

# Rácsos szalaghíd szilárdsági ellenőrzése

DR. LADÁNYI GÁBOR okl. bányagépészmérnök, tanszékvezető Miskolci Egyetem



*A cikk szerzője és munkatársai vizsgálják, hogy a terhelések hatására ébredő erők és feszültségek nem okozzák-e a rácsos szalaghíd tönkremenetelét, és a maradó deformáció eléréséig megfelelő nagyságú tartalékkal rendelkezik-e.*

## Bevezetés

A Mátrai Erőmű Zrt. Visonta bányájának művelése 2017-ben eljutott egy olyan állapotra, amikor az addig bekövetkezett változások igényelték a szállítószalag rendszer radikális átépítését. Ez utóbbi tervezete szerint a meddőt és a lignitet szállító pályák keresztezni fogják egymást. Ennek a problémának egyik lehetséges megoldása, ha a kereszteződés környezetében az egyik pályát a másik fölé emeljük. A Mátra szakemberei is úgy tervezték, hogy ezt a megoldást alkalmazzák. Ehhez rendelkezésükre állt egy korábban már beépített, de pillanatnyilag használaton kívül levő rácsos szalaghíd. Ennek fotóját láthatjuk az 1. ábrán.



1. ábra: A szalaghíd

Az új funkcióban azonban a szalaghídbe beépíteni tervezett szállítószalag szélesebb, mint a korábbi használat során beépített egységek, és a szélesebb szállítószalagot felépítő szerkezeti elemek összömege is nagyobb, mint amilyen terhet a korábbi üzemelés idején viselt a szalaghíd.

Lényeges eltérés még, hogy korábban az egység a lignitet szállító pályába volt beépítve, a tervezet szerint viszont átkerülne a meddő anyagot szállító pályá-

ba. A két anyag laza sűrűsége eltérő, a meddőé jelentősen nagyobb, mint a lignité. Ez a tény szintén többlet terhelést okoz a korábbi üzemiállapothoz képest.

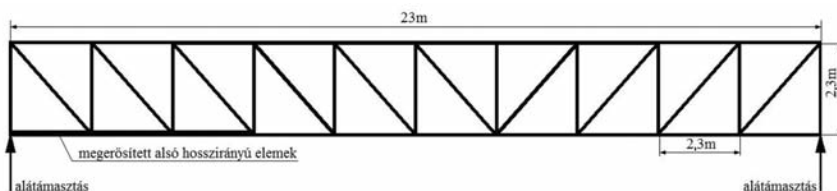
Az elmondottak miatt szükségessé vált a Visonta bánya szállítási rendszerében újra funkcióba állítani kívánt rácsos szalaghíd szilárdsági ellenőrzése. Ezt a munkát a cikk szerzője együtt végezte dr. Szirbik Sándor és dr. Baksa Attila egyetemi docensekkel, a Miskolci Egyetem Műszaki Mechanikai Intézetének oktatóival.

A szilárdsági ellenőrzés előtt a szerkezetet megvizsgáltuk a jelenlegi tárolási helyén. A szemrevételezés során a szerkezet egyes tartóinak olyan mértékű korrodáltságát tapasztaltuk, amely már keresztmetszetcsökkenést is jelent az érintett rácelemeknél. A szilárdsági ellenőrzést természetesen az eredeti állapot visszaállítása után működő acélkeresztmetszetekkel végeztük. Ehhez a helyszíni bejárás során méréssel felvettük minden egyes tartó méretét, és megállapítottuk beépítési pozícióját.

A szemrevételezés során az is kiderült, hogy a szalaghíd felépítése aszimmetrikus, két szempontból is.

- A 23 m hosszúságú teljes támaszköz tíz azonos hosszúságú (2,3 m) cellára van felosztva. Ezekben az átlós irányú keresztartók beépítésének iránya egymásra merőleges, de a tíz cella között a megoszlás nem szimmetrikus, mint ahogy az az esetek többségében lenni szokott. 6 cellában az egyik és csak 4-ben fut a másik átló mentén. (Lásd a 2. ábrát!)
- A szalaghíd egyik végén, a szélső három cellában az alsó hosszartók mindkét oldalon jelentős mértékben meg vannak erősítve. (Lásd a 2. ábrát.)

A számítások során a hosszartóknak ezt a megerősítését nem vettük figyelembe. Úgy számoltunk,



2. ábra: A híd szerkezete

mintha az eredeti hossztartó szerkezet és keresztmetszet működne a teljes 23 m hosszban. Az aszimmetrikus rácsszerkezetet viszont meghagytuk, az alkalmazott modellben a fenti ábrán is látható cellaszerkezettel számoltunk.

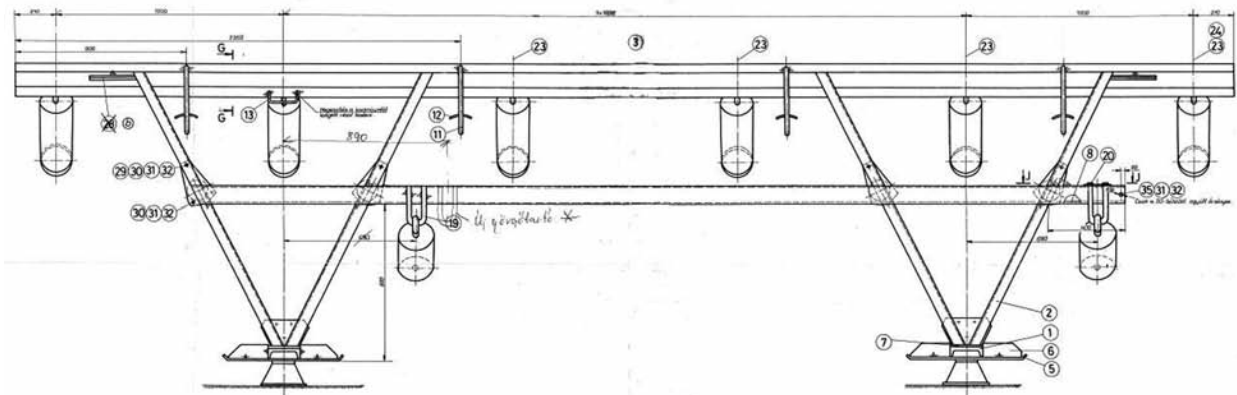
### Az ellenőrzés során figyelembe vett terhelések

A szerkezet önsúlyát a geometriai adatok segítségével kiszámolja a VE program és mint állandó terhelést figyelembe is veszi. Esetünkben az önsúly 6,2 t-nak adódott. ( $\rho_{\text{vas}} = 7,8 \text{ t/m}^3$ ) Ezen kívül a következő súlyokból adódó terheléseket vettük figyelembe.

A beépíteni kívánt szállítószalag acélszerkezeti elemeinek súlya. (Lásd a 3. ábrát!)

A 23 m hosszú szalaghídban, a 3. ábrán látható szalagvázból három fér el.

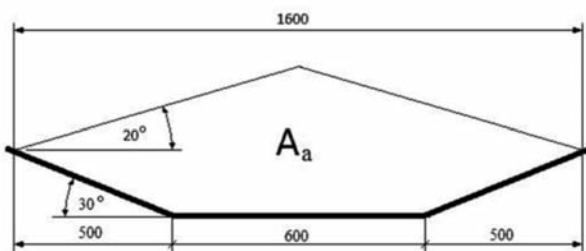
Ezek össztömege  $m_{\text{váz}} = 6$  tonna.



3. ábra: Szalagváz elem

### A heveder tömege

Az alkalmazni kívánt heveder adatai szerint a  $2 \times 23 \text{ m}$  hosszú szakasz tömege  $m_{\text{hev}} = 3$  t



4. ábra: A szállított anyag térfogata

### A szállított anyag tömege

Ennek kiszámításánál a 4. ábrán látható anyagkeresztmetszethez tartozó méretekkel számoltunk. Ezekkel az anyag tömege, ha a laza sűrűség

$$\rho_a = 1,4 \text{ t/m}^3: m_{\text{anyag}} = 18 \text{ t}$$

Az 1., 2., és 3. pont alatt kiszámolt tömegek együtt:  $m_g = 6 + 3 + 18 = 27$  t. Az ebből származó súlyteher:  $G = 9,81 \cdot 27 \approx 270$  kN.

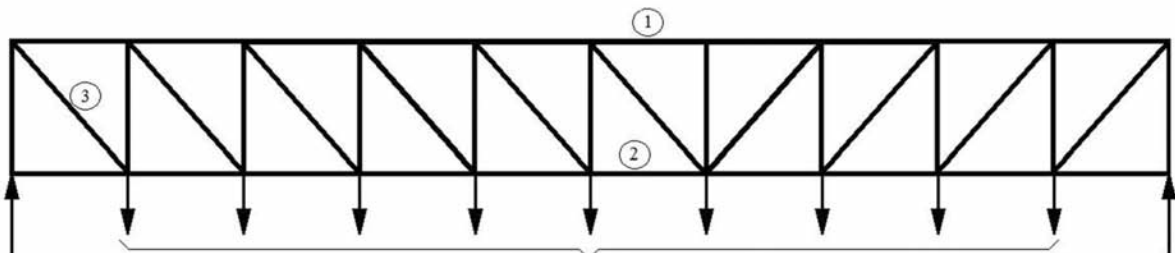
Az ellenőrzés során ezt az erőt működtettük úgy, hogy egyenletesen szétszöttük tizennyolc részre. Majd az így kapott részerőket koncentrált erőként a szalaghíd tíz cellája között levő 9-9 csomópontokhoz rendeltük. (Lásd az 5. ábrát!)

### Az ellenőrzés során kapott eredmények és a levonható következtetések

Tehát ellenőrzéskor a rácsos szerkezet terhelését az

önsúlyon kívül a 270 kN erő adta. Ez utóbbit az ellenőrző számításhoz szétszöttük 18 egyenlő részre és a részerőket a szerkezet alsó síkjában elhelyezkedő csomópontokba helyeztük. (5. ábra) Így a terhelés alatt álló szerkezeten az önsúlyon kívül a csomópontokban ráadott 15 kN erő működött. Ez az A jelű terhelési állapot.

Mint ahogy az a vizsgált szalaghídhöz hasonló szerkezetek esetében, az alkalmazott terhelési mód mellett megfigyelhető, a legnagyobb terhelésnek kitett rudak a rácsáló jellegzetes helyein vannak. Ezeket jelöltük az 5. ábrán az 1; 2; 3 számokkal. Az 1. táblázatban ezekben a rudakban ébredő erőket és feszültségeket adjuk meg.



5. ábra: A terhelés elosztása

**1. táblázat:** *A jelű terhelési állapot*

Rúd sorszáma	Terhelő erő (kN)	Redukált feszültség (MPa)	A terhelés iránya
1	205	60	nyomott
2	197	90	húzott
3	129	70	húzott

Mivel az általános felhasználási területeken alkalmazott szerkezeti acélok folyáshatára ( $\sigma_f$  vagy  $R_m$ ) eléri a 310 MPa értéket, ezért megállapíthatjuk, hogy a legnagyobb terhelést viselő rudakban ébredő feszültség is jelentős mértékben alatta marad a maradó deformáció határát jelentő 310 Mpa-os folyáshatárnak.

A beépíteni kívánt szállítószalag vázelemek teljes szélessége (~2800 mm) kizárja, hogy mellette – a rácsos szerkezeten belül – bármilyen járda kialakításra kerüljön. Ugyanis a szalaghíd oldalsó síkjai középvonalának távolsága 3000 mm. Elképzelésünk szerint a megközelíthetőség egyik megoldása lehet, ha a szerkezet egyik oldalán konzolos tartókra helyezve alakítjuk ki a járdát. Ez a felépítés hasonló, mint amit a bányában üzemelő munkagépek – kotrók, hányóképzők stb. – esetében megfigyelhetünk. A rácsos szerkezetre konzolosan ráépített járda tömege miatt az A jelű állapothoz képest némi többletsúly jelentkezik. Ezt egy másik számításban úgy modelleztük, hogy az egyik oldalon található kilenc terhelési pontnál megnöveltük az alkalmazott részerők nagyságát 1,5 kN-nal. Tehát ebben az esetben az egyik oldalon  $9 \times (15+1,5) = 148,5$  kN erőt működtettünk. Így az aszimmetrikus terhelés már csavaró igénybevételt is jelent a szerkezetre nézve amellet, hogy a terhelés kismértékű növekedését is okozza. (283,5 kN) Ez a B jelű terhelési állapot. A kiválasztott rudakban ébredő erőket és feszültségeket a B jelű terhelés alkalmazása esetén a 2. táblázatban adjuk meg.

**2. táblázat:** *B jelű terhelési állapot*

Rúd sorszáma	Terhelő erő (kN)	Redukált feszültség (MPa)	A terhelés iránya
1	225	66	nyomott
2	216	98	húzott
3	142	81	húzott

**3. táblázat:** *C jelű terhelési állapot*

Rúd sorszáma	Terhelő erő (kN)	Redukált feszültség (MPa)	A terhelés iránya
1	206	70	nyomott
2	195	91	húzott
3	128	85	húzott

A két táblázatban látható eredményeket összehasonlítva megállapítható, hogy a B állapotban az A-hoz képesti növekedés kb.10% a harmadik, C jelű terhelési állapotban a szerkezet alsó síkjában levő kettős U-tartóra, megoszló erőrendszerként működtettük az

előző vizsgálatkor a tartók két végén ható 15 és 16,5 kN részerőket, összesen  $15 + 16,5 = 31,5$  kN nagysággal. A kijelölt rudakra ható erők és a bennük ébredő feszültségek C állapotra jellemző értékét a 3. táblázatban adjuk meg.

A három terhelési állapothoz tartozó redukált feszültségeket áttekintve láthatjuk, hogy a legnagyobb érték, 98 MPa a B típusú terhelés esetén lép fel. Ehhez képest egy átlagos szerkezeti acél folyáshatára  $\sigma_f = 310$  MPa. A két jellemző aránya értelmezhető mint egy statikus biztonsági tényező:

$$n = \frac{310}{98} = 3,16$$

Ezzel jellemezhetjük a szerkezetben a tönkremenetelig rendelkezésre álló tartalékot. Ebből a szempontból a 3,16 egy igazán megnyugtató érték.

Mivel a rácsos szerkezet felső hosszanti főtartójának rúdjai nyomó terhelést kapnak, külön meg kell vizsgálni az itt elhelyezkedő rudak kihajlással szembeni biztonságát is. A táblázatok tanúsága szerint a legnagyobb nyomó terhelést a 225 kN nagyságú erő adja, tehát ezzel számolunk tovább.

A vizsgálat alapadatai:

$$\begin{aligned} \text{rúdhossz:} & l = 2,3 \text{ m} \\ \text{keresztmetszet:} & A = 3800 \text{ mm}^2 \\ \text{terhelő erő:} & F = 225 \text{ kN} \end{aligned}$$

Számított adatok:

$$\begin{aligned} \text{mértékadó hossz:} & l_0 = l/2 = 1,15 \text{ m} \\ & \text{(befogott rúdvégek)} \\ \text{inerciasugár:} & i = 30,8 \text{ mm} \\ \text{karcúsági tényező:} & \lambda = l_0/i = 1,15/0,0308 = 38 \end{aligned}$$

A  $\lambda = 38$  karcúsági tényező kisebb, mint az acél anyagú rudakra érvényes  $\lambda_{kr} = 105$  kritikus érték. Ez azt jelenti, hogy a vizsgált rúd ún. zömök rúd, amelyenél a tönkremeneteli feszültséget az anyagra érvényes folyáshatárból a Tetmajer-összefüggéssel számíthatjuk.

$$\sigma_k = \sigma_f - 1,14 \lambda = 310 - 1,14 \cdot 38 = 267 \text{ MPa}$$

A rúdban a terhelés hatására ébredő feszültség

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{225 \cdot 10^3 \text{ N}}{3800 \text{ mm}^2} = 59 \text{ MPa}$$

Előbbi két eredményből a kihajlással szembeni biztonság

$$n_k = \frac{267}{59} = 4,52$$

A 4,52-es biztonsági tényező garancia arra, hogy a nyomott rudaknál nem következik be kihajlás miatti tönkremenetel.

Összesítve megállapítható, hogy a vizsgált terhelések hatására ébredő erők és feszültségek nem okozzák a rácsos szalaghíd tönkremenetelét, mert az a maradó deformáció eléréséig megfelelő nagyságú tartalékkal rendelkezik.

\*

A tanulmány/kutatómunka a „Fenntartható Nyersanyag-gazdálkodási Tematikus Hálózat – RING 2017” című, EFOP-3.6.2-16-2017-00010 jelű projekt részeként a Széchenyi2020 program keretében az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

The described work/article was carried out as part of the „Sustainable Raw Material Management Thematic Network – RING 2017”, EFOP-3.6.2-16-2017-00010 project in the framework of the Széchenyi2020 Program. The realization of this project is

supported by the European Union, co-financed by the European Social Fund.

## IRODALOM

- [1] *Korányi Imre*: Tartók sztatikája II/1-2. (TK)
- [2] *Dr. Szabó János és Dr. Roller Béla*: Rúdszerkezetek elmélete és számítása
- [3] *Dale A. Hopkins, Gary R. Halford és Surya N. Patnaik*: Integrated Force Method Solution to Indeterminate Structural Mechanics Problems

**DR. LADÁNYI GÁBOR** 1978-ban szerzett bányagépész- és bányavillamosági mérnöki diplomát a Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karán. 1978-85-ig ösztöndíjas gyakornok az Ásványelőkészítési Tanszéken. 1985-től a Bányagéptani Tanszéken tanársegéd, adjunktus majd docens. 1987-ben gépészeti elektronikai szakmérnöki diplomát szerzett a BME-n, majd 1988-ban egyetemi doktori, 1997-ben pedig PhD fokozatot. 2012-ben elvégezte a MIT (Massachusetts Inst. of Technology) egyik elektronikai kurzusát. Kutatómunkájában többek között hidraulikus szállításal, közetek jövesztésével, bányagépek mérésével, vizsgálatával foglalkozott. Magyar és idegen nyelvű publikációinak száma meghaladja a százat. 1-1 szabadalom és know-how tulajdonosa, két egyetemi tankönyv szerzője. Jelenleg intézeti tanszékvezető a Bányászati és Geotechnikai Intézetben.

## Bányásznapi ünnepség Úrkúton

2017. szeptember 1-én a Bányásznapi bevezetése óta először történt meg, hogy Úrkúton bánya nélkül kellett ünnepelni.

Ennek ellenére 15 órától az Ajkai Városi Bányász Fúvószenekar nívós műsorának kísérete mellett szinte észrevétlenül megtelt érdeklődőkkel a település sportcsarnoka. A meghívott vendégeken és a régen nyugdíjba ment vagy frissen elbocsátott bányászokon kívül a falu apraja-nagyja is összegyűlt, hogy méltóságteljesen, szinte vádló fegyelmettséggel emlékezzenek meg arról a bányáról, amely száz éven át adott kenyeret az úrkútiaknak.

Az ünnepi műsor a Bányászhimnusz közös eléneklését követően szavalattal kezdődött, *Hajdú Levente* 8. osztályos tanuló *Novák Sándor* bányamérnök „Bányász Atlantiszok” című átütő erejű versét nagy átéléssel tette közkinccsé. *Kádár Andrea Beatrix*, a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium államtitkár asszonya, *Fülöp Zoltánné*, Úrkút polgármestere köszöntőit követően *Farkas István*, a Mangán Kft. ügyvezető igazgatója emlékezett, szavait a közönség vastapsa követte.

A Német Nemzetiségi Asszonykórus helyi sváb és bányásznótákból álló repertoárja valamint a fiatalabb generációt képviselő Úrkúti Ifjúsági Kórus bemutatója szintén nagy tetszést aratott. A zenei élmények sorára *St. Martin* szaxofon és pánsíp művész előadása tette fel a koronát.

A résztvevők ezt követően átvonultak a sportcsarnokkal szomszédos, példásan felújított egykori Bányászotthon épületéhez, amelynek előkertjében kialakított, rakodógépből és oxidos mangánérc-tömbből álló emlékmű felavatására került sor. *Farkas István* avatóbeszédét követően a bányász szervezetek és a helyi önkormányzat nevében *Lisztes Győző* és *Pichler Józsefné* helyezte el az emlékművön a tisztelet koszorúit.

Következő programként az úrkúti katolikus templomban tartott Szent Borbála misére került sor, végül az ese-



ményt a Közösségi Házban megtartott állófogadás zárta, ahol *dr. Vigh Tamás*, a bánya felelős műszaki vezetője, majd *Kovácsics Árpád*, az OMBKE választmányi tagja mondtak pohárköszöntőt.

*Dr. Vigh Tamás*

## Leáll a palagáz üzlet Lengyelországban?

A *San Leon Energy*, független olaj- és gázfeltároló vállalat, egyben Európa legnagyobb palagáz cége az utolsó két palagáz feltárolási koncesszióját is visszaadta a varsói kormányzatnak, mert szakértői úgy látják, hogy a lengyelországi palagáz üzlet összeomlik. A döntés azután született meg, hogy a lengyel Lotos és Orlen állami vállalatok – több külföldi céget is követve – felhagytak a kutatással, írta a Puls Biznesu című gazdasági napilap. A PGNiG, szintén állami olaj- és gázipari vállalat ugyanakkor érdeklődne a kutatás iránt, amennyiben a kormány enyhítene környezetvédelmi szabályozásán és az adóterheken – nyilatkozta a vállalat elnök-vezérigazgatója, Piotr Woźniak a PAP hírügynökségnek. A palagáz „nem egy lezárt ügy”, mondta Woźniak, hozzátéve, hogy habár a PGNiG is felfüggesztette a kutatást, érdeklődését megújíthatja, ha a kormány változtat a szabályozásokon.

*PoloniaPress 2017. december*

*KF*