

**Havárie a poškození stropů provedených systémem W a systémem Prefa-monolit – teorie samosvornosti – výjimky z norem – experimentální vyšetření – ekonomická hlediska – poučení z případu**

Nejprve se omlouváme čtenářům za chybně vysazenou rovnici na str. 7 v 1. části tohoto článku (*Beton a zdivo 1994/3*). Místo

$$T \leq \frac{sk}{2} N$$

mělo být

$$T \leq \frac{kN}{s}$$

Navzdory několika korekturám unikl tento omyl naší pozornosti.

## Vyšetřování případu

Odborná komise ustavená v listopadu 1979 dostala větší pravomoci a současně byly zřízeny *krajské prověřovací komise* pro kontrolu objektů s konstrukcemi systému W i systému Prefa-monolit. Byl pořízen seznam všech objektů (bylo jich celkem 111) a krajské komise navštěvovaly jednotlivé stavby (vesměš šlo o objekty rozestavěné), posuzovaly projekty a prohlížely již realizované konstrukce. Nebyla to lehká práce, neboť v několika případech byly komise vystaveny politickému nátlaku nebo dokonce zastrasování ze strany místních orgánů. Šlo totiž vesměš o významné objekty: nemocnice, sekretariáty KSČ, pojišťovny, školy apod. Výsledkem šetření bylo, že se 18 objektů muselo rekonstruovat doplněním smykové výztuže. U ostatních objektů smyková výztuž byla, neboť bylo mnoho rozumných staticů, kteří teorii samosvornosti nenaletěli. Je však třeba říci, že snad žádný z objektů nebyl posouzen podle mezních stavů použitelnosti, a to zejména pokud jde o průhyb. *Všechny konstrukce Prefa-monolit jsou dnes proto měkké, jsou na nich patrné značné průhyby, popraskané příčky a jiné nepříznivé jevy související s nadměrnými deformacemi.* Některé mají přijatelné chování jen díky tomu, že se na jejich tuhosti podílejí vyrovnávací betony a potěry!

Každý víme, že *nejhůře se bojuje proti poštilostem, jež nejsou podloženy racionální úvahou.* Lidé, kteří pracovali v odborné komisi, naráželi stále na nepochopení "odborníků" a samozřejmě na odmítavá stanoviska autora vynálezů. Byli jsme obviňováni z podjatosti, z nedostatečné kvalifikace, závisti (realizace patentů byla totiž zdrojem značných příjmů) a z mnoha jiných hříchů. Autor vynálezů se obracel na různé politické funkcionáře a v roce 1986 dokonce žádal XVII. sjezd KSČ, aby se uskutečnila sovětská expertiza jeho objevu; museli jsme se věci znovu zabývat a politickým orgánům vysvětlovat, o jaká nebezpečí a rizika jde. Autor požadoval, aby byli povoláni sovětské experti k posouzení jeho myšlenek, a dokonce tvrdil, že se jakýsi arménský odborník vyjadřuje k jeho vynálezům příznivě. Toto tvrzení však nebylo pravdivé, neboť v publikaci, na kterou se prof. Wünsch odvolával, žádná taková vyjádření nebyla. Bylo tam jen konstatování (jednou větou), že se v Československu používají zvedané stropy s předpjatými ovinutými hlaviciemi, nic víc. "Porada tří ministrů" autorovo podání odmítla a jednání o sovětskou expertizu, již zahájená, byla stornována.

Přitom stačilo jen málo, aby se nesmyslnost projektů odhalila. Chtělo by to podrobit celou záležitost posouzení zcela nezávislými odborníky. V průběhu vyšetřování se zjistilo, že na nedostatky systému W písemně upozornil 21. února 1979 (tedy několik měsíců před havárií OAC) Generální ředitelství pozemního stavitelství pan Jan Hajmerle z Prahy. Nemohu zde pominout jeho tehdejší sdělení, a cituji z něj doslovně:



- ◆ *systém W těží nejen z materiálových rezerv, ale i z nutné míry bezpečnosti; poddimenzování konstrukcí je až havarijní;*
- ◆ *systém W je v rozporu nejen se všemi světovými autory z oboru rovinných stropních desek, ale i se všemi světovými normami z oboru železobetonových konstrukcí;*
- ◆ *systém W bezohledně využívá té okolnosti, že v průměrné kvalitě provedená nepoddimenzovaná konstrukce vykáže mezní zatížení rovné zhruba trojnásobku zatížení provozního;*
- ◆ *systém W tedy značně zvyšuje riziko a zákonnou odpovědnost uživatele a provozovatele objektu;*
- ◆ *systém W provádí u podpor krajní, úplnou a ilegální redistribuci ohybových momentů radiálních do momentů tangenciálních...;*
- ◆ *... havárie systému W jsou náhlé a životům nebezpečné; v konstrukci není totiž jediného prutu, který by byl schopen havarovaný strop alespoň po zcela krátkou dobu udržet na podpoře...;*
- ◆ *... z těchto důvodů by měl být systém W z konkrétní aplikace stažen.*

Tohoto sdělení bylo jen stručným výtahem z rozsáhlého, mnohastránkového rozboru, v němž byly uvedeny všechny známé nedostatky systémů W a Prefa-monolit. Rozbor může sloužit jako příklad inženýrského spolehlivostního myšlení. Pana Hajmerle, který se věci zabýval již od roku 1975, nebrali však vážně, domnívajíce se asi, že mu jde o uplatnění jeho zlepšovacích návrhů, aby hlavice byly provedeny jako ocelové (oponem tohoto návrhu byl prof. Wünsch). To, co Jan Hajmerle ve svém podání uváděl, ověřila havárie OAC a následně odborná komise. Musím ovšem uvést, že na základě Hajmerlových rozborů byl v sedmdesátých letech podán návrh na zrušení Wünschových patentů, který však byl stažen; podrobnosti neznám.

Při vyšetřování vyšlo najevo, že poruchy (nadměrné trhliny) byly viditelné na mnoha konstrukcích již během stavby. Někteří inženýři se nad tím pozastavovali, ale bylo jim vždy vysvětleno, že jsou to trhliny od smršťování. Šlo přitom o trhliny, které měnily předpokládanou nosnou soustavu na soustavu zcela jinou.

Souhrnně se dá říci, že konstrukční řešení oblasti styku u obou systémů odporovalo základním zásadám vyztužování betonových konstrukcí. Myslím, že by žádný z mých zahraničních kolegů nepřipustil, aby výztuž byla uspořádána tak, jak to ukazuje fotografie na obr. 3; byla ale nepochybně pečlivě připravena a osazena. Všimněme si především, že tu chybí jakékoliv krytí záporných momentů (kromě tangenciálních momentů kolem hlavice), a to jak v horních pruzích mezi podporami, tak v radiálních směrech kolem hlavice. Bizarně působí soustředěná výztuž v kónické hlavici – jaké

asi síly může přenášet ten malý prsteneček uprostřed? Obdobně podivně vypadá i výztuž v poli. A přitom jde o desku vystavenou zatížením silniční dopravou. Záhy po uvedení do provozu byla následkem nedostatečného vyztužení již značně poškozena trhlinami; v současné době se opatřuje novou, velice nákladnou izolací, která musí mít takové vlastnosti, aby utěsnila trhliny. Strop pod podchodem se kvůli mnoha trhlinám, které byly nalezeny až v roce 1991 (i když vznikly brzo po vybetonování desky), zesiluje.

Žádný z mých zahraničních kolegů by také nepřipustil, aby nosnost ohýbané konstrukce byla zajištěna třením, byť sebevětším. Tření lze využít jako složku nosnosti třeba u opěrných zdí, ne však u stropních desek.

Myšlenka koncentrické výztužné rohože byla pod vlivem systému W použita u jednoho neobvyklého objektu. Socha Bedřicha Smetany na Novotného lávce v Praze 1 je umístěna na kruhové desce nesené (podle původního projektu) jediným sloupem uprostřed. Projektant nenavrhl téměř žádnou výztuž k přenesení radiálních momentů, které přirozeně právě nad sloupem dosahují maxima. Ještě před osazením pomníku se v desce objevily ošklivé trhliny (jsou dnes zainjektovány, ale dají se snadno rozpoznat) a deska musela být podepřena ocelovou konstrukcí.

Čtenář se jistě oprávněně zeptá, jak je možné, že se v Československu, zemi s tradičně vyspělým stavebním inženýrstvím, podařilo nesmyslnou a nebezpečnou konstrukci docela snadno prosadit. Nelze to vysvětlit jinak než nepříznivým vlivem politického systému nejen na ekonomiku, ale také na techniku.

## Experiment

Protože důvěra k systému Prefa-monolit po havárii OAC rychle vyprchala, usiloval prof. Wünsch o to, aby systém ospravedlnil. Dal provést několik zatěžovacích zkoušek na různých rozestavěných objektech, jež měly prokázat spolehlivost konstrukce. Závěry, směřující samozřejmě k důkazu, že není třeba se ničeho bát, nebyly však přijatelné. Zkoušky se totiž provedly na konstrukcích, které měly menší rozteče sloupů, než měla konstrukce OAC, popř. konstrukce v Kutné Hoře, a stav napjatosti v místě styku byl tedy podstatně příznivější. Nominální napětí ve smyku po obvodě hlavice pak byla podstatně menší než v konstrukci OAC, a konstrukce zatěžovací zkoušky zákonitě přežily. Rozbor těchto "zatěžovacích zkoušek" a jejich interpretace autorem vynálezu by vydal na samostatný článek.

Aby se vyloučil cílený empirismus a aby se zjistilo, jak to s teorií samosvornosti vlastně je, provedly se ve Výzkumném ústavu pozemních staveb experimenty na modelech 1:1, a to na výseku stropu v okolí hlavice. Zkoušky, které vedl Dr. Evžen Horáček, prokázaly, že se o samosvornosti nedá vůbec hovořit. Je třeba ale poznamenat, že ani tyto zkoušky nevystihovaly dostatečně skutečnost. Nedal se totiž při nich vystihnout vliv smrštění betonu desky, který zhoršoval stav napjatosti ve styčné spáře. Zkušební zatížení bylo po obvodě rovnoměrně rozděleno, což se u skutečných konstrukcí nedá splnit ani tehdy, jestliže je strop plně rovnoměrně zatížen.

Přesto však vydala odborná komise na základě těchto zkoušek dobrozdání ve věci jednoho objektu s tím, že jeho stropní konstrukce (systém Prefa-monolit) vyhovují. Byl jsem jediným členem komise, který proti tomuto názoru – samozřejmě marně – písemně protestoval. – *Objekt byl nákladně zčásti rekonstruován v roce 1992.*

Uskutečnily se i jiné zkoušky, při nichž se projevil nedostatek systému W, charakteristické především vznikem nadměrných trhlin a nadměrných průhybů [3].

## Ekonomická hlediska

Pozoruhodné bylo, že prof. Wünsch pro své myšlenky získával vedení podniků především velkou úsporou výztuže a zejména snížením pracnosti ve srovnání se stropy provedenými tradičními postupy. Oproti běžným stropům se totiž do stropů Prefa-monolit uloží-

lo asi o 40% betonářské výztuže méně než do stropů navržených klasickými metodami. Např. u jedné stropní konstrukce prof. Wünsch uváděl celkovou úsporu 67% výztuže potřebné pro dimenzování klasickým postupem. Někde dokonce došel k závěru, že se spotřeba oceli zmenší až na 10% (to není chyba tisku: *na deset procent*).

Nad tím se nikdo nepozastavil, i když už na první pohled jsou taková čísla podezřelá. Pokud někdo uspoří v železobetonové konstrukci 10% oceli, dá se to opatrně přijmout. Ale 40 nebo i více procent? Skutečnost byla jiná: *ta uspořená výztuž ve stropěch prostě chyběla!*

Ve stropěch systémů W a Prefa-monolit se tedy "ušetřilo" něco výztuže, ale co tato úspora stála, je dnes již asi nevyčíslitelné. Odhaduji, že přímé náklady na rekonstrukce nebo sanace uskutečněné *pouze v letech 1992 až 1994* dosahují nejméně 80 mln. Kč. Navíc se v našich ekonomických hodnoceních nikde neobjevuje *riziko*, které u těchto konstrukcí je několikanásobně větší než u konstrukcí správně projektovaných. Nevím, jaký je dnešní stav všech těch 111 objektů, které se na počátku osmdesátých let prošetřovaly. Znáám jen některé, a musím říci, že se všemi jsou svíce. Nadměrné průhyby (s následnými poruchami příček apod.) a trhliny jsou u nich typickým jevem.

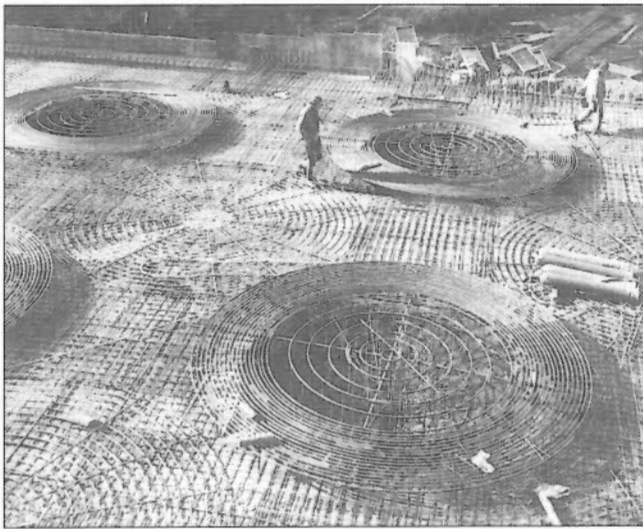
Všimněte si, že Jan Hajmerle na problém *rizika* upozornil už v roce 1979, ne-li dříve. Kromě toho ale zpochybil i čísla o vykazovaných úsporách oceli; do jaké míry to bylo oprávněné, nevím.

## Spory

V průběhu své činnosti zvažovala odborná komise několikrát otázku možného zrušení obou patentů, tj. 144928 i 155991. K žádné akci se však tehdy nepřistoupilo, neboť jsme se domnívali, že je to bezpředmětné, protože si podle patentů už nikdo nic projektovat a stavět netroufne. Nevěděli jsme tehdy, že se u různých okresních soudů rozbíhají spory o patentové nároky, a to dokonce *spory vztahující se k objektům, které se musely zesilovat*. Soudy běžně rozhodovaly ve prospěch žalobců na základě posudků místních znalců, kteří o věci nebyli a možná ani nechtěli být řádně informováni. Tehdejší socialistické organizace rozsudky bez řeči respektovaly, neboť se vyplacené náhrady zahrnuly kamsi do odpisů; pamatujeme se přece, jak se to dělalo. O těchto sporech jsme se dozvěděli až ke konci činnosti komise.

Pouze jeden podnik, dnešní a. s. Metrostav, žalobu tvrdošíjně odmítal a požadoval u tehdejšího Úřadu pro vynálezy a objevy (ÚVO) určení, zda se patentů vůbec použilo; později dal návrh na zrušení obou patentů. Je neuvěřitelné, že šlo o použití patentů pro stropy, které se zřítily! ÚVO vydal v této věci několik rozhodnutí, nejprve vesměs ve prospěch žalobců. Nakonec však jeden z patentů zrušil. Rozhodnutí mělo význam ve sporu s Metrostavem, kde žalovaná částka činila v poslední fázi sporu zhruba 250.000 Kč (včetně úroků).

Argumentace žalobců v tomto sporu, který u první instance trval od roku 1986 a vystřídali se na něm čtyři soudci, byla v mnoha směrech chybná: uvádělo se, že vynález či objev posoudily čtyři světové univerzity (aniž by se řeklo které, o dokladech takového posouzení ani nemluvě), dále že byl vynález zapsán do světového seznamu průkopnických činů (aniž by byl tento seznam předložen) a podobná jiná tvrzení. Z těch bylo nejpozoruhodnější to, že k článku J. Wünsche uveřejněnému v americkém betonářském časopise [4] nedošla žádná diskuze. Diskuze ve skutečnosti došla a byla zveřejněna [4]. Bylo to koneckonců trapné, neboť se československé odborné spory řešily v americkém časopise; *Dr. Evžen Horáček* však považoval za svoji inženýrskou povinnost informovat o nesmyslnosti teorie samosvornosti a upozornit na její nebezpečnost. Samotná skutečnost, že článek [4] byl přijat k uveřejnění, dokumentovala pouze to, jak snadno byli odborníci uvedeni v omyl. – Musím dodat, že se žalobci proti rozsudku z 31. břez-



**Obr. 3** – Uspořádání výztuže na horním stropu konstrukce stanice Muzeum pražského metra v době před zabetonováním desky o tloušťce 400 mm

na 1994, kterým Obvodní soud pro Prahu 7 dal v podstatě za pravdu odpůrci, odvolali.

Důvodem ke zrušení vynálezu 155991 však bylo to, že při udělení patentu nebyla splněna podmínka původnosti. Stejně uspořádání výztuže (v tzv. kruhové rohoži) se používalo již v letech 1905 až 1925 (viz [5, 6]); tehdejší rohože měly ovšem – pokud se navrhly v oblasti sloupů – rozumnou radiální výztuž. *Patent tedy nebyl zrušen kvůli nebezpečnosti konstrukčního řešení!* Poznamenejme, že myšlenka samosvornosti, i když se o ní v patentovém spise hovoří, nebyla předmětem patentu (právně to nebylo možné). Josef Wünsch ji přihlásil jako objev. K přihlášce však byla dána negativní vyjádření a autorem požadovaný experiment se ani neuskutečnil.

### Poučení z případu

Musím říci, že causa o které jsem se zde roze-psal (ale zdaleka to není vše, o čem bych mohl ještě psát), přinesla těm, kteří pracovali na jejím objasnění anebo v ní vystupovali jen pasivně, mnohá poučení. Dají se shrnout do několika bodů:

- ◆ Skutečnost, že některá myšlenka je patentována, není dokladem její správnosti a životaschopnosti. To je dobře známo všem patentovým inženýrům. Nabízí-li někdo patentovanou metodu, výrobek nebo nápad, je to spíše výzva k opatrnosti než k důvěřivosti. Nabídku musíme prozkoumat tak, jako by o patent nešlo.
- ◆ Vědecké a pedagogické tituly nejsou zárukou bezchybnosti a dokonalosti myšlení jejich nositelů.
- ◆ Jsou-li věcná jednání o nabídce metod a produktů silně podbarvena finančními úvahami, musí se nabídka prověřit zvlášť pečlivě.
- ◆ Nemám-li jako řídicí pracovník dost kvalifikace k tomu, abych posoudil věcnou stránku nových technických řeše-

ní, musím tím pověřit nejméně dva nezávislé odborníky, kteří mi dají závazné stanovisko. Můj inženýrský diplom není zárukou mých znalostí. Ale měl by být zárukou toho, že si budu inženýrsky počínat.

- ◆ Politická ovlivňování technických věcí jsou vždy nebezpečná, i když jsou třeba motivována sebelepšími úmysly.
- ◆ Snaha uspořít za každou cenu může vést k tomu, že nás "závěrečné vyúčtování" nepříjemně překvapí.
- ◆ Spolehlivost stavebního díla se nezajistí pouze statickým výpočtem, kontrolou pevnosti betonu a provedení výztuže, údržbou apod. Na spolehlivosti se podílí mnoho dalších činitelů, patřících do organizační, ekonomické a právní oblasti.
- ◆ Podcenění mezních stavů použitelnosti je srovnatelně nebezpečné z hlediska celkové spolehlivosti objektu.
- ◆ Trhliny pozorované již během stavby se nikdy nesmí podcenit. Musí se nalézt jejich příčina a vyvodit z poznatků důsledek. Ne všechny trhliny mají původ v objemových změnách betonu.
- ◆ Obdobně nelze zanedbat poruchy nebo jiné neobvyklé jevy při výrobě dílců.

### Na závěr

Nesmím ukončit tuto "opozděnou reportáž" aniž bych připomenul, kolik práce věnovaly desítky inženýrů na to, aby objasnily a napravily nedobré důsledky technického omylu. Počet osob, jež se věci zabývaly v různých polohách stavebního inženýrství – vysokoškolských učitelů, vědeckých pracovníků, projektantů, stavbyvedoucích, technických kontrolorů – z celého Československa, se jistě blíží ke dvěma stům. Největší břemeno odpovědnosti nesla odborná komise, jejíž členové museli dávat doporučení ve velmi složitých otázkách a za obecné nepřiznivého politického ovzduší. Připomínám zejména úsilí zesnulého *prof. Jiřího Klimeše* a zesnulého *Jiřího Krchova* (celková koncepce poruchy), dále *Evžena Horáčka* (experimentální výzkum), *Svatopluka Šmíráka* (teoretický rozbor) a *Jaroslava Procházky* (návrh předpisu pro výpočet rekonstruovaných bezhlavicových stropů), kteří zpracovávali odborné podklady pro práci komise.

### Literatura

- [3] Ševera M., Nič M.: Výsledky zatažovací zkoušky na bezpřevlakových stropoch vystuzovaných W-systémem na poliklinice v Rožňave. *Inženýrské stavby*, 1985/7, s. 401–405.
- [4] Wünsch J.: Interaction of concrete and curved reinforcement as applied to construction practice. *ACI Structural Journal*, 1989/1, s. 13–19; diskuze (E. Horáček) 1989/6, s. 748–751.
- [5] Taylor F., Thompson S.F., Smulski C.E.: *Concrete Plain and Reinforced*, Vol. I. John Wiley & Sons, New York, 1925, s. 104–113.
- [6] Andrä H.-P., Baur H., Stiglat K.: Zum Tragverhalten, Konstruieren und Bemessen von Flachdecken. *Beton- und Stahlbetonbau*, 1984/10, s. 258–263.

*Milík Tichý, Karolíny Světlé 14, 110 00 Praha 1*

## Evropský betonářský projekt

Výrobci betonových konstrukcí ve Spojeném království spolu se Stavebním výzkumným ústavem (Building Research Establishment, BRE) navrhli zcela mimořádný výzkumný projekt, při němž se má využít obřích zkušebních hal BRE v Cardingtonu. Předpokládá se, že se zde ve skutečné velikosti vybudují tři několikapodlažní betonové konstrukce, a to monolitická, montovaná a smíšená. Cílem výzkumu bude prověřit a zdokonalit metody navrhování betonových konstrukcí podle eurokódu EC2 (tj. podle normy ENV 1992-1-1), studovat některé procesy při provádění, účinky mimořádných zatížení (zejména výbuchem) apod. Pozornost se má věnovat i požární odolnosti konstrukcí.

Náklady na realizaci tří konstrukcí budou přibližně 1 milion GBP a na výzkumné práce asi 5 mil. GBP. Třebaže k experimentům tohoto druhu lze mít v době, kdy lze v počítačích namodelovat vlastně cokoliv, řadu výhod, jde nepochybně o významnou a užitečnou akci.

*Tirelia*