




Korrózióvédelem

Dr. Németh György
főiskolai docens



Szerkezetépítés II. 1

A korrózió fogalma



- **Korrózió:** a fémeknek (és más anyagoknak) a környezet hatására, kémiai reakció következtében a felületről kiinduló tönkremenetele.
- Korróziós károk:
 - közvetlen: a korrózió elleni védekezés és a korrózió következtében tönkrement szerkezetek pótlásának költségei.
 - közvetett: üzemeltetési veszteségek, környezetszennyezés stb.

Szerkezetépítés II. 2

Korróziós alapfolyamatok

- A fémkorrózió alapfolyamata a fémionoknak és az egyenértéknyi mennyiségű elektronoknak a fémrácsból való kilépése. Az ion- és elektronkilépés helyileg elkülönülhet.
- Kémiai korrózió: rendszerint gázközegben, a folyamatok „molekuláris határokon belül” zajlanak. Pl.:

$$2 \text{Fe} + \text{O}_2 = 2 \text{FeO},$$

$$\text{Fe} + \text{H}_2\text{S} = \text{FeS} + \text{H}_2,$$

$$\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} = \text{FeO} + \text{H}_2,$$

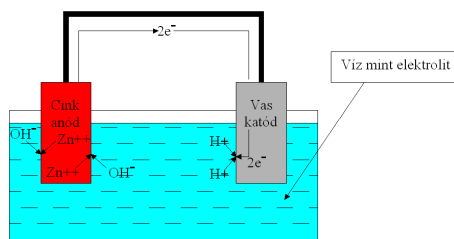
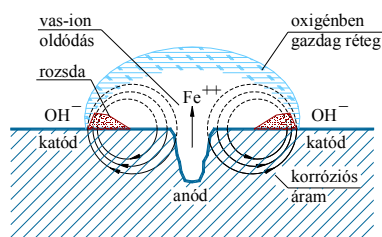
$$3 \text{Fe} + 4 \text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4 \text{H}_2.$$
- Elektrokémiai korrózió: ion- és elektronkilépés helyileg elkülönülten. Elektrolit jelenléte szükséges. „Korróziós áram” keletkezik.

anódos részfolyamat:	$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^-$
katódos részfolyamat:	$2 \{\text{H}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{H}\} \rightarrow \text{H}_2,$
vagy	$\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- = 4 \text{OH}^-.$

Szerkezetépítés II.

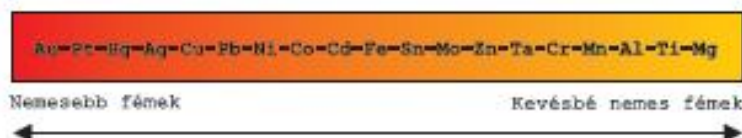
3

Korróziós lokálemek



- Vízcsepp alatt: belül kevesebb oldott oxigén (pozitívabb → anód). Fe^{2+} és OH^- ionokból $\text{Fe}(\text{OH})_2$, ami rozsdává alakul.

- Különböző elektród-potenciálú fémek (pl. vas és cink) érintkezésénél nedves környezetben (elektrolit). A kevésbé nemes fém korrodálódik.



4

A korrózió megjelenési formái



- **Egyenletes korrózió:** többé-kevésbé egyenletes anyagvesztés nagy helyi eltérésekkel, általában száraz gázok okozta kémiai korrózió és elektrolitos oldódás esetén.
- **Bemaródásos korrózió:** tűszúrásszerű támadási forma, pontkorrózió (pitting). Páradús térben, védőbevonatok pontszerű hibáinál a leggyakoribb.
- **Szövet szerkezeti korrózió:** változatait (kristályhatármenti, szelektív) a fémek inhomogenitása okozza.
- **Repedéses korrózió:** nagy húzófeszültség is hat a korróziós folyamattal egyidejűleg. Fárasztó igénybevétel esetén fáradási korrózió.
- **Berágódásos korrózió:** súrlódó, koptató igénybevétel esetén szennyezett környezetben a mechanikai és vegyi hatás egymást erősíti. Fárasztó igénybevételnek kitett szegecs- vagy csavarkapcsolatoknál, saruknál, csuklóknál gyakori.
- **Réteges korrózió:** kis bemarkódásból indul, eltérő összetételű vagy szemcsenagyságú részek határán a felülettel párhuzamosan halad. Kavart vasból készült szerkezeteken gyakori.

Szerkezetépítés II.

5

Korrózióvédelmi eljárások



- **Passzív korrózióvédelem**
Védőbevonatok (bevonatrendszerek) készítése állagmegóvás (és esztétikai igények kielégítése) céljából.
- **Aktív korrózióvédelem**
Katódos védelem: a fémionok kilépését „védőáram” akadályozza meg. Elsősorban földalatti csővezetékeknél alkalmazzák.
- **Korrózióálló szerkezeti anyagok használata**
 - Cr és Ni tartalmú ötvözetek tartószerkezeti célokra a magas előállítási költség csak ritkán jöhet szóba.
 - Időjárásálló acélok használata.

Szerkezetépítés II.

6

A szerkezettervezés korrózióvédelmi szempontjai



- A szerkezet minden része legyen hozzáférhető, karbantartható;
- Vízsák, szennyeződésgyűjtő hely ne legyen;
- Törekedni kell a kevés sarkot tartalmazó szelvények alkalmazására;
- Szabadban álló szerkezeten szakaszos varrat ne legyen;
- Figyelmet kell fordítani a betonhoz csatlakozó felületek védelmére;
- Zárt szelvények légmentes lezárása:
 - nem járhatók hegesztéssel,
 - járhatók gumitömítéses búvónyílásokkal,
 - véglegesen lezárt szelvények belső felületén 1-2 réteg alapozó bevonatból álló korrózióvédelem legyen;
- Vékonyfalú (1,5 ... 6 mm), szilárdságilag kihasznált elemeken a korrózióvédelem fokozott jelentőségű;
- Tartókábeleken az elemi szálak fém- ill. műanyagbevonattal védhetők meg. Célszerű zárt kivitelű kábeleket alkalmazni.
- Karbantartó állványok, rögzítőelemek tervezése készüljön a szerkezet-tervezéssel egyidejűleg.

Szerkezetépítés II.

7

A bevonatrendszer kiválasztásának szempontjai



A szerkezet

- rendeltetése, használatának körülményei;
- anyaga, felületének minősége;
- alakja, tömege, terjedelme, tagoltsága (rácsos, gerinclemez, szekrényes);
- kötésmódja (szegecselt, csavarozott, hegesztett);
- környezeti hatásai (klímaterület, szabad tér vagy zárt tér, agresszív anyagok jelenléte);
- tervezett élettartama;

A bevonatrendszer

- rendeltetése (korrózióvédelem, díszítő hatás, jelzés);
- kialakításához rendelkezésre álló technikai felkészültség;
- készítésekor várható klimatikus viszonyok.

Szerkezetépítés II.

8

A bevonatrendszer kiválasztása

Pl: MÉRSÉKELT ÉGŐV, SZABADTÉR szórt fém + festék kombinált bevonatrendszer MI - 18100

A tisztított acélfelület tisztasági fokozata (MSZ 1891/1)	FÉMBEVONAT		FESTÉKBEVONAT				összréteg-vastagsága legalább μm
	anyaga	rétegvastagsága legalább μm	ALAPOZÓ BEVONAT		ÁTVONÓ BEVONAT		
			neve	rétegszám	neve	rétegszám	
K0	Fémszórt cink vagy Fémszórt alumínium	60	Pellikor vagy Rapid cinkkromátos vagy Tiszakor vagy Tixolin	1	Durol vagy Tizsalux vagy Trinát	2	90
		100	Epanin korróziógátló vagy Reaktív korróziógátló vagy Tipox 1000 korróziógátló	1	Binarin szuper vagy Rezisztán közbenső + Rezisztán szuper	2 1 1	
					Katepox vagy Tipox KT 1000		110

Szerkezetépítés II.

9

A felület kiindulási állapota



A



B



C



D



E

- Kiindulási állapotok jelölése az MSZ 1891/2 szerint

Szerkezetépítés II.

10

A felület tisztasági fokozatai (képződött szennyeződés)

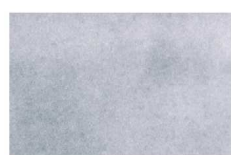


A fokozatok	
jellemezése	jelölése
A felületen reve vagy rozsdá hatszoros nagyítással sem észlelhető (fémtisztá).	K0
A felületen csak hatszoros optikai nagyítással észlelhető, szabad szemmel nem észlelhető reve vagy rozsdá (gyakorlatilag fémtisztá).	K1
<p>a) A fémszínű felületen kezdődő visszarozsodástól származó elszíneződés (még nem futó rozsdá)</p> <p>b) A fémszínű felületen az érdességi egyenetlenségek mélyedéseiben szabad szemmel látható, max. 1 mm átmérőjű reve vagy rozsdapontok.</p> <p>c) Futtatási szín.</p> <p>d) Az a, b és c együttes előfordulása.</p>	K2
<p>a) A felületen visszarozsodástól származó, lemezesen le nem választható rozsdafoltok és csíkok (futórozsdá).</p> <p>b) A felületen visszamaradt, lemezesen le nem választható rozsdafoltok és csíkok (esetleg bemarkások)</p> <p>c) Az a és c együttes előfordulása.</p>	K3
<p>A felületen visszamaradt jól tapadó revedfoltok, csíkok.</p> <p>Az ilyen és nagyobb mértékben oxidálódott felületre bevonat csak további tisztítás után vihető fel.</p>	K4

Szerkezetépítés II.

11

Tisztasági fokozatok



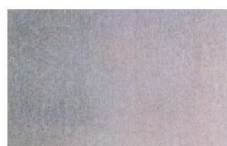
B-s-K0



C-s-K0



B-s-K1



C-s-K1



B-s-K2



C-s-K2

A tisztasági fokozat megadása a kiindulási állapot (B ill. C) és a felülettisztítás módja (s: szemcse-szórás) szerint

Szerkezetépítés II.

12

A felület tisztasági fokozatai (tapadó szennyeződések)



A fokozatok	
jellemzése	jelölése
A felületen kémhatás- és vízterülés vizsgálattal, továbbá fehér szűrőpapírral való át-töreléssel idegen anyag nem észlelhető.	T0
A felületen idegen anyag csak vízterülés vizsgálattal észlelhető.	TX
A felületen idegen anyag csak kémhatásvizsgálattal észlelhető. (Megengedett pH-értéket közölni kell.)	TY
A felületen idegen anyag vízterülés vizsgálattal és kémhatásvizsgálattal észlelhető.	TZ
A felületen csak semleges kémhatású víz észlelhető.	TG

Szerkezetépítés II.

13

Felületelőkészítés



- Mechanikai oxidmentesítés
 - szemcseszórás (kvarchomok, fúvó-visszaszívó rendszer)
 - drótkéfézés (kézi vagy gépi)
 - termikus oxidmentesítés (lángereblyezés)
- Zsírtalanítás
 - lúgos oldat
 - szerves oldószer
 - vízgőzsugár
- Kémiai oxidmentesítés
 - savban pácolás
 - sóolvadékban pácolás
- Felületi tapadás növelése
 - foszfátózás (Wash Primer)

Szerkezetépítés II.

14

Korrózióvédelmi bevonatok, bevonatrendszerek



- Túzi-mártó fémbevonás
 - Túzi horganyzás (Zn) könnyű acélszerkezeteknél elterjedt üzemi eljárás.
- Festék bevonatrendszerek
Élettartamuk az összréteg-vastagságtól függ.
 - alapozó rétegek (korrózióvédelmet segítő pigment-tartalom);
 - átvonó rétegek (összréteg-vastagság, külső megjelenés).
- Kombinált bevonatrendszerek
Drágábbak, de felújításkor az oxidmentesítés nélkülözhető, hosszabb élettartam.
 - túzi horganyzás vagy fémszórás (cink vagy alumínium termomechanikus felhordása);
 - közbenső festékrétegek;
 - átvonó festékrétegek.

Szerkezetépítés II.

15

A bevonatkialakítás technológiája



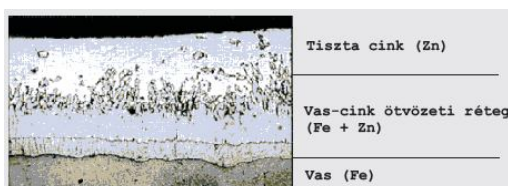
- A bevonatkialakítás feltételei:
 - száraz, szennyeződésmentes felület,
 - a harmatponttól legalább 3 C°-kal eltérő léghőmérséklet,
 - gyári előírásoknak megfelelően tárolt és kezelt festék- és segédanyagok (hígítók, tapaszok),
 - munkavédelmi előírások betartása (szellőzés, védőfelszerelések használata).
- A bevonatkialakítás módja
 - ecsetelés, hengerezés, szórás (levegővel vagy „airless”);
 - átfesthetőségi idők betartása az egyes rétegek között;
 - lehetőleg eltérő színű rétegek (ellenőrizhetőség).

Szerkezetépítés II.

16

Tűzhorganyzás

- Az előkészített acélszerkezeteket üzemi körülmények között olvasztott cinkbe (450 °C) merítve, azok felületén többfázisú horganyréteg alakul ki, ami kohéziósan kapcsolódik a fémalaphoz.



Szerkezetépítés II.

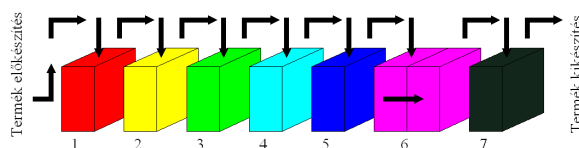
17

Anyag	Standard potenciál (Volt)
Magnézium	-2,34
Alumínium	-1,67
Cink	-0,763
Vas	-0,44
Hidrogén	0,0
Réz	+0,345
Platina	+1,20
Arany	+1,68

A tűzhorganyzás technológiája

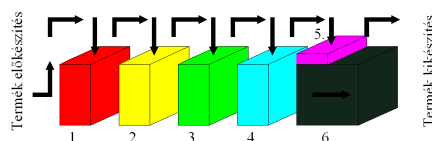
Száraz eljárás

- Zsirtalanítás
- Öblítés
- Pácolás
- Öblítés
- Fluxolás
- Szárítás
- Tűzhorganyzás



Nedves eljárás

- Zsirtalanítás
- Öblítés
- Pácolás
- Öblítés
- Fluxolás
- Tűzhorganyzás



Szerkezetépítés II.

18

A tűzihorgany bevonat élettartama



- A felületen cink-oxidból álló védőfilm (cinkpatina) képződik
 - ~ A korróziós fogyása igen lassú
 - ~ A horganyból újra termelődik → horganybevonat fogyása

A felület korróziójával (vastagságcsökkenéssel) kell kalkulálni

- ~ Horganybevonat vastagsága (50-150 μm)
- ~ Horganybevonat fogyása, korróziós sebessége (atmoszférikus igénybevételeknél)

Az élettartam növelhető:

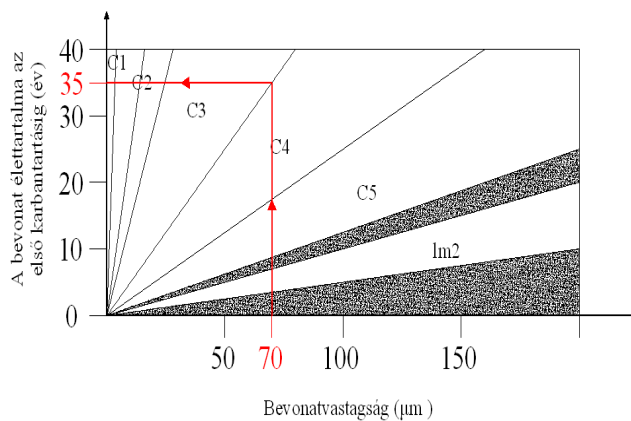
- ~ Vastagság növelésével
- ~ DUPLEX bevonatokkal

Korrozivitási kategóriák (MSZ EN ISO 14713:2000)



Kód	Korrozivitási kategória	Korróziós igénybevétel	Korróziós sebesség: a cinkre vonatkozó átlagos vastagságvesztés μm/év
C1	<u>Beltéri</u> : száraz	Nagyon kicsi	≤ 0,1
C2	<u>Beltéri</u> : alkalmanként páralecsapódás <u>Kültéri</u> : szabadonálló vidéki belterület	Kicsi	0,1 – 0,7
C3	<u>Beltéri</u> : nagy nedvességtartalom, közepes légszennyezettség <u>Kültéri</u> : városi belterület vagy enyhe tengeri klíma (partvidék)	Közepes	0,7 – 2,0
C4	<u>Beltéri</u> : uszodák, vegyi üzemek stb. <u>Kültéri</u> : ipari belterület, vagy városi tengerparti klíma	Nagy	2,0 – 4,0
C5	<u>Kültéri</u> : Nagy nedvességtartalmú ipari terület, vagy nagy sótartalmú tengerpart	Nagyon nagy	4,0 – 8,0
Lm2	Tengervíz mérsékelt égövi területeken	Nagyon nagy	10,0 – 20,0

A bevonat élettartama



Szerkezetépítés II.

21

Példa



C2 (vidéki belterület)

$$\begin{aligned}Zn_B &= 70 \mu\text{m} \\ Zn_{\min} &= 30 \mu\text{m} \\ V_F &= 0,4 \mu\text{m/év}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}T_{\text{véd.}}(\text{év}) &= \frac{Zn_B - Zn_{\min}}{V_F} = \\ &= \frac{70 - 30}{0,4} = 100 \text{ év}\end{aligned}$$

Szerkezetépítés II.

C4 (ipari belterület)

$$\begin{aligned}Zn_B &= 70 \mu\text{m} \\ Zn_{\min} &= 30 \mu\text{m} \\ V_F &= 2 \mu\text{m/év}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}T_{\text{véd.}}(\text{év}) &= \frac{Zn_B - Zn_{\min}}{V_F} = \\ &= \frac{70 - 30}{2,0} = 20 \text{ év}\end{aligned}$$

22

Atűzihorganyzott szerkezetek tervezési és szerkesztési irányelvei

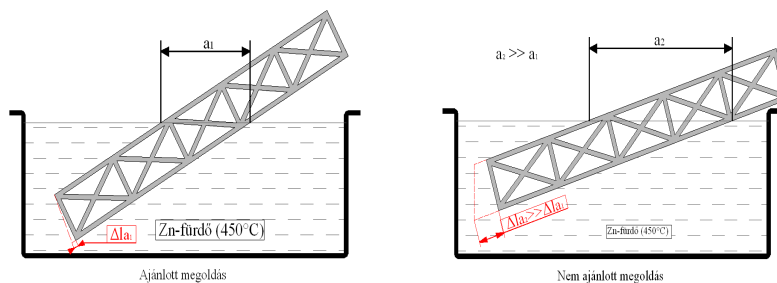


- A szerkezet méretei
 - Oldható kötések, elemek egyenkénti horganyzása;
 - Káros deformációk elkerülése
- Belső feszültségek csökkentése
 - Megfelelő geometriai kialakítás
- Technológiai nyílások
 - Kifolyó- és kilevegőző nyílások
- Átgondolt részletmegoldások

Szerkezetépítés II.

23

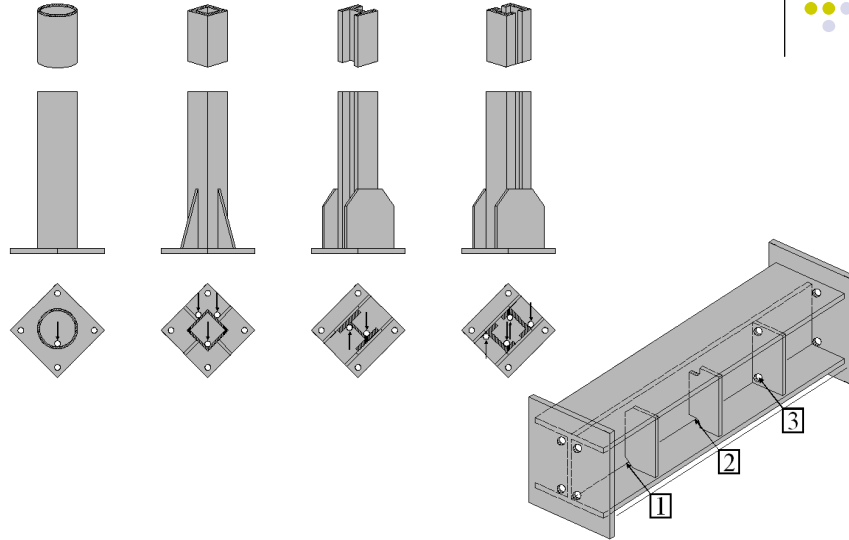
Hosszú rácsostartók tűzihorganyzása



Szerkezetépítés II.

24

Technológiai nyílások



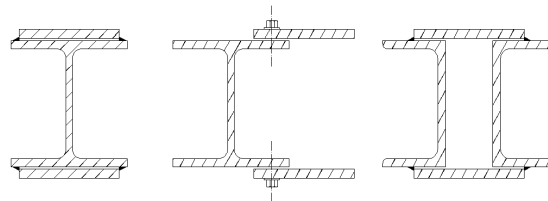
Szerkezetépítés II.

25

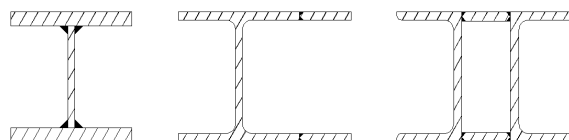
Részletmegoldások



Kerülendő:

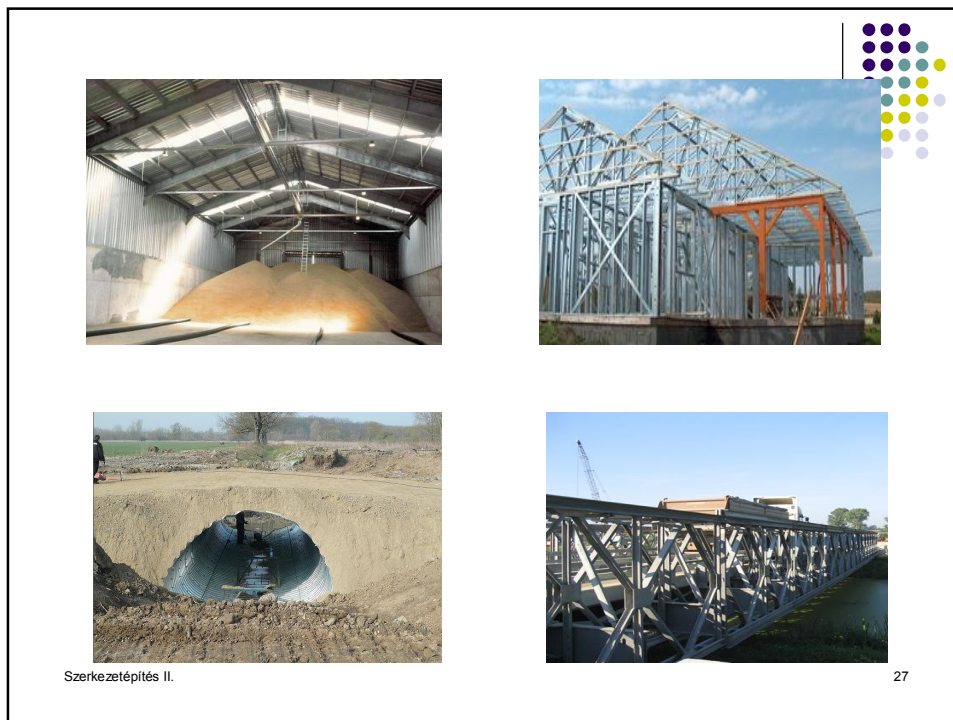


Ajánlott:

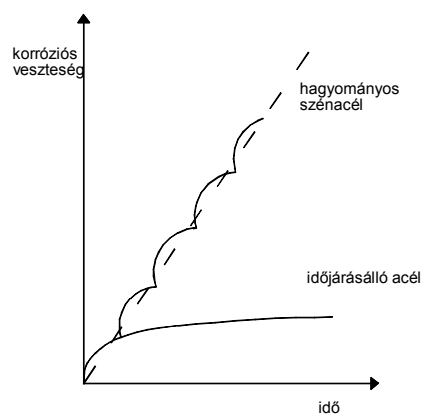


Szerkezetépítés II.

26



Az időjárásálló acél



- Az ötvözők (Cu, Cr, Si, P, N) miatt időjárásálló.
- A felületen nemes rozsdaréteg (patina) alakul ki.
- A patinaréteg idővel folyamatosan vastagodik.
- A tömör patinaréteg kialakulása után leáll a korrózió.



John Deere Company épülete, Amerika



Családi ház, North York

Szerkezetépítés II.

29



Pennybacker híd, Austin



Sauvie Island híd, Oregon

Szerkezetépítés II.

30

Rozsdamentes acél

- A krómtartalom (>10%) miatt egy króm-oxid réteg jön létre a felületén.
 - A króm-oxid réteg a felülethez nagyon jól tapad, hajlékony és sérülés esetén újraképződik.
 - 4 típusa van:
 - - martenzites (12-18 % króm)
 - - ferrites (12-18 % króm)
 - -ausztenites (17- 20% króm)
 - -ausztenites – ferrites (duplex), (20-25 % króm)
- } a szerkezetépítésben alkalmazottak



Menorca híd, Spanyolország

Apaté gyaloghíd, Svédország








Skandináv Nagykövetség, Berlin



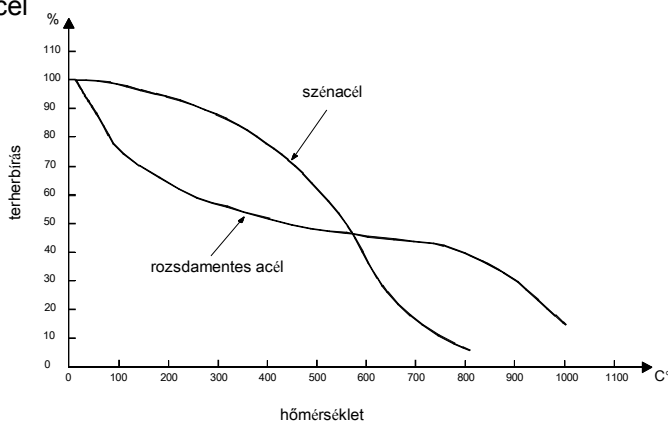
Fudo templom, Japán

Szerkezetépítés II. 33

Hőállóság



- A teherbírás jelentős részét magasabb hőmérsékletig megőrzi, mint a szénacél

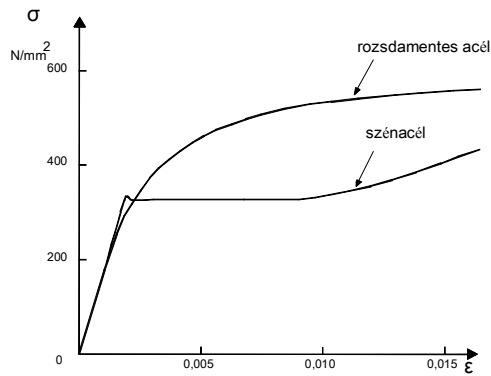


Hőmérséklet (C°)	Szénacél (% terherbírás)	Rozsdamentes acél (% terherbírás)
0	100	100
100	95	75
200	90	65
300	85	55
400	80	50
500	75	48
600	60	45
700	35	42
800	15	40
900	10	35
1000	5	30

Szerkezetépítés II. 34

Nemlinearitás

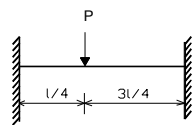
- A folyási feszültség és a szakítószilárdság értéke nehezen határozható meg.



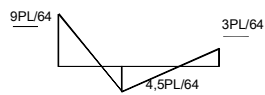
Szerkezetépítés II.

35

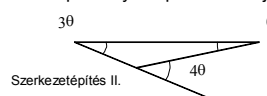
Az igénybevételek számítására csak a rugalmasságtani módszerek alkalmasak



Rugalmas állapotban számított nyomatékok:

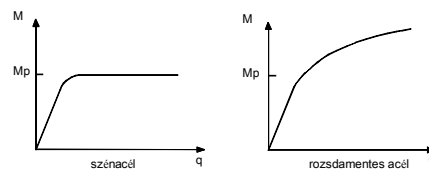


Merev-képlékeny állapotban létrejövő elfordulások:

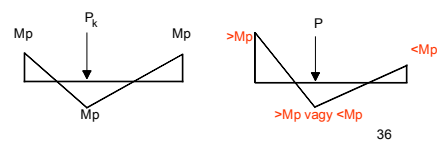


Szerkezetépítés II.

Nyomaték – elfordulás diagramok

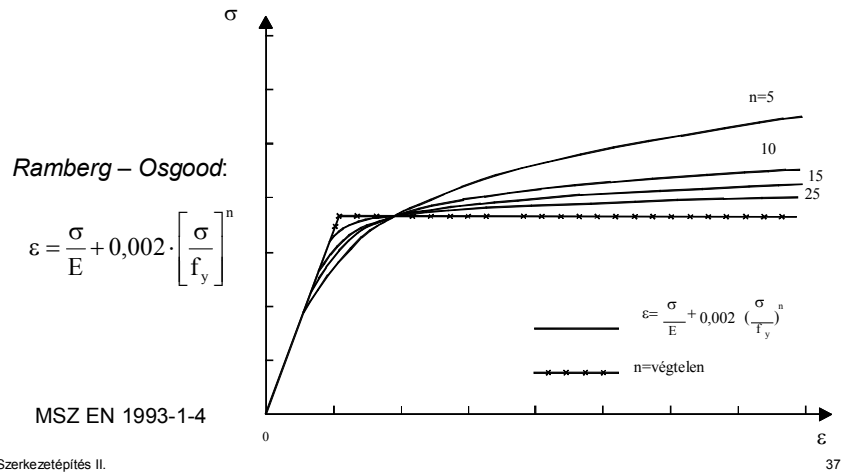


Kritikus erő hatására kialakuló képlékeny nyomatékok

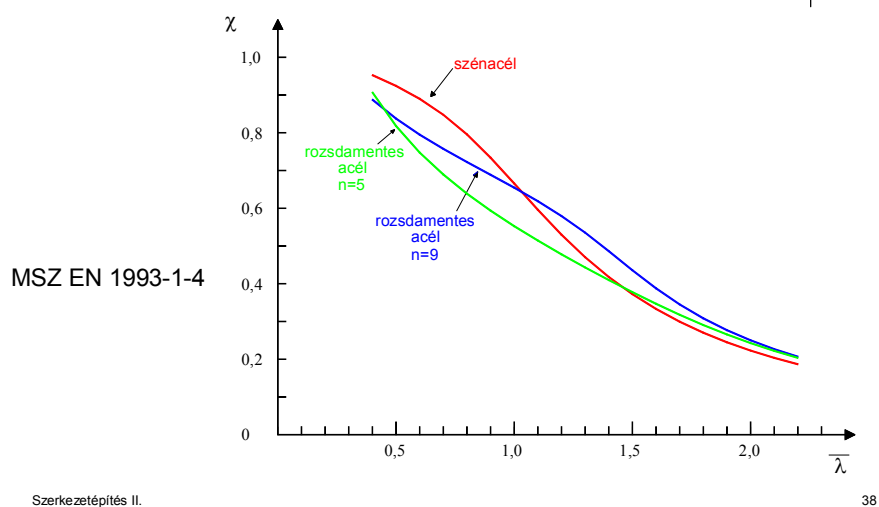


36

A nemlineáris viselkedés figyelembevétele idealizált $\sigma - \varepsilon$ diagrammal



A nemlinearitás hatása a „ χ ” kihajlási csökkentő tényezőre



A nemlinearitás hatása a keresztmetszetek osztályozására



1. az ε tényező meghatározása:

- szénacélnál $\rightarrow \varepsilon = \left[\frac{235}{f_y} \right]^{1/2}$

- rozsdamentes acélnál $\rightarrow \varepsilon = \left[\frac{235}{f_y} \cdot \frac{E_R}{210000} \right]^{1/2}$

$$E_R = 1,95 - 2,2 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$$

2. gerincek osztályozása nyomott elemek esetén:

- szénacélnál $\rightarrow \frac{c}{t} \leq 33 \cdot \varepsilon$

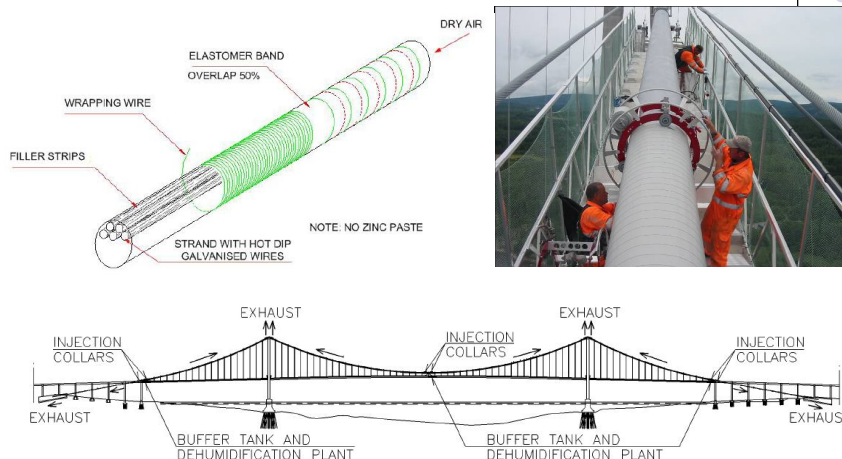
- rozsdamentes acélnál $\rightarrow \frac{c}{t} \leq 25,7 \cdot \varepsilon$

Szerkezetépítés II.

MSZ EN 1993-1-4

39

Kábelek korrózióvédelme



Szerkezetépítés II.

40