



PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM
MŰSZAKI ÉS INFORMATIKAI KAR

Hídépítés

7. előadás

Hidak hibái, károsodások

Szabó Imre Gábor

Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar

Építőmérnök Tanszék

1. Hidak hibái és ezek okai

Tervezési hibák:

- szerkezettervezési hibák,
- nem megfelelő dilatációs szerkezetek,
- kinematikai terhek hatásainak nem megfelelő figyelembe vétele (pl. hőmérséklet változás, támaszsüllyedés),
- a túlzott takarékosagra ösztönző előírások kihasználása a szélső határig,
- ismeretek hiánya egyes új szakterületeken (pl. új anyagok használata),
- a víz elleni védelem elhanyagolása, rossz kivitelezése,
- a fenntartás elhanyagolása, nem megfelelő kivitelezése,
- nem elég részletes technológiai utasítások.

Kivitelezési hibák:

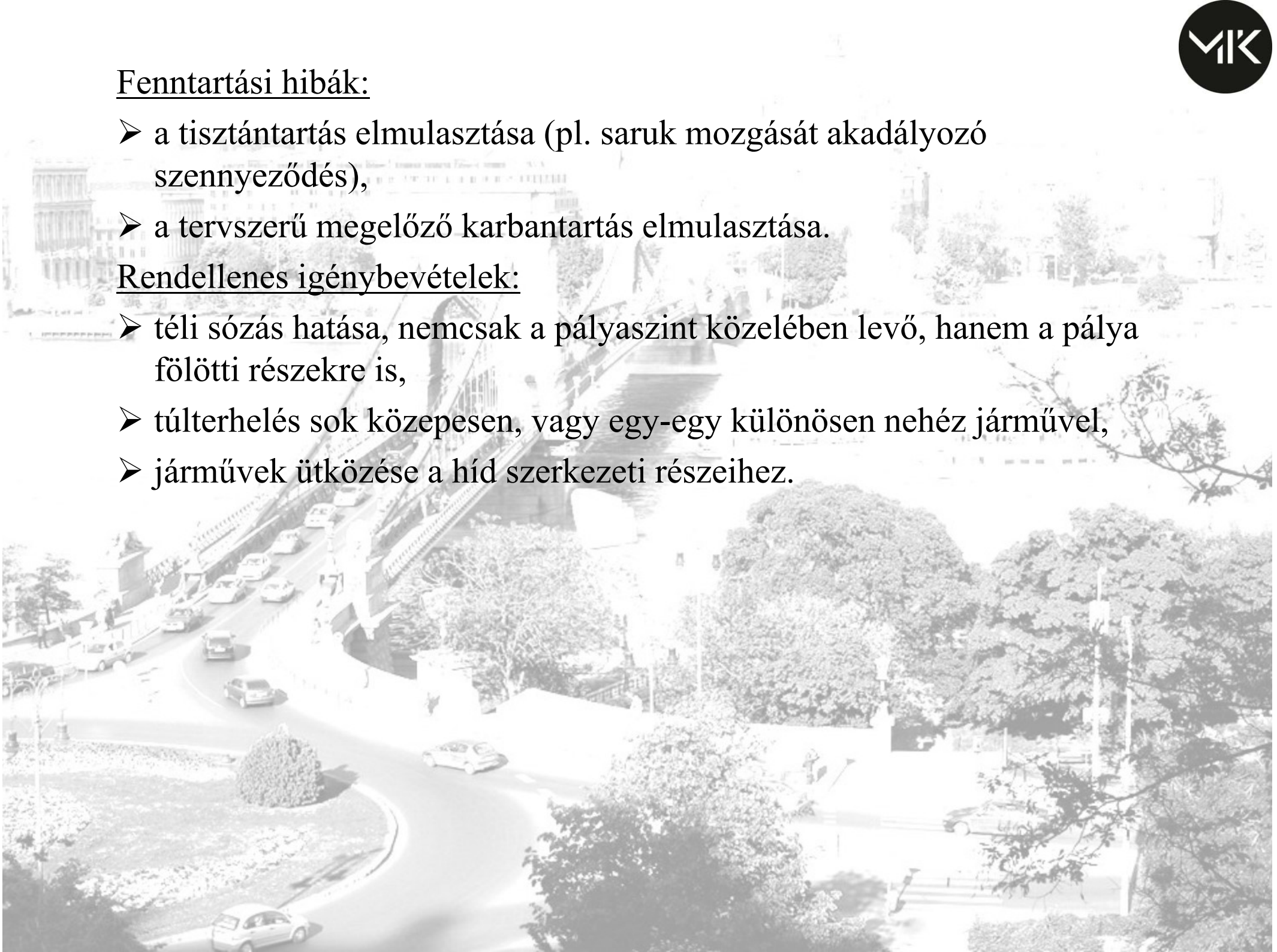
- nem megfelelő méretek (pl. alaptest),
- nem megfelelő minőség (pl. kis betonszilárdság),
- betonbedolgozási és injektálási hiányosságok,
- saruk, dilatációs szerkezetek pontatlan elhelyezése,
- szigetelések, burkolatok, munkahézagok hibái.

Fenntartási hibák:

- a tisztántartás elmulasztása (pl. saruk mozgását akadályozó szennyeződés),
- a tervszerű megelőző karbantartás elmulasztása.

Rendellenes igénybevételek:

- téli sózás hatása, nemcsak a pályaszint közelében levő, hanem a pálya fölötti részekre is,
- túlterhelés sok közepesen, vagy egy-egy különösen nehéz járművel,
- járművek ütközése a híd szerkezeti részeihez.



2. Károsodások megjelenése

2.1 Vasbetonszerkezetek

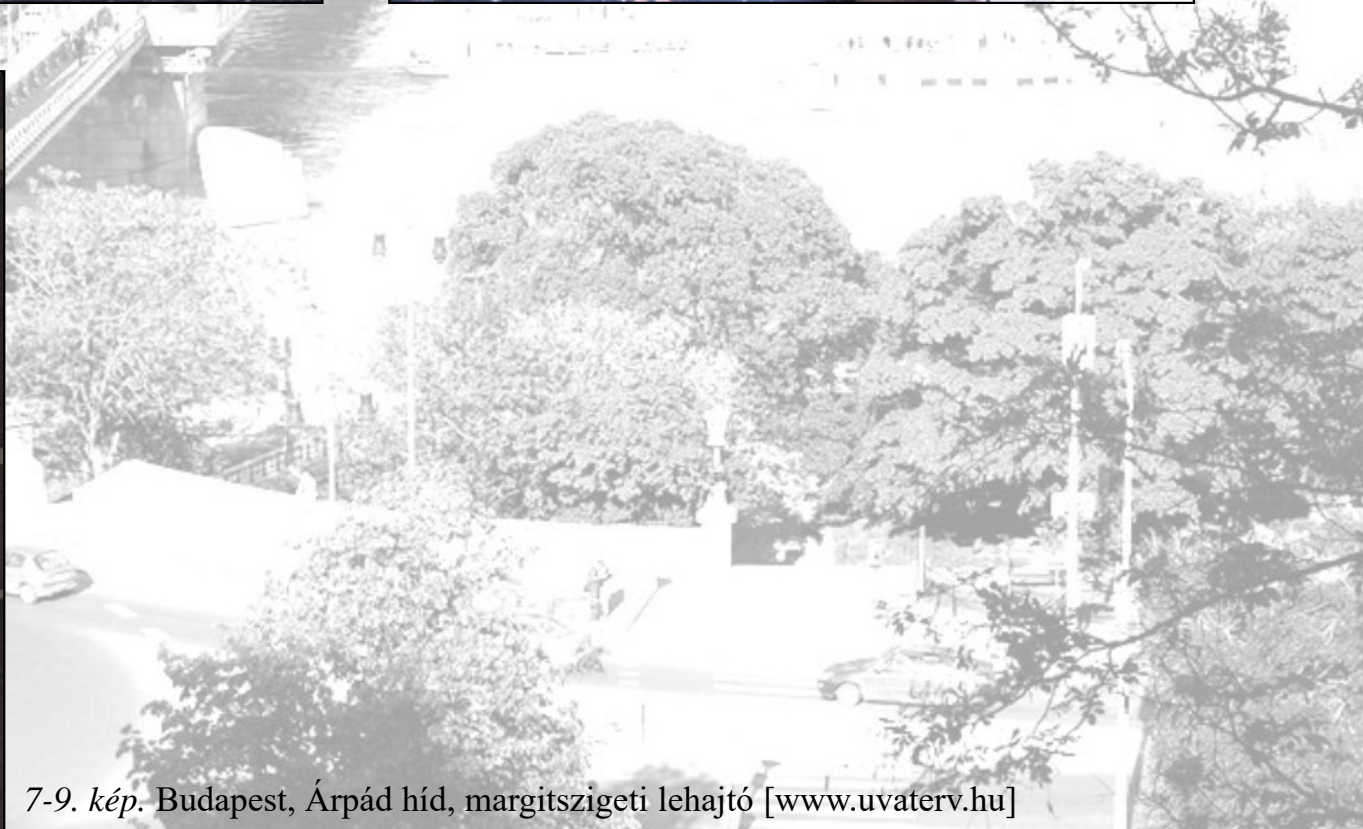
- betonkorrózió,
- acélbetétek korróziója,
 - hosszanti repedések az acélbetétek mentén,
 - acélbetétek keresztmetszetének csökkenése,
 - betonfedés leválása,
- felületek átázása (mész kiválás, cseppkövek, repedések).



1-2. kép. Vasbetonszerkezetű hidak károsodása I. [Orbán Z. 2017]



3-6. kép. Vasbetonszerkezetű hidak károsodása II. [Orbán Z. 2017]



7-9. kép. Budapest, Árpád híd, margitszigeti lehajtó [www.uvaterv.hu]

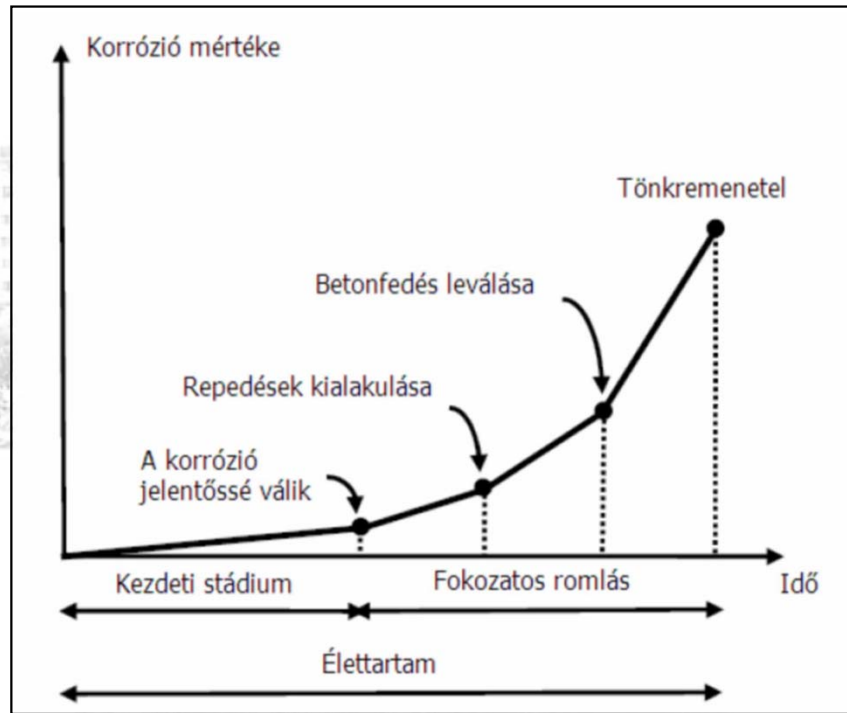
2.1.1 Vasbetonszerkezetek korrózió okozta állapotromlási folyamatai

A vasbetonszerkezetek korrózió miatt bekövetkező állapotromlási folyamatát két részre lehet bontani a szerkezet élettartamán belül:

- a kezdeti stádium, amikor a korrózióknak még nincs számottevő hatása,
- fokozatos leépülés attól a ponttól kezdődően, mikor a korrózióknak már jelentős a hatása.

A fokozatos leépülés állomásai:

- a korróziós hatás jelentőssé válik,
- repedések kialakulása,
- betonfedés leválása,
- tönkremenetel.



1. ábra. Vasbetonszerkezetek korrózió okozta állapotromlási folyamatai az idő függvényében [Orbán Z. 2017]

2.1.2 A vasbetonszerkezetek elhasználódását okozó hatások

A vasbetonszerkezetek elhasználódását többféle környezeti hatás okozhatja. Ezek a hatások egyaránt lehetnek vegyi és fizikai hatások, melyek külön-külön és egyidejűleg is bekövetkezhetnek.

A betonkorrózió a beton fizikai, kémiai, vagy biológiai hatásokra bekövetkező károsodása, amely általában az anyag élettartamának csökkenéséhez vezet.

A betonkorrózió fajtái:

1. vegyi hatások miatt bekövetkező korrózió,
2. a beton karbonátosodása,
3. fizikai hatások okozta korrózió.

1. Vegyi hatások miatt bekövetkező korrózió

A különböző folyamatok közös jellemzője, hogy a vegyi anyagok a cementkövel lépnek reakcióba és emiatt korrodálódik a beton.

A betonromboló hatás nagysága a következőktől függ:

- a betont érő oldat mennyisége,
- a beton hőmérséklete,
- a folyadék betonba hatolásának mértéke.

A vegyi hatások miatt bekövetkező korrózió típusai:

- kilúgozási korrózió,
- cserebomlási korrózió,
- savkorrózió,

- lúgkorrózió,
- szulfátos korrózió.

Kilúgozási korrózió:

A lágyvíz a portlandcementből készült betonból kioldja a szabad meszet és a pH csökkenés révén a beton szilárdsághordozó vegyületeinek, a kalcium-szilikáthidrátok és a kalciumalumináthidrátok bomlását segíti elő. A szilárdsághordozó alkotóelemek kioldódásának következtében a cementkő stabilitása csökkenni kezd, míg megszűnik.

A kilúgozódás miatt a beton korrózió elleni első védvonal, a beton lúgossága megszűnik.

Cserebomlási korrózió:

Cserebomlási korrózió akkor jön létre, ha a betonra ható víz oldott sókat is tartalmaz. Az ammóniumsók és a magnéziumsók a betonra azért veszélyesek, mert a cementkőben lévő kalciumvegyületeket vízoldható sókká alakítják át. E folyamat hatására nagymértékben nő a beton porozitása.

Savkorrózió:

A savak hatására a cementkő kalciumvegyületei és gélfázisa teljesen vagy részlegesen feloldódnak. A savak a beton felületén lévő karbonátos réteget feloldják, ezáltal a mész kilúgozódását megkönnyítik. A savak feloldják a cementkő alkotórészeit és oldható sókat képeznek.

Lúgkorrózió:

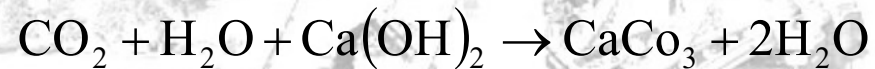
A betont a cement lúgos kémhatása miatt kis koncentrációjú lúgoldatok nem károsítják. Komolyabb károsodást a tömény lúgoldatok képesek okozni.

Szulfátos korrózió:

A szulfátos korróziót, vagy ún. „szulfátduzzadást” a nagy szulfáttartalmú talajvizek, szennyvizek okozzák. A szulfátos oldatok jól nedvesítik a betont, a cementkő alumínátjaival reakcióba lépnek és egy nagyobb térfogatú vegyület képződik. Ezt a vegyületet nevezik cementbacilusnak, amely a térfogatnövekedés (duzzadás) miatt roncsolja a betont.

2. A beton karbonátosodása

A karbonizációs folyamat az, amikor a levegőben található CO_2 a kapillárisokon keresztül behatol a nedves betonba, ott szénssavvá egyesül és a kalciumhidroxiddal semleges kalciumkarbonáttá alakul.



A karbonizációs folyamat jól látható jele az ún. mészkivirágzás.

A kémiai reakció eredményeképpen a beton kezdeti 12 – 14 pH körüli lúgos kémhatása kívülről befelé haladva fokozatosan leépül.

A karbonátosodás sebessége a következőktől függ:

- a levegő nedvességtartalmától,
- a levegő CO_2 tartalmától,
- a beton korától,
- a betonfedés vastagságától.

Ha a karbonizáció elég mélyre hatol a betonban és eléri az acélbetéteket, azok a levegő nedvességtartalma miatt korrodálódni kezdenek.



10-12. kép. Vasbetonszerkezetű hidak karbonátosodása I. [Orbán Z. 2017]

3. Fizikai hatások okozta korrózió

Fagykár:

A beton repedésein bejutó víz a megfelelő hőmérsékletre lehűlve kristályosodni kezd, megfagy. A fagyási folyamat közben cseppfolyós halmazállapotból szilárd állapotba kerül, térfogata megnövekszik. A térfogatnövekedés folytán, ha a betonban nem tud akadálytalanul terjedni, szétrepeszti azt.

Olvasztósó, sóoldatok okozta károsodások:

A téli időszakban a betonfelületek eljegesednek, ezért a jegesedés megszüntetésére sózást használnak. A téli sózás összefüggésben van az előző pontban említett fagykárral, mert ha az előzetesen felfagyott szerkezeteket sózzák, a sóoldatok a beton belsejébe jutnak, a fagyás miatt létrejött repedéseken keresztül.

A betonfelületek téli sózása más szempontból is káros, mert a betont hősokk éri, mivel a jég felolvasztásához szükséges hő a betontól vonódik el. Ez a hirtelen, nagymértékű lehűlés akár 15-20 °C is lehet. Ez a hirtelen lehűlés a felületi beton és a magbeton között húzó és nyomófeszültségeket eredményez, melyek hatására mikrorepedések, felületi leválások alakulhatnak ki.

Egyéb hatások:

A fizikai hatások közé tartoznak még a rendkívüli terhek általi elhasználódás és a növények fizikai-biológiai repesztő hatása is.

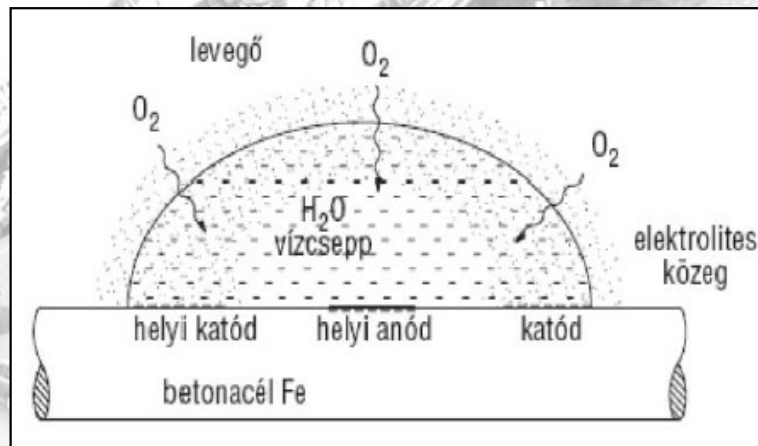


13. kép. Vasbetonszerkezetű hidak fizikai károsodása [Orbán Z. 2017]

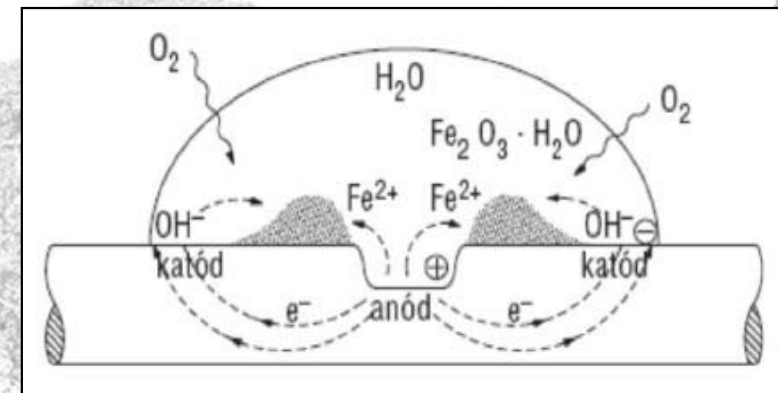
2.1.3 Betonacélok korróziós folyamatai

Elektrokémiai korrózió:

A betonacélok korróziója már a beépítés előtt megkezdődik, a betonacélok szabad levegőn tárolása miatt. Az atmoszferikus hatások eredményeképpen az acélbetétek felületén oxidréteg alakul ki, ez a fémeknél előforduló leggyakoribb korróziós hatás. A betonacélok oxidációs folyamata elsősorban a felületen játszódik le, mert a korrózió mélyebb rétegekbe való behatolását maga az oxidálódott réteg akadályozza meg.



2. ábra. Koncentrációs elektrokémiai cella (lokálelem) kialakulása szabad levegőn [Orbán Z. 2017]



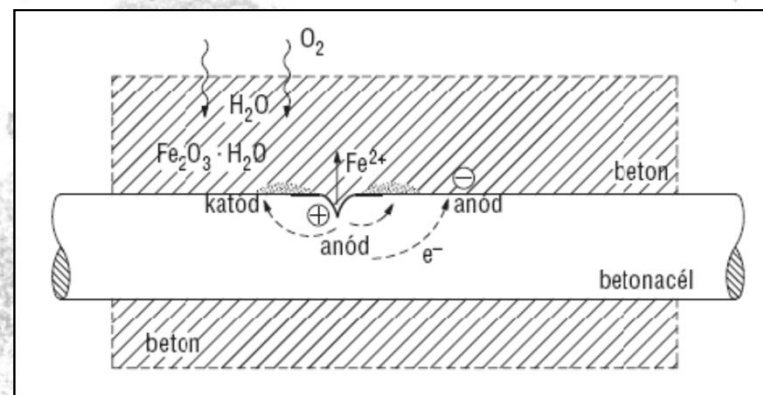
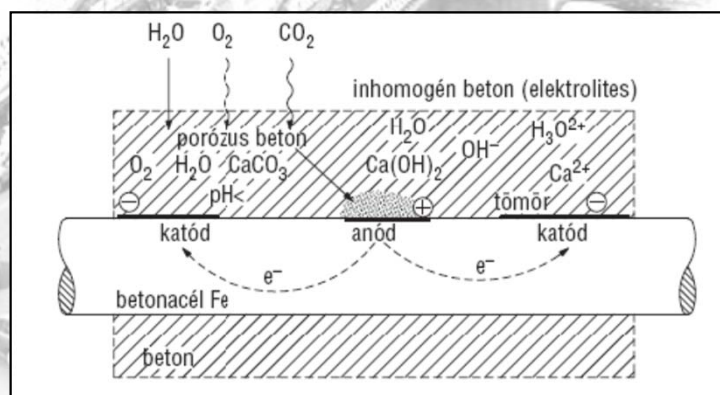
3. ábra. Az elektrolitban végbemenő ionáramlás [Orbán Z. 2017]

Betonacél korróziója a betonban:

A beton légszáraz állapotban is tartalmaz mintegy 2 térfogat % nedvességet, ez az úgynevezett pórusvíz. A pórusvíztartalom miatt a beton a betonacélnak elektrolitos környezetet biztosít.

A betonban végbemenő korróziós folyamatokat nagymértékben korlátozza:

- a beton tömörsége,
- a beton lúgossága,
- a betonfedés megfelelő vastagsága.

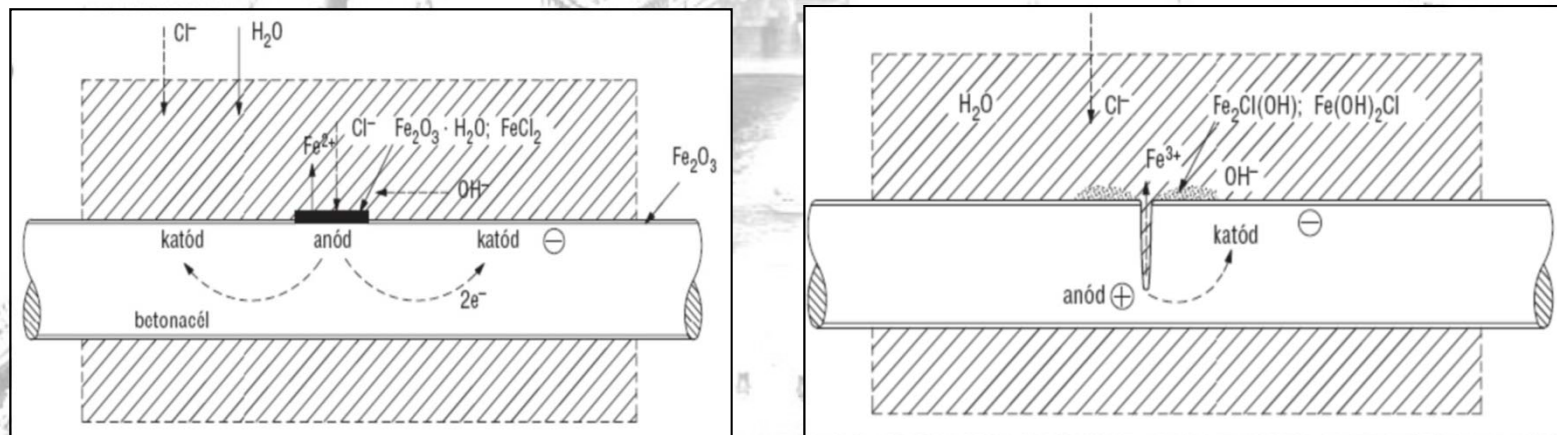


4-5. ábra. Koncentrációs elemek kialakulása a betonacél felszínén, betonban [Orbán Z. 2017]

Betonacél korróziója a betonban kloridion jelenléte esetén:

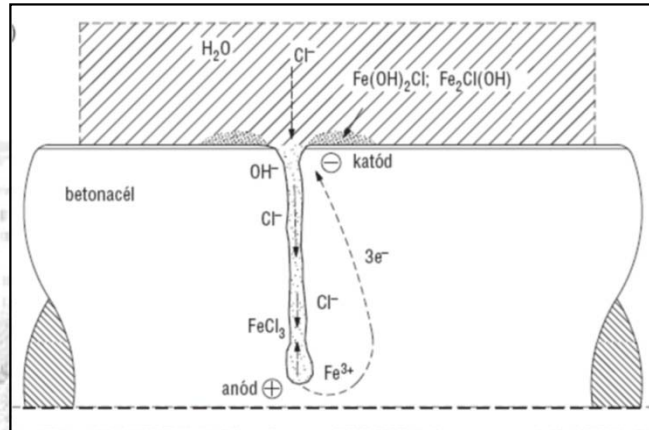
Ha a korróziós folyamatnál a kloridion jelen van, különösen intenzíven játszódik le. A kloridion többféleképpen juthat el a betonacélok felületéig.

Ez a folyamat igen könnyen végbemegy, mert a kloridion sokkal agresszívabb, mint az oxigén.



6-7. ábra. Kráterszerű lyuk képződése az anódos helyen [Orbán Z. 2017]

A korróziós folyamat igen intenzíven halad előre (a kloridion agresszivitása miatt), kráterszerű, kis alapterületű lyuk és viszonylag kevés rozsdá képződik az anódos helyen.

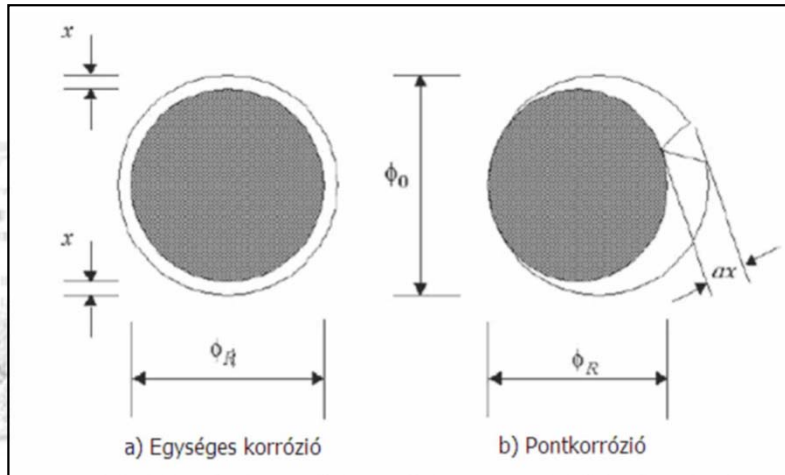


8. ábra. Az anódos korrózió a betonacél mélységében megállíthatatlanul folytatódik [Orbán Z. 2017]

A betonacél korróziós folyamatának modellezése, hatása a teherbírásra és a használhatóságra:

A korrózió hatásai:

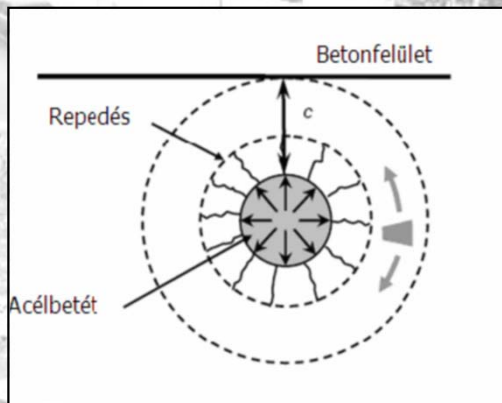
- keresztmetszet csökkenés a rozsdásodás miatt,
- mikrorepedések kialakulása a korróziós melléktermék (rozsdá) miatt, a repedés a korrózió előrehaladtával fokozatosan nyílik,
- betonfedés leválása a rozsdá acélnál nagyobb térfogata miatt,
- tapadás lecsökkenése a bordák eltűnésével, kihúzódás jön létre.



9. ábra. Keresztmetszet csökkenés [Orbán Z. 2017]

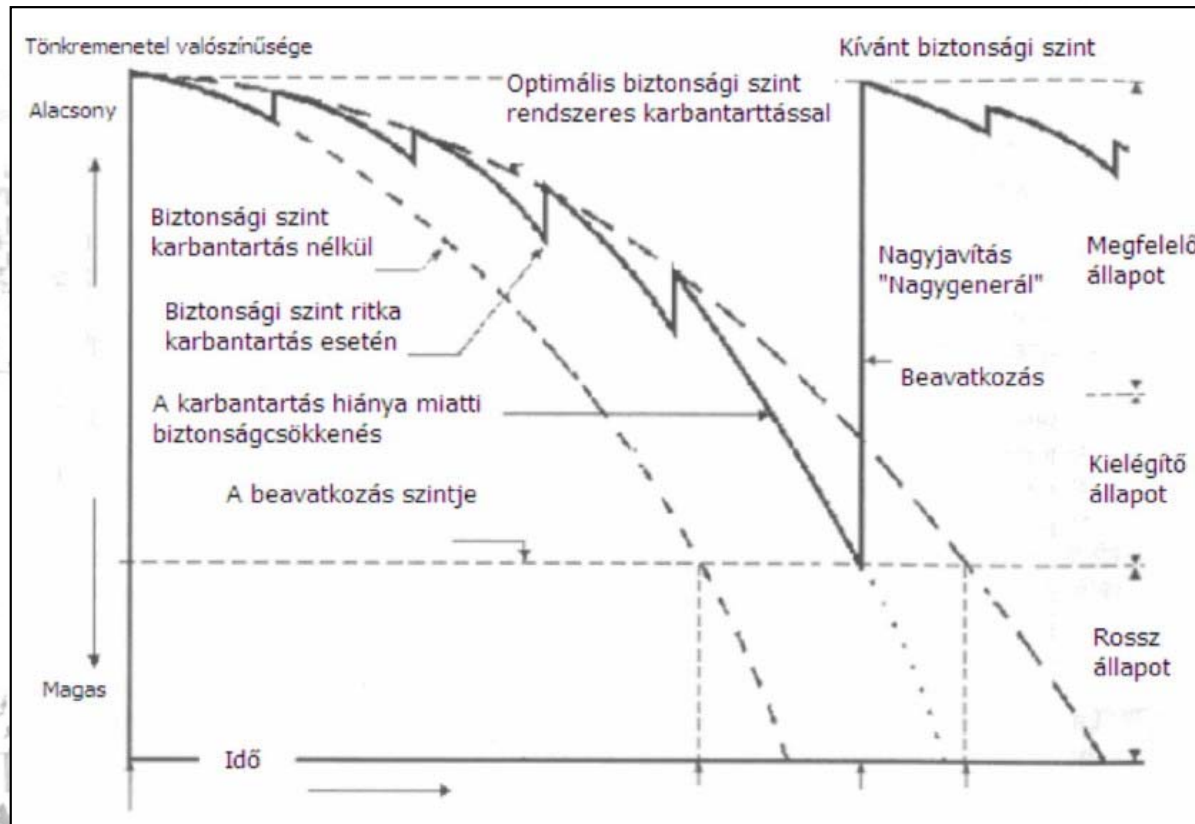
Repedések kialakulása, betonfedés leválása:

A beton repedéseinek kialakulása annak a folyamatnak az eredménye, hogy a képződött rozsdasugár térfogata többször nagyobb, mint az acél térfogata. Ez a térfogatnövekedés sugárirányú nyomást okoz az acélbetétet körülvevő betonra és húzó igénybevételnek teszi ki azt.



10. ábra. A betonra ható sugárirányú nyomás a betonacél rozsdásodása miatt [Orbán Z. 2017]

3. Várható élettartam megállapítása

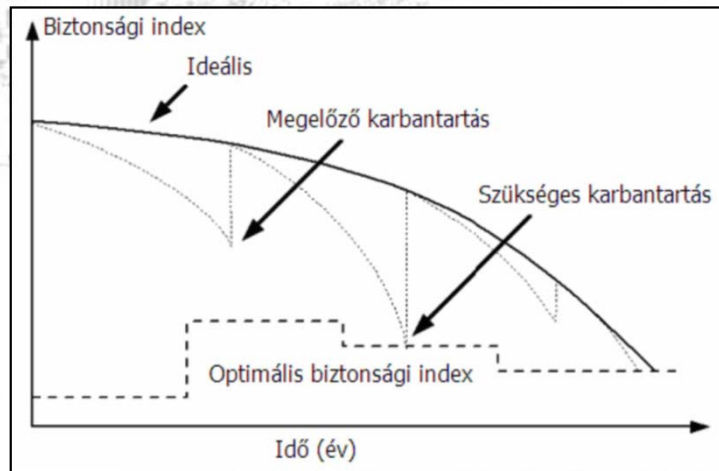


11. ábra. A szerkezet megbízhatóságának időbeli alakulása [Orbán Z. 2017]

Általánosságban a biztonságon a szerkezet azon képességét értjük, hogy a tervezett élettartamon belül a szerkezettel szemben támasztott követelményeket egy adott p kockázattal teljesíti. A kockázat az előírt követelmények nem teljesülésének (azaz a nem kívánt állapot kialakulásának) valószínűsége.

Optimális biztonsággal megépített szerkezet biztonsága:

Egy építmény különböző elemeinek biztonsága különböző, attól függően, hogy a nem kívánt állapotok létrejötte milyen mennyiségi és minőségi veszteségekkel jár.



12. ábra. Beavatkozási fajták és a biztonsági index kapcsolata [Orbán Z. 2017]

A szerkezetre fordítandó költségek a szerkezet élettartamának bármely szakaszában csökkenthetők:

Tervezés: olyan elemek betervezése, melyek nem igényelnek bonyolult karbantartást, vagy rendszeres laboratóriumi vizsgálatot.

Kivitelezés: anyagminőségek ellenőrzése, kivitelezési fegyelem növelése.

Felülvizsgálat: Megbízhatóbb szerkezeti vizsgálatok, több vizsgálat kombinációja a hatékonyság érdekében.



Karbantartás: körültekintőbb karbantartás, ezzel az aktív élettartam meghosszabítása.

Vezetés, menedzsment: fontossági szempontok alapján történő értékelés, kiválasztás.





Felhasznált irodalom

DR. ORBÁN ZOLTÁN Hídépítés című tantárgy előadásanyagai felhasználásával.

www.uvaterv.hu

