

# PALONKESTO- OMINAISUUDET

Puutuotteena Kerto® luokitellaan palavaksi materiaaliksi. Kerto-tuotteen syttymislämpötila on noin 270 °C liekille altistettuna. Spontaanialtistumista ei tapahdu alle 400 °C lämpötilassa.

Kuitenkin palotilanteessa Kerto käyttäytyy ennaltavarmemmin kuin monet syttymättömiksi luokitellut materiaalit. Palamisen seurauksena Kerto-kappaleen pinta hiiltyy, mikä suojaa tuotetta eristämällä sen palamatonta osaa ja hidastaa siten palamisprosessia.

Kerto-tuotteiden palomitoitus tehdään EN 1995-1-2 standardin ja kansallisen liitteen mukaisesti.

## HIILTYMISNOPEUS

Hiiltymissyvyys on alkuperäisen kappaleen ulkopinnan ja hiiltymislinjan välinen etäisyys ja se tulisi laskea palolle altistumisajan ja kyseisen hiiltymisnopeuden perusteella.

Hiiltymänopeudelle on kaksi eri arvoa riippuen siitä altistuu ko rakenteesta yksi vai useampi sivu palolle. Mikäli rakenne on tasomainen, esimerkiksi seinä tai lattia, voidaan käyttää yksidimensioista hiiltymistä. Muiden rakenneosien kanssa tulee käyttää nimellistä hiiltymistä. Tällaisia rakenteita ovat muun muassa palkit ja pilarit.

Hiiltymissyvyys  $d_{char,0}$  yksiuotteisessa hiiltymisessä lasketaan seuraavasti, kun pinnat ovat suojaamattomat koko palolle altistumisajan.

$$d_{char,0} = \beta_0 t \quad (1)$$

missä  $t$  on palorasituksen kesto ja  $\beta_0$  on yksidimensioinen hiiltymisnopeus standardipalorasituksessa.

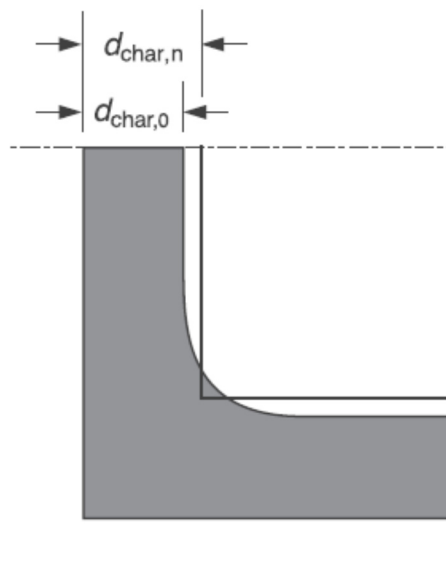
Suorakaidepoikkileikkauksen hiiltymissyvyyden mitoitusarvo  $d_{char,n}$  lasketaan seuraavasti, kun rakenne on palolle alttiina useammalta sivulta ja suojaamaton koko palorasituksen kestoajan. Hiiltymissyvyydessä on huomioitu kulmapyöritykset ja halkeamat.

$$d_{char,n} = \beta_n t \quad (2)$$

missä  $t$  on palorasituksen kesto ja  $\beta_n$  on nimellinen hiiltymisnopeuden mitoitusarvo sisältäen kulmapyörityksen ja halkeamien vaikutuksen.



Kuva 1. Tasomaisen rakenteen yksidimensioinen hiiltyminen, kun palorasitus on ainoastaan rakenteen toisella puolella. (Lähde: EN 1995-1-2).



Kuva 2. Hiiltymissyvyys  $d_{char,0}$  yksiuotteiselle hiiltymiselle ja teoreettinen hiiltymissyvyys  $d_{char,n}$ . (Lähde: EN 1995-1-2).

**Taulukko 1. Kerto-tuotteiden hiiltymisnopeudet**

	$\beta_0$ (mm/min)	$\beta_n$ (mm/min)
<b>Kerto-S, Kerto-Q</b>	0,65 *	0,70 *
<b>Kerto-T, Kerto-L</b>	0,70 *	0,75 *
<b>Kerto-Kate</b>		
- paksuus 15 mm	0,75	
- paksuus 18 mm	0,70	

\* Jos paksuus on pienempi kuin 20 mm hiiltymisnopeutta kasvatetaan kertoimella  $k_h = \sqrt{20\text{mm} / h_p}$ , missä  $h_p$  on tuotteen paksuus.

**Esimerkki:**

Jos suojaamaton Kerto-S -palkki altistetaan palolle 15 minuutiksi

$$d_{char,0} = 0,65 \text{ mm} / \text{min} \cdot 15 \text{ min} = 9,8 \text{ mm}$$

$$d_{char,n} = 0,70 \text{ mm} / \text{min} \cdot 15 \text{ min} = 10,5 \text{ mm}$$

**HUOM.** Mitoituksessa tulee huomioida Kerto-osien palonkeston lisäksi myös liitosten palonkesto.

**MATERIAALIOMINAISUUKSIEN SUUNNITTELUARVOT**

Mekaanisen kestävyuden varmistamiseksi lujuuden ja jäykkyyden suunnitteluarvot määritetään seuraavasti:

$$f_{d,fi} = k_{mod,fi} \frac{f_{20}}{Y_{M,fi}} \quad (3)$$

$$S_{d,fi} = k_{mod,fi} \frac{S_{20}}{Y_{M,fi}} \quad (4)$$

jossa:

- $f_{d,fi}$  on lujuuden mitoitusarvo tulipalossa
- $S_{d,fi}$  on jäykkyysominaisuuden mitoitusarvo (kimmokerroin  $E_{d,fi}$  tai liukukerroin  $G_{d,fi}$ ) tulipalossa
- $f_{20}$  on 20 % fraktiili lujuusominaisuudelle normaalissa lämpötilassa
- $S_{20}$  on 20 % fraktiili jäykkyysominaisuudelle normaalissa lämpötilassa
- $k_{mod,fi}$  on palotilanteeseen liittyvä muuntokerroin
- $Y_{M,fi}$  on puun osavarmuuskerroin tulipalossa

20 % fraktiili lujuus- tai jäykkyysominaisuudelle lasketaan seuraavasti:

$$f_{20} = k_{fi} \cdot f_k \quad (5)$$

$$S_{20} = k_{fi} \cdot S_{05} \quad (6)$$

jossa:

- $f_{20}$  on 20 % fraktiili lujuusominaisuudelle normaalissa lämpötilassa
- $S_{20}$  on 20 % fraktiili jäykkyysominaisuudelle normaalissa lämpötilassa
- $S_{05}$  on 5 % fraktiili jäykkyysominaisuudelle normaalissa lämpötilassa
- $k_{fi}$  on Kerto-tuotteille 1,1

**HUOM.** Palotilanteeseen liittyvä muuntokerroin ottaa huomioon lujuus- ja jäykkyysominaisuuksien alentumisen korkeissa lämpötiloissa. Palotilanteeseen liittyvä muuntokerroin korvaa normaalin lämpö- tilan muuntokertoimen  $k_{mod}$ , joka löytyy standardista EN 1995-1-1. Kertoimen  $k_{mod, fi}$  arvot on annettu samassa standardissa.

**HUOM.** Materiaalien osavarmuuskerroina tulipalossa käytetään  $Y_{M, fi} = 1,0$ .

## POIKKILEIKKAUKSEN OMINAISUUDET

Poikkileikkauksen ominaisuudet määritellään tehollisen poikkileikkauksen menetelmällä.

Tehollinen poikkileikkaus tulee laskea vähentämällä alkuperäisestä poikkileikkauksesta tehollinen hiiltemissyvyys (kuva 3).

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \cdot d_0 \quad (7)$$

missä:

$d_0$  on 7 mm

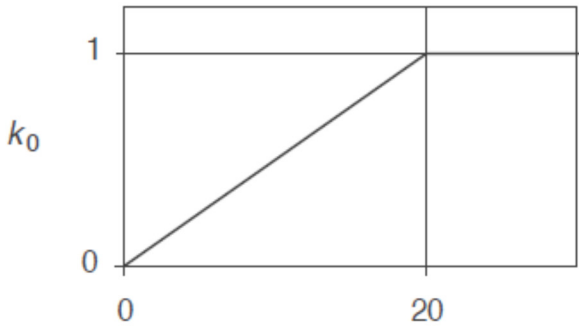
$d_{char,n}$  on nimellinen hiiltemissyvyys, katso kaava 2

$k_0$  on määritelty taulukossa 2 ja kuvassa 4.

Suojaamattomille pinnoille  $k_0$  määritetään taulukosta 2. Suojatuille pinnoille, joissa  $t_{ch} > 20$  minuuttia, tulisi olettaa että  $k_0$  vaihtelee lineaarisesti välillä 0..1 aikavälillä  $t = 0 \dots t_{ch}$ , katso kuva 4b. Suojatuille pinnoille, joissa  $t_{ch} \leq 20$  minuuttia käytetään taulukkoa 2.

**Taulukko 2.  $k_0$ :n määrittäminen suojaamattomille pinnoille ajassa  $t$  minuuttia.**

	$k_0$
$t \leq 20$ minuuttia	$t / 20$
$t > 20$ minuuttia	1,0

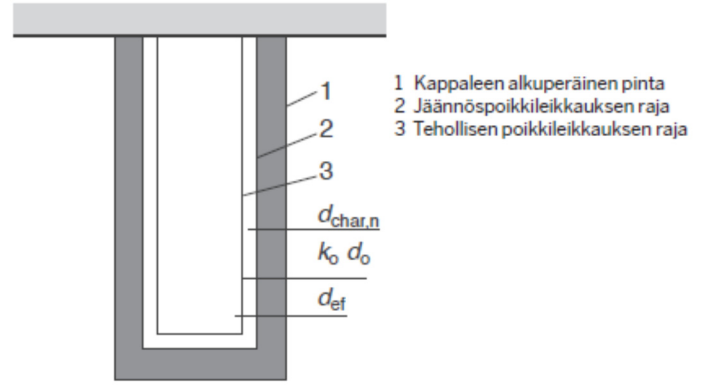


Aika [min.]

a)

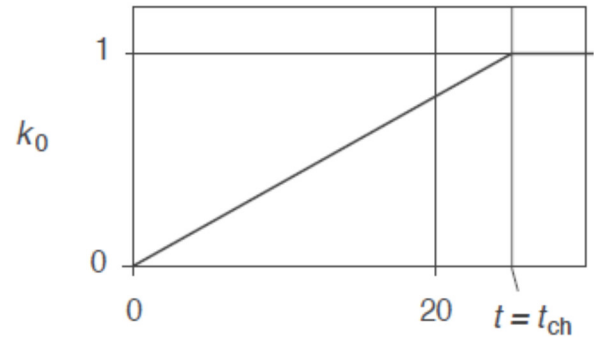
Aika [min.]

b)



**Kuva 3. Jäännös- ja tehollinen poikkileikkaus.**

**HUOM.** On oletettu, että materiaalin lujuus ja jäykkyys lähellä hiiltemissirajaa paksuussuunnassa  $k_0 d_0$  on nolla, kun taas lujuus- ja jäykkyysominaisuudet jäljelle jääneessä poikkileikkauksessa on oletettu muuttumattomiksi.



**Kuva 4.  $k_0$ :n vaihtelu a) suojaamattomille ja suojatuille kappaleille, kun  $t_{ch} \leq 20$  minuuttia b) suojatuille kappaleille kun  $t > 20$  minuuttia. (Lähde: EN 1995-1-2:2004)**

Kerto-pintojen, jotka lattia- tai seinärakenteissa rajoittuvat ilmarakoon tai onteloon, palomitoituksessa käytetään seuraavia sääntöjä:

- Jos palolta suojaava pintakerros koostuu yhdestä tai kahdesta kerroksesta tyyppin A kipsilevyjä, puupaneelia tai puulevyä, pinnoitteen murtumisajankohtana  $t_f$ , kerroin  $k_0$  on 0,3. Tämän jälkeen kertoimen  $k_0$  oletetaan kasvavan lineaarisesti seuraavan 15 minuutin ajan vakioarvoon.
- Jos palolta suojaava pintakerros koostuu yhdestä tai kahdesta tyyppin F kipsilevystä, hiiltymisen alkamisajankohdasta  $t_{ch}$  lähtien kerroin  $k_0$  on vakio. Kun  $t < t_{ch}$ , käytetään lineaarista interpolaatiota, katso kuva 4b.
- Tehollisen poikkileikkauksen lujuus- ja jäykkyysominaisuudet lasketaan käyttäen kerrointa  $k_{mod,fi} = 1,0$ .

#### Esimerkki:

Tehollisen poikkileikkauksen ja taivutuslujuuden laskeminen suojaamattomalle Kerto-S palkille  $63 \times 300$  mm, joka on altistunut kaikilta sivuiltaan palolle 15 minuutin ajan.

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \cdot d_0 = 0,70 \text{ mm} / \text{min} \cdot 15 \text{ min} + \frac{15 \text{ min}}{20 \text{ min}} \cdot 7 \text{ mm} = 15,75 \text{ mm}$$

leveys:  $63 \text{ mm} - 31,5 \text{ mm} = 31,5 \text{ mm}$

korkeus:  $300 \text{ mm} - 31,5 \text{ mm} = 268,5 \text{ mm}$

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \frac{f_{fi} \cdot f_{m,k}}{Y_{m,fi}} = 1,0 \cdot \frac{1,1 \cdot 44 \text{ N} / \text{mm}^2}{1,0} = 48,4 \text{ N} / \text{mm}^2$$

## PALOLUOKITUS

Käsittlemättömän Kerto-kappaleen paloluokka on D-s1, d0 (EN 13501-1).

Kerton palonkestävyyttä voidaan parantaa kyllästämällä se palolta suojaavilla kemikaaleilla tai pinnoittamalla se ohuella, palonkestävällä, epäorgaanisella laminaatilla. Palokyllästetyillä tuotteilla on mahdollista saavuttaa luokka B-s1, d0, mutta luokitus määräytyy käytetyn palosuoja-aineen mukaan.

Kerto-tuotteet voidaan pintakäsitellä FireResist -käsittelyllä, jolloin tuotteen paloluokka on B-s1,d0.

## PALAMINEN

Kerto-tuotteen lämpöarvo on 17 MJ/kg.

