



# Vasbeton szerkezetek integrált életciklus- elemzése

fib bulletin 71 ( state- of- art report )

Dr. Madaras Gábor, 2014.10. 28.

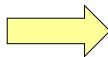
## ILCA



Industrie Service

- **Beton:** a legnagyobb tömegben alkalmazott mesterséges anyag (az iparosodott világrészekben az éves felhasználás 1.5- 3.0 t/fő )

-épületek  
-hidak  
-gátak  
-utak  
-alagutak



kb. minden mai szerkezet tartalmaz betont!

Elterjedt, mert szilárd, tartós, variábilis, forrásai hozzáférhetőek

- **Cement:** a XX. század második felében 12- szeres mennyiségi növekedés  
jellemezői : nagy energiaigény  
nagy CO<sub>2</sub> emisszió ( az összkibocsátás 5-7%-a!)

Betonipar →

Nagy szállítási igény építéskor és bontáskor  
( környezetvédelem!!!)

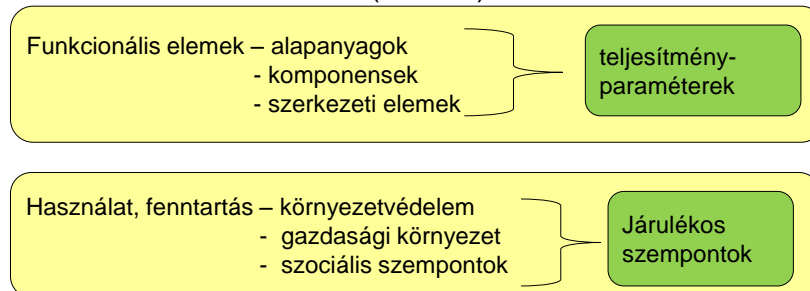
Technikai fejlődés ( szilárdság, tartósság, stb. ) és a  
környezetvédelmi szempontok együtt kezelendők

## A szerkezetek életciklusának vizsgálata

1. Hagyományos megközelítés : a megkövetelt ( szabványos ) teljesítmény-  
paraméterekre koncentrálnak, a szükséges gazdasági elemzéssel

2. Fejlettebb változat : a garanciális időn túli fenntartási, javítási költségek  
és lehetőségek figyelembe vételével együtt

Integrált életciklus- elemzés : új megközelítés  
 Integrált életciklus- tervezés ( ILCD )  
 sok paraméteres szerkezettervezés az élettartam egészére  
 Fenntartható életciklus- elemzés ( LCSA )

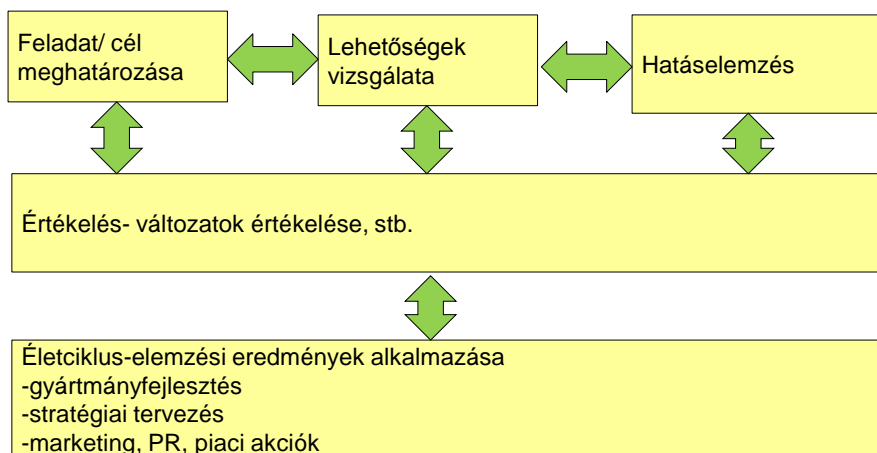


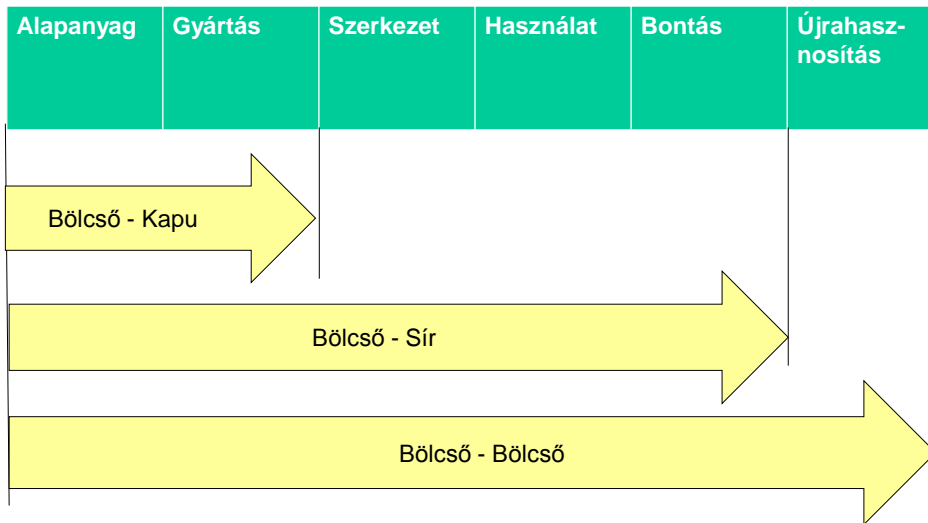
Komplex integrált megközelítés egyidejű és interaktív szempontok  
 figyelembevételével  
 Fenntarthatósági követelmények:



- **Meghatározandók:**
- Technikai és funkcionális követelmények ( teljesítmény, tartósság, stb. )
- Életciklus- fázisok a szerkezet teljes élettartamára
- Változó funkcionális elemek ( alapanyag, komponens, teljes szerkezet- épület, híd, út, stb.)
- **Szükséges:**
- Alapvető kérdések meghatározása a különböző életciklus-fázisokra
- A bevezetett értékelő módszerek meghatározása a szerkezetek különbözősége miatt
- Speciális és helyi feltételek figyelembe vétele ( alapanyagok, energiaellátás, klíma, technológiai és kulturális hagyományok )

### Életciklus- analízis lépéseinek összefüggései







Az életciklus-elemzés elemei vasbeton szerkezetek esetén



A teljes hatásérték a különböző részhatások összege, azaz

$$I_{tot} = \sum I_i$$

Így, a környezetvédelmi kritériumokra ( LCA )

$$E_{tot} = \sum E_i$$

a gazdasági kritériumokra

$$C_{tot} = \sum C_i$$

a szociális kritériumokra pedig

$$S_{tot} = \sum S_i$$

Az összesített teljesítmény- minőség a különféle követelmények komplex , sok paramétert figyelembe vevő értékelésével

$$I_i = \sum w_j Q_j$$

alapon történik, ahol Q a követelményeket, w pedig a követelmények súlyát tartalmazó vektor.

A teljes értékelés így

$$I_{tot} = \sum \sum w_{ij} Q_{ij}$$

többdimenziós mátrix alkalmazásával történhet. A feladat bonyolult.

**Összegezve:**

szerkezeti szint

$$I_{tot3} = \sum \sum w_j Q_j$$

komponens szint

$$I_{tot2} = \sum \sum w_j Q_j$$

alapanyag szint

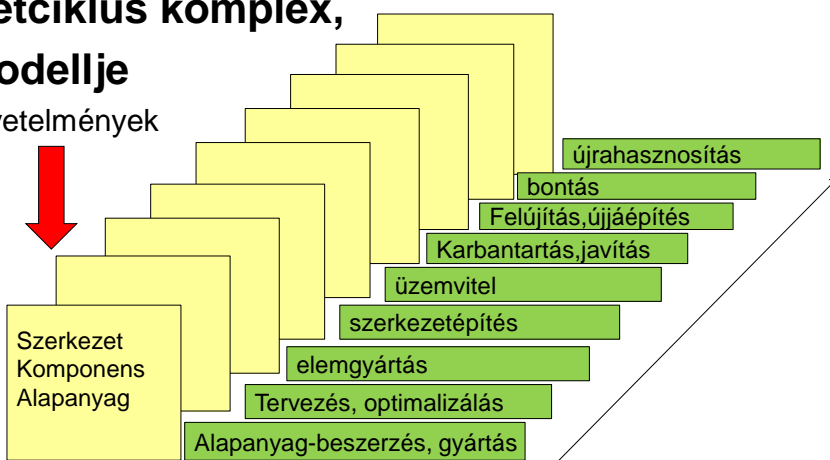
$$I_{tot1} = \sum \sum w_j Q_j$$

### Vasbeton szerkezetek tipikus életciklus- fázisai

Alapanyagok biztosítása, feldolgozása	Megvalósítás, szerkezetépítés	Használati élettartam	Az élettartam vége
Adalékanyagok kitermelése Cement alapanyag bányászata Energiaforrások biztosítása és energiatermelés Vízellátás	Beton- és betonelemek gyártása Tervezés, fejlesztés Szerkezetépítés	Használat Karbantartás Javítás Felújítás	Bontás Újrahasznosítás Átalakítás Rekultiváció

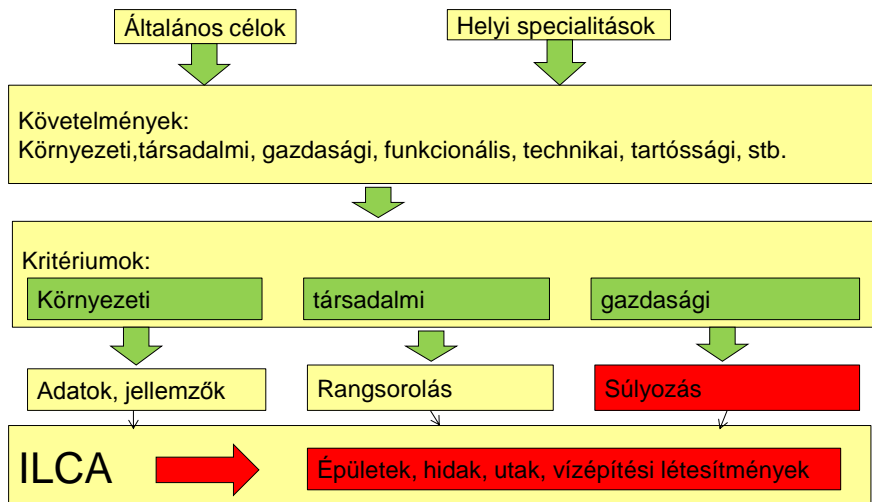
### Az életciklus komplex, 3D modellje

Követelmények





Adaptáció vasbeton szerkezetekre



**Az életciklus elemzés feladata végső fokon optimalizálás.**

Ha ismertek a követelmények (  $E_{tot}$ ,  $C_{tot}$ ,  $S_{tot}$ ,  $T_{tot}$  ), a minimális elvárások, pl. szabványok szerint (  $E_{0tot}$ ,  $C_{0tot}$ ,  $S_{0tot}$ ,  $T_{0tot}$  ) és azok súlyai (  $\alpha_E$ ,  $\alpha_C$ ,  $\alpha_S$ ,  $\alpha_T$  ) akkor a szélsőértékkeresési feladat

$$f(x) = \alpha_E (E_{tot} / E_{0tot}) + \alpha_C (C_{tot} / C_{0tot}) + \alpha_S (S_{tot} / S_{0tot}) + \alpha_T (T_{tot} / T_{0tot}) = \min, \text{ vagy } \max$$

alakú lesz



## Vasbeton szerkezetek életciklus- specifikumai 1.

### a. előállítási fázis

#### a.1. elemgyártás és technológiai berendezések

- nyersanyag biztosítás (adalék-és alapanyagbányászás)
- adalékszerek biztosítása (pernye, mikroszilika, vegyszer )
- víz- és energiaellátás
- acél komponensek előállítása
- betonkeverék előállítása
- technológiai berendezések biztosítása
- elemgyártás



## Vasbeton szerkezetek életciklus- specifikumai 2.

### a.2. tervezés és szerkezetépítés

- a szerkezet és a csatlakozó technológia tervezése és optimalizálása
- a betonkeverék, vagy az elemek helyszínre szállítása
- helyszíni betonszerkezet építési munkák
- ideiglenes szerkezetek és megközelítési lehetőségek létrehozása



## Vasbeton szerkezetek életciklus- specifikumai 3.

### b. használati, üzemi és fenntartási fázis

#### b.1 használat és fenntartás

- hőfizikai kérdések, hőszigetelés, környezetvédelem
- akusztikai kérdések, kritériumok
- felületek karbantartása, tisztítása
- esztétikai célú javítások
- felületi sérülések javítása



## Vasbeton szerkezetek életciklus- specifikumai 4.

### b.2. felújítás

- korróziós károsodások javítása, ide értve a korrózióvédelmi intézkedéseket is
- karbonátosodott felületek javítása
- vízzáróság javítása- helyreállítása
- szerkezetjavítás- megerősítés
- szerkezetrészek átalakítása, eltávolítása
- más funkcióra történő felhasználás
- a szükséges, vagy szennyező anyagok szállítása



## Vasbeton szerkezetek életciklus- specifikumai 5.

### c. bontási fázis

- a szerkezetekre rögzített elemek leszerelése
- a vasbeton szerkezet visszabontása
- a bontott szerkezet / hulladék elszállítása
- a bontási terület tisztítása és dekontaminálása
- helyszíni állapotelemzések anyagvizsgálatok
- bontási technológia részletkérdései- biztonság
- Esetleges tovább- vagy újrafelhasználás lehetőségeinek vizsgálata



## Vasbeton szerkezetek életciklus- specifikumai 6.

### d. újrahasznosítási fázis

- bontott szerkezeti elemek darabolása, zúzása
- a beton és az acél szétválasztása
- a bontott- zúzott beton tisztítása és újrafrakcionálása
- a bontott acél újrafelhasználása
- hulladékkezelés, rekultiváció
- bontott anyagból új betonkeverék, szerkezet készítése
- bontott és javított elemek újbóli beépítése
- felhasználás útalapokhoz
- bontott acél újrafeldolgozása

## Épületekkel szemben támasztott speciális követelmények

### a. emberi/ felhasználói követelmények

- használati/ funkcionális követelmények
- biztonsági követelmények
- egészségügyi követelmények
- kényelmi / komfort követelmények

### b. gazdasági követelmények

- a beruházás gazdaságossága
- gazdaságos szerkezetválasztás
- gazdaságos életciklus, ide értve az üzemvitelt és az életciklus-befejezést

### c. kulturális követelmények

- építési hagyományok
- életstílus
- üzleti kultúra
- esztétika, építési stílusok és trendek

### d. környezeti követelmények

- nyersanyaggazdálkodás
- energiagazdálkodás
- hulladékgyűjtés
- földrajzi és biológiai szempontok

## És a napi gyakorlat?

### Az építőipari alkalmazás – egyelőre – gyerekcipőben

#### Fő problémák:

- rendkívül bonyolult feladat, bonyolult megoldási lehetőségek
- sok a szubjektív részletkérdés a követelményekben
- a súlyok meghatározása is szubjektív
- gazdasági környezet meghatározó
- a numerikus elemzésben nagy az ún. GIGO hibák veszélye

De ez nem baj, fogjuk fel a helyzetet, mint fejlődési potenciált !

És mindezek után....

*Köszönöm a megtisztelő  
figyelmet !*