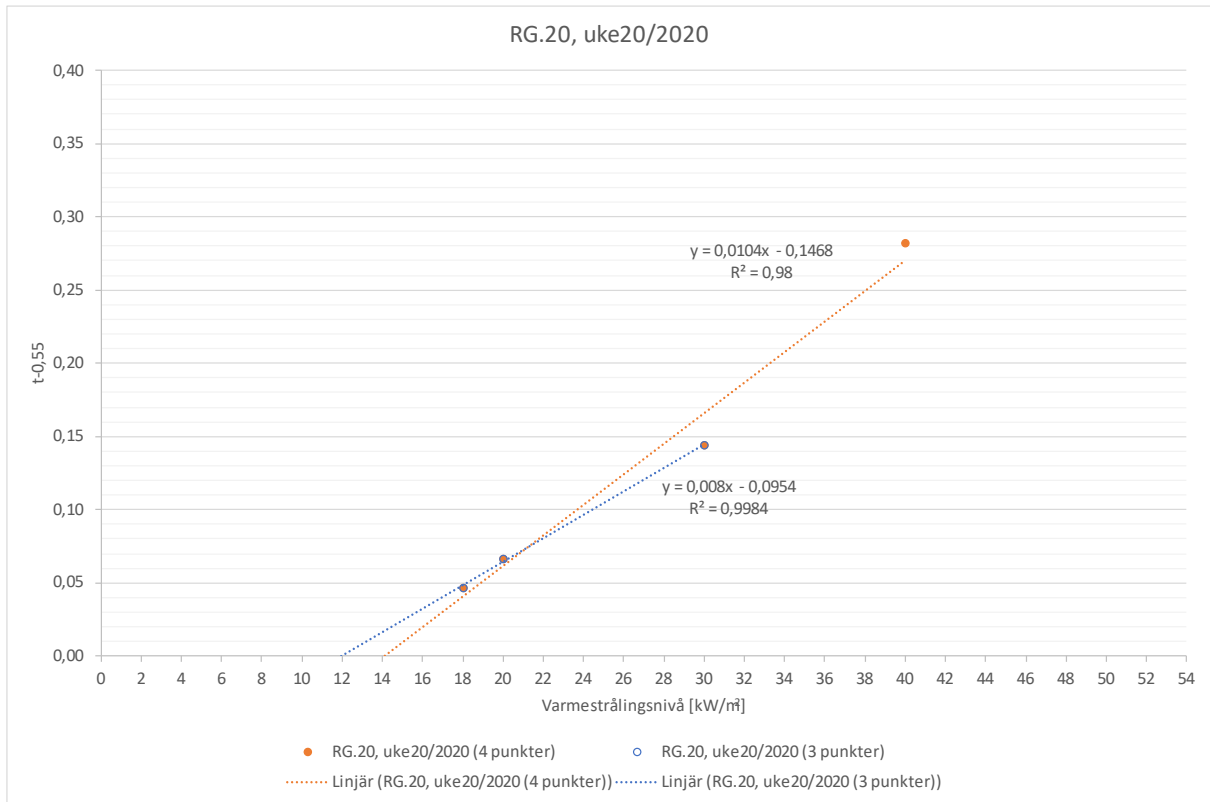
Figur 4 Transformert tid til antennelse $t^{0,55}$ i forhold til varmestrålingsnivå for materialet merket «Oljemaling».



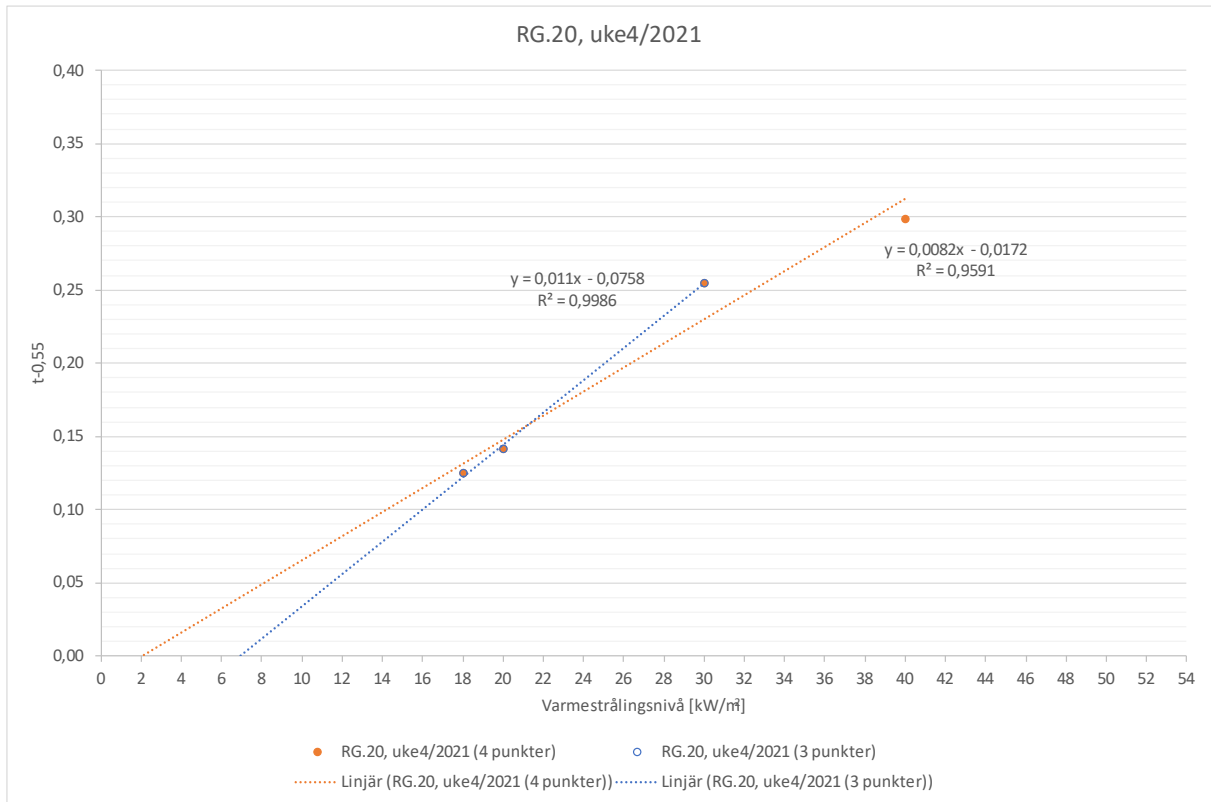
Figur 5 Transformert tid til antennelse $t^{0,55}$ i forhold til varmestrålingsnivå for materialet merket «Talgø». Merk at to trendlinjer har blitt plottet for å vise forskjellen ved bruk av to eller fire datapunkter.



Figur 6 Transformert tid til antennelse $t^{0,55}$ i forhold til varmestrålingsnivå for materialet merket «Alvdal». Kritisk varmestrålingsnivå mindre enn null er ufysikalsk.



Figur 7 Transformert tid til antennelse t-0,55 i forhold til varmemstrålingsnivå for materialet merket «RG.20, uke20/2020». Merk at to trendlinjer har blitt plottet for å vise forskjellen ved bruk av tre eller fire datapunkter.



Figur 8 Transformert tid til antennelse t-0,55 i forhold til varmestrålingsnivå for materialet merket «RG.20, uke4/2021». Merk at to trendlinjer har blitt plottet for å vise forskjellen ved bruk av tre eller fire datapunkter.

5 Estimering og beregning

Kritisk varmestrålingsnivå Q_{crit} gis av når grafen krysser x-aksen i figurene ovenfor.

Tabell 3 Estimert kritisk varmestrålingsnivå.

Prøvemateriale:	Estimert ca. kritisk varmestrålingsnivå (Q_{crit}):
1. «Fersk»	4,9 kW/m ²
2. «18 mnd»	< 10,5 kW/m ²
3. «Oljedekkbeis»	14,1 – 16,7 kW/m ²
4. «Oljemaling»	15,5 kW/m ²
5. «Talgø»	3,2 – 5,2 kW/m ²
6. «Alvdal»	Ikke mulig å estimere ut fra testresultater.
7. «RG.20, uke20/2020»	11,9 – 14,1 kW/m ²
8. «RG.20, uke4/2021»	2,1 – 6,9 kW/m ²

Energien i konkalorimeteret kan grovt beskrives som følger:

$$Q_{rad} = Q_{crit} + Q_{conv}$$

der

Q_{rad} = varmeeksponering fra strålingskone

Q_{crit} = kritisk varmeeksponering til prøvestykkets overflate

Q_{conv} = konvektiv varmetap til omgivelsen

Dette er matematisk uttrykt som:

$$\sigma \cdot \varepsilon \cdot T_{cr}^4 = Q_{rad} - h_c \cdot (T_{cr} - T_{amb})$$

der

σ er Stefan-Boltzmanns konstant ($5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$)

ε er emissiviteten, her estimert til 0,9 (merk at dette er kun et estimat)

T_{cr} er kritisk temperatur ved overflaten uttrykt i grader Kelvin

h_c er konvektiv varmetransportskoeffisient

T_{amb} er omgivelsestemperatur i grader Kelvin

Dette er en grov forenkling av testsituasjonen, men antas å estimere kritisk overflatetemperatur godt nok for praktiske formål.

Ved å bruke ligningen ovenfor er overflatetemperaturer for antennelse beregnet:

Tabell 4 Beregnet overflatetemperatur for antennelse.

Prøvemateriale:	Beregnet overflatetemperatur for antennelse (T_{cr}):
1. «Fersk»	4,9 kW/m ² tilsvarer kritisk overflatetemp. ca. 198 °C.
2. «18 mnd»	10,5 kW/m ² tilsvarer kritisk overflatetemp. ca. 313 °C.
3. «Oljedekkkbeis»	14,1 – 16,7 kW/m ² tilsvarer kritisk overflatetemp. ca. 364 – 395 °C.
4. «Oljemaling»	15,5 kW/m ² tilsvarer kritisk overflatetemp. ca. 381 °C.
5. «Talgø»	3,2 – 5,2 kW/m ² tilsvarer kritisk overflatetemp. ca. 146 – 206 °C.
6. «Alvdal»	Ikke mulig å beregne da det mangles kritisk varmestrålingsnivå.
7. «RG.20, uke20/2020»	11,9 – 14,1 kW/m ² tilsvarer kritisk overflatetemp. ca. 334 – 364 °C.
8. «RG.20, uke4/2021»	2,1 – 6,9 kW/m ² tilsvarer kritisk overflatetemp. ca. 105 – 246 °C.

6 Vurdering og konklusjon

Kritiske varmestrålinger og temperaturer for antennelse av overflaten av trematerialene ble vurdert ved hjelp av tester og teoretiske beregninger. Tester er utført i konkalorimeter med gnist tilstede (*piloted ignition*).

De laveste varmestrålingsnivåene hvor materialene vil antenne når de er eksponert for en varmekilde er presentert i kapittel 5. Disse varmestrålingsnivåene tilsvarer kritiske overflatetemperaturer, som også er presentert i kapittel 5. Merk at dette er grove estimeringer, til tross for at de oppgis med en desimal, og det bør utvises forsiktighet ved bruk av resultatene.

«Fersk»:

Materialet har en estimert antennelsestemperatur på ca. 198 °C, noe som er en temperatur i nedre del av området som er ansett å være en vanlig temperatur for antennelse av tre-material.

«Talgø»:

Materialet ser ut å ha relativt lav antennelsestemperatur til å være tre-material (mellom ca. 146 – 206 °C).

«Alvdal»

Til tross for at det ikke går å estimere kritisk varmestrålingsnivå ved hjelp av de teoretiske beregningene, vurderes det at materialet har en kritisk varmestrålingsnivå på ca. samme nivå som materialene «Talgø» og «Fersk», når en sammenligner tid til antennelse for de forskjellige varmestrålingsnivåene.

«RG.20, uke4/2021»

Materialet har en estimert antennelsestemperatur på ca. 105 – 246 °C, noe som er en temperatur i nedre del av området som er ansett å være en vanlig temperatur for antennelse av tre-material.

«18 mnd», «Oljedekkkbeis», «Oljemaling» og «RG.20, uke20/2020»

De øvrige materialene har alle estimerte antennelsestemperaturer mellom 313 – 395 °C, hvilket ikke er uvanlig for tre-material.

Materialet «18 mnd» kan muligens ha en noe lavere kritisk varmestrålingsnivå enn 10,5 kW/m² som er estimert i rapporten. Dette er på grunn av at R-kvadratverdien for trendlinjen til de 4 datapunktene som er brukt, ikke er særlig god. Men hvis trendlinje plottes for 3 datapunkter får en god R-kvadratverdi, men et ufysisk estimat (negativt kritisk varmestrålingsnivå).

Flere tester på forskjellige varmestrålingsnivåer kan redusere usikkerheten knyttet til estimatene.

RISE Fire Research AS

Postadresse: Postboks 4767 Torgarden, 7465 Trondheim

Telefon: 464 18 000

E-post: post@risefr.no

Internett: www.risefr.no

