

Az acélhidak elavulás–felmérésének gyakorlati kérdései

Moga P.¹, Köllő G.¹, Guşiu Şt.², Orbán Zs.³

¹Kolozsvári Műszaki Egyetem, professzor

²Kolozsvári Műszaki Egyetem, tanársegéd

³PFT, Kolozsvár

Abstract

In this paper some practical aspects concerning the safety estimation of the steel bridges – reliability respectively, through the basis factors which define the technical construction state are presented.

The obtained results during the technical expert examination on some bridges from central and north Transylvania county, conducted to the conclusion that steel bridges can be included in the high reliability construction category, in condition of a minimum maintenance works during their life time, respectively can reach or even exceed the usually forecast life time (about 100 years).

Bevezető

Ebben a tanulmányban egy pár gyakorlati kérdést tárgyalunk, amelyek az acélhidak biztonságos üzemeltetésével és élettartamával kapcsolatosak, valamint elemezzük azokat a tényezőket, amelyek alapján a híd műszaki állapota meghatározható.

Azok a hídszakértői vizsgálatok, amelyeket Észak és Közép–Erdélyben végeztünk el, olyan következtetésekhez vezettek amelyek szerint az acélhidak hosszú élettartamú szerkezetek, azzal a feltétellel, hogy a szükséges karbantartási munkálatokat megfelelő szinten végezzék el. Ilyen esetben elérhető, sőt még túl is léphető a 100 éves élettartam.

A tartósság vagy a biztonságos üzemeltetés minden termék számára a minőség egyik jellemzője és kifejezhető az ún. „idő komponenssel”.

Az élettartam (tartósság) értelmezése általában valószínűségi számítási alapokon nyugszik. Az élettartam az a t_0 idő, amit egy bizonyos valószínűséggel állapítunk meg és amely idő alatt a szerkezetnek meg kell felelnie azoknak az elvárásoknak amiért megtervezték és megalkották.

Ha a tartósságot, élettartamot valószínűségként értelmezzük, akkor meg lehet állapítani az értékét egy 0 és 1 közötti számmal (vagy százalékban).

A tartósság elmélete a mérnöki tudományoknak egy olyan ága, amelynek az alapját a valószínűség, számítás elmélete valamint a matematikai statisztika képezi.

Ezen tanulmány olyan gyakorlati kérdéseket tárgyal a hídszerkezetek tartósságának köréből, amelyek befolyásolják a szerkezetet három fontos fázisban:

- a szerkezet megalkotásának fázisában (tervezés)
- a szerkezet kivitelezésének fázisában (kivitelezés)
- a szerkezet üzemeltetésében, (a hídszerkezet üzemben tartása a feltételezett élettartam alatt).

Ebben a fázisban szükséges:

- a szerkezet időbeli megfigyelése
- karbantartási munkálatok elvégzése
- megerősítési munkálatok elvégzése

Üzembeli normál elavulások (károsodások)

A hidak elavulása az üzemeltetésük alatt egy természetes folyamat, amely az élettartam alatt progresszívan megy végbe és amely az élettartam végén a szerkezet kicseréléséhez vezet.

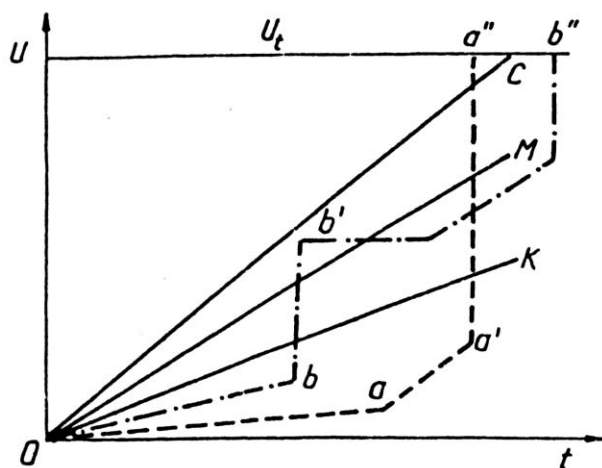
Az élettartam alatti elavulási folyamat függ a hídszerkezet tervezésétől, a kivitelezési munkálatok minőségétől, az üzemeltetéstől valamint a karbantartási munkálatoktól.

Azért, hogy az építmény teljes költségei minél kisebbek legyenek, szükséges, hogy a biztonságos üzemeltetés minél hosszabb ideig lehetséges legyen és ez az időtartam legalább akkora legyen – ha nem nagyobb – mint a híd tervezett élettartama, amely az acélhidaknál kb. 100 év. Ebben az esetben a híd tartóssága magas értékű, és számszerűen 100%-nak tekinthetjük. A rendeltetészerű használat természetesen rongálja, koptatja a hidat vagy annak egyes részeit, de ez a hatás lassú és általában nem csökkenti a híd élettartamát.

Az acélhidak elavulási folyamatait a következőképpen osztályozhatjuk:

- Fizikai, dinamikai hatások okozta elavulás
 - a pályaszerkezet elavulása
 - a szögecsék és a csavarok szorítóhatásának csökkenése
 - a saruk elavulása (károsodása)
- Fizikai elavulás (statikai hatások)
 - acélkorrózió
 - acélelőregedés és fáradás
 - húzóerő csökkenés a kábelekben
- Balesetek okozta elavulás
 - hídelemek alakváltozása (ütközés, tűz, saruk elmozdulása)
 - hídsaruk elmozdulása vagy elmozdulásuk ellehetetlenedése.
- Erkölcsi elavulás
 - a kicserélhetőség értékének csökkenése (tervezési és kivitelezési idő csökkenése, új nagyszilárd-ságú anyagok megjelenése)
 - a szerkezet gazdasági hatékonyságának csökkenése (sebesség és tengelyterhelés növekedése)

Ha az üzemeltetés időtartama alatt az elavulás folytonos, akkor az idő-elavulás grafikonon egy egyenes (1.ábra), gyorsabb elavulás OC egyenes, kisebb elavulás OM egyenes.



1. ábra

Az elavulás tart a maximális elavulás felé (u_t), amely azt az elavulást jelenti, amelyen az építmény már biztonságosan nem üzemeltethető.

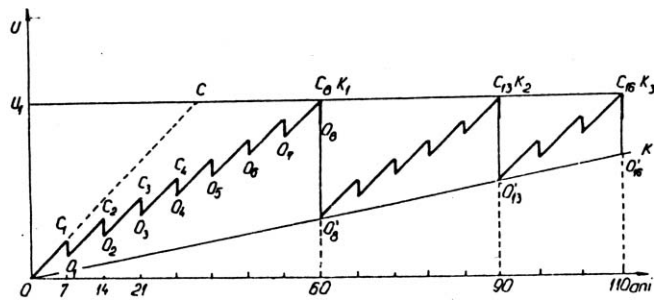
A valós elavulás általában nem arányos az idővel, így a fáradás által gerjesztett elavulás periódusa 80 év, ami alatt nem befolyásolja a szerkezet biztonságos üzemeltetését, majd megjelennek a fáradási repedések (a, a', 1. ábra) ami után be is következhet a fáradási törés (a' – a'', 1. ábra)

Az öregedési elavulás kezdetben egy lassú folyamat (0-b) amely fokozott terhelés esetén ugrásszerűen megnövekedhet (b – b'), ami után még üzemben lehet tartani az illető építőelemet a repedések megjelenéséig, majd a teljes tönkremenetelig (b'').

Az acél fáradásával és előregedésével ellentétben bizonyos elavulások az üzemeltetés kezdetén erőteljesebbek, mint a szögecsék meglazulása (a vasúti hidaknál).

Az acélhidaknál az elavulás részleges megszüntetése bizonyos időszakonkénti előtervezett karbantartási munkálatokkal történik.

A karbantartási munkálatok ciklusait vázlatosan a 2. ábra mutatja be.



2. ábra

A gyors elavulás (OC egyenes) megállítására érdekében rövid időintervallumban (kb. 7 év) felülvizsgálat és karbantartási munkálatokkal lassítják az elavulás mértékét, anélkül, hogy befolyásolnák a lassú elavulást (OK egyenes).

Amikor ezt az elavulás mértéke indokolja (erőteljesebb elavulás esetén) a hídszerkezeten teljes felújítási (karbantartási) munkálatokat kell végezni (K_1, K_2, \dots pontok) (2. ábra).

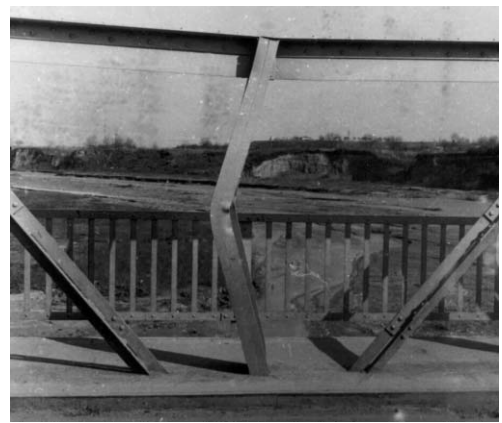
Megfigyelhető, hogy ezek a teljes felújítási munkák sem változtatják a híd lassú elavulását (OK egyenes). Ezek a teljes felújítási munkálatok közötti intervallumok csökkennek a híd „öregedésével”. Amikor a karbantartási munkálatok nagyon gyakran válnak szükségessé, akkor gazdaságilag már nem indokoltak, a hídszerkezetet egy új szerkezettel kell kicserélni.

A 3...18. ábrák olyan károsodott hídszerkezeteket mutatnak be, amelyek Észak- és Közép-Erdély között üzemelnek, és amelyeket műszaki vizsgálatok során ismertünk meg.



3. ábra

A felső szélrács ütközés által okozott alakváltozása



4. ábra

A rácsos főtartó függőleges elemének ütközés okozta alakváltozása



5. ábra

A főtartók teljes stabilitásvesztése



6. ábra

Alakváltozás és repedések egy acéltartón (acélöregedés)



7. ábra
*Ütközés okozta rideg törés
egy előregeredett acéltartón*



8. ábra
*Egy függőleges rúd szakadása
a szögecslyuk környezetében*

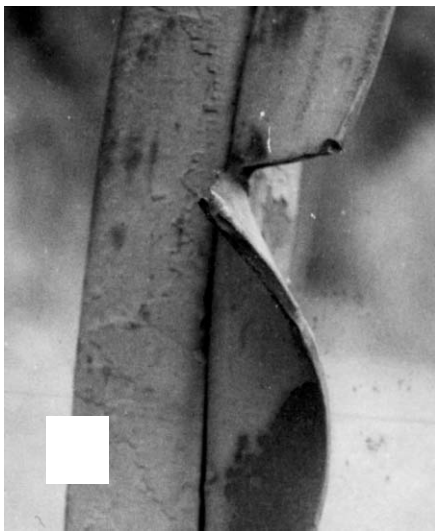


a)

b)

c)

9. ábra
Ütközés miatt bekövetkezett alakváltozások



10. ábra

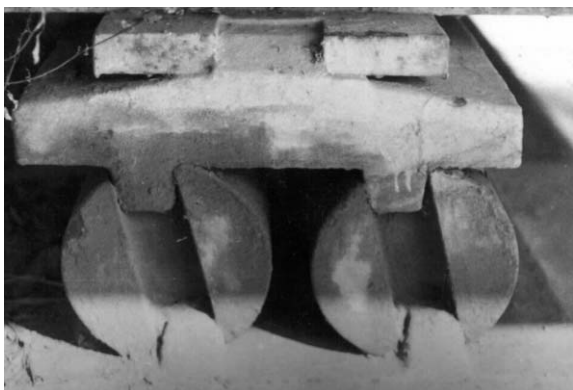
Összetett függőleges tartó, amelynek az alkotó elemei alakváltozást szenvedtek

a)

b)

11. ábra

*A tartó elemeinek tönkremenetele:
a) eltört szögvas b) felső ív tönkremenetele*



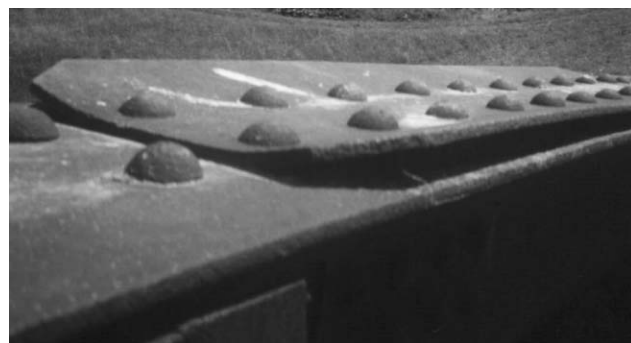
12. ábra

Meghibásodott saruk; az alsó saruk elmozdultak és nincsenek normális helyzetben, a mozgó saruk elmozdultak



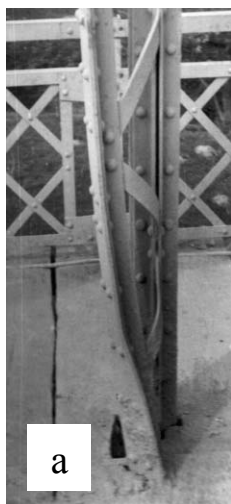
13. ábra

Korrózió által tönkrement csomópont



14. ábra

*Hevederes kapcsolat;
a heveder erősen deformálódott*



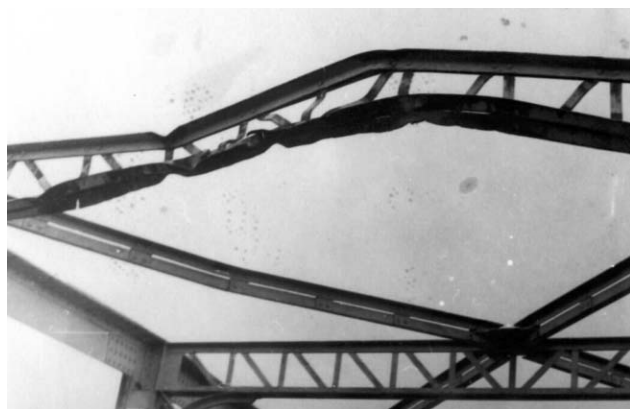
15. ábra

Függőleges tartó ütközés okozta alakváltozása

a) elcsavarodás

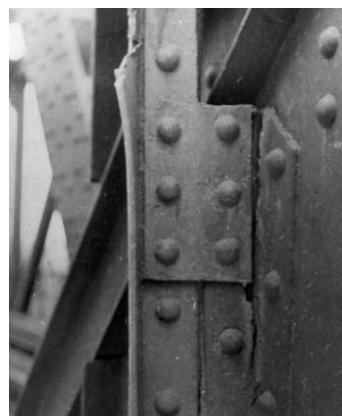
b) övlemez alakváltozása

c) járdakorlát tönkremenetele



16. ábra

A felső szélrács tönkremenetele ütközés következtében



17. ábra

Csomóponti elemek tönkremenetele



a)

b)

c)

18. ábra

Rácstartó függőleges és ferde rúdjaiknak a deformációja ütközés következtében

a), b) ferde rudak

c) egy rúd ütközés okozta repedése

Említésre méltó, hogy e hidak közül sok a 1900-as években épült tehát már közel 100 évesek (19. ábrán látható a Kraszna folyó fölött átívelő híd).



19. ábra
25 m-es fesztávolságú rácsszerkezet, amely több mint 100 éves

A híd műszaki állapotának megállapítása a minősítési együtthatók segítségével

Az AND 522-2001 útmutatója szerint a közúti hidak műszaki állapotát a következő összefüggés segítségével állapítjuk meg (1)

$$I_{ST} = \sum C_i + \sum F_i \quad (1)$$

C_i = műszaki állapot minőségét jellemzi

F_i = üzemeltethetőséget jellemző együttható

Ezeket a következő relációkkal számítottuk ki:

$$C_i = 10 - D_C \quad (2a)$$

$$F_i = 10 - D_F \quad (2b)$$

ahol D_C valamint D_F az a pontszám, amely jellemzi a hídszerkezet károsodásait, valamint az üzemeltetési-lehetőségeit.

A műszaki állapot minőségét jellemző együtthatók:

C_1 = a hídfelépítmény minőségét jellemző állandó

C_2 = a pályaszerkezetet tartó elemek minőségét jellemző állandó

C_3 = az alépítmény minőségét jellemző állandó

C_4 = az áthidaló meder minőségét jellemző állandó

C_5 = a hídpályát jellemző állandó

F_1 = a közlekedést jellemző állandó

F_2 = a híd terhelési osztályától, valamint a hídon átvezető út folytonosságától függ

F_3 = a híd üzemeltetési időtartamától függő együttható

F_4 = a híd kivitelezés minőségétől, tervezésétől és üzemeltetésétől függő állandó

F_5 = a karbantartási munkálatok minőségétől függő állandó

A híd műszaki állapotát jellemző minőségi együttható I_{ST} ismeretében az 1. táblázat szerint megállapítható a híd műszaki osztálya és a szükséges beavatkozási munkálatok.

1. Táblázat

Sor sz.	Műszaki állapot osztálya	I_{ST}	Általános műszaki jellemző	Beavatkozási munkák C175 és C76/73 szerint
1	I	81...100	Nagyon jó állapotú	<input type="checkbox"/> A hídesztétika megtartása <input type="checkbox"/> Karbantartási munkák
2	II	61...80	Jó állapotú A felépítmény és az alépítmény anyaga kezdődő látható károsodást szenvedett	<input type="checkbox"/> Karbantartási munkák <input type="checkbox"/> Javítási munkák
3	III	41...60	Elégséges állapot A hídelemek látható károsodásokat szenvedtek	<input type="checkbox"/> Javítás <input type="checkbox"/> Rehabilitációk <input type="checkbox"/> Megerősítés

Következtetések

Az elavulás elmélete a mérnöki tudományoknak egy olyan ága, amely szorosan kötődik a valószínűség számítási elméletekhez és a matematikai statisztikához.

Az elavulás és károsodás elmélet alkalmazása a hídszerkezeteknél összetett matematikai modellt feltételez.

A hídszerkezet biztonságos üzemeltetéséhez szükséges, a híd károsodásának és elavulásának a megállapítása az üzemeltetés alatt, műszaki vizsgálatok segítségével. Időszakonként elemezve a híd elavulását, megállapíthatók azok a beavatkozások, karbantartási és felújítási munkák, amelyek segítségével meghosszabbítható a szerkezet üzemeltetési élettartama. Megfelelő karbantartási munkálatokkal a hidak „hosszú életűek” lehetnek, megközelítve a tervezett maximális élettartamot (100 év vagy 100%).

Felhasznált irodalom

- [1.] Isaic-Maniu, Al., Vodă, V.Gh., *Fiabilitatea - șansă și risc*, Ed. Tehnică București, 1986
- [2.] Moga, P., *Poduri metalice. Structuri*, UTCN, 2001
- [3.] Moga, P., *Întreținerea și reabilitarea podurilor metalice*, UTCN, 2002
- [4.] Băncilă, R. și colectiv, *Aspecte actuale în domeniul podurilor metalice*, Timișoara, 1998
- [5.] Lazăr, I., Constantin, D., *Probleme privind siguranța în exploatare a podurilor cu suprastructuri metalice sudate*, M.T.T., 1986
- [6.] Rusu, M., *Întreținerea podurilor metalice*, Ministerul Căilor Ferate, București, 1966
- [7.] *Instrucțiuni pentru stabilirea stării tehnice a unui pod*, AND 522 - 2001