

# Szerkezetek tűzvédelmi tervezése I.

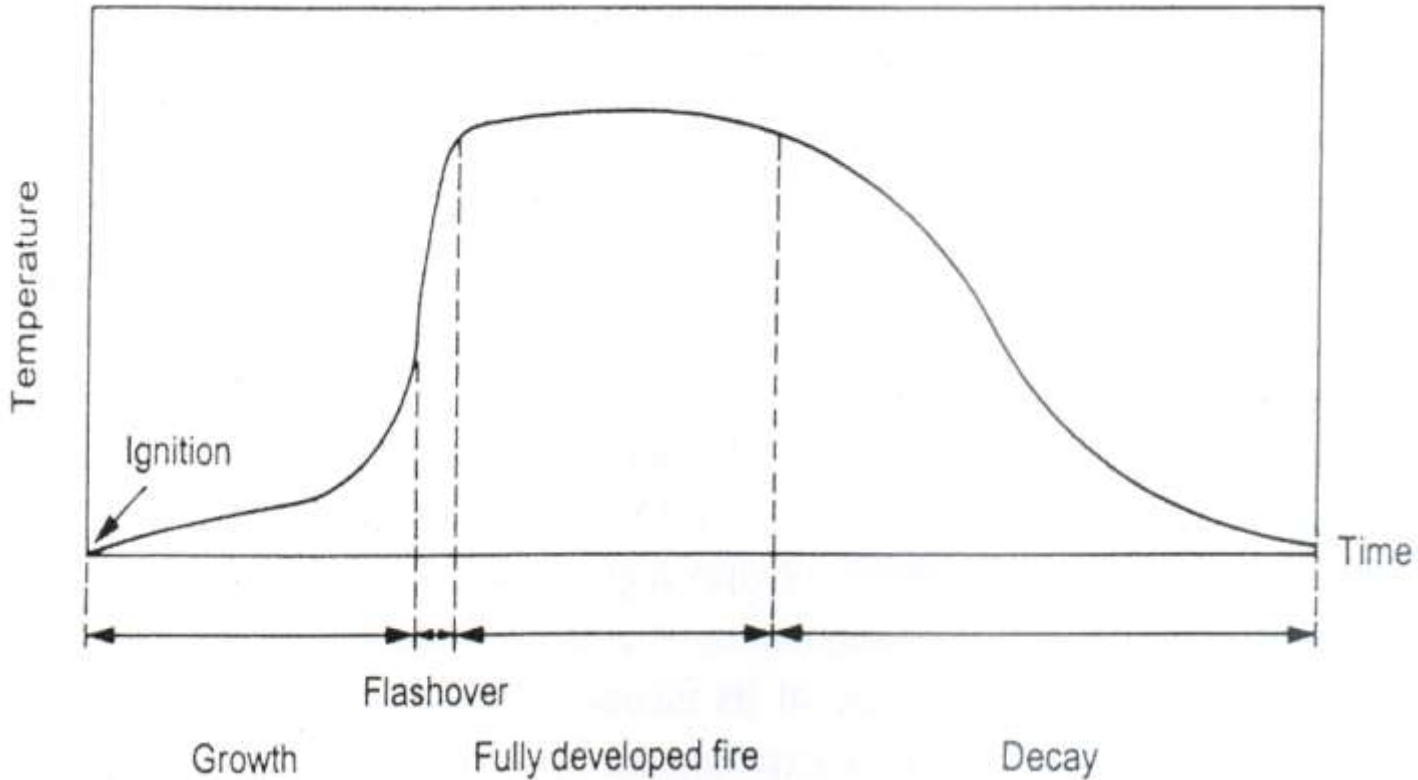
## VASBETONSZERKEZETEK

**Hlavička Viktor**

*BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék*

2019. szeptember 11

# A tűz modellezése



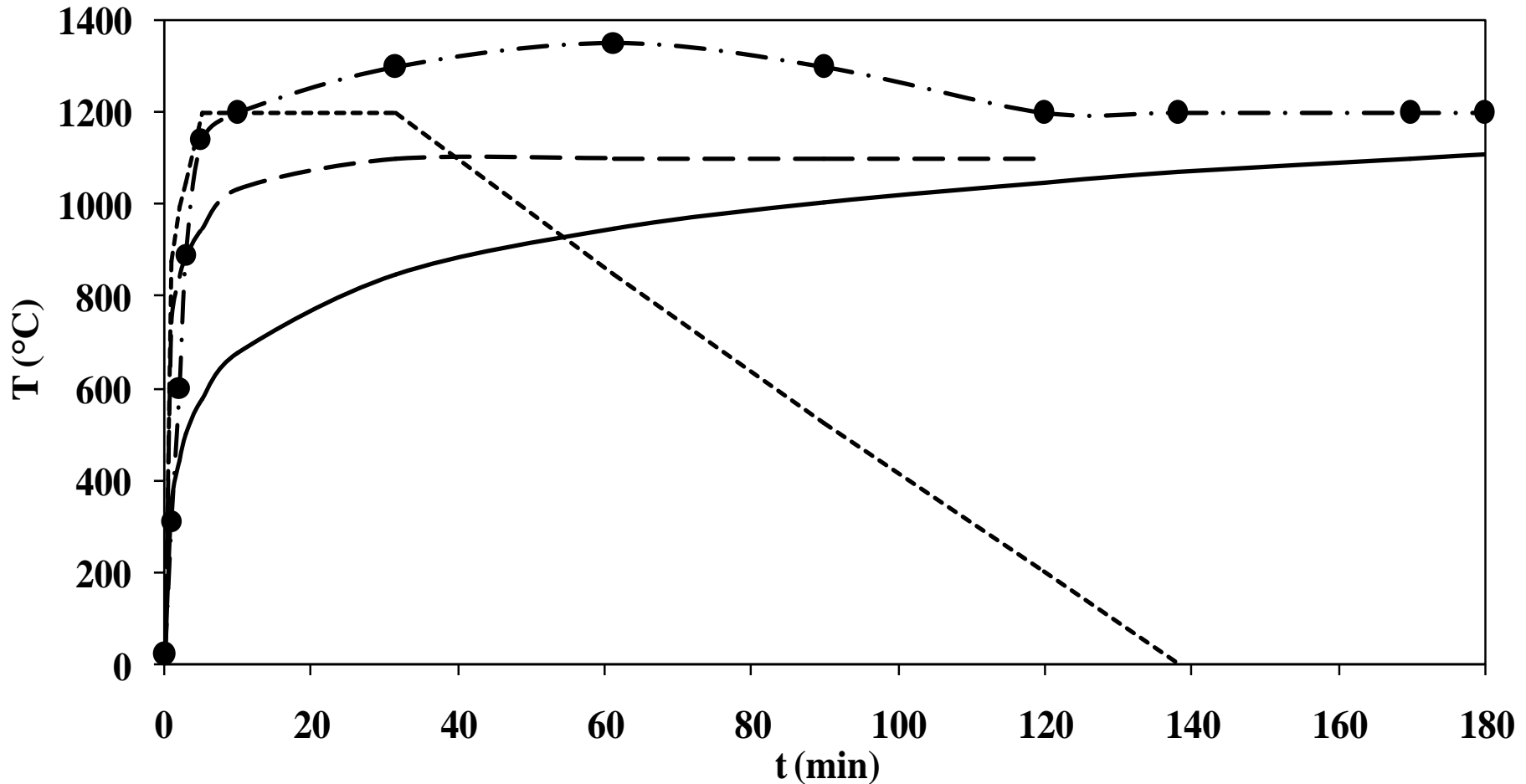
**hőmérséklet- idő görbe:**

**-felfűtési sebesség**

**-az elért maximális hőmérséklet**

**-lehűlés módja**

# Szabványos tűzgörbék



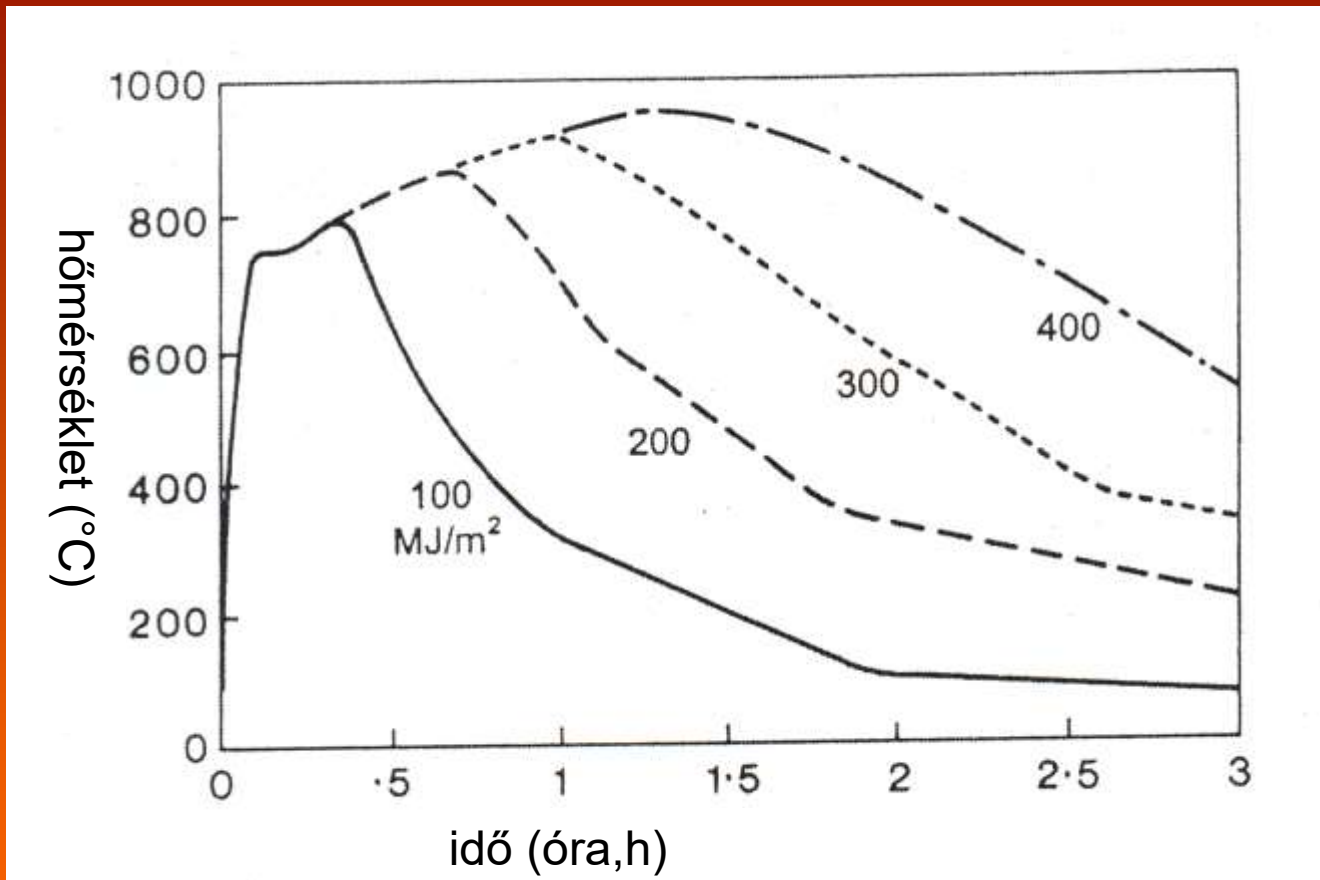
— Standard

- - Szénhidrogén

- · - · ZTV (D)

—●— RWS, RijksWaterStaat

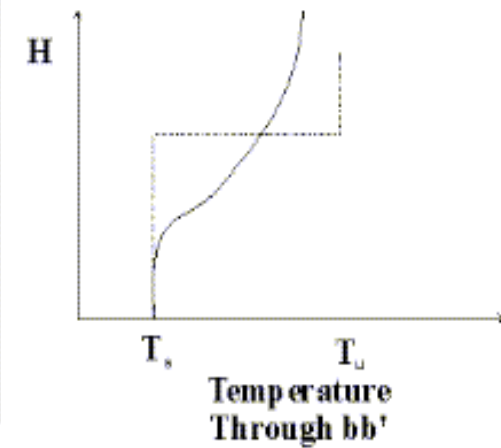
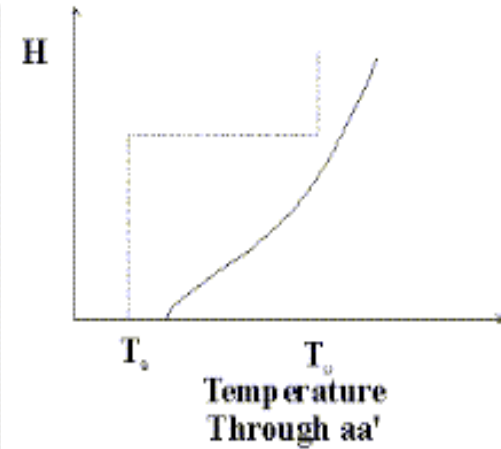
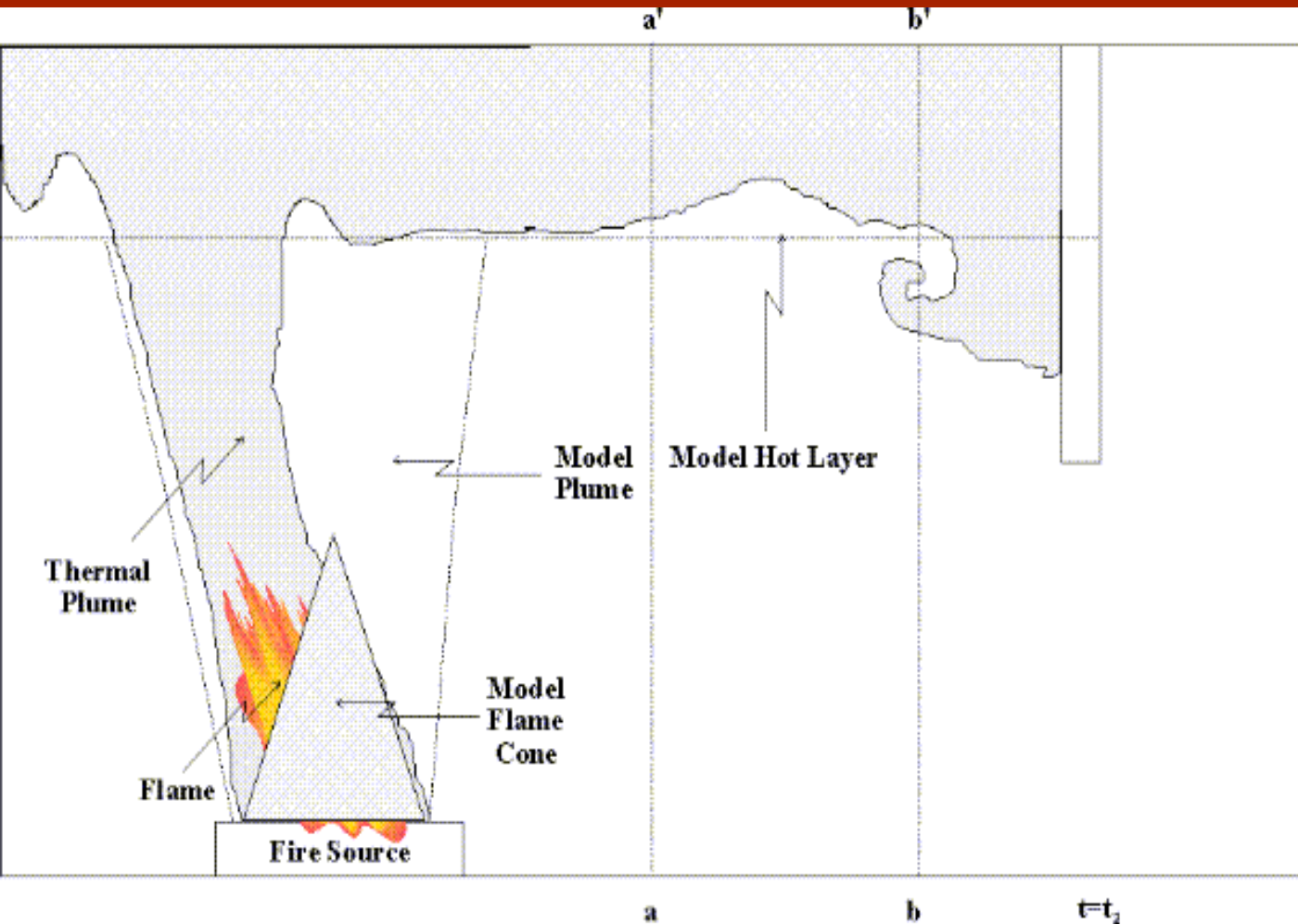
# Parametrikusan megadott görbék



*Mit ad meg?*

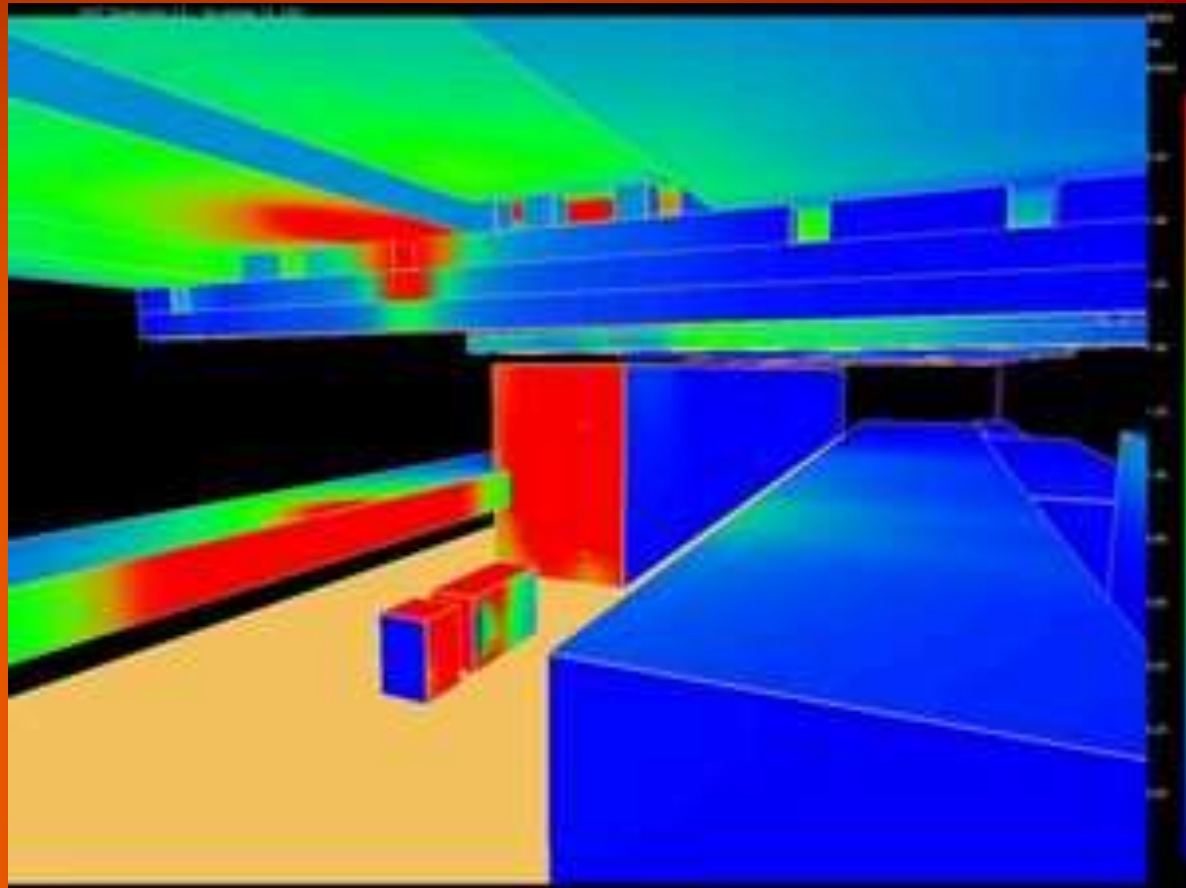
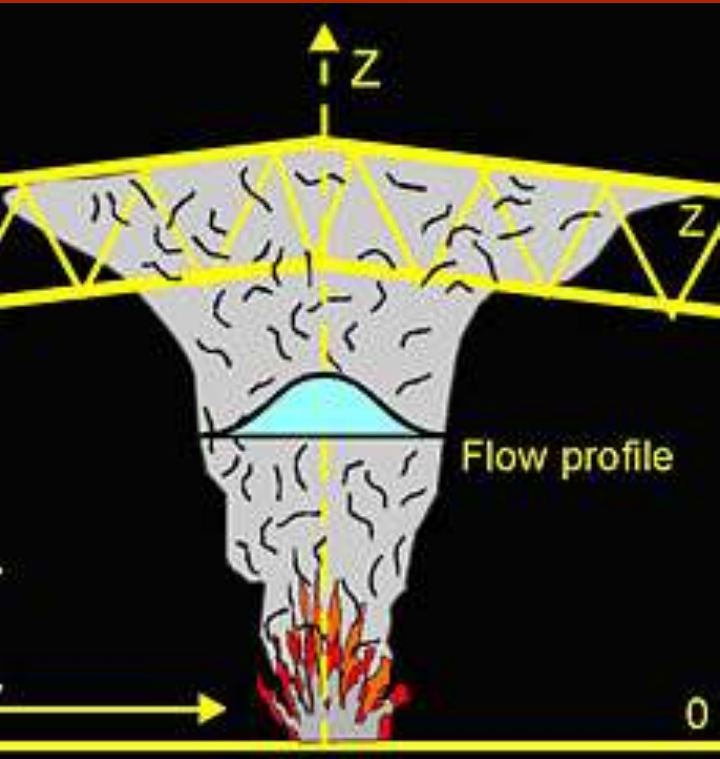
Különböző hőmennyiséghez és ventilációs mértékhez tartozó hőmérséklet- idő görbéket.

# Több zónás modell



# CFD modell

*Computational fluid dynamics*



léghőmérséklet



szerkezetet érő hőteher



szerkezet modellezése

# A BETON VÁLASZA A HŐMÉRSÉKLET EMELKEDÉSÉRE

- **anyagszerkezeti változások**
- a cement és az adalékanyag eltérő hőtágulása
- belső víz-gőznyomás
- a keresztmetszeten belüli, illetve az elem menti eltérő hőmérsékletek
  
- **túlzott lehajlás** (beleértve a hő hatására bekövetkező kúszás és fajlagos alakváltozás okozta növekményt)
- **túlzott repedezettség**
  
- a beton és a betonacél közötti **tapadás** és lehorgonyzó képesség leromlása
- betonfedés **réteges leválása**
- **teherbírás vesztes** (beleértve stabilitás vesztes és átszúródás)



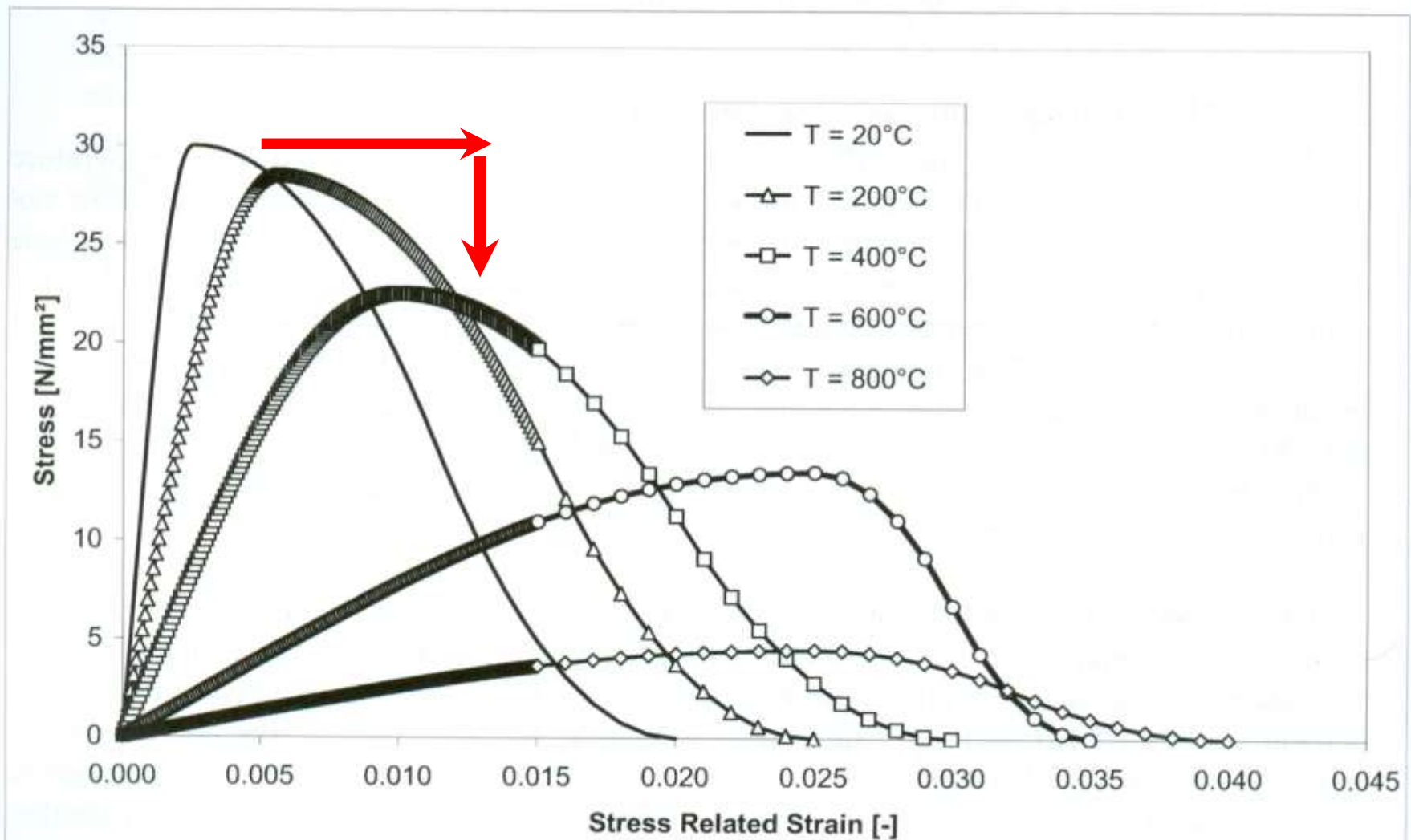
# Tűzkárosult feszített vasbetongerenda *fesztáv 18 m, tűzeset 1985)*

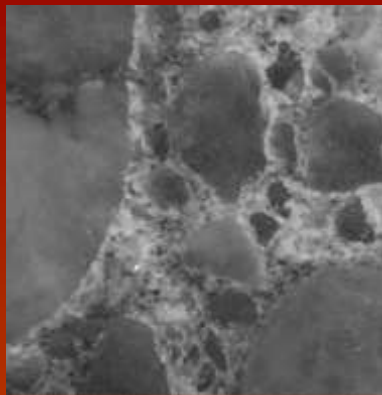




***Beton***

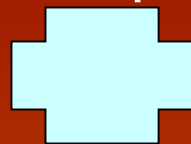
# A BETON $\sigma$ - $\varepsilon$ DIAGRAMJÁNAK VÁLTOZÁSA A HŐTERHELÉS HATÁSÁRA



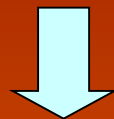


## ÖSSZETEVŐK

- megszilárdult cementpép
- adalékanyag
- szálak



**kémiai és fizikai  
változások**



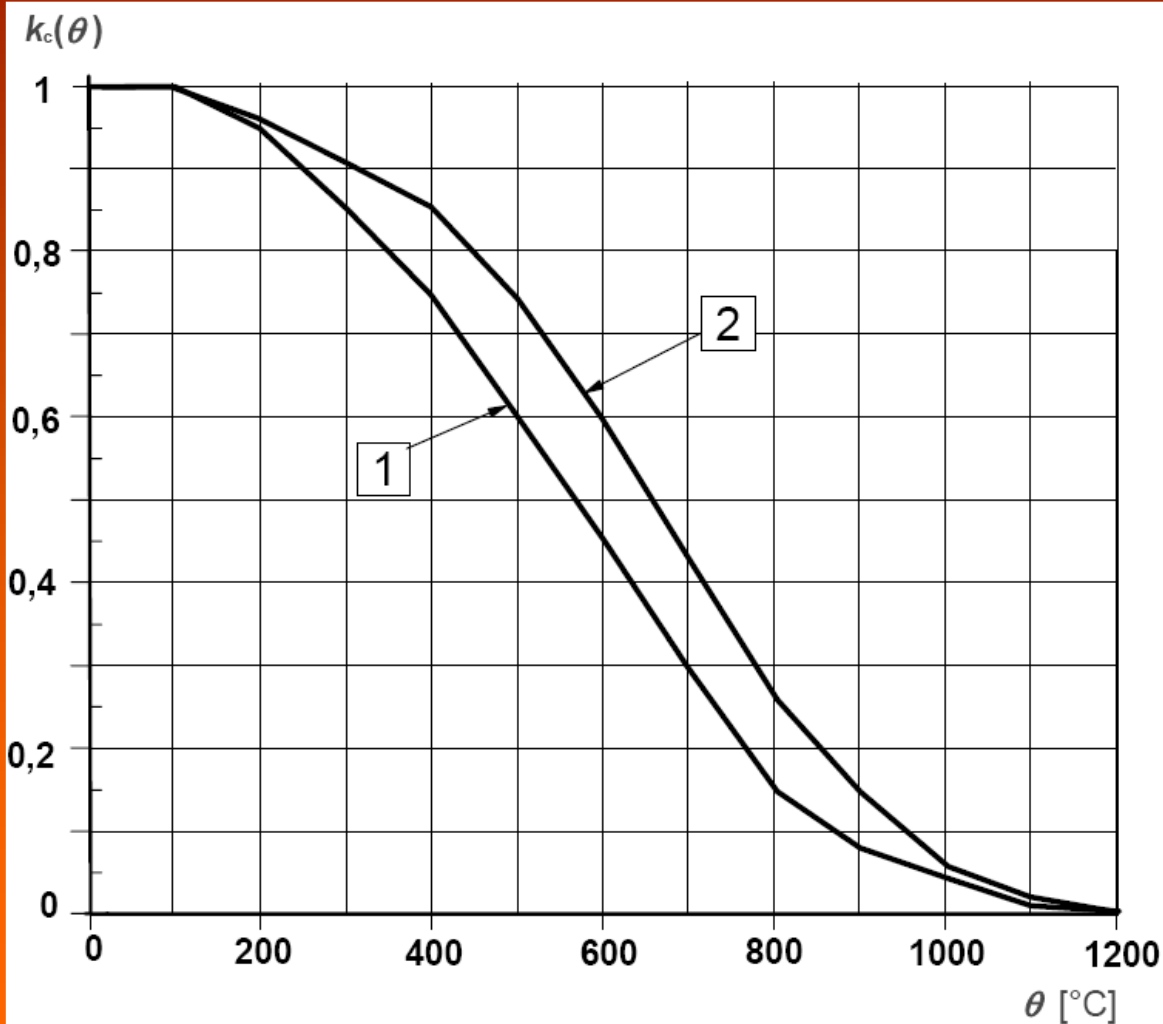
Hőm.	megszilárdult cementpép	adalékanyag	polipropilén szálak
1200°C	olvadás		
1000°C			
800°C	CaCO <sub>3</sub> bomlása		
700°C	CSH bomlása		
600°C			
500°C	Ca(OH) <sub>2</sub> bomlása		
400°C			
200°C	a cementkő dehidratációjának kezdete		bomlás
100°C	↑ víz távoztása	kvarc átalakulása	olvadás



# Anyagjellemzők: beton

$$f_{ck}(\theta) = k_c(\theta) f_{ck}(20^\circ\text{C})$$

MSZ EN 1992-1-2:2004



Curve **1** : Normal weight concrete with siliceous aggregates

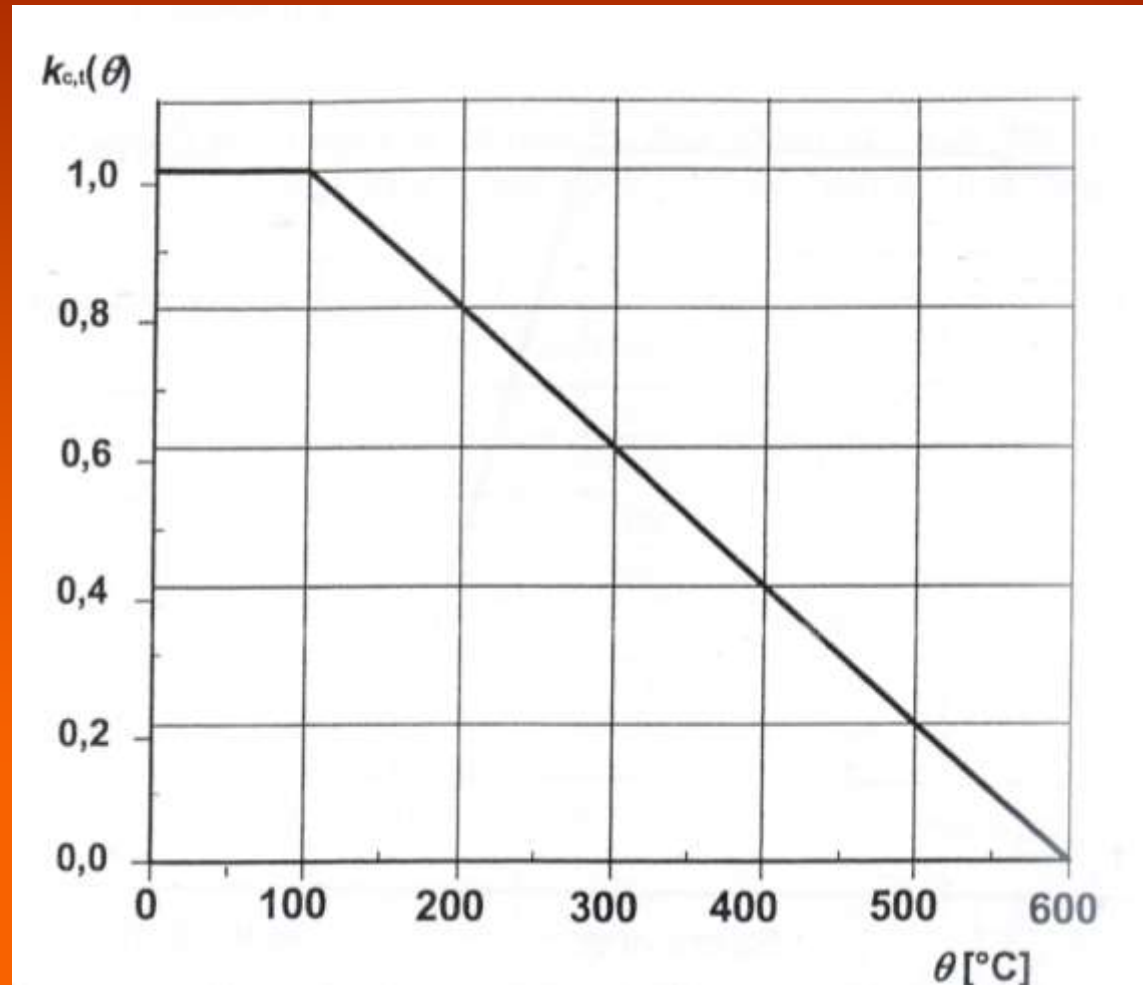
Curve **2** : Normal weight concrete with calcareous aggregates

# Anyagjellemzők: beton

## húzószilárdság

$$f_{ck,t}(\Theta) = k_{c,t}(\Theta) f_{ck,t}(20^{\circ}\text{C})$$

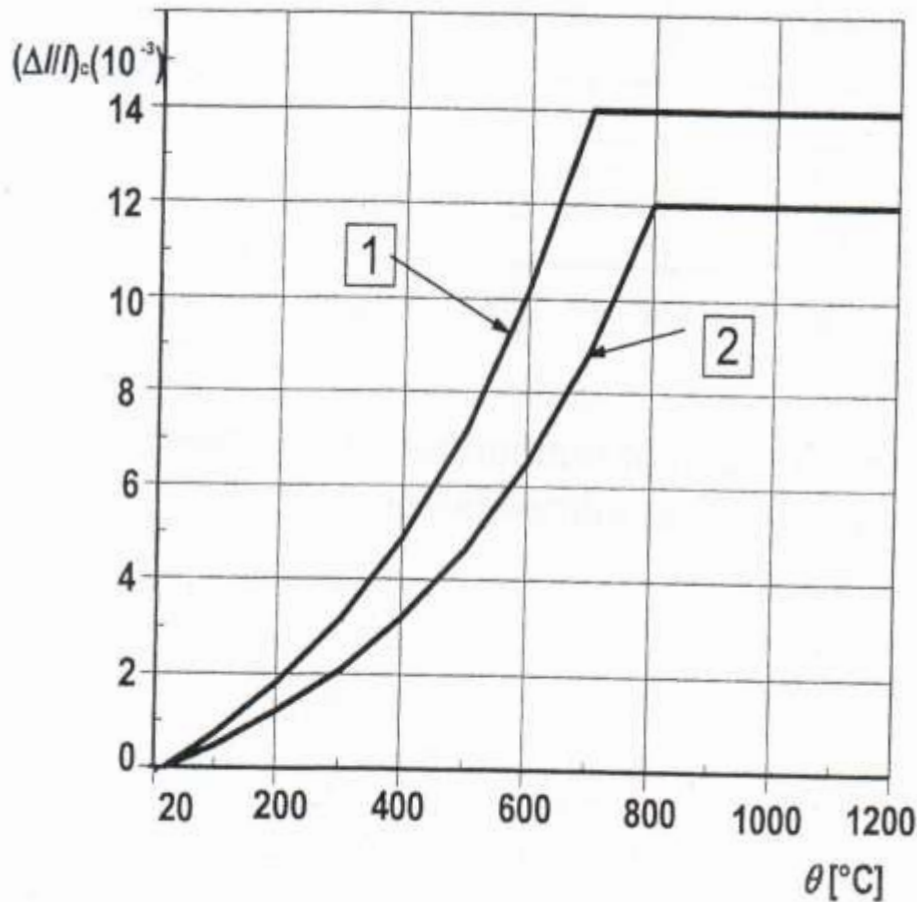
MSZ EN 1992-1-2:2004



# Anyagjellemzők: beton

## hőtágulás

MSZ EN 1992-1-2:2004



Curve 1: Siliceous aggregate

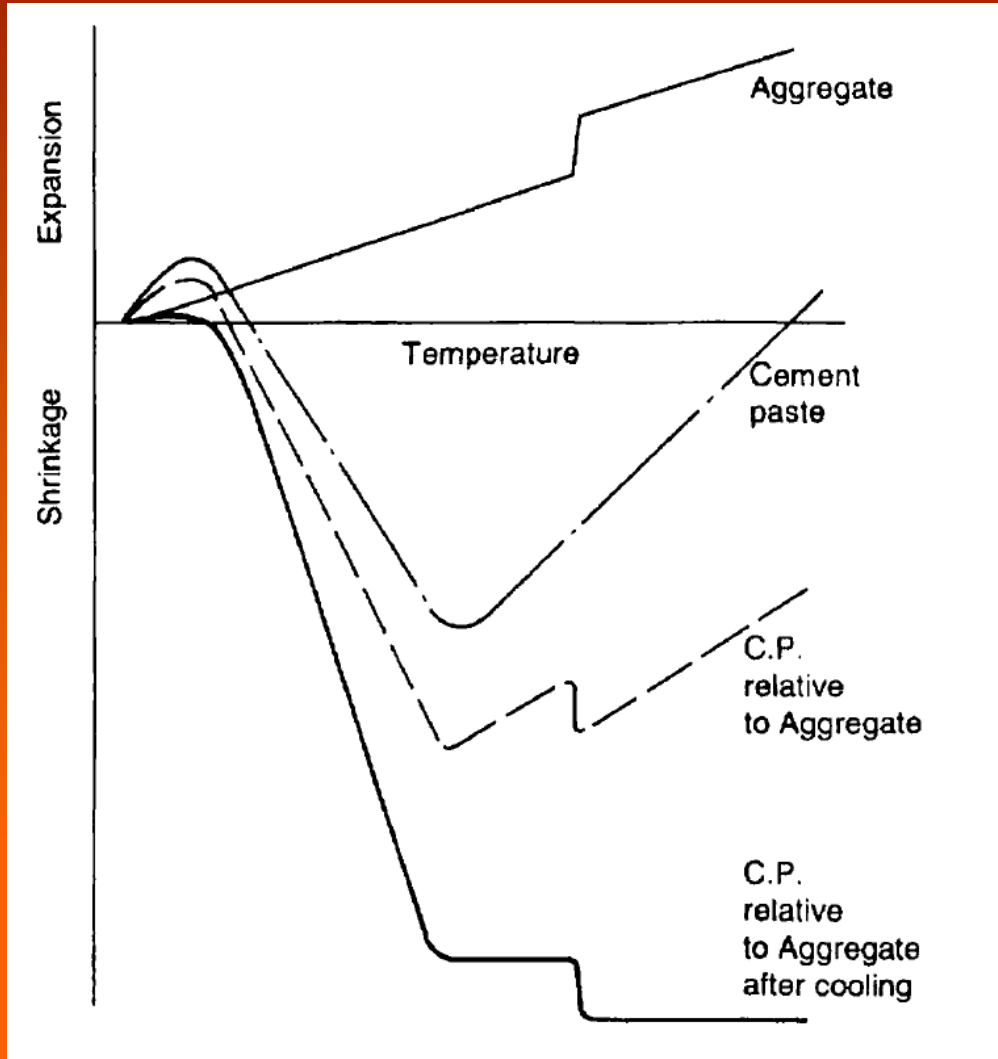
Curve 2: Calcareous aggregate



# Anyagjellemzők: beton

hőtágulás

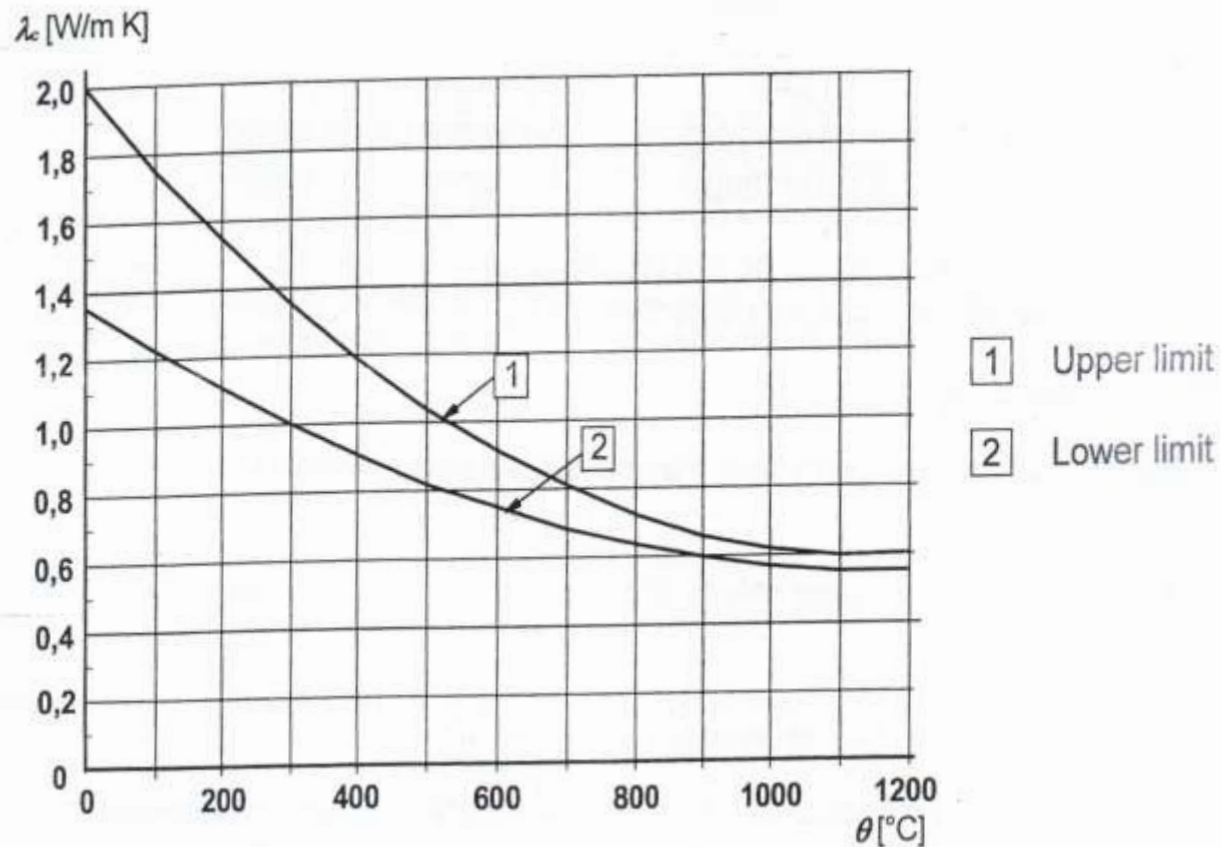
MC 2010



# Anyagjellemzők: beton

## hővezetési tényező

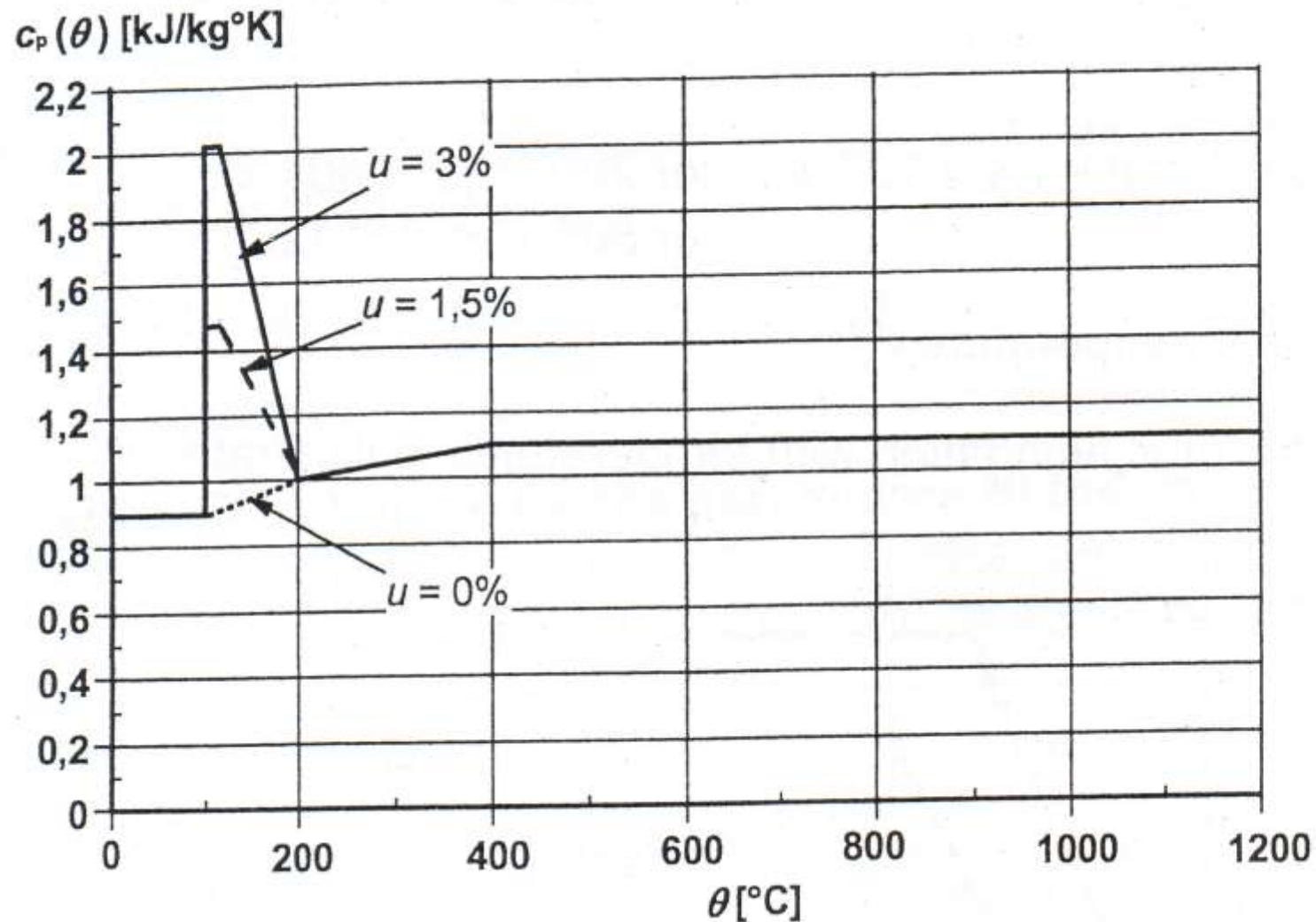
MSZ EN 1992-1-2:2004



# Anyagjellemzők: beton

fajhő

MSZ EN 1992-1-2:2004

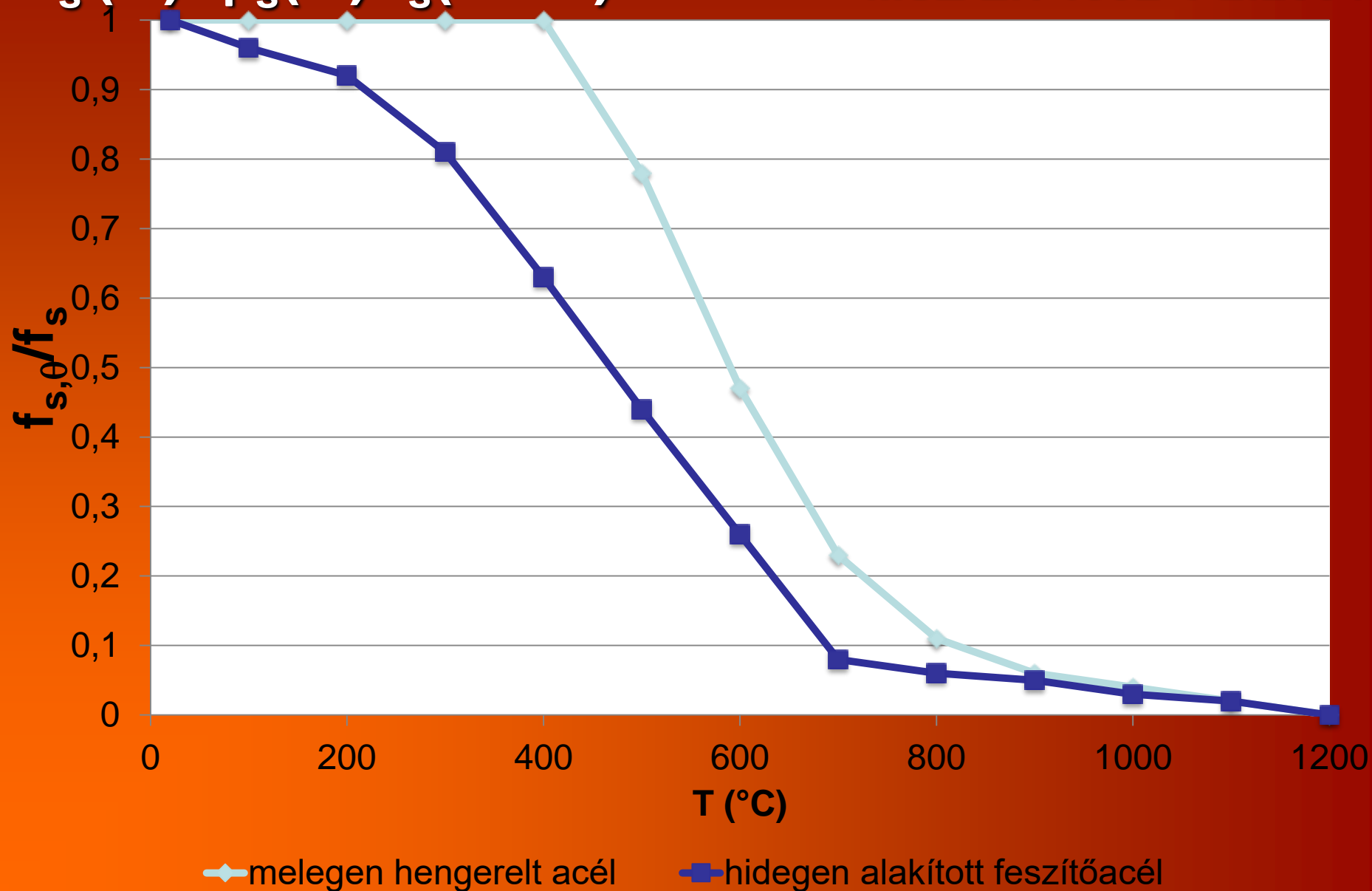


***Acél***

# Húzószilárdság változása

$$f_s(\Theta) = \beta_s(\Theta) f_s(20^\circ\text{C})$$

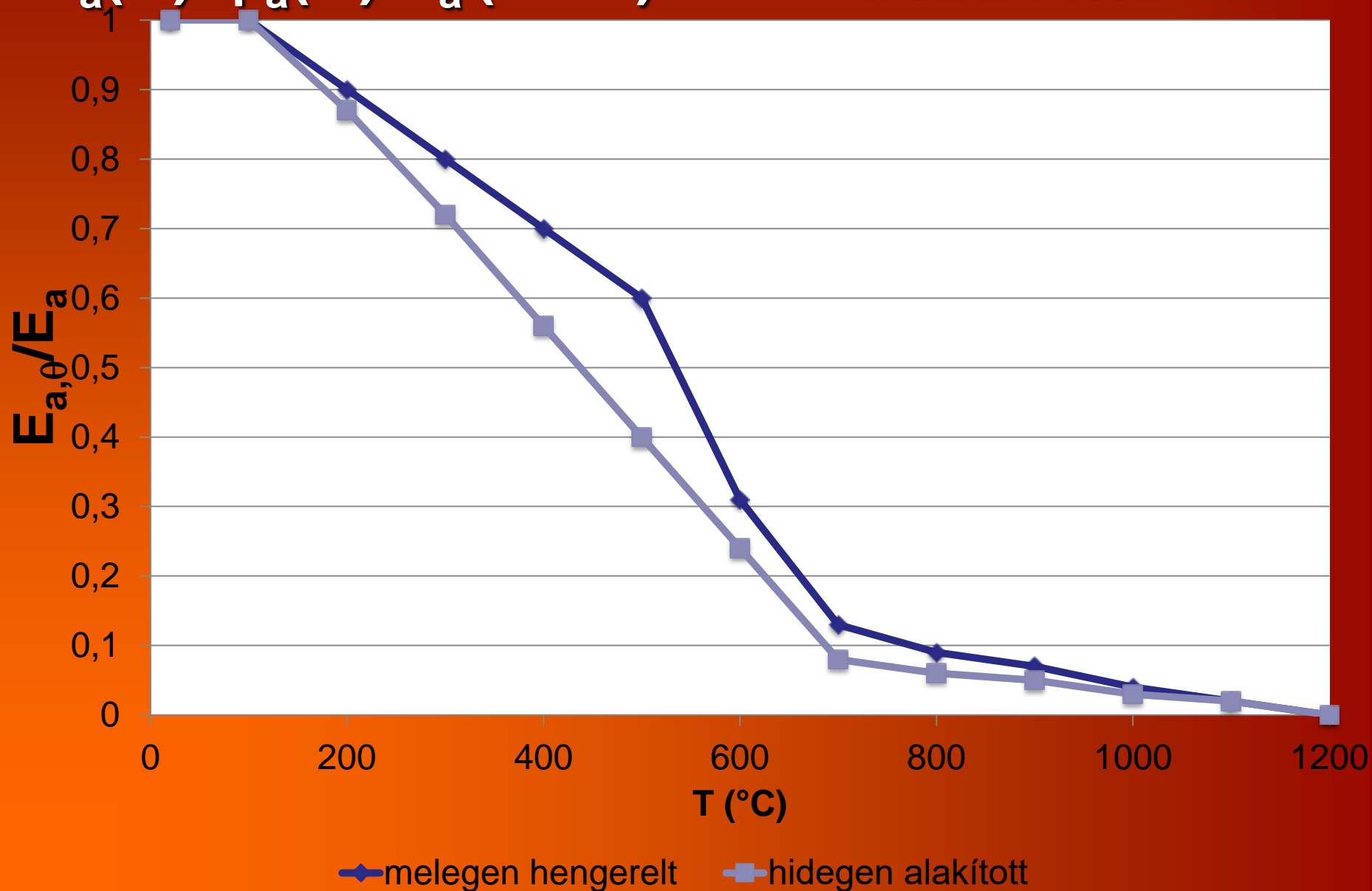
MSZ EN 1992-1-2:2004



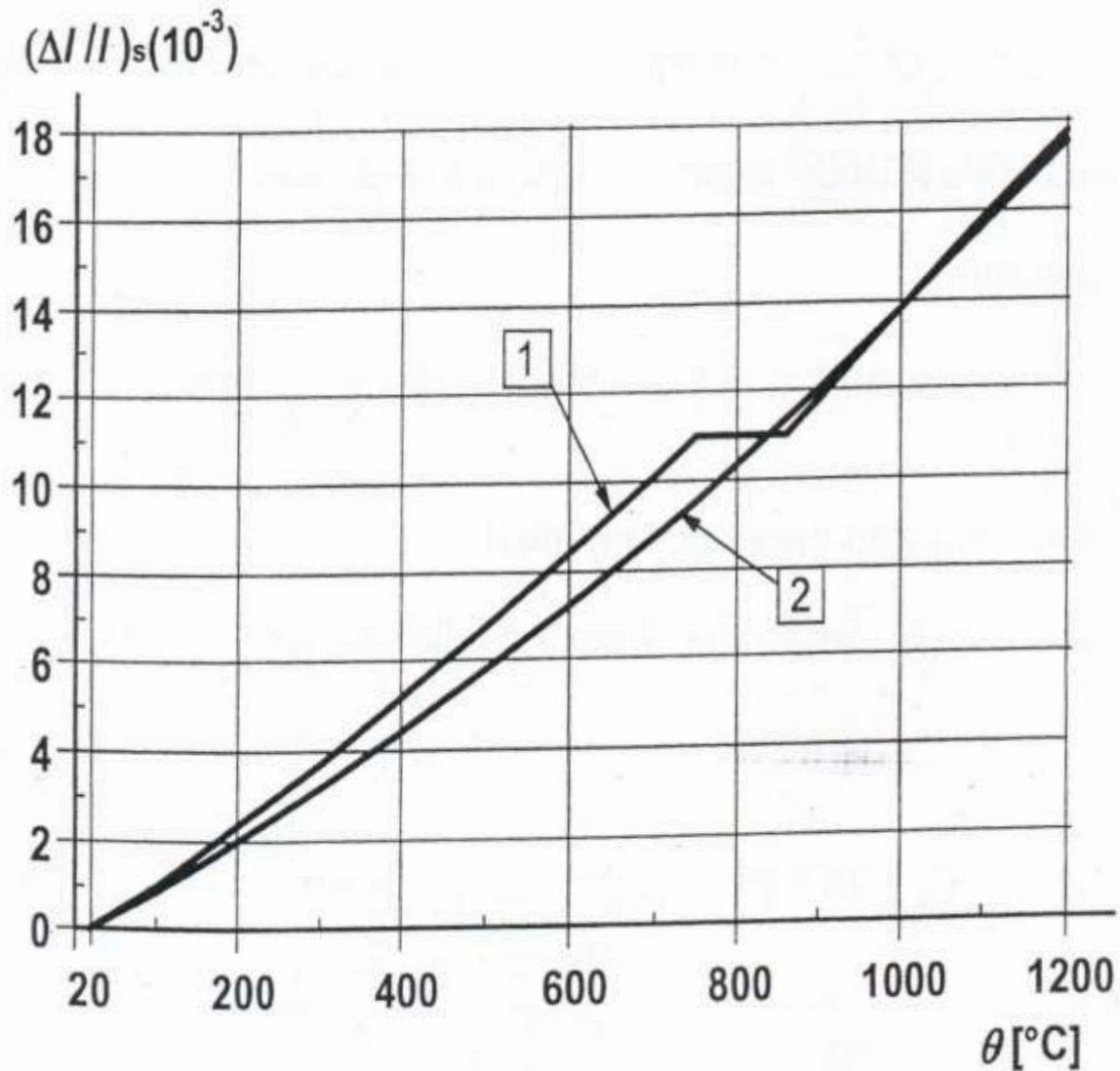
# Rugalmassági modulus

$$E_a(\Theta) = \beta_a(\Theta) E_a(20^\circ\text{C})$$

MSZ EN 1992-1-2:2004



# Hőtágulás



Curve 1 : Reinforcing steel

Curve 2 : Prestressing steel

# Tűzterherre történő méretezés

## Követelmények:

„R” - teherbírás

„E” - szerkezet integritás megőrzése

„I” - szigetelőréteg tűzállósága

elválasztó elem

„E” és „I”

teherviselő elem

„R”



# Tűzterre való méretezés követelményei

A szilárdságtani és alakváltozási jellemzők tervezési értéke:

$$X_{d,fi} = k_0 X_k / \gamma_{M,fi}$$

$\gamma_{M,fi}$  osztott biztonsági tényező a tűzter esetén  
= 1,0 beton, acél és betonacél (NAD)

# Szerkezettervezés tűz hatására

## **Lehetőségek:**

- táblázatosan megadott adtok (*tabulated data*)
- egyszerűsített számítási módszer (*simplified calculation*)
- bővített számítási módszer (*advanced calculation*)

**A betonfelületek réteges leválásának elkerülése.**

**Feszített szerkezetek esetén a lehorgonyzások védelmét különleges elővigyázatossággal kell megoldani!**

# Egyszerű számítás/ellenőrzés:

## Táblázatosan megadott adatok összehasonlítása

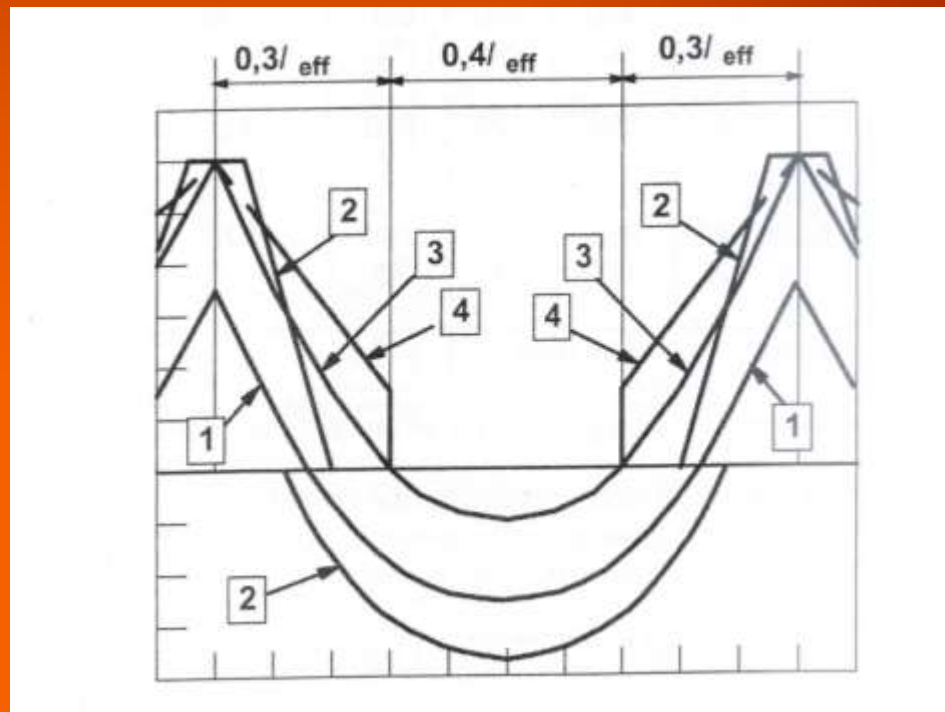
Tűzállósági igény függvényében:

*minimális betonfedés (acélbetét hőmérséklete)*

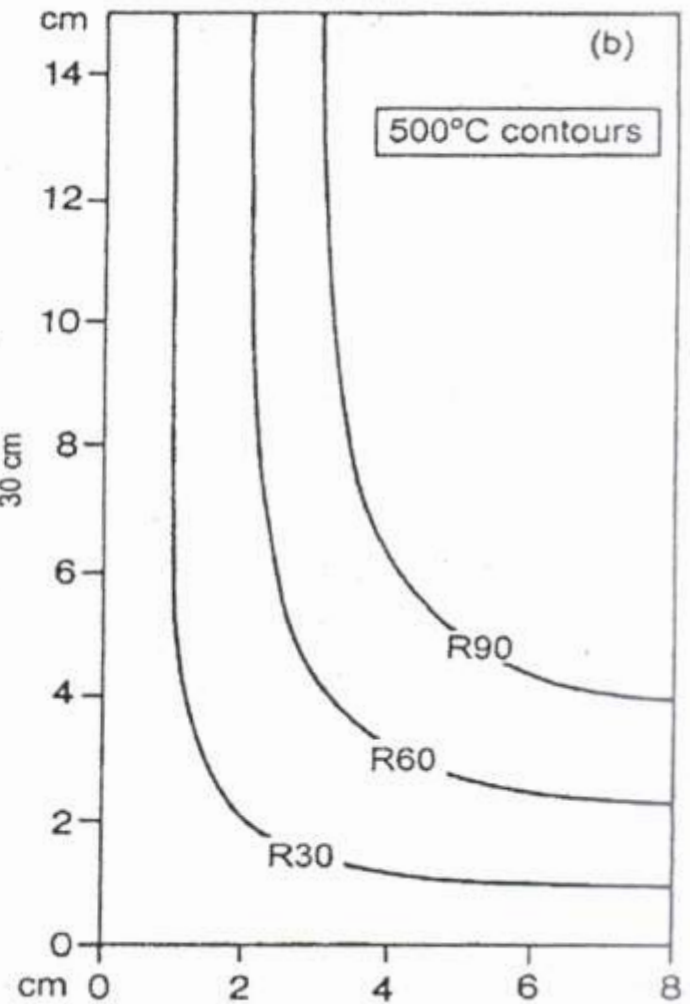
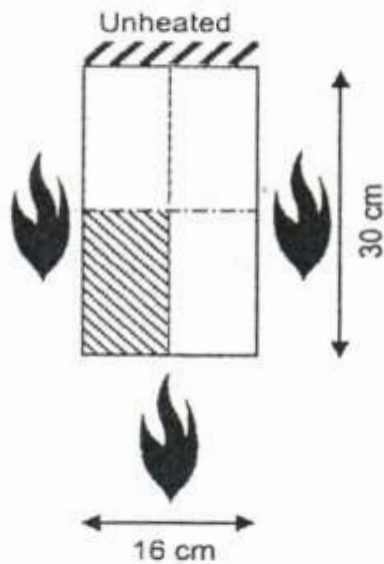
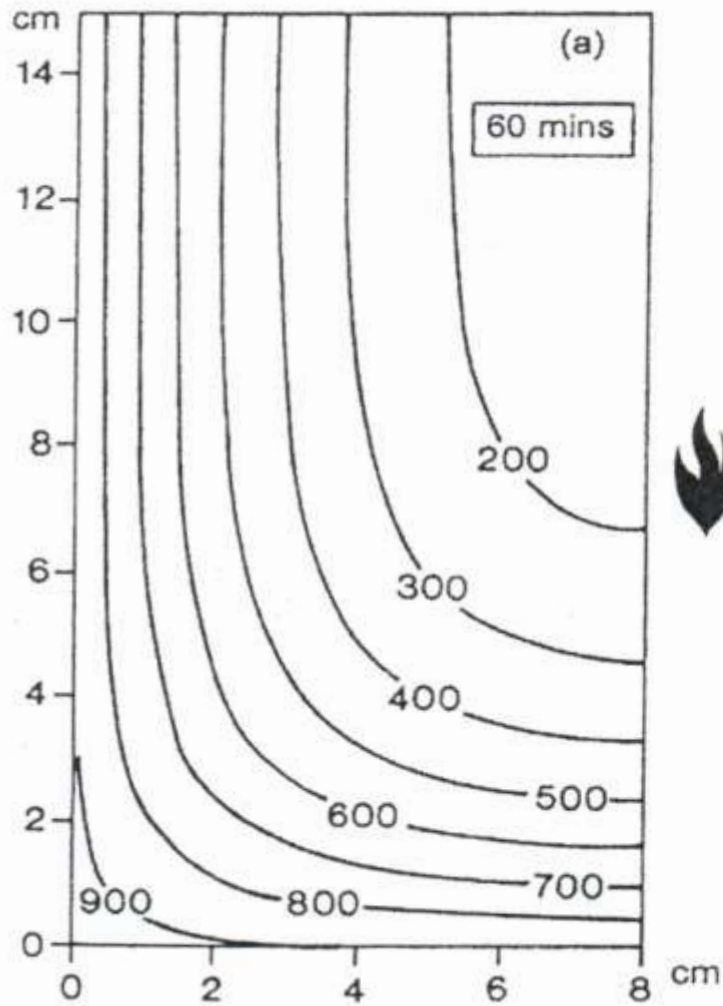
*acélbetétek minimális mennyisége*

*szerkesztési szabályok*

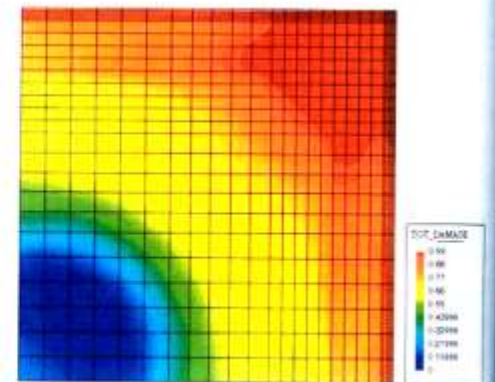
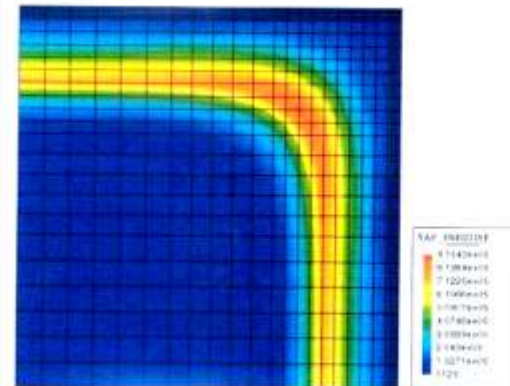
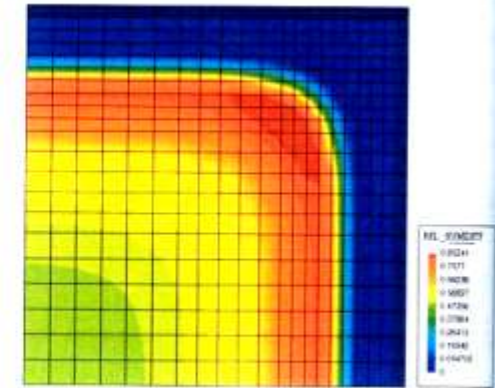
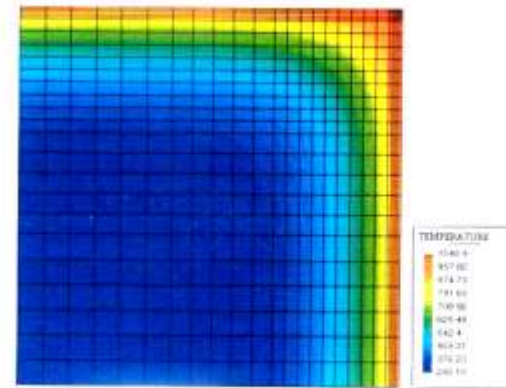
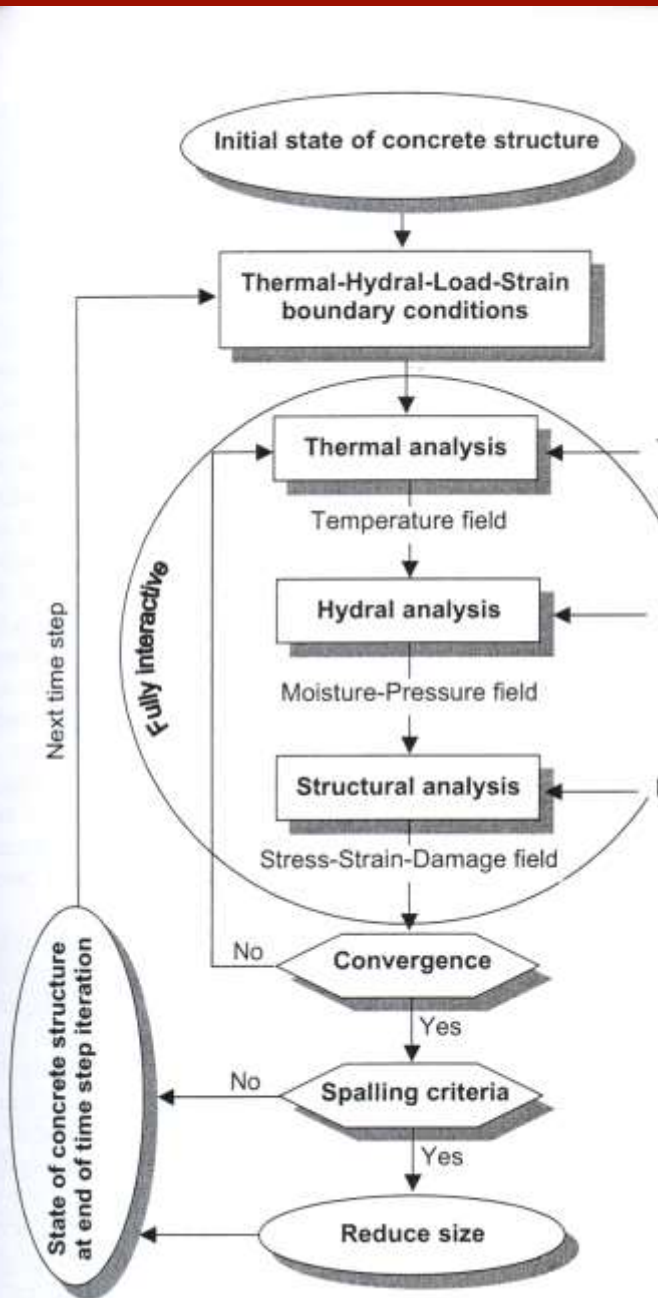
PI.: folyamatos többtámaszú gerenda, igénybevétel átrendeződés



# 500°C-os izoterma módszer



# Termo-hidro-mechanikai méretezés (VEM)



A beton felületének réteges leválása

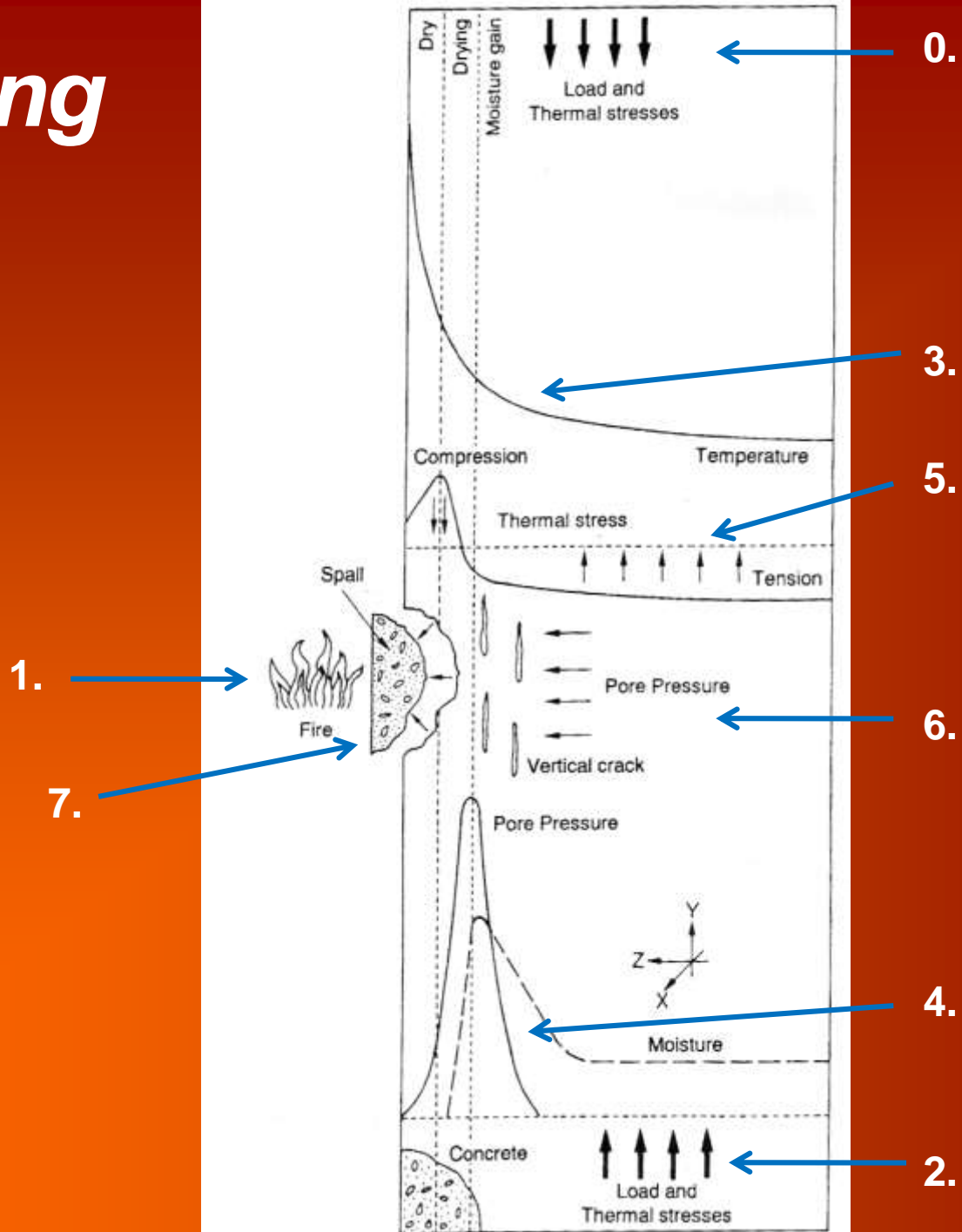
# Mit tudunk modellezni?

	<b>táblázatosan megadott adatok</b>	<b>egyszerűsített számítási mód</b>	<b>bővített számítási mód</b>
egy elem vizsgálata	megoldott	megoldott	megoldott
szerkezeti rész vizsgálata	nem megoldott	megoldott	megoldott
szerkezet vizsgálata	nem megoldott	nem megoldott	megoldott

# *Spalling oka*

- *pórus-gőznyomás*
- *hőtágulás*
- *előbbieik kombinációja*

# Spalling





# Robbanásszerű *spalling* befolyásoló tényezői

## 1) áteresztő-képesség

tömörebb szerkezet → *veszély nagyobb*

## 2) beton kora

idősebb beton → kisebb nedvességtartalom →  
→ *kisebb kockázat*

## 3) beton szilárdsága

nagyobb szilárdság → tömörebb szerkezet →  
→ *nagyobb kockázat*

## 4) adalékanyag típusa

kisebb lineáris hőtágulás → *kisebb kockázat*

könnyű ad. a. < bazalt < mészkő < kvarckavics

5) adalékanyag szemnagysága  
nagyobb szemnagyság → *nagyobb kockázat*

6) repedések  
mikrorepedés → *segít*  
makrorepedés → *növeli a kockázatot*

7) vasalás  
kedvezőtlen elhelyezés → repedések számát  
növeli → *nagyobb kockázat*

8) betonfedés  
nagyobb betonfedés → *nagyobb kockázat*

## 9) kiegészítő vasalás

kiegészítő kéregvasalás (vasháló) →

→ *csökkenti a kockázatot*

## 10) száladagolás

*PP szálak*

NC → *kockázatot csökkenti*

UHPC → *nem bizonyított a kedvező hatás*

## 11) Légpórus – tartalom

pórus-gőznyomást csökkent → *kisebb kockázat*

***Köszönjük megtisztelő  
figyelmüket!***

