



# Környezeti osztályok

## A beton összetétele

**Adalékanyag**

**Cement**

**Víz**

**Légpórusok**

**Kiegészítő anyagok**

**Adalékszerek**

- Hővezető
- Pótló
- Szilárdító
- Szilárdítógátló
- Szilárdító
- Szilárdító
- Szilárdító

**A víz-cement arány**



## A cement hidratációja

A cement vízzel összekeverve kémiai folyamaton megy keresztül, ezt hívjuk hidratációnak. Ez a folyamat hőfelettel jár (exoterm), ún. hidratációs hő keletkezik. A reakció a kezdeti "gelrendszer" kristályosodásához és szilárdulásához (cementkő kialakulásához) vezet.

**A cementkő (lerakódás) legfőbb összetevői**

**Kémiai reakciók**

**Legfontosabb végtermékek**



## Vasbeton korróziója

**Beton korróziója**

- betonszerkezet tönkremenetele
- szilárdság lecsökkenése
- keresztmetszet lecsökkenése
- betonacél korrózióvédelmének leromlása
- felületi megjelenés leromlása

**Betonacél korróziója**

- betonacél keresztmetszetének és teherbírásiának lecsökkenése
- duktilitás és szívósság korlátozódása
- felületi korrózió esetén betontakarás lehetősége
- felületi megjelenés leromlása rozsdafoltokkal

**XF**  
**XA XM**

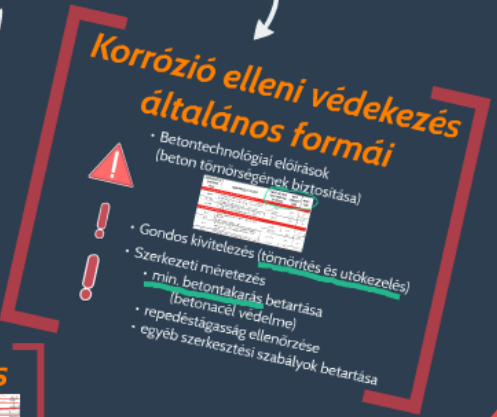
**XC**  
**XD**



## Korrózió elleni védekezés általános formái

**Betontechnológiai előírások (beton tömörségének biztosítása)**

- Gondos kivitelezés (tömörítés és utókezelés)
- Szerkezeti méretezés
- min. betontakarás betartása (betonacél védelme)
- repedéstágasság ellenőrzése
- egyéb szerkezetségi szabályok betartása



## Áttekintés



Készítette:  
Fehér Zoltán  
egyetemi tanársegéd

# A beton összetétele

## Adalékanyag

- Kavicsok, közúszalékok és a homokok alkotják azt a szemcse szerkezetet, amelyek között a megmaradó teret a kötőanyag pépnek lehetőség szerint teljesen ki kell töltenie
- Ezek az adalékanyagok teszik ki meg közelítőleg a beton tömeg szerinti 80%-át, ill. térfogat szerinti 70-75%-át.
- Az adalékanyagok optimális mérete és minősége javítja a beton minőségét.
- Az adalékanyagok lehetnek természetesek, mesterségesek vagy korábbi szerkezetekből újra hasznosított anyagok.



## Cement

- A cement a beton előállításához használt hidraulikus kötőanyag (hidraulikus = vízzel keveredve szilárdul), a cement pép (vízzel kevert cement) a hidratáció (vízfelvétel) által megköt és megszilárdul a levegőn vagy víz alatt.
- A legfőbb alapanyagok, pl. a Portlandcementhez a mészkő, márga és agyag, amelyeket a meghatározott arányban kevernek. Ez egy nyers keverék, amelyet kb. 1450 °C-on kiegészítve klinker keletkezik, amelyet később a jól ismert finomságú cementté őrölnek.

## Víz

## Légpórusok

## Adalékszerek

- Képlékenyítő
- Folyósító
- Stabilizáló
- Légbuborékképző
- Kötéskésleltető
- Tömítő
- stb.

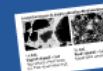
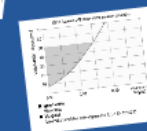
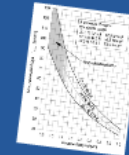
## Kiegészítő anyagok

### A víz-cement tényező

A víz/cement tényező (v/c) a víz: cement tömeg szerinti aránya a frissbetonban. Számítása úgy történik, hogy a teljes vízmennyiség tömegét (v) elosztjuk a hozzáadott cement tömegével (c).

**TÖMÖRSÉGI!**

$$v/c = \frac{v}{c}$$



# Adalékanyag

- Kavicsok, kőzúzalékok és a homokok alkotják azt a szemcse szerkezetet, amelyek között a megmaradó teret a kötőanyag pépnek lehetőség szerint teljesen ki kell töltenie
- Ezek az adalékanyagok teszik ki meg közelítőleg a beton tömeg szerinti 80%-át, ill. térfogat szerinti 70-75%-át.
- Az adalékanyagok optimális mérete és minősége javítja a beton minőségét.
- Az adalékanyagok lehetnek természetesek, mesterségesek vagy korábbi szerkezetekből újra hasznosított anyagok.



# Cement

- A cement a beton előállításához használt hidraulikus kötőanyag (hidraulikus = vízzel keveredve szilárdul), a cement pép (vízzel kevert cement) a hidratáció (vízfelvétel) által megköt és megszilárdul a levegőn vagy víz alatt.
- A legfőbb alapanyagok, pl. a Portlandcementhez a mészkő, márga és agyag, amelyeket a meghatározott arányban kevernek. Ez egy nyers keverék, amelyet kb. 1 450 °C-on kiégetve klinker keletkezik, amelyet később a jól ismert finomságú cementté őrölnek.

# *Adalékszer*

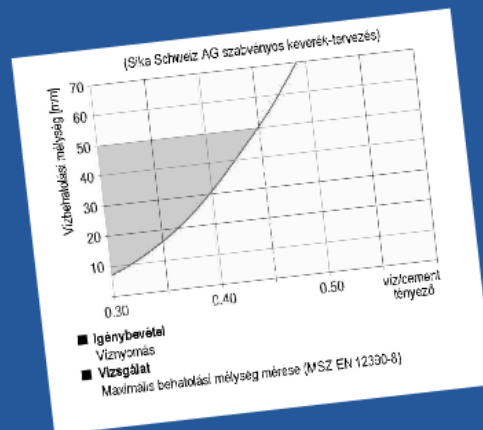
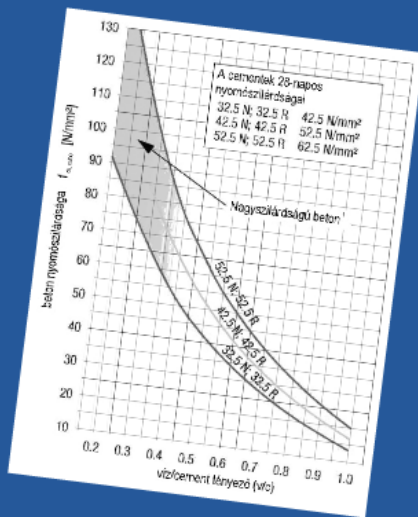
- Képlékenyítő
- Folyósító
- Stabilizáló
- Légbuborékképző
- Kötéskecsleltető
- Tömítő
- stb.

# A víz-cement tényező

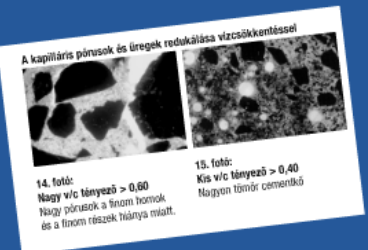
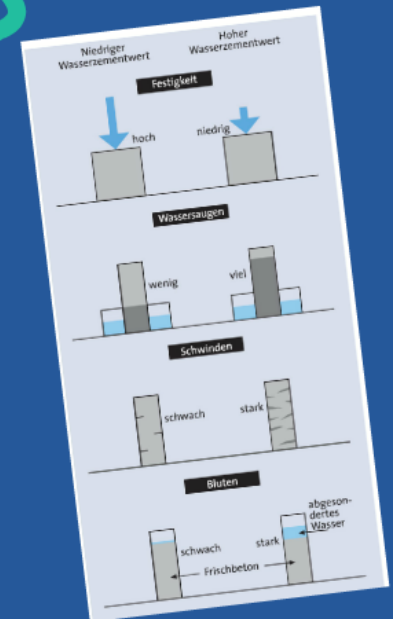
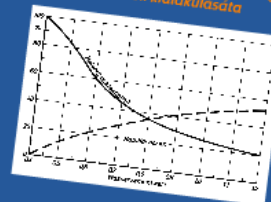
A víz/cement tényező (v/c) a víz: cement tömeg szerinti aránya a frissbetonban. Számítása úgy történik, hogy a teljes vízmennyiség tömegét (v) elosztjuk a hozzáadott cement tömegével (c).

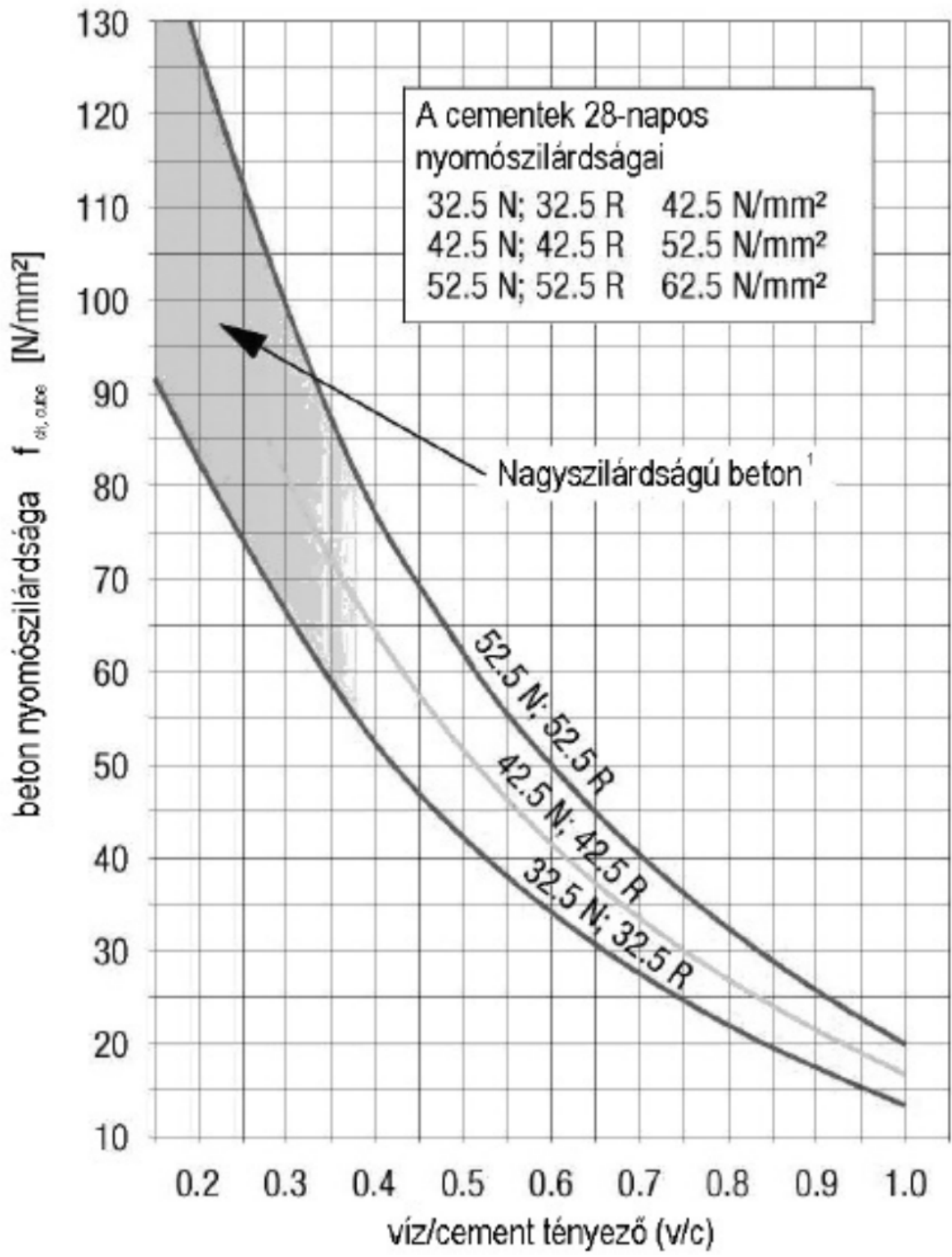
**TÖMÖRSÉG!**

$$v/c = \frac{v}{c}$$



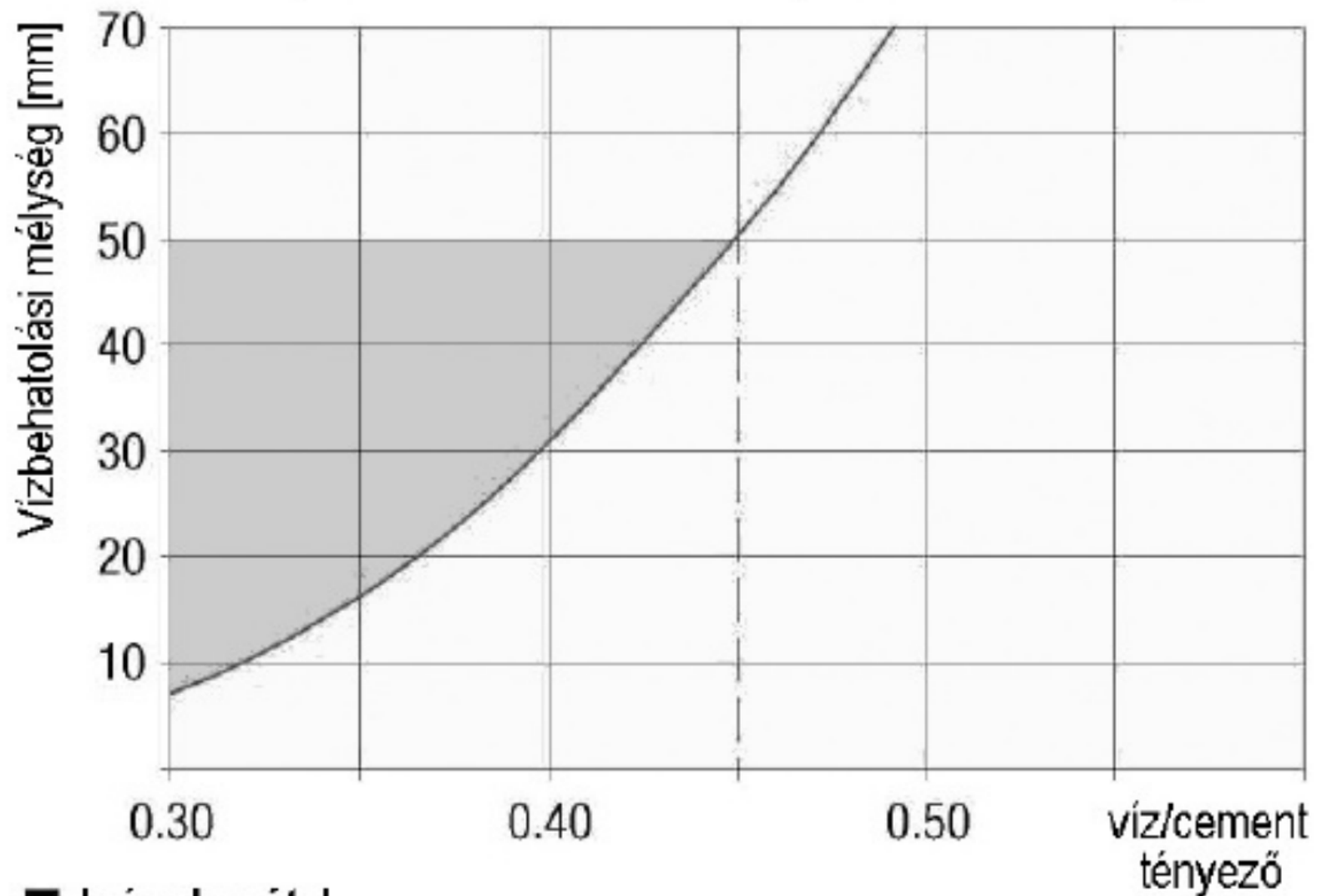
v/c-tényező hatása a nyomószilárdságra és a pórusok kialakulására







(Sika Schweiz AG szabványos keverék-tervezés)



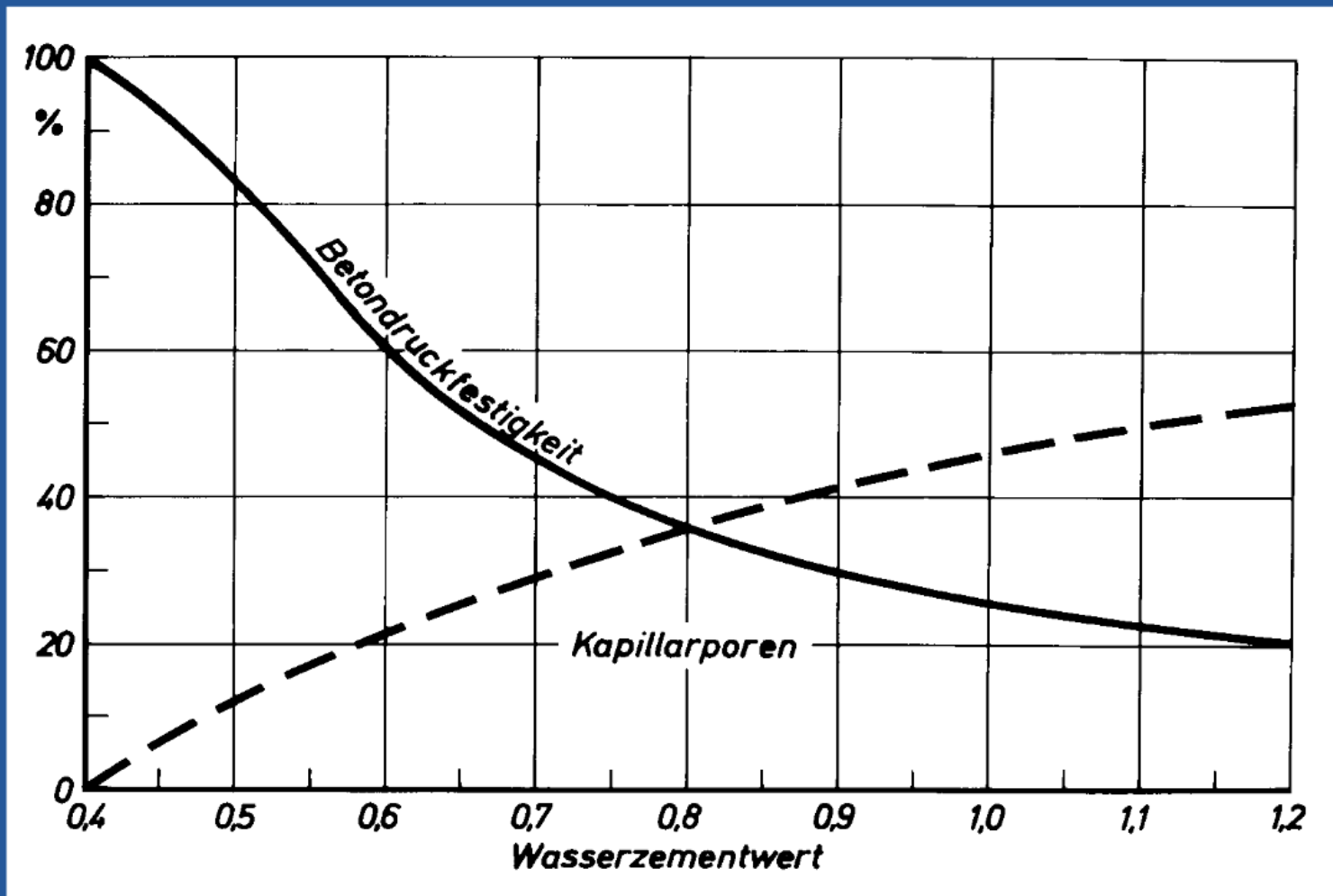
■ **Igénybevétel**

Víznyomás

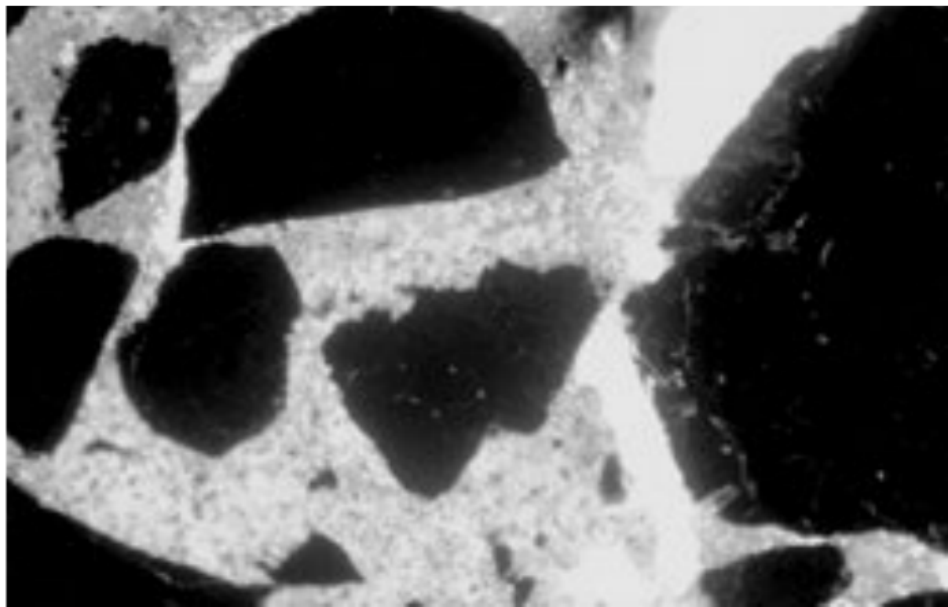
■ **Vizsgálat**

Maximális behatolási mélység mérése (MSZ EN 12390-8)

# *v/c-tényező hatása a nyomószilárdságra és a pórusok kialakulására*



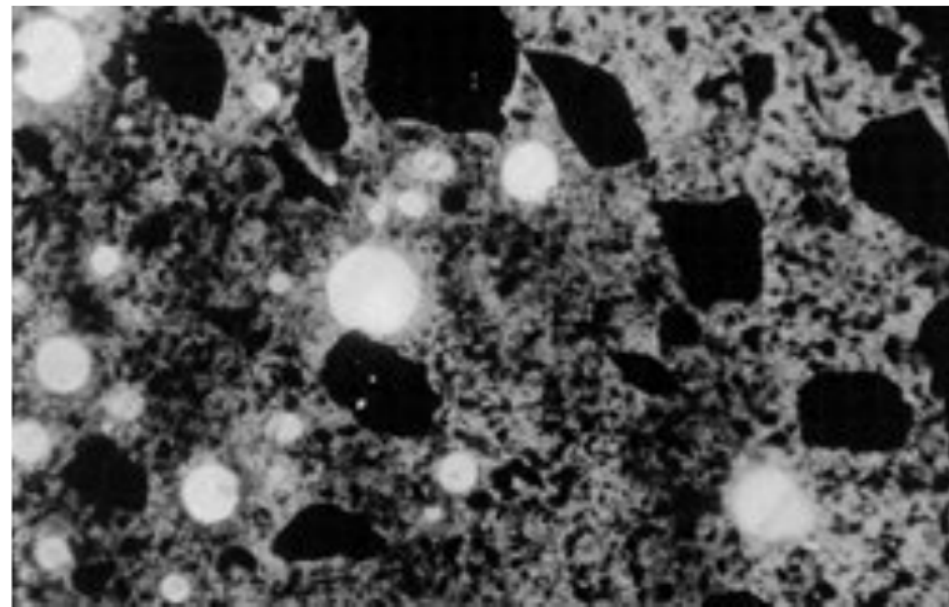
## A kapilláris pórusok és üregek redukálása vízcsökkentéssel



**14. fotó:**

**Nagy v/c tényező  $> 0,60$**

Nagy pórusok a finom homok  
és a finom részek hiánya miatt.



**15. fotó:**

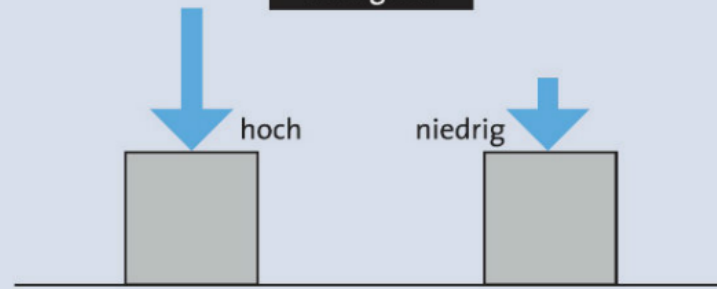
**Kis v/c tényező  $> 0,40$**

Nagyon tömör cementkő

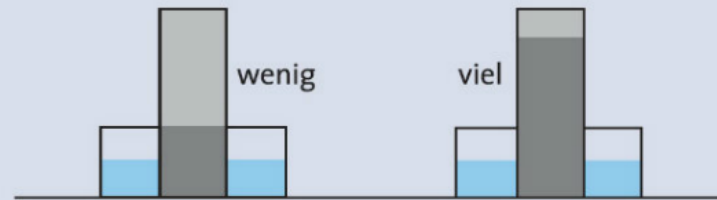
Niedriger  
Wasserzementwert

Hoher  
Wasserzementwert

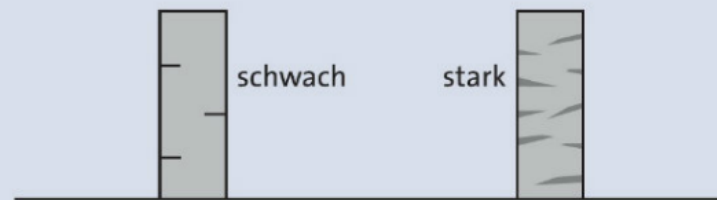
**Festigkeit**



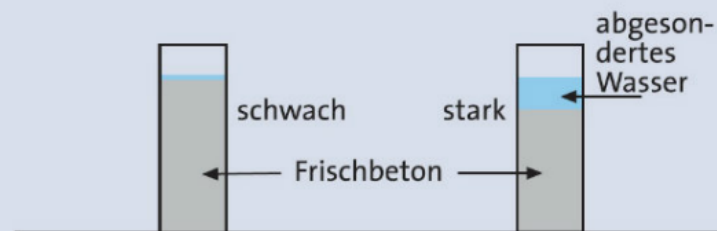
**Wassersaugen**



**Schwinden**



**Bluten**

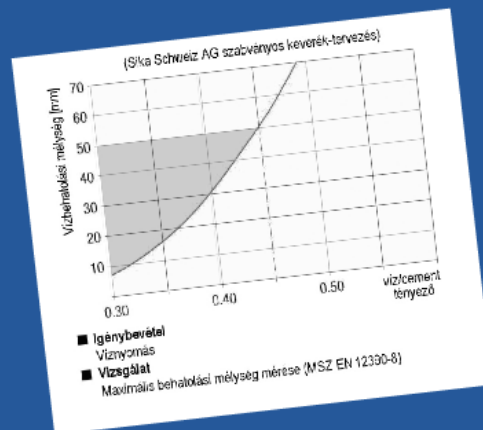
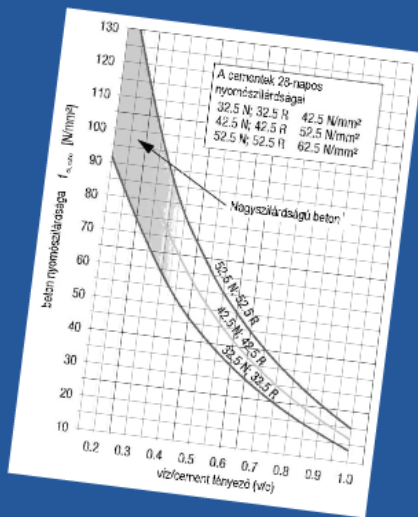


# A víz-cement tényező

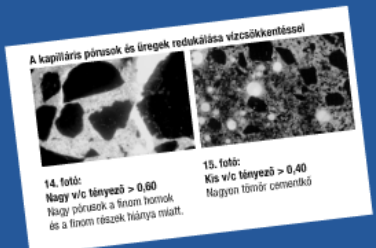
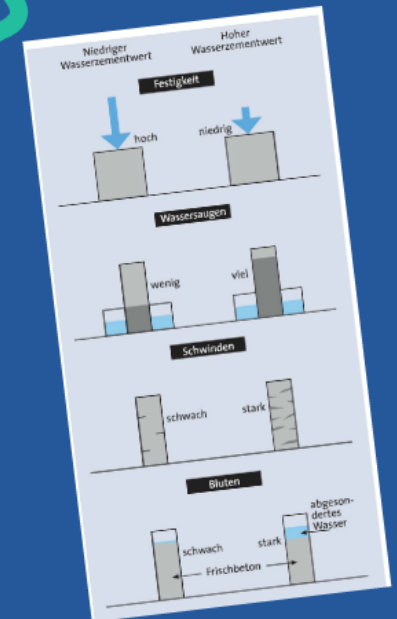
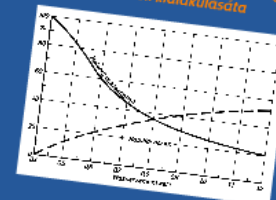
A víz/cement tényező (v/c) a víz: cement tömeg szerinti aránya a frissbetonban. Számítása úgy történik, hogy a teljes vízmennyiség tömegét (v) elosztjuk a hozzáadott cement tömegével (c).

**TÖMÖRSÉG!**

$$v/c = \frac{v}{c}$$



v/c-tényező hatása a nyomószilárdságra és a pórusok kialakulására



# A beton összetétele

## Adalékanyag

- Kavicsok, közúszalékok és a homokok alkotják azt a szemcse szerkezetet, amelyek között a megmaradó teret a kötőanyag pépnek lehetőség szerint teljesen ki kell töltenie
- Ezek az adalékanyagok teszik ki meg közelítőleg a beton tömeg szerinti 80%-át, ill. térfogat szerinti 70-75%-át.
- Az adalékanyagok optimális mérete és minősége javítja a beton minőségét.
- Az adalékanyagok lehetnek természetesek, mesterségesek vagy korábbi szerkezetekből újra hasznosított anyagok.



## Cement

- A cement a beton előállításához használt hidraulikus kötőanyag (hidraulikus = vízzel keveredve szilárdul), a cement pép (vízzel kevert cement) a hidratáció (vízfelvétel) által megköt és megszilárdul a levegőn vagy víz alatt.
- A legfőbb alapanyagok, pl. a Portlandcementhez a mészkő, márga és agyag, amelyeket a meghatározott arányban kevernek. Ez egy nyers keverék, amelyet kb. 1450 °C-on kiegészítve klinker keletkezik, amelyet később a jól ismert finomságú cementté őrölnek.

## Víz

## Légpórusok

## Adalékszerek

- Képlényítő
- Folyósító
- Stabilizáló
- Légbuborékképző
- Kötéskésleltető
- Tömítő
- stb.

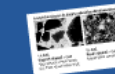
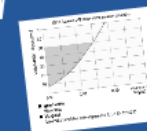
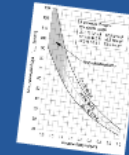
## Kiegészítő anyagok

### A víz-cement tényező

A víz/cement tényező (v/c) a víz: cement tömeg szerinti aránya a frissbetonban. Számítása úgy történik, hogy a teljes vízmennyiség tömegét (v) elosztjuk a hozzáadott cement tömegével (c).

**TÖMÖRSÉGI!**

$$v/c = \frac{v}{c}$$



# A cement hidratációja

A cement vízzel összekeverve kémiai folyamaton megy keresztül, ezt hívjuk *hidratációnak*.

Ez a folyamat hőfejlődéssel jár (exoterm), ún. *hidratációs hő* keletkezik.

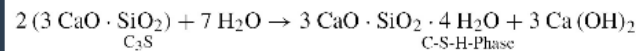
A reakció a kezdeti "gélrendszer" kristályosodásához és szilárdulásához (cementkő kialakulásához) vezet.

## A cementklinker legfőbb összetevői



## Kémiai reakciók

Kristályszerkezetet biztosító folyamatok ✓



Gipszkő hozzáadásával ettringit képződik ⚠



## Legfontosabb végtermékek

CSH (Kalcium-szilikát-hidrát gél) ✓

- betonszilárdság ✓
- tömörség
- tartósság

Ca(OH)<sub>2</sub> (Kalcium-hidroxid) ✓

- vasalás védelme (pH>12) ⚠
- vízben oldható
- szulfátkorrózió okozója

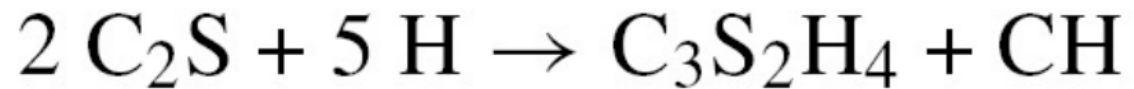
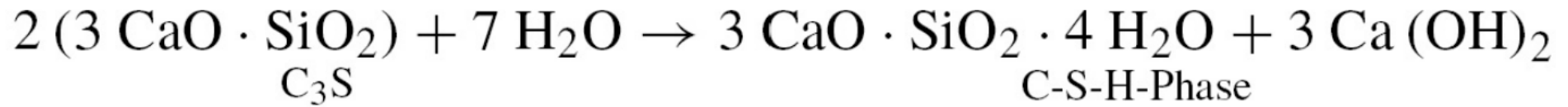
# *A cementklinker legfőbb összetevői*



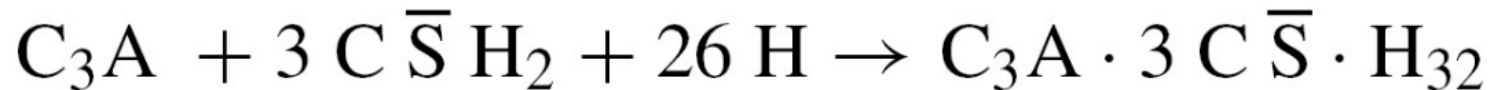


# Kémiai reakciók

Kristályszerkezetet biztosító folyamatok 



Gipszkő hozzáadásával ettringit képződik 



# Legfontosabb végtermékek

CSH (Kalcium-szilikát-hidrát gél)

- betonszilárdság
- tömörség
- tartósság



Ca(OH)<sub>2</sub> (Kalcium-hidroxid)

- vasalás védelme (pH>12)
- vízben oldható
- szulfátkorrózió okozója



# A cement hidratációja

A cement vízzel összekeverve kémiai folyamaton megy keresztül, ezt hívjuk *hidratációnak*.

Ez a folyamat hőfejlődéssel jár (exoterm), ún. *hidratációs hő* keletkezik.

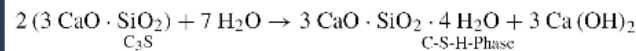
A reakció a kezdeti "gélrendszer" kristályosodásához és szilárdulásához (cementkő kialakulásához) vezet.

## A cementklinker legfőbb összetevői



## Kémiai reakciók

Kristályszerkezetet biztosító folyamatok ✓



Gipszkő hozzáadásával ettringit képződik ⚠



## Legfontosabb végtermékek

CSH (Kalcium-szilikát-hidrát gél) ✓

- betonszilárdság ✓
- tömörség
- tartósság

Ca(OH)<sub>2</sub> (Kalcium-hidroxid) ✓

- vasalás védelme (pH>12) ⚠
- vízben oldható
- szulfátkorrózió okozója

# Környezeti osztályok

## A beton összetétele

**Adalékanyag**

**Cement**

**Víz**

**Légpórusok**

**Kiegészítő anyagok**

**Adalékszerek**

- Hővezető
- Pótló
- Szilárdító
- Szilárdítók
- Szilárdítók
- Szilárdítók
- Szilárdítók
- Szilárdítók

**A víz-cement arány**



## A cement hidratációja

A cement vízzel összekeverve kémiai folyamaton megy keresztül, ezt hívjuk hidratációnak. Ez a folyamat hőfelettel jár (exoterm), ún. hidratációs hő keletkezik. A reakció a kezdeti "gelrendszer" kristályosodásához és szilárdulásához (cementkő kialakulásához) vezet.

**A cementkő (linker) legfőbb összetevői**

**Kémiai reakciók**

**Legfontosabb végtermékek**



## Vasbeton korróziója

**Beton korróziója**

- betonszerkezet tönkremenetele
- szilárdság lecsökkenése
- keresztmetszet lecsökkenése
- betonacél korrózióvédelmének leromlása
- felületi megjelenés leromlása

**Betonacél korróziója**

- betonacél keresztmetszetének és teherbírásiának lecsökkenése
- duktilitás és szívósság korlátozódása
- felületi korrózió esetén betontakarás lehetősége
- felületi megjelenés leromlása rozsdafoltokkal

**XF**  
**XA XM**

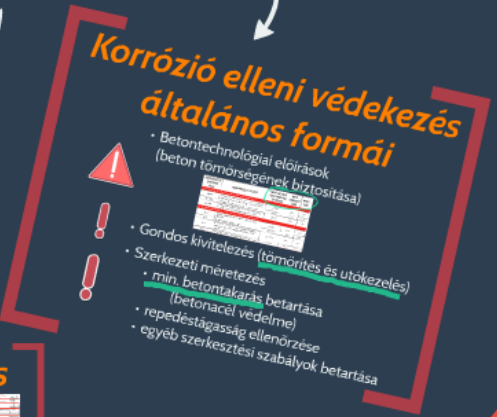
**XC**  
**XD**



## Korrózió elleni védekezés általános formái

**Betontechnológiai előírások (beton tömörségének biztosítása)**

- Gondos kivitelezés (tömörítés és utókezelés)
- Szerkezeti méretezés
- min. betontakarás betartása (betonacél védelme)
- repedéstágasság ellenőrzése
- egyéb szerkezetségi szabályok betartása



## Áttekintés

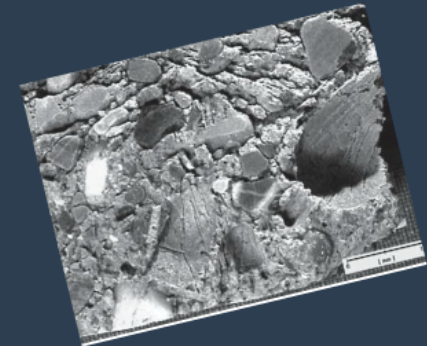


Készítette:  
Fehér Zoltán  
egyetemi tanársegéd

# Vasbeton korróziója

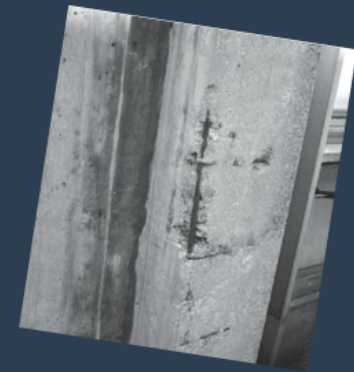
## Beton korróziója

- betonszerkezet tönkremenetele
- szilárdság lecsökkenése
- keresztmetszet lecsökkenése
- betonacél korrózióvédelmének leromlása
- felületi megjelenés leromlása



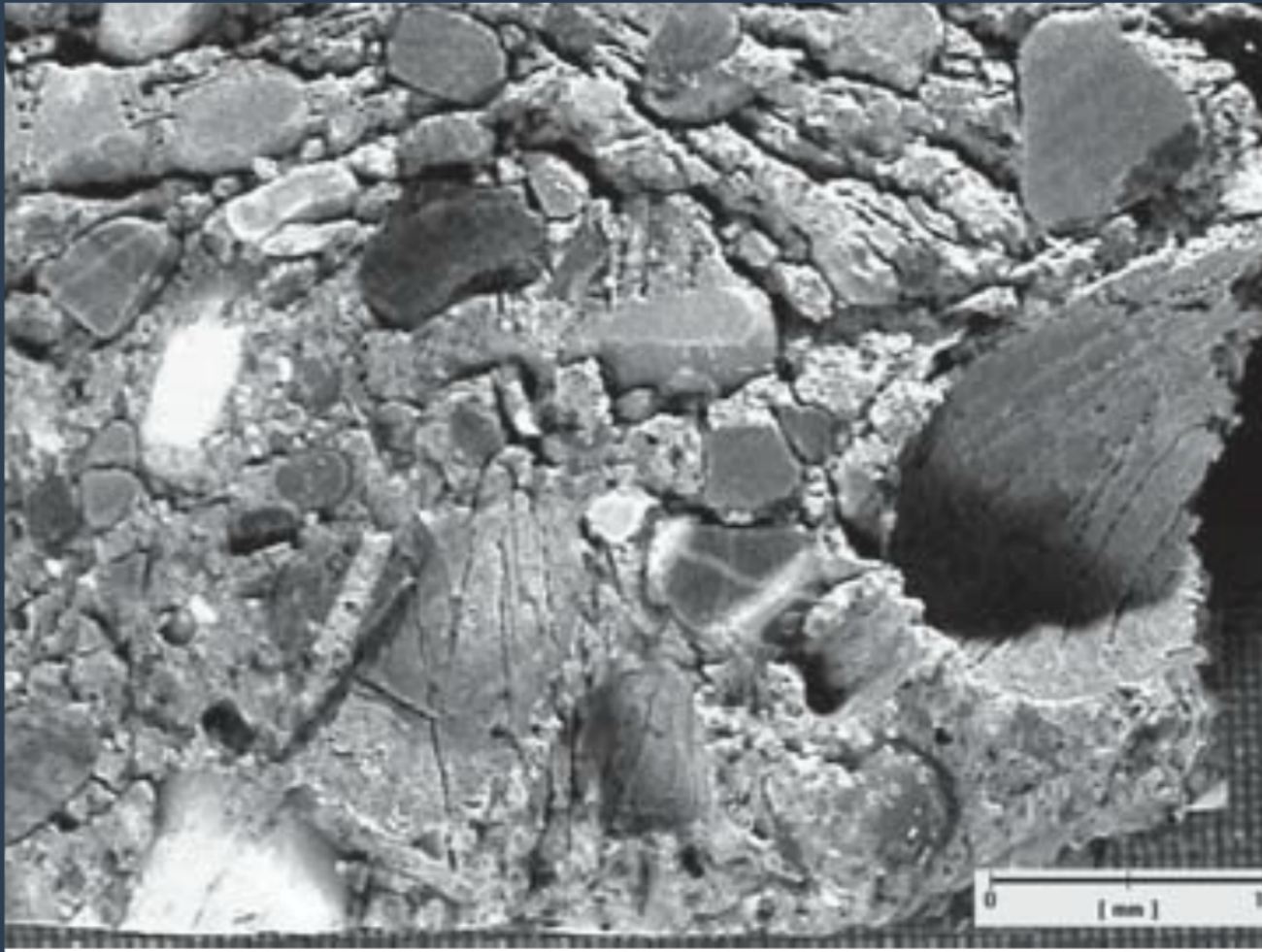
## Betonacél korróziója

- betonacél keresztmetszetének és teherbírásának lecsökkenése
- duktilitás és szívósság korlátozódása
- felületi korrózió esetén betontakarás lehasítása
- felületi megjelenés leromlása rozsdafoltokkal



**XF**  
**XA XM**

**XC**  
**XD**



sa

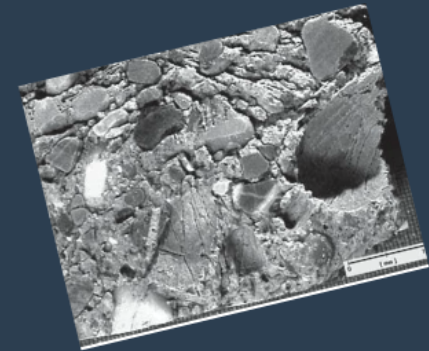


# Vasbeton korróziója

## Beton korróziója

- betonszerkezet tönkremenetele
- szilárdság lecsökkenése
- keresztmetszet lecsökkenése
- betonacél korrózióvédelmének leromlása
- felületi megjelenés leromlása

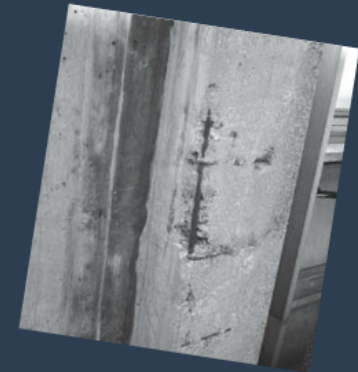
**XF**  
**XA XM**



## Betonacél korróziója

- betonacél keresztmetszetének és teherbírásának lecsökkenése
- duktilitás és szívósság korlátozódása
- felületi korrózió esetén betontakarás lehasítása
- felületi megjelenés leromlása rozsdafoltokkal

**XC**  
**XD**





# Környezeti osztályok

## A beton összetétele

**Adalékanyag**

**Cement**

**Víz**

**Légpórusok**

**Kiegészítő anyagok**

**Adalékszerek**

- Hővezető
- Pótló
- Szilárdító
- Szilárdítók
- Szilárdítók
- Szilárdítók
- Szilárdítók

**A víz-cement arány**



## A cement hidratációja

A cement vízzel összekeverve kémiai folyamaton megy keresztül, ezt hívjuk hidratációnak. Ez a folyamat hőfelettel jár (exoterm), ún. hidratációs hő keletkezik. A reakció a kezdeti "gelrendszer" kristályosodásához és szilárdulásához (cementkő kialakulásához) vezet.

**A cementkő (lerakódás) legfőbb összetevői**

**Kémiai reakciók**

**Legfontosabb végtermékek**



## Vasbeton korróziója

**Beton korróziója**

- betonszerkezet tönkremenetele
- szilárdság lecsökkenése
- keresztmetszet lecsökkenése
- betonacél korrózióvédelmének leromlása
- felületi megjelenés leromlása

**Betonacél korróziója**

- betonacél keresztmetszetének és teherbírásiának lecsökkenése
- duktilitás és szívósság korlátozódása
- felületi korrózió esetén betontakarás lehetősége
- felületi megjelenés leromlása rozsdafoltokkal

**XF**  
**XA XM**

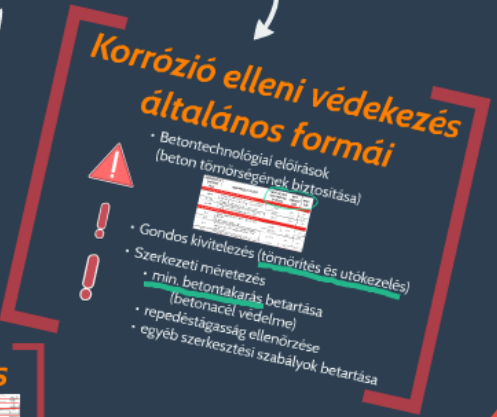
**XC**  
**XD**



## Korrózió elleni védekezés általános formái

**Betontechnológiai előírások (beton tömörségének biztosítása)**

- Gondos kivitelezés (tömörítés és utókezelés)
- Szerkezeti méretezés
- min. betontakarás betartása (betonacél védelme)
- repedéstágasság ellenőrzése
- egyéb szerkezetszabályok betartása



## Áttekintés



Készítette:  
Fehér Zoltán  
egyetemi tanársegéd

# Korrózió elleni védekezés általános formái

- Betontechnológiai előírások  
(beton tömörségének biztosítása)



KÖRNYEZETI OSZTÁLY JELE	KÖRNYEZETI HATÁS	MIN. BETON SZILÁRDSÁGI OSZTÁLY	MIN. CEMENT (KG)	MAX. V/C
<b>1. XC Környezeti hatásoknak ki nem tért beton szerkezetek</b>				
XN (H)	Környezeti hatásoknak nem ellenálló és szilárdsági szempontból alárendelt jelentőségű beton	C9/10	230	0,75
XOb (H)	Környezeti hatásoknak nem ellenálló beton	C12/15	230	0,70
Xov (H)	Környezeti hatásoknak nem ellenálló vasbeton, legfeljebb 35% relatív páratartalmú helyen	C16/20	250	0,70
<b>2. XC Karbonátsódásnak ellenálló beton és vasbeton szerkezetek</b>				
XC1	Száraz, vagy tartósan nedves helyen, állandó víz alatt	C20/25	260	0,65
XC2	Nedves, ritkán száraz helyen	C25/30	280	0,60
XC3	Mórszállton nedves helyen, nagy relatív páratartalmú épületben, vagy a szabadban esőtől védett helyen	C30/37	280	0,55
XC4	Váltakozva nedves és száraz, víznek kitett helyen	C30/37	300	0,50

- Gondos kivitelezés (tömörítés és utókezelés)
- Szerkezeti méretezés
  - min. betontakarás betartása  
(betonacél védelme)
  - repedéstágasság ellenőrzése
  - egyéb szerkesztési szabályok betartása



# tömörségének bizto

KÖRNYEZETI OSZTÁLY JELE	KÖRNYEZETI HATÁS	MIN. BETON SZILÁRDSÁGI OSZTÁLY	MIN. CEMENT (KG)	MAX. V/C
<b>1. X0 Környezeti hatásoknak ki nem tett beton szerkezetek</b>				
XN (H)	Környezeti hatásoknak nem ellenálló és szilárdsági szempontból alárendelt jelentőségű beton	C8/10	210	0,75
X0b (H)	Környezeti hatásoknak nem ellenálló beton	C12/15	230	0,70
X0v (H)	Környezeti hatásoknak nem ellenálló vasbeton, legfeljebb 35% relatív páratartalmú helyen	C16/20	250	0,70
<b>2. XC Karbonátosodásnak ellenálló beton és vasbeton szerkezetek</b>				
XC1	Száraz, vagy tartósan nedves helyen, állandó víz alatt	C20/25	260	0,65
XC2	Nedves, ritkán száraz helyen	C25/30	280	0,60
XC3	Mérsékelten nedves helyen, nagy relatív páratartalmú épületben, vagy a szabadban esőtől védett helyen	C30/37	280	0,55
XC4	Váltakozva nedves és száraz, víznek kitett helyen	C30/37	300	0,50

# s kivitelezés (tömörí

# Korrózió elleni védekezés általános formái

- Betontechnológiai előírások  
(beton tömörségének biztosítása)



KÖRNYEZETI OSZTÁLY JELE	KÖRNYEZETI HATÁS	MIN. BETON SZILÁRDSÁGI OSZTÁLY	MIN. CEMENT (KG)	MAX. V/C
<b>1. XC Környezeti hatásoknak ki nem tért beton szerkezetek</b>				
XN (H)	Környezeti hatásoknak nem ellenálló és szilárdsági szempontból alárendelt jelentőségű beton	C9/10	230	0,75
XOb (H)	Környezeti hatásoknak nem ellenálló beton	C12/15	230	0,70
Xov (H)	Környezeti hatásoknak nem ellenálló vasbeton, legfeljebb 35% relatív páratartalmú helyen	C16/20	250	0,70
<b>2. XC Karbonátsódásnak ellenálló beton és vasbeton szerkezetek</b>				
XC1	Száraz, vagy tartósan nedves helyen, állandó víz alatt	C20/25	260	0,65
XC2	Nedves, ritkán száraz helyen	C25/30	280	0,60
XC3	Mórszállton nedves helyen, nagy relatív páratartalmú épületben, vagy a szabadban esőtől védett helyen	C30/37	280	0,55
XC4	Váltakozva nedves és száraz, víznek kitett helyen	C30/37	300	0,50

- Gondos kivitelezés (tömörítés és utókezelés)
- Szerkezeti méretezés
  - min. betontakarás betartása  
(betonacél védelme)
  - repedéstágasság ellenőrzése
  - egyéb szerkesztési szabályok betartása



# Környezeti osztályok

## A beton összetétele

**Adalékanyag**

**Cement**

**Víz**

**Légpórusok**

**Kiegészítő anyagok**

**Adalékszerek**

- Hővezető
- Pótló
- Szilárdító
- Szilárdítógátló
- Szilárdító
- ...

**A víz-cement arány**

## A cement hidratációja

A cement vízzel összekeverve kémiai folyamaton megy keresztül, ezt hívjuk hidratációnak. Ez a folyamat hőfelettel jár (exoterm), ún. hidratációs hő keletkezik. A reakció a kezdeti "gelrendszer" kristályosodásához és szilárdulásához (cementkő kialakulásához) vezet.

**A cementkő (linker) legfőbb összetevői**

**Kémiai reakciók**

**Legfontosabb végtermékek**

## Vasbeton korróziója

**Beton korróziója**

- betonszerkezet tönkremenetele
- szilárdság lecsökkenése
- keresztmetszet lecsökkenése
- betonacél korrózióvédelmének leromlása
- felületi megjelenés leromlása

**Betonacél korróziója**

- betonacél keresztmetszetének és teherbírásiának lecsökkenése
- duktilitás és szívósság korlátozódása
- felületi korrózió esetén betontakarás lehetősége
- felületi megjelenés leromlása rozsdafoltokkal

**XF**  
**XA XM**

**XC**  
**XD**

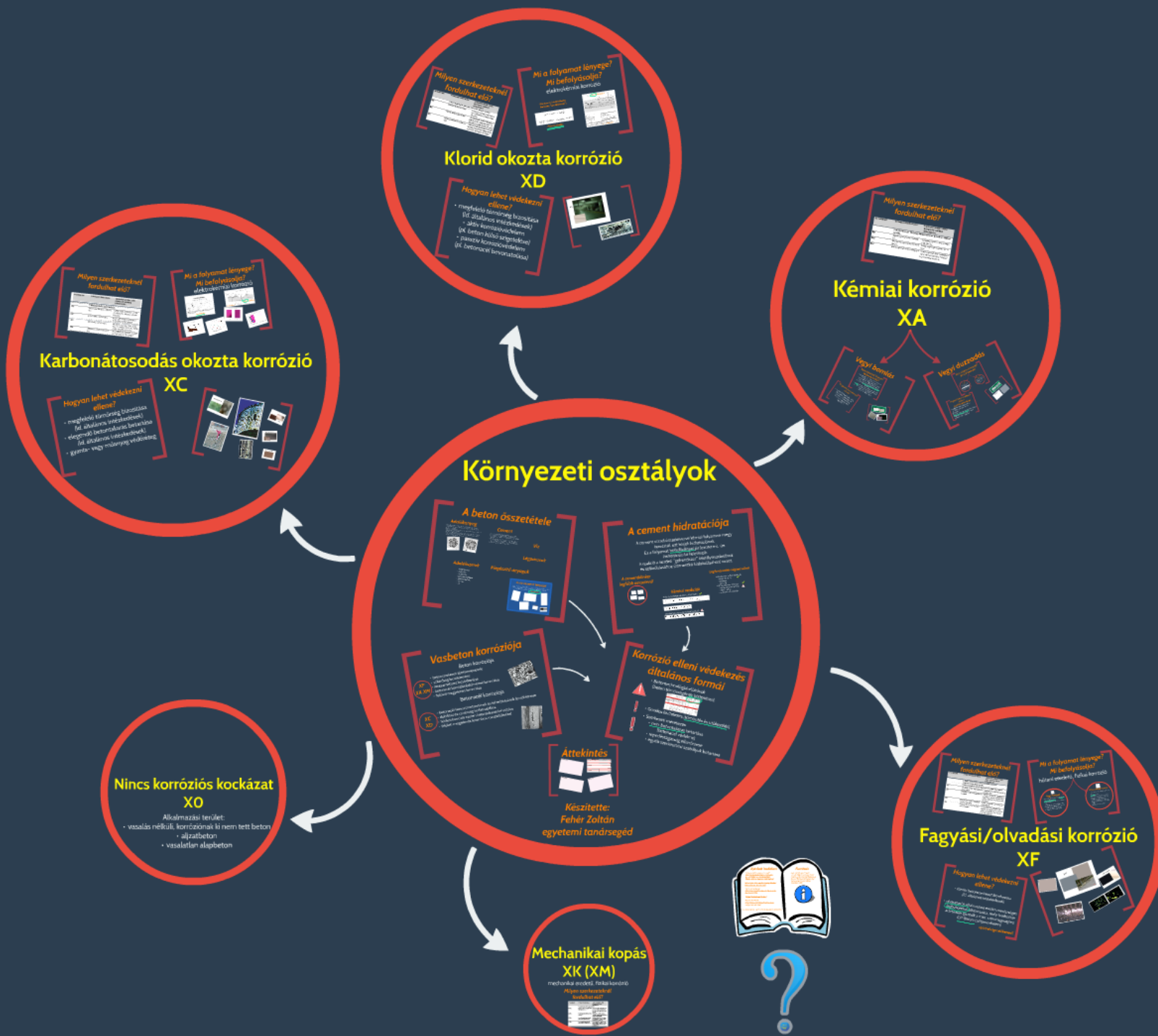
## Korrózió elleni védekezés általános formái

**Betontechnológiai előírások (beton tömörségének biztosítása)**

- Gondos kivitelezés (tömörítés és utókezelés)
- Szerkezeti méretezés
- min. betontakarás betartása (betonacél védelme)
- repedéstágasság ellenőrzése
- egyéb szerkezetségi szabályok betartása

## Áttekintés

Készítette:  
Fehér Zoltán  
egyetemi tanársegéd



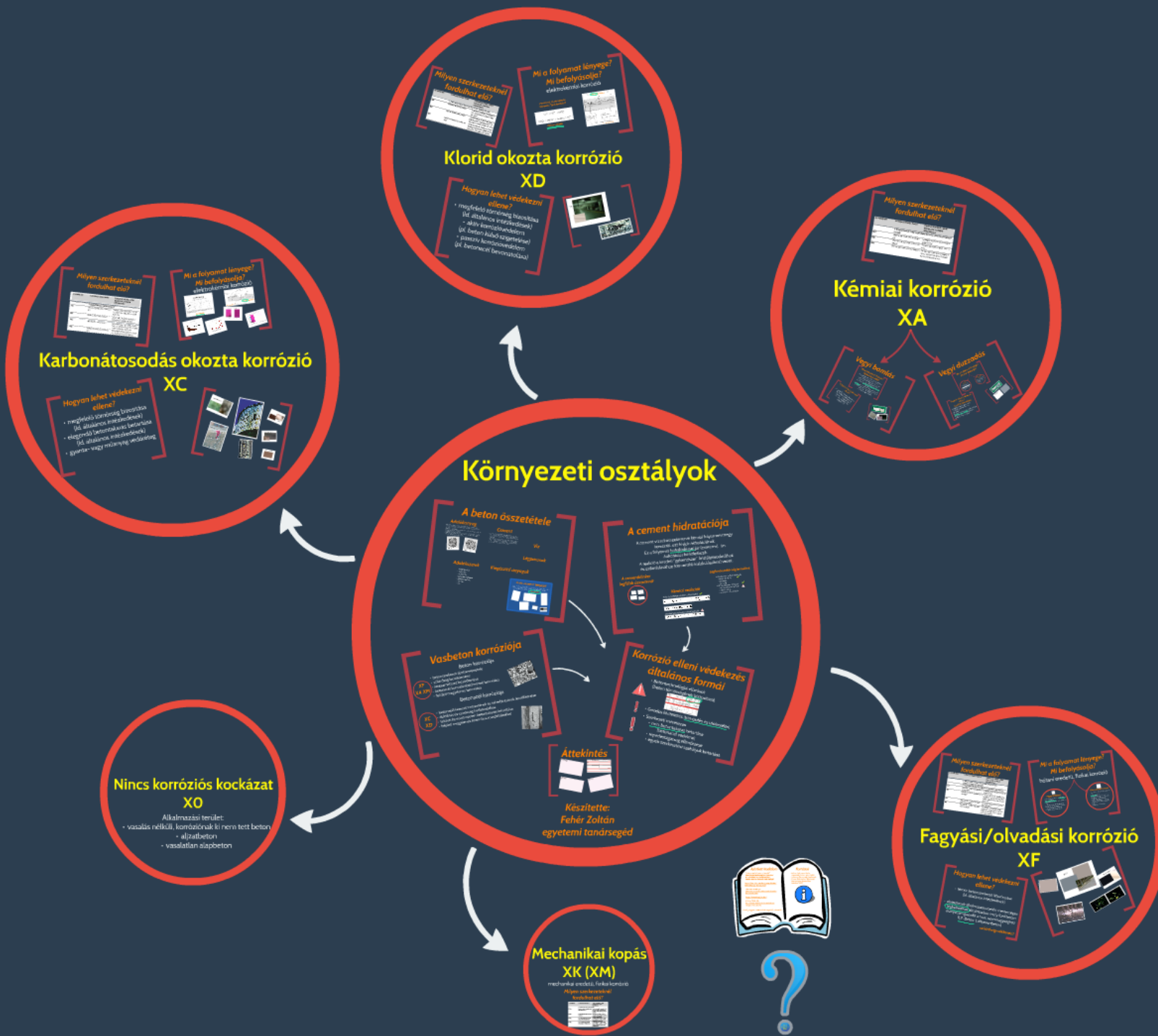
# Nincs korróziós kockázat

## X0

Alkalmazási terület:

- vasalás nélküli, korrózióknak ki nem tett beton
  - aljzatbeton
- vasalatlan alapbeton





**Milyen szerkezeteknél fordulhat elő?**

**Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja?**

**Hogyan lehet védekezni ellene?**

- megfelelő korroszió védelem (pl. alacsony szulfidtartalom)
- beton klorid tartalmának ellenőrzése
- passzív korroszióvédelem (pl. betonraclé bevonatolása)

**Milyen szerkezeteknél fordulhat elő?**

**Vegyi bomlás**

**Vegyi durvasítás**

**Milyen szerkezeteknél fordulhat elő?**

**Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja?**

**Hogyan lehet védekezni ellene?**

- megfelelő szilárdság biztosítása (pl. alacsony szulfidtartalom)
- elcsiszolás (betonfelületi tisztítás)
- gipsz- vagy műanyag védőréteg

**A beton összetétele**

**A cement hidratációja**

**Vasbeton korróziója**

**Korrózió elleni védekezés általános formái**

**Áttekintés**

Készítette: Fehér Zoltán egyetemi tanársegéd

**Alkalmazási terület:**

- vasalás nélküli, korroziónak ki nem tett beton
- alapbeton
- vaslatlan alapbeton

**Mechanikai kopás XK (XM)**

mechanikai erők hatására felületvesztés





Milyen szerkezeteknél fordulhat elő?

Az osztály jelölése	A környezeti feltétel leírása	Tárgyszaktól példák a NEMU (környezeti) osztályok meghatározására
X01	2. Kritikusítottán okozta korrodálást Szorult vagy állandóan magas hőmérséklet	Chemical attack products (acidic) in concrete In high temperature In high humidity
X02	Élőhely, állandó páratartalom	High humidity High humidity in concrete High humidity in concrete
X03	Mérsékelt és magas páratartalom	Moderate humidity High humidity in concrete High humidity in concrete
X04	Közvetlen nedvesség és szorult hőmérséklet	High humidity in concrete High humidity in concrete High humidity in concrete

Mi a folyamat lényege?  
Mi befolyásolja?  
elektrokémiai korrózió



# Karbonátosodás okozta korrózió

XC

Hogyan lehet védekezni ellene?

- megfelelő tömörség biztosítása (ld. általános intézkedések)
- elegendő betontakarás betartása (ld. általános intézkedések)
- gyanta- vagy műanyag védőréteg



# Milyen szerkezeteknél fordulhat elő?

Az osztály jele	A környezeti hatás leírása	Tájékoztató példák a kitéti (környezeti) osztályok előfordulására
<b>2. Karbonátosodás okozta korrózió</b>		
<b>XC1</b>	Száraz vagy állandóan nedves helyen	Csekély relatív páratartalmú épületben lévő beton. Állandóan víz alatt lévő beton.
<b>XC2</b>	Nedves, ritkán száraz helyen	Hosszú időn át vízzel érintkező betonfelületek. Sokféle alaptest.
<b>XC3</b>	Mérsékelt nedves helyen	Mérsékelt vagy nagy relatív páratartalmú épületekben lévő beton. Esőtől védett, szabadban lévő beton.
<b>XC4</b>	Váltakozva nedves és száraz helyen	Víznek kitett betonfelületek, amelyek nem tartoznak az XC2 osztályba

# Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja? elektrokémiai korrózió

### Karbonatisierung

$$\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$$

Die Karbonatisierung ist im allgemeinen von folgenden Einflüssen abhängig:

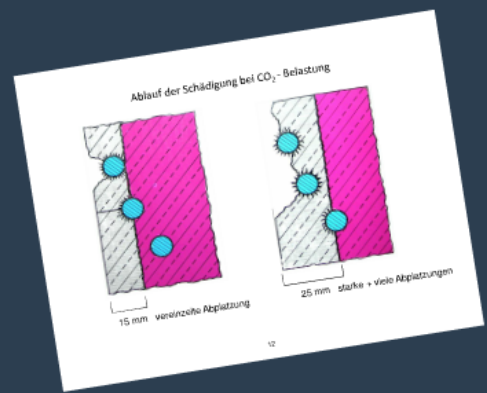
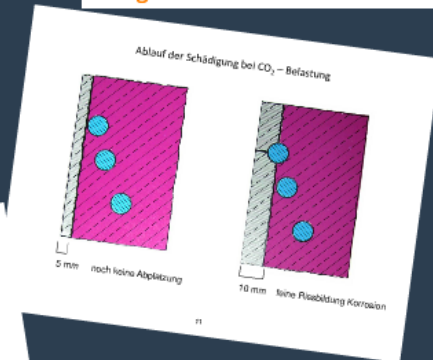
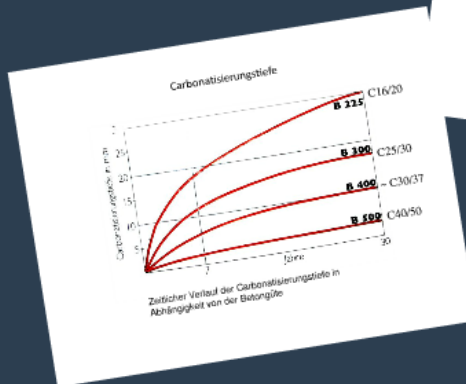
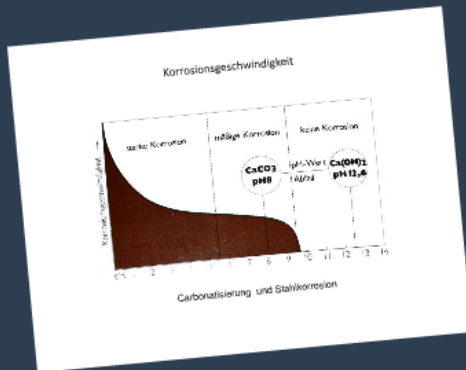
- dem CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft (ca. 0,03 Vol.-%, in Städten bis zu 10-mal so große Werte)
- den Umgebungsbedingungen (Luftfeuchtigkeit)
- der Dichtigkeit des Betons (je dichter der Beton desto kleiner die Karbonatisierungstiefe)
- dem Karbonatisierungsfortschritt (abhängig von der Betongüte, je besser die Güte desto kleiner die Karbonatisierung)

Dadurch sinkt der pH-Wert in der Betondeckung ggf. unter 10 ab, d.h. es findet ein Übergang von stark basischem bis zu schwach basischem Verhalten bis hin zu neutralem Verhalten statt.

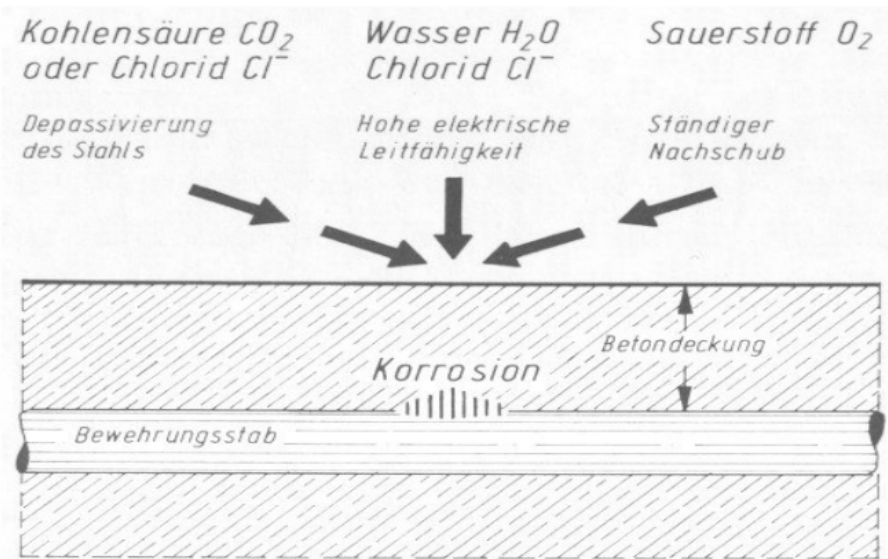
**Passivälódás**

Luft, Wassertropfen, guter Zutritt von Sauerstoff zum Metall, Kathode, Anode, Eisen bzw. Stahl, Rostring, Fe<sup>2+</sup>, 2 e<sup>-</sup>, **Rozsda képződése**, térfogatnövekedés!!

Rosten:  $\text{Fe}^{2+} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{Fe(OH)}_2$   
 $4 \text{Fe(OH)}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{FeOOH} + 2 \text{H}_2\text{O}$



# Karbonatisierung



Die Karbonatisierung ist im allgemeinen von folgenden Einflüssen abhängig:

dem CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft (ca. 0,03 Vol.-%, in Städten bis zu 10-mal so große Werte)

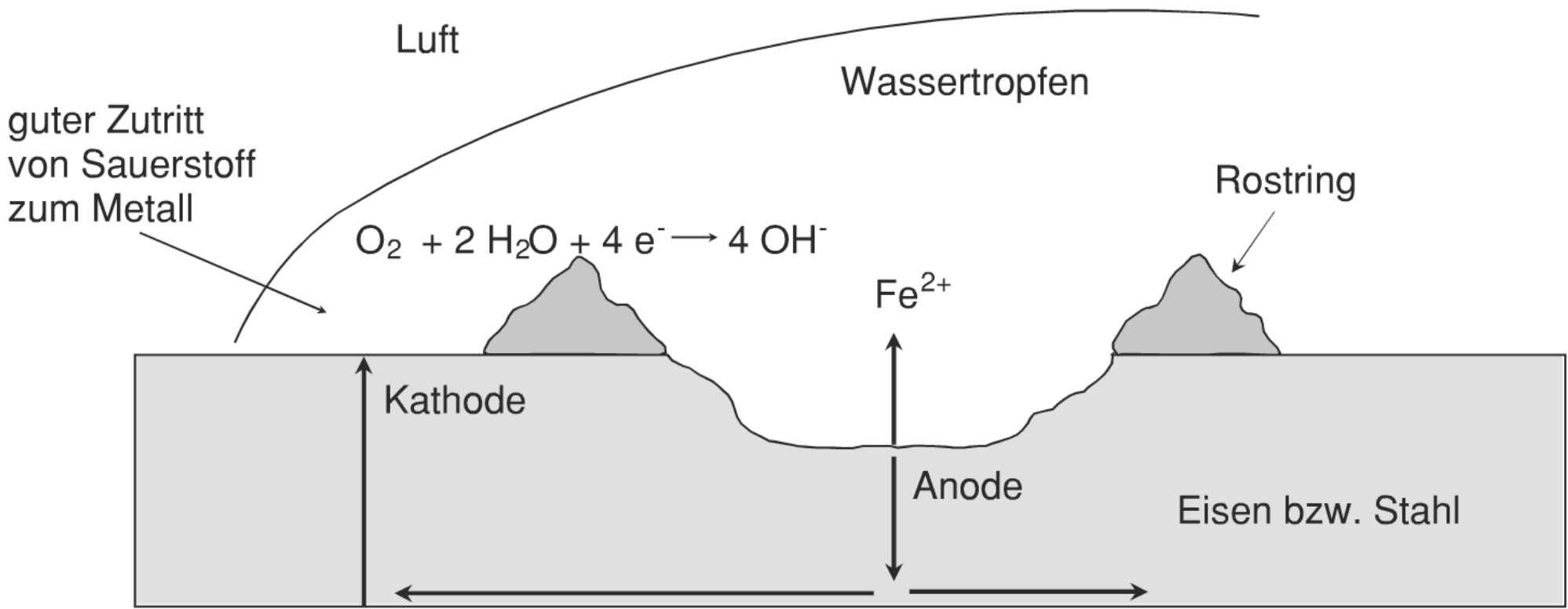
den Umgebungsbedingungen (Luftfeuchtigkeit)

der Dichtigkeit des Betons (je dichter der Beton desto kleiner die Karbonatisierungstiefe)

dem Karbonatisierungsfortschritt (abhängig von der Betongüte, je besser die Güte desto kleiner die Karbonatisierung)

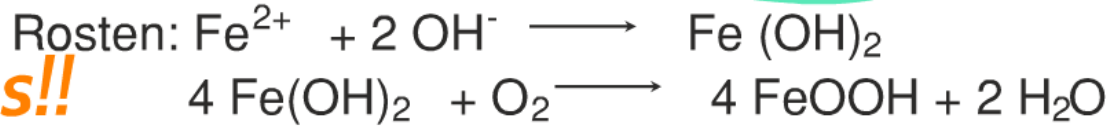
Dadurch sinkt der pH-Wert in der Betondeckung ggf. unter 10 ab, d.h. es findet ein Übergang von stark basischem bis zu schwach basischem Verhalten bis hin zu neutralem Verhalten statt.

**Passzíválóadás**

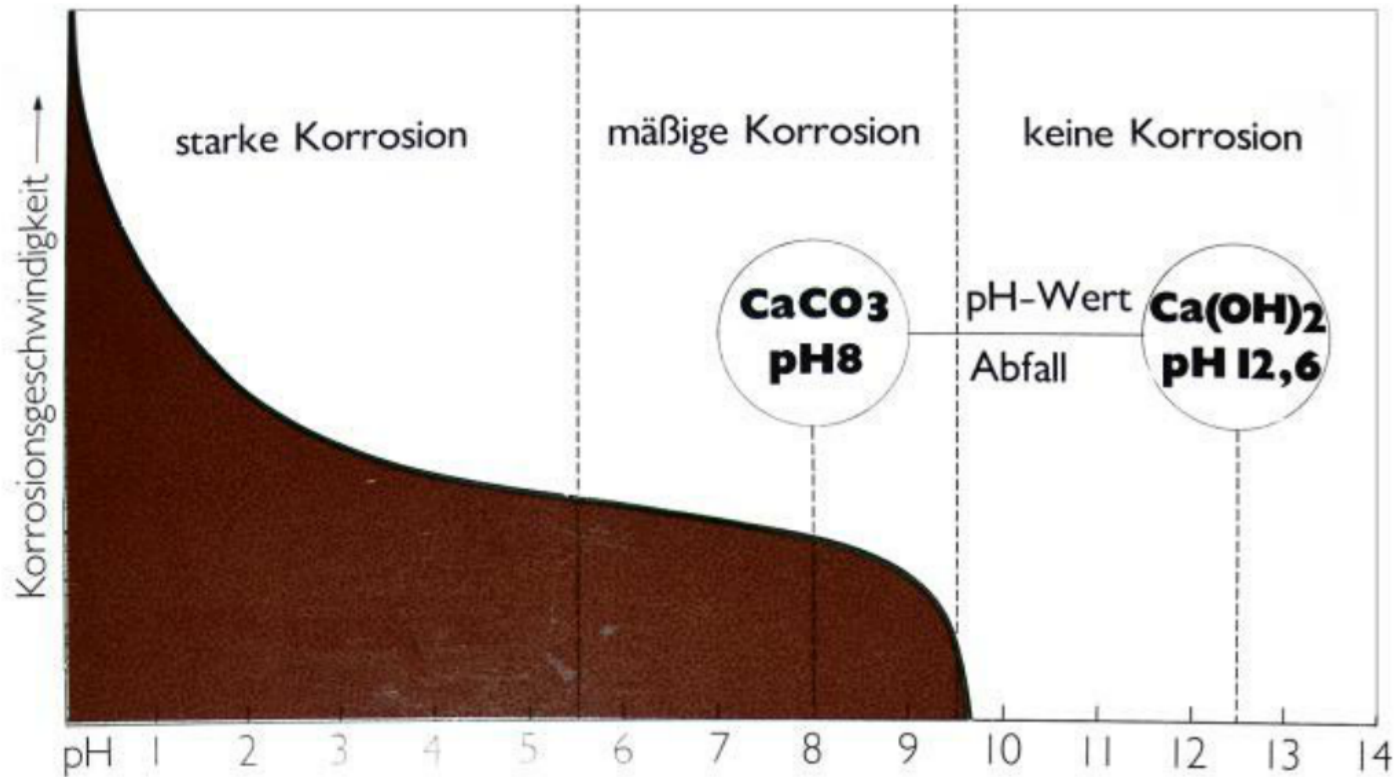


## Rozsda képződése

térfogatnövekedés!!

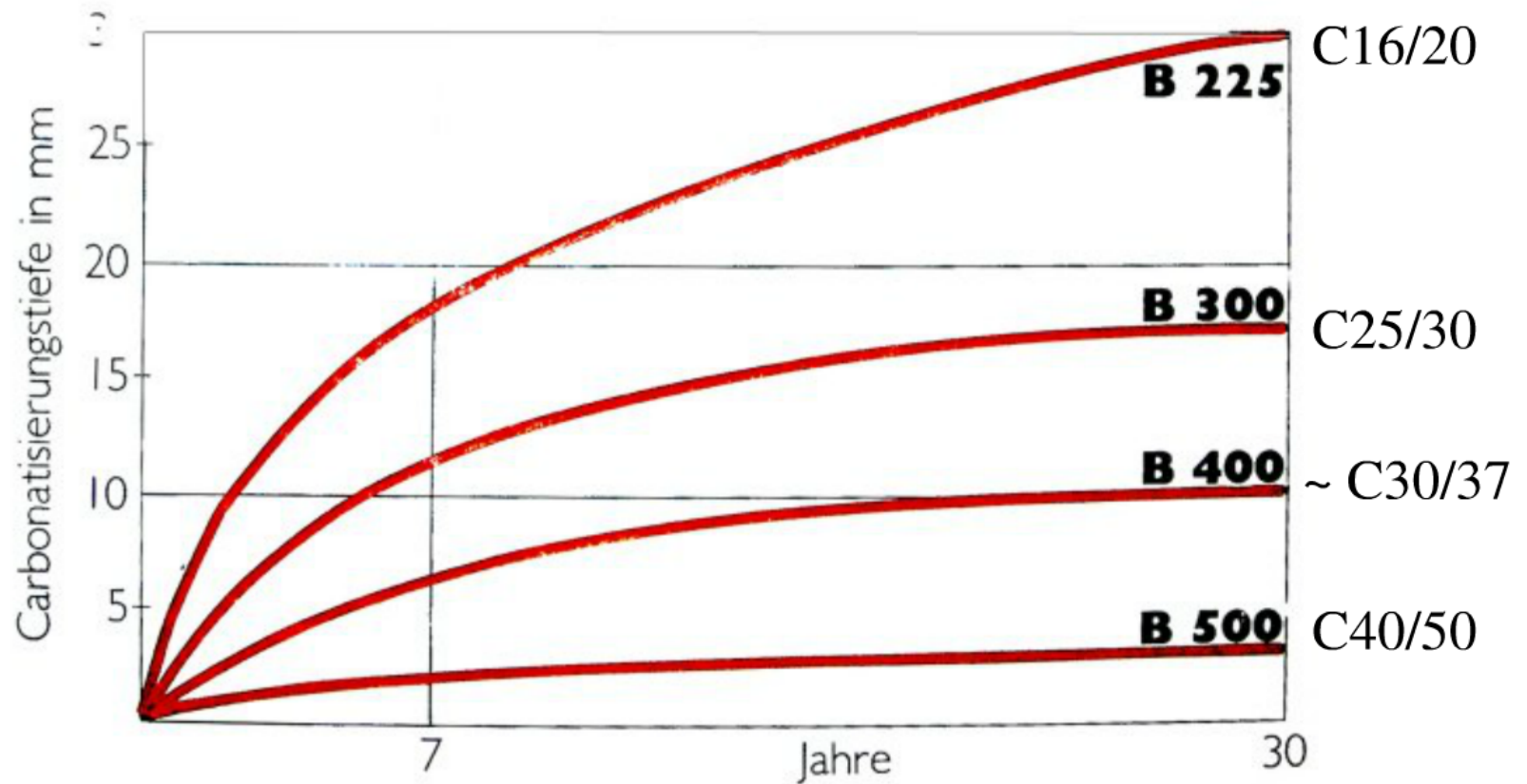


# Korrosionsgeschwindigkeit



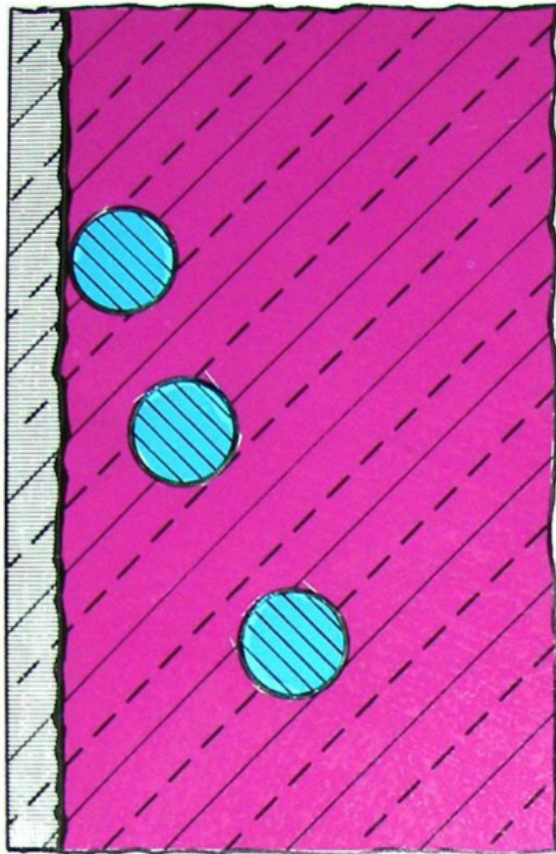
Carbonatisierung und Stahlkorrosion

## Carbonatisierungstiefe

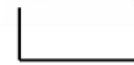
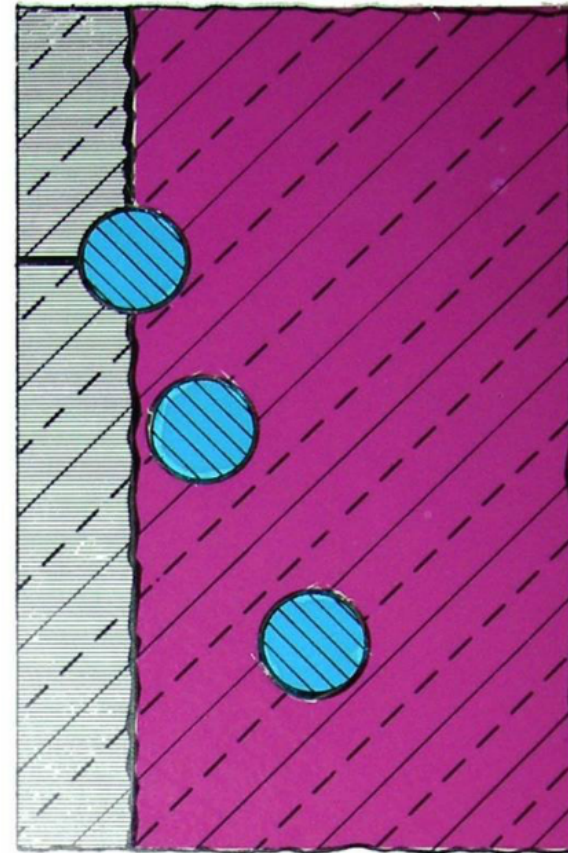


Zeitlicher Verlauf der Carbonatisierungstiefe in  
Abhängigkeit von der Betongüte

## Ablauf der Schädigung bei CO<sub>2</sub> – Belastung



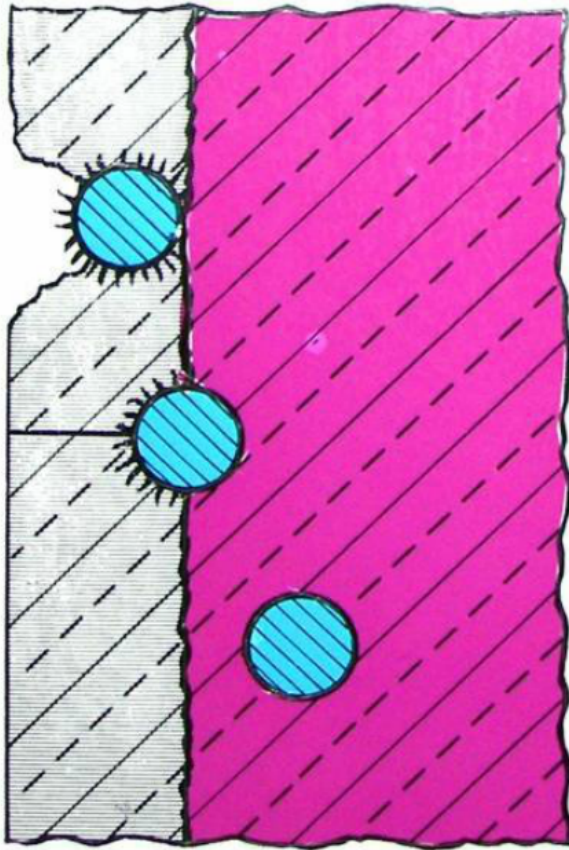
5 mm noch keine Abplatzung



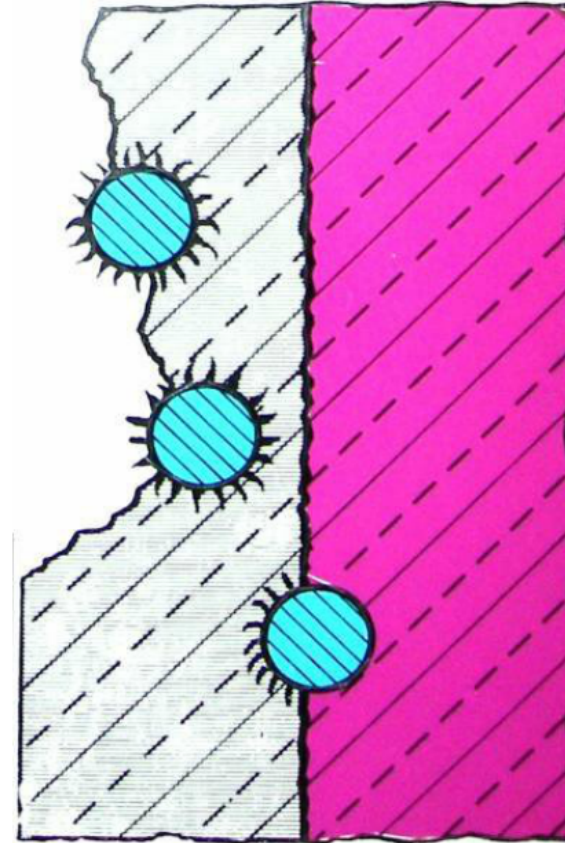
10 mm feine Rissbildung Korrosion



## Ablauf der Schädigung bei CO<sub>2</sub> - Belastung



15 mm vereinzelte Abplatzung



25 mm starke + viele Abplatzungen

# Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja? elektrokémiai korrózió

### Karbonatisierung

$$\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$$

Die Karbonatisierung ist im allgemeinen von folgenden Einflüssen abhängig:

- dem CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft (ca. 0,03 Vol.-%, in Städten bis zu 10-mal so große Werte)
- den Umgebungsbedingungen (Luftfeuchtigkeit)
- der Dichtigkeit des Betons (je dichter der Beton desto kleiner die Karbonatisierungstiefe)
- dem Karbonatisierungsfortschritt (abhängig von der Betongüte, je besser die Güte desto kleiner die Karbonatisierung)

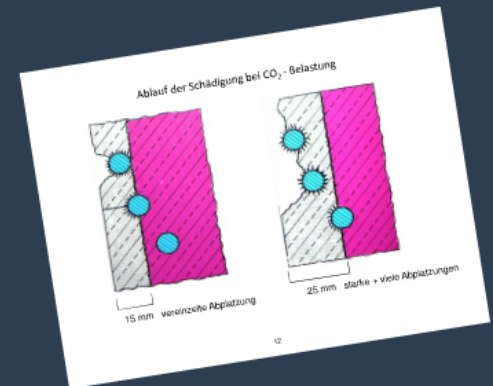
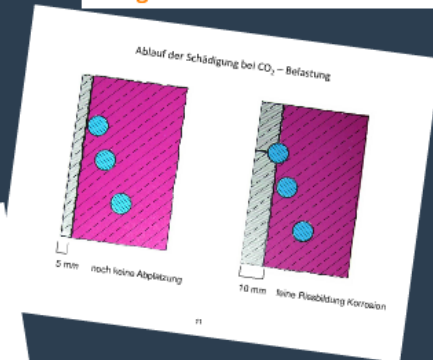
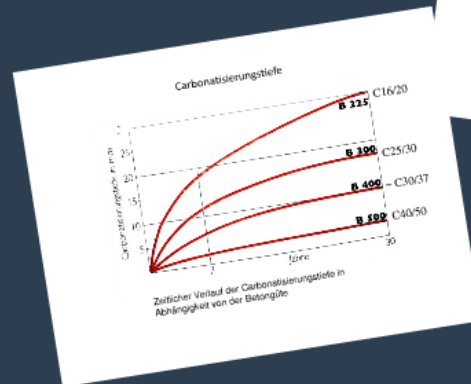
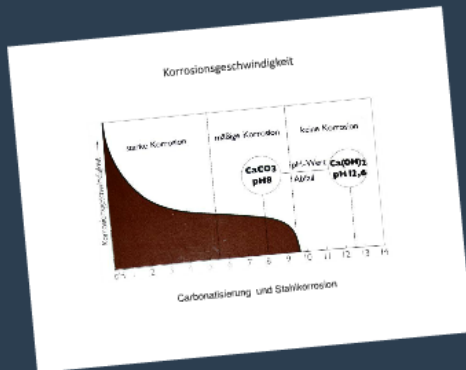
Dadurch sinkt der pH-Wert in der Betondeckung ggf. unter 10 ab, d.h. es findet ein Übergang von stark basischem bis zu schwach basischem Verhalten bis hin zu neutralem Verhalten statt.

**Passivälódás**

Luft, Wassertropfen, Rostring, Eisen bzw. Stahl, Kathode, Anode,  $2 e^-$

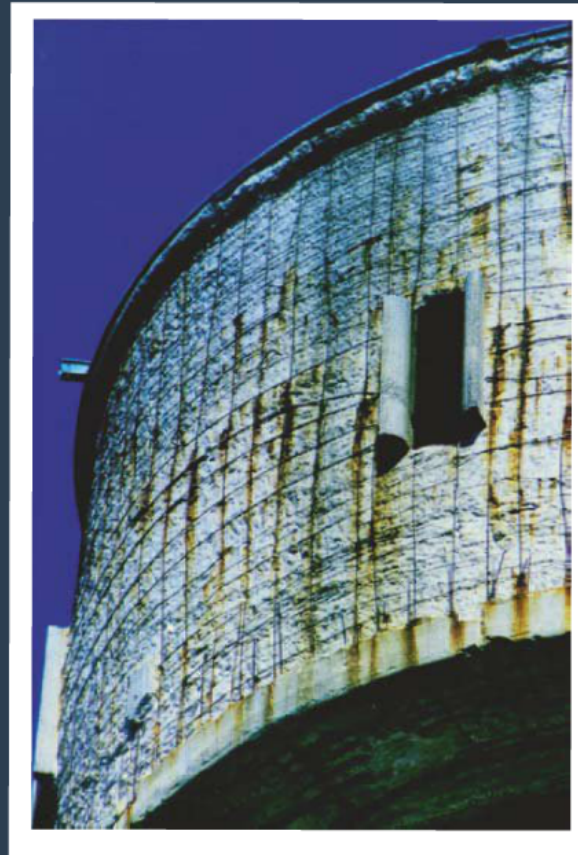
Rosten:  $\text{Fe}^{2+} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{Fe(OH)}_2$   
 $4 \text{Fe(OH)}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{FeOOH} + 2 \text{H}_2\text{O}$

**Rozsda képződése**  
**térfogatnövekedés!!**



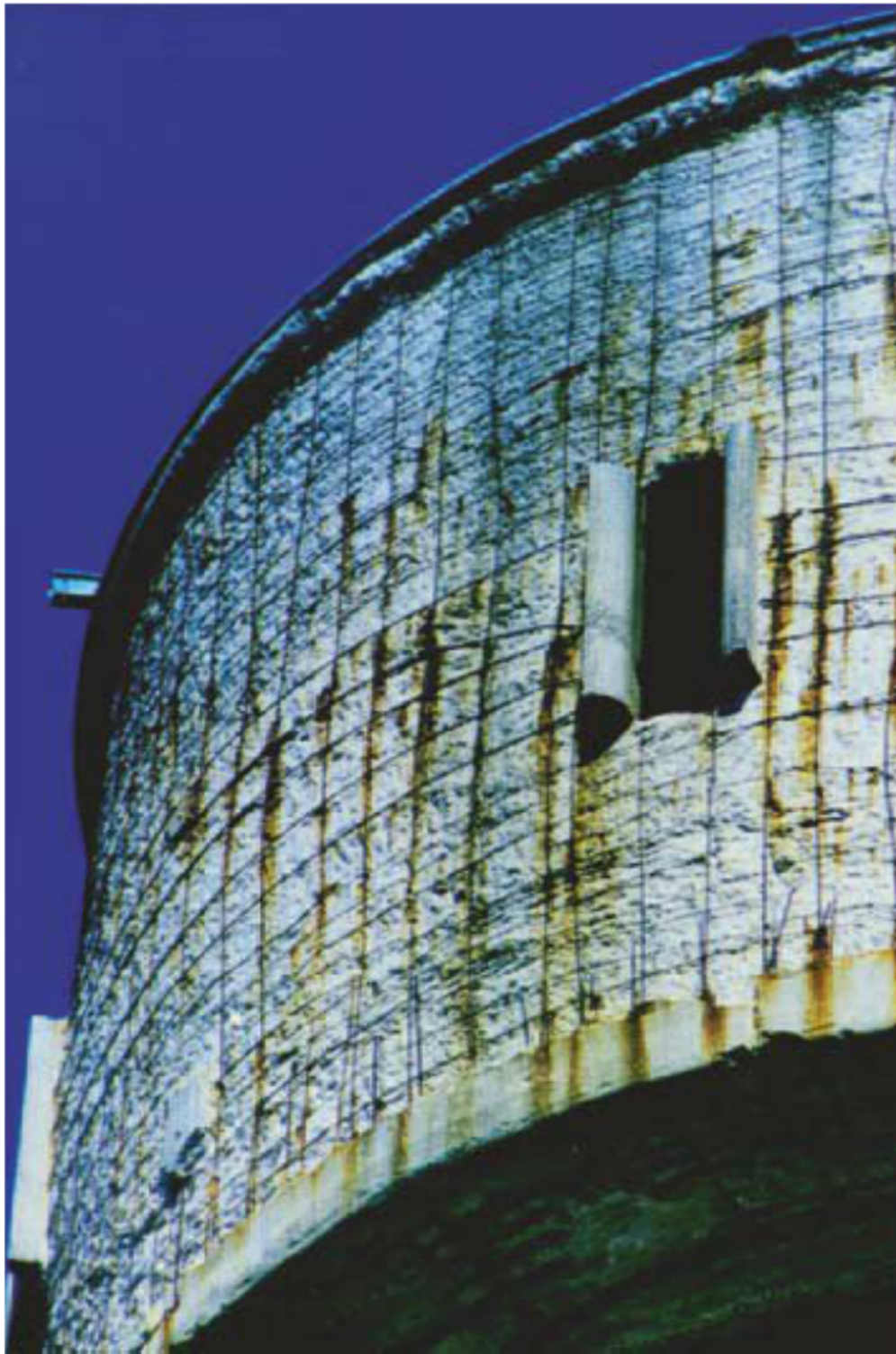
# *Hogyan lehet védekezni ellene?*

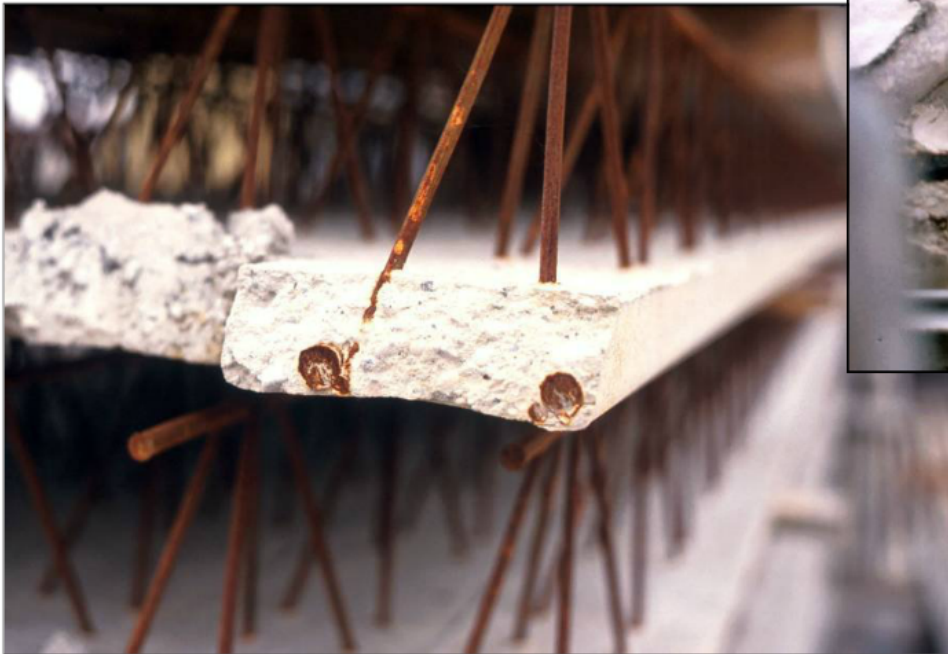
- megfelelő tömörség biztosítása  
(ld. általános intézkedések)
- elegendő betontakarás betartása  
(ld. általános intézkedések)
- gyanta- vagy műanyag védőréteg



# Karbonatisierung







Korrosion!

# Falsche Betonwahl – XC1!



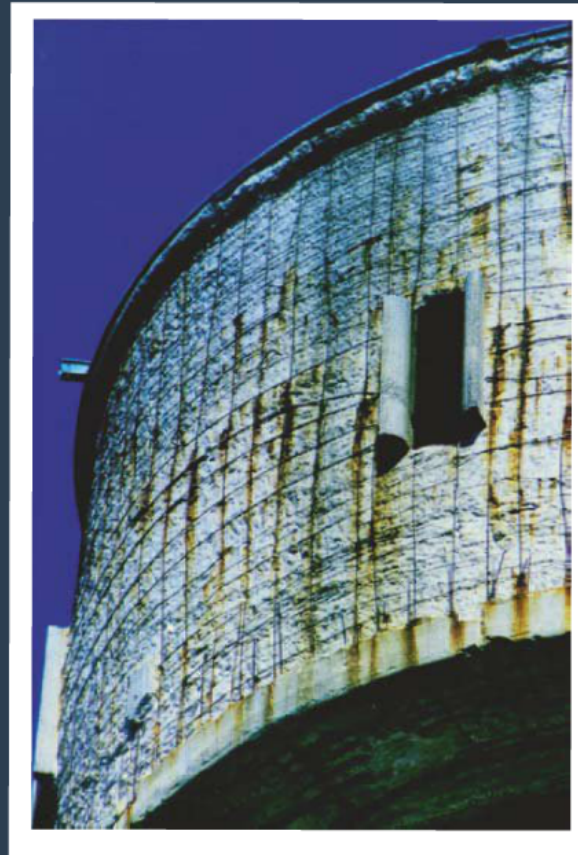


# Falsche Betonwahl – XC2!









Milyen szerkezeteknél fordulhat elő?

Az osztály jelölése	A környezeti feltétel leírása	Tárgyszaktól példák a NEMU (környezeti) osztályok meghatározására
X01	2. Kritikusított ócska betonok Szorok vagy átfordított állapotban lévő beton	Ócska betonok, például a vízvezetékcsatlakozásoknál, a vízvezetékcsatlakozásoknál, a vízvezetékcsatlakozásoknál
X02	Bárium, ócska betonok helyen	Bárium, ócska betonok helyen
X03	Mérsékelt nedves helyen	Mérsékelt nedves helyen
X04	Középsúlyos nedves és száraz helyen	Középsúlyos nedves és száraz helyen

Mi a folyamat lényege?  
Mi befolyásolja?  
elektrokémiai korrózió



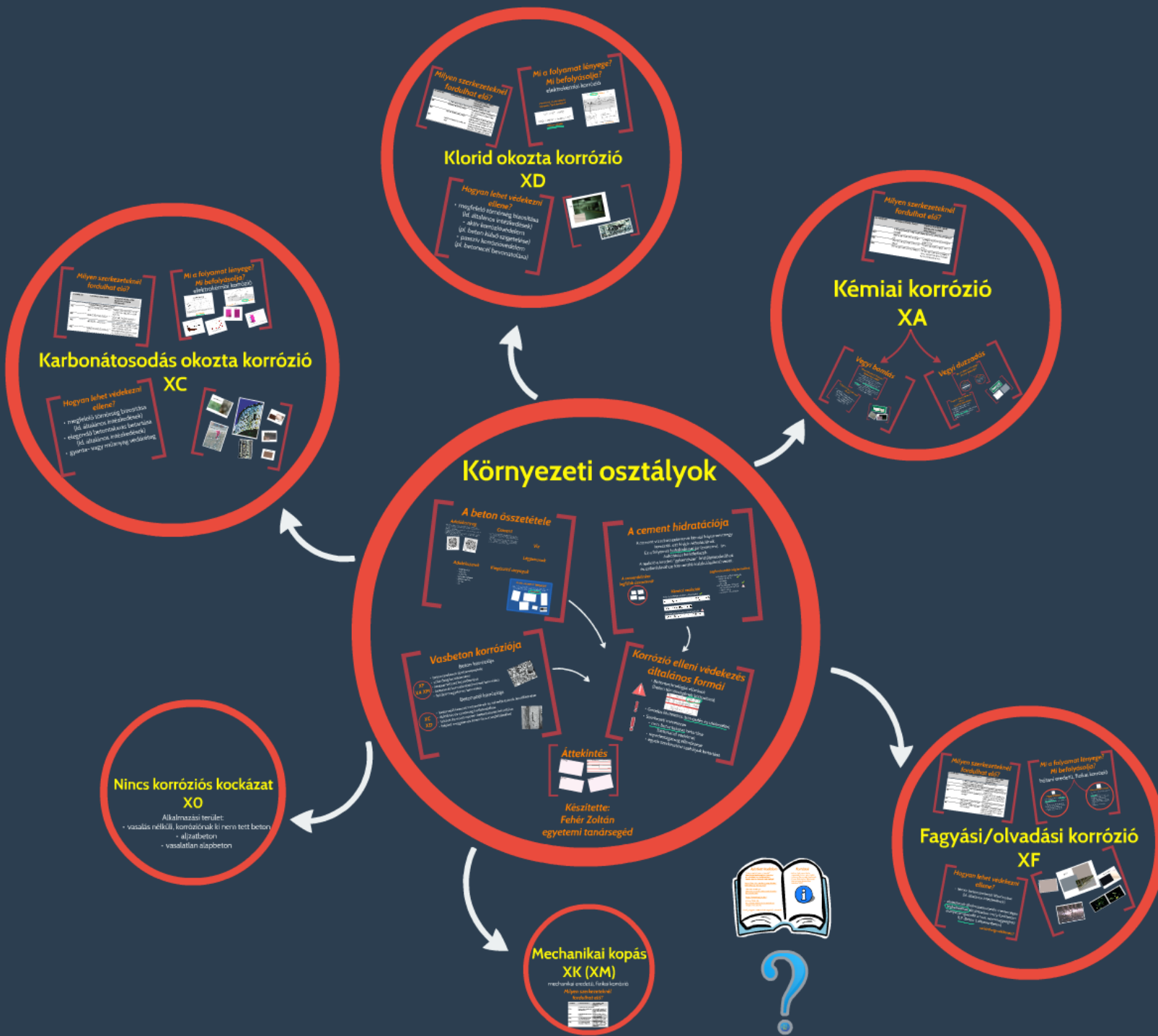
# Karbonátosodás okozta korrózió

XC

Hogyan lehet védekezni ellene?

- megfelelő tömörség biztosítása (ld. általános intézkedések)
- elegendő betontakarás betartása (ld. általános intézkedések)
- gyanta- vagy műanyag védőréteg



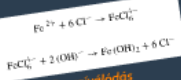


### Milyen szerkezeteknél fordulhat elő?

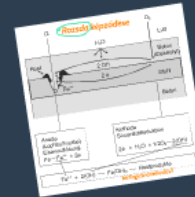
Az osztály jelle	A környező feltételek	Típusú szerkezetek a KIVÉB (különleges) osztályok előfordulására
XD1	3. Nem átlagos körülmények közötti korrózió	Általános korrózió
XD2	Androm. (NEM) szor. helyen	Általános korrózió, helyi korrózió (pl. az ágyalásos szor. ki nem tart. miatt)
XD3	Változó körülmények és szor. helyen	Általános korrózió, helyi korrózió (pl. az ágyalásos szor. ki nem tart. miatt), korrózió (pl. az ágyalásos szor. ki nem tart. miatt)

### Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja? elektrokémiai korrózió

Pontszerű, klorid okozta korrózió ("Lyukkorrózió")



Passziválás



# Klorid okozta korrózió XD

### Hogyan lehet védekezni ellene?

- megfelelő tömörség biztosítása (ld. általános intézkedések)
- aktív korrózióvédelem (pl. beton külső szigetelése)
- passzív korrózióvédelem (pl. betonacél bevonatolása)



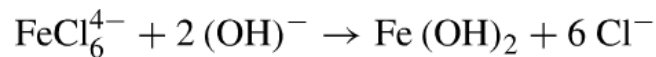
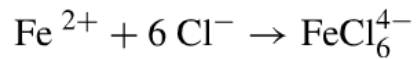
# Milyen szerkezeteknél fordulhat elő?

Az osztály jele	A környezeti hatás leírása	Tájékoztató példák a kitéti (környezeti) osztályok előfordulására
<b>3. Nem tengervízből származó klorid által okozott korrózió</b>		
<b>XD1</b>	Mérsékelten nedves helyen	A levegőből származó kloridnak kitett, de jégolvasztó sóknak ki nem tett beton.
<b>XD2</b>	Nedves, ritkán száraz helyen	Úszómedencék. Kloridot tartalmazó ipari vizeknek, talajvíznek kitett, de jégolvasztó sóknak ki nem tett beton.
<b>XD3</b>	Váltakozva nedves és száraz helyen	Hidak azon részei, melyek kloridokat tartalmazó permetnek vannak kitéve, burkolatok, autó parkolók födémei.

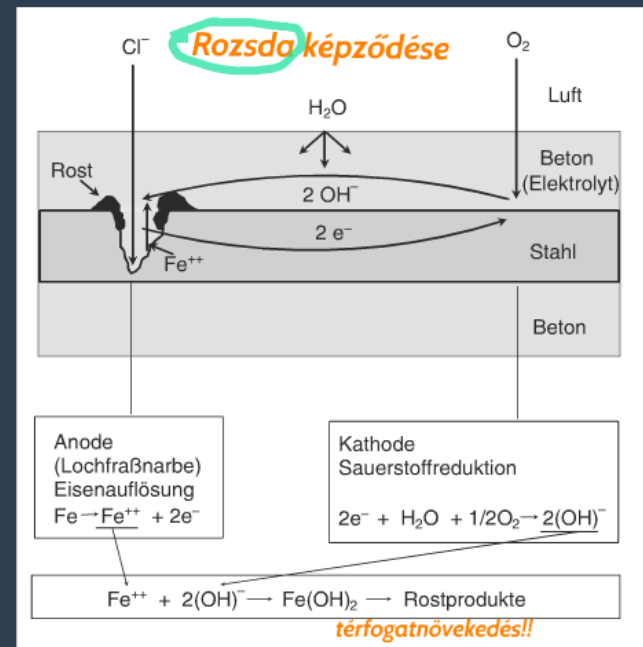


# Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja? elektrokémiai korrózió

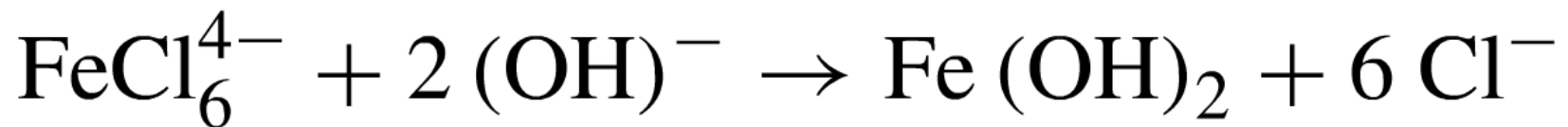
Pontszerű, klorid okozta korrózió ("Lyukkorrózió")



**Passzíválódás**



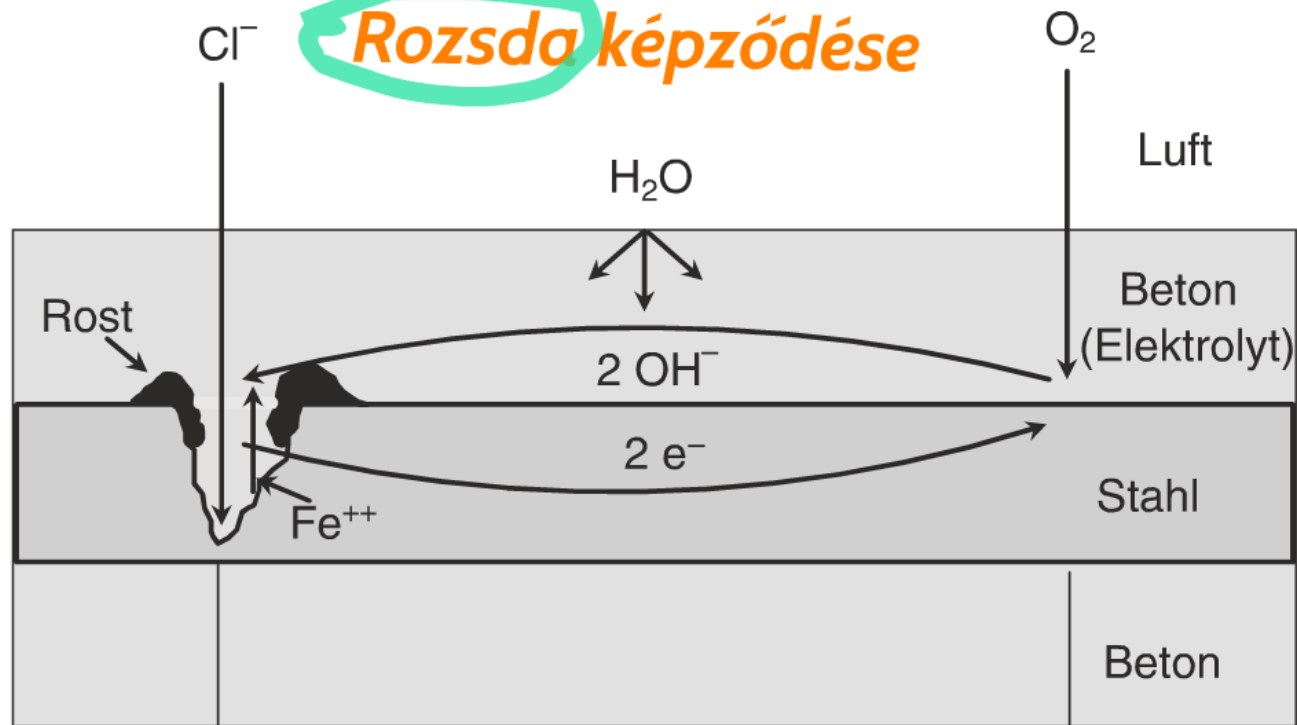
# *Pontszerű, klorid okozta korrózió ("Lyukkorrózió")*



*Passzíválódás*



# Rozsda képződése



Anode  
(Lochfraßnarbe)  
Eisenauflösung  
 $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{++} + 2e^-$

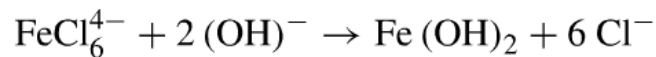
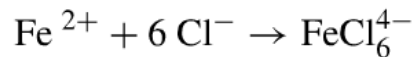
Kathode  
Sauerstoffreduktion  
 $2e^- + \text{H}_2\text{O} + 1/2\text{O}_2 \rightarrow 2(\text{OH})^-$



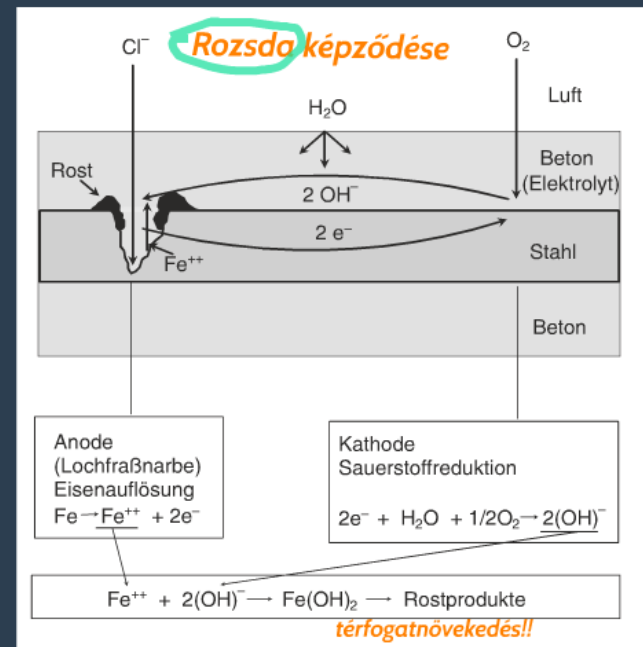
**térfogatnövekedés!!**

# Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja? elektrokémiai korrózió

Pontszerű, klorid okozta korrózió ("Lyukkorrózió")



**Passzíválódás**



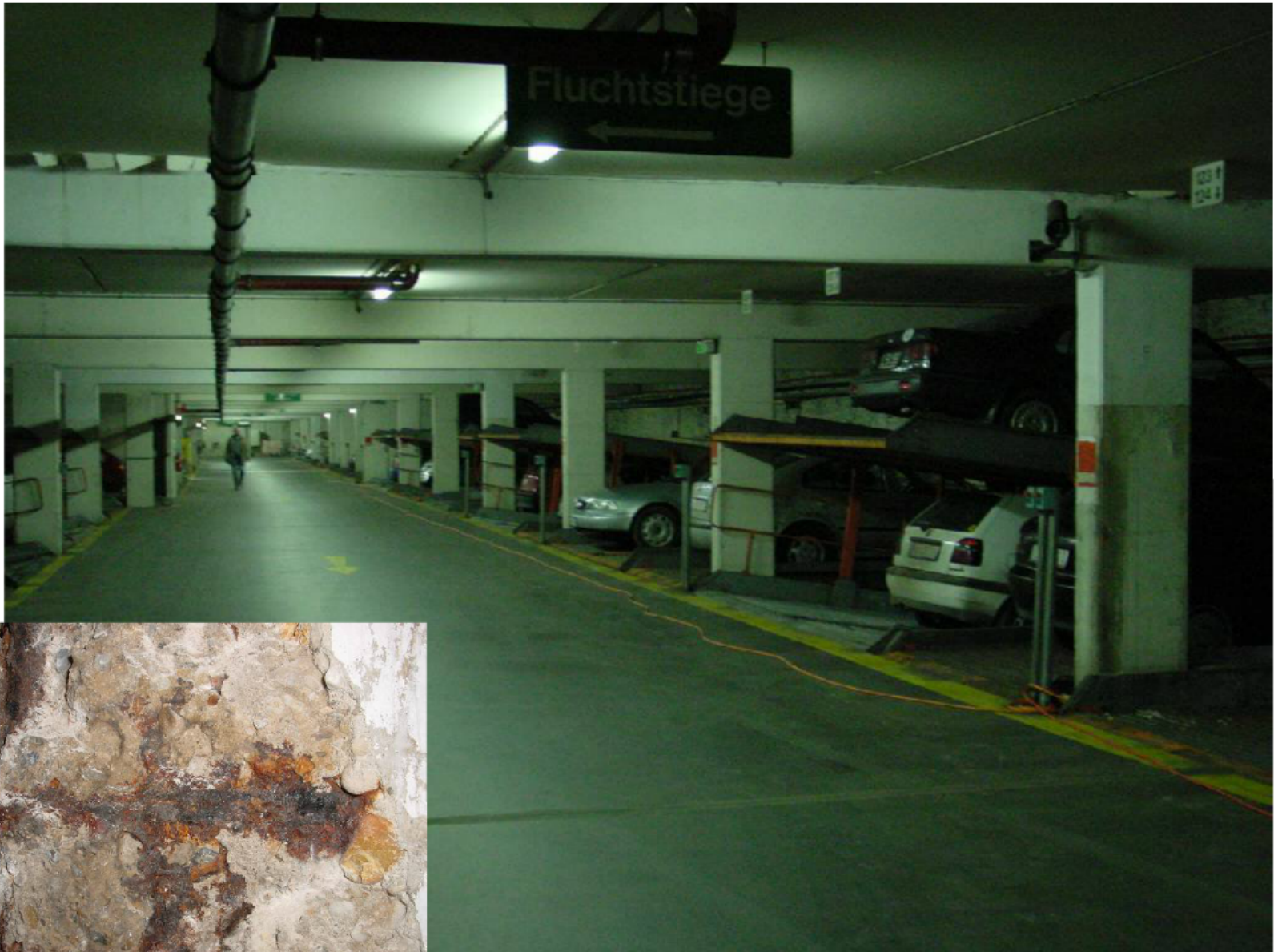
# *Hogyan lehet védekezni ellen?*

- megfelelő tömörség biztosítása  
(ld. általános intézkedések)
  - aktív korrózióvédelem  
(pl. beton külső szigetelése)
  - passzív korrózióvédelem  
(pl. betonacél bevonatolása)

XD



XD







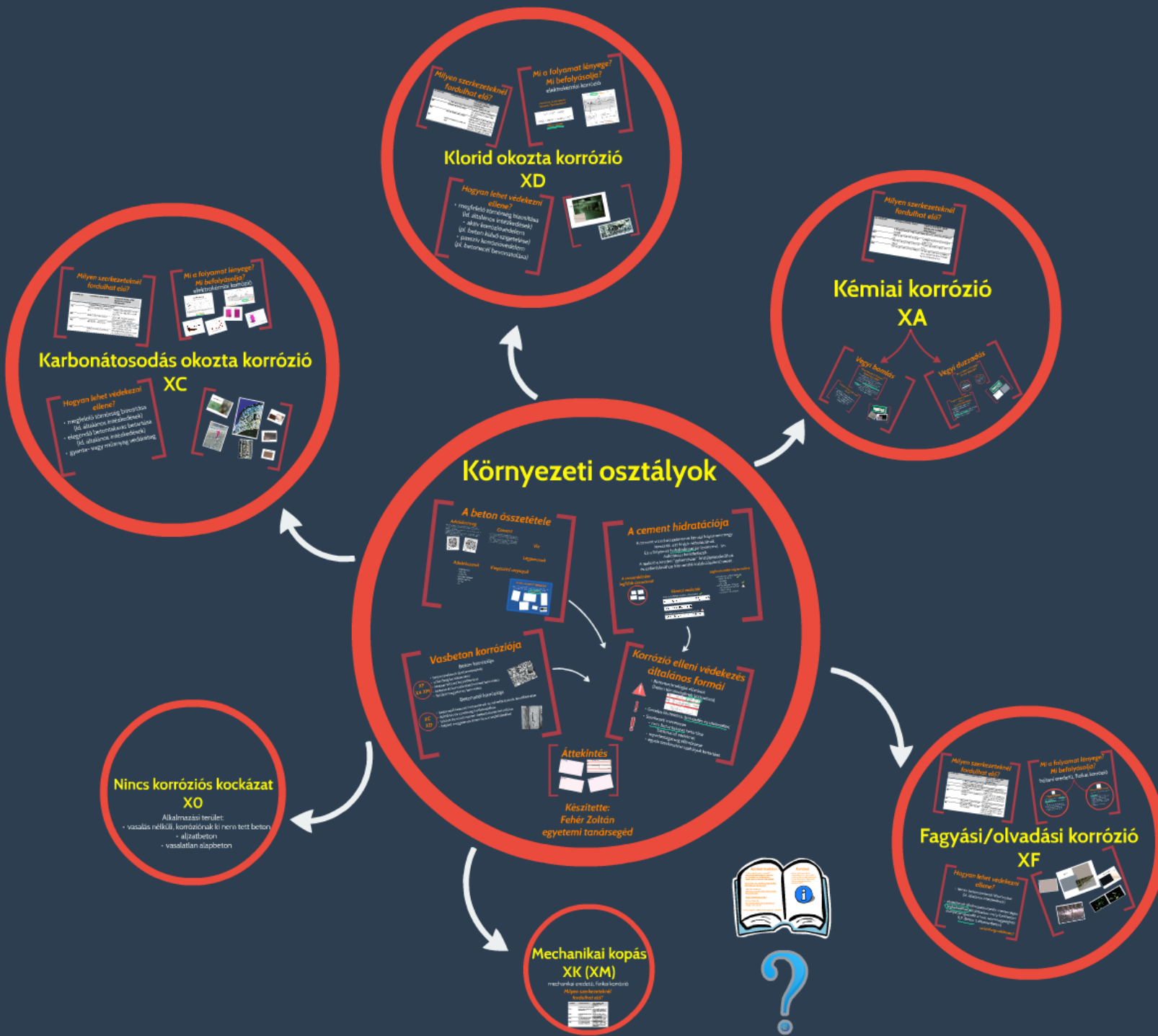
XD



21







**Milyen szerkezeteknél fordulhat elő?**

**Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja?**

**Hogyan lehet védekezni ellene?**

- megfelelő korroszió védelem (pl. ábrákhoz tartozó leírások)
- alacsony korróziós sebesség (pl. beton klorid tartalmának csökkentése)
- passzív korroszióvédelem (pl. betonra cinkbevonat)

**Milyen szerkezeteknél fordulhat elő?**

**Vegyi bomlás**

**Vegyi durvasítás**

**Milyen szerkezeteknél fordulhat elő?**

**Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja?**

**Hogyan lehet védekezni ellene?**

- megfelelő szellőzés biztosítása (pl. ábrákhoz tartozó leírások)
- elcsiszolás (betonfelület tisztítása)
- gipsz- vagy műanyag védőréteg

**A beton összetétele**

**A cement hidratációja**

**Vasbeton korróziója**

**Korrózió elleni védekezés általános formái**

**Áttekintés**

**Milyen szerkezeteknél fordulhat elő?**

**Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja?**

**Hogyan lehet védekezni ellene?**

**Alkalmazási terület:**

- vasalás nélküli korrózióknak ki nem tett beton
- alapbeton
- vaslatlan alapbeton

**Mechanikai kopás**

**XK (XM)**

mechanikai erők hatására bekövetkező korrózió



## Milyen szerkezeteknél fordulhat elő?

Az osztály jele	A környezeti hatás leírása	Tájékoztató példák a kötéli (környezeti) osztályok előfordulására
6. Kémiai korrózió talaj vagy talajvíz hatására (következő táblázat szerint)		
XA1	Enyhén agresszív kémiai környezet	Szennyvíz tisztító állások betongalazati szerkezei.
XA2	Mérsékeltén agresszív kémiai környezet	Betonra agresszív talajban lévő elemek.
XA3	Erősen agresszív kémiai környezet	Betonra agresszív gari szennyvíz tárolók, erjesztő tartályok, füstelvezető betonszerkezetek.

# Kémiai korrózió

## XA

### Vegyi bomlás

Mi a folyamat lényege?  
Mi befolyásolja?

Hogyan lehet csökkenteni az előfordulást?



### Vegyi duzzadás

Mi a folyamat lényege?  
Mi befolyásolja?

Hogyan lehet csökkenteni az előfordulást (szulfát korrózió)?



# Milyen szerkezeteknél fordulhat elő?

Az osztály jele	A környezeti hatás leírása	Tájékoztató példák a kitéti (környezeti) osztályok előfordulására
	<b>6. Kémiai korrózió talaj vagy talajvíz hatására (következő táblázat szerint)</b>	
<b>XA1</b>	Enyhén agresszív kémiai környezet	Szennyvíz tisztító telepek betonjai, zagy-tárolók.
<b>XA2</b>	Mérsékelten agresszív kémiai környezet.	Betonra agresszív talajban lévő elemek.
<b>XA3</b>	Erősen agresszív kémiai környezet	Betonra agresszív ipari szennyvíz telepek, erjesztő tartályok, füstgázkivezető betonszerkezetek.

# Vegybi bomlás

## Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja?

- a megszilárdult cementkő feloldódik valamilyen, kívülről ható vegyi anyag hatására
  - az érintett részek kilúgozódnak a betonból
  - szilárdság és a porozitás ezáltal csökken
- ez a folyamat a külső felületről a beton belseje felé halad
- károsak: erős savak (sósav, kénsav, salétromsav), gyenge savak (hangyasav, szénsav), erős lúgok, zsírok, olajok, desztillált víz
  - nem károsak: gyenge lúgok

## Hogyan lehet védekezni ellene?

- megfelelő tömörség biztosítása (ld. általános intézkedések)
- passzív korrózióvédelem (pl. beton bevonatolása, szigetelése)



# *Mi a folyamat lényege?*

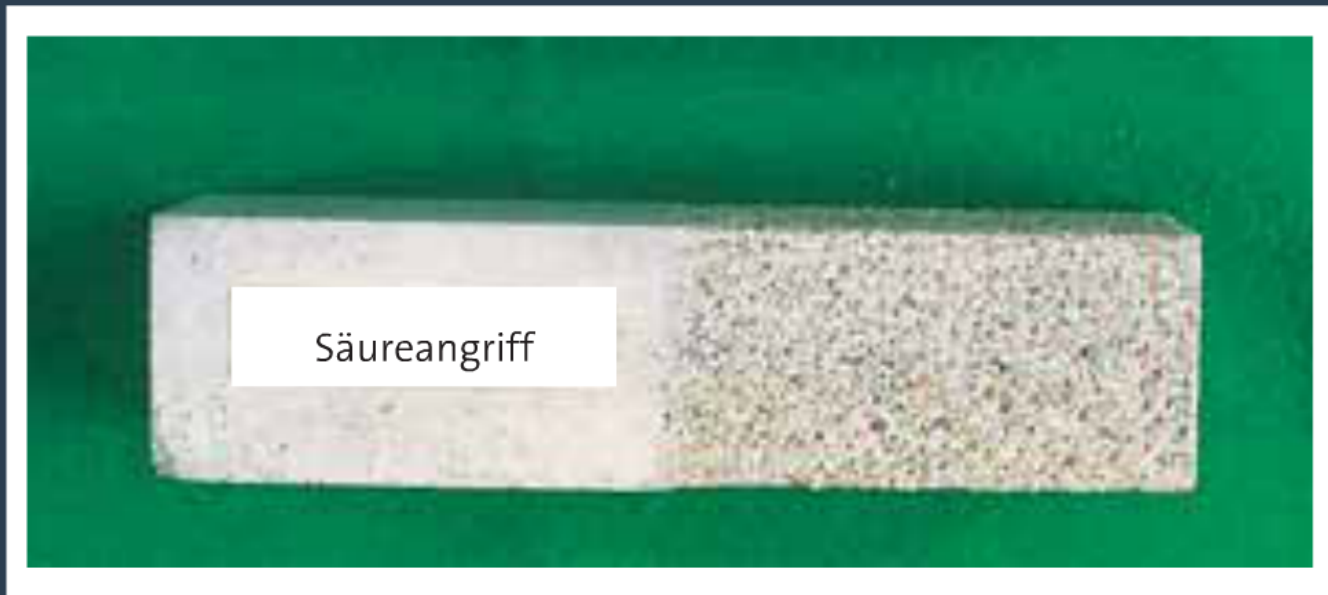
## *Mi befolyásolja?*

- a megszilárdult cementkő feloldódik valamilyen, kívülről ható vegyi anyag hatására
  - az érintett részek kilúgozódnak a betonból
    - szilárdság és a porozitás ezáltal csökken
- ez a folyamat a külső felületről a beton belseje felé halad
- károsak: erős savak (sósav, kénsav, salétromsav), gyenge savak (hangyasav, szénsav), erős lúgok, zsírok, olajok, desztillált víz
  - nem károsak: gyenge lúgok

# *Hogyan lehet védekezni ellen?*

- megfelelő tömörség biztosítása  
(ld. általános intézkedések)
- passzív korrózióvédelem  
(pl. beton bevonatolása,  
szigetelése)

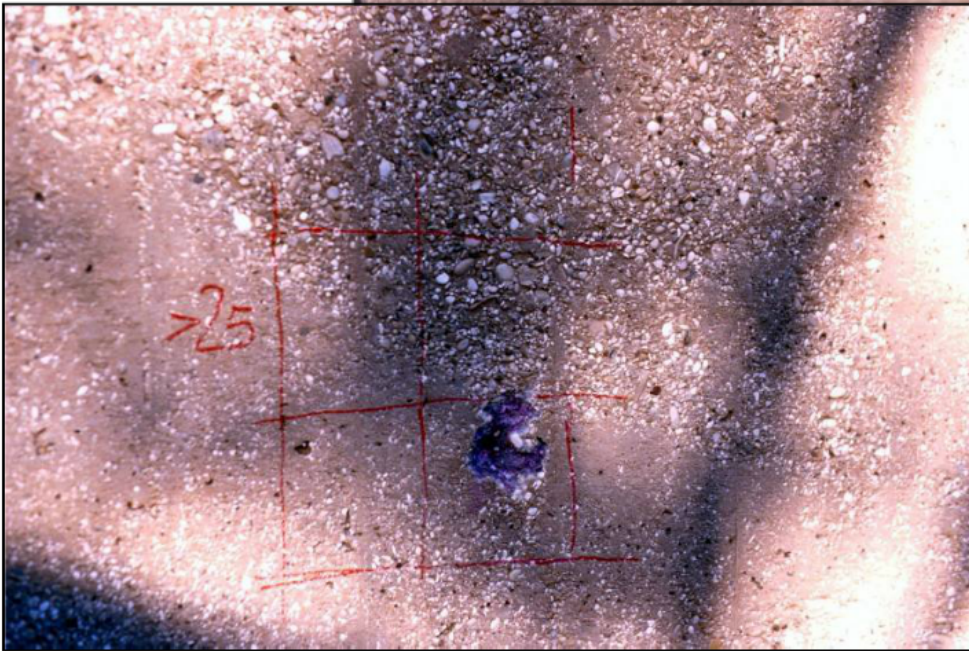


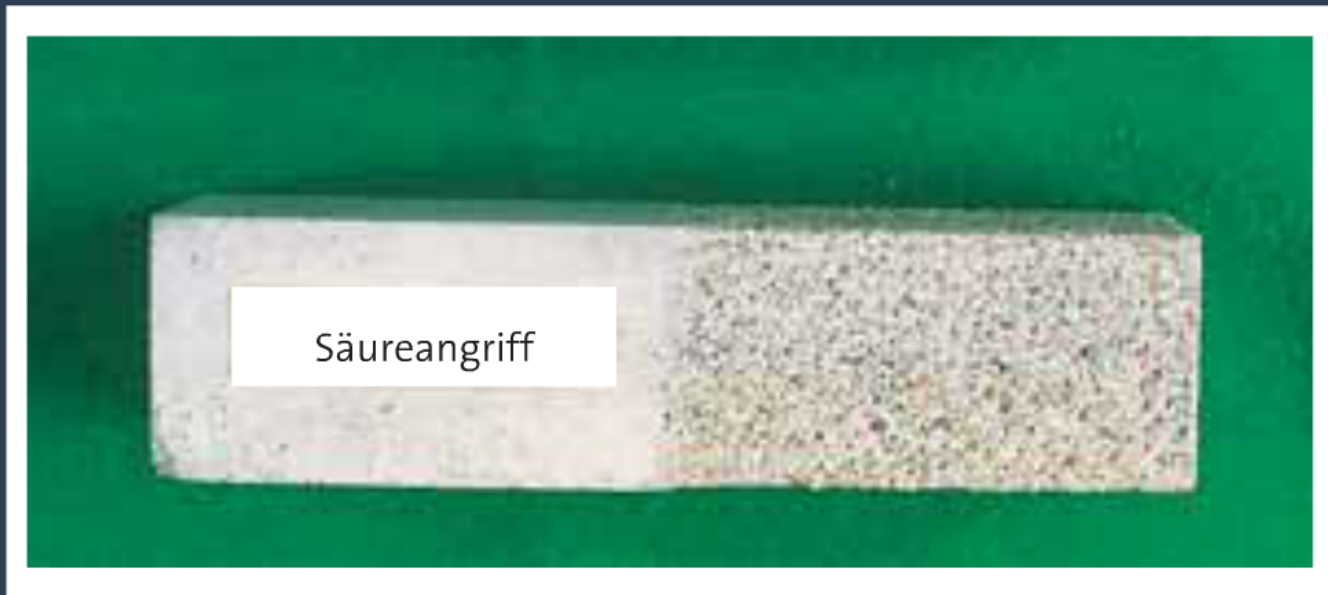


Säureangriff









# Vegyí bomlás

## Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja?

- a megszilárdult cementkő feloldódik valamilyen, kívülről ható vegyi anyag hatására
  - az érintett részek kilúgozódnak a betonból
  - szilárdság és a porozitás ezáltal csökken
- ez a folyamat a külső felületről a beton belseje felé halad
- károsak: erős savak (sósav, kénsav, salétromsav), gyenge savak (hangyasav, szénsav), erős lúgok, zsírok, olajok, desztillált víz
  - nem károsak: gyenge lúgok

## Hogyan lehet védekezni ellene?

- megfelelő tömörség biztosítása (ld. általános intézkedések)
- passzív korrózióvédelem (pl. beton bevonatolása, szigetelése)



## Milyen szerkezeteknél fordulhat elő?

Az osztály jele	A környezeti hatás leírása	Tájékoztató példák a kötéli (környezeti) osztályok előfordulására
6. Kémiai korrózió talaj vagy talajvíz hatására (következő táblázat szerint)		
XA1	Enyhén agresszív kémiai környezet	Szennyvíz tisztító állások betongalazati szerkezei.
XA2	Mérsékeltén agresszív kémiai környezet	Betonra agresszív talajban lévő elemek.
XA3	Erősen agresszív kémiai környezet	Betonra agresszív gari szennyvíz telepek, erjesztő tartályok, füstelvezető betonszerkezetek.

# Kémiai korrózió

## XA

### Vegyi bomlás

Mi a folyamat lényege?  
Mi befolyásolja?

Hogyan lehet csökkenteni az elterjedését?



### Vegyi duzzadás

Mi a folyamat lényege?  
Mi befolyásolja?

Hogyan lehet csökkenteni az elterjedését (szulfát korrózió)?



# Vegyí duzzadás

Mi a folyamat lényege?  
Mi befolyásolja?

## Szulfát támadása

A trikalcium-aluminát a (talajban található) szulfátok vizes oldatával ettringitké alakul.



a reakció térfogatnövekedéssel jár, ez pedig repedés és leválást okoz a betonban

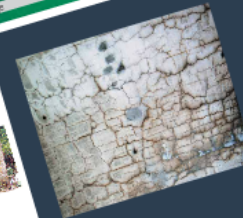
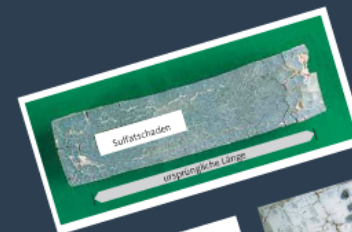
## Alkáli-kovász reakció

- a cementből származó alkáliak és a kovász együttesen oldják a szilikiumoxídn- és szilikáttartalmú adalékanyag szemcséket
- ez csak akkor veszélyes, ha alkáliakra érzékeny adalékanyagokat használunk
- érintett területek
- Ká-pár edenceben csak a Maros csillámtartalmú normálja
- E: EU, D: At., USA, CAN

Hogyan lehet védekezni ellene?

(szulfát támadása)

- megfelelő tömörség biztosítása (ld. általános intézkedések)
- utókezelés
- kis C3A-tartalmú cement alkalmazása
- kiegészítő anyagok: kohóhomok, kőszénpernye, szilikapor





# Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja?

## Szulfát támadása

A trikálcium-aluminát a (talajban található) szulfátok vizes oldatával ettringitté alakul



a reakció térfogatnövekedéssel jár, ez pedig repedés és leválást okoz a betonban

## Alkáli-kovavasav reakció

- a cementből származó alkáliák és a kovavasav együttesen oldják a szilíciummásvány- és szilikáttartalmú adalékanyag szemcséket
- ez csak akkor veszélyes, ha alkáliakra érzékeny adalékanyagokat használunk
- érintett területek:
  - Kárpát edencében csak a Maros csillámtartalmú homokja
  - É-EU, D-Afr., USA, CAN

# *Szulfát támadása*

A trikálcium-aluminát a (talajban található) szulfátok vizes oldatával ettringitté alakul



a reakció térfogatnövekedéssel jár, ez pedig repedés és leválást okoz a betonban

# *Alkáli-kovavasav reakció*

- a cementből származó alkáliák és a kovavasav együttesen oldják a szilíciumászvány- és szilikáttartalmú adalékanyag szemcséket
- ez csak akkor veszélyes, ha alkáliákra érzékeny adalékanyagokat használunk
- érintett területek:
  - Kárpát edencében csak a Maros csillámtartalmú homokja
  - É-EU, D-Afr., USA, CAN

# *Hogyan lehet védekezni ellen?*

## *(szulfát támadása)*

- megfelelő tömörség biztosítása  
(ld. általános intézkedések)
- utókezelés
- kis C3A-tartalmú cement alkalmazása
- kiegészítő anyagok: kohóhomok, kőszénpernye, szilikapor



## Alkali-Silika-Reaktion (ASR)

Typisch: Krakele-Risse, Braunverfärbung





Sulfatschaden

ursprüngliche Länge



# Alkali-Silika-Reaktion (ASR)

Typisch: Krakele-Risse , Braunverfärbung









## Alkali-Silika-Reaktion (ASR)

Typisch: Krakele-Risse, Braunverfärbung



# Vegyí duzzadás

Mi a folyamat lényege?  
Mi befolyásolja?

## Szulfát támadása

A trikalcium-aluminát a (talajban található) szulfátok vizes oldatával ettringitké alakul.



a reakció térfogatnövekedéssel jár, ez pedig repedés és leválást okoz a betonban

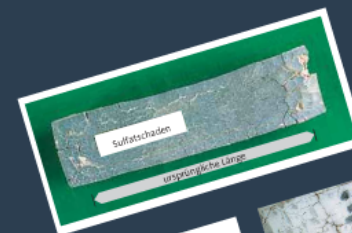
## Alkáli-kovász reakció

- a cementből származó alkális és a kovász együttesen oldják a szilícium-dioxid- és szilikáttartalmú adalékanyag szemcséket
- ez csak akkor veszélyes, ha alkáliakra érzékeny adalékanyagokat használunk
- érintett területek
  - Kópá edenceiben csak a Maros csátrémtartalmú normálja
  - E: EU, D: At., USA, CAN

Hogyan lehet védekezni ellene?

(szulfát támadása)

- megfelelő tömörség biztosítása (ld. általános intézkedések)
- utókezelés
- kis C3A-tartalmú cement alkalmazása
- kiegészítő anyagok: kohóhomok, kőszénpernye, szilikapor



## Milyen szerkezeteknél fordulhat elő?

Az osztály jele	A környezeti hatás leírása	Tájékoztató példák a kötéli (környezeti) osztályok előfordulására
	<b>6. Kémiai korrózió talaj vagy talajvíz hatására (következő táblázat szerint)</b>	
<b>XA1</b>	Enyhén agresszív kémiai környezet	Személyzet tisztító állások betongal, zárgyártások.
<b>XA2</b>	Mérsékeltén agresszív kémiai környezet	Betonra agresszív talajban lévő elemek
<b>XA3</b>	Erősen agresszív kémiai környezet	Betonra agresszív gari szeményvíz tartályok, erőmű tartályok, fűtőállomásvezető beton szerkezetek.

# Kémiai korrózió

## XA

### Vegyí bomlás

Mi a folyamat lényege?  
Mi befolyásolja?

Hogyan lehet csökkenteni az elterjedését?



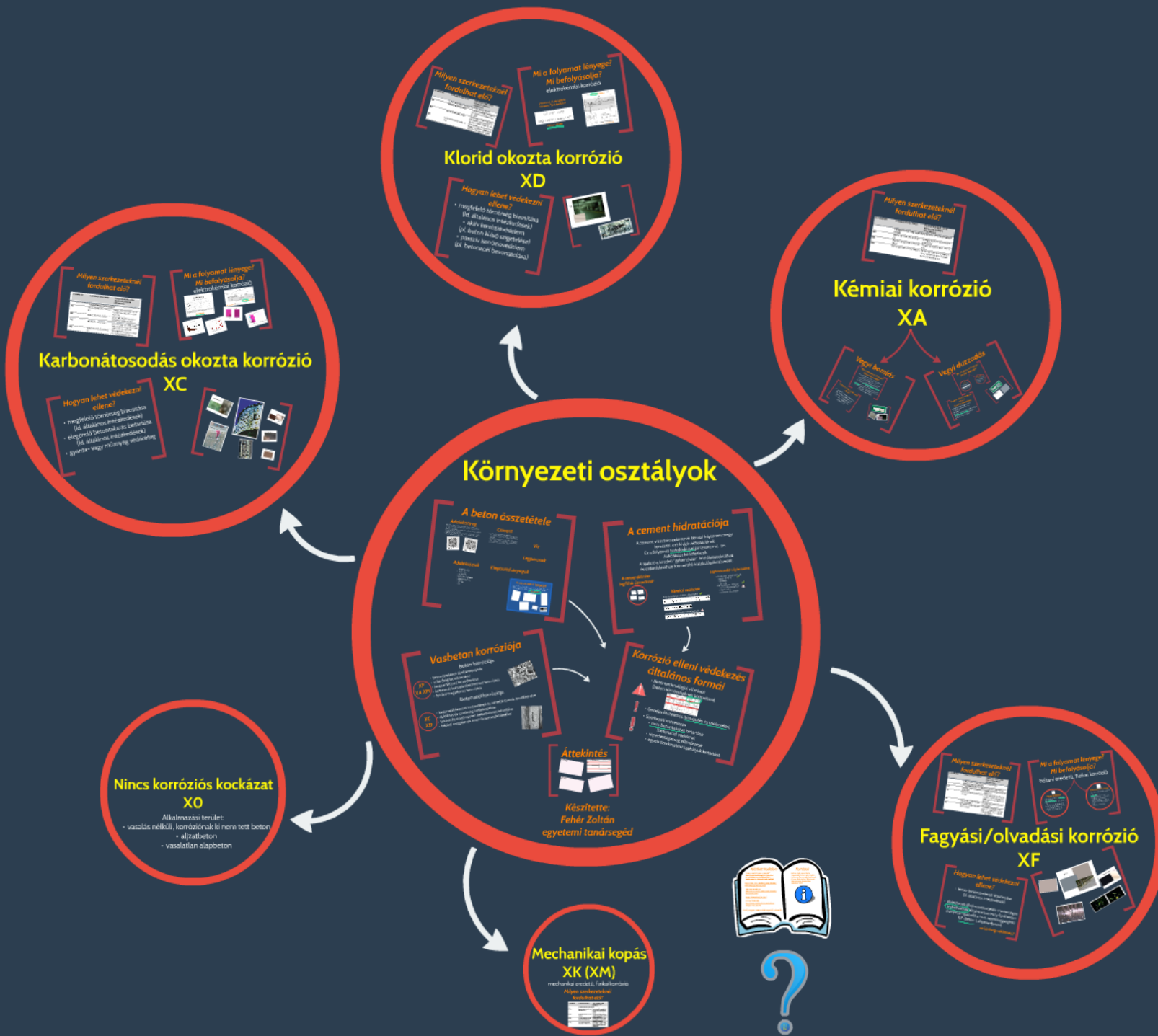
### Vegyí duzzadás

Mi a folyamat lényege?  
Mi befolyásolja?

Hogyan lehet csökkenteni az elterjedését (szulfát korrózió)?

- megfelelő betonozási technika (pl. szulfát ellenálló cement)
- szulfátok
- megfelelő víz-cement arány
- megfelelő vízszigetelés





### Klorid okozta korrózió

XD

Milyen szerkezeti felületet érint?

Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja? (kloridok forrásai)

Hogyan lehet védekezni ellene?

- megfelelő korroszió védelem (pl. alacsony szulfidtartalomú, kloridoktól mentes betonok)
- passzív korroszióvédelem (pl. bevonatok bevonatolása)

### Kémiai korrózió

XA

Milyen szerkezeti felületet érint?

Vegyi bomlás

Vegyi durvasítás

### Karbonátosodás okozta korrózió

XC

Milyen szerkezeti felületet érint?

Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja? (szennyező anyagok)

Hogyan lehet védekezni ellene?

- megfelelő szellőzés biztosítása (pl. szellőztető berendezések)
- elválasztó rétegek alkalmazása (pl. szennyező anyagoktól)
- gyanta- vagy műanyag bevonatok

### Környezeti osztályok

A beton összetétele

A cement hidratációja

Vasbeton korróziója

Korrózió elleni védekezés általános formái

Áttekintés

Készítette: Fehér Zoltán egyetemi tanársegéd

### Nincs korróziós kockázat

XO

Alkalmazási terület:

- vasalás nélküli, korrózióknak ki nem tett beton
- alapbeton
- vaslatlan alapbeton

### Mechanikai kopás

XK (XM)

mechanikai erődől, fizikai korrózió

Milyen szerkezeti felületet érint?





# Milyen szerkezeteknél fordulhat elő?

Az osztály jele	A környezeti hatás leírása	Tájékoztató példák a kitéi (környezeti) osztályok előfordulására
	<b>4. Tengervízből származó klorid által indított korrózió (Magyarországon nem használt)</b>	
	<b>5. Fagyási/olvadási korrózió jégolvasztó anyaggal vagy anélkül.</b>	
<b>XF1</b>	Mérsékelt víztelítettség jégolvasztó anyag nélkül	Függőleges betonfelületek esőnek és fagnak kitéve.
<b>XF2</b>	Mérsékelt víztelítettség jégolvasztó anyaggal	Útépítési szerkezetek függőleges betonfelületei, fagnak és levegő által szállított jégolvasztó anyag permetének kitéve.
<b>XF3</b>	Nagymértékű víztelítettség jégolvasztó anyag nélkül	Esőnek és fagnak kitett vízszintes betonfelületek.
<b>XF4</b>	Nagymértékű víztelítettség jégolvasztó anyaggal	Útburkolatok és hídpályalemezek jégolvasztó anyagoknak és azok közvetlen permetének kitéve. Fagnak kitett betonfelületek.

# Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja?

hőtani eredetű, fizikai korrózió



## Fagy hatása

- cementkő pórusaiban lévő víz ciklikus fagyása/olvadása
- a jég térfogata 10%-kal nagyobb, mint a vízé
- belső nyomás és feszültség lép fel
- ha feszültség nagyobb, mint a beton szilárdsága, repedés keletkezik
- réteges leválás, szétaprózódás



## Olvasztósók hatása

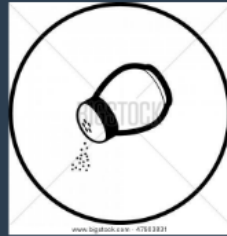
- olvasztósó=víz fagyáspontját csökkentő szer
- hősokkot idéz elő
- az olvasztószer a betonból vonja el a hó/jég olvasztásához szükséges hőt
- a nagy hőmérséklet-különbség nyírófeszültségeket okoz a betonon belül, ami miatt a beton felső felülete leválik
- fagyhatásnál erősebb hatás



## Fagy hatása

- cementkő pórusaiban lévő víz ciklikus fagyása/olvadása
- a jég térfogata 10%-kal nagyobb, mint a vízé
- belső nyomás és feszültség lép fel
- ha feszültség nagyobb, mint a beton szilárdsága, repedés keletkezik
- réteges leválás, szétaprózódás





## *Olvasztósók hatása*

- olvasztósó=víz fagyáspontját csökkentő szer
- hősokkot idéz elő
- az olvasztószer a betonból vonja el a hó/jég olvasztásához szükséges hőt
- a nagy hőmérséklet-különbség nyírófeszültségeket okoz a betonon belül, ami miatt a beton felső felülete leválik
- fagyhatásnál erősebb hatás

# Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja?

hőtani eredetű, fizikai korrózió



## Fagy hatása

- cementkő pórusaiban lévő víz ciklikus fagyása/olvadása
- a jég térfogata 10%-kal nagyobb, mint a vízé
- belső nyomás és feszültség lép fel
- ha feszültség nagyobb, mint a beton szilárdsága, repedés keletkezik
- réteges leválás, szétaprózódás



## Olvasztósók hatása

- olvasztósó=víz fagyáspontját csökkentő szer
- hősokkot idéz elő
- az olvasztószer a betonból vonja el a hó/jég olvasztásához szükséges hőt
- a nagy hőmérséklet-különbség nyírófeszültségeket okoz a betonon belül, ami miatt a beton felső felülete leválik
- fagyhatásnál erősebb hatás

# Hogyan lehet védekezni ellene?

- tömör betonszerkezet létrehozása  
(ld. általános intézkedések)
- olvasztósók alkalmazása esetén mesterséges **légbuborékok** alkalmazása, mely fordítottan arányosan igazodik a max. szemnagysághoz  
(LP-Beton: Luftporenbeton)

**szilárdságcsökkenés!!**



XF?

2. 8. 2001

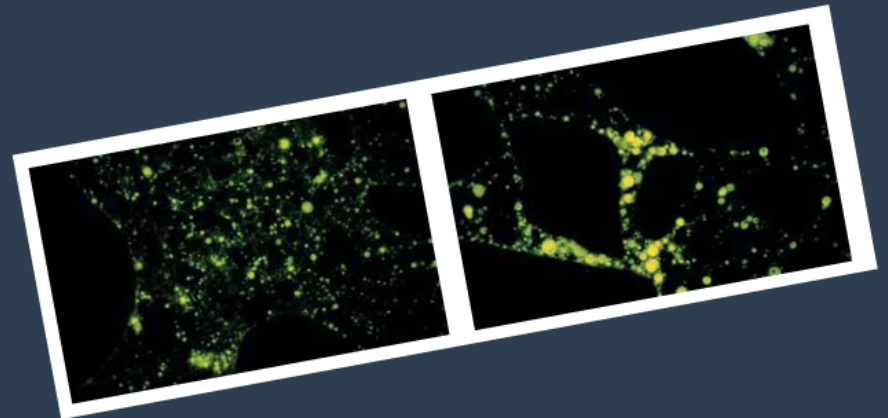
39

Detailed description: This slide is titled "XF?". It features three photographs. The top photo shows a parking garage with concrete pillars and a ramp. The middle-left photo is a close-up of a concrete surface with the text "kein FTB" (no frost damage) overlaid. The middle-right photo is a close-up of a concrete surface with the text "FTB" (frost damage) overlaid. A red date stamp "2. 8. 2001" is visible in the bottom right of the middle-right photo. The slide number "39" is at the bottom center.

Frost-Tau-Wechsel

38

Detailed description: This slide is titled "Frost-Tau-Wechsel" (Frost-Thaw Cycle). It contains two photographs. The left photo shows two concrete samples in a tray, one appearing more damaged than the other. The right photo shows a concrete structure outdoors, possibly a balcony or walkway. The slide number "38" is at the bottom center.



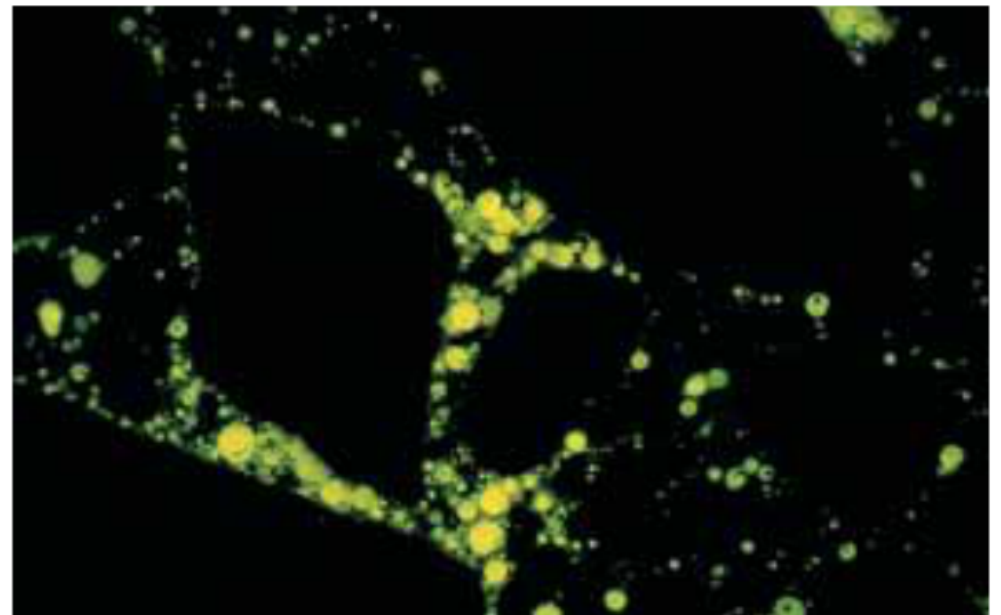
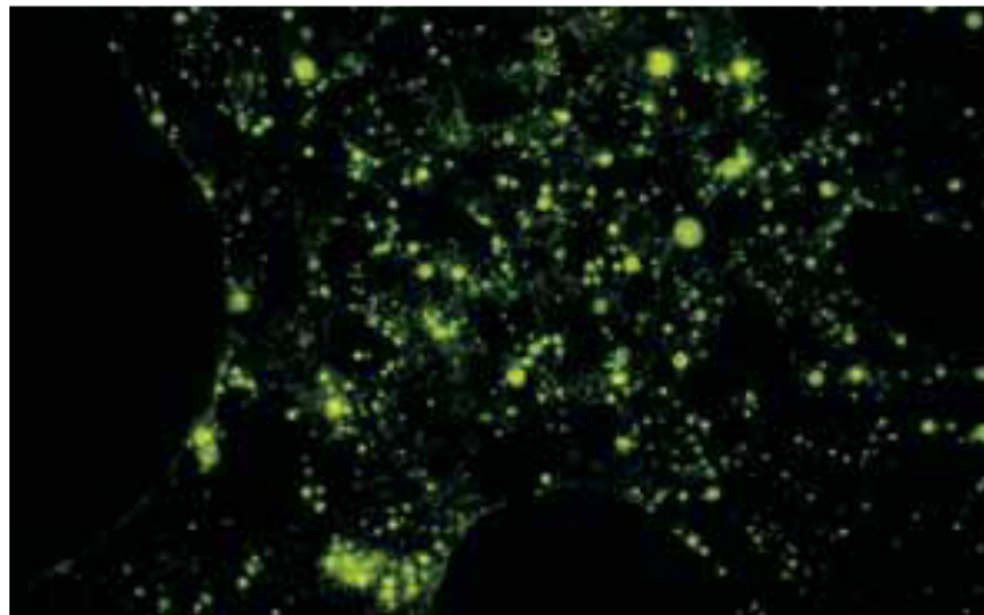
# XF?



# Kunststoffe Laminieren









# Frost-Tau-Wechsel





XF?

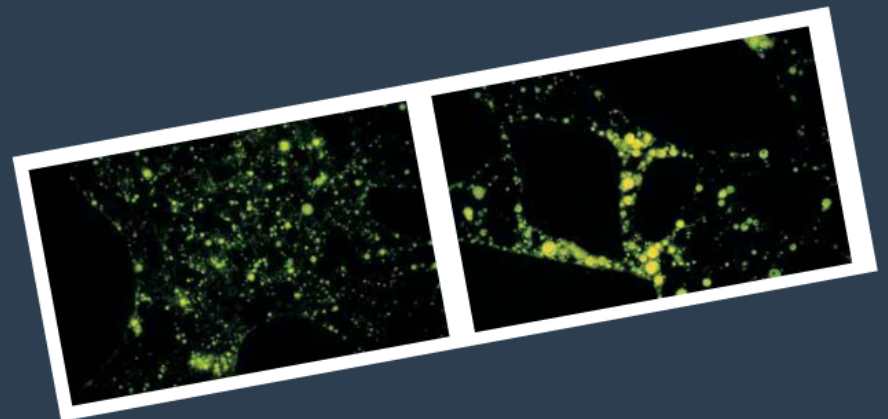
39

This block contains three photographs. The top photo shows a parking garage structure with concrete pillars and a ramp. The middle-left photo is a close-up of a concrete surface with the text "kein FTB" (no frost damage) overlaid. The middle-right photo is a close-up of a concrete surface with the text "FTB" (frost damage) overlaid. A red date stamp "2. 8. 2001" is visible in the bottom right corner of the middle-right photo.

Frost-Tau-Wechsel

38

This block contains two photographs. The left photo shows two concrete samples in a tray, one appearing lighter and more porous than the other. The right photo shows a concrete structure outdoors, possibly a balcony or walkway, with a railing.



### Milyen szerkezeteknél fordulhat elő?

Az osztály jel	A környezeti hatás leírása	Tárgyszózatú példák a létesítmények osztályok előfordulására
	4. Tengerszintnél szárazabb klímától indított korrózió (tengerszintnél szárazabb)	
XF1	5. Fagyvesztéses korrózió (fagyvesztéses anyagok)	Fagyvesztéses korrózió (fagyvesztéses anyagok)
XF2	Műanyagok (plasztik) korrózió (műanyagok)	Fagyvesztéses korrózió (fagyvesztéses anyagok)
XF3	Műanyagok (plasztik) korrózió (műanyagok)	Fagyvesztéses korrózió (fagyvesztéses anyagok)
XF4	Műanyagok (plasztik) korrózió (műanyagok)	Fagyvesztéses korrózió (fagyvesztéses anyagok)

### Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja? hőtani eredetű, fizikai korrózió

**Fagy hatása**

- a fagyvesztéses korrózió (fagyvesztéses anyagok)
- a fagyvesztéses korrózió (fagyvesztéses anyagok)
- a fagyvesztéses korrózió (fagyvesztéses anyagok)

**Olvasztósó hatása**

- a fagyvesztéses korrózió (fagyvesztéses anyagok)
- a fagyvesztéses korrózió (fagyvesztéses anyagok)
- a fagyvesztéses korrózió (fagyvesztéses anyagok)

# Fagyási/olvadási korrózió

## XF

### Hogyan lehet védekezni ellene?

- tömör betonszerkezet létrehozása (ld. általános intézkedések)
  - olvasztósók alkalmazása esetén mesterséges légbuborékok alkalmazása, mely fordítottan arányosan igazodik a max. szemmagysághoz (LP-Beton: Luftporenbeton)
- szilárdságcsökkenés!!**



### Karbonátosodás okozta korrózió XC

Milyen szerkezeti felülfalhat elő?

Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja? (pl. víz, szén-dioxid, oxigén)

Hogyan lehet védekezni ellene?

- megfelelő vízszigetelés (pl. szilikonos szigetelés)
- elcsiszolás (betonfelület tisztítása)
- elcsiszolás (betonfelület tisztítása)
- gyanta- vagy műanyag védőréteg

### Klorid okozta korrózió XD

Milyen szerkezeti felülfalhat elő?

Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja? (pl. kloridok, víz)

Hogyan lehet védekezni ellene?

- megfelelő korrózió védelem (pl. alacsony klorid tartalom)
- beton klorid tartalmának ellenőrzése
- passzív korrozóvédőanyag (pl. betonacél bevonat)

### Kémiai korrózió XA

Milyen szerkezeti felülfalhat elő?

Vegyi bomlás

Vegyi durvaság

### Környezeti osztályok

A beton összetétele

A cement hidratációja

Vasbeton korróziója

Korrózió elleni védekezés általános formái

Áttekintés

Készítette: Fehér Zoltán egyetemi tanársegéd

### Nincs korróziós kockázat XO

Alkalmazási terület:

- vasalás nélküli korrózióknak ki nem tett beton
- alapbeton
- vaslatlan alapbeton

### Fagyási/olvasadási korrózió XF

Milyen szerkezeti felülfalhat elő?

Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja? (pl. fagyás, víz)

Hogyan lehet védekezni ellene?

### Mechanikai kopás XK (XM)

mechanikai erők, fizikai korrózió

Milyen szerkezeti felülfalhat elő?



# Mechanikai kopás XK (XM)

mechanikai eredetű, fizikai korrózió

*Milyen szerkezeteknél  
fordulhat elő?*

Az osztály jele	A környezeti hatás leírása	Tájékoztató példák a kitéti (környezeti) osztályok előfordulására
<b>7. Koptató hatás okozta igénybevételek</b>		
<b>XK1(H)</b>	Könnyű szemcsés anyagok mérsékelt koptató hatása	Könnyű anyagok, termények stb. tárolására alkalmas silók, bunkerek, tartályok; járdák, lépcsők, garázspadozatok.
<b>XK2(H)</b>	Gördülő igénybevétel okozta koptató hatás	Betonút, dúrva, nehéz szemcsés anyagok tárolói; gördülő hordalékkal érintkező betonfelületek.
<b>XK3(H)</b>	Csúszató-gördülő igénybevétel okozta fokozott koptató hatás	Repülőteri kifutópályák, felszállópályák, nehézipari szerelőcsarnokok, konténerátrakó állomások.
<b>XK4(H)</b>	Csúszó-gördülő igénybevétel okozta igen erős koptató hatás	Nehéz tehemek és targoncaforgalommal kitétt csarnokok és raktárak kemény felületű, pormentes ipari padlóburkolata.

# Milyen szerkezeteknél fordulhat elő?

Az osztály jele	A környezeti hatás leírása	Tájékoztató példák a kitéti (környezeti) osztályok előfordulására
<b>7. Koptató hatás okozta igénybevétel</b>		
<b>XK1(H)</b>	Könnyű szemcsés anyagok mérsékelt koptató hatása	Könnyű anyagok, termények stb. tárolására alkalmas silók, bunkerek, tartályok; járdák, lépcsők, garázspadozatok.
<b>XK2(H)</b>	Gördülő igénybevétel okozta koptató hatás	Betonút; durva, nehéz szemcsés anyagok tárolói; gördülő hordalékkal érintkező betonfelületek.
<b>XK3(H)</b>	Csúsztató-gördülő igénybevétel okozta fokozott koptató hatás	Repülőtéri kifutópályák, felszállópályák, nehézipari szerelőcsarnokok, konténerátrakó állomások.
<b>XK4(H)</b>	Csúszó-gördülő igénybevétel okozta igen erős koptató hatás	Nehéz tehernek és targoncaforgalomnak kitett csarnokok és raktárak kemény felületű, pormentes ipari padlóburkolata.

# Mechanikai kopás XK (XM)

mechanikai eredetű, fizikai korrózió

*Milyen szerkezeteknél  
fordulhat elő?*

Az osztály jele	A környezeti hatás leírása	Tájékoztató példák a kitéti (környezeti) osztályok előfordulására
<b>7. Koptató hatás okozta igénybevételek</b>		
<b>XK1(H)</b>	Könnyű szemcsés anyagok mérsékelt koptató hatása	Könnyű anyagok, termények stb. tárolására alkalmas silók, bunkerek, tartályok; járdák, lépcsők, garázspadozatok.
<b>XK2(H)</b>	Gördülő igénybevétel okozta koptató hatás	Betonút, dúrva, nehéz szemcsés anyagok tárolói; gördülő hordalékkal érintkező betonfelületek.
<b>XK3(H)</b>	Csúszató-gördülő igénybevétel okozta fokozott koptató hatás	Repülőteri kifutópályák, felszállópályák, nehézipari szerelőcsarnokok, konténerátrakó állomások.
<b>XK4(H)</b>	Csúszó-gördülő igénybevétel okozta igen erős koptató hatás	Nehéz tehemek és targoncaforgalommal kitétt csarnokok és raktárak kemény felületű, pormentes ipari padlóburkolata.

### Karbonátosodás okozta korrózió XC

Milyen szerkezeti felülfalhat elő?

Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja?

Hogyan lehet védekezni ellene?

- megfelelő vízszigetelés (pl. átjárós elválasztók)
- elcsiszolt betonfelület (pl. átjárós elválasztók)
- gyanta- vagy műanyag védőréteg

### Klorid okozta korrózió XD

Milyen szerkezeti felülfalhat elő?

Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja?

Hogyan lehet védekezni ellene?

- megfelelő korrózió védelem (pl. átvilágosított betonok)
- alacsony kloridtartalom (pl. beton klorid tartalmának)
- passzív korrozív védőanyag (pl. betonok bevonatával)

### Kémiai korrózió XA

Milyen szerkezeti felülfalhat elő?

Vegyi bomlás

Vegyi durvaság

### Környezeti osztályok

A beton összetétele

A cement hidratációja

Vasbeton korróziója

Korrózió elleni védekezés általános formái

Áttekintés

Készítette: Fehér Zoltán egyetemi tanársegéd

### Nincs korróziós kockázat XO

Alkalmazási terület:

- vasalás nélküli, korrózióknak ki nem tett beton
- alapbeton
- vaslatlan alapbeton

### Mechanikai kopás XK (XM)

mechanikai erők, fizikai korrózió

Milyen szerkezeti felülfalhat elő?

### Fagyási/olvasadási korrózió XF

Milyen szerkezeti felülfalhat elő?

Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja?

Hogyan lehet védekezni ellene?





# Környezeti osztályok

## A beton összetétele

**Adalékanyag**

**Cement**

**Víz**

**Légpórusok**

**Kiegészítő anyagok**

**Adalékszerek**

- Hővezető
- Pótló
- Szilárdító
- Szilárdítógátló
- Szilárdító
- Szilárdító
- Szilárdító

**A víz-cement arány**



## A cement hidratációja

A cement vízzel összekeverve kémiai folyamaton megy keresztül, ezt hívjuk hidratációnak. Ez a folyamat hőfelettel jár (exoterm), ún. hidratációs hő keletkezik. A reakció a kezdeti "gelrendszer" kristályosodásához és szilárdulásához (cementkő kialakulásához) vezet.

**A cementkő (kem) főbb összetevői**

**Kémiai reakciók**

**Legfontosabb végtermékek**



## Vasbeton korróziója

**Beton korróziója**

- betonszerkezet tönkremenetele
- szilárdság lecsökkenése
- keresztmetszet lecsökkenése
- betonacél korrózióvédelmének leromlása
- felületi megjelenés leromlása

**Betonacél korróziója**

- betonacél keresztmetszetének és teherbírásiának lecsökkenése
- duktilitás és szívósság korlátozódása
- felületi korrózió esetén betontakarás lehetősége
- felületi megjelenés leromlása rozsdafoltokkal

**XF**  
**XA XM**

**XC**  
**XD**



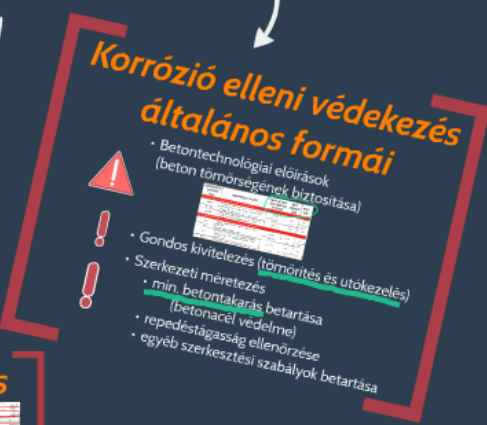
## Korrózió elleni védekezés általános formái

**Betontechnológiai előírások (beton tömörségének biztosítása)**

- Gondos kivitelezés (tömörítés és utókezelés)

**Szerkezeti méretezés (betonacél betartása)**

- min. betontakarás betartása (betonacél védelme)
- repedéstágasság ellenőrzése
- egyéb szerkezetszabályok betartása

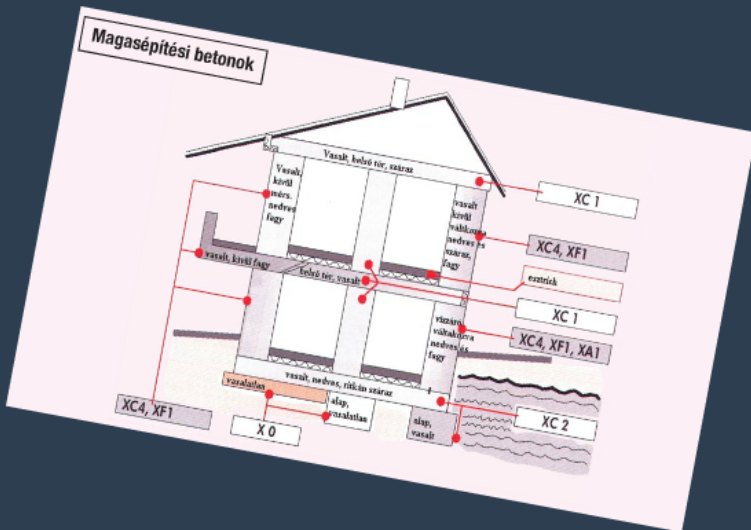


## Áttekintés

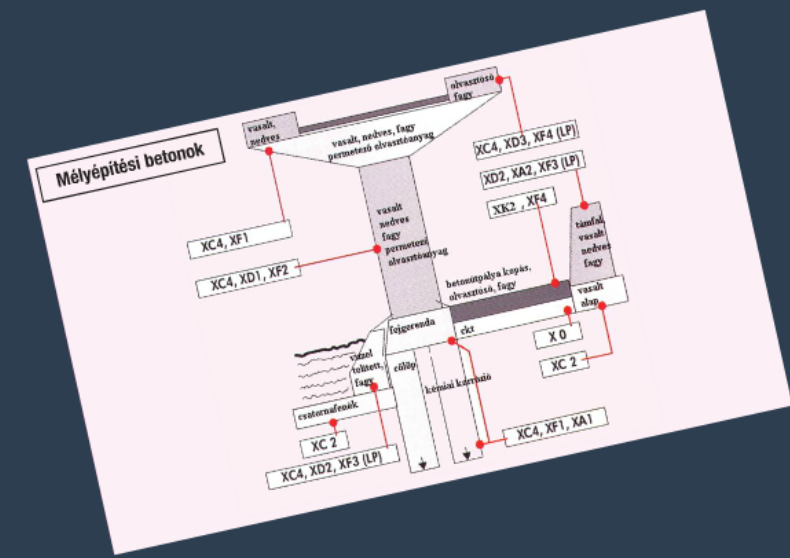
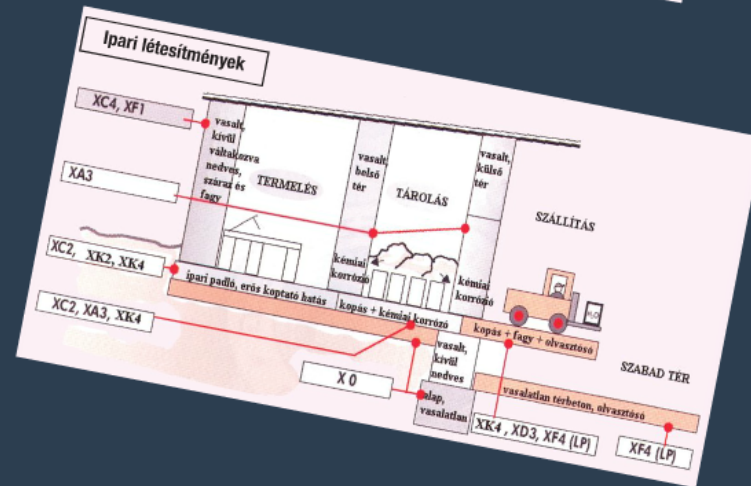


Készítette:  
Fehér Zoltán  
egyetemi tanársegéd

# Áttekintés



SZÁMJELEL CÍMJELEL RÉSZ	MÉLYÉPÍTÉSI KONKRETUMOK		MÉLYÉPÍTÉSI KONKRETUMOK		MIN. BETON SZÁRMAZÁS CÍMJELEL	MIN. BETON CÍMJELEL	MAX. NYC
	KÖRNYEZETI HATÁS	BETON TÍPUSA	BETON HATÁRÁNYI TÍPUSOK	BETON HATÁRÁNYI TÍPUSOK			
XC 1	Belül, száraz, nem agresszív környezet	XC 1	XC 1	XC 1	XC 1	XC 1	25
XC 2	Külső, száraz, nem agresszív környezet	XC 2	XC 2	XC 2	XC 2	XC 2	25
XC 3	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 3	XC 3	XC 3	XC 3	XC 3	25
XC 4	Külső, nedves, nem agresszív környezet	XC 4	XC 4	XC 4	XC 4	XC 4	25
XC 5	Külső, nedves, agresszív környezet	XC 5	XC 5	XC 5	XC 5	XC 5	25
XC 6	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 6	XC 6	XC 6	XC 6	XC 6	25
XC 7	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 7	XC 7	XC 7	XC 7	XC 7	25
XC 8	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 8	XC 8	XC 8	XC 8	XC 8	25
XC 9	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 9	XC 9	XC 9	XC 9	XC 9	25
XC 10	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 10	XC 10	XC 10	XC 10	XC 10	25
XC 11	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 11	XC 11	XC 11	XC 11	XC 11	25
XC 12	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 12	XC 12	XC 12	XC 12	XC 12	25
XC 13	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 13	XC 13	XC 13	XC 13	XC 13	25
XC 14	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 14	XC 14	XC 14	XC 14	XC 14	25
XC 15	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 15	XC 15	XC 15	XC 15	XC 15	25
XC 16	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 16	XC 16	XC 16	XC 16	XC 16	25
XC 17	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 17	XC 17	XC 17	XC 17	XC 17	25
XC 18	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 18	XC 18	XC 18	XC 18	XC 18	25
XC 19	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 19	XC 19	XC 19	XC 19	XC 19	25
XC 20	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 20	XC 20	XC 20	XC 20	XC 20	25
XC 21	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 21	XC 21	XC 21	XC 21	XC 21	25
XC 22	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 22	XC 22	XC 22	XC 22	XC 22	25
XC 23	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 23	XC 23	XC 23	XC 23	XC 23	25
XC 24	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 24	XC 24	XC 24	XC 24	XC 24	25
XC 25	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 25	XC 25	XC 25	XC 25	XC 25	25
XC 26	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 26	XC 26	XC 26	XC 26	XC 26	25
XC 27	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 27	XC 27	XC 27	XC 27	XC 27	25
XC 28	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 28	XC 28	XC 28	XC 28	XC 28	25
XC 29	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 29	XC 29	XC 29	XC 29	XC 29	25
XC 30	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 30	XC 30	XC 30	XC 30	XC 30	25
XC 31	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 31	XC 31	XC 31	XC 31	XC 31	25
XC 32	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 32	XC 32	XC 32	XC 32	XC 32	25
XC 33	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 33	XC 33	XC 33	XC 33	XC 33	25
XC 34	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 34	XC 34	XC 34	XC 34	XC 34	25
XC 35	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 35	XC 35	XC 35	XC 35	XC 35	25
XC 36	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 36	XC 36	XC 36	XC 36	XC 36	25
XC 37	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 37	XC 37	XC 37	XC 37	XC 37	25
XC 38	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 38	XC 38	XC 38	XC 38	XC 38	25
XC 39	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 39	XC 39	XC 39	XC 39	XC 39	25
XC 40	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 40	XC 40	XC 40	XC 40	XC 40	25
XC 41	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 41	XC 41	XC 41	XC 41	XC 41	25
XC 42	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 42	XC 42	XC 42	XC 42	XC 42	25
XC 43	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 43	XC 43	XC 43	XC 43	XC 43	25
XC 44	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 44	XC 44	XC 44	XC 44	XC 44	25
XC 45	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 45	XC 45	XC 45	XC 45	XC 45	25
XC 46	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 46	XC 46	XC 46	XC 46	XC 46	25
XC 47	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 47	XC 47	XC 47	XC 47	XC 47	25
XC 48	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 48	XC 48	XC 48	XC 48	XC 48	25
XC 49	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 49	XC 49	XC 49	XC 49	XC 49	25
XC 50	Külső, száraz, agresszív környezet	XC 50	XC 50	XC 50	XC 50	XC 50	25

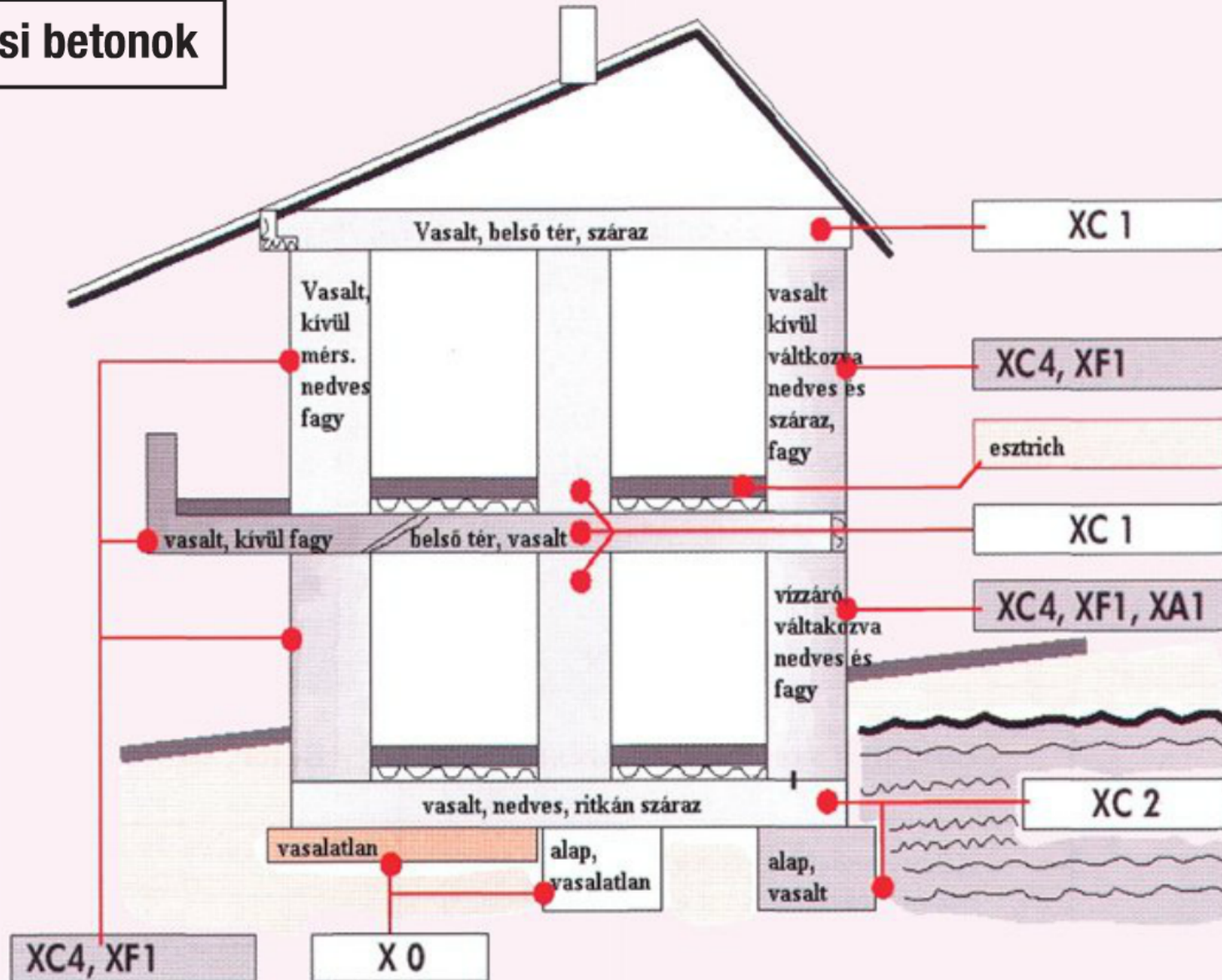


**BETON KÖRNYEZETI OSZTÁLYOK**

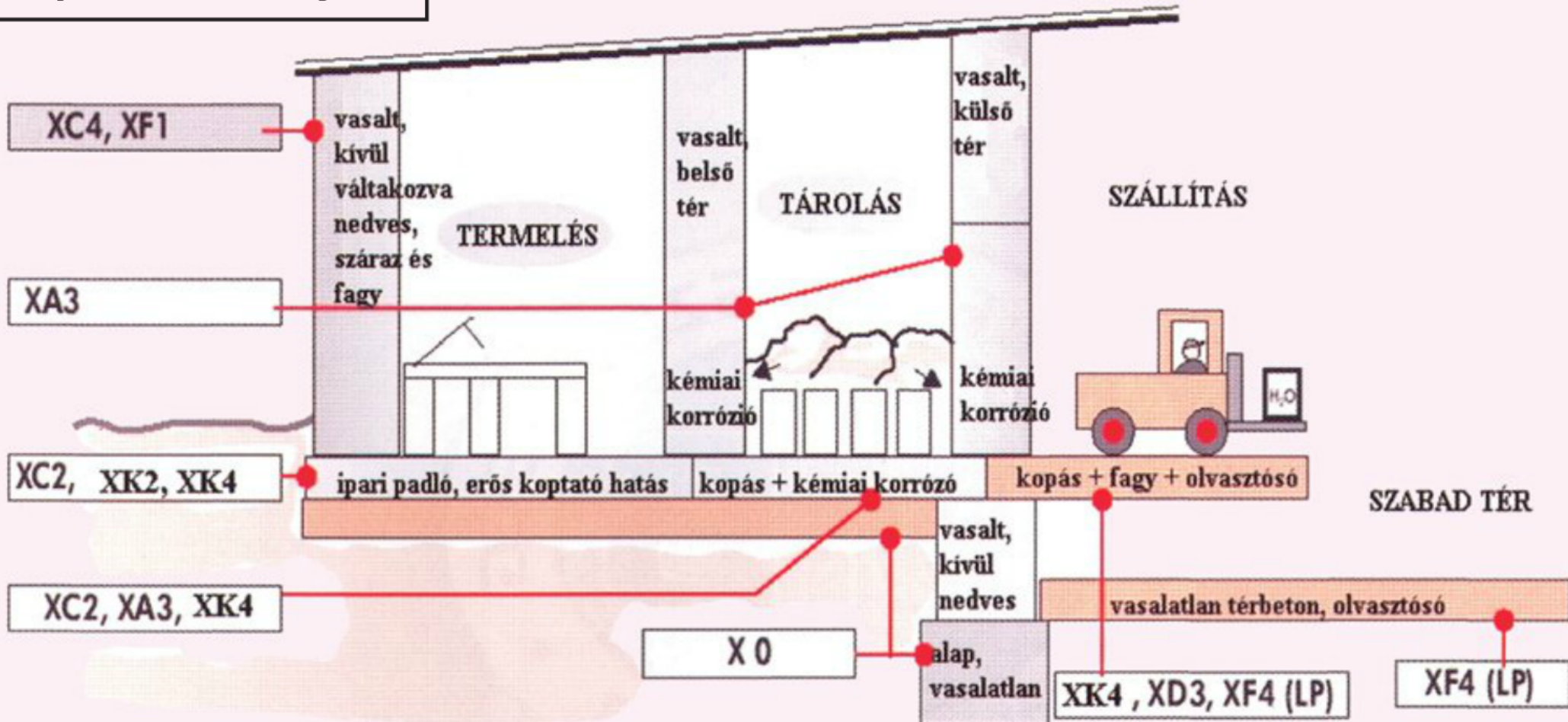
**BETON KÖRNYEZETI OSZTÁLYOK**

KÖRNYEZETI OSZTÁLY JELE	KÖRNYEZETI HATÁS	BETON TÍPUSA	BETON ALKALMAZÁSI TERÜLETE	MIN. BETON SZILÁRDSÁGI OSZTÁLY	MIN. CEMENT (KG)	MAX. V/C
<b>1. X0 Környezeti hatásoknak ki nem tett beton szerkezetek</b>						
XN (H)	Környezeti hatásoknak nem ellenálló és szilárdsági szempontból alárendelt jelentőségű beton	Vasalás nélküli, korrózióknak ki nem tett beton	Kis szilárdságú aljzatbeton	C8/10	210	0,75
X0b (H)	Környezeti hatásoknak nem ellenálló beton	Vasalás nélküli, korrózióknak ki nem tett beton	Vasalatlan alapbeton, kitöltő és kiegyenlítő beton, üreges zsaluzóelem, üreges födémbélel-test, üreges válaszfal	C12/15	230	0,70
X0v (H)	Környezeti hatásoknak nem ellenálló vasbeton, legfeljebb 35% relatív páratartalmú helyen	Vasbeton vagy beágyazott fémek tartalmazó beton	Vasalt alapbetonok	C16/20	250	0,70
<b>2. XC Karbonátosodásnak ellenálló beton és vasbeton szerkezetek</b>						
XC1	Száraz, vagy tartósan nedves helyen, állandó víz alatt	Csekély relatív páratartalmú épületekben lévő beton, állandó víz alatt lévő beton	Belső pillér, belső födém	C20/25	260	0,65
XC2	Nedves, ritkán száraz helyen	Hosszú időn át vízzel érintkező betonfelületek	Épületalap, támfalalap, mélyalap, kiegyenlítő pályalemez	C25/30	280	0,60
XC3	Mérsékeltan nedves helyen, nagy relatív páratartalmú épületben, vagy a szabadban esőtől védett helyen	Vasalás nélküli, korrózióknak ki nem tett kitöltő és kiegyenlítő beton	Füldőépület szerkezet	C30/37	280	0,55
XC4	Váltakozva nedves és száraz, víznek kitétt helyen	Víznek kitétt betonfelület, pl.- erkélyek	Szárnyfal, pincefal, fűt cölöp, cölöp-fejgerenda	C30/37	300	0,50
<b>3. XD Nem tengervízből származó kloridoknak ellenálló beton és vasbeton szerkezetek</b>						
XD1	Mérsékeltan nedves helyen (nincs sózás)	Levegőből származó kloridnak kitétt, de jégolvasztó sónak ki nem tett beton, pl.: egyedi garázsok	Vegyipari üzemek környezetében, a szabadban lévő szerkezetek	C30/37	300	0,55
XD2	Nedves, ritkán száraz helyen	Kloridot tartalmazó ipari vizeknek kitétt, de jégolvasztó sónak ki nem tett beton. Klorid tartalmú talajvízzel érintkező vasalt beton	Aléptérmény, szárnyfal, klorid tartalmú talajvízzel vagy ipari vízzel érintkező építmény, medence	C30/37	300	0,55
XD3	Váltakozva nedves és száraz helyen	Váltakozva nedves és száraz helyen, jégolvasztó kloridok permetének kitétt korrózióálló beton; Magyarországon a fagy/olvadási ciklusoknak és jégolvasztó sónak kitétt betonokat az XD3 környezeti osztály helyett XF4 környezeti osztályba kell sorolni	Hidelemek, járdák, útburkolatok	C35/45	320	0,45
<b>4. XS Tengervízből származó kloridok által okozott korrózió</b>						
XS	Hazánkban nincs ilyen korróziós kockázat					
<b>5. XF Fagyási/olvadási korrózió jégolvasztó anyaggal vagy anélkül</b>						
<b>5.1. Független felületű fagyálló beton és vasbeton szerkezetek</b>						
XF1	Mérsékelt víztelítettség jégolvasztó anyag és légbuborék-képző adalékszer nélkül	Független felületű, esőnek és fagnak kitétt, olvasztó sózás nélküli fagyálló beton	Monolit és előregyártott szerkezetek	C30/37	300	0,55
XF2	Mérsékelt víztelítettség jégolvasztó anyaggal és légbuborék-képző adalékszerrel	Független felületű, fagnak és jégolvasztó sók permetének kitétt fagyálló beton	Monolit és előregyártott szerkezetek	C25/30	300	0,55
<b>5.2. Vízszintes felületű fagyálló beton és vasbeton szerkezetek</b>						
XF3	Nagy víztelítettség jégolvasztó anyag nélkül, légbuborék-képző adalékszerrel	Vízszintes felületű, esőnek és fagnak kitétt, olvasztó sózás nélküli fagyálló beton	Monolit és előregyártott szerkezetek	C30/37	320	0,50
XF4	Nagy víztelítettség jégolvasztó anyaggal és légbuborék-képző adalékszerrel	Vízszintes felületű, fagnak és jégolvasztó sózásnak közvetlenül kitétt fagyálló beton	Útpályabeton, repülőteri kifutópályák, hídpályalemez	C30/37	340	0,45
<b>6. XA Talaj és talajvíz kémiai korróziójának ellenálló beton és vasbeton szerkezetek</b>						
XA1	Enyhén agresszív kémiai környezet	Agresszív talajjal, vagy talajvízzel érintkező, enyhén korrózióálló beton	Fűt cölöp	C30/37	300	0,55
XA2	Mérsékeltan agresszív kémiai környezet	Agresszív talajjal, vagy talajvízzel érintkező, mérsékeltan korrózióálló és szulfátálló beton	Fűt cölöp	C30/37	320	0,50
XA3	Erősen agresszív kémiai környezet	Agresszív talajjal, vagy talajvízzel érintkező, erősen korrózió- és szulfátálló beton	Fűt cölöp, agresszív anyagok tárolótere	C35/45	360	0,45
<b>7. XK (H) Kopásálló beton és vasbeton szerkezetek</b>						
XK1 (H)	Mérsékeltan kopásálló	Könnyű szemcsés anyagok koptató igénybevételének, és/vagy gyalogos forgalom, puha abroncsú kerekek koptató igénybevételének kitétt beton	Siló, bunker, tartály könnyű anyagok tárolására, garázspadozat, lépcső, járólap, kopásálló réteggel ellátott ipari padlóburkolat kopórétteg nélkül	C30/37	310	0,50
XK2 (H)	Kopásálló	Nehéz terhek alatt gördülő igénybevétel okozta koptató hatásnak kitétt beton	Nehéz anyagok tárolója, gördülő hordalékkal érintkező beton, egyrétegű járdalap és monolit járda, kétrétegű járdalap kopórétteg, közönséges útszegély elem, lépcső, vasbeton lépcső, aknafedél	C35/45	330	0,45
XK3 (H)	Fokozottan kopásálló	Igen nehéz terhek alatt csúszató-gördülő igénybevétel okozta koptató hatásnak kitétt beton	Egyrétegű útburkoló elem, kétrétegű útburkoló elem kopórétteg, kopásálló útszegély elem, vasalatlan útpályaburkolat, repülőteri pályaburkolat, konténer átrakó állomás térburkolata	C40/50	350	0,40
XK4 (H)	Igen kopásálló	Igen nehéz terhek alatt csúszató-gördülő igénybevétel okozta koptató hatásnak kitétt beton, nagy felületű pontosság és pormentesség igénye esetén	Ipari padlóburkolat, amelyre nem kerül kopórétteg	C45/55	370	0,35
<b>8. XV (H) Vízáró beton és vasbeton szerkezetek</b>						
XV1 (H)	Vízáró	Kis üzemi víznyomásnak kitétt, legalább 300 mm vastag beton, amelynek felületén 24 óra alatt legfeljebb 0,4 liter/m <sup>2</sup> víz szivárog át	Pincefal, csatornafal, mélyalap, áteresztő folyóka, mederalap, rézsűburkolat, legfeljebb 1m magas víztároló medence, záportároló, esővízgyűjtő akna	C25/30	300	0,60
XV2 (H)	Fokozottan vízáró	Kis üzemi víznyomásnak kitétt, legfeljebb 300 mm vastag beton, vagy nagy üzemi víznyomásnak kitétt legalább 300 mm vastag beton, amelynek felületén 24 óra alatt legfeljebb 0,2 liter/m <sup>2</sup> víz szivárog át	Vízépítési szerkezetek, gátak, partfalak, 1m-nél magasabb víztároló medence, földalatti garázs, földalatti alaptestek	C30/37	300	0,55
XV3 (H)	Igen vízáró	Nagy üzemi víznek kitétt legfeljebb 300 mm vastag beton, amelynek felületén 24 óra alatt legfeljebb 0,1 liter/m <sup>2</sup> víz szivárog át	Mélygarázs, mélyraktár, alagút külön szigetelő réteg nélkül	C30/37	300	0,50

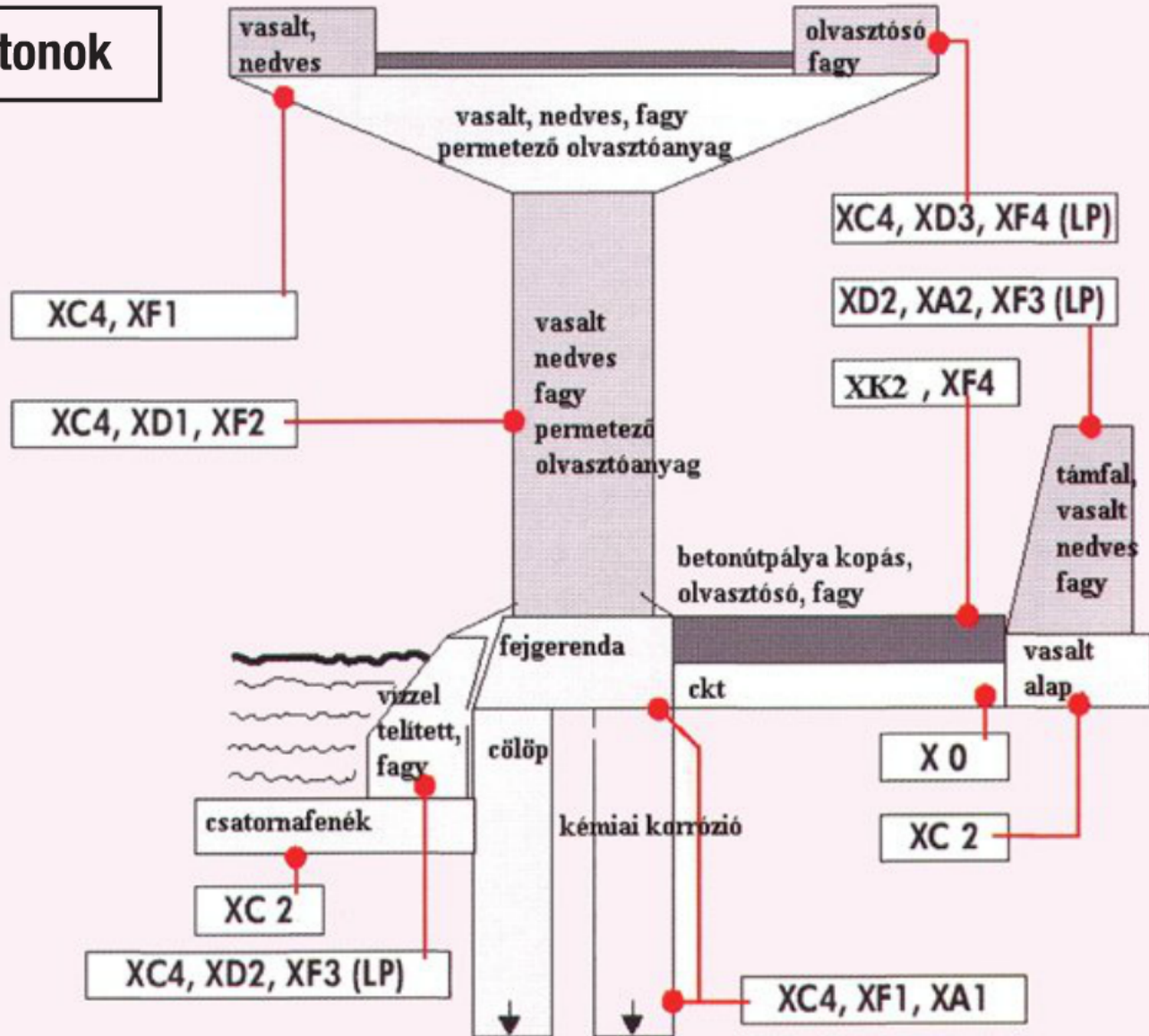
# Magasépítési betonok



# Ipari létesítmények



# Mélyépítési betonok





# Környezeti osztályok

## A beton összetétele

**Adalékanyag**

**Cement**

**Víz**

**Légpórusok**

**Kiegészítő anyagok**

**Adalékszerek**

- Hővezető
- Pótló
- Szilárdító
- Szilárdítógátló
- Szilárdító
- Szilárdító
- Szilárdító

**A víz-cement arány**



## A cement hidratációja

A cement vízzel összekeverve kémiai folyamaton megy keresztül, ezt hívjuk hidratációnak. Ez a folyamat hőfelettel jár (exoterm), ún. hidratációs hő keletkezik. A reakció a kezdeti "gelrendszer" kristályosodásához és szilárdulásához (cementkő kialakulásához) vezet.

**A cementkő (lerakódás) legfőbb összetevői**

**Kémiai reakciók**

**Legfontosabb végtermékek**



## Vasbeton korróziója

**Beton korróziója**

- betonszerkezet tönkremenetele
- szilárdság lecsökkenése
- keresztmetszet lecsökkenése
- betonacél korrózióvédelmének leromlása
- felületi megjelenés leromlása

**Betonacél korróziója**

- betonacél keresztmetszetének és teherbírásiának lecsökkenése
- duktilitás és szívósság korlátozódása
- felületi korrózió esetén betontakarás lehetősége
- felületi megjelenés leromlása rozsdafoltokkal

**XF**  
**XA XM**

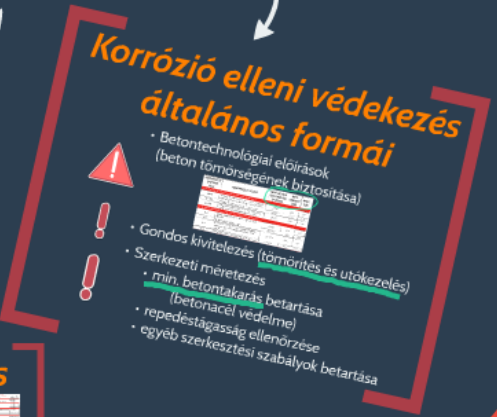
**XC**  
**XD**



## Korrózió elleni védekezés általános formái

**Betontechnológiai előírások (beton tömörségének biztosítása)**

- Gondos kivitelezés (tömörítés és utókezelés)
- Szerkezeti méretezés
- min. betontakarás betartása (betonacél védelme)
- repedéstágasság ellenőrzése
- egyéb szerkezetségi szabályok betartása

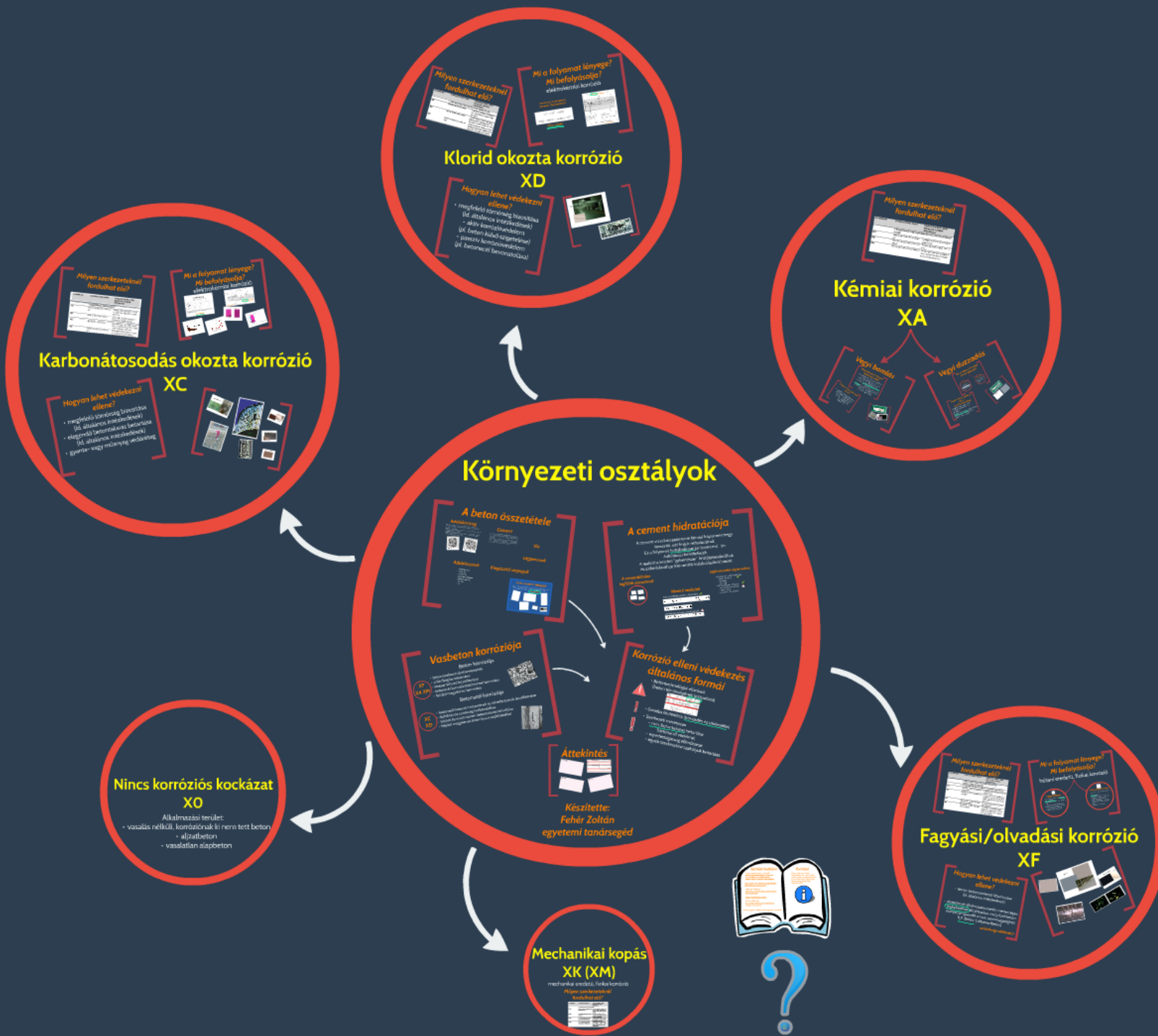


## Áttekintés



Készítette:  
Fehér Zoltán  
egyetemi tanársegéd





**Milyen szerkezeteknél fordulhat elő?**

**Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja?**

**Hogyan lehet védekezni ellene?**

- megfelelő korrózió védelem (pl. ábrázolás, szigetelés)
- alacsony korróziós sebesség (pl. beton klorid tartalmának csökkentése)
- passzív korrózióvédelem (pl. bevonatok, bevonatjavítás)

**Milyen szerkezeteknél fordulhat elő?**

**Vegyi bomlás**

**Vegyi durvasítás**

**Milyen szerkezeteknél fordulhat elő?**

**Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja?**

**Hogyan lehet védekezni ellene?**

- megfelelő szigetelés (pl. ábrázolás, szigetelés)
- alacsony korróziós sebesség (pl. beton klorid tartalmának csökkentése)
- gyenge vagy mélyre vezetők

**A beton összetétele**

**A cement hidratációja**

**Vasbeton korróziója**

**Korrózió elleni védekezés általános formái**

**Áttekintés**

**Milyen szerkezeteknél fordulhat elő?**

**Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja?**

**Hogyan lehet védekezni ellene?**

**Alkalmazási terület:**

- vasalás nélküli korrózióknak ki nem tett beton
- alapbeton
- vaslatlan alapbeton

**Mechanikai kopás**

**XK (XM)**

mechanikai erők, fizikai korrózió



## Ajánlott irodalom

"Minden, amit a betonról tudni kell"  
[http://www.bau-kemikal.hu/Termek/  
UJ\\_TERMEKEK\\_es\\_MEGOLDASOK/  
Minden\\_amit\\_a\\_betonrol\\_tudni\\_kell.pdf](http://www.bau-kemikal.hu/Termek/ UJ_TERMEKEK_es_MEGOLDASOK/ Minden_amit_a_betonrol_tudni_kell.pdf)

[http://hun.sika.com/hu/group/Media/  
News1/beton\\_hireink.html](http://hun.sika.com/hu/group/Media/News1/beton_hireink.html)

Sika Beton Kézikönyv:  
[http://hucon.webdms.sika.com/files/show.do?  
documentID=1184](http://hucon.webdms.sika.com/files/show.do?documentID=1184)

<http://www.holcim.hu/>

Holcim Tudástár:  
[http://www.holcim.hu/termek-es-  
szolgalatasok.html](http://www.holcim.hu/termek-es-szolgalatasok.html)

*és még nagyon sokan mások angolul és németül...*

## Források

- Jochen Stark, Bernd Wicht:  
Dauerhaftigkeit von Beton (2013)
- Holcim és Sika műszaki kiadványok
- Konrad Zilch; Gerhard Zehetmaier:  
Bemessung im konstruktiven  
Betonbau 2005





**Milyen szerkezeteknél fordulhat elő?**

**Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja?**  
- elektrolitok korrózió

**Hogyan lehet védekezni ellene?**

- megfelelő korrózió védelem (pl. ábrákhoz tartozó leírások)
- alacsony korróziós sebesség (pl. beton klorid tartalmának)
- passzív korrozív védőanyag (pl. betonok védelemét)

**Milyen szerkezeteknél fordulhat elő?**

**Vegyi bomlás**

**Vegyi durvasítás**

**Milyen szerkezeteknél fordulhat elő?**

**Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja?**  
- alacsony korrózió

**Hogyan lehet védekezni ellene?**

- megfelelő korrózió védelem (pl. ábrákhoz tartozó leírások)
- alacsony korróziós sebesség (pl. beton klorid tartalmának)
- passzív korrozív védőanyag (pl. betonok védelemét)

**A beton összetétele**

**A cement hidratációja**

**Vasbeton korróziója**

**Korrózió elleni védekezés általános formái**

**Áttekintés**

**Milyen szerkezeteknél fordulhat elő?**

**Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja?**  
- hőmérséklet, fagyás, olvadás

**Hogyan lehet védekezni ellene?**

**Alkalmazási terület:**

- vasalás nélküli korrózióknak ki nem tett beton
- alapbeton
- vaslatlan alapbeton

**Mechanikai kopás**  
**XK (XM)**

mechanikai erők, fizikai korrózió





**Kérdés?  
Hozzászólás?  
Ötlet?**

### Karbonátosodás okozta korrózió XC

Milyen szerkezeti felülfalhat elő?

Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja?

Hogyan lehet védekezni ellene?

- megfelelő vízszigetelés (pl. átjárós elválasztók)
- elcsiszolás (betonfelület tisztítása)
- átjárós elválasztók (pl. átjárós elválasztók)
- gyanta- vagy műanyag védőréteg

### Klorid okozta korrózió XD

Milyen szerkezeti felülfalhat elő?

Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja?

Hogyan lehet védekezni ellene?

- megfelelő korrózió védelem (pl. átválasztók, elválasztók)
- alacsony kloridtartalom (pl. beton klorid tartalmának)
- passzív kloridok elkerülése (pl. betonozás beavatkozása)

### Kémiai korrózió XA

Milyen szerkezeti felülfalhat elő?

Vegyi bomlás

Vegyi durvaság

### Környezeti osztályok

A beton összetétele

A cement hidratációja

Vasbeton korróziója

Korrózió elleni védekezés általános formái

Áttekintés

Készítette: Fehér Zoltán egyetemi tanársegéd

### Nincs korróziós kockázat XO

Alkalmazási terület:

- vasalás nélküli korrózióknak ki nem tett beton
- alapbeton
- vaslatlan alapbeton

### Fagyási/olvasadási korrózió XF

Milyen szerkezeti felülfalhat elő?

Mi a folyamat lényege? Mi befolyásolja?

Hogyan lehet védekezni ellene?

### Mechanikai kopás XK (XM)

mechanikai erők, fizikai korrózió

Milyen szerkezeti felülfalhat elő?

