



### Fémek jellemzői

- ✓ fémesszín
- ✓ szabad elektronok
- ✓ jó hővezető-képesség
- ✓ jó elektromos vezetőképesség
- ✓ nagy szilárdság
- ✓ alakíthatóság

Fémek
Építőanyagok 2. - 4. ea.
2

### Fémek csoportosítása

**Sűrűség alapján:** *nehézfém* > 4,5 kg / l *Fe, Cu, Pb....*  
*könnyűfém* < 4,5 kg / l *Mg, Al, Ti ....*

**Olvadáspont:** *magas olvadáspontú* 1750 °C fölött

**Korrózióállóság** *nemesfémek Au, Ag, Pt*  
*nem nemes fémek*

**Ötvözetek** **ALAPANYAGOK:** *Fe, Cu, Al, Zn, Pb, Sn, Mg*  
**ÖTVÖZŐK:** *Be, Cr, Cd, Co, Mn, Mo, Ni, Ti, V, W*  
**METALLOIDOK:** *C, P, S, As, Si (valamelyik fémestulajdonság hiányzik!)*

Fémek
Építőanyagok 2. - 4. ea.
3

### Fémek kristályosodása során kialakuló rácselemek

Fémek
Építőanyagok 2. - 4. ea.
4

### Lehülési görbék

Fémek
Építőanyagok 2. - 4. ea.
5

### A fémek főbb tulajdonságai

| Megnevezés     | sűrűség<br>g/ml | rug. mod.<br>N/mm <sup>2</sup> | szakító szil.<br>N/mm <sup>2</sup> | olvadási pont<br>°C | lin. hőtág.<br>együttható<br>10 <sup>-6</sup> /K | hővez.<br>tényező<br>W/(mK) |
|----------------|-----------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------|--|-----------------------------|
| öntöttvas      | 7,25            | 170 000                        | 400 - 900                          | 1150                | 11   | 50                          |
| temper-öntvény | 7,4             | 210 000                        | 270 - 800                          | 1300                | 11   | 50                          |
| acél           | 7,85            | 210 000                        | 380 - 750                          | 1450                | 12   | 50                          |
| feszítőhuzal   | 7,85            | 190 000                        | 1400 - 1800                        | 1450                | 12   | 50                          |
| aluminium      | 2,7             | 70 000                         | 40 - 130                           | 657                 | 24   | 200                         |
| réz            | 8,9             | 110 000 - 140 000              | 200 - 370                          | 1083                | 17   | 385                         |
| ólom           | 11,34           | 15 000 - 20 000                | 10 - 20                            | 327                 | 29   | 35                          |
| horgany        | 7,14            | 100 000                        | 200 - 350                          | 420                 | 32   | 113                         |

Fémek
Építőanyagok 2. - 4. ea.
6



A világ első vasból készült hídja a Severn-folyó felett (1777-79)

Fémek

Építőanyagok 2. - 4. ea.

7



Fémek

Építőanyagok 2. - 4. ea.

8

### Vas és acél

vasérc:  $Fe_xO_y \rightarrow$  kohó  $\rightarrow$  nyersvas (fehér, szürke)

öntöttvas:  $Fe + C (> 2,06 m\%)$

acél:  $Fe + C (< 2,06 m\%)$

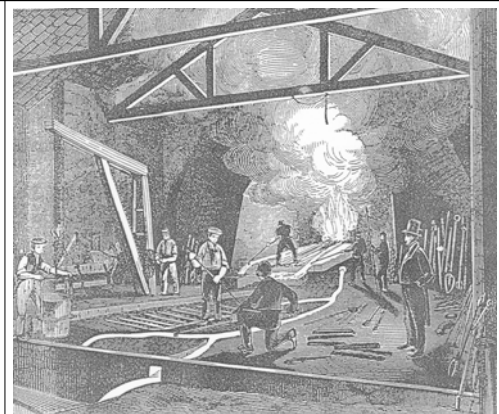
lágycél:  $Fe + C (< 0,2 m\%)$

ötvözött acél:      gyengén:  $< 5 \%$   
                          közepesen:  $5-10 \%$   
                          erősen:  $> 10 \%$

Fémek

Építőanyagok 2. - 4. ea.

9

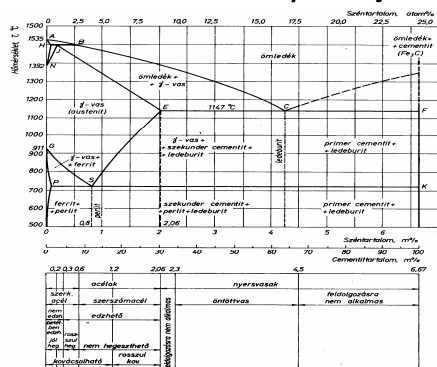


Fémek

Építőanyagok 2. - 4. ea.

10

### Vas-szén ötvözetek állapotábrája

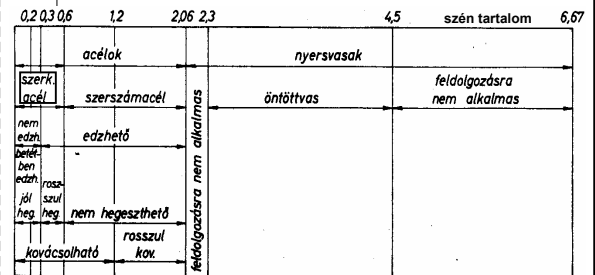


Fémek

Építőanyagok 2. - 4. ea.

11

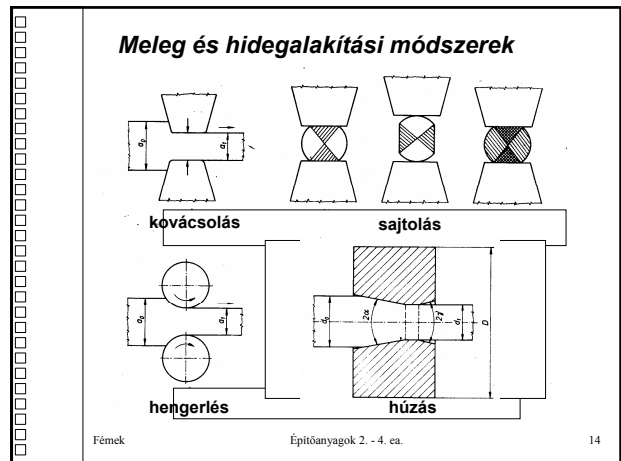
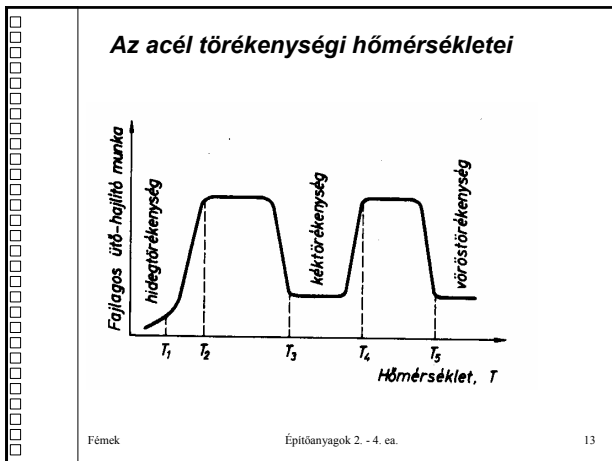
### Acélfajták a C-tartalom függvényében



Fémek

Építőanyagok 2. - 4. ea.

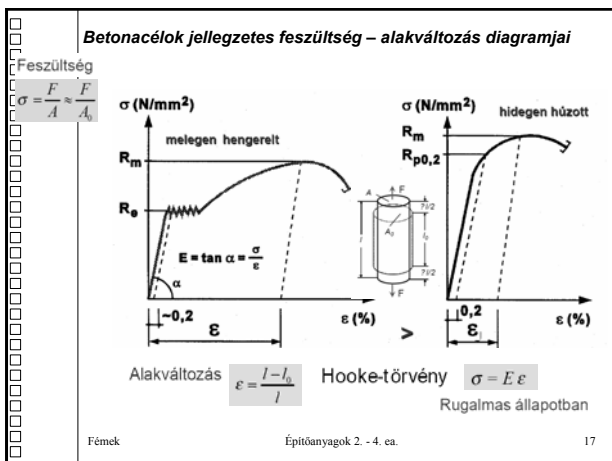
12



- ### Hőkezelés
- ✓ feszültség csökkentés
  - ✓ normalizálás
  - ✓ újrakristályosítás
  - ✓ edzés
  - ✓ nemesítés
  - ✓ megeresztés
- Fémek Építőanyagok 2. - 4. ea. 15

| melegen hengerelt |                            | hidegen hajlított |        |         |                                    |        |        |
|-------------------|----------------------------|-------------------|--------|---------|------------------------------------|--------|--------|
| Sorozat           | Termék                     | max. h            | max. l | Sorozat | Termék                             | max. h | max. l |
| 0                 | Hengerelt laposacél (S235) | 20                | 2000   | 1       | Hidegen hajlított laposacél (S235) | 20     | 2000   |
| 1                 | Hengerelt laposacél (S235) | 20                | 2000   | 2       | Hidegen hajlított laposacél (S235) | 20     | 2000   |
| 2                 | Hengerelt laposacél (S235) | 20                | 2000   | 3       | Hidegen hajlított laposacél (S235) | 20     | 2000   |
| 3                 | Hengerelt laposacél (S235) | 20                | 2000   | 4       | Hidegen hajlított laposacél (S235) | 20     | 2000   |
| 4                 | Hengerelt laposacél (S235) | 20                | 2000   | 5       | Hidegen hajlított laposacél (S235) | 20     | 2000   |
| 5                 | Hengerelt laposacél (S235) | 20                | 2000   | 6       | Hidegen hajlított laposacél (S235) | 20     | 2000   |
| 6                 | Hengerelt laposacél (S235) | 20                | 2000   | 7       | Hidegen hajlított laposacél (S235) | 20     | 2000   |
| 7                 | Hengerelt laposacél (S235) | 20                | 2000   | 8       | Hidegen hajlított laposacél (S235) | 20     | 2000   |
| 8                 | Hengerelt laposacél (S235) | 20                | 2000   | 9       | Hidegen hajlított laposacél (S235) | 20     | 2000   |

Fémek Építőanyagok 2. - 4. ea. 16



**Kontrakció**  
 $Z = \frac{S_0 - S_n}{S_0} \cdot 100 [\%]$

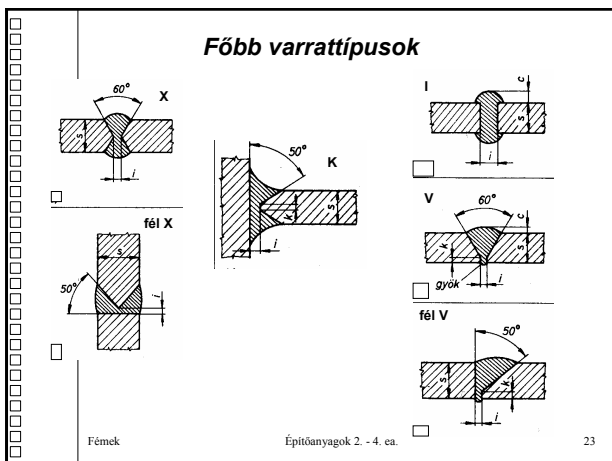
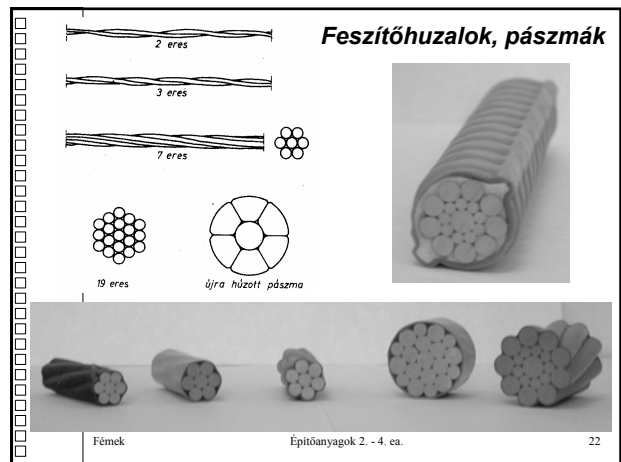
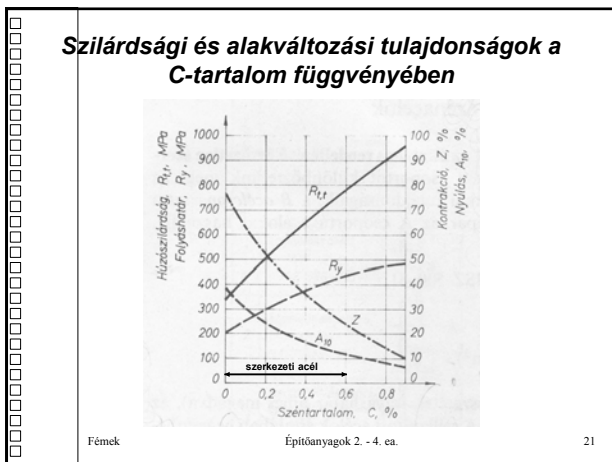
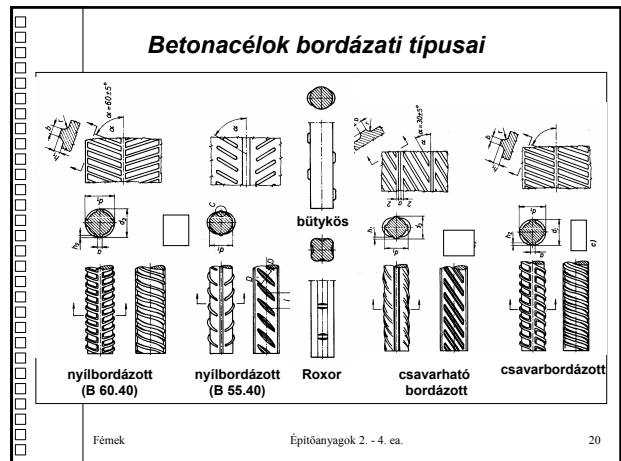
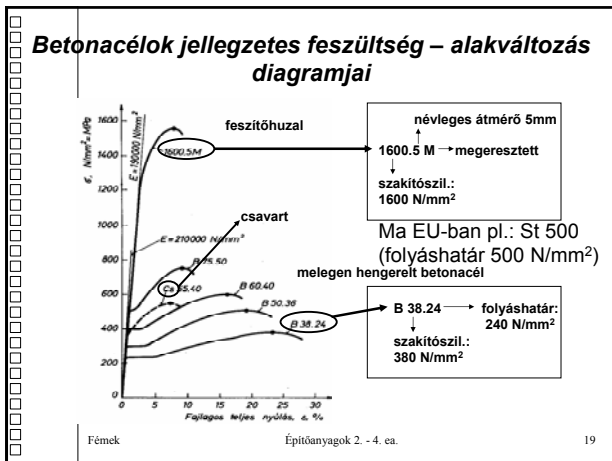
**Szakadási nyúlás**  
 $A = \frac{L_n - L_0}{L_0} \cdot 100 [\%]$

**Szakítószilárdság [MPa]**  
 $R_w = \frac{F_m}{S_0}$

**Különböző anyagok mechanikai tulajdonságai 20 °C-on**

| Anyag         | E [GPa] | R <sub>p0,2</sub> [MPa] | R <sub>m</sub> [MPa] | A <sub>50</sub> [%] | Folyáshatár [MPa]  |
|---------------|---------|-------------------------|----------------------|---------------------|--|
| Acél          | 190-210 | 200-1700                | 400-1800             | 65-2                | $R_e = \frac{F_e}{S_0}$  |
| Alumínium-öt. | 69-79   | 35-550                  | 90-60                | 45-4                | $R_{0,01} = \frac{F_{0,01}}{S_0}, R_{0,2} = \frac{F_{0,2}}{S_0}$ |
| Réz és ötv.   | 105-150 | 75-1100                 | 140-1300             | 65-3                | $R_{p0,2} = \frac{F_{p0,2}}{S_0}$                                |
| Titan és ötv. | 80-130  | 340-1400                | 410-1450             | 25-7                |  |

Fémek Építőanyagok 2. - 4. ea. 18



### A hegeszthetőség feltétele

Az az anyag hegeszthető, ami edződésre nem hajlamos.

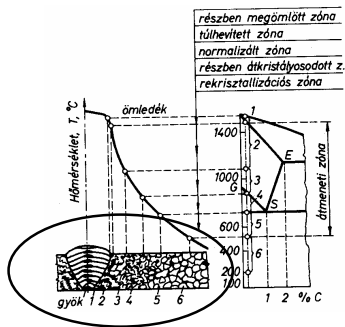
szén-egyenérték:

$$C_{ekv} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + 0,0024d$$

d: lemezvastagság

Fémek Építőanyagok 2. - 4. ea. 24

## A varrat környezetének tulajdonságai



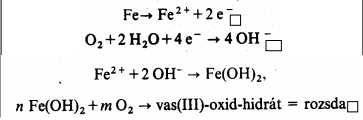
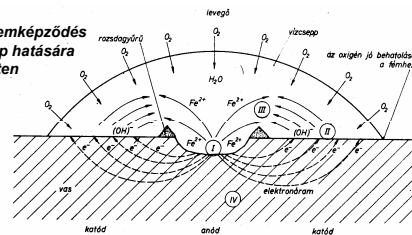
Fémek

Építőanyagok 2. - 4. ea.

25

## Vas korróziója

helyi elemképződés  
vízcsepp hatására  
a felületen

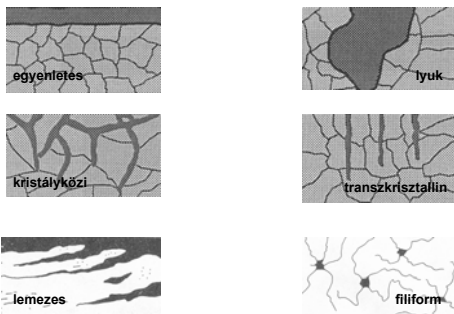


Fémek

Építőanyagok 2. - 4. ea.

26

## A korrózió megjelenési formái



Fémek

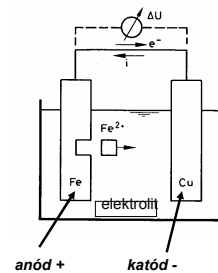
Építőanyagok 2. - 4. ea.

27

## Korrózió

Normálpotenciálok:

|                   |          |
|-------------------|----------|
| Ca <sup>++</sup>  | - 2,87 V |
| Al <sup>+++</sup> | - 1,67 V |
| Zn <sup>++</sup>  | - 0,76 V |
| Fe <sup>++</sup>  | - 0,44 V |
| Ni <sup>++</sup>  | - 0,23 V |
| H <sup>+</sup>    | 0 V      |
| Cu <sup>++</sup>  | + 0,35 V |
| Ag <sup>+</sup>   | + 0,80 V |
| Au <sup>+</sup>   | + 1,68 V |

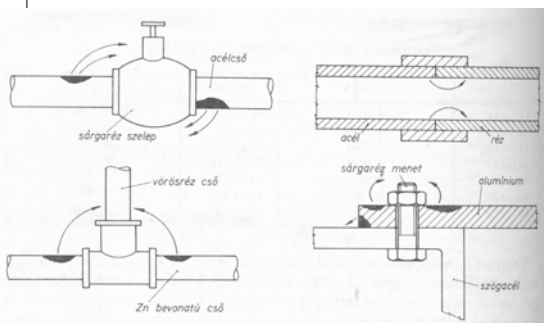


Fémek

Építőanyagok 2. - 4. ea.

28

## Kontakt korrózió

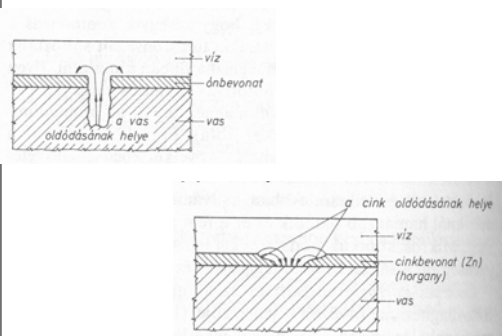


Fémek

Építőanyagok 2. - 4. ea.

29

## Korrózió a fém védőréteg lyukacsossága miatt



Fémek

Építőanyagok 2. - 4. ea.

30



Fémek

Építőanyagok 2. - 4. ea.

31



Fémek

Építőanyagok 2. - 4. ea.

32



Fémek

33

## Alumínium előállítása

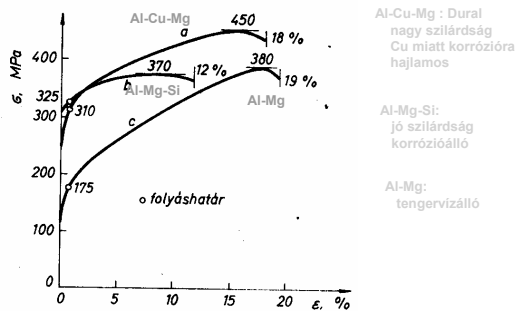
- ✓ bauxitérc → timföld → elektrolízis → fém alumínium
- ✓ nagy energiaigény
- ✓ szinalumínium: lágy, képlékeny → ötvözés
- ✓ ötvözés: Cu, Mg, Zn, Si, Mn

Fémek

Építőanyagok 2. - 4. ea.

34

## Alumínium ötvözetek feszültség-alakváltozása



Al-Cu-Mg : Dural nagy szilárdság Cu miatt korrózióra hajlamos

Al-Mg-Si: jó szilárdság korrózióálló

Al-Mg: tengervízálló

Fémek

Építőanyagok 2. - 4. ea.

35

## Alumínium ötvözetek alkalmazása 1.



Nyílászáró profilok, tartószerkezetek, tetőszerkezetek

Fémek

Építőanyagok 2. - 4. ea.

36

## Alumínium ötvözetek alkalmazása 2.



Fémek

Építőanyagok 2. - 4. ea.

37

## Réz fajtái

- ✓ VÖRÖSRÉZ      Cu  
oxidáció → patina → véd  
forró víznek, lúgnak, savnak ellenáll  
oldható vegyületei mérgek !
- ✓ SÁRGARÉZ      54 - 67 % Cu  
max. 45 % Zn (horgany)  
→ keményebb, de alakítható  
→ egyre sárgább

Fémek

Építőanyagok 2. - 4. ea.

38

## A vörösréz oxidációja

- A réz felületén zöld patina-réteg keletkezik



Fémek

Építőanyagok 2. - 4. ea.

39

## Réz ötvözetek



## Ólom lágyólom

- ✓ puha, késsel vágható
- ✓ kémiaiilag ellenálló, de mésztől, cementhabarcsból védeni kell
- ✓ vegyületei mérgezők
- ✓ felületén oxidréteg képződik → védelem
- ✓ hidegalakítás esetén sem keményedik
- ✓ alkalmazás: vízvezetékcső, teherelosztó acélsaruk alá, sugárvédelem

Fémek

Építőanyagok 2. - 4. ea.

41

## Ólom ötvözetek

KEMÉNYÓLOM = ólom + antimón

- ✓ nagyobb szilárdság
- ✓ nagyobb keménység

LÁGYFORRASZ = ón + ólom

Fémek

Építőanyagok 2. - 4. ea.

42

## Cink horgany



- Finomhorgany: >99,95%
- Kohóhorgany: >98,25%
- Kékesfehér
- -3 °C alatt rideg
- Nedves levegőn cink-karbonát réteg
- Acéllemez horganyzása: tüzi horganyzás, galvanizálás
- + titán ill. réz : fémlemez fedés

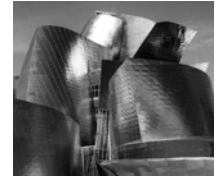
Fémek

Építőanyagok 2. - 4. ea.

43

## Titán

- korrózióálló, időálló
- nagy mechanikai szilárdság magas hőmérsékleten is
- ötvözői: Fe, O, Zn, Al, V, Si, No



- Tulajdonságai:
  - sűrűség: 4500 kg/m<sup>3</sup>
  - R<sub>m</sub>: 200 - 980 N/mm<sup>2</sup>
  - szakadónyúlás: ~ 8 - 20 %
  - E ~ 105000 - 120000 N/mm<sup>2</sup>
  - hőtágulási együttható: α<sub>T</sub> ~ 8.5 x 10<sup>-6</sup> 1/°C

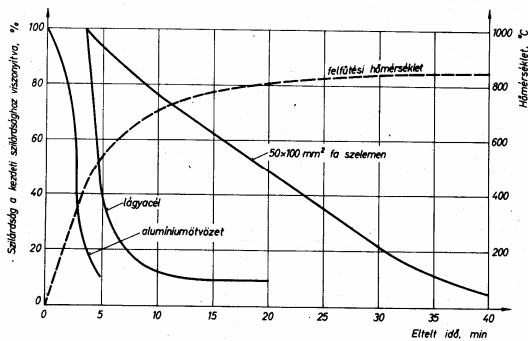
- Olvadási hőmérséklet: 1668°C

Fémek

Építőanyagok 2. - 4. ea.

44

## Tűz hatása a különböző építőanyagok szilárdságára



Fémek

Építőanyagok 2. - 4. ea.

45

## Tűzvédelem hőmérséklet határok

- ✓ közönséges acélszerkezetek < 550 °C
- ✓ vékonyfalú acélszerkezetek < 450 °C
- ✓ melegen hengerelt acélszerkezetek < 450 °C
- ✓ feszítőhuzal 250-300 °C

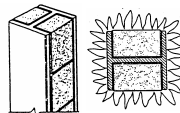
Fémek

Építőanyagok 2. - 4. ea.

46

## Tűzvédelem megoldások

- ✓ KÖPENYEZÉS  
pl. gipsz



### FESTÉS

bevonati rendszer:

- korróziógátló alapozó (cinkkromát, minium)
- tűzvédő festék (műanyag diszperziós vagy klórkaucsuk alapú → 350-370 °C-on hab)
- fedőréteg (esztétikai igény és környezeti hatások szerint)

Fémek

Építőanyagok 2. - 4. ea.

47

## Korrózió aktív védelem

- ✓ anyag helyes megválasztása  
pl. időjárás álló acél
- ✓ inhibitorok (legfontosabb: betonfedés)  
fizikai módja: elzárja a fém felületét  
kémiai: reakcióba lép a fémmel
- ✓ katódos védelem

Fémek

Építőanyagok 2. - 4. ea.

48



## **Korrózió passzív védelem**

- ✓ szervesetlen fémbevonatok
  - ✓ elektrokémiai – galvanizálás
  - ✓ termokémiai – diffúziós eljárás (krómozás, horganyzás)
  - ✓ tűzimártó eljárás
- ✓ nem fémbevonatok
  - ✓ kémiai: foszfát bevonat, lúgos oxidálás
  - ✓ termikus: zománcozás
- ✓ szerves bevonatok (festékek, lakkok)

