

# KÖZÚTI HÍDJAINK ÉGETŐ TEHERBÍRÁSI PROBLÉMÁI

Németh István

Annak, hogy a közúti hidak teherbírása csökken, számos oka lehet. A kiváltó okok közül a leggyakoribb az acélbetét, a feszítőbetét vagy az acéltartó korróziós keresztmetszetvesztése, ritkábban a beton szilárdságcsökkenése pl. kifagyás vagy kloridkorrózió következtében; vagy túlterhelés okozta összerepedezése; vagy acélszerkezetekben az alaki, ill., helyzeti stabilitás csökkenése; vagy a szögecselt/csavarozott/ nem megfelelően hegesztett kötés meggyengülése. Itt említendő a sokszor ismétlődő terhelés (feszültséglengés) okozta fáradás: fáradt repedés vagy fáradt törés fellépése.

E rövid – figyelemfelhívó – előadás kizárólag az alattomosan, időben elhúzódóan ható vagy az extrém hőmérséklet ismétlődésével kiváltott **terhelő elmozdulások** okozta teherbírás csökkenéssel kíván foglalkozni.

# KÖZÚTI HÍDJAINK ÉGETŐ TEHERBÍRÁSI PROBLÉMÁI

A Közúti Hídszabályzat (egyes fejezetei külön számot viselő Útügyi Műszaki Előírások) előírja az új hidak tervezésekor és a meglévő, korábban épült hidak későbbi teherbírás-vizsgálata során figyelembe veendő terheket és terhelő hatásokat.

Ezek :

A.) Önsúly + állandó terhek ( pl. burkolatrendszer és a földnyomás)

B.) Járműterhek és dinamikus hatás

**B/1 Újonnan épülő hidakra**

"A" osztályú jármű: 80 t-s "nehézgépkocsi", tengelysúlyai: 4x 200 kN tengelytávjai: 3x1,20 m  
valójában harckocsiteher

"B" osztályú jármű: 40 t-s tehergépkocsi tengelysúlyai: 80+160+160 kN tengelytávjai: 3,00+1,50 m

A járműteherhez további 4 kN/m<sup>2</sup> megoszló járműteher (embertömeg teher) járul, mindkettő a dinamikus tényezővel szorozva.

# KÖZÚTI HÍDJAINK ÉGETŐ TEHERBÍRÁSI PROBLÉMÁI

## B/2 Meglevő ( régebbi építésű ) hidakra

Üzemi járműterhek, 20 m nyílásig, ill. hatására hosszig megoszló járműteher nélkül és fél dinamikus többlettel. Ezek

40/2006 jelű üzemi jármű:	tengelysúlyai	60 + 115 + 3x75 kN	tengelytávjai:	2x 3,00 + 2x1,50 m
32/2006 jelű üzemi jármű:	tengelysúlyai	60+100+2x80 kN	tengelytávjai:	2x3,00 + 1,50 m
22/2006 jelű üzemi jármű:	tengelysúlyai	60 + 2x80 kN	tengelytávjai:	3,00 + 1,50 m
16/2006 jelű üzemi jármű:	tengelysúlyai	60 + 100 kN	tengelytávjai:	3,00 m
12/2006 jelű üzemi jármű:	tengelysúlyai	40 + 80 kN	tengelytávjai:	3,00 m

Az üzemi járművek a valóságos, soktengelyes kamionterheket a teherelosztás tekintetében jól követik.

# KÖZÚTI HÍDJAINK ÉGETŐ TEHERBÍRÁSI PROBLÉMÁI

## C.) Az egyéb terhek közül

A három leggyakoribb terhelő elmozdulásból, a beton zsugorodásából/ kúszásából (=lassú alakváltozásából) és az egyenletes/egyenlőtlen hőmérséklet-változásból származó túligénybevételek/túlfeszültségek kiszámítása meglepő negatív tapasztalatokat hozott.

Az elmúlt 2 évben statikai célvizsgálat keretében erőtanilag ellenőrzött 3 nagyobb támaszközű híd esete azt mutatta, hogy az önsúlyból + az állandó terhekből és a három nevezetes terhelő elmozdulásból az acélbetétben, ill. öszvérszerkezet acéltartójában ébredő feszültségek nagy mértékben túllépik a megengedett feszültséget. Ennek fő oka, hogy az idők folyamán a vasbeton- vagy öszvértartó nyomott öve beton anyagának rugalmassági modulusa erősen lecsökken, és a húzott öv berepedésével csökken a húzó-nyomó erők belső karja. Ezek következményeképpen a beton részben tehermentesül, az acélbetét/acéltartó pedig túlterhelődik. Öszvértartókban ezen kívül a kisebb E(effektív) rugalmassági modulus az erőjátékot is módosítja: az acéltartó igénybevételét növeli, a vasbetonét csökkenti.

## A BETON ZSUGORODÁSÁBÓL KELETKEZŐ FESZÜLTSÉGEK SZÁMÍTÁSA

A  $t_1$  és  $t_0$  időpontok között fellépő zsugorodás (fajlagos megrövidülés) értéke:

$$\varepsilon_{zs}(t_1-t_0) = \varepsilon_{zs,0} \cdot (k_{zs,t_1} - k_{zs,t_0}) \quad \left[ \frac{\text{cm}}{\text{cm}}, \text{ azaz szám} \right]$$

amelyben  $\varepsilon_{zs,0}$  a zsugorodás alapértéke

$k_{zs,t_1}$  a zsugorodási tényező értéke a  $t_1$  időpontban

$k_{zs,t_0}$  a zsugorodási tényező értéke a  $t_0$  időpontban

$k_{zs,t_\infty}$  a zsugorodási tényező értéke a  $t_\infty$  időpontban

$\varepsilon_{zs,\infty}$  a zsugorodási tényező végértéke

$$\varepsilon_{zs,\infty} = \varepsilon_{zs,0} \cdot k_{zs,0}$$

A terhelő zsugorodásból keletkező görbület (fajlagos elfordulás)  $\left[ \frac{1}{\text{cm}} \right]$

$$\kappa_{zs} = \kappa_{zs}^I + \kappa_{zs}^{II} = \varepsilon_{zs}^\infty \cdot \frac{E_s}{E_{c,eff}} \cdot \left( \frac{S_{acélb}^I}{I_I} + \frac{S_{acélb}^{II}}{I_{II}} \right) \quad \left[ \frac{1}{\text{cm}} \right]$$

amelyben  $\kappa_{zs}^I$  a zsugorodásból keletkező görbület a I. feszültségállapotban  $\left[ \frac{1}{\text{cm}} \right]$

$\kappa_{zs}^{II}$  a zsugorodásból keletkező görbület a II. feszültségállapotban (bepedtetett húzott öv)  $\left[ \frac{1}{\text{cm}} \right]$

# A BETON ZSUGORODÁSÁBÓL KELETKEZŐ FESZÜLTSÉGEK SZÁMÍTÁSA

A zsugorodásból keletkező terhelő nyomaték a vizsgált mértékadó keresztmetszetben

$$M_{zs} = \kappa_{zs} \cdot E_{c,eff} \cdot I_{eff} \quad [kNcm]$$

amelyben  $\kappa_{zs}$  a zsugorodás okozta összesített (teljes) görbület  $\left[\frac{1}{cm}\right]$

$E_{c,eff}$  a beton effektív rugalmassági modulusa  $\left[\frac{kN}{cm^2}\right]$

az e-ÚT 07.01.14 szerint

$E_{c,eff} = E_{c,m} \cdot \frac{1}{1+\varphi_{\infty}}$  amelyben  $\varphi_{\infty}$  a kúszási tényező végértéke [szám]

$I_{eff}$  a keresztmetszet effektív inercianyomatéka  $[cm^4]$

$$I_{eff} = \frac{I_I \cdot I_{II}}{\zeta \cdot I_I + (1 - \zeta) \cdot I_{II}} \quad [cm^4]$$

ahol  $I_I$  a keresztmetszet inercianyomatéka a I. feszültségállapotban

$I_{II}$  a keresztmetszet inercianyomatéka a II. feszültségállapotban

$$\zeta = 1 - 0,5 \cdot \left(\frac{M_{rep}}{M_{mért}}\right)^2 \quad [szám]$$

A zsugorodásból keletkező  $M$  nyomatékból számítható szélsőszál-feszültségek:

a beton felső szálában  $\sigma_c^{zs} = \frac{M_{zs}}{I_{eff}} \cdot y_c^{II} \quad \left[\frac{kN}{cm^2}\right]$

az acélbetétben  $\sigma_s^{zs} = \frac{M_{zs}}{I_{eff}} \cdot y_s^{II} \quad \left[\frac{kN}{cm^2}\right]$

# A BETON KÚSZÁSÁBÓL (LASSÚ ALAKVÁLTOZÁSÁBÓL) KELETKEZŐ FESZÜLTSEGEK SZÁMÍTÁSA

A kúszást leíró  $\varphi_t$  tényező

$$\varphi_t = \varphi_{(t_1-t_0)} = \varphi_{L,0} \cdot (k_{k,t_1} - k_{k,t_0}) + 0,4 \cdot k_{kk(t_1-t_0)} \quad [\text{szám}]$$

amelyben  $\varphi_{L,0}$  a kúszás alapértéke [szám]

$k_{k,t_1}$  a kúszási tényező értéke a  $t_1$  időpontban [szám]

$k_{k,t_0}$  a kúszási tényező értéke a  $t_0$  időpontban [szám]

$k_{kk}$  a késleltetett rugalmassági alakváltozási tényező [szám]

$k_{k,\infty}$  a kúszási tényező végértéke [szám]

$k_{k,t}$  a kúszási tényező értéke a  $t$  időpontban [szám]

A beton kúszásából keletkező terhelő görbület (fajlagos elfordulás)

$$\kappa_k = \kappa_k^I + \kappa_k^{II} = \frac{M_G}{E_{c,eff} \cdot I_I} + \frac{M_G}{E_{c,eff} \cdot I_{II}} = \frac{M_G}{E_{c,eff}} \cdot \left( \frac{1}{I_I} + \frac{1}{I_{II}} \right) \quad \left[ \frac{1}{cm} \right]$$

egyenesen arányos az állandó terhekből keletkező nyomatékkal!

# A BETON KÚSZÁSÁBÓL (LASSÚ ALAKVÁLTOZÁSÁBÓL) KELETKEZŐ FESZÜLTSEGEK SZÁMÍTÁSA

De ennél pontosabb, a  $\kappa_k^I$  és a  $\kappa_k^{II}$  súlyozott figyelembevételével kapható

$$\xi = 1 - 0,5 \cdot \left( \frac{M_{rep}}{M_{mért}} \right)^2 \quad \text{tényezővel kiadódó}$$

$$I_{eff} = \frac{I_I \cdot I_{II}}{\xi \cdot I_I + (1 - \xi) \cdot I_{II}} < I_{II} < I_I \quad [cm^4]$$

Az effektív inercianyomatékkal számolt  $\kappa_k$

$$\kappa_k = \frac{M_g}{E_{c,eff} \cdot I_{eff}} \quad \left[ \frac{1}{cm} \right] \quad \text{effektív kúszási görbület}$$

A kúszás okozta fajlagos hosszváltozás (megrövidülés):

$$\varepsilon_k = \frac{\sigma_k}{E_{c,eff}} = -m \cdot \kappa_k \quad [\text{szám}] \quad \text{amelyben } m \text{ a tartó magassága}$$

A kúszás okozta terhelő nyomaték:

$$M_k = \kappa_k \cdot E_{c,eff} \cdot I_{eff}$$

A kúszásból származó hajlítófeszültségek

$$\text{a beton felső szálában} \quad \sigma_c^k = \frac{M_k}{I_{eff}} \cdot y_c^{II} \quad \left[ \frac{kN}{cm^2} \right]$$

$$\text{a húzott acélbetétben} \quad \sigma_s^k = \frac{M_k}{I_{eff}} \cdot y_s^{II} \quad \left[ \frac{kN}{cm^2} \right]$$



# A KERESZTMETSZET MENTÉN LINEÁRISAN VÁLTOZÓ HŐMÉRSÉKLET-KÜLÖBSÉGBŐL KELETKEZŐ FESZÜLTSÉGEK SZÁMÍTÁSA

A beton felső szálának fajlagos megrövidülése  $\pm \Delta t$  °C kiváltotta hőmérséklet-különbségből

$$\varepsilon_t = -\alpha \cdot \Delta t = -1,0 \cdot 10^{-5} \text{ 1/}^\circ\text{C} \cdot 5^\circ\text{C} = -5 \cdot 10^{-5} \quad [\text{szám}] \text{ ahol } \alpha \text{ a beton lineáris hőtágulási együtthatója}$$

A hőmérséklet-különbségből származó görbület (fajlagos elfordulás)

$$\kappa_t = \frac{\varepsilon_t}{m} = -\frac{5 \cdot 10^{-5}}{m} \left[ \frac{1}{\text{cm}} \right]$$

A hőmérséklet-különbségből származó nyomaték

$$M_t = \kappa_t \cdot E_{c,eff} \cdot I_{eff} \quad [\text{kNcm}]$$

feszültségek a beton felső-szélső szálában és az acélbetétben

$$\sigma_c^t = \frac{M_t}{I_{eff}} \cdot y_c^{\text{II}} \left[ \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \right] \quad \text{és} \quad \sigma_s^t = \frac{M_t}{I_{eff}} \cdot y_s^{\text{II}} \quad \left[ \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \right]$$

## A TERHELŐ ELMOZDULÁSOKBÓL KELETKEZŐ FESZÜLTSÉGEK ÖSSZEGEZÉSE

Ezek a feszültségek a megengedett feszültségek rendszerében, a II. tehercsoportosításban halmozottan összegeződnek az önsúlyból és az állandó terhekből származó feszültségekkel. Így

$$\Sigma\sigma = \sigma_G + \sigma_{zs} + \sigma_k + \sigma_t \leq \sigma_{eng}^{II} = 1,125 \times \sigma_{eng}^I$$

külön a beton szélső szálára és külön az acélbetétre kiszámítva

Konkretizálva a három hídra az Eurocode2 előzőekben ismertetett kifinomult eljárásával készült statikai számítás alapján:

1. Feszültségösszegzés a *szendrőládi Bódva-híd*ra (beton C 20/25, acélbetét A 36.24.12)

$$\Sigma\sigma_c = 0,21 + 0,21 + 0,18 + 0,02 = 0,62 \frac{kN}{cm^2} < \sigma_{c,eng}^{II} = 1,125 \cdot \sigma_{c,eng}^I = 1,125 \times 0,75 = 0,84 \frac{kN}{cm^2}$$

Megfelel, a kihasználtság 74%-os!

$$\Sigma\sigma_s = 0,71 + 0,59 + 0,51 + 0,56 = 2,37 \frac{kN}{cm^2} > \sigma_{s,eng}^{II} = 1,125 \times \sigma_{s,eng}^I = 1,125 \times 14 = 15,75 \frac{kN}{cm^2}$$

Nem felel meg, a túllépés 50%-os!

# A TERHELŐ ELMOZDULÁSOKBÓL KELETKEZŐ FESZÜLTSÉGEK ÖSSZEGEZÉSE

A híd meghatározott üzemi teherbírása a statikai célvizsgálat során szerzett használati tapasztalatok figyelembevételével: egynyomú forgalom és 5 m dolgozó lemezszélességgel számolva a 40/2006 j., 40 t-s, öttengelyes üzemi jármű. Az állandó terhekből és a fél dinamikus többlettel növelt jármű teherből keletkező feszültségek az I.

tehercsoportosításban

$$\sum_G^P \sigma_c = \sigma_{c,G} + \mu_{fél} \cdot \sigma_{cP} \quad \text{és} \quad \sum_G^P \sigma_s = \sigma_{s,G} + \mu_{fél} \cdot \sigma_{s,P}$$

$$\sum_G^{P40} \sigma_c = 0,31 + 0,29 = 0,60 \frac{kN}{cm^2} < \sigma_{c,eng}^I = 0,75 \frac{kN}{cm^2} \quad \sum_G^{P40} \sigma_s = 7,09 + 6,71 = 13,80 \frac{kN}{cm^2} < \sigma_{s,eng} = 14 \frac{kN}{cm^2}$$

Megfelel!

Megfelel!

1. Feszültségösszegzés az állandó terhekre és a terhelő elmozdulásokra a *pinchelyi Kapos-híd*ra (beton C 16/20, acélbetét A36.24.12). Az eredeti statikai számítás szerint a híd erősen alulméretezett!

$$\Sigma \sigma_c = 0,43 + 0,32 + 0,33 + 0,06 = 1,14 \frac{kN}{cm^2} > \sigma_{c,eng}^{II} = 0,73 \frac{kN}{cm^2}$$

Nem felel meg, a túllépés 56%-os!

$$\Sigma \sigma_s = 12,7 + 9,6 + 9,7 + 1,6 = 33,6 \frac{kN}{cm^2} > \sigma_{s,eng}^{II} = 1,125 \times \sigma_{s,eng}^I = 1,125 \times 14 = 15,75 \frac{kN}{cm^2}$$

Nem felel meg, a túllépés 133%-os!

## A TERHELŐ ELMOZDULÁSOKBÓL KELETKEZŐ FESZÜLTTSÉGEK ÖSSZEGEZÉSE

A híd a statikai célvizsgálat során szerzett használati tapasztalatok figyelembevételével meghatározott üzemi teherbírása egynyomú forgalmi korlátozás mellett 16/2006 jelű.

Az állandó terhekből és a fél dinamikus többlettel számolt üzemi járműteherből keletkező feszültségek:

$$\sum_G^{P16} \sigma_c = 0,43 + 0,49 = 0,92 \frac{kN}{cm^2} > \sigma_{c,eng}^I = 0,65 \frac{kN}{cm^2} \quad \text{és} \quad \sum_G^{P16} \sigma_s = 15,9 + 14,7 = 30,6 \frac{kN}{cm^2} > \sigma_{s,eng} = 14 \frac{kN}{cm^2}$$

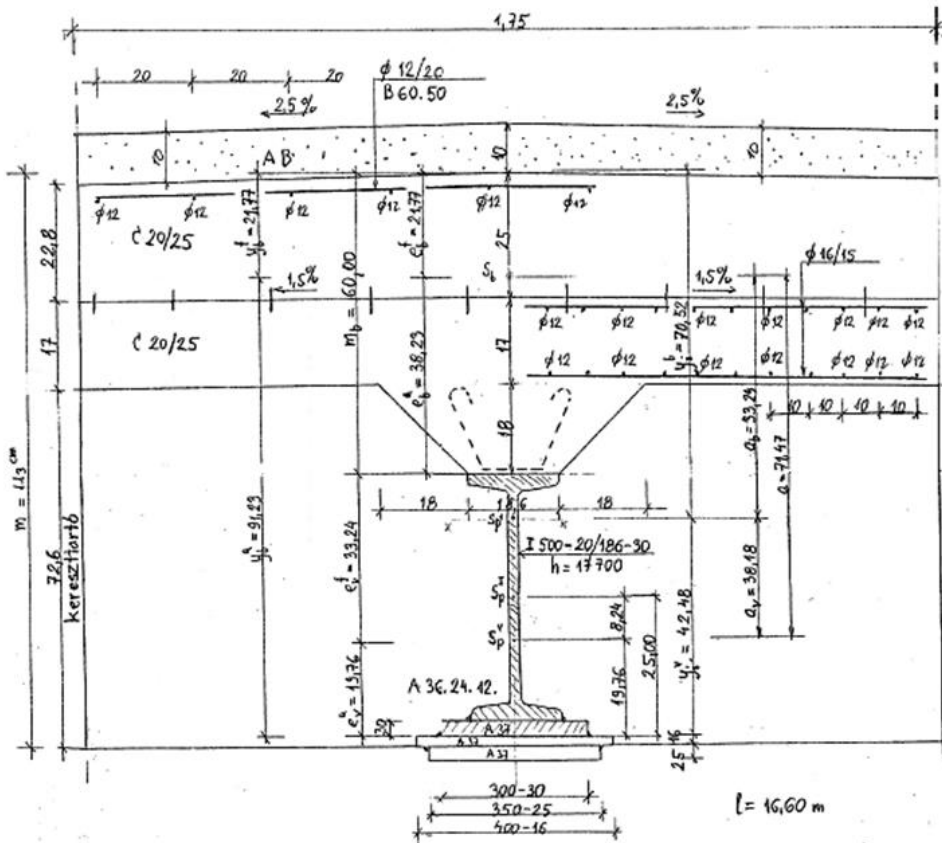
Nem felel meg, a túllépés 42%-os

Nem felel meg, a túllépés 118%-os!

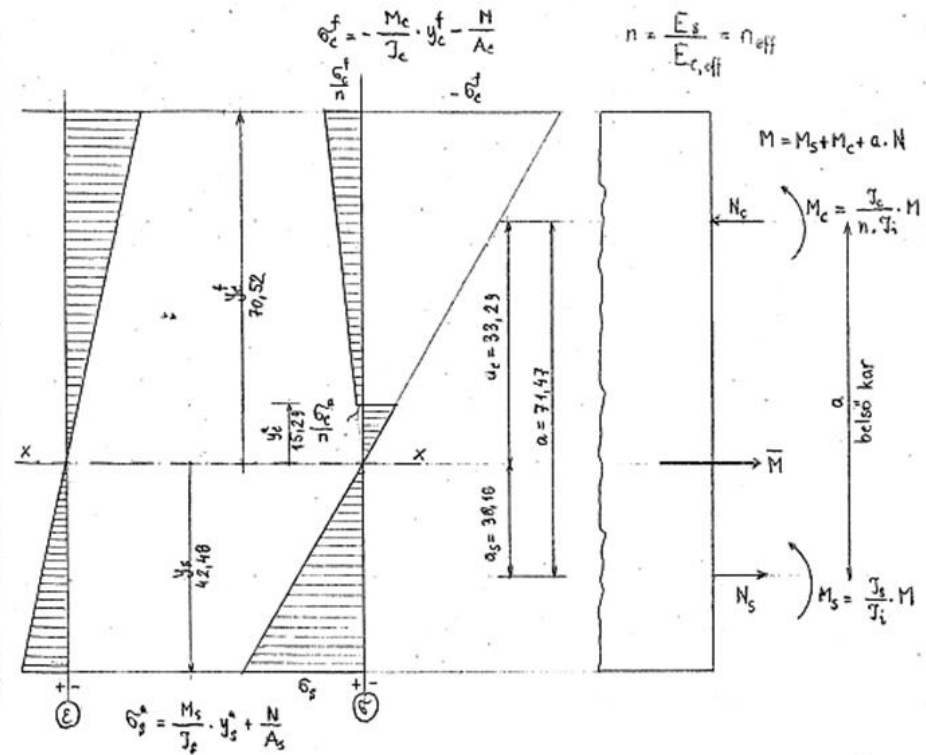
A hídszakértő a járdakonzolok terhelhetetlensége miatt már korábban egy nyomra korlátozott rendszeres kamionforgalmat mérlegelve, a statikai célvizsgálat alapján a túllépést eltűrhetőnek ítélte.

# A TERHELŐ MOZGÁSOKBÓL AZ ÖSZVÉRTARTÓKBAN KELETKEZŐ FESZÜLTSÉGEK

CSEPREGI RÉPCE-HÍD KÖZÉPSŐ HOSSZTARTÓJA



AZ ÖSZVÉRTARTÓ BELSŐ ERŐJÁTÉKA



# A TERHELŐ MOZGÁSOKBÓL AZ ÖSZVÉRTARTÓKBAN KELETKEZŐ FESZÜLTSÉGEK

Az öszvértartókon az effektív rugalmassági modulus és az effektív inercianyomaték csökkenése az erőjáték módosulásával jár: a vasbeton pályalemez tehermentesül, az acéltartó túlterhelődik.

Az együttdolgozó keresztmetszetre ható nyomaték három részből áll

$$M = M_s + M_c + a \cdot N$$

Az ideális keresztmetszet inercianyomatékával számolva az acéltartóra, ill. a vasbeton lemezre jutó nyomaték és a normálerő

$$M_s = \frac{I_s}{I_i} \cdot M \quad M_c = \frac{I_c}{n_{eff} \cdot I_i} \cdot M \quad N = \frac{1}{a} \cdot (M - M_s - M_c) = \frac{M}{a} \cdot \frac{a_s \cdot a_c \cdot A_i}{I_i} \quad n_{eff} = \frac{E_s}{E_{c,eff}}$$

A nyomaték a hajlítási merevségek arányában oszlik meg az acéltartóra, ill. a vasbeton lemezre, az utóbbi keresztmetszeti területe és inercianyomatéka  $n_{eff}$ -el szorozva kerül a képletekbe.

# A TERHELŐ MOZGÁSOKBÓL AZ ÖSZVÉRTARTÓKBAN KELETKEZŐ FESZÜLTSÉGEK

A szélső szálakban ébredő feszültségek

$$\sigma_c = \frac{M_c}{I_c} \cdot y_c^{(+)} - \frac{N}{A_c} \quad \sigma_s = \frac{M_s}{I_s} \cdot y_s^{(-)} + \frac{N}{A_s}$$

Levezethető, hogy a terhelő elmozdulásokból származó feszültségek nemcsak a görbületekből keletkező terhelő nyomatékokból, hanem közvetlenül az elszenvedett fajlagos alakváltozásokból is számolhatók:

feszültség a beton felső szálában 
$$\sigma_c = \varepsilon \cdot E_s \cdot \frac{A_s}{n_{eff} \cdot A_i} \cdot \left[ 1 + \frac{a_s \cdot A_i}{I_i} \cdot y_{i,c}^{(+)} \right]$$

feszültség az acéltartó alsó szálában 
$$\sigma_s = \varepsilon^{(-)} \cdot E_c \cdot \frac{A_c}{A_i} \cdot \left[ 1 + \frac{a_c \cdot A_i}{I_i} \cdot y_{i,s}^{(-)} \right]$$

ahol

$$A_i = A_s + \frac{A_c}{n_{eff}} \quad a_s = \frac{A_c}{n_{eff} \cdot A_i} \cdot a \quad a_c = \frac{A_s}{A_i} \cdot a \quad a = a_s + a_c \text{ (a húzó-nyomóerő belső karja)}$$

az ideális inercianyomaték 
$$I_i = I_s + \frac{I_c}{n_{eff}} + a_s^2 \cdot A_s + a_c^2 \cdot \frac{A_c}{n_{eff}} = I_s + \frac{I_c}{n_{eff}} + a_s \cdot a_c \cdot A_i$$

# A TERHELŐ MOZGÁSOKBÓL AZ ÖSZVÉRTARTÓKBAN KELETKEZŐ FESZÜLTSÉGEK



A felszerkezet alulnézete békaperspektívából



# A TERHELŐ MOZGÁSOKBÓL AZ ÖSZVÉRTARTÓKBAN KELETKEZŐ FESZÜLTSEGEK



A befolyási oldali szélső hossztartó alsó övén érzékelhető  
a mért 56 mm maradó lehajlás

## A TERHELŐ MOZGÁSOKBÓL AZ ÖSZVÉRTARTÓKBAN KELETKEZŐ FESZÜLTSÉGEK

1. A *csepregi öszvérszerkezetű Répcse-híd*ra a feszültségösszegezés az állandó terhekre és a terhelő elmozdulásokra

$$\Sigma\sigma_c = \sigma_{c,G} + \sigma_{c,zs} + \sigma_{c,k} + \sigma_{c,t} = -0,56 - 0,30 - 0,27 - 0,15 = -1,28 \frac{kN}{cm^2} < \sigma_{c,eng}^{II} = -2,0 \frac{kN}{cm^2}$$

A vasbeton lemez nyomásra megfelel!

$$\Sigma\sigma_s = \sigma_{s,G} + \sigma_{s,zs} + \sigma_{s,k} + \sigma_{s,t} = 11,34 + 6,54 + 5,95 + 3,32 = 27,19 \frac{kN}{cm^2} > \sigma_{s,eng}^{II} = 18 \frac{kN}{cm^2}$$

Nem felel meg az acéltartóban, a túllépés 51%-os!

# A TERHELŐ MOZGÁSOKBÓL AZ ÖSZVÉRTARTÓKBAN KELETKEZŐ FESZÜLTSGEK

A híd használati tapasztalatok figyelembevételével – az acéltartó fáradásra minősíthetlenségre is tekintettel – meghatározott (megengedhető) üzemi teherbírása kétnyomú forgalom esetén 16/2006 jelű járműteher.

Az állandó terhekből + két, egymás mellett álló, fél dinamikus többlettel számolt 16 t-s, kéttengelyű üzemi járműből keletkezett szélsőszál-feszültségek:

$$\sum_G^{P16} \sigma_c = -0,56 - 0,38 = -0,94 \frac{kN}{cm^2} < \sigma_{c,eng}^I = -1,8 \frac{kN}{cm^2} \text{ és}$$

Megfelel, a kihasználtság 52%-os!

$$\sum_G^{P16} \sigma_s = 11,34 + 5,34 = 16,68 \frac{kN}{cm^2} > \sigma_{s,eng}^I = 16 \frac{kN}{cm^2}$$

Nem felel meg, de a statikai célvizsgálat szerint a két nyomon folyó rendszeres kamionforgalomra alapozott használati tapasztalatok figyelembevételével a 4%-os túllépés eltűrhető!

## A TERHELŐ MOZGÁSOKBÓL AZ ÖSZVÉRTARTÓKBAN KELETKEZŐ FESZÜLTSÉGEK

Mindhárom híd példája azt mutatja, hogy a terhelő elmozdulásokból a II. tehercsoportosításban bekövetkezett jelentős túllépések ellenére a hídszakértő az e-ÚT 08.01.14 (Megépült közúti hidak teherbírásvizsgálata) szerinti használati tapasztalatok figyelembevételével felelősségteljes statikai célvizsgálat és erőtani számítás együttességét követően keresett és talált egy olyan üzemi teherbírást, amelyre az I. tehercsoportosításban a megfelelés kimondható, esetleg még kisebb eltűrhető túllépésekkel. A használati tapasztalatok figyelembevételéhez a Közúti Hídszabályzat csak két feltételt kapcsol: legalább 20 év szerkezeti-statikai üzemeltetési tapasztalataira kell, hogy támaszkodjunk, és hogy a hidat a jövőben ne érje az eddiginél nagyobb terhelő hatás.

## A TERHELŐ MOZGÁSOKBÓL AZ ÖSZVÉRTARTÓKBAN KELETKEZŐ FESZÜLTSEGEK

A terhek alapértékével, a megengedett feszültségek rendszerében elvégzett feszültségösszegzések azt mutatják, hogy a vasbeton vagy öszvértartós hídszerkezet általában az állandó terhekből és a terhelő elmozdulásokból halmozódó feszültségekre nagy túllépésekkel nem felel meg, pedig ezt a hídszabályzati előírások a II. tehercsoportosításban megkívánják. Ebben az esetben a hídszerkezet az I. tehercsoportosításban az állandó terhekre + a dinamikus tényezővel felszorozott járműteherre valójában már nem is lenne vizsgálendő. Ekkor kap szerepet a hídszakértő, aki a Közúti Hídszabályzat (megépült közúti hidakra vonatkozó fejezete) alapján több évtizedes gyakorlati ismeretére támaszkodva hosszas mérlegelés után megállapítja, hogy a helyszíni vizsgálatok során szerzett szerkezeti használati tapasztalatok és mérések, továbbá az elvégzett statikai számítás összekovácsolásával a hídszerkezet a ... /2006 jelű üzemi teherre mégis megfelel. (Az üzemi járműteherből számított feszültségeket a terhelő elmozdulásokból származókkal nem kell összegezni, ezekre az egyidejűségi tényező zérus.)

## A TERHELŐ MOZGÁSOKBÓL AZ ÖSZVÉRTARTÓKBAN KELETKEZŐ FESZÜLTSEGEK

Ezt a furcsa kettősséget akár teherbírási paradoxonnak is nevezhetnénk, de tudomásul kell vennünk, hogy majdminden "túlkoros" vasbeton híd teherbírására ilyen ellentmondásos megállapítás vár.

Az Eurocode 2 komplex számítási eljárásainak realitását a tartókon mérhető nagy maradó lehajlások egyértelműen igazolják.

A látványosan csökkenő teherbírást a statikai számítás is kimutatja minden olyan esetben, amelyben a zsugorodási tényező és a kúszási tényező végértékét kell figyelembe venni.

**KÖSZÖNJÜK A MEGTISZTELŐ  
FIGYELMÜKET!**