

# NÉHÁNY TANULSÁG A VILÁGKERESKEDELMI KÖZPONT LEROMBOLÁSÁBÓL

*Lenkei Péter\**

## RÖVID KIVONAT

A rövid tanulmányban felvázoljuk a New York-i Világkereskedelmi Központ lerombolásából levonható tartószerkezeti tanulságokat, nevezetesen a robusztuság követelményének fontosságát, a progresszív tönkremenetel létrejöttének megakadályozását, a külső héj és a belső mag biztonságos összekapcsolásának fontosságát. Kitérünk néhány, a tüzvédelem biztonságát érintő tanulságra is.

## 1. BEVEZETÉS

A New York-i Világkereskedelmi központ (továbbiakban WTC) egy egységes építészeti és tartószerkezeti koncepció alapján tervezett és kivitelezett épület volt. Az egyik fő szempont a súly csökkentése volt, ennek érdekében a függőleges és vízszintes tartószerkezeteknél az anyagot a lehető legegyszerűbben osztották el (sűrű és könnyű oszlopok és rácsos födémek), az acélfelhasználást minimalizálták  $44.5 \text{ kg/m}^2$ -re, valamint viszonylag vékony szírt könnyubeton tüzálló burkolatokat alkalmaztak.

A WTC lerombolása után azonban sok kérdést újra kell gondolni. A szerkezetépítő mérnökök azok között vannak akiket ez az újragondolás a legjobban érint. Ebben a rövid tanulmányban csak az a cél, hogy felvázoljuk néhány felmerült kérdés helyzetét, hiszen a Dr. W. G. Corley által vezetett bizottság hivatalos szakmai jelentése csak 2002. április közepére, a tanulmány leadása utánra készül el.

A megoldásokat természetesen csak hosszú és alapos viták után lehet megfogalmazni. Ezekben a vitákban a biztonság mellett a gazdaságosság és a közvélemény alakulása is fontos szerepet játszik és fog játszani, de a két utóbbival egyelőre nem foglalkozhatunk. Ugyanakkor hangsúlyozni kell, hogy a továbbiakban kifejtett elképzelések főleg a szerző magánvéleményét tükrözik annak ellenére, hogy ezt több már rendelkezésre álló forrás támasztja alá.

A biztonság kérdése magában is nagyon összetett. Itt csak a tartószerkezetek biztonságával és kis részben a tüzvédelem biztonságával foglalkozunk.

## 2. A VESZÉLY FORGATÓKÖNYVE

A „veszély forgatókönyvének/forgatókönyveinek” (továbbiakban hazard scénárió) első kérdése, hogy milyen scénárió(ka)t kell ill. lehet figyelembe venni, azaz milyen és mekkora terrorista hatás érheti ezeket az épületeket.

---

\* okl. mérnök, a musz. tud. doktora, egyetemi tanár, PTE-PMMFK

A második kérdés az, hogy mekkora ezen scenárió(k) létrejöttének a valószínűsége.

A harmadik kérdés az, hogy mekkorák lesznek a veszteségek az elfogadott scenárió(k) esetében.

Ha meg tudjuk válaszolni ezeket a kérdéseket, akkor ki tudjuk számítani az elfogadott scenárióval/scenáriókkal járó kockázato(ka)t [1] és össze tudjuk hasonlítani az illetékes hatóságok, a közvélemény, a befektetők és felhasználók által elfogadott kockázattal/kockázatokkal.

A becsülhető közös vélemény trendje az, hogy valamilyen terrorista támadást figyelembe kell venni. Azonban jelenleg még nincs egyetértés a támadás nagyságában, legyen ez olyan súlyos mint a WTC esetében volt, vagy lehet enyhébb is.

Sokak szerint a terrorista támadások létrejöttének valószínűségét jelentősen lehetne csökkenteni adminisztratív eszközökkel is (pl. hatékony és új légiforgalmi szabályok bevezetésével, jobb utas ellenőrzéssel, a terrorista szándékok jobb felderítésével, minden gépen biztonsági személyzet alkalmazásával). Ezeknek az adminisztratív eszközöknek a szigorúságát lehetne függővé tenni a nemzetközi politikai helyzettől ill. a felderítési jelzésektől. Nem lehet azonban kétséges, hogy ilyen adminisztratív rendszabályok sokak érdekeit sérthetik és tartós fenntartásuk ellenőrzése nehézségekbe ütközik.

A valószínűségeket nem lehet a szokásos eszközökkel meghatározni, hiszen remélhetőleg nem lesz sok ilyen eset, azaz nem lesz a valószínűség meghatározásához elegendő adat. Ilyenkor az úgy nevezett „intelligens becslést” (educated guess) lehet alkalmazni az első érték meghatározására.

Ha meghatározható(ak) a hazard scenárió(k) és a létrejövétel valószínűsége(i) [2], akkor a lehetséges károkat kell számba venni. Ezek a károk meglévő épületnél a sérült vagy tönkrement tartószerkezetekre, az épületszerkezetekre, a funkcióval kapcsolatos berendezésekre és infrastruktúrára, a veszélyeztetett személyekre valamint funkció megszűnésével kapcsolatos veszteségekre vonatkoznak. Új épületnél a tervezés során több tartószerkezeti megoldás jöhet szóba és a károk mértéke is ezzel összefüggésben különböző lehet.

Az elfogadott kockázat függeni fog az épület helyétől (ország, város, városrész), a célba vehető magasépületek, vagy más potenciális célok közelségétől a nagy forgalmú repülőterektől való távolságtól, a légi járatok sűrűségétől, stb.

### **3. MEGLÉVO ÉS ÚJ ÉPÜLETEK**

Már eddig is tettünk különbséget meglévő és új épületek között, most azonban egy másik megközelítésben vizsgáljuk a különbségeket. Az új épületekre vonatkozóan ugyanis a feltételek nagyon szigorúak lehetnek. A tervezés során kialakítható egy sokkal kevésbé sérülékeny szerkezet, a költségek természetesen itt is az eddig elfogadottnál magasabb lesznek.

A nagy kérdés az, hogy mi lesz, mi legyen a meglévő épületekkel, hogyan fognak megfelelni a szigorúbb követelményeknek? Amíg egy új épületet a költségek viszonylag nem túlzott növelésével lehet nagyobb teljesítő képességűvé alakítani, addig ez egy meglévő épületnél sokkal drágábban megvalósítható, sok esetben egyenesen

lehetetlen. Lehet az elfogadott kockázat magasabb ezekben az esetekben? A válasz lehet igen, ha ezt ellentételezik alacsonyabb bérleti díjjal, jobb szolgáltatásokkal, stb.

#### **4. TANULSÁGOK A TARTÓSZERKEZETEK BIZTONSÁGÁRÓL**

A WTC lerombolásának tartószerkezeti tanulságai közül hármat kívánunk kiemelni.

Az *első az ügy* nevezett „elosztott anyag” elvével kapcsolatos. Ez az elv kimondja, hogy az anyagot a gazdaságosság és a súly csökkentése céljából minél jobban el kell osztani, ott kell alkalmazni ahol szükség van rá és lehetőleg könnyű ill. könnyített szerkezeteket kívánatos kialakítani. Ez az elv a magasépületeknél különösen fontos szempontot, az összsúly (az össztömeg) csökkentését célozza.

Most viszont kiderült, hogy a magasépületeknek robusztusoknak kell lenniük, hogy egy nagy terrorista támadásnak ellent tudjanak állni. Következésképpen az anyagot nem elosztani, hanem koncentrálni kell.

A *második* tanulság a külső héjat és a belső magot alkotó tartószerkezetek biztonságos összekapcsolására vonatkozik. Ez szintén a robusztusság követelményével van összhangban.

A *harmadik* tanulság a progresszív tönkremenettel kapcsolatos. A födémek progresszív tönkremenetét meg kell akadályozni 5-6 szintenként nagyobb szilárdságú födémek beiktatásával.

#### **5. TANULSÁGOK A TUZVÉD~LEM BIZTONSÁGÁRÓL**

A tuzállóság és a tuzvédelmi megoldások biztonságának több gyenge pontjára hívta fel a figyelmet a WTC esete. Ezek közül a következőket említjük meg:

- a tuzállóságot biztosító bevonatoknak kellően biztonságosoknak kell lenniük és gondos karbantartással ezt a képességüket meg kell őrizni;
- a hegesztések tuzállósága nem lehet kisebb az összekapcsolandó acélszerkezetek tuzállóságánál;
- a menekülő útvonalaknak nagyobb kapacitásúaknak kell lenniük és nem könnyű szerkezetekkel kell elhatárolni az épület légterétől;
- a levező menekülő útvonalakat el kell választani a tuzoltók felvezető útvonalaitól;
  - a tuzállósági előírásokat és a tuzoltási technológiákat a nagyobb tuzterhelésekhez és a magasabb hőmérsékletekhez kell igazítani;
- az előírt oltóvíz mennyiségeket jelentősen meg kell növelni.

#### **6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS LEHETSÉGES TARTÓSZERKEZETI MEGOLDÁSOK**

Úgy tűnik, hogy több magasépületek tervezésével foglalkozó mérnök véleménye megegyezik abban, hogy a Kuala Lumpur-i Petronas iker-tornyok tartószerkezetei

megfelelnek a 4. pontban részletezett követelményeknek abban az esetben, ha vasbeton szerkezet is választható. Ez a rendszer ritka osztású, robusztus vasbeton pillérekbol áll, amelyeket szintén nagy keresztmetszetu vasbeton gyuruk kötnék össze és ezzel egy robusztus külso héj alakult ki. A szintén robusztus vasbeton falakból álló belso magot a külso héjjal szintén robusztus acélszerkezet köti össze.

Acélszerkezetek alkalmazása esetén a Fazlur Khán által javasolt rendszerek alkalmazása látszik indokoltnak. Ezek vagy a többcsöves rendszer, de talán még inkább a külso mega-keretek megbízhatóan összekapcsolva az eros belso maggal.

## HIVATKOZÁSOK

- [1] Faber M. H.: *Risk and Safety in Civil Engineering*, Lecture notes, EHTZ, 2000
- [2] *Service Life Prediction - State of the Art Report*, ACI Committee 365, 2000