



Palosuojalevyjen PAROC FPS 14 ja FPS 14t (aikaisemmin PAROC PAL ja PALTEX) mitoitus, kun kantavan teräspoimulevy-yläpohjan lämmöneristepaksuutta kasvatetaan 230-240 mm:iin.

| Tilaaja: Paroc Oy Ab



---

<b>Tilaja</b>	Paroc Oy Ab / Timo Hautakoski Rakennuseristeet-yksikkö Neilikkatie 17, PL 294, 01301 Vantaa
<b>Tilaus</b>	Sähköposti 19.11.2004 / Timo Hautakoski
<b>Yhteyshenkilö VTT:ssä</b>	<b>VTT RAKENNUS- JA YHDYSKUNTATEKNIikka</b> Paloturvallisuus Olli Kaitila PL 1803, 02044 VTT Puh. 09-456 4862 Faksi 09-456 4815 Sähköposti olli.kaitila@vtt.fi

---

**Tehtävä** **Palosuojalevyjen PAROC FPS 14 ja FPS 14t (aikaisemmin PAROC PAL ja PALTEX mitoitus), kun kantavan teräspoimulevy-yläpohjan lämmöneristepaksuutta kasvatetaan 230-240 mm:iin.**

**Lähdeaineisto**

Tämän selostuksen laadinnassa on käytetty seuraavia lähteitä:

- /1/ Ympäristöministeriön tyyppihyväksyntäpäätös 185/6121/99. Paroc Oy Ab:n tuotteet: Palosuojalevyt PAL ja PALTEX. Annettu 10.1.2000, voimassa 31.12.2004 asti.
- /2/ VTT:n tutkimusselostus N:o PAL44/93. PAL-palosuojalevyn suojauskyvyn määrittäminen kantavan teräspoimulevyn yläpohjan palosuojauksena.
- /3/ VTT:n tutkimusselostus N:o PAL90103. Kuormitetun, vuorivillaeristeisen teräsohutlevy-yläpohjarakenteen polttokoe. VTT 1989.
- /4/ VTT:n tutkimusselostus N:o PAL90166. Kuormitetun, vuorivillaeristeisen teräsohutlevy-yläpohjarakenteen polttokoe. VTT 1989.
- /5/ VTT:n tutkimusselostus N:o PAL90383. Kuormitetun, vuorivillaeristeisen teräsohutlevy-yläpohjarakenteen polttokoe. VTT 1990.
- /6/ VTT:n tutkimusselostus N:o PAL00431/90. Kuormitetun, vuorivillaeristeisen teräsohutlevy-yläpohjarakenteen polttokoe. VTT 1990.
- /7/ ISO 834, Fire resistance tests – Elements of building construction. Switzerland 1975, International organisation for standardisation.
- /8/ EC-Certificate of Conformity No: 0809-CPD-0225 Mineral wool products for thermal insulation, VTT Espoo 1.7.2004.
- /9/ EC-Certificate of Conformity No: 0809-CPD-0228 Thermal insulation products, VTT Espoo 1.7.2004.
- /10/ Faksi Aaro Haakana / Paroc Oy Ab Building insulation 21.12.2004.

**Taustaa**

Paroc Oy Ab:lla on 31.12.2004 asti voimassa oleva Ympäristöministeriön myöntämä tyyppihyväksyntäpäätös /1/ koskien palosuojalevyjä PAL ja PALTEX (nykyisiltä tuotenimiltään PAROC FPS 14 ja FPS 14t) käytettynä päätöksen mukaisessa yläpohjarakenteessa. Yläpohjarakenteessa on kantava

teräspoimulevy, sen alapuolinen paloeriste ja yläpuolinen lämmöneriste, jonka kokonaispaksuus on tyyppihyväksynnän mukaisissa tapauksissa 20 mm tai 140 mm. Teräspoimulevy-yläpohjien lämmöneristeinä käytetään tuotteita PAROC ROS 30 ja ROS 40 (aikaisemmin AKL, paksuus 120 mm) alakerroseristeinä sekä pintakerroseristeinä 20 mm paksuisia eristeitä PAROC ROB 80t (aikaisemmin KKL, paksuus 20 mm) ja PAROC ROB 50t. Tehtävänä on selvittää vaadittavat muutokset teräspoimulevyn alapuolisten palosuojalevyjen mitoituksen suhteen, kun yläpuolisen lämmöneristeen paksuutta kasvatetaan 230-240 mm:iin.

Käytetyille eristeille on VTT:n myöntämät EC-sertifiikatit /8-9/ ja Paroc on ilmoittanut uusilla tuotenimillä esiintyvien tuotteiden vastaavan aikaisempia lämpö- ja paloteknisiltä ominaisuuksiltaan edellä esitetyn mukaisesti /10/. Lausunnossa käytetään vanhoja tuotenimiä tarkasteltaessa koearineistoa, mutta uudet mitoitusaulukot on esitetty käyttäen uusia tuotenimiä.

## Koearineisto

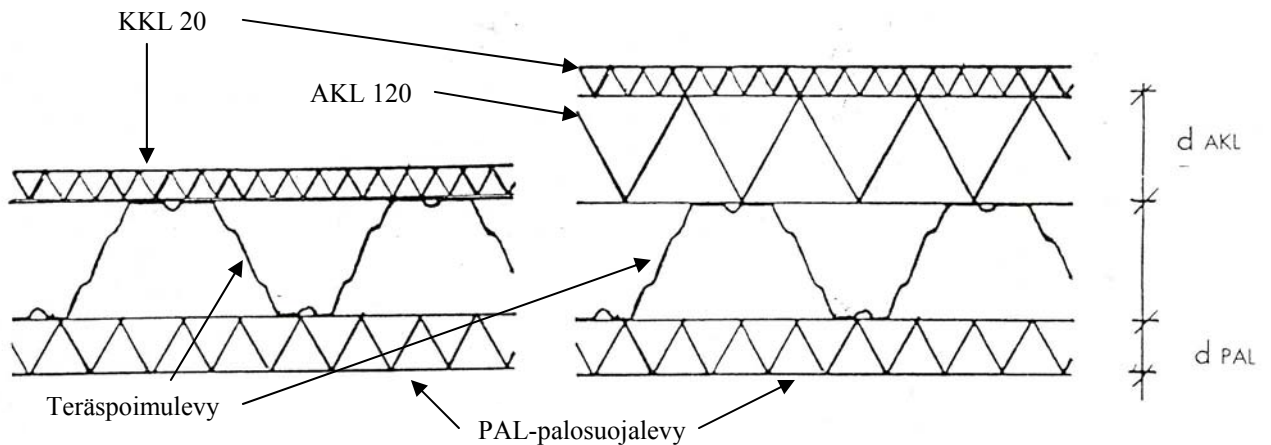
VTT:n palotekniikan laboratoriossa Espoossa on tehty vuosina 1989-1990 Paroc Oy Ab:n tilaamina taulukon 1 /2/ mukaiset neljä palonkestävyyskoetta kantaville teräspoimulevy-yläpohjille /3-6/, joiden periaate on esitetty kuvassa 1. Kokeissa mitatut teräspoimulevyn keskimääräiset ja korkeimmat lämpötilat on esitetty taulukossa 2 ajanhetkillä 30 min, 60 min ja 75 min. Taulukoissa ja kuvassa AKL on jäykkä aluskattolevy (nimellistiheys  $110 \text{ kg/m}^3$ ) ja KKL DH-lasikuituhuovalla päällystetty jäykkä vuorivillalevy (nimellistiheys  $240 \text{ kg/m}^3$ ). Koe 03 tehtiin standardin ISO 834 (Nordtest-menetelmä NT FIRE 005, SFS 4193) /7/ mukaisesti. Kokeet 01, 02 ja 04 tehtiin soveltaen standardia ISO 834, sillä koekappaleen koko ei täyttänyt standardin vaatimuksia.

## Taulukko 1 Koekappaleiden palonkestävyyskokeet /2/.

	Koe 01 PAL90103 /3/ 03.03.1989	Koe 02 PAL90166 /4/ 14.04.1989	Koe 03 PAL90383 /5/ 22.09.1989	Koe 04 PAL00431/90 /6/ 14.11.1990
Tutkimusselostus Koepäivä				
Palosuojaus - eristepaksuus d - tiheys pi	PAL 60 60 mm $145 \text{ kg/m}^3$	PAL 50 50 mm $155 \text{ kg/m}^3$	PAL 50 50 mm $137 \text{ kg/m}^3$	PAL 50 50 mm $152 \text{ kg/m}^3$
Teräspoimulevy - pintakäsittely -poimun korkeus h - nimellispaksuus - laskentapaksuus t - poikkileikkaustekijä F/A	VTR 70/ 0.9 sinkitty 70 mm 0.9 mm 0.82 mm 820 1/m	VTR 70/ 0.9 sinkitty 70 mm 0.9 mm 0.82 mm 820 1/m	VTR 120/ 0.7 sinkitty 120 mm 0.7 mm 0.63 mm 810 1/m	VTR 120/ 0.7 sinkitty 120 mm 0.7 mm 0.63 mm 810 1/m
Lämmöneriste - eristepaksuus - tiheys	AKL 120 120 mm $105 \text{ kg/m}^3$			
Lämmöneriste - eristepaksuus -tiheys	KKL 20 20 mm $235 \text{ kg/m}^3$	KKL 20 20 mm $230 \text{ kg/m}^3$	KKL 20 20 mm $235 \text{ kg/m}^3$	KKL 20 20 mm $210 \text{ kg/m}^3$
Aluskattohuopa Päällyskattohuopa	K-MS 170/3000 K-PS 80/4000	K-MS 170/3000 K-PS 80/4000	K-MS 170/3000 K-PS 80/4000	K-MS 170/3000 K-PS 80/4000

**Taulukko 2** Teräspoimulevystä kokeissa mitatut lämpötilat /2/.

	Koekappale			Teräspoimulevyn mitattu lämpötila (°C) Keskiarvo / Korkein		
	Paloeriste	Poimulevy	Lämmöneriste	30 min	60 min	75min
Koe 01	PAL60	VTR 70 / 0.9	AKL120+KKL20	176 / 206	464 / 489	587 / 620
Koe 02	PAL50	VTR 70 / 0.9	KKL20	248 / 268	472 / 508	559 / 609
Koe 03	PAL50	VTR 120 / 0.7	KKL20	206 / 239	424 / 445	503 / 516
Koe 04	PAL50	VTR 120 / 0.7	KKL20	216 / 244	463 / 497	553 / 582



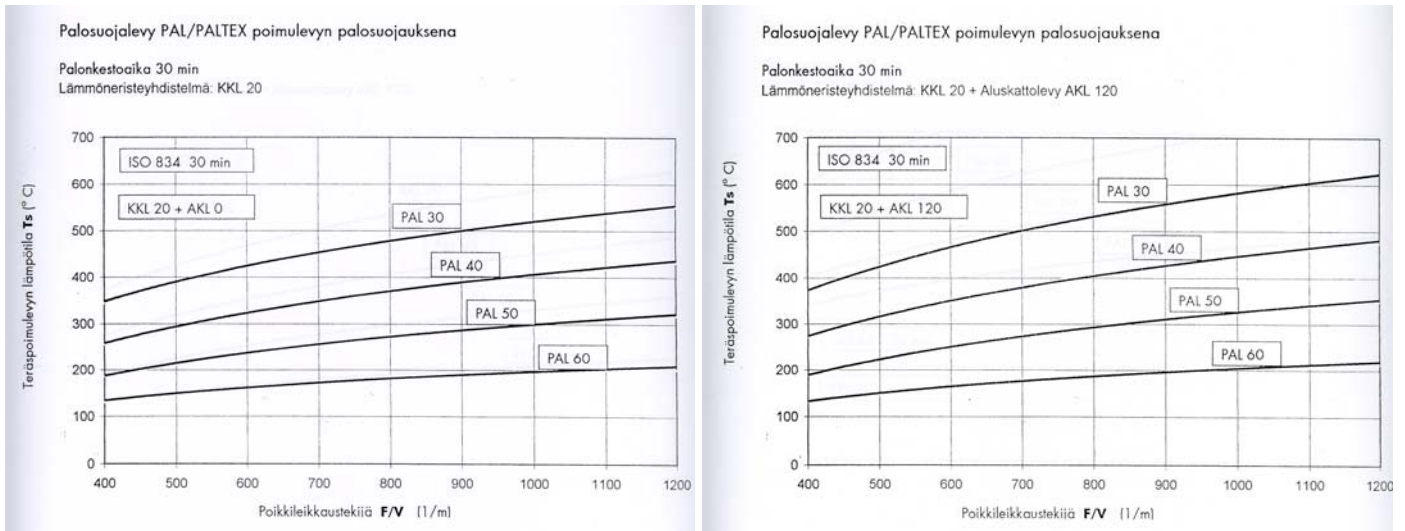
Kokeiden 01...04 raporteista /3-6/ on kerätty tätä lausuntoa varten teräspoimulevyn yläpuolisesta lämmöneristeestä mitattuja lämpötiloja, jotka on koottu taulukkoon 3.

**Taulukko 3** Kokeissa mitatut lämpötilat eristeen pinnoilla tai sisällä /3-6/.

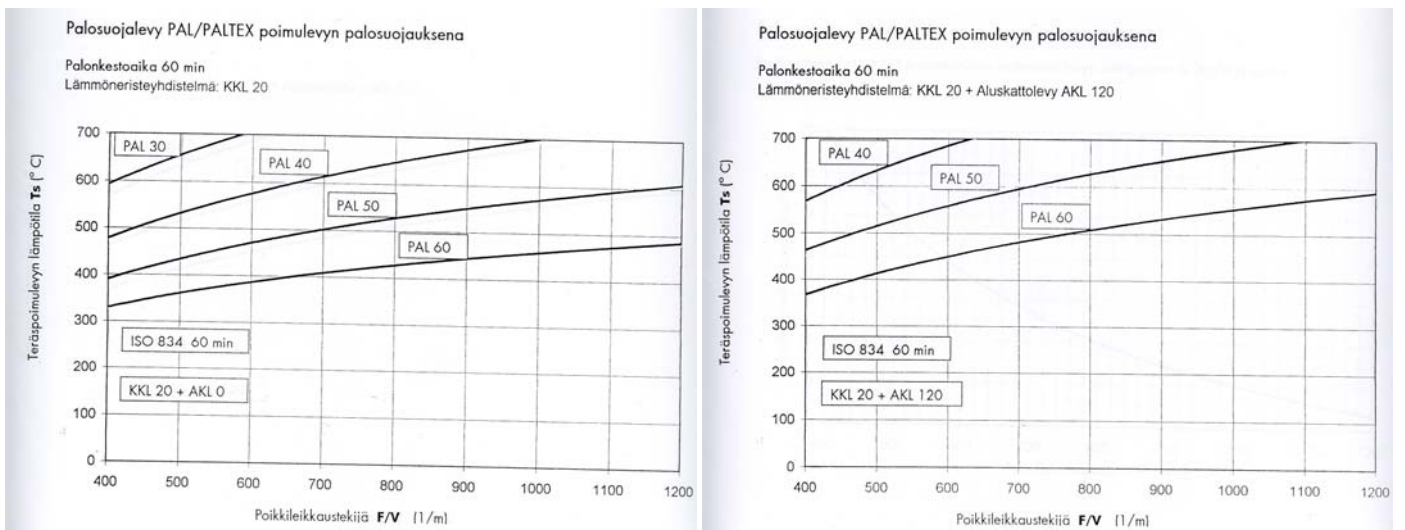
Koe nro	Mittauspisteen etäisyys poimulevyn yläpinnasta (suluissa mittauspisteiden lukumäärä)	Mittauspisteen numero raportin mukaan	$t = 30 \text{ min } (^{\circ}\text{C})$		$t = 60 \text{ min } (^{\circ}\text{C})$	
			Lämpötila mittaus- pisteessä	Keskiarvo	Lämpötila mittaus- pisteessä	Keskiarvo
01	60 mm (4)	2	29	28.5	64	63.5
		6	25		57	
10		26	55			
14		34	78			
120 mm (4)	3	22	24.25	28	29.75	
	7	24		29		
	11	24		29		
	15	27		33		
02	0 mm (2)	2	158	172.5	384	424
		15	187		464	
20 mm (4)	3	26	27.5	83	91.5	
	8	29		88		
	12	34		101		
	16	21		94		
03	20 mm (5)	7	35	30.6	112	91.6
		8	31		97	
		9	29		86	
		10	28		81	
		18	30		82	
04	0 mm (3)	2	~150	~150	~440	425
		15	~150		~420	
24		~150	~415			
20 mm (4)	3	~30	~30	~75	~75	
	8	~30		~75		
	12	~30		~75		
	16	~30		~75		

## Mitoituskäyrät lämmöneristeyhdistelmille KKL20 ja KKL20+AKL120

Tyyppi hyväksyntä päätöksessä /1/ on esitetty kuvien 2-3 mukaiset VTT:n tutkimus selostukseen PAL44/93 /2/ perustuvat mitoituskäyrät teräspöimulevyn yläpuolisille lämmöneristeyhdistelmille KKL20 ja KKL20+AKL120 palonkestoajoille 30 min ja 60 min.



**Kuva 2** Mitoituskäyrät palosuojailevylle PAL/PALTEX poimulevyn palosuojausena, palonkesto aika 30 min /1/. Kuvassa vasemmalla lämmöneristeyhdistelmä KKL 20+AKL0, oikealla lämmöneristeyhdistelmä KKL20+AKL120.



**Kuva 3** Mitoituskäyrät palosuojailevylle PAL/PALTEX poimulevyn palosuojausena, palonkesto aika 60 min /1/. Kuvassa vasemmalla lämmöneristeyhdistelmä KKL 20+AKL0, oikealla lämmöneristeyhdistelmä KKL20+AKL120.

## Koetulosten ja muun aineiston analyysi

Kuvan 1 oikeanpuoleisessa rakenteessa on kokeen 01 mukaiset lämmöneristeet teräsvoimulevyn yläpuolella (AKL120+KKL20), jolloin eristeen kokonaispaksuus on 140 mm. Nyt käsiteltävässä rakenteessa teräsvoimulevyn yläpuolisen lämmöneristeen kokonaispaksuudeksi tulee 230–240 mm. Koska yläpuolisen lämmöneristeen paksuuden kasvattaminen hidastaa lämmön siirtymistä teräsvoimulevystä ylöspäin, on uusi tilanne vanhoihin tuloksiin verrattuna epävarmalla puolella.

30 minuutin palonkesto 30 minuutin kuluttua kokeen alkamisesta olivat kokeissa 02, 03 ja 04 KKL20-levyn takapinnalta mitatut lämpötilat n. 30 °C. Kokeessa 01, jossa lämmöneristeen kokonaispaksuus oli 140 mm, oli mittauspisteet 60 mm:n ja 120 mm:n etäisyydellä voimulevyn yläpinnasta. 60 mm:n etäisyydellä mitattujen lämpötilojen keskiarvo 30 minuutin kohdalla oli 28.5 °C ja 120 mm:n etäisyydellä 24 °C. Näiden mittaustulosten perusteella voidaan todeta, että lämmön siirtyminen yläpuolisen lämmöneristeen läpi oli testatuilla eristepaksuuksilla hyvin vähäistä.

Taulukosta 2 voidaan nähdä, että kokeissa mitatut teräsvoimulevyn keskimääräiset lämpötilat olivat 30 minuutin kohdalla 176 – 248 °C, eli verrattain alhaiset. On kuitenkin huomattava, että riippuen palosuojalevyn paksuudesta ja teräsvoimulevyn poikkileikkaustekijästä, voi teräksen lämpötila nousta mitoituskäyrästä (kuva 2) mukaan jo 30 minuutin kohdalla yli 500 °C. Tästä syystä katsotaan, että palosuojalevyn minimipaksuudeksi on syytä asettaa 40 mm, kun mitoitetaan nyt tarkasteltavaa rakennetta 30 minuutin palonkestoajalle.

60 minuutin palonkesto 60 minuutin kuluttua kokeen alkamisesta olivat kokeissa 02, 03 ja 04 KKL20-levyn takapinnalta mitatut lämpötilat n. 75 – 90 °C. Kokeessa 01 oli 60 mm:n etäisyydellä mitattujen lämpötilojen keskiarvo 60 minuutin kohdalla 63.5 °C ja 120 mm:n etäisyydellä 30 °C. Tuloksista voidaan todeta, että lämmön siirtyminen yläpuolisen lämmöneristeen läpi oli 60 minuutin kohdalla testatuilla eristepaksuuksilla suhteellisen vähäistä, mutta merkittävämpää kuin 30 minuutin kohdalla.

Taulukosta 2 voidaan nähdä, että kokeissa mitatut teräsvoimulevyn keskimääräiset lämpötilat olivat 60 minuutin kohdalla 424 – 472 °C, eli lähes 500 °C, joka on yleinen arvo teräksen kriittiselle lämpötilalle. Ohutlevyrakenteiden kriittiset lämpötilat ovat usein jopa tätä arvoa alempia.

Tyyppihyväksyntäpäätöksen /1/ mitoituskäyrästä (kuva 3) voidaan todeta, että kasvatettaessa palosuojalevyn paksuutta 10 mm:llä, alenee teräsvoimulevyn lämpötila tarkasteltavasta tapauksesta riippuen n. 60–100 °C.

Toisaalta verrattaessa kuvassa 3 esitettyjä 60 minuutin käyrästäjä keskenään, huomataan, että lämmöneristeen kokonaispaksuuden lisääminen 20 mm:stä 140 mm:iin nostaa teräksen lämpötiloja jopa 100 °C. Näin ollen katsotaan, että mitoitettaessa nyt tarkasteltavaa rakennetta, 60 minuutin palonkestoajalle, on paloeristeen paksuutta kasvatettava Tyyppihyväksynnän /1/ mukaisista

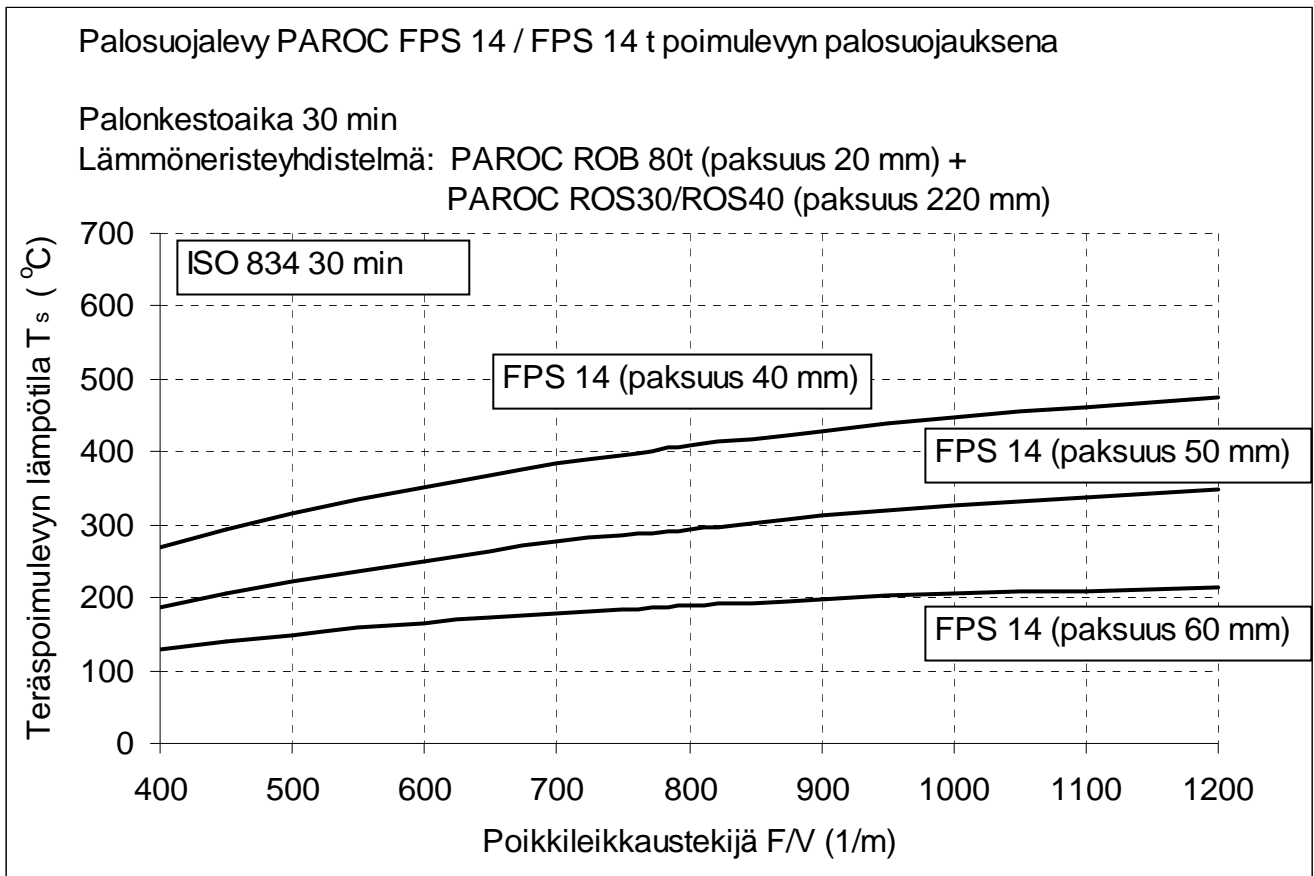
arvoista, koska yläpuolisen eristekerroksen paksuuden lisääminen nostaa jonkin verran teräksen lämpötiloja.

### Lausunto

”Palosuojalevy PAL/PALTEX poimulevyn palosuojauksena”-aineiston analyysin perusteella voidaan todeta seuraavaa:

### 30 minuutin palonkesto

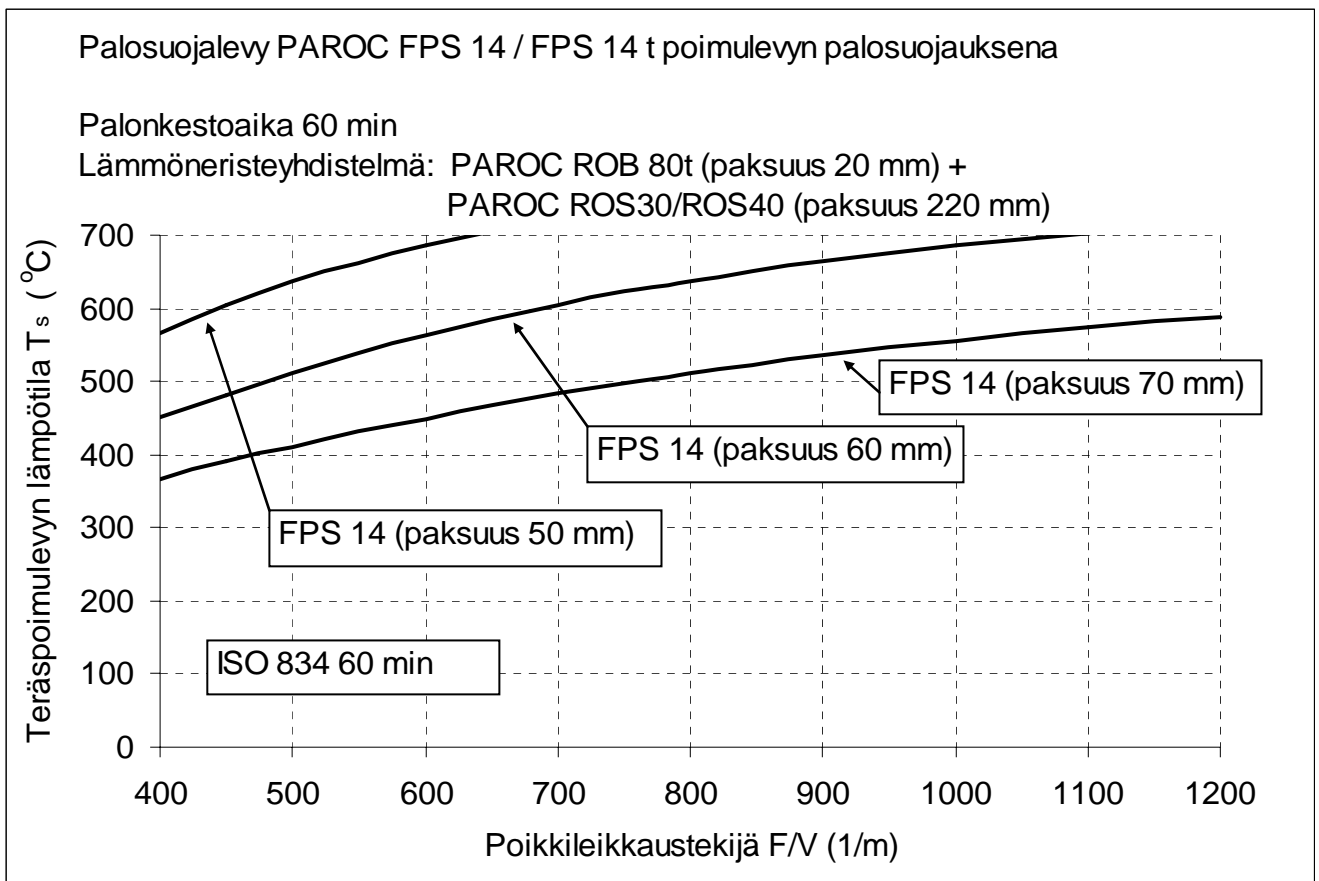
30 minuutin kohdalla voidaan eristelämpötilojen perusteella edellä esitetyn perusteella todeta, että lämmön siirtyminen yläpuoliseen eristeeseen on verrattain vähäistä. Koska mitoituskäyrästä (KKL20 + AKL120) perusteella voidaan poikkileikkaustekijästä riippuen kuitenkin päätyä suhteellisen korkeisiin teräksen kriittisiin lämpötiloihin, katsotaan, että palosuojalevyn minimipaksuudeksi on nyt tarkasteltavassa tapauksessa asetettava 40 mm. Muuten mitoitus perustuu KKL20 + AKL120 mukaiseen mitoituskäyrään. Uusi mitoituskäyrä tilanteelle, jossa teräspoimulevyn yläpuolinen lämmöneristepaksuus (AKL + KKL) on yhteensä enintään 240 mm, on esitetty kuvassa 4 palonkestävyysajalle 30 minuuttia. Kuvassa on käytetty nykyisiä tuotenimiä.



**Kuva 4** Mitoituskäyrät palosuojalevyille PAROC FPS 14 / FPS 14 t poimulevyn palosuojauksena, kun palonkesto aika on 30 min ja poimulevyn yläpuolisen lämmöneristeen paksuus on enintään 240 mm.

60 minuutin palonkesto 60 minuutin kohdalla VTT katsoo, että kasvatettaessa käsiteltävän teräspoimulevyrakenteisen yläpohjan yläpuolisen lämmöneristeen kokonaispaksuutta 230–240 mm:iin, on teräspoimulevyn alapuolisen paloeristeen PAL/PALTEX paksuutta myös kasvatettava. Uudentyyppistä rakennetta mitoitettaessa voidaan käyttää Ympäristöministeriön tyyppihyväksyntäpäätökseen 185/6121/99 /1/ perustuvia mitoituskäyrästäjä (KKL20 + AKL120) kasvattaen paloeristeen paksuutta 10 mm:llä. Uusi mitoituskäyrästä tilanteelle, jossa teräspoimulevyn yläpuolinen lämmöneristepaksuus (AKL + KKL) on yhteensä enintään 240 mm, on esitetty kuvassa 5 palonkestävyysajalle 60 minuuttia. Kuvassa on käytetty nykyisiä tuotenimiä.

Palosuojailevyyjen kiinnityksessä ja rakenteen valmistuksessa noudatetaan Tyyppihyväksynnän /1/ ohjeita.



**Kuva 5** Mitoituskäyrästä palosuojailevylle PAROC FPS 14 / FPS 14 t poimulevyn palosuojausena kun palonkesto aika on 60 min ja poimulevyn yläpuolisen lämmöneristeen paksuus enintään 240 mm.

---

Tämä tutkimusselostus korvaa aiemmin annetun tutkimusselostuksen RTE3989/04, jossa samat tulokset on esitetty käyttäen vanhoja tuotenimiä.

Espoo, 21.12.2004



Esko Mikkola  
Ryhmäpäällikkö



Olli Kaitila  
Tutkija

LIITTEET

-

JAKELU

Tilaaaja  
VTT/Arkisto

Alkuperäinen  
Alkuperäinen