



Kantavan, osastoivan, puurunkoisen ja Termex-Selluvillalla eristetyn ulkoseinärakenteen palonkestävyyskoe

Koemenetelmä: Standardi SFS-EN 1365-1:2012 "Kantavien rakennusosien palonkestävyystestit. Osa 1: Seinät"



Tilaja: Termex-Eriste Oy

Koepäivä: 5.6.2017

Tilaja	Termex-Eriste Oy Pasi Typpö Ilolantie 14 43100 SAARIJÄRVI
Tilaus	Sähköpostilla 17.5.2017 / Pasi Typpö
Testauslaboratorio	VTT Expert Services Oy Paloturvallisuus PL 1001, 02044 VTT (Käyntiosoite: Kivimiehentie 4, 02150 Espoo) Puh. 020 722 111, Sähköposti: etunimi.sukunimi@vtt.fi

Kantavan, osastoivan, puurunkoisen ja Termex-Selluvillalla eristetyn ulkoseinärakenteen palonkestävyyskoe

Koekappaleet

Testattu koekappale oli ulkoseinärakenne, joka koostui kuudesta $39 \times 200 \text{ mm}^2$ Kerto-T puurangasta, joista neljä keskimmäistä oli kantavia ja reunimmaisiet ei-kantavia. Rankojen väli täytettiin Termex-Selluvillalla ja niiden tulenpuolelle kiinnitettiin 39 mm paksu Kerto-Q levy. Tulen vastakkaiselle puolelle kiinnitettiin yksi kerros Runkoleijona tuulensuojalevyä, jonka päälle kiinnitettiin pystysuuntainen tuuletuskoolaus ja sen päälle ulkolaudoitus.

Koekappaleen mitat olivat 2670 x 2900 (korkeus x leveys) ja laskennallinen paksuus 310 mm (mitattu = 315 mm).

Yksityiskohtaiset tiedot koekappaleen rakenteesta: Liite 7

Tilaaian toimittamat piirustukset koekappaleesta: Liite 1

Tilaja valitsi asennuksessa käytettävät tuotteet ja materiaalit.

Koekappale rakennettiin Sisco Oyj:n tiloissa Vantaalla 30.5.2017 ja se toimitettiin VTT Expert Services Oy:lle 1.6.2017.

Koepäivä

5.6.2017

Testimenetelmä

Standardi *SFS-EN 1365-1:2012/AC:2013*, "Kantavien rakennusosien palonkestävyystestit - Osa 1: Seinät".

Poikkeamat

Furnace pressure (kohta 5.2 standardissa SFS-EN 1363-1:2012):

The furnace pressure shall be monitored and controlled. 5 min after the commencement of the test the furnace pressure shall be $\pm 5 \text{ Pa}$ of the nominal pressure specified for the particular element under test; from 10 min onwards it shall be $\pm 3 \text{ Pa}$ of the nominal pressure specified for the particular element under test.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Paine koekappaleen yläreunassa vaihteli kokeen aikana enemmän kuin ± 5 Pa koeajassa 5 min (alin mitattu 12,5 Pa).

Paine vaihteli koekappaleen yläreunassa enemmän kuin ± 3 Pa ajassa 13-23 min, 31-34 min ja 42 min (korkein mitattu 23,7 Pa, alin 10,4 Pa).

Poikkeamilla ei ole merkittävää vaikutusta koetulokseen.

Kokeessa läsnä olleet Koetta oli seuraamassa Termex-Eriste Oy:n edustajana Keijo Rautiainen, Vuraco Oy:n edustajana Rami Vuorenmaa ja Sisco Oyj:n edustajana Markus Råbergh.

Koe Koekappale asennettiin vertikaaliuunin eteen pystytettyyn kuormituskehään ulkoverhous tulen vastakkaisella puolella. Koekappaleen yläreuna oli tuettu nivelellisesti ja molemmat pystysivut olivat vapaat taipumaan. Koekappaletta kuormitettiin kantavaan runkoon nähden keskeisellä 94 kN/m suuruisella viivakuormalla (56,4 kN/tolppa). Tilaaja määrittä kuormituksen suuruuden. Kuormitus toteutettiin kahdella hydraulisella sylinterillä, joiden aikaansaama kuormitus jaettiin teräspalkin välityksellä tasaiseksi kantavalle rungolle.

Koejärjestely on esitetty liitteessä 2.

Uunin lämpötila ja paine-erot uunin ja koehallin välillä ovat esitetty liitteissä 3a ja 3b.

Koehallin lämpötila kokeen alkaessa oli 21 °C.

Koe lopetettiin asiakkaan pyynnöstä koeajassa 65 min 30 s.

Koetulokset Mitatut lämpötilat, havainnot ja valokuvat on esitetty seuraavissa liitteissä:

Koekappaleen lämpötilat:	Liite 4
Havainnot, taipumat ja puristumat:	Liite 5
Valokuvat koekappaleesta:	Liite 6
Koekappaleen rakenne ja materiaalimääritykset:	Liite 7
Koetulosten suora soveltaminen:	Liite 8

Taulukko 1. Koetulokset kantavalle seinälle (ulkolaudoitus tulen vastakkaisella puolella)

Ominaisuus	Koetulos		
Kantokyky R	Kuormitus: 56,4 kN/tolppa (Viivakuorma: 94 kN/m)		
Kokoonpuristuma (vaatimus: $\leq h/100 \text{ mm} = 26,7 \text{ mm}$)	Ylittyi koeajassa 65 min 20 s mittauspisteissä C ₁ ja C ₂ Max puristuma 51,6 mm (C ₁) koeajassa 65 min 30 s		
Kokoonpuristumisnopeus (Vaatimus: $\leq 3h/1000 \text{ mm/min} = 8,0 \text{ mm/min}$)	Ylittyi koeajassa 65 min 20 s mittauspisteissä C ₁ ja C ₂ Max puristumanopeus 45 mm/min (C ₂) koeajassa 65 min 30 s		
Tiiviys E			
Liekkien esiintyminen (vaatimus: ei yli 10 s kestäviä jatkuvia liekkejä)	Ei liekkejä		
Puuvillatukkokoe (vaatimus: ei saa syttyä tai hehkua)	Ei syttynyt		
Rakotulkkikoe (vaatimus: $\varnothing 6 \text{ mm}$ rakotulkki saa läpäistä koekappaleen mutta ei liikkua $\leq 150 \text{ mm}$, $\varnothing 25 \text{ mm}$ rakotulkki ei saa läpäistä koekappaletta)	Ei tehty		
Eristävyys I	Koetulos		
	$\Delta T \text{ }^\circ\text{C}$ (tc:n numero)		
	30 min	60 min	65 min
Keskimääräinen lämpötilan nousu: (kriteeri: $\Delta T \leq 140^\circ\text{C}$), tc 1-5	0	0	0
Korkein lämpötilan nousu: (kriteeri: $\Delta T \leq 180^\circ\text{C}$) tc 1-9	1 (6)	2 (6)	2 (6)

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

Tiivistelmä

Testattu koekappale oli ulkoseinärakenne ($2670 \times 2900 \text{ mm}^2$, korkeus \times leveys), joka koostui kuudesta $39 \times 200 \text{ mm}^2$ Kerto-T puurangasta, joista neljä keskimmäistä oli kantavia ja reunimmaisiet ei-kantavia. Rankojen väli täytettiin Termex-Selluvillalla ja niiden tulenpuolelle kiinnitettiin 39 mm paksu Kerto-Q levy. Tulen vastakkaiselle puolelle kiinnitettiin yksi kerros Runkoleijona tuulensuojalevyä, jonka päälle kiinnitettiin pystysuuntainen tuuletuskoolaus ja sen päälle ulkolaudoitus.

Seinää kuormitettiin kokeen aikana 56,4 kN/tolppa ja rakenne poltettiin ulkoverhous kylmällä puolella.

Palonkestävyyskokeessa testattu kantava osastoiva ulkoseinä täytti standardissa SFS-EN 13501-2:2016 (täydennettynä standardeilla SFS-EN 1365-1:2012/AC:2013 ja SFS-EN 1363-1:2012) esitetyt kriteerit seuraavasti:

Kantokyky R

-puristuma	65 min
-puristumanopeus	65 min

Tiiveys E

-jatkuva liekki	65 min ^{*)}
-rakotulikki	65 min ^{*)}
-puuvillatukko	65 min ^{*)}

Eristävyys I

65 min^{*)}

^{*)} Tiiveys ja eristävyys lasketaan menetetyksi kantokyvyn pettäessä

Testistandardin SFS-EN 1365-1, kohdan 13 mukaan koetulosten suora soveltaminen on rajattu koskemaan tiettyjä sallittuja muutoksia koekappaleeseen nähden, joka on läpäissyt palonkestävyyskokeen onnistuneesti. Nämä muutokset voi tehdä automaattisesti ilman erillistä arviointia, laskentaa tai hyväksyntää rakenteen palonkestävyydestä.

Huomautukset

Tämä testausseleoste sisältää yksityiskohtaiset tiedot standardin SFS-EN 1365-1 ja tarvittaessa standardien SFS-EN 1363-1 ja SFS-EN 1363-2 mukaan testatun rakennusosan rakenteesta ja rakennustavasta, koejärjestelyistä ja koetuloksista. Mikäli rakennusosan koko, rakenne, kuormitus, jännitykset tai reunaehdot poikkeavat merkittävästi standardissa SFS-EN 1365-1 esitettyjen soveltamisohjeiden sallimista muutoksista, tämän testausseleosteen koetulokset eivät ole voimassa kyseisellä rakennusosalla.

Johtuen palonkestävyyskokeen luonteesta sekä vaikeudesta määrittää palonkestävyyden mittaepävarmuus, ei ole mahdollista esittää tiettyä koetulosten täsmällistä tarkkuutta.

VTT Expert Services Oy toimii rakennustuoteasetuksen ilmoitettuna laitoksena nro 0809.

Espoo, 30.10.2017



Markus Taipale
Tuotepäällikkö



Jens Pedersen
Asiantuntija

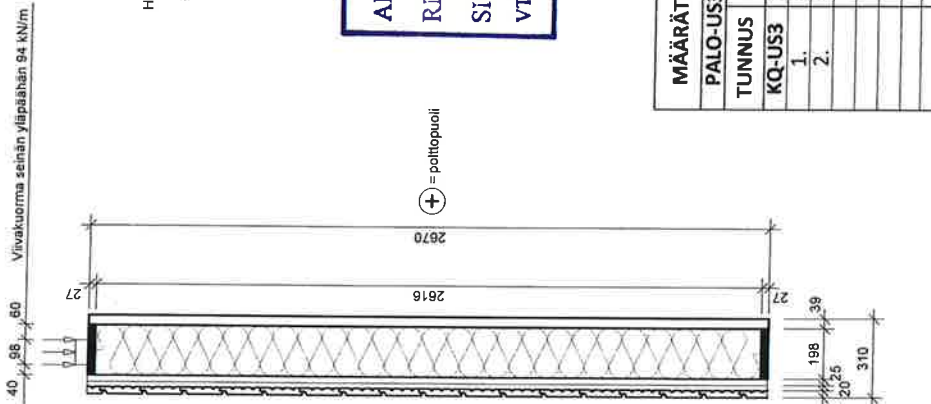
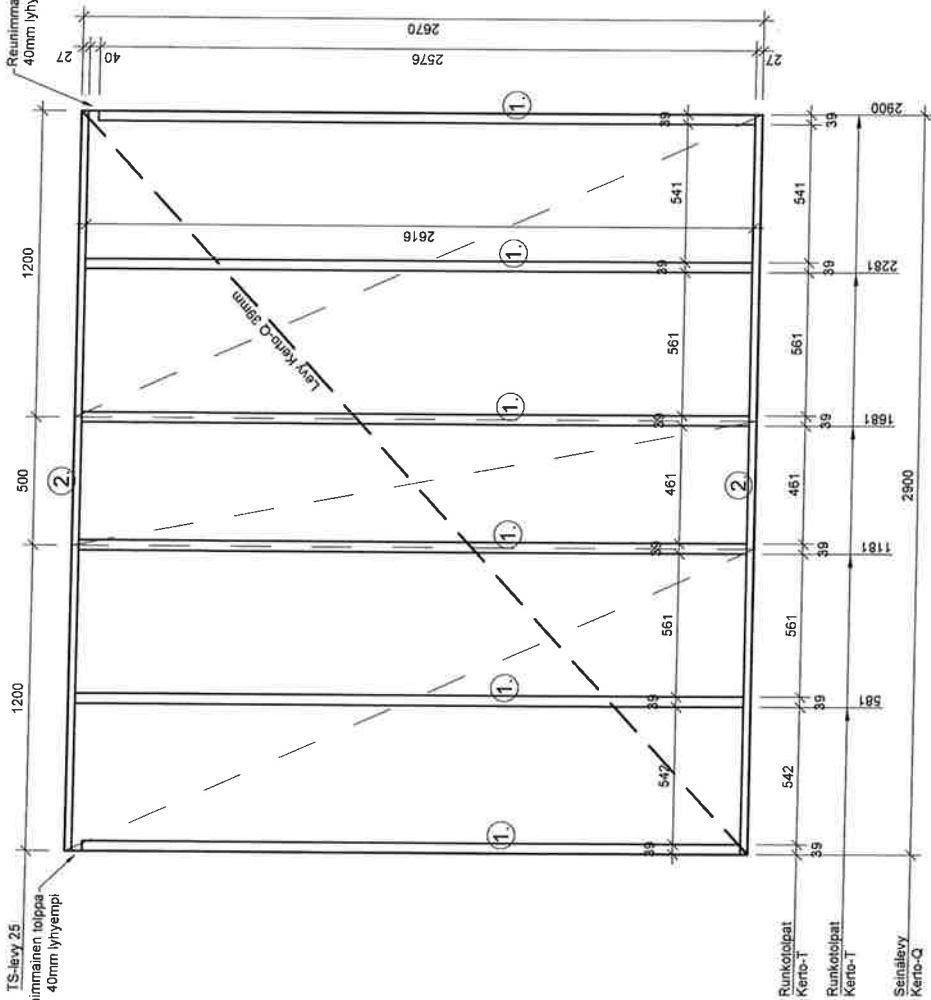
LIITTEET

Liite 1	Asiakkaan piirustukset koekappaleesta
Liite 2	Koejärjestelyt ja mittauspisteet
Liite 3a ja 3b	Uunin lämpötila ja paine-ero uunin ja koehallin välillä
Liite 4	Koekappaleen lämpötilat
Liite 5	Havainnot kokeen aikana
Liite 6	Valokuvat koekappaleesta
Liite 7	Koekappaleen rakenne ja materiaalimääritykset
Liite 8	Koetulosten suora soveltaminen

JAKELU

Asiakas	Alkuperäinen (1)
VTT Expert Services Oy / Arkisto	Alkuperäinen (1)

TS-levy 25 Reunimäinen toipaa 40mm lyhyempi



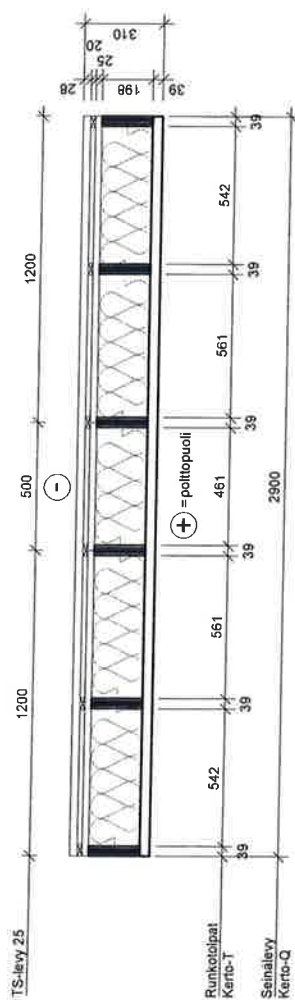
HUOMI

Kerto-Q levyyn on lyrisily 2mm urat runkolooppia varten

APPENDIX NO. 11/3
 REPORT NO: VTT-S-03673-17
 SIGNATURE Jens Pellervo
 VTT EXPERT SERVICES LTD

MÄÄRÄT:

PALO-US3	Paloluokka P3, REI30				
	TUNNUS	LAATU	PAKSUUUS	LEVEYS	PITUUS
KQ-US3	Kerto-Q	39	2900	2670	1
1.	Kerto-T	39	200	2616	6
2.	Kerto-Q	27	198	2900	2



Projektinumero 2017-01
 Mittakaava 1:20
 Rakennuskohteen nimi ja esolle Sisco Oyj
 REI30 ulkoseinä, sisäpuolinen poitto

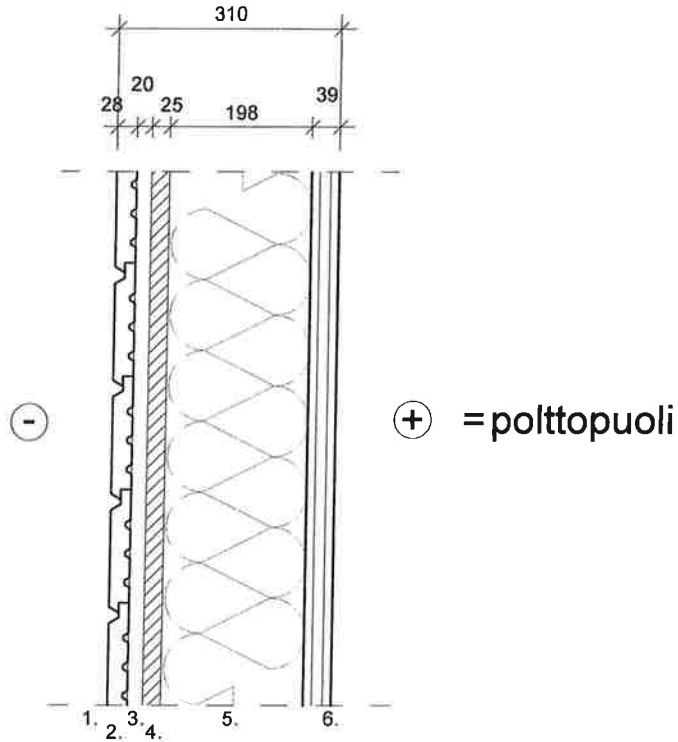
Elementin tunnus PALO-US3
 Paloluokka REI30
 Elementin tilavuus Muutos

Lukumäärä 1

Suunnittelija Markus Råbergh (RI AMK)
 Päiväys 24.05.2017

MARKUS RÅBERGH RI, amk
 SISCO OYJ
 Hakikankaari 2
 01380 Vantaa
 sähköposti markus@sisco.fi
 puh. 045-6327547

Suunnittelija SISCO ASUNNOT OY	Mittakaava 1:10	Työnumero 2017-01	Suunn./Piirt. MR	Revisio	Tunnus PALO-US3 sivu 1/1
Rakennuskohde Sisco Oyj ulkoseinä		Piiirustuksen sisältö RAKENNETYYPPI - Ulkoseinä huokoisella tuulensuojalevyllä			



- | | | |
|----|--------|--|
| 1. | | Pintakäsittely |
| 2. | 28 mm | Ulkoverhouslauta |
| 3. | 20 mm | Pystysuuntainen tuuletuskoolaus 20x45 k600 |
| 4. | 25 mm | Runkoleijona 25mm ($\geq 250 \text{ kg/m}^3$) |
| 5. | 198 mm | Pystyrunko Kerto-T k600 39x200 (440 kg/m^3)
(runko asennettu Kerto-Q levyyn jyrskyttyn 2mm syvään uraan)
+ Termex Selluvilla 198mm ($96,5 \text{ kg/m}^3$) |
| 6. | 39 mm | Kerto-Q levy (510 kg/m^3) |

Asennusohjeet:

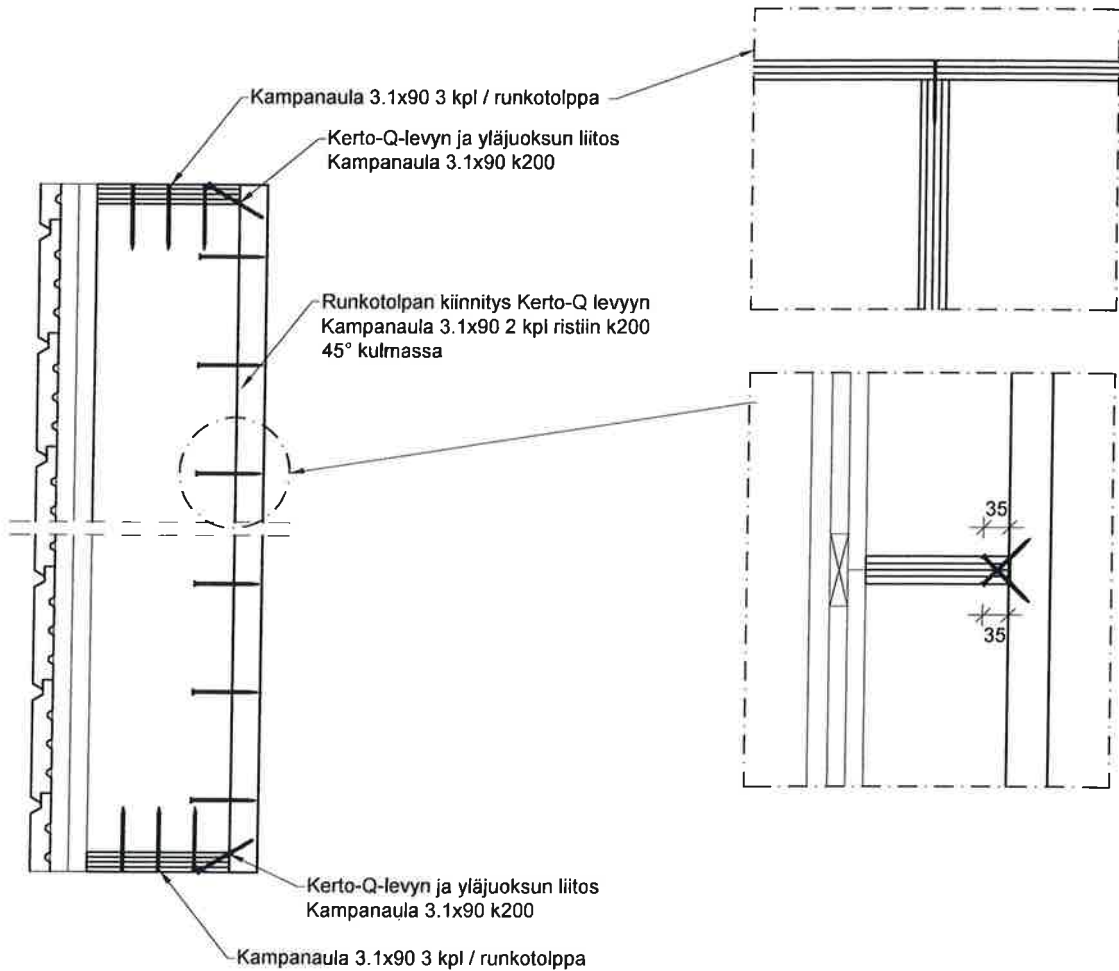
- Tuuletuskoolauksen on oltava avoin alhalta ylös

Rakennustuotteiden tiheydet:

- Tuulensuojalevyn tiheys valmistajalta
- Kerto-tuotteiden tiheydet RIL 205-1-2017 taulukon 3.5S mukaan.
Käytetty tiheyden keskiarvoa ρ_{mean}

APPENDIX NO. 1 2/3
REPORT NO: VTT-S-03675-17
SIGNATURE Jens Pedersen
VTT EXPERT SERVICES LTD

Suunnittelija Sisco Oyj	Mittakaava 1:10	Työnumero 2017-01	Suunn./Piirt. MR	Revisio	Tunnus DET 101 sivu 1/1
Rakennuskohde Palokoe-elementit		Piirustuksen sisältö Ulkoseinäelementtien kiinnitysdetaljit			



ULKOPINNAN LEVYJEN KIINNITYKSET KERTO-T TOLPPIIN SEKÄ ALA- JA YLÄJUOKSUUN:

TUULENSUOJALEVY 25mm
-Runkoleijona 25x1200x2700
kiinnitys: Pyöreä konenaula 2,5x60

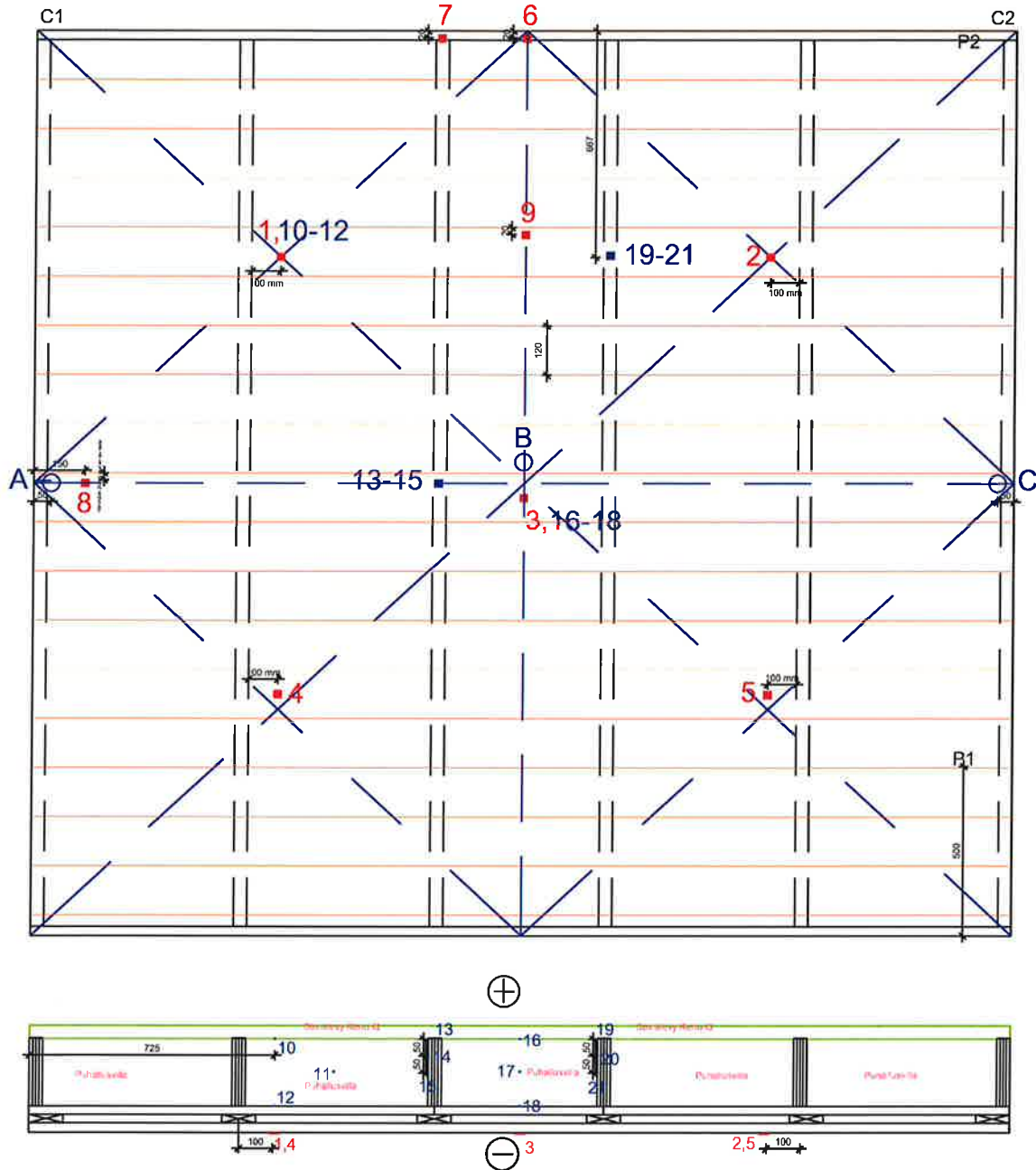
Kiinnikeväli levyn reunat max k200, keskellä max k300

Tuuletuskoolauksen 20x45 kiinnitys kampanaula 3.1x90 k300

Ulkoverhouksen kiinnitys zinkitty naula 2.6x60, kaksi naulaa / koolauspuu

APPENDIX NO. 1 3/3
REPORT NO: VTT-S-03675-17
SIGNATURE Jens Pedersen
VTT EXPERT SERVICES LTD

KOEJÄRJESTELY



tc 1-5 keskiarvotermot keskelle lautta pystysuunnassa

tc 6 - 9 maximitermot

tc 10-21 rakennetermot

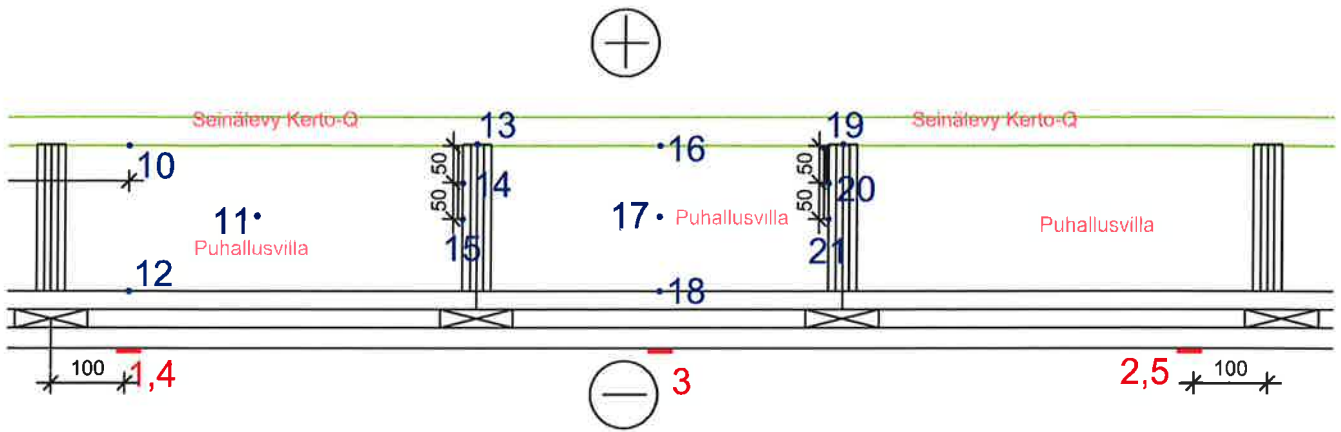
P1 = Nollapaine 500 mm seinän alareunasta, P2 = mitattu paine koekappaleen yläreunassa

C1, C2 = puristumamittaus

A-C = taipumamittaus vaijereilla

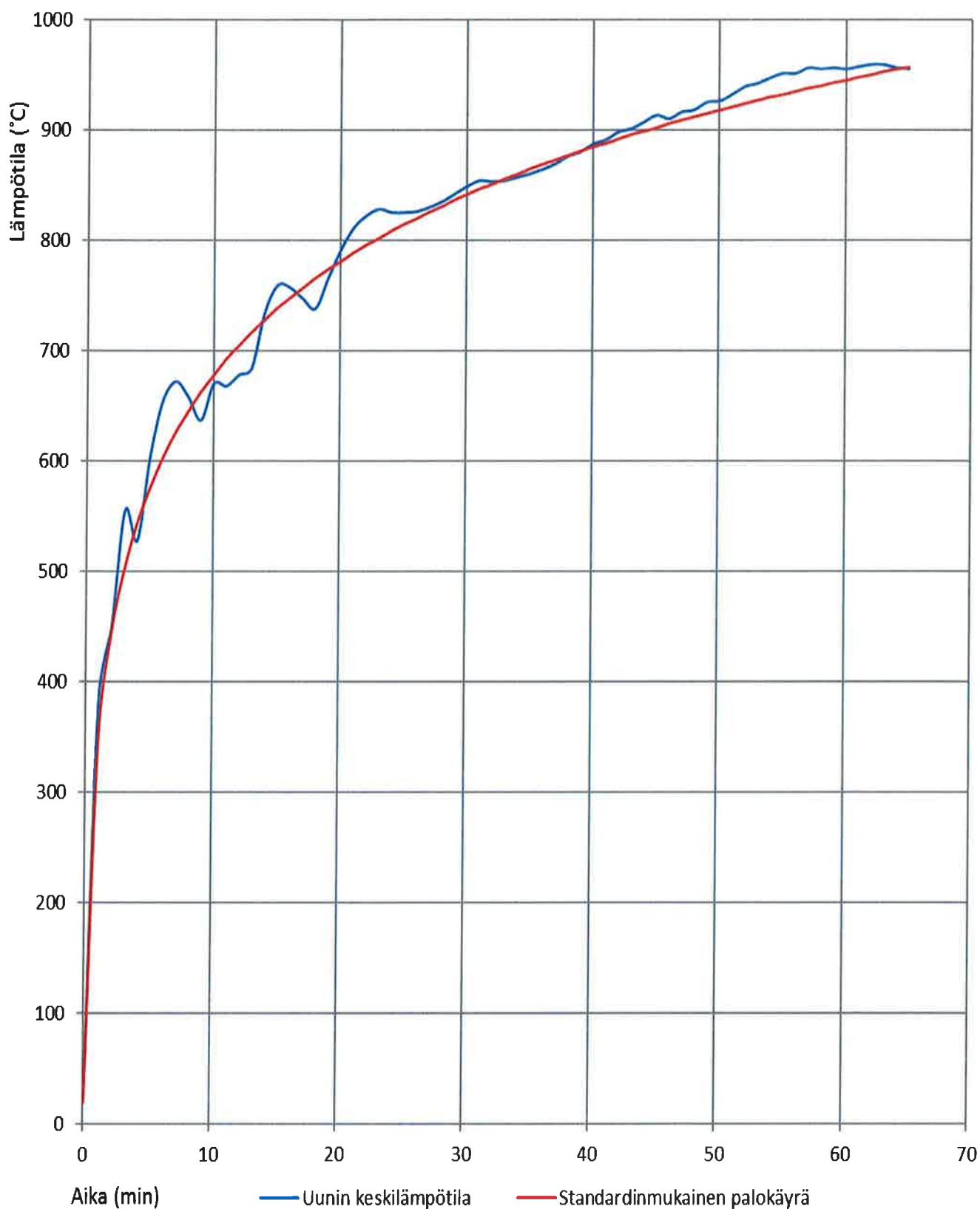
Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.



Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.



Kuva 1. Uunin lämpötila

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Taulukko 1. Uunin lämpötila

Aika (min)	Uunin keskiarvo-lämpötila (°C)	Uunin ohjaus-lämpötila (°C)	Min. lämpötila (°C)	Max. lämpötila (°C)	A (°Cmin)	As (°Cmin)	d (%)	Max d (%)
0	20	20	20	20	0	0	0	-
1	384	349	309	519	202	184	9,7	-
2	449	445	320	544	619	581	6,5	-
3	555	502	411	628	1121	1055	6,3	-
4	528	544	393	636	1663	1578	5,4	-
5	605	576	478	696	2230	2138	4,3	-
6	655	603	541	715	2861	2727	4,9	15
7	672	626	578	719	3525	3342	5,5	15
8	658	645	555	721	4191	3977	5,4	15
9	637	663	531	730	4839	4631	4,5	15
10	670	678	570	757	5493	5302	3,6	15
11	668	693	570	754	6162	5987	2,9	14,5
12	678	705	586	761	6836	6686	2,2	14
13	684	717	595	770	7517	7397	1,6	13,5
14	734	728	644	806	8226	8120	1,3	13
15	759	739	700	806	8973	8853	1,4	12,5
16	757	748	708	803	9732	9597	1,4	12
17	747	757	677	811	10484	10349	1,3	11,5
18	738	766	661	815	11227	11111	1,1	11
19	765	774	690	826	11979	11881	0,8	10,5
20	791	781	729	839	12758	12658	0,8	10
21	811	789	771	856	13559	13443	0,9	9,5
22	822	796	787	860	14376	14236	1	9
23	828	802	791	866	15202	15035	1,1	8,5
24	825	809	785	866	16029	15840	1,2	8
25	825	815	771	878	16855	16652	1,2	7,5
26	826	820	767	880	17680	17470	1,2	7
27	830	826	769	886	18509	18293	1,2	6,5
28	835	831	779	891	19342	19121	1,2	6
29	842	837	785	893	20180	19955	1,1	5,5
30	849	842	800	896	21026	20795	1,1	5

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Taulukko 1 jatkuu

Aika (min)	Uunin keskiarvo-lämpötila (°C)	Uunin ohjaus-lämpötila (°C)	Min. lämpötila (°C)	Max. lämpötila (°C)	A (°Cmin)	As (°Cmin)	d (%)	Max d (%)
31	854	847	807	903	21878	21639	1,1	4,9
32	853	851	801	904	22732	22488	1,1	4,8
33	854	856	797	910	23586	23342	1	4,8
34	857	860	798	914	24442	24200	1	4,7
35	860	865	801	917	25301	25062	1	4,6
36	864	869	810	917	26164	25929	0,9	4,5
37	869	873	819	920	27031	26800	0,9	4,4
38	876	877	832	922	27904	27675	0,8	4,3
39	880	881	829	927	28782	28554	0,8	4,3
40	887	885	839	929	29667	29437	0,8	4,2
41	891	888	838	932	30556	30324	0,8	4,1
42	898	892	840	938	31451	31214	0,8	4
43	901	896	838	936	32351	32108	0,8	3,9
44	907	899	846	944	33255	33005	0,8	3,8
45	913	902	845	944	34166	33906	0,8	3,8
46	910	906	844	948	35078	34810	0,8	3,7
47	916	909	851	950	35991	35717	0,8	3,6
48	918	912	847	952	36909	36628	0,8	3,5
49	925	915	853	958	37831	37541	0,8	3,4
50	926	918	853	956	38757	38458	0,8	3,3
51	932	921	857	957	39686	39377	0,8	3,3
52	939	924	863	969	40622	40300	0,8	3,2
53	942	927	867	974	41563	41225	0,8	3,1
54	947	930	876	976	42508	42154	0,8	3
55	951	932	879	979	43457	43085	0,9	2,9
56	951	935	890	977	44409	44018	0,9	2,8
57	956	938	893	987	45363	44955	0,9	2,8
58	955	940	890	982	46318	45894	0,9	2,7
59	956	943	901	979	47274	46835	0,9	2,6
60	955	945	897	980	48230	47779	0,9	2,5
61	957	948	900	981	49187	48726	0,9	2,5
62	959	950	897	982	50145	49675	0,9	2,5
63	959	953	900	981	51105	50626	0,9	2,5
64	956	955	901	981	52062	51580	0,9	2,5
65	955	957	900	983	53018	52536	0,9	2,5

Missä:

A on todellinen keskimääräinen lämpötilaprofiilin pinta-ala,

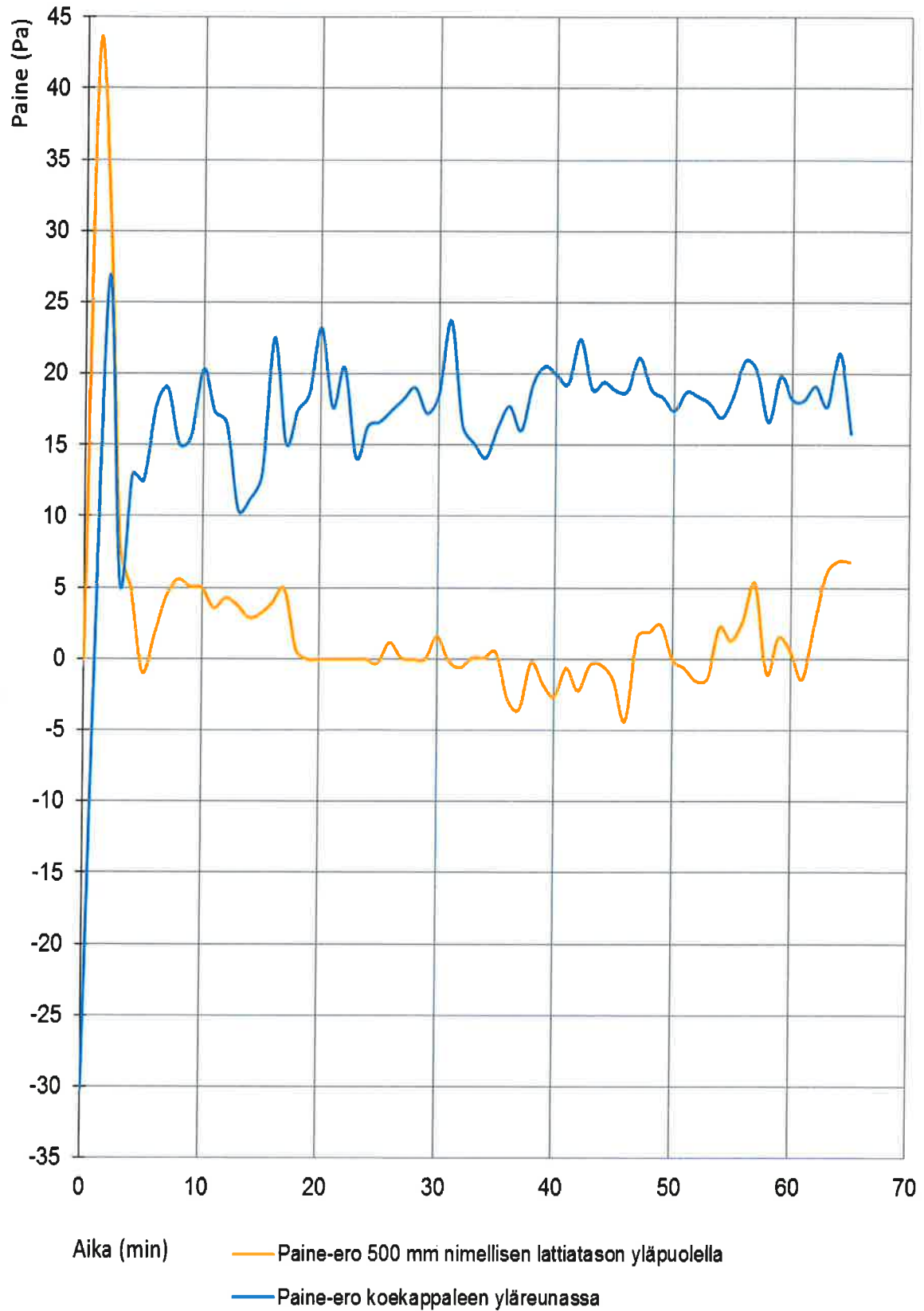
As on uunin ohjauslämpötilaprofiilin pinta-ala,

d on poikkeama A ja As välillä,

Max d on korkein hyväksyttävissä oleva poikkeama.

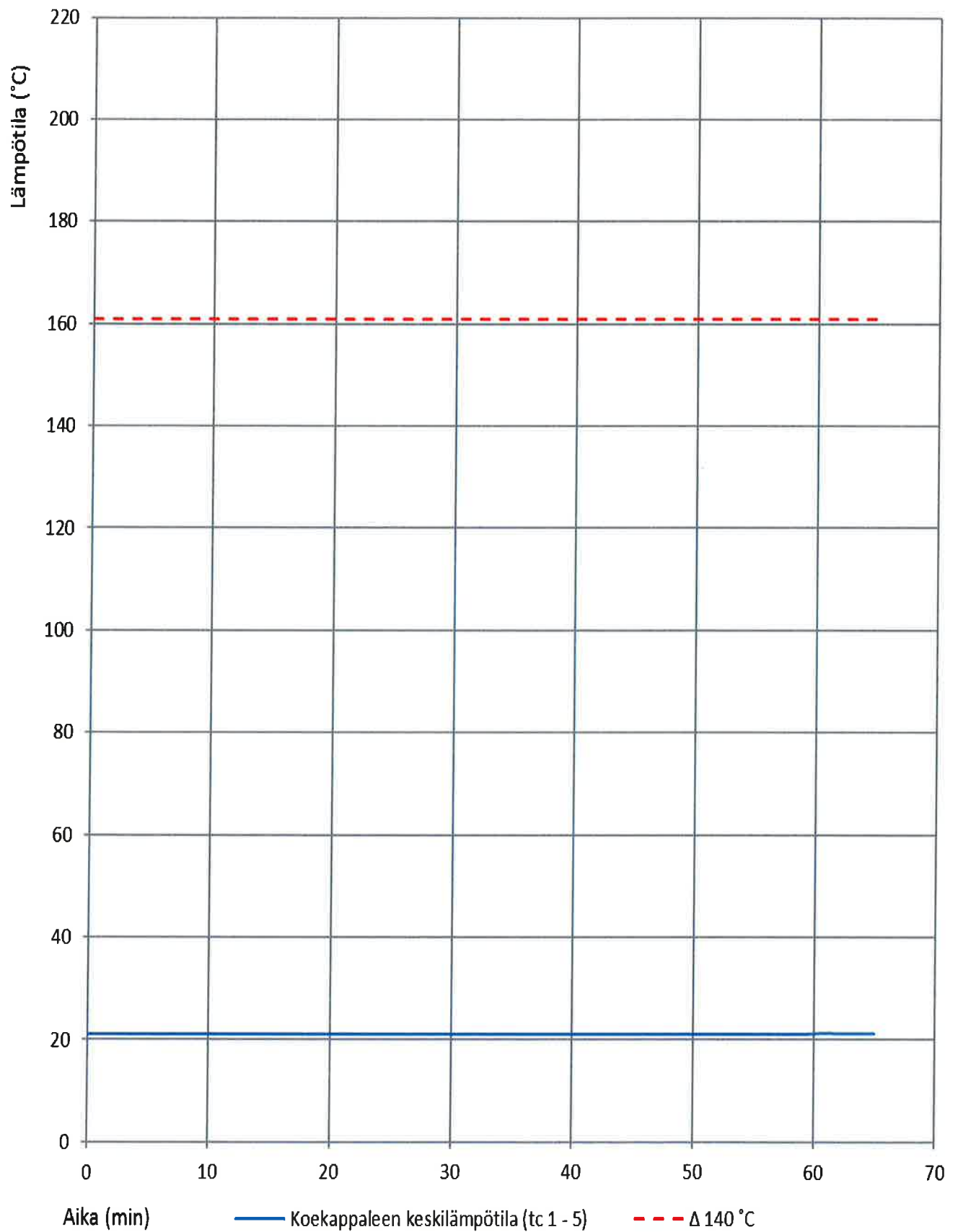
Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.



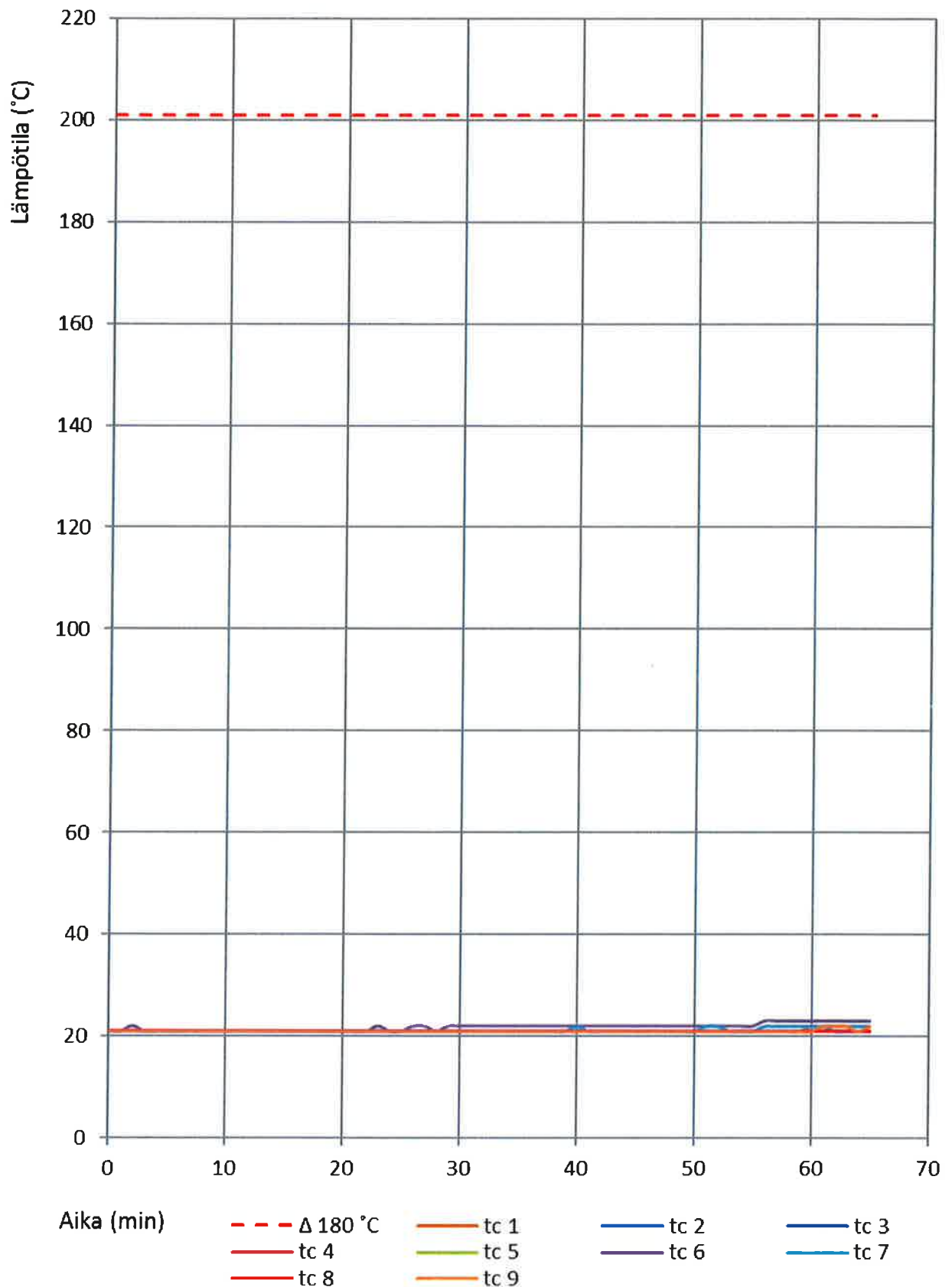
Kuva 1. Paine-ero uunin ja koehallin välillä

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.



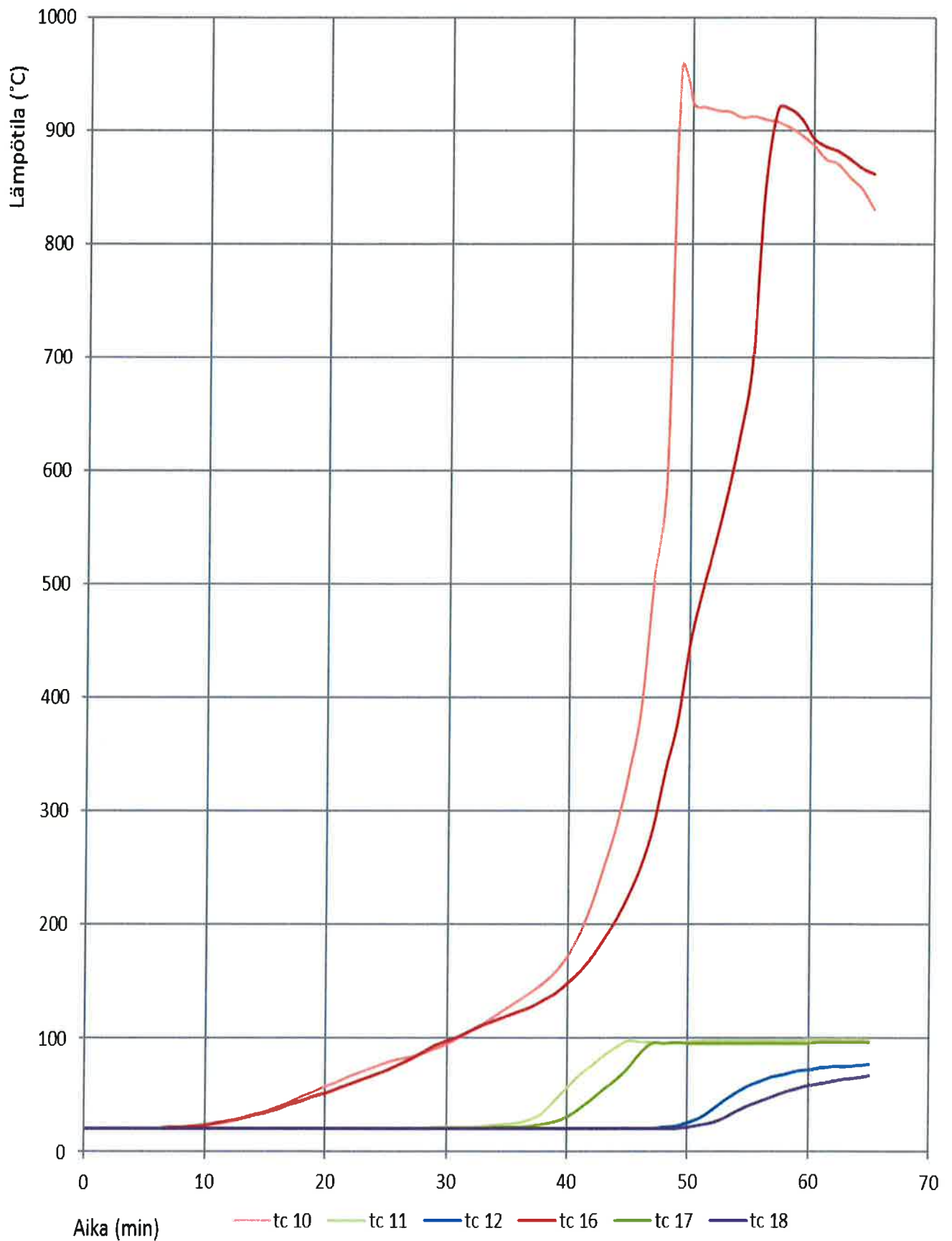
Kuva 1. Koekappaleen keskilämpötila

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.



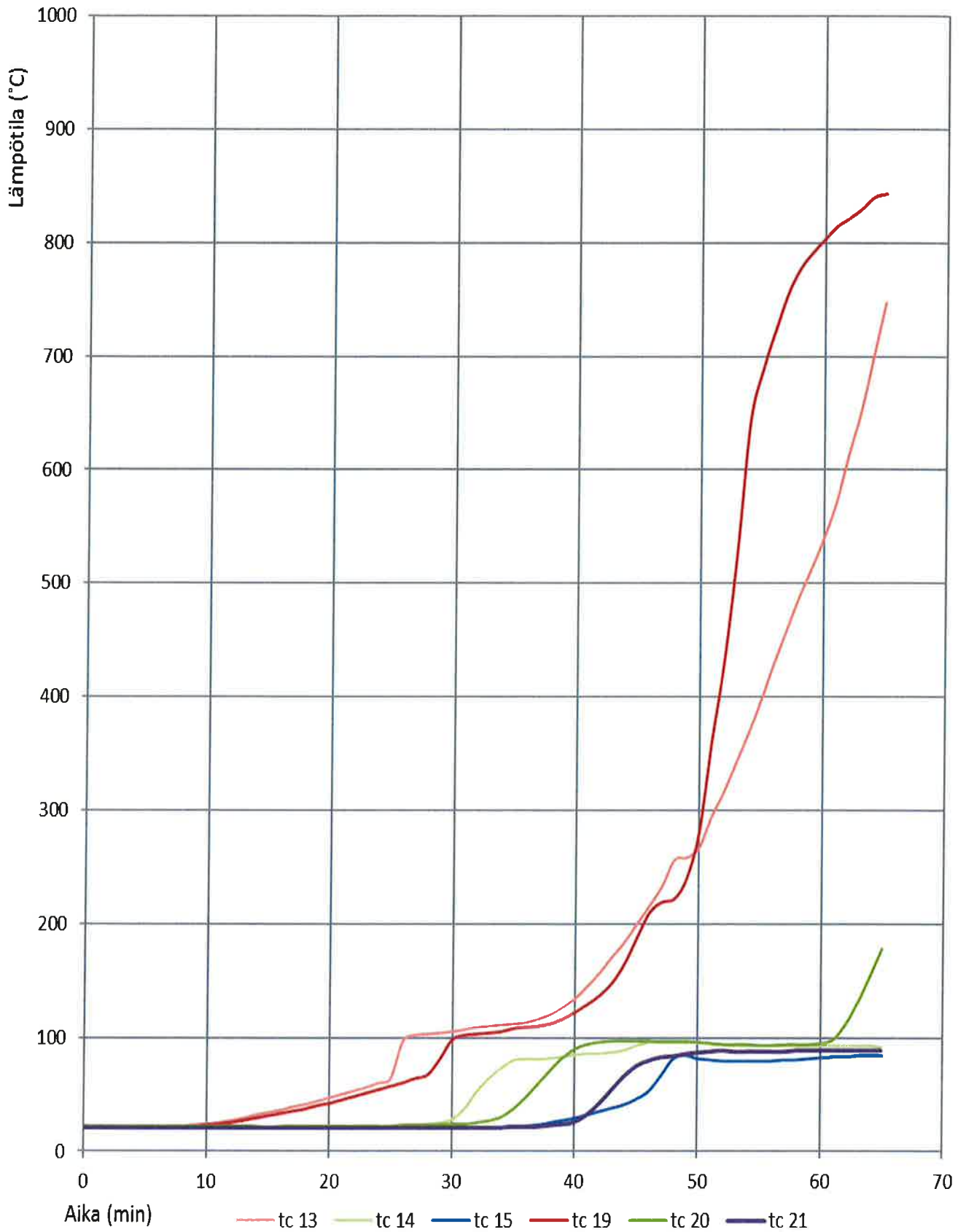
Kuva 2. Koekappaleen yksittäiset pintalämpötilat

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.



Kuva 3. Koekappaleen yksittäiset lämpötilat (informatiiviset)

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.



Kuva 4. Koekappaleen yksittäiset lämpötilat (informatiiviset)

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

Taulukko 1. Koekappaleen lämpötilat

Aika (min)	TC 1	TC 2	TC 3	TC 4	TC 5	Ka. 1-5	TC 6	TC 7	TC 8	TC 9
0	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
1	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
2	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21
3	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
4	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
5	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
6	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
7	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
8	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
9	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
10	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
11	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
12	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
13	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
14	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
15	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
16	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
17	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
18	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
19	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
20	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
22	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
23	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21
24	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
25	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
26	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21
27	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21
28	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
29	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21
30	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Taulukko 1 jatkuu

Aika (min)	TC 1	TC 2	TC 3	TC 4	TC 5	Ka. 1-5	TC 6	TC 7	TC 8	TC 9
31	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21
32	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21
33	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21
34	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21
35	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21
36	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21
37	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21
38	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21
39	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21
40	21	21	21	21	21	21	22	22	21	21
41	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21
42	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21
43	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21
44	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21
45	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21
46	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21
47	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21
48	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21
49	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21
50	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21
51	21	21	21	21	21	21	22	22	21	21
52	21	21	21	21	21	21	22	22	21	21
53	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21
54	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21
55	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21
56	21	21	21	21	21	21	23	22	21	21
57	21	21	21	21	21	21	23	22	21	21
58	21	21	21	21	21	21	23	22	21	21
59	21	21	21	21	21	21	23	22	21	21
60	22	21	21	21	21	21	23	22	21	21
61	22	22	21	21	21	21	23	22	21	22
62	22	21	21	21	21	21	23	22	21	22
63	22	21	21	21	21	21	23	22	21	22
64	22	21	21	21	21	21	23	22	21	21
65	22	21	21	21	21	21	23	22	21	22

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Taulukko 2. Koekappaleen lämpötilat

Aika (min)	TC 10	TC 11	TC 12	TC 13	TC 14	TC 15	TC 16	TC 17	TC 18	TC 19	TC 20	TC 21
0	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	22	21
1	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	22	21
2	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	22	21
3	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	22	21
4	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	22	21
5	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	22	21
6	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	22	21
7	22	21	21	21	21	21	22	21	21	21	22	21
8	22	21	21	22	21	21	22	21	21	22	22	21
9	23	21	21	23	21	21	23	21	21	22	22	21
10	24	21	21	24	21	21	24	21	21	23	22	21
11	25	21	21	25	21	21	26	21	21	24	22	21
12	27	21	21	27	21	21	28	21	21	25	22	21
13	30	21	21	29	21	21	30	21	21	27	22	21
14	33	21	21	32	21	21	33	21	21	29	22	21
15	36	21	21	34	21	21	35	21	21	31	21	21
16	40	21	21	36	21	21	38	21	21	33	22	21
17	44	21	21	39	21	21	42	21	21	35	22	21
18	49	21	21	41	21	21	45	21	21	37	22	21
19	53	21	21	44	21	21	49	21	21	40	22	21
20	58	21	21	47	21	21	52	21	21	42	22	21
21	62	21	21	50	21	21	56	21	21	45	22	21
22	67	21	21	53	22	21	60	21	21	48	22	21
23	71	21	21	56	22	21	64	21	21	51	22	21
24	75	21	21	60	22	21	68	21	21	54	22	21
25	79	21	21	64	22	21	72	21	21	57	22	21
26	82	21	21	97	23	21	77	21	21	60	23	21
27	84	21	21	102	23	21	82	21	21	64	23	21
28	87	21	21	103	24	21	88	21	21	67	23	21
29	91	22	21	104	25	21	94	21	21	81	23	21
30	95	22	21	105	28	21	98	21	21	98	24	21

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Taulukko 2 jatkuu

Aika (min)	TC 10	TC 11	TC 12	TC 13	TC 14	TC 15	TC 16	TC 17	TC 18	TC 19	TC 20	TC 21
31	101	22	21	107	37	21	102	21	21	102	24	21
32	107	22	21	109	52	21	107	21	21	103	25	21
33	113	23	21	110	64	21	112	21	21	104	27	21
34	120	24	21	111	73	21	116	22	21	105	30	21
35	127	25	21	112	80	22	120	22	21	108	37	22
36	134	26	21	113	81	22	124	22	21	109	47	22
37	141	29	21	116	81	23	128	23	21	110	59	22
38	149	35	21	120	82	25	134	25	21	112	71	23
39	159	46	21	126	83	27	140	27	21	116	82	24
40	173	57	21	134	85	29	149	31	21	122	90	26
41	193	68	21	145	86	32	159	38	21	129	94	32
42	220	76	21	157	86	35	172	46	21	137	96	42
43	253	85	21	171	87	38	188	55	21	148	97	54
44	288	92	21	184	89	41	205	63	21	165	97	66
45	334	98	21	200	93	46	226	73	21	188	97	75
46	392	97	21	216	96	53	251	86	21	210	97	80
47	503	97	21	233	97	67	285	95	21	219	96	83
48	591	96	22	256	97	82	335	95	21	222	96	84
49	955	96	23	258	97	85	379	96	21	240	96	86
50	923	97	26	267	96	82	448	95	22	281	96	87
51	920	98	30	294	95	81	494	95	24	362	95	88
52	917	98	37	316	94	80	535	95	26	433	94	89
53	916	98	45	342	93	80	579	95	30	529	94	88
54	911	98	52	368	93	80	630	95	36	644	94	88
55	912	98	58	397	93	80	694	95	41	689	93	88
56	909	98	62	429	93	80	850	95	45	724	93	88
57	907	98	66	458	93	81	919	95	49	756	94	88
58	902	98	68	487	93	81	919	95	53	778	94	89
59	895	98	71	512	93	82	910	95	56	792	94	89
60	886	99	72	539	93	83	893	95	59	804	95	89
61	874	99	74	570	93	84	886	96	61	815	98	89
62	870	99	75	612	93	84	882	96	63	822	111	89
63	858	99	75	650	93	85	875	96	65	830	130	89
64	848	99	76	698	93	85	867	96	66	840	153	89
65	830	99	77	747	92	85	862	96	68	843	178	89

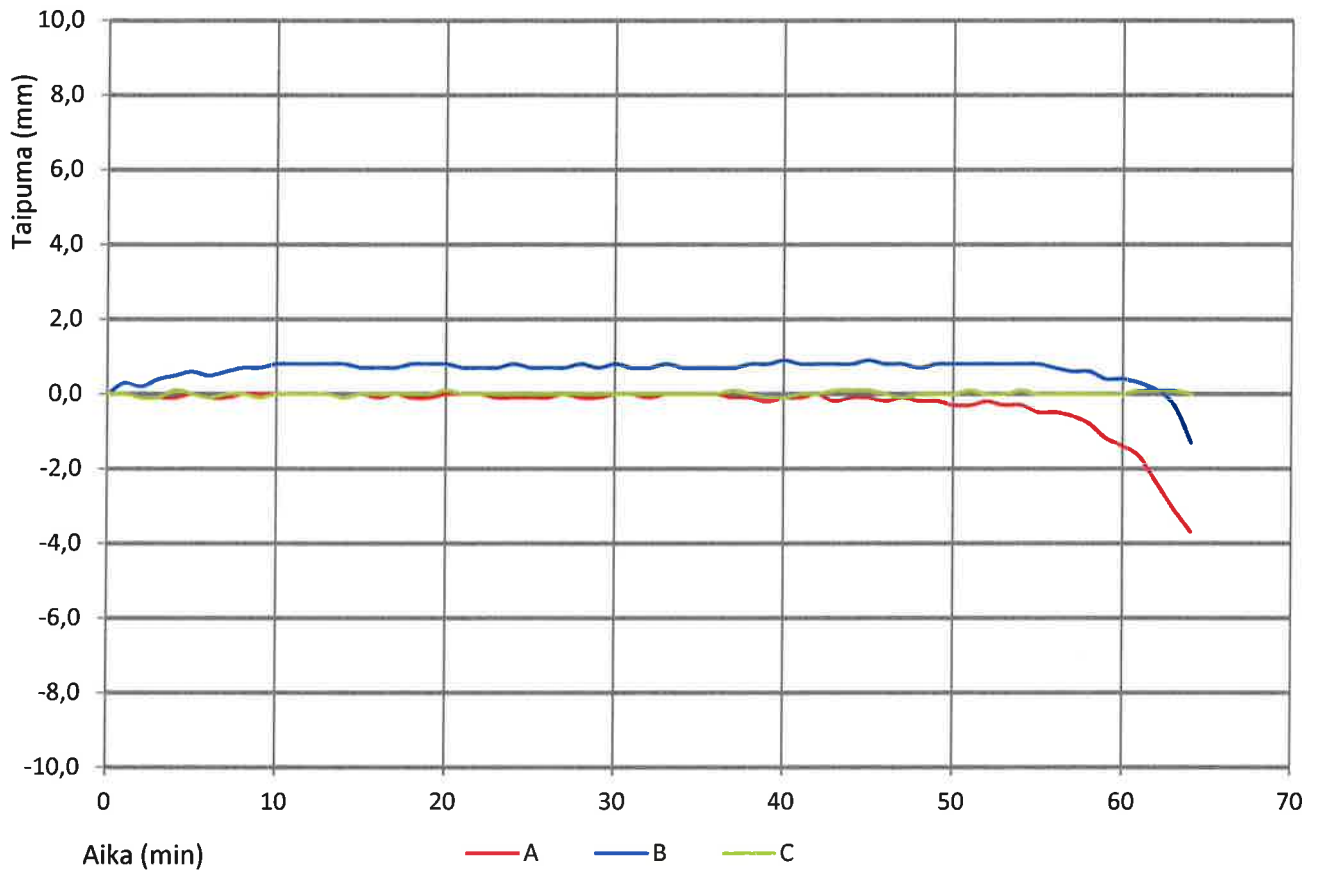
Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

Havainnot kokeen aikana

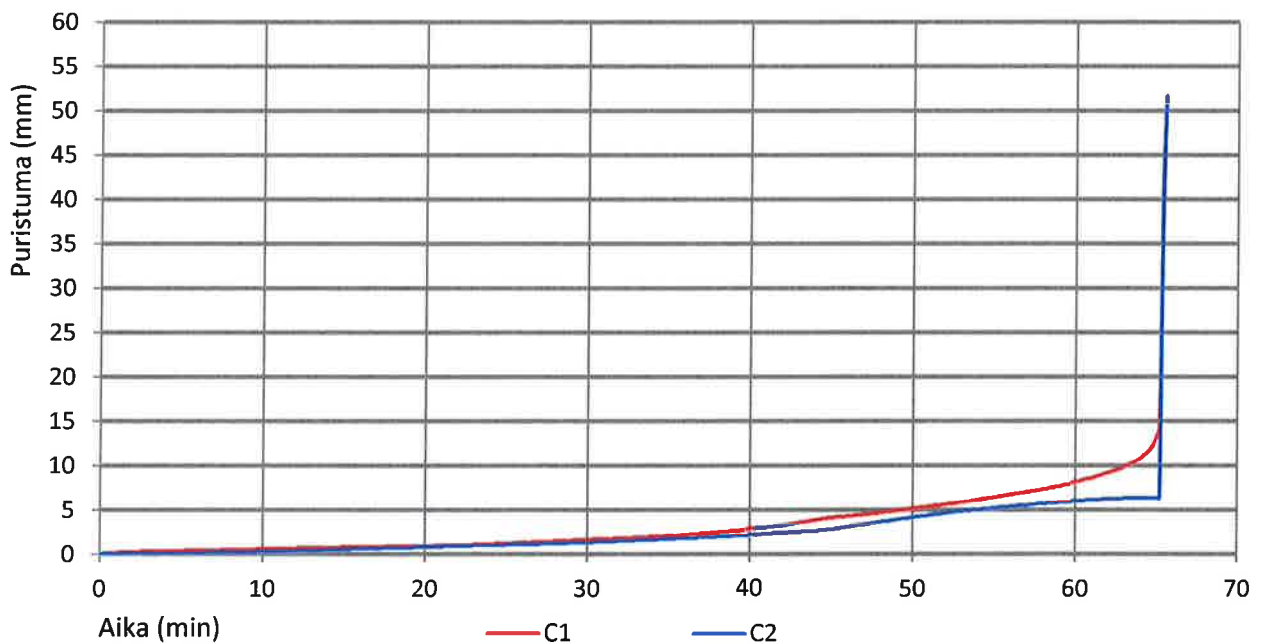
Aika [min:s]	E/U	Havainto (E = havainto tulen puolelta, U = havainto tulen vastakkaiselta puolelta)
0:00		Koe alkoi.
1:58	E	Kerto-Q levyn pinta liekehti.
7:15	E	Kerto-Q levyn pinta hiiltyi.
7:30	U	Seinä naksui.
12:50	E	Ensimmäiset hiiltyneet puunpalaset putosivat uuniin.
33:30	E	Isompia paloja seinästä oli pudonnut uuniin.
50:00	U	Seinän yläkulmista tuli paljon savua.
53:45	E	Iso pala Kerto-Q levyä oli pudonnut uuniin ja villa oli näkyvissä.
55:00	E	Kerto-Q seinälevy oli kauttaaltaan hiiltynyt ja raoilla.
55:10	U	Uunin kajo oli näkyvissä vasemmassa yläkulmassa.
59:03-59:33	U	Pumpulituppokoe seinän oikeasta ylänurkasta. Ei syttynyt.
65:16	U	Seinä rusahti voimakkaasti ja savuntulo yltyi koko leveydeltä yläreunassa.
65:30	U	Koe lopetettiin.

The test results relate only to the sample tested.

KOEKAPPALEEN TAIPUMAT JA PURISTUMAT

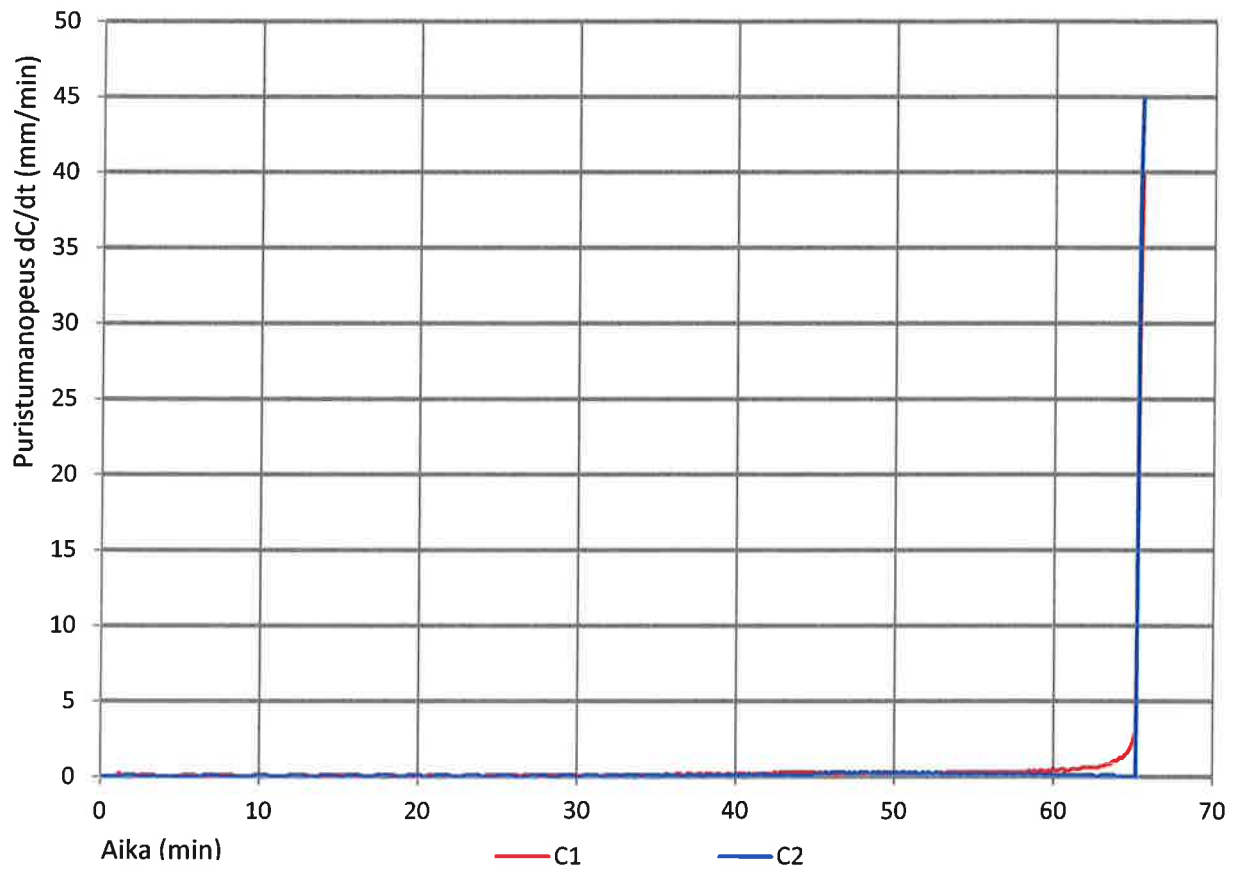


Kuva 1. Koekappaleen mitatut taipumat

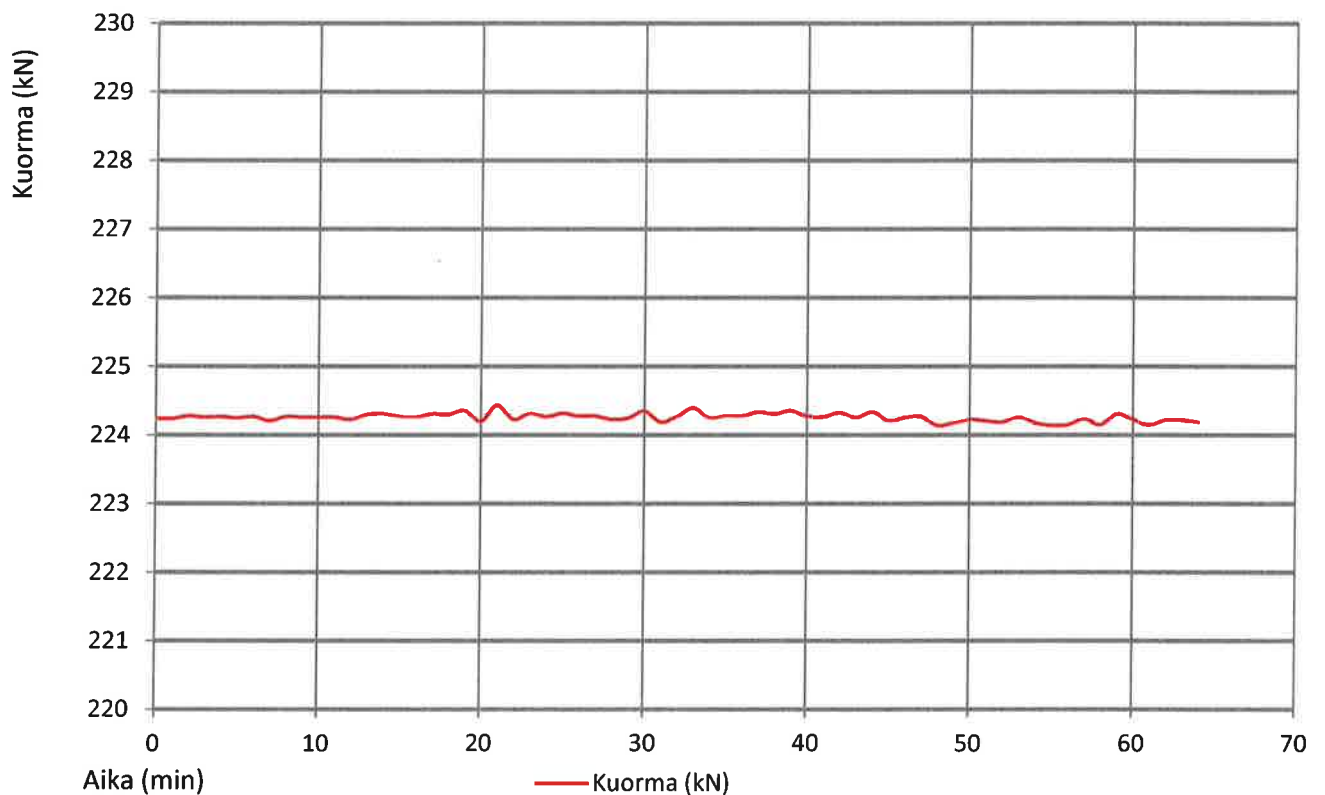


Kuva 2. Koekappaleen mitatut puristumat

The test results relate only to the sample tested.



Kuva 3. Koekappaleen mitatut puristumanopeudet



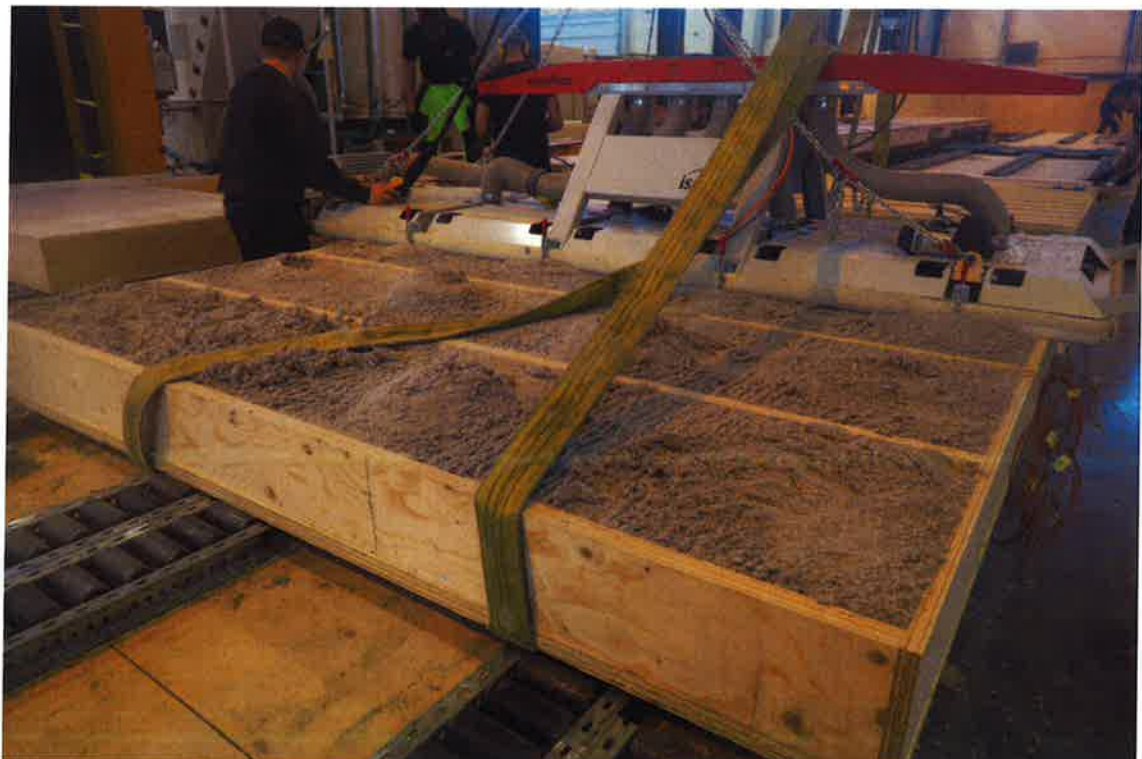
Kuva 4. Kokeenaikainen kuormitus

The test results relate only to the sample tested.

VALOKUVAT



Kuva 1. Kokoonpano tehtaalla



Kuva 2. Puhalluseristys tehtaalla

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.



Kuva 3. Ulkoverhouksen asennus tehtaalla



Kuva 4. Koekappale tulen puolelta ennen koetta

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.



Kuva 5. Koeaika 31 s



Kuva 6. Koeaika 11 min 28 s

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.



Kuva 7. Koeaika 30 min



Kuva 8. Koeaika 46 min 43 s

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.



Kuva 9. Koeaika 55 min 5 s



Kuva 10. Koeaika 55 min 39 s

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.



Kuva 11. Koeaika 60 min 43 s



Kuva 12. Koekappale kokeen jälkeen

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.



Kuva 13. Koekappale kokeen jälkeen

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Koekappaleen rakenne ja valmistelu

Koekappale

Koekappale oli kantava $2670 \times 2900 \times 310 \text{ mm}^3$ (korkeus x leveys) ulkoseinärakenne joka koostui kuudesta $200 \times 39 \text{ mm}^2$ Kerto-T puurangasta ($L = 2616 \text{ mm}$, k600), joista neljä oli kantavia ja reunimmaisiet ($L = 2576 \text{ mm}$) ei-kantavia. Ala- ja yläjuoksupuut olivat $198 \times 27 \text{ mm}^2$ Kerto-Q puurankoja. Kerto-Q seinälevy ja ylä- ja alajuoksut kiinnitettiin toisiinsa vinonaulaamalla ($3,1 \times 90 \text{ mm}$, k200, 15 mm seinän reunasta), jonka lisäksi juoksut kiinnitettiin neljään keskimmäiseen runkotolppaan kolmella $3,1 \times 90 \text{ mm}$ naulalla per runkotolppa. Runkotolpat puolestaan kiinnitettiin ristinaulaamalla (2 kpl x $3,1 \times 90 \text{ mm}$, k200) Kerto-Q seinälevyyn tehtyihin uriin ($d = \sim 2 \text{ mm}$).

Rakenne eristettiin runkotolppien välistä koneellisesti Termex-Selluvillalla (laskennallinen asennustiheys $96,5 \text{ kg/m}^3$), jonka jälkeen runkotolppien kylmälle puolelle kiinnitettiin 25 mm paksut Runkoleijona tuulensuojalevyt (nimellinen neliöpaino $6,3 \text{ kg/m}^2$) $2,5 \times 60 \text{ mm}$ huopanauloilla (reunoilla k200, keskellä k300). Tuulensuojalevyn ja ulkolaudoituksen väliin jäi 20 mm tuuletusrako pystykoolauksen ollessa $20 \times 45 \text{ mm}^2$ k600 (kiinnitys $3,1 \times 90 \text{ mm}$ naulalla k200-300) ja ulkolaudoitus kiinnitettiin jokaiseen koolauspuuhun kahdella $2,6 \times 60 \text{ mm}$ naulalla.

Varmennus

Koekappaleen piirustusten yhdenmukaisuus tarkistettiin koekappaleen asennuksen ja kokeenjälkeisen purkamisen yhteydessä tehtyjen havaintojen perusteella.

Kappaleen rakennus ja ilmastointi

Koekappaleet rakennettiin 30.5.2017 Sisco Oyj:n tiloissa Vantaalla ja varastoitiin testihallissa toimituspäivästä kokeeseen asti. Tänä aikana lämpötila vaihteli välillä $19 - 23 \text{ }^\circ\text{C}$ ja suhteellinen kosteus välillä 31 - 65 % R.H.

Kuormituskehä

Kantava seinä asennettiin koetuskehään, jossa on liikkuva yläpalkki kuormitusta varten. Kehän aukko on $3060 \times 3010 \text{ mm}$. Tolpat kuormitettiin yläpalkin avulla keskeisesti siten, että neljä keskimmäistä rankaa kantoivat kuorman $56,4 \text{ kN/ranka}$ (viivakuorma 94 kN/m). Tilaja määrittäi kuorman suuruuden.

Koekappaleen asennus

Koekappale asennettiin kuormituskehään 24.5.2017. Koekappaleen alapuolelle asetettiin $200 \times 200 \times 50 \text{ mm}$ teräspaloja ja yläreuna tuettiin nivellisesti $16 \times 16 \text{ mm}$ terästangolla joka asetettiin $200 \times 10 \text{ mm}$ teräslevyn ($l = 3000 \text{ mm}$) ja kuormituskehän väliin keskelle syvyysuunnassa kantavien rankojen keskelle. Kuormitus toteutettiin kahdella hydraulisella sylinterillä, joiden aiheuttama kuormitus jaettiin liikkuvan teräspalkin välityksellä tasaiseksi kantavalle rungolle. Molempien reunarankojen ja kehän välinen rako täytettiin kivivillalla jotta testiseinä oli vapaa taipumaan. Sylinterien kuormaa lisättiin asteittain siten, että seinä oli täysin kuormitettu vähintään 15 min ennen polttokokeen aloitusta.

Määritetyt materiaaliominaisuudet

Seuraavat materiaalmääritykset tehtiin tilaajan polttokokeen yhteydessä toimittamista näytteistä:

Materiaali	Tiheys / neliöpaino	Kosteuspitoisuus (50 °C)	Kosteuspitoisuus (105 °C)
Kerto-Q seinälevy 39 mm	481 kg/m ³	-	7,4 %
Kerto-Q juoksupuu 27 x 198 mm	530 kg/m ³	-	7,1 %
Kerto-T rankapuu ¹⁾ 39 x 200 mm	-	-	-
Runkoleijona tuulensuojalevy 25 mm	6,7 kg/m ²	4,3 %	1,7 %
Koolauspuu 20 x 45 mm	414 kg/m ³	-	8,1 %
Ulkoerhouslauta ²⁾ 28 x 100 mm	400 kg/m ³	-	8,7 %
Termex-Selluvilla	96,5 kg/m ³ ³⁾	-	9,1 %

¹⁾ ei toimitettu

²⁾ eri kuin rakenteessa käytetty

³⁾ laskennallinen asennustiheys koerakenteessa

Koetulosten suora soveltaminen

Koestandardin SFS-EN 1365-1:2012: *"Fire resistance tests for loadbearing elements - Part 1: Walls"*, kohdassa 13 on mainittu seuraavat soveltamisohjeet:

- a) seinän korkeutta voidaan pienentää
- b) seinää voidaan paksuntaa
- c) komponenttien paksuutta voidaan kasvattaa
- d) levyjen ja paneelien kokoa voidaan pienentää, mutta ei paksuutta
- e) kantavien pystyrankojen väliä voidaan pienentää
- f) kiinnikkeiden välejä voidaan pienentää
- g) levytyksen vaakasaumojen määrää voidaan lisätä, jos kokeessa vähintään yksi sauma on ollut 500 ± 150 mm koekappaleen yläreunasta
- h) kuormaa saa pienentää
- i) seinän leveyttä voidaan kasvattaa, kun koekappale on testattu koko leveydeltään tai 3 m leveänä (kumpi onkaan isompi).

Standardin SFS-EN 1365-1 kohdan 13 mukaisten suorien soveltamissääntöjen mukaan koetuloksia voidaan soveltaa testattua seinärakennetta vastaaviin seinärakenteisiin, joissa yhtä tai useampaa yllä olevista parametreista muutetaan, kunhan seinän jäykkyys ja stabiliteetti mitoituksessa säilyy.