



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

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



Tilaja: Termex-Eriste Oy

Koepäivä: 6.7.2017

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 $63 \times 200 \text{ mm}^2$ Kerto-S puurangasta, joista neljä keskimmäistä oli kantavia ja reunimmaiset ei-kantavia. Tulen vastakkaiselle puolelle rankoja kiinnitettiin 39 mm paksu Kerto-Q seinälevy ja rankojen väli täytettiin Termex-Selluvillalla. Tulen puolelle kiinnitettiin yksi kerros Runkoleijona tuulensuojalevyä, jonka päälle kiinnitettiin pystysuuntainen tuuletuskoolaus ja sen päälle ulkolaudoitus.

Koekappaleen mitat olivat $2650 \times 2900 \text{ mm}^2$ (korkeus x leveys) ja laskennallinen paksuus 310 mm (mitattu = 310 mm).

Yksityiskohtaiset tiedot koekappaleen rakenteesta: Liite 7

Tilaaajan toimittamat piirustukset koekappaleesta: Liite 1

Tilaja valitsi asennuksessa käytettävät tuotteet ja materiaalit.

Koekappale rakennettiin Sisco Oyj:n tiloissa Vantaalla 4.7.2017 ja se toimitettiin VTT Expert Services Oy:lle 4.7.2017.

Koepäivä

6.7.2017

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.

Paine koekappaleen yläreunassa vaihteli kokeen aikana enemmän kuin ± 5 Pa koeajassa 5 - 6 min (ylin mitattu 23,6 Pa, alin mitattu 6 Pa).

Paine vaihteli koekappaleen yläreunassa enemmän kuin ± 3 Pa ajassa 47 min (korkein mitattu 23,1 Pa).

Poikkeamilla ei ole merkittävää vaikutusta koetulokseen.

Kokeessa läsnä olleet Koetta oli seuraamassa Vuraco Oy:n edustajana Rami Vuorenmaa.

Koe Koekappale asennettiin vertikaaliuunin eteen pystytettyyn kuormituskehään ulkoverhous tulen puolella. Koekappaleen yläreuna oli tuettu nivelellisesti ja molemmat pystysivut olivat vapaat taipumaan. Koekappaleella 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 yläreunasta nivellettynä 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 61 min 10 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 materiaolimääritykset:	Liite 7
Koetulosten suora soveltaminen:	Liite 8

Taulukko 1. Koetulokset kantavalle seinälle (ulkolaudoitus tulen puolella)

Ominaisuus	Koetulos	
Kantokyky R	Kuormitus: 56,4 kN/tolppa (Viivakuorma: 94 kN/m)	
Kokoonpuristuma (vaatimus: $\leq h/100 \text{ mm} = 26,5 \text{ mm}$)	Ei ylittynyt Max puristuma 11,8 mm (C1) koeajassa 61 min	
Kokoonpuristumisnopeus (Vaatimus: $\leq 3h/1000 \text{ mm/min} = 8,0 \text{ mm/min}$)	Ei ylittynyt Max puristumanopeus 0,5 mm/min (C1) koeajassa 61 min	
Tiiviys E		
Liekkien esiintyminen (vaatimus: ei yli 10 s kestäviä jatkuvia liekkejä)	Ei liekkejä testirakenteesta	
Puuvillatukkokoe (vaatimus: ei saa syttyä tai hehkua)	Ei tehty	
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, ei rakoja	
Eristävyys I	Koetulos	
	$\Delta T \text{ } ^\circ\text{C}$ (tc:n numero)	
	30 min	61 min
	0	1
Keskimääräinen lämpötilan nousu: (kriteeri: $\Delta T \leq 140^\circ\text{C}$), tc 1-5	0	1
Korkein lämpötilan nousu: (kriteeri: $\Delta T \leq 180^\circ\text{C}$) tc 1-8	0	3 (6)

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

Tiivistelmä

Testattu koekappale oli ulkoseinärakenne ($2650 \times 2900 \text{ mm}^2$, korkeus x leveys), joka koostui kuudesta $63 \times 200 \text{ mm}^2$ Kerto-S puurangasta, joista neljä keskimmäistä oli kantavia ja reunimmaisiet ei-kantavia. Rankojen tulenpuolelle kiinnitettiin 39 mm paksu Kerto-Q levy ja rankojen välit täytettiin Termex-Selluvillalla. Tulen 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 tulen 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	61 min ^{*)}
-puristumanopeus	61 min ^{*)}

Tiiveys E

-jatkuva liekki	61 min ^{*)}
-rakotulkki	61 min ^{*)}
-puuvillatukko	61 min ^{*)}

Eristävyys I

61 min^{*)}

^{*)} Koe lopetettiin ajassa 61 min

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, 8.12.2017



Markus Taipale
Tuotepäällikkö



Jens Pedersen
Asiantuntija

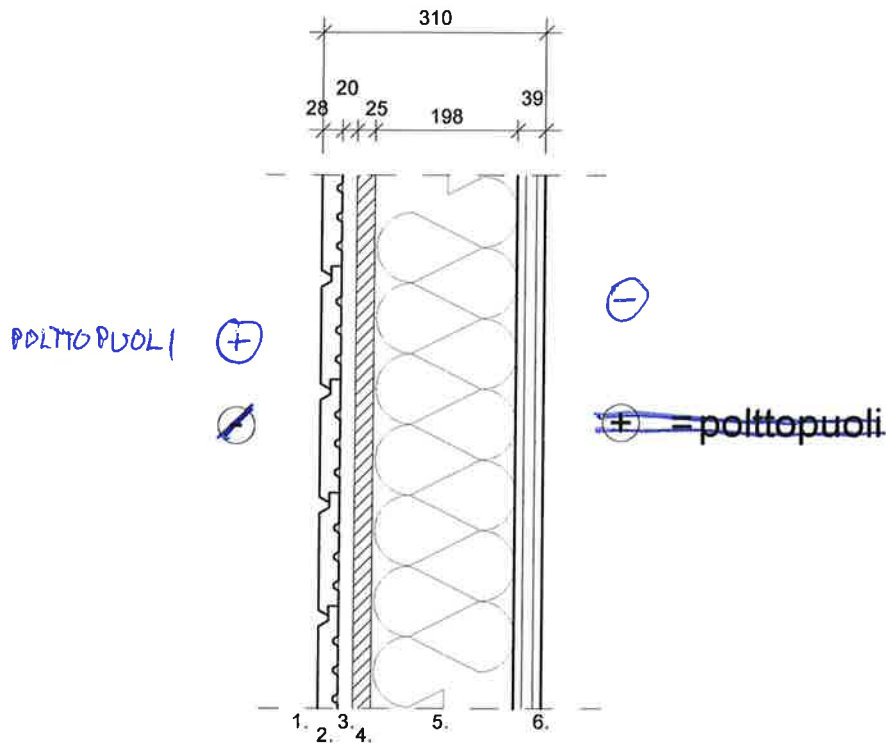
LIITTEET

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 materiaolimääritykset
Liite 8	Koetulosten suora soveltaminen

JAKELU

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

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



- | | | |
|----|--------|---|
| 1. | | Pintäkäsittely |
| 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 jyrityyn 2mm syvään uraan)
+ Termex Selluvilla 198mm (96,5 kg/m^3) |
| 6. | 39 mm | Kerto-Q levy (510 kg/m^3) |
- 63 x 200 mm²*

Asennusohjeet:

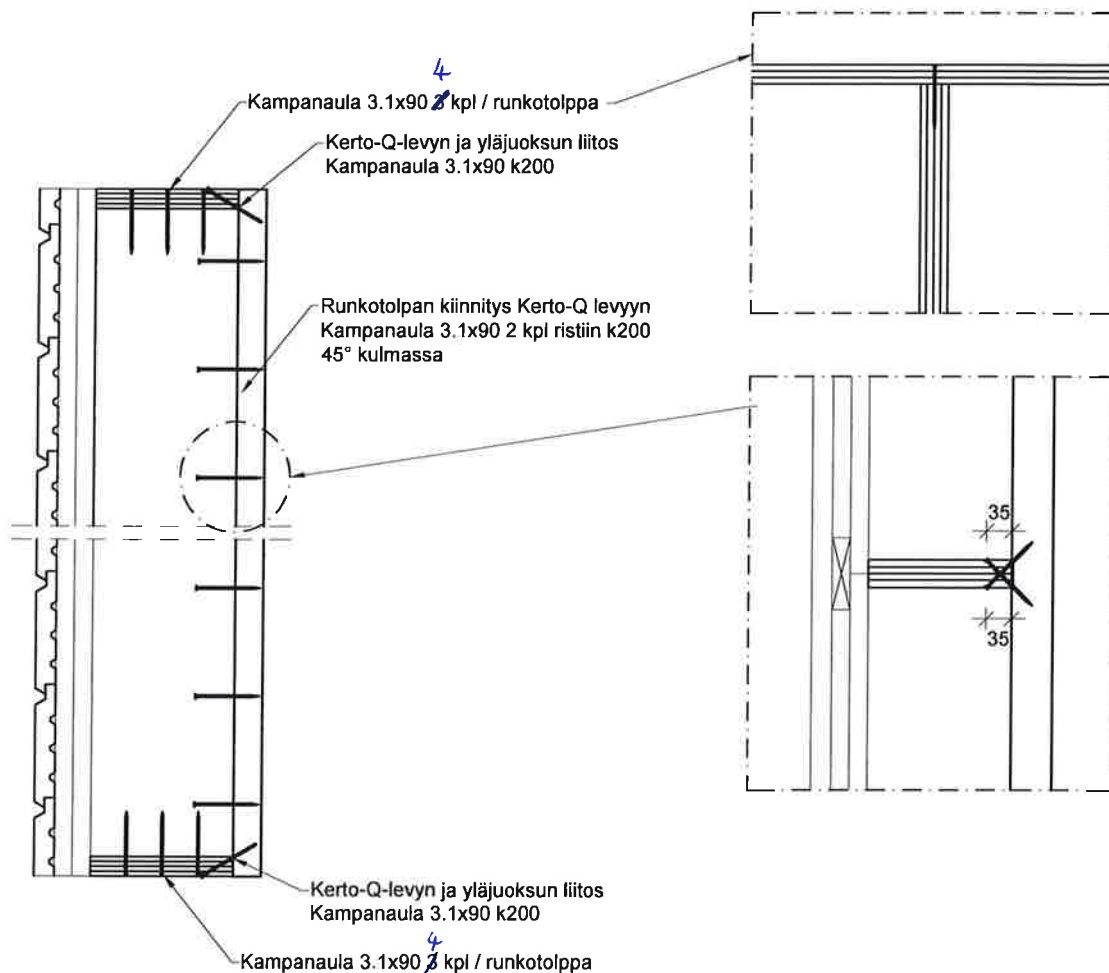
- Tuuletuskoolauksen on oltava avoin alhalta ylös

Rakennustuotteiden tiheydet:

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

APPENDIX NO. 12/3
REPORT NO: VTT-S-05253-17
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			



5
ULKOPINNAN LEVYJEN KIINNITYKSET KERTO-~~2~~ TOLPPIIN SEKÄ ALA- JA YLÄJUOKSUUN:

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

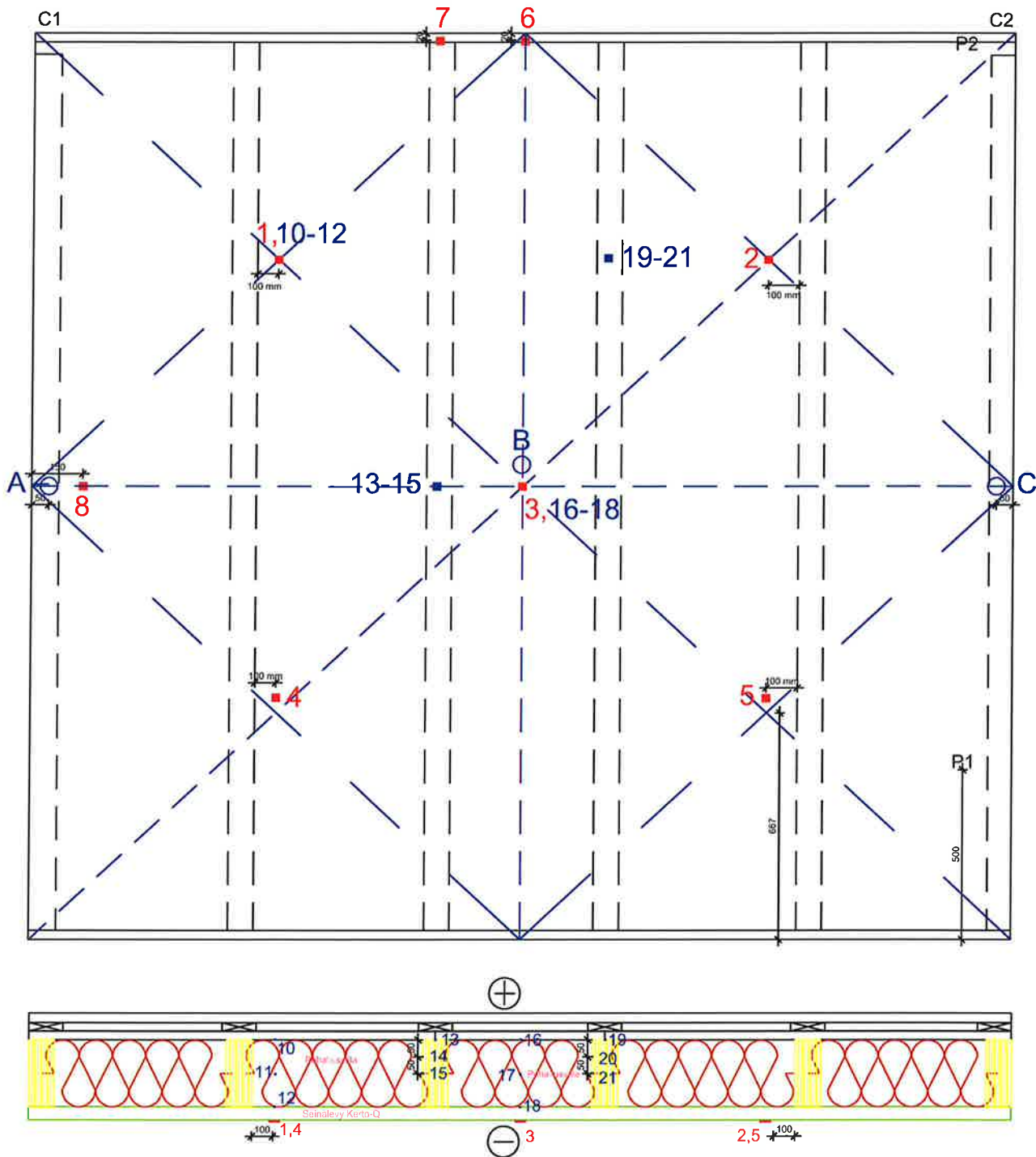
Kiinnikeväli levyn reunat max ~~k200~~ ^{R100}, keskellä max k300

Tuuletuskoolauksen 20x45 kiinnitys kampanaula 3.1x90 k300

Ulkoeristyksen kiinnitys zinkitty naula 2.6x60, kaksi naulaa / koolauspuu

APPENDIX NO. 13/3
REPORT NO: VTT-S-05255-17
SIGNATURE Jens Pedersen
VTT EXPERT SERVICES LTD

KOEJÄRJESTELY



tc 1-5 keskiarvotermot

tc 6 - 8 maximitermot

tc 10-21 rakennetermot

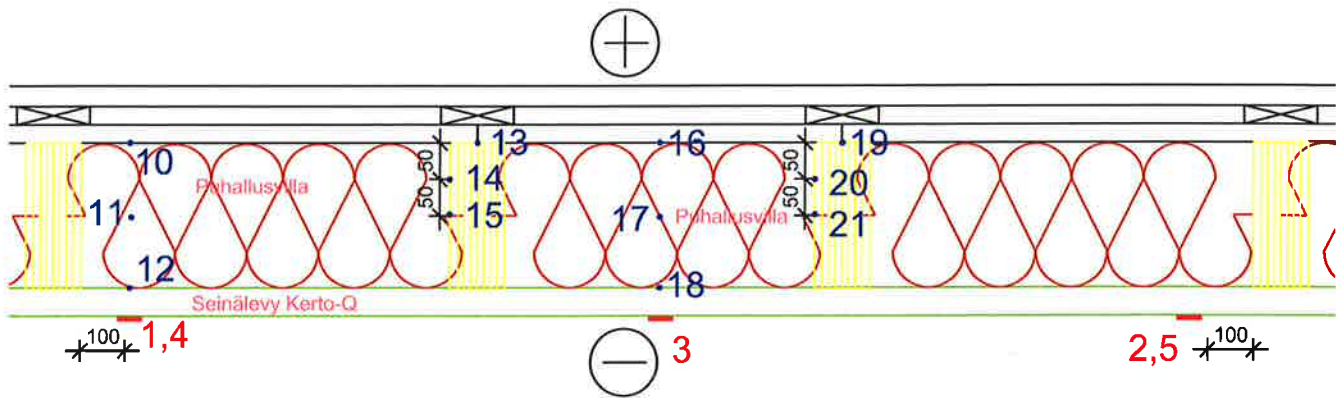
P1 = Nollapaine 500 mm seinän alareunasta, P2 = mitattu paine koekappaleen yläreunassa

C1, C2 = puristumamittaus

A-C = taipumamittaus vaijereilla

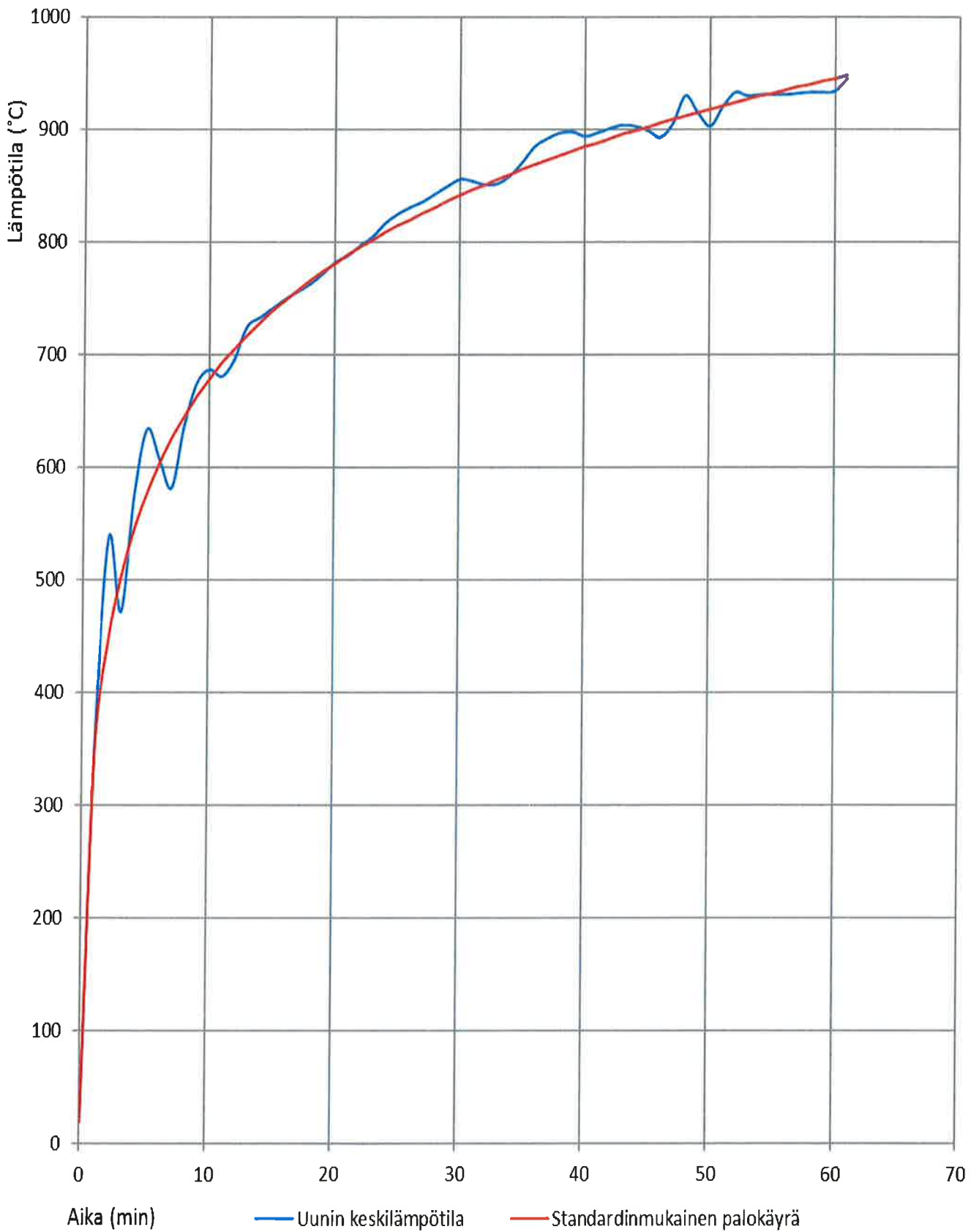
Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

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	356	349	238	484	188	184	2,1	-
2	538	445	432	618	636	581	9,4	-
3	472	502	370	568	1141	1055	8,2	-
4	575	544	462	665	1664	1578	5,5	-
5	634	576	531	707	2269	2138	6,2	-
6	608	603	510	686	2891	2727	6	15
7	582	626	491	668	3486	3342	4,3	15
8	637	645	541	717	4096	3977	3	15
9	675	663	605	729	4752	4631	2,6	15
10	687	678	618	731	5433	5302	2,5	15
11	681	693	606	725	6118	5987	2,2	14,5
12	696	705	626	734	6806	6686	1,8	14
13	725	717	667	762	7518	7397	1,6	13,5
14	733	728	657	771	8247	8120	1,6	13
15	741	739	661	782	8984	8853	1,5	12,5
16	749	748	671	792	9730	9597	1,4	12
17	756	757	677	801	10482	10349	1,3	11,5
18	763	766	687	809	11242	11111	1,2	11
19	772	774	703	818	12010	11881	1,1	10,5
20	782	781	718	822	12787	12658	1	10
21	788	789	723	827	13572	13443	1	9,5
22	797	796	734	836	14365	14236	0,9	9
23	805	802	736	843	15167	15035	0,9	8,5
24	817	809	742	863	15978	15840	0,9	8
25	825	815	752	870	16800	16652	0,9	7,5
26	831	820	754	880	17629	17470	0,9	7
27	836	826	756	883	18463	18293	0,9	6,5
28	843	831	760	884	19303	19121	1	6
29	850	837	765	891	20150	19955	1	5,5
30	856	842	763	892	21004	20795	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	768	888	21859	21639	1	4,9
32	851	851	774	892	22711	22488	1	4,8
33	852	856	777	897	23563	23342	1	4,8
34	859	860	777	902	24419	24200	0,9	4,7
35	871	865	778	907	25284	25062	0,9	4,6
36	885	869	787	910	26162	25929	0,9	4,5
37	892	873	796	918	27051	26800	0,9	4,4
38	897	877	801	929	27946	27675	1	4,3
39	898	881	808	934	28843	28554	1	4,3
40	894	885	814	927	29740	29437	1	4,2
41	897	888	817	926	30636	30324	1	4,1
42	901	892	817	931	31535	31214	1	4
43	904	896	818	935	32437	32108	1	3,9
44	903	899	819	930	33341	33005	1	3,8
45	899	902	820	933	34242	33906	1	3,8
46	893	906	816	935	35139	34810	0,9	3,7
47	905	909	822	940	36038	35717	0,9	3,6
48	930	912	833	951	36956	36628	0,9	3,5
49	915	915	830	950	37879	37541	0,9	3,4
50	903	918	829	945	38788	38458	0,9	3,3
51	920	921	835	954	39700	39377	0,8	3,3
52	933	924	842	963	40627	40300	0,8	3,2
53	930	927	842	963	41559	41225	0,8	3,1
54	931	930	844	965	42489	42154	0,8	3
55	931	932	844	966	43421	43085	0,8	2,9
56	931	935	844	969	44353	44018	0,8	2,8
57	932	938	846	967	45285	44955	0,7	2,8
58	933	940	848	970	46218	45894	0,7	2,7
59	933	943	851	969	47151	46835	0,7	2,6
60	934	945	851	972	48085	47779	0,6	2,5
61	945	948	859	981	49025	48726	0,6	2,5

Missä:

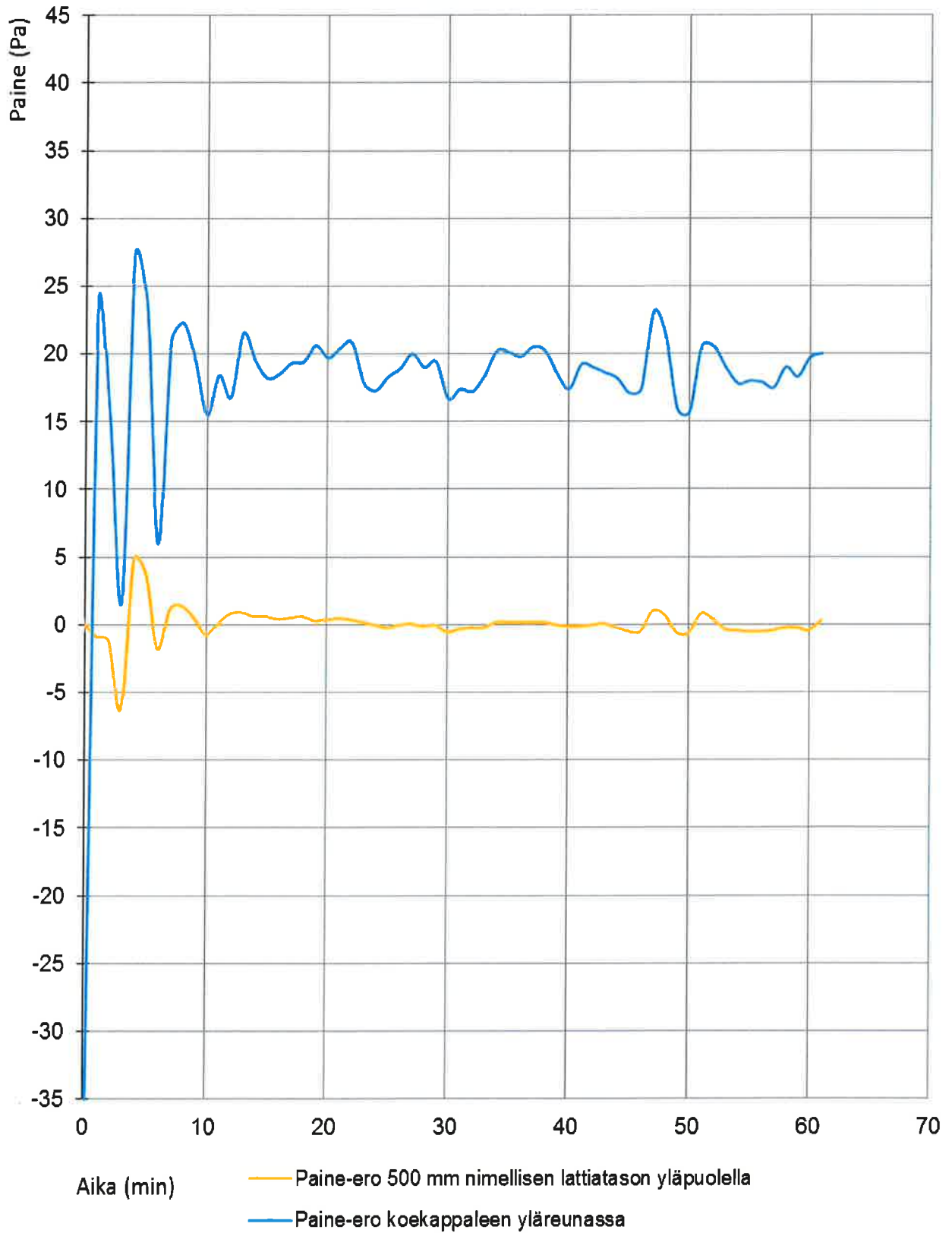
A on todellinen keskimääräinen lämpötilaprofiilin pinta-ala,

As on uunin ohjauslämpötilaprofiilin pinta-ala,

d on poikkeama A ja As välillä,

Max d on korkein hyväksyttävissä oleva poikkeama.

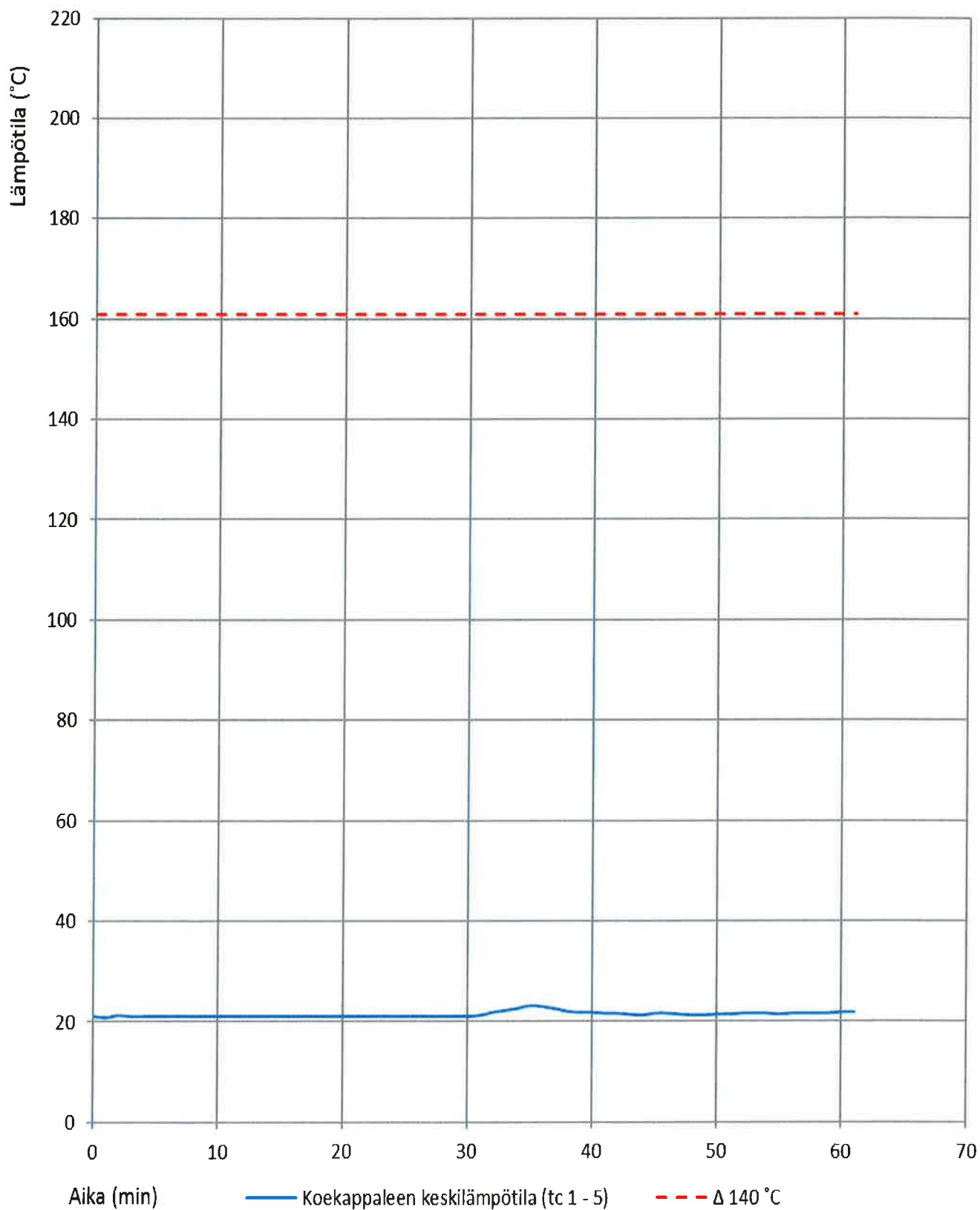
Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.



Kuva 1. Paine-ero uunin ja koehallin välillä

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

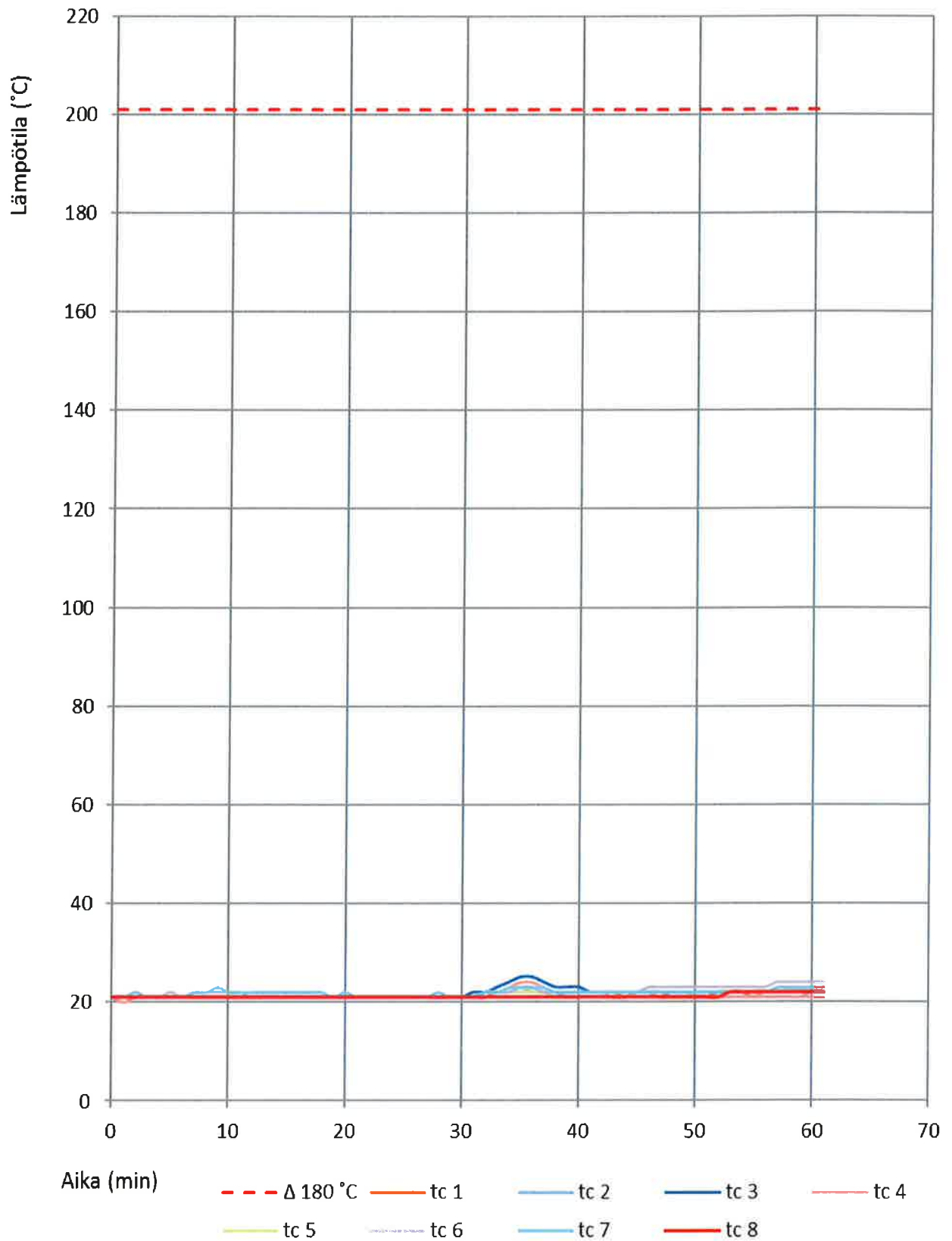
Koekappaleen lämpötilat



Kuva 1. Koekappaleen keskilämpötila

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

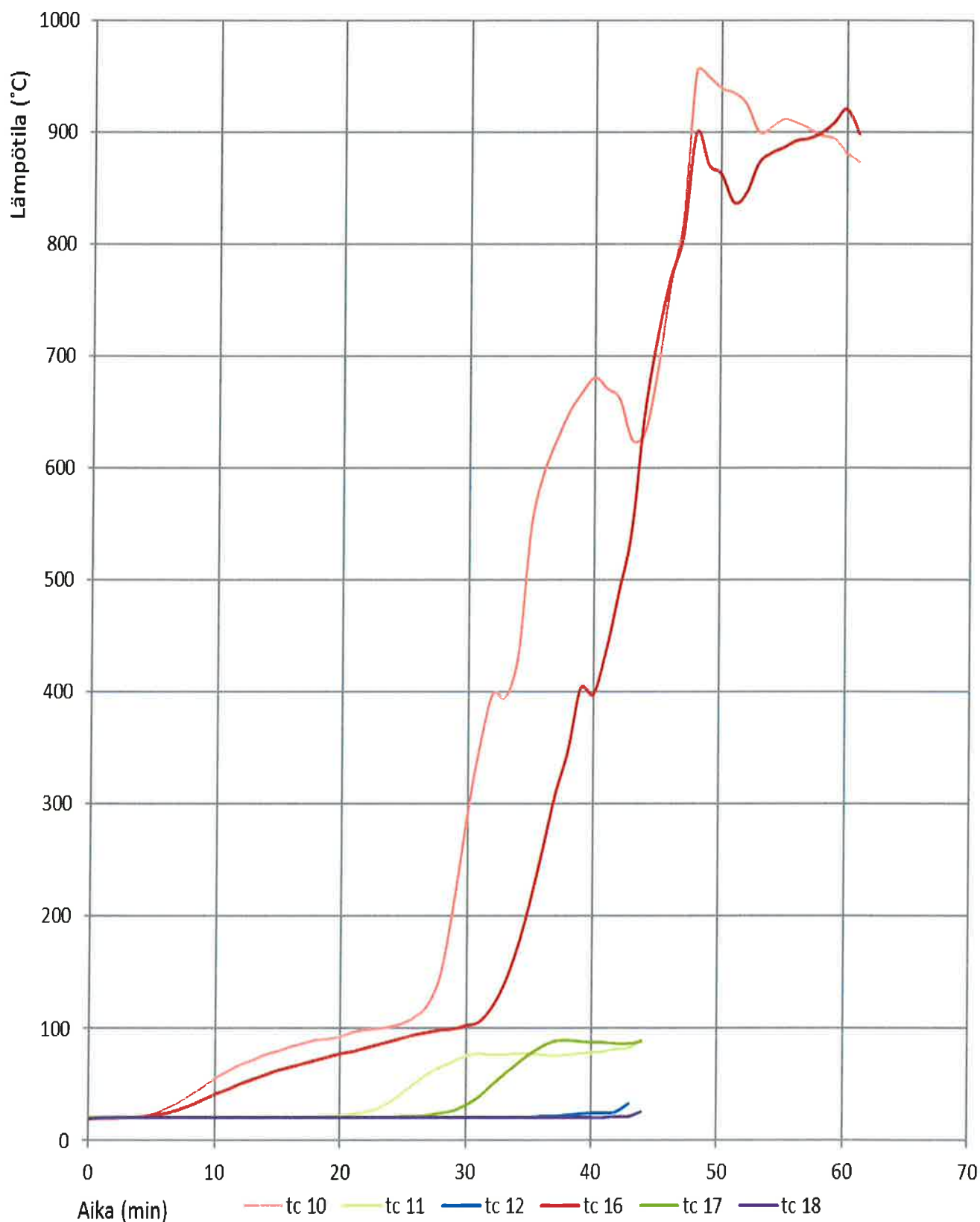
VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.



Kuva 2. Koekappaleen yksittäiset pintalämpötilat

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

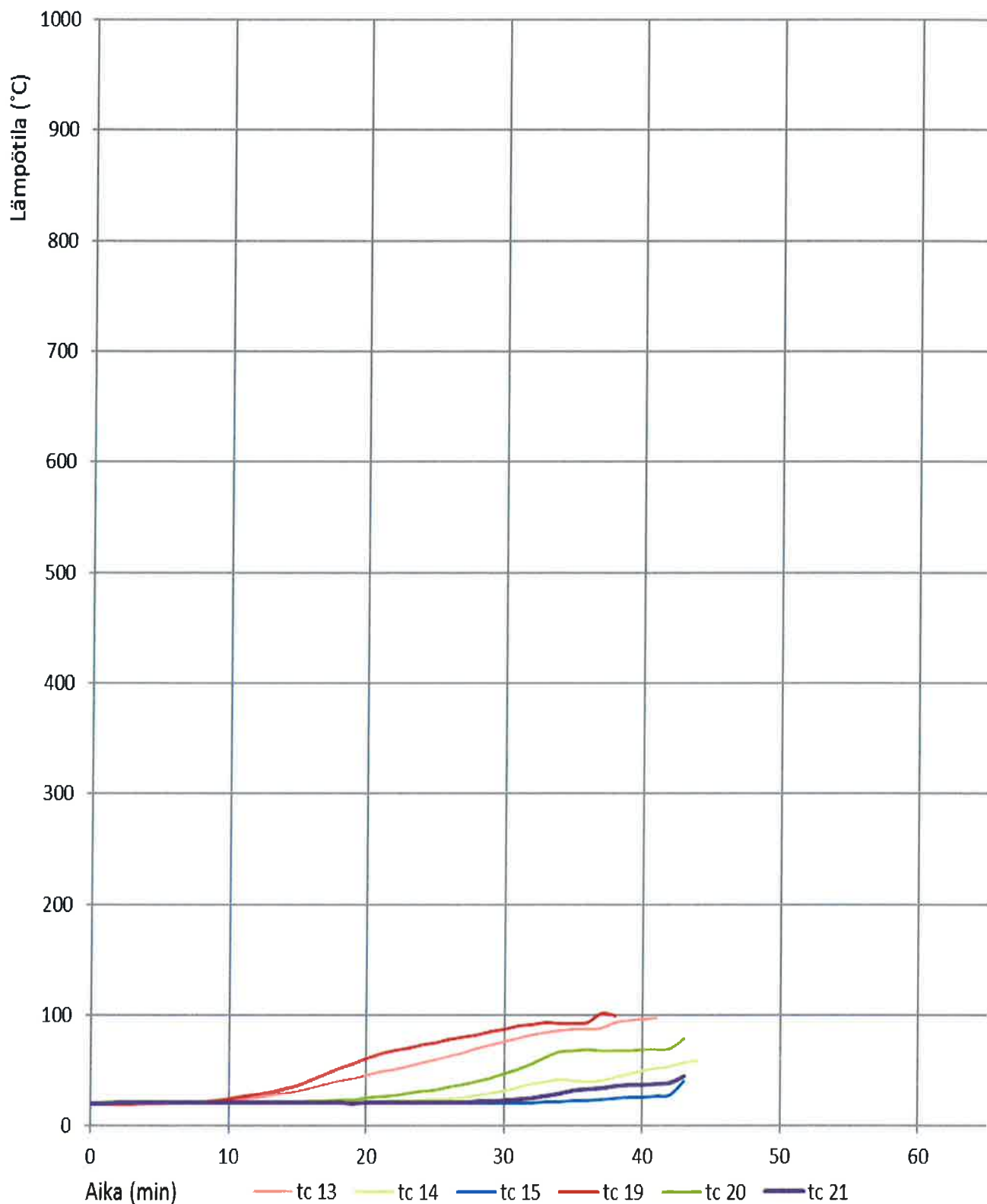
VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.



* toimintahäiriö tc 11-12 ja tc 17-18 koeajasta 44 - 45 min eteenpäin

Kuva 3. Koekappaleen yksittäiset lämpötilat (informatiiviset)

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.



* toimintahäiriö tc 13-15 ja tc 19-21 koeajasta 38 - 44 min eteenpäin

Kuva 4. Koekappaleen yksittäiset lämpötilat (informatiiviset)

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. Koekappaleen lämpötilat

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

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

Taulukko 1 jatkuu

Aika (min)	TC 1	TC 2	TC 3	TC 4	TC 5	Ka. 1-5	TC 6	TC 7	TC 8
31	21	21	22	21	21	21	21	21	21
32	21	22	22	22	22	22	22	22	21
33	22	22	23	22	22	22	22	22	21
34	22	22	24	23	22	23	22	23	21
35	23	22	25	24	22	23	23	23	21
36	22	22	25	24	22	23	23	23	21
37	22	22	24	23	22	23	22	23	21
38	22	22	23	22	21	22	22	22	21
39	22	21	23	22	21	22	22	22	21
40	22	21	23	22	21	22	22	22	21
41	22	21	22	22	21	22	22	22	21
42	22	21	22	22	21	22	22	22	21
43	22	21	22	21	21	21	22	22	21
44	21	21	22	21	21	21	22	22	21
45	22	21	22	22	21	22	22	22	21
46	22	21	22	22	21	22	23	22	21
47	22	21	22	21	21	21	23	22	21
48	21	21	22	21	21	21	23	22	21
49	21	21	22	21	21	21	23	22	21
50	21	21	22	21	22	21	23	22	21
51	21	21	22	21	22	21	23	22	21
52	22	21	22	21	22	22	23	22	21
53	22	21	22	21	22	22	23	22	22
54	22	21	22	21	22	22	23	22	22
55	21	21	22	21	22	21	23	22	22
56	22	21	22	21	22	22	23	22	22
57	22	21	22	21	22	22	24	23	22
58	22	21	22	21	22	22	24	23	22
59	22	21	22	21	22	22	24	23	22
60	22	22	22	21	22	22	24	23	22
61	22	22	22	21	22	22	24	23	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	20	21	21	20	20	21	20	21	20	20	20	20
1	20	21	21	20	20	21	21	21	21	20	21	20
2	20	21	21	20	21	21	21	21	21	20	21	21
3	21	21	21	20	20	21	21	21	21	20	21	21
4	22	21	21	20	21	21	21	21	21	21	21	21
5	24	21	21	20	21	21	23	21	21	21	21	21
6	29	21	21	21	21	21	25	21	21	21	21	21
7	34	21	21	21	21	21	28	21	21	22	21	21
8	41	21	21	22	21	21	32	21	21	22	21	21
9	48	21	21	23	21	21	37	21	21	23	21	21
10	56	21	21	23	21	21	42	21	21	25	21	21
11	62	21	21	25	21	21	46	21	21	27	21	21
12	68	21	21	26	21	21	51	21	21	29	21	21
13	72	21	21	28	21	21	55	21	21	31	21	21
14	77	21	21	30	21	21	59	21	21	34	21	21
15	80	21	21	32	21	21	63	21	21	37	21	21
16	84	21	21	35	21	21	66	21	21	42	22	21
17	87	21	21	38	21	21	69	21	21	47	22	21
18	90	21	21	41	21	21	72	21	21	52	23	21
19	91	22	21	43	21	21	75	21	21	56	23	20
20	93	22	21	46	22	21	78	21	21	61	25	21
21	97	24	21	49	22	21	80	21	21	65	26	21
22	99	26	21	51	23	21	83	21	21	68	27	21
23	100	29	21	54	23	21	86	21	21	70	29	21
24	102	35	21	57	24	21	89	21	21	73	31	21
25	105	43	21	60	24	21	92	22	21	75	32	21
26	111	52	21	63	25	21	95	22	21	78	35	21
27	122	60	21	66	26	21	97	23	21	80	37	21
28	150	66	21	70	28	21	99	25	21	82	40	22
29	213	71	21	73	30	21	100	27	21	85	43	22
30	290	76	21	76	32	21	103	32	21	87	47	23

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	354	78	21	79	35	21	106	39	21	90	51	24
32	399	77	21	82	38	21	118	49	21	91	56	25
33	395	77	21	84	40	22	139	59	21	93	62	27
34	433	78	21	86	42	22	170	68	21	92	67	29
35	549	78	21	87	41	23	211	77	21	92	68	32
36	597	77	22	87	40	23	259	84	21	93	69	33
37	626	76	22	88	41	24	309	89	21	101	68	34
38	651	77	23	93	44	25	348	90	21	99	68	36
39	668	78	24	95	47	26	404	89	21	-	68	37
40	681	79	25	96	50	26	398	88	21	-	69	37
41	671	80	25	97	52	27	436	88	21	-	69	38
42	662	82	26	-	54	28	488	87	22	-	70	39
43	625	83	33	-	57	40	543	87	22	-	79	45
44	631	90	-	-	59	-	648	89	26	-	-	-
45	686	-	-	-	-	-	717	-	-	-	-	-
46	763	-	-	-	-	-	770	-	-	-	-	-
47	823	-	-	-	-	-	807	-	-	-	-	-
48	955	-	-	-	-	-	899	-	-	-	-	-
49	949	-	-	-	-	-	870	-	-	-	-	-
50	939	-	-	-	-	-	862	-	-	-	-	-
51	935	-	-	-	-	-	837	-	-	-	-	-
52	925	-	-	-	-	-	845	-	-	-	-	-
53	900	-	-	-	-	-	872	-	-	-	-	-
54	904	-	-	-	-	-	881	-	-	-	-	-
55	911	-	-	-	-	-	886	-	-	-	-	-
56	908	-	-	-	-	-	892	-	-	-	-	-
57	903	-	-	-	-	-	894	-	-	-	-	-
58	897	-	-	-	-	-	899	-	-	-	-	-
59	894	-	-	-	-	-	908	-	-	-	-	-
60	881	-	-	-	-	-	920	-	-	-	-	-
61	873	-	-	-	-	-	898	-	-	-	-	-

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

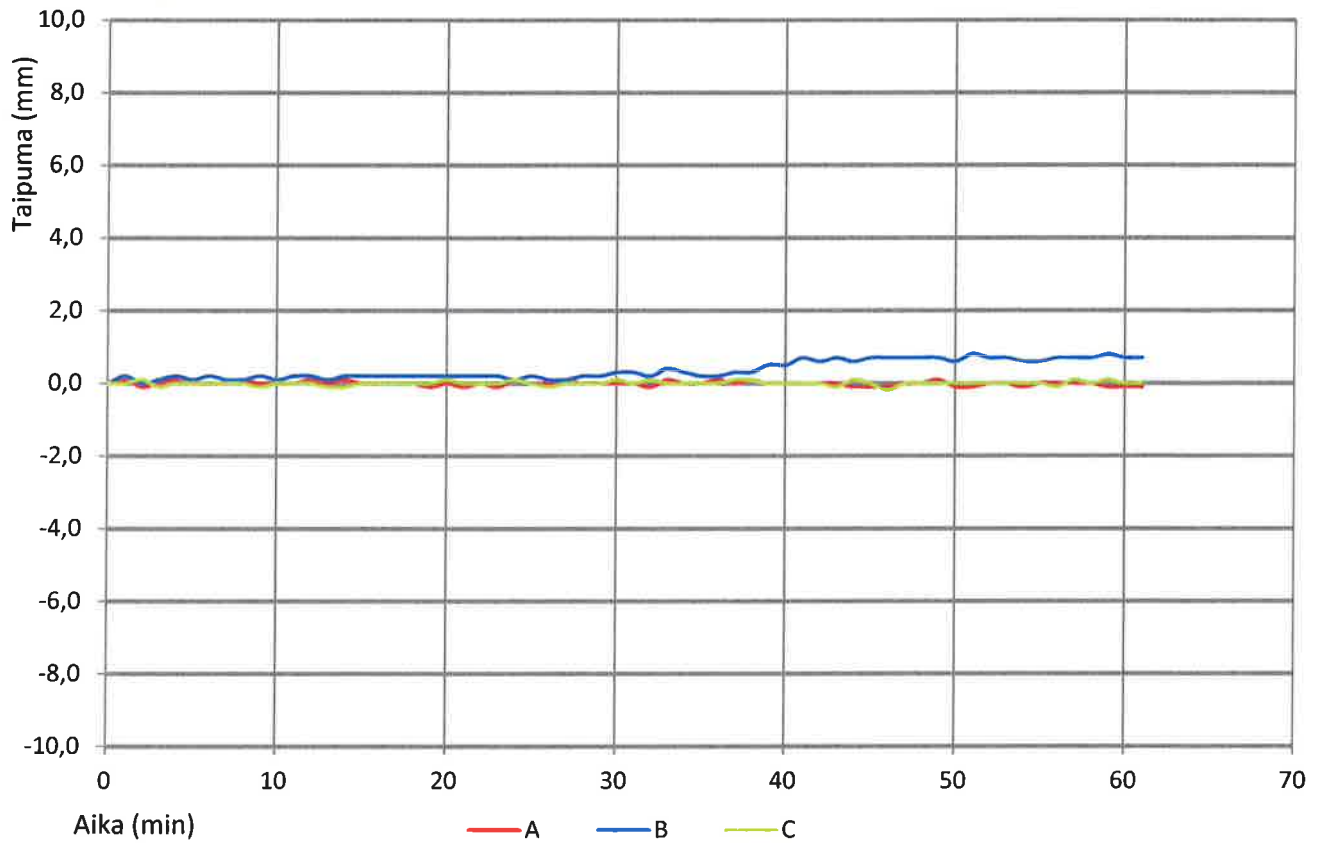
VTT Expert Services Oy:n tai VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT Expert Services Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Havainnot kokeen aikana

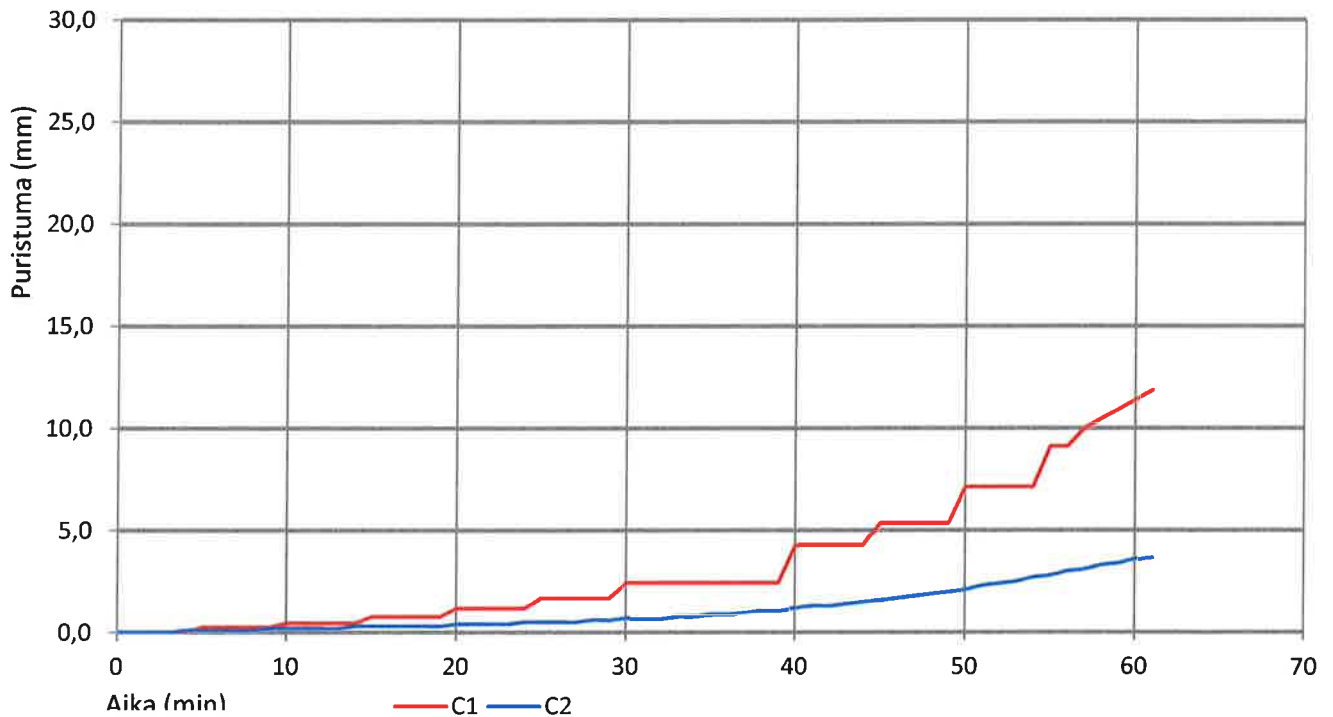
Aika [min:s]	E/U	Havainto
		(E = havainto tulen puolelta, U = havainto tulen vastakkaiselta puolelta)
0:00		Koe alkoi.
1:34	E	Ulkolaudoitus oli tummunut.
3:48	E	Ulkolaudoitus hiiltyi.
6:45	E	Ensimmäiset pienet puunpalat irtosivat laudoista.
15:38	E	Alareuna liekehti voimakkaasti.
26:38	E	Tuulensuojalevyt halkeilivat.
29:35	U	Leiskahdus seinän ja tukirakenteen välistä.
30:00-38:00	U	Seinän alareunan ja tukirakenteen välissä näkyi pientä kaasumaista liekehdintää useassa kohdassa. Alareunaa tiivistettiin kivivillalla useampaan otteeseen liekehdinnän välillä hiipussa ja välillä voimistuessa. Koeajassa 38:00 alareuna ja tukirakenteen väli oli tiivistetty koko leveydeltä ja liekehdintä oli loppunut.
34:51	E	Iso osa laudoituksesta oli pudonnut uuniin.
37:50	E	Eriste oli näkyvissä tuulensuojalevyjen halkeamista.
46:20	E	Kantava ranka oli näkyvissä ja hiiltynyt pinnasta.
47:43	E	Eristeeseen oli muodostunut isoja rakoja.
61:10		Koe lopetettiin.

The test results relate only to the sample tested.

KOEKAPPALEEN TAIPUMAT JA PURISTUMAT



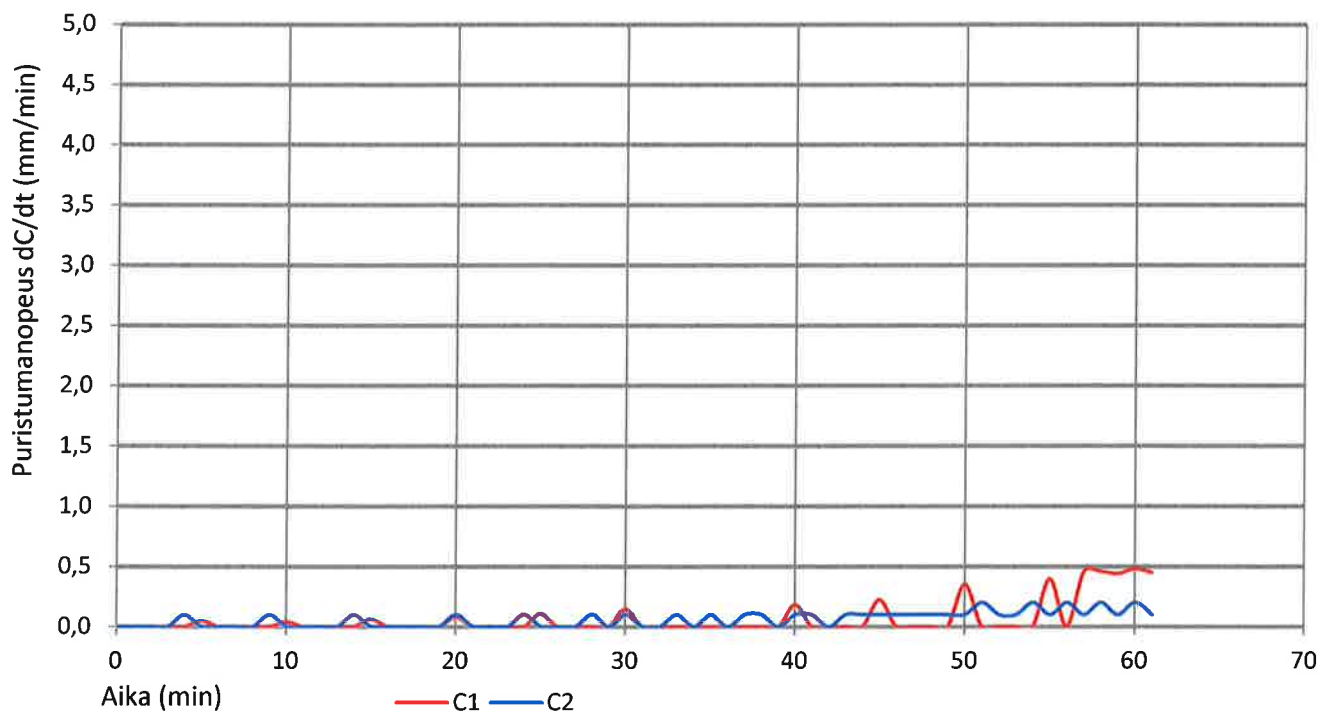
Kuva 1. Koekappaleen mitatut taipumat (positiivinen lukema on kohti uunia)



** Toimintahäiriö mittauslaitteessa C1, josta johtuen puristuma mitattiin manuaalisesti*

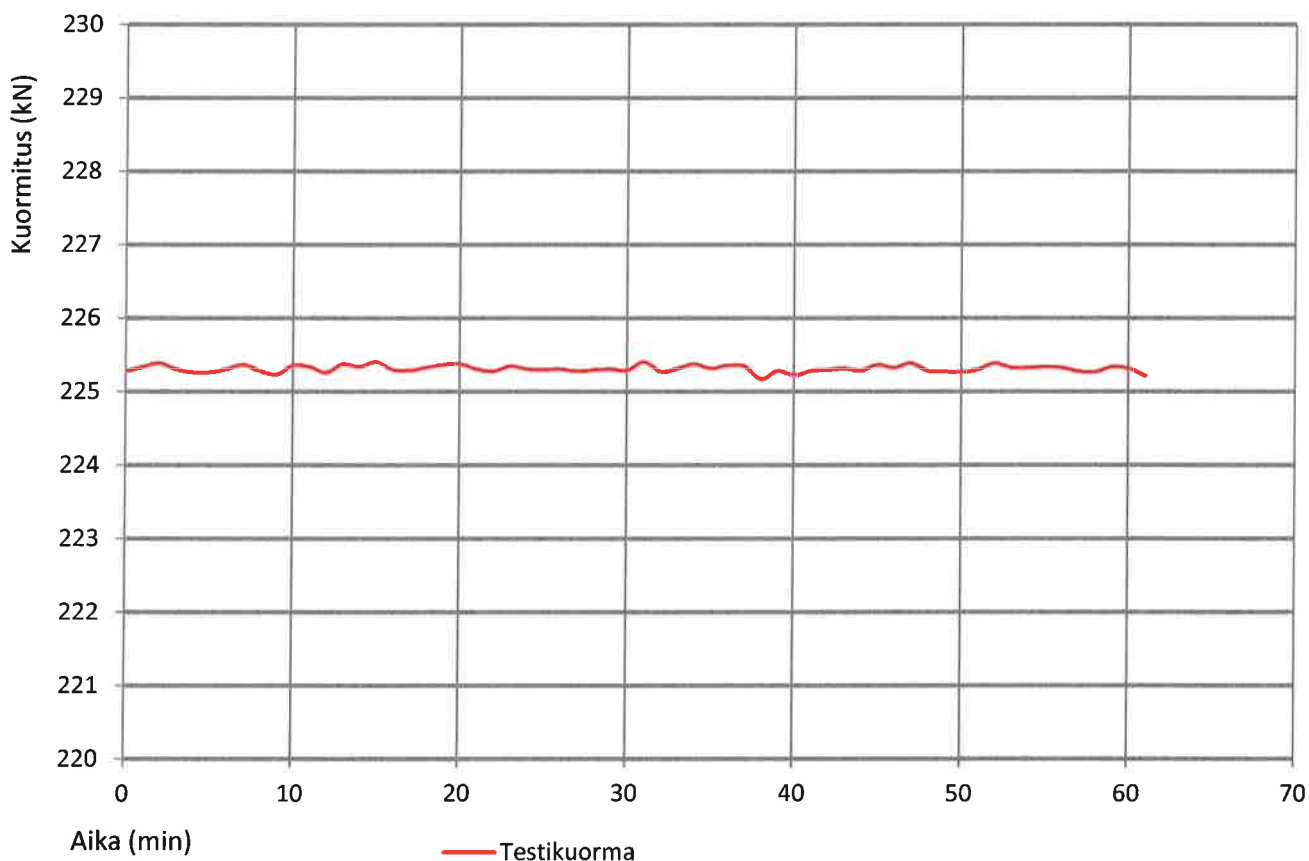
Kuva 2. Koekappaleen mitatut puristumat

The test results relate only to the sample tested.



* Toimintahäiriö mittauslaitteessa C1, josta johtuen puristuma ja puristumanopeus määritettiin manuaalisesti

Kuva 3. Koekappaleen mitatut puristumanopeudet



Kuva 4. Kokeenaikainen kuormitus

The test results relate only to the sample tested.

VALOKUVAT



Kuva 1. Puhalluseristys tehtaalla



Kuva 2. Kokoonpanoa 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. Koekappale tulen puolelta ennen koetta



Kuva 4. Koekappale kylmältä 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 10 min 35 s



Kuva 6. Koeaika 25 min 14 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 27 s



Kuva 8. Koeaika 30 min 32 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 44 min 36 s



Kuva 10. Koeaika 60 min

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. Koekappale kylmältä puolelta kokeen jälkeen



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.

Koekappaleen rakenne ja valmistelu

Koekappale

Koekappale oli kantava $2650 \times 2900 \times 310 \text{ mm}^3$ (korkeus x leveys) ulkoseinärakenne joka koostui kuudesta $63 \times 200 \text{ mm}^2$ Kerto-S puurangasta (k500-k600), joista neljä ($L = 2596 \text{ mm}$) oli kantavia ja reunimmaiseta ($L = 2556 \text{ mm}$) ei-kantavia. Ala- ja yläjuoksupuut olivat $198 \times 27 \text{ mm}^2$ Kerto-Q puurankoja. Kerto-Q seinälevy ja ylä- ja alajuokсут kiinnitettiin toisiinsa vinonaulaamalla ($3,1 \times 90 \text{ mm}$, k200, 15 mm seinän reunasta), jonka lisäksi juokсут kiinnitettiin runkotolppiin neljällä $3,1 \times 90 \text{ mm}$ naulalla per runkotolppa. Runkotolpat puolestaan kiinnitettiin ristinaulaamalla (2 kpl x $3,1 \times 90 \text{ mm}$, k250) seinälevyyn tehtyihin uriin (urasyvyys $\sim 2 \text{ mm}$).

Runkotolppien välit eristettiin koneellisesti Termex-Selluvillalla (laskennallinen asennustiheys $67,9 \text{ kg/m}^3$), jonka jälkeen runkotolppien tulen puolelle kiinnitettiin Runkoleijona tuulensuojalevy $3,1 \times 45 \text{ mm}$ huopanauloilla k100-300. Tuulensuojalevyn ja ulkolaudoituksen väliin jäi 20 mm tuuletusrako pystykoolauksen ollessa $20 \times 45 \text{ mm}^2$ k600 (kiinnitys $3,1 \times 90 \text{ mm}$ nautoilla k200-300) ja ulkolaudoitus kiinnitettiin jokaiseen koolauspuuhun kahdella $2,6 \times 60 \text{ mm}$ naulalla. Ulkolaudoituksen ylä- ja alareunaan jätettiin $\sim 50 \text{ mm}$ rako jotta ilma pääsi vapaasti kiertämään tuuletusraossa kokeen aikana.

Varmennus

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

Kappaleen rakennus ja ilmastointi

Koekappaleet rakennettiin 4.7.2017 Sisco Oyj:n tiloissa Vantaalla ja varastoitettiin testihallissa toimituspäivästä kokeeseen asti. Tänä aikana lämpötila vaihteli välillä $18 - 21 \text{ }^\circ\text{C}$ ja suhteellinen kosteus välillä $40 - 62 \text{ \% R.H.}$

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). Tilaaja määrittäi kuorman suuruuden.

Koekappaleen asennus

Koekappale asennettiin kuormituskehään 5.7.2017 ulkolaudoitus tulen puolelle. 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 syvyyssuunnassa 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	484 kg/m ³	-	8,4 %
Kerto-Q juoksupuu 27 x 198 mm ²	483 kg/m ³	-	7,8 %
Kerto-S rankapuu 63 x 200 mm ²	511 kg/m ³	-	8,3 %
Runkoleijjona tuulensuojalevy 25 mm	6,7 kg/m ²	5,4 %	2,0 %
Koolauspuu 25 x 45 mm ²	387 kg/m ³	-	9,7 %
Ulkoerhouslauta ¹⁾ 28 x 100 mm ²	400 kg/m ³	-	8,7 %
Termex-Selluvilla	67,9 kg/m ³ ²⁾	-	12,2 %

¹⁾ eri kuin rakenteessa käytetty

²⁾ 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 pystyrakojen 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.