

Rozhovor s doc. Ing. Ivanem Němcem CSc., který působí na stavební fakultě VUT v Brně.

rozhovor zpracoval Mehdi Zejnulahu

Mehdi: Dobrý den, pane docente, rád bych se Vás zeptal, jestli by jste nám mohl popsat co vlastně předcházelo Vašemu zájmu a k podnětu se věnovat studii pádu budov na podtextu srovnání s pádem



budov Světového obchodního centra v New Yorku 11.září 2001?

doc.Němec: To, co vzbudilo můj zájem o tuto problematiku je zvláštní způsob pádu všech tří budov. Pád se jevil příliš rychlý a pak také vyvstala otázka, jestli vlastně

budova, která je narušena v horní části, jestli by měla spadnout úplně celá. Musím se přiznat, že jsem z nedostatku času toto odkládal, až se naštěstí našla studentka, která byla ochotná se věnovat této problematice ve své diplomové práci. Takže společně s ní jsme toto studium prováděli. Já bych chtěl moc ocenit studentku Martinu Juráňovou, která na této práci měla velký podíl. Kdybych se tomu věnoval sám, tak bych nenašel tolik času, abych se mohl plně touto problematikou zabývat. Prvopočáteční motivace byla sice z mé strany, jako námět k práci, ale k výsledkům se studentka dostala sama.

Mehdi: A jak vlastně se u Vás vytvářel názor na tuto událost? Jak na Vás působila zpráva a další informace, které se postupně přidávaly k této události? Jak jste se na to díval Vy? Samozřejmě už v tu dobu jste byl odborníkem, jak jste rozvíjel vaše pozorování?

doc.Němec: Já jsem se průběžně zajímal o výstupy komise NIST, kterou vedl pan profesor Zdeněk Bažant. To je profesor českého původu, před několika roky vystoupil s přednáškou i u nás v Brně na ústavu stavební mechaniky. Je profesorem na North Western University v Chicagu. Vážím si profesora Bažanta odborně, jeho knihu mám na polici nad stolem. Musím říct, že přes můj respekt k tomuto profesoru mě první zpráva komise, kterou vedl, neuspokojovala, protože byla z rozporu s tím, co jsme pozorovali. Zpráva přišla s tím, že vlivem žáru se ohnuly stropní nosníky, odtrhly se od sloupů a začaly padat. Samozřejmě když spadne několik stropů na další strop, tak ten se také odtrhne a také padá, protože každý ten strop je dimenzován jen na svoji váhu a užité zatížení. Takže tento mechanismus pádu by teoreticky mohlo nastat, nazývá se to palačinkový efekt (pancake effect). Ale jádro budovy, kde je 47 mohutných sloupů zhruba 135 x 70cm o tloušťce stěn až 10 centimetrů, a žádné stropy tam nejsou, jen výtahy a schodiště, by zůstávalo stát. To ovšem nebylo pozorováno. Takže tato teorie byla v rozporu s tím co jsme všichni viděli. To si uvědomili zřejmě i autoři, tak přišli s druhou teorií, že v patrech kde byl požár, v důsledku hoření leteckého benzínu došlo k změknutí oceli, došlo k vybočení sloupů a horní část nad těmito patry začala padat a svoji kinetickou energií drtila všechno co je pod sebou. Ovšem na první pohled i tato teorie má v sobě rozpory, jako by nebyl brán v úvahu třetí Newtonův zákon, který nám říká, že jestliže těleso A působí na těleso B nějakou silou, tak těleso B působí na těleso A stejně velkou, ale opačnou silou. To znamená, že nemůže nastat to, že horní část by drtila to co je pod ní a sama zůstala neporušená, právě naopak, ty horní sloupy jsou tenčí než ty spodní, tak samozřejmě by se ta horní část rozdrtila dřív a to bylo také pozorováno. Pak padaly už jenom trosky a dokonce jak jsme viděli z těch videí, tak velká část hmoty padala do strany, čili už vůbec spodní sloupy nezatěžovala. Přesto

ta budova padala rychlostí jen nepatrně nižší, než je rychlost volného pádu. Toto nám připadalo dosti zvláštní, proto jsme se rozhodli, že tento jev budeme studovat z hlediska základních zákonů mechaniky, což jsou zákon o zachování hmoty, zákon o zachování hybnosti a zákon o zachování energie. A pak ještě jen k tomu trochu matematiky. Takže tak to začalo.

Mehdi: Chtěl jsem se zeptat, jestli jste také sledoval reakce NISTu, po vystoupení prvních inženýrů a architektů, jako například Richard Gage, kteří jako první vyjádřili svůj nesouhlas s oficiální verzí výsledků vyšetřovací komise. Bylo to pro Vás také nějakou morální podporou pro Vaše výsledky a zájem objektivně popsat jev, který byl pozorován?

doc.Němec: Já s touto iniciativou velmi souhlasím, tato iniciativa nepřichází s žádnými hypotézami, jen zpochybňuje oficiální výsledky vyšetřování a nechce nic jiného než nové nezávislé vyšetřování událostí z 11.zář 2001. Reakci členů komise NIST jsem nesledoval.

Mehdi: Mohl by jste tedy našim čtenářům nějak shrnout výsledky Vaší studie a aby byla srozumitelná i například středoškolákům?

doc.Němec : Já se pokusím prezentovat naši práci ve zjednodušené formě. Chtěl bych předem říct, že zde neprezentujeme nějaký názor, ale práce je založena na aplikaci základních zákonů mechaniky, což jsou zákon o zachování hybnosti, zákon o zachování hmoty a zákon o zachování energie. Pak je tam jenom matematika, která je bezesporná a pokud by tam byla chyba, může na ni kdokoliv poukázat. Tedy opakuji, neprezentujeme názory. Až při numerickém řešení, volíme různé hodnoty parametrů, které se nám zdají pravděpodobné. Celé řešení je závislé na hodnotách čtyř parametrů, o kterých se zmíním.

Hlavní náplní práce je odvození diferenciální rovnice rovnováhy pádu výškové budovy. Jedná se v podstatě o rovnici dynamické rovnováhy v místě, kde padající hmota naráží na nehybnou hmotu. Shora působí tíha té části budovy, která je nad tím místem, kde došlo k tomu nárazu, čili v počáteční fázi je to místo, kde dojde ke kolapsu sloupů a ta část budovy, která je nad tímto místem začíná padat a dopadá na patra pod tímto místem. Definujme si teď sílu, která pád brzdí. Sestává se ze čtyř složek. Jednou z nich je síla, která je způsobena nárazem padající hmoty na nehybnou hmotu. Tady bych to trochu přiblížil, aby laik pochopil o co jde. Když se hraje kulečnická a jedna koule se pohybuje určitou rychlostí, narazí centricky do druhé koule, stejně velké, za předpokladu, že koule jsou dokonale pružné, odrazí se od sebe a v důsledku zákona o zachování hybnosti a zákona o zachování energie, je jenom jedno řešení a to takové, že ta první koule se zastaví a veškerou svoji hybnost i kinetickou energii předá té druhé kouli, která se bude dál pohybovat stejnou rychlostí. Ovšem pokud ty koule by nebyly pružné, naopak by byly dokonale plastické, byly by to třeba koule z bláta, tak by se od sebe neodrazily a pohybovaly se dál společně poloviční rychlostí. Z toho je vidět, že už jenom náraz na nehybnou hmotu působí značné zpomalení. Kdybychom aplikovali jen samotný tento jev na pád výškové budovy, tak už v důsledku tohoto jevu, který je naprosto neoddiskutovatelný a kde nejsou žádné subjektivní parametry, ale je to čistá mechanika a matematika, by rychlost pádu byla zhruba o 30 % pomalejší ve srovnání s volným pádem.

Kromě tohoto faktoru, tam jsou ještě další. Dominantní je odpor sloupů. Sloupy jsou dimenzovány se stupněm bezpečnosti na tu tíhu hmoty shora, kterou mají nést.

Jako další parametr vstupuje do řešení poměr mezní síly sloupů k aktuální síle, která byla ve sloupech v okamžiku pádu.

Dalším parametrem viskózní útlum, který charakterizuje, rychlost přeměny kinetické energie, na teplo, tzv. disipaci.

Jako poslední složka síly, která působí proti gravitaci pak už zbývá jen setrvačná síla padající hmoty.

Jak už jsem zmínil, když napíšeme rovnici rovnováhy a dosadíme za všechny působící síly, dostaneme diferenciální rovnici pádu výškové budovy. Teď si řekněme něco více o parametrech, které se v diferenciální rovnici vyskytují. Tady musíme říct otevřeně, že nastavení těchto parametrů je do jisté míry subjektivní, protože některé věci můžeme jen odhadnout. Někdo může říct, ale vy jste neznali přesné parametry. Něco jsme znali, něco jsme neznali, ale to, co víme s jistotou, je že ta budova stála a že byla naprojektována s nějakým stupněm bezpečnosti. Toto víme a toto nám rámcově stačí k tomu, že nemusíme pracovat s přesnými hodnotami, ale jen s bezrozměrnými parametry, čili to, co jsme odvodili, platí nejenom pro pád Světového obchodního centra v New Yorku, ale pro jakýkoli pád výškové budovy.

První, asi nejdůležitější faktor, který jsme potřebovali nastavit pro řešení, byl poměr mezi mezní silou sloupu a střední hodnotu této síly, z pracovního diagramu stlačování sloupu. Tento poměr jsme studovali zvlášť. Provedli jsme počítačovou simulaci samotného sloupu, který jsme stlačovali metodou řízené deformace, a sledovali jaká síla je potřeba pro každou hodnotu deformace. Došli jsme k výsledku že tento poměr je asi 0,25 to znamená, že průměrná síla zhruba čtvrtina té mezní síly.

Další důležitý poměr je stupeň bezpečnosti, mohli bychom přesněji říct, že to je poměr mezní síly k aktuální síle v těch sloupech. Pojem stupeň bezpečnosti není přesný, protože stupeň bezpečnosti by to byl, kdyby ta aktuální síla byla maximální možná síla, která v konstrukci může normálně nastat, to znamená bylo by tam v tom okamžiku plné zatížení, byl by tam třeba vliv hurikánu, seismicity, vše, co může v tom okamžiku být a pak by se ještě musel nasadit ten stupeň bezpečnosti. Protože není známo, že tam v tomto okamžiku byl hurikán, nebo nějaká seismicita, tak určitě tento poměr bude větší, než byl stupeň bezpečnosti, se kterým projektant nadimenzoval budovu. Při numerickém výpočtu jsme odhadovali, že tento poměr by mohl mít hodnotu 3 a to se nám zdá jako konzervativní odhad. Ale prováděli jsme výpočty i pro menší hodnoty tohoto parametru.

Další faktor, který jsme museli vzít do úvahy, byl podíl hmoty, která nepadá na budovu, ale padá vedle. Z videí je patrné, že poměrně značná část hmoty odlétává do strany a nepůsobí už ani svou dynamikou, ani svou tíhou na spodní patra. Odhadli jsme, že by to mohlo být asi 15 % hmoty. Také se nám zdá, že tento odhad je poměrně konzervativní.

Poslední faktor je hodnota viskozního útlumu, tato hodnota je skutečně velice těžko určitelná, proto jsme pro řešení použili celou řadu extrémních odhadů na obou stranách.

Kdybych vzal výsledky řešení pro parametry, které se nám zdály pravděpodobné, ale to znovu musím zdůraznit, že tady nechceme tvrdit, že to jsou správné parametry, nechť každý si dosadí své. My jen tvrdíme, že diferenciální rovnice je správně sestavená, správně řešená, že i počítačová simulace, která byla dělána dvěma různými programy, na sobě nezávislými potvrzuje toto řešení. Takže kdybych vzal například poměr mezní síly a aktuální síly 3, co se nám zdá poměrně konzervativní odhad, dále bychom uvažovali že 15 % hmoty padá mimo budovu, a dále, že ten poměr střední hodnoty odporu sloupu bude 0,25 mezní síly a hodnotu Raleighova útlumu alfa 0,5, tak by nám vyšlo z diferenciální rovnice, že by budova spadla 79 metrů, pak by se pád zastavil a kdybychom vzali jiné parametry, abychom přinutili budovu spadnout celou, tak by například pro parametr alfa Raleighova útlumu 0,147, budova spadla celá, ale pád by trval 103 sekund (video prokazuje rychlost pádu severní věž 11 sekund, jižní věž 9 sekund).

Dost podobné hodnoty nám vyšly i v počítačové simulaci. Je potřeba zde uvést, v čem byl rozdíl mezi řešením diferenciální rovnice a naší počítačovou simulací. Je především v tom, že

v počítačové simulaci, jsme nemuseli brát střední hodnotu odporu sloupu, ale přímo jsme tam zadali jen mírně zjednodušený pracovní diagram, tak jak jsme ho získali při stlačování sloupů. To je podobný rozdíl, jako když například jede vlak, nebo vagon na rovných kolejkách, nebo auto na hrbatém poli. Ta padající hmota aby prorazila tu mezní sílu tak musí jakoby přejet ten hrb, tak se pád zastaví o něco dříve, než u diferenciální rovnice, kde jsou všechny funkce hladké.

Další rozdíl byl v tom, že u diferenciální rovnice jsme zavedli parametr, že 15 % hmoty padá mimo budovu a tento parametr jsme neměli možnost zavést do programu. To znamená, že v tomto ohledu byly výsledky počítačové simulace zase konzervativnější, než výsledky diferenciální rovnice. Nicméně i přes tyto rozdíly mezi diferenciální rovnicí a počítačovou simulací jsme dostávali velmi podobné řešení. A u počítačové simulace také u obou dvou programů, byl to program RFEM, který se používá v Evropské unii, odhadem zabírá nejméně 20 – 25 % na trhu programů pro výpočet stavebních konstrukcí. Druhý program byl FyDik, který vytvořil pracovník ústavu stavební mechaniky dr. Petr Frantík a používá ho pro vlastní účely. Rozdíly mezi výsledky obou programů byly velice malé a byly způsobeny pravděpodobně jenom tím, že u RFEM jsme používali logaritmické míry deformace, kdežto v program FyDik používá Green-Lagrangeův tensor deformace.

Mehdi: Jak vlastně je tato studie stará a Vy jste se s touto studií prezentoval na odborných setkáních, tak jaké byly reakce odborné veřejnosti?

doc.Němec: Tato práce byla úspěšně prezentována jako diplomová práce. Při obhajobě, tato práce byla obhájena, nikdo z komise a hostů neměl námítky. Pak jsme práci s diplomantkou, která je teď na doktorandském studiu, prezentovali na třech mezinárodních vědeckých konferencích. Ve dvou případech nebyly žádné námítky, na jedné, na které byla přítomná samotná tato studentka se ozval jeden člen z publika se snažil práci zpochybňovat, ale jen verbálně, žádné konkrétní námítky neměl. Jinak se ke mně nedostalo žádné zpochybnění, které by vyvrátilo tuto studii.

Mehdi: Je veřejně známo, že konstruktér Světového obchodního centra nadimensoval tuto budovu i na náraz letadla Boeing 707 s plným zatížením i s palivem a konstrukce budov měly azbestové obložení. Takže architekt s tímto jevem přeci musel počítat a nenechal by budovu tedy spadnout až k zemi. Není vlastně už tohle základní vysvětlení, že to nemohlo spadnout, jak uvádí oficiální verze?

doc.Němec: Vypadá to podezřele, ale tady se necítím odborníkem, nevím jakou teplotou hoří kerosin, nevím ani jak byla přesně provedena ochrana sloupů azbestem proti požáru. Musím říct, že v naší studii nejsme v rozporu se závěry komise NIST, nebo s prací profesora Bažanta, kterého si vážím jako odborníka, protože tato zpráva se zabývá jenom statikou a nezabývá se dynamikou pádu, kdežto my začínáme od toho, že budova začíná padat, čili tím, kde profesor Bažant končí a zabýváme se dynamikou toho pádu. Jestli ta budova měla začít padat to nezkoumáme, už předpokládáme, že padá.

Mehdi: Je známo, že hned po roce 2001 postupně v USA prezentovali svůj nesouhlas s oficiální zprávou architekti a inženýři, například Richard Gage z Architects & Engineers for 9/11 Truth, také například Niels Harrit z Kodaňské Univerzity, která se zabývá nanotechnologiemi a našel v suti Světového obchodního centra průmyslový supra materiál Nano-Thermit. Jak vy se vlastně díváte na tyto alternativní studie a jaký je Váš názor na tyto aktivity?

doc.Němec: Rozhodně je považuji za relevantní, protože je vznesena řada pochybností. Jsou pochybnosti jak u odborné veřejnosti, tak i mezi laickou veřejností, tak už jen tato míra pochybností by měla být dostatečným důvodem proto, aby se zahájilo nové a důkladnější vyšetření případu.

Mehdi: Děkuji moc za rozhovor.

<http://www.reformy.cz/zpravy/rozhovor-s-doc-ing-ivanem-nemcem-o-prvni-ceske-studii-padu-wtc-911/>