

# Prefabrikace! Prefabrikace?

Tentokrát máme v časopise několik zajímavých článků o prefabrikaci v betonovém stavitelství; dává to příležitost se trochu zamyslet. Všeobecně se dobře ví, co betonářská prefabrikace pro stavební průmysl znamená, a také se ví, že má své klady i zápory. Dokonce dosti dobře ty klady a zápory známe, a nemusím je snad rozebírat. Klady nepochybně převládají, jinak by se už všude s prefabrikací dávno skončilo; jenomže vztah mezi oběma protipóly se mění, a to nejen v čase, ale též v závislosti na ekonomickém a kupodivu i politickém prostoru, ve kterém se prefabrikuje.

Zkusme se podívat na prefabrikaci trochu jinak, a pokusme se ten pojem přesunout do dosti vzdálené polohy: do lidského myšlení. (Já osobně se domnívám, že i zvířata přemýšlejí, a proto lidskost úmyslně zdůrazňuji.) Kterákoliv naše myšlenka je buď původním solitérem, který jsme stvořili, anebo prefabrikátem, který jsme buď koupili či dostali darem anebo nám byl nějak vnucen či potutelně podstrčen, aniž bychom si toho byli vůbec vědomi.

Že je myšlení ovládáno politickým prostředím, není třeba zdůrazňovat; je to obecně známá věc a politici toho někdy dovedou mistrně využít a zneužít. Ale každý si musíme uvědomit, jaké zápory má prefabrikace myšlenek a jak právě tahle prefabrikace je zhoubná pro zrod myšlenkových solitérů. Je tomu přesně tak jako v našem řemesle: politické vnucování stavební prefabrikace, byť se motivovalo ekonomicky sebechytřeji, sice mnoho věcí usnadnilo, ale současně nás zavedlo k propastné schematizaci, k hlubokému pádu jakosti a v mnoha případech k rozdrobení schopnosti inženýrsky myslet. Stále se z toho nemůžeme vzpamatovat. Analogie tu není náhodná – má svoje filozofické kořeny.

Rozvíjeme prefabrikaci – betonovou i myšlenkovou – je bezpochybně užitečná. Hledějme ale elegantní konstrukce a hledějme také elegantní myšlenky. Sřezme se prefabrikačních oblud – paneláků ve stavitelství i paneláků v mozcích. Některé tam máme zabetonovaná obrovská sídliště...

Milík Tichý

## Statika poškozených objektů

*Design and Assessment of Deteriorated Structures*



**Kulatý stůl – statika a statici – výpočet – dimenzování – poškozené objekty – poruchy stavebních konstrukcí – havárie – průběh poruchy – rekonstrukce historických budov – stavebně-technický průzkum – zahraniční projekty – zatěžovací zkoušky – historie objektu – odpovědnost projektanta – pojištění**

*A Round Table session of experts – structural mechanics, structural engineers – structural analysis and design – deteriorated construction facilities – structural failures – rehabilitation of heritage buildings – inspection of existing structures – imported design documents – loading tests – history of a building – designer's liability – insurance*



**Obr. 1 – T. Vaněk:** Havárie části montovaného skeletu MS 71. V průběhu montáže nebyla zajištěna stabilita, přičemž soustava je velice citlivá na nesouměrné zatížení. Objekt byl rozbourán a postaven znovu, převážně z nových prvků / *Collapse of an assembled system caused by asymmetrical loading*

Rekonstrukce různých objektů pozemního i inženýrského stavitelství jsou denním chlebem mnoha našich inženýrů a stavitelů. Otázky výpočtu a dimenzování nosných konstrukcí takových objektů jsou někdy dosti náročné. Na konferencích není obvykle mnoho času k přesnému přemýšlení a na podrobnější diskuzi třeba ani nedorazí. Abychom nějak přispěli v této věci, pozvali jsme k jakémusi „kulatému stolu“ některé naše odborníky (Jiřího Bradáče, Helenu Hofreiterovou, Josefa Kneře, Petra Štěpánka, Vladimíra Urbana, Jaroslava Váchu, Tomáše Vaňka a Jaromíra Vrbu), o nichž víme, že mají s rekonstrukcemi mnoho zkušeností a dovedou je sdělit, a požádali Milíka Tichého, aby se ujal úlohy hostitele. Výběr byl přitom spíše náhodný, nesnažili jsme se dávat komukoliv přednost. Vyzýváme čtenáře, aby do diskuze zasáhli svým příspěvkem, poznatkem anebo alespoň dotazem.

### Statika, statici a staticky a také normy

**Tichý:** Budeme-li hovořit o staticce poškozených objektů, musíme si takový pojem nějak vymezit. Já například mám na mysli posuzování stávajících konstrukcí, projektování vestaveb, nástaveb, úprav apod. a s tím spojené vyšetřování silových a přetvárných účinků zatížení a dimenzování konstrukcí, popřípadě jejich prvků a průřezů. Do pojmu „statika“ se obvykle zahrnuje kvůli jednoduššímu vyjadřování (anebo z pohodlnosti) také eventuelní dynamický výpočet. Za „statiku“ budeme potom považovat toho, kdo se takovou statikou zabývá, ať už je zařazen mezi stavebními inženýry a staviteli kdekoli – jako projektant, posuzovatel, znalec, technický dozor nebo jako jiná fyzická oso-

ba, která se má kvalifikovaně vyjádřit k pochybám o *nosné způsobilosti konstrukcí*, o další *použitelnosti objektu* anebo o jeho *úpravách*. Neodborníci často říkají, že ten nebo onen objekt má narušenou statiku. Já toto vyjadřování řadím mezi hantýrku, a vždy mluvím o spolehlivosti.

U kulatého stolu bychom měli ukázat alespoň některé skutečnosti, ke kterým se musí ve staticce poškozených objektů přihlížet. Chceme se zaměřit na chyby, kterých se statici velice často dopouštějí vědomě (z nezodpovědnosti) nebo nevědomě (z neznalosti a nedostatku zkušenosti), jestliže hodnotí poškozený stavební objekt anebo jestliže navrhnou opatření pro jeho sanaci. Okolnosti, které se při tom uplatňují, jsou velmi rozmanité a nezávislejší pouze na konstrukčním chování systému „konstrukce–zatížení–prostředí“. A tak také chyby, které děláme, mají různý význam a dosah.

**Vácha:** Statiky musíme trochu rozlišovat. Především máme *statika–zpracovatele návrhů projektů*, který se při své práci opírá o soustavu legislativních pomůcek sloužících jako standardy pro navrhování konstrukcí. Těmto statistikům starší generaci dobře známý ocelář generál v. v. Sekla (*Prof. Ing. Dr. Josef Sekla*, 1887 – 1960) adresoval poznámku „Je štěstí konstrukce, že neví, co s ní statistik všechno zamýšlí“.

**Tichý:** Ale taky se říká: „Je štěstím inženýra, že konstrukce nic netuší o jeho statickém výpočtu...“

**Vácha:** Odlišné je postavení *statika–navrhovatele rekonstrukce*, který musí vycházet z analýz negativních jevů, jejichž součástí musí být celá soustava diagnostických zjištění. Úspěch takového statika spočívá potom ve *skloubení získaných poznatků o příčinách poruch a o chování stávajících konstrukcí s návrhem rekonstrukce*. Jako pomocnou „berličku“ a úvod do celé problematiky má zpracovatel k dispozici známou „osmatčítku“. Jenom začátečník při zpracování návrhu rekonstrukce postupuje jako při návrhu nové konstrukce.

**Bradáč:** Skutečně jsme na tom v posledních letech díky ČSN 73 0038 lépe. Kdo se striktně drží požadavků této normy, vyhne se většině problémů a také ve složitějších případech mu zpravidla nebude možné nic závažného vytknout. Kromě zajištění všech průzkumů se vyplatí usilovně pátrat po původní dokumentaci i po dokumentaci pozdějších přestaveb, kterou alespoň u rozhodujících prvků porovnáme se skutečným provedením stavby. ČSN 73 0038 také předepisuje způsob statického posuzování a cenné údaje o starších nosných stavivech.

**Tichý:** Stálo by možná za úvahu znovu se teď po letech na tu osmatčítku podívat a některé zkušenosti do ní zamonťovat. Svým způsobem je to norma dosti zvláštní: nic se tam vlastně nenařizuje, ale uvádí se vše podstatné – proto je asi oblíbená.

**Vaněk:** V zahraničí je u větších projektů – nových i rekonstruovaných objektů – běžná praxe, kdy si investor dá posoudit projekt nezávislým odborným pracovníkem, který na sebe samozřejmě bere značné riziko...

**Tichý:** Za které dostane přiměřeně zaplaceně...

**Vaněk:** U nás je tomu tak jen výjimečně (o tom placení nemluvě), a za projekt odpovídá investorovi jen projektant. Zdánlivě se za posudek ušetří malá částka, ale může se ztratit mnohem víc. Mohl bych to doložit spoustou příkladů. Autorizovaní inženýři a technici nejsou zatím vždy zárukou dobré kvality projektů a jejich realizace.

## Poškození

**Tichý:** Musíme si také ujasnit, co vlastně je „poškozený objekt“. Záměrně používám pojem „objekt“, neboť ve zcela převážné většině případů máme co dělat s hotovým nebo polohotovým stavebním dílem, a jen vzácně se zabýváme statistikou vy-preparované, ryzí nosné konstrukce. Slovem „poškození“ můžeme označovat jakýkoliv jev poznatelný zrakem nebo jinak, který *znepokojuje osoby přicházející s objektem do styku*, anebo

o němž se domníváme, že takový nepříznivý vliv může na své okolí někdy v budoucnosti vyvozovat. Za poškození například považujeme:

- ◆ nadměrný svislý průhyb vazníku průmyslové haly,
- ◆ nadměrnou šířku trhliny ve stropní desce nebo ve stěně,
- ◆ nadměrné kmitání stropu,
- ◆ nedokonalou funkci oken, dveří a jiných technických zařízení objektu,
- ◆ trhliny v komínovém zdívu,
- ◆ pevnost betonu nižší, než se předpokládala při dimenzování konstrukce,
- ◆ průsaky vody do objektu,
- ◆ zkorodované ocelové spojovací prvky.

Takových situací by se ovšem daly vyjmenovat desítky. Všimněme si, že některé z těch, co jsem vyjmenoval, jsou *relativní*: nadměrnost a nedokonalost mohou mít různý význam. Například průhyb je jen zřídka nadměrný pro každého (pokud se na tom všichni shodnou, je to už moc vážné). Totéž platí o pojmu „nedokonalost“. Jiné příklady však mají *absolutní povahu*: trhliny v komínovém zdívu buď jsou nebo nejsou; jsou-li, je s nimi spojeno nebezpečí požáru nebo otravy osob plynými produkty hoření. Anebo: do objektu buď teče nebo neteče, a nemusí být rozhodující, zda teče málo nebo hodně.

**Bradáč:** Poznáme nadměrný průhyb, výskyt trhliny nebo její přílišnou šířku; vidíme i průsaky a vnímáme například nadměrné kmitání nebo nedokonalou funkci výplní otvorů kvůli přetvoření nosných prvků. Pečlivý uživatel objektu se v takových případech postará o odborný průzkum s určením *příčin závady* a o jejich odstranění včetně nepřípustných následků. Daleko nebezpečnější jsou však *neviditelná poškození*, například narušená mikrostruktura přetížených tlacených prvků, snížená stabilita, pokročilá koroze výztuže, zhoršené vlastnosti betonu pod vrstvou omítky nebo obkladu.

Vzpomeňme například *tragický případ zřícení objektu M2 v Mesitu v Uherském Hradišti v létě 1985* s osmnácti oběti na životech. Příčinou zřícení monolitického železobetonového skeletu s typickými zlínskými sloupy z ovinutého betonu byla



**Obr. 2 – J. Kneř:** Dobře čitelné rozpěrné účinky dřevěného krovu a dodatečně přidané táhlo. / Thrust effects produced by a timber roof structure



**Obr. 3 – J. Vrba:** Dilatační spára mezi dvěma objekty řadové zástavby v okrajové části Olomouce. Jde o místo zasažené povodní v roce 1997. Majitel parcely vlevo trvá na zbourání celé zdi jeho objektu a majitel vpravo naopak chce nemovitost opravit. Celé je to nesmysl, neboť i na fotografiích je patrné, že pod zdí není izolace proti zemní vlhkosti. Sotva se najde někdo, kdo dokáže zeď objektu vlevo bezkonfliktně odbourat / *A nonexistent expansion joint between two buildings damaged by floods in 1997. One of the owners intends to dismantle „his“ wall.*

„plíživá rekrystalizace“ betonu vyrobeného z hlinitanového cementu, při které poklesla pevnost betonu v tlaku na neuvěřitelných 9 až 13 % projektované pevnosti. Vyšetřovatele pak bylo obtížné přesvědčit o tom, že takto „těžce nemocná“ konstrukce předem neavizovala nějakým způsobem svůj stav, když se degradace pevnosti při demoličních pracích zřetelně prozradila načervenalou barvou betonu. Jenomže *konstrukce byla skrytá pod omítkou a olejovými nátěry.*

**Tichý:** Možná že bychom se měli zabývat teorií *spolehlivosti statických průzkumů*. Někde se tomu už věnovali, ale nevím, jak to dopadlo. Asi to bylo bezvýsledné. Spolehlivost průzkumu u starých objektů je malá, často bychom museli celou chalupu rozebrat až k základové spáře...

**Urban:** Myslím si totéž.

**Bradáč:** Ovšem. Například poznatelné známky poškození nevykazovala ani zřícená dvorní část *objektu na náměstí Svobody v Brně*, která si vyzádala vloni na podzim život pěti nešťastníků a řadu dalších těžkých zranění. Opět došlo k tlakovému selhání, tentokrát u zděných pilířů obvodové stěny. Přestože byl proveden a předán stavební průzkum objektu včetně určené pevnosti zdiva, byla avizována jen potřebná sanace vlhkého zdiva v suterénu. Toto zdivo nakonec přežilo zřícení tří nadzemních podlaží. Co ale průzkum nedokázal odhalit, bylo přetížení zděných pilířů mezi pavlačovými dveřními otvory. Teprve při důkladném pátrání po příčinách havárie se našly přes 60 let staré doklady o vybourání dvou mezilehlých zděných pilířů, které se provedlo bez statického posouzení...

**Urban:** Někdy se „prozkoumává“ to, co je evidentní a naopak. Člověk má někdy pochybnosti o smyslu a významu statických průzkumů...

**Bradáč:** Tak jsem to nemyslel. Chci upozornit na zálužnost některých nesnadno poznatelných slabin konstrukce. Již v minulosti mě zarážela lehkomyšlnost mnoha kolegů, kteří se nechali přimět k projektování bez průzkumu na základě neodborného rozhodnutí někoho nadřízeného nebo ve falešné snaze „pomoci užitečné věci“. Prohřešků typu nedostatečného nebo chybějícího inženýrsko-geologického průzkumu bylo dost i v minulosti. Dnes se ale rozrůstá i množství zanedbaných průzkumů nadzákladových nosných konstrukcí, a to při jinak žádoucích přestavbách stávajících objektů často i značné historické ceny.

**Kneř:** Nevím, kam v těchto úvahách o poškození zařadit případy, kdy objekt nebo jeho konstrukce byly *poškozeny ještě dřívě, než se vůbec realizovaly*, a kdy statik je náhle postaven před hotovou věc, do níž nemohl zasáhnout.

**Tichý:** Asi by se mohlo říkat, že jde o konstrukce „předpoškozené“... Měl by se vlastně v takovém případě dělat „průzkum projektu“. Znáám jeden rodinný domek nedaleko Prahy, který byl zničen, ještě než byl postaven... Ale vrátíme se k tomu.

## Předpoklady o funkci nosné konstrukce

**Tichý:** Kvalifikovaný statik ví velice dobře, že *konstrukce, kterou navrhuje, se nebude nikdy chovat tak, jak to předpokládal ve statickém výpočtu*; to ostatně tuší i statik, který má méně zkušeností. Až na zcela ojedinělé případy nebude prostý nosník nikdy prostým nosníkem, dokonalé vetknutí se nikdy neuskuteční a základová půda bude sedat podle svého, bez ohledu na statikovy předpoklady. To co platí pro konstrukce „čerstvě navrhované“, platí s větší intenzitou pro konstrukce poškozené, které mají být posouzeny a jejichž nosných vlastností se má využít při přenášení účinků, s nimiž se třeba nikdy nepočítalo. S takovými případy se dnes setkáváme denně, neboť objem rekonstrukčních prací v našem stavebnictví by mohl asi být kandidátem na zápis do Guinnessovy knihy rekordů.

**Urban:** Myslím, že ve městech dnes takovým účinkům vzdorují snad konstrukce všechny. Jde zejména o *dynamické účinky vozidel*, které si někdejší stavitelé neuměli představit ani v nejbujnější fantazii. Navíc třeba původní vápenná malta nemá dnes téměř žádnou pevnost. Je to spíše písek, který ve zdivu drží jen třením, popř. ho tam drží jen udržované omítky. Co s tím má statik dělat? Prokázat výpočtem, že konstrukce nevyhoví na 1. skupinu mezních stavů není kumšt, přitom konstrukce není zase tak porušena a zbourat ji nebo zesilovat by byl nesmysl.

**Vrba:** Při rekonstrukci starších zděných objektů v centrech měst bývá obtížným úkolem *odhad správného toku zatížení až do základové půdy*. Tyto objekty jsou zpravidla v cyklu maximálně dvacet let v přízemí, ale i ve vyšších podlažích, přestavovány zejména z komerčních důvodů. Bourají se nové otvory, naopak se zazdívají otvory staré, podezdívají se klenby pěkně pod vrcholem a podobně. Ani zkušený statik to mnohdy nezjistí dřívě, než jsou při rekonstrukci odstraněny omítky. Teprve tehdy si lze alespoň do určité míry upřesnit předpoklad o tocích zatížení ve stěnových konstrukcích. Stavebně technické průzkumy mohou tuto záležitost objevit pouze zcela nahodile. Proto je velmi důležité, aby u rekonstrukcí starých zděných domů byl ve zvýšené míře vykonáván *autorský dozor projektanta–statika*.

**Bradáč:** Podle mých zkušeností rozdíl mezi předpokládaným a skutečným chováním konstrukce ke katastrofám obvykle nevedou. Spolehlivostní rezerva obsažená v dřívějších i současných normách pro navrhování takové rozdílly spolu

se schopností redistribuce vnitřních sil u betonu nebo zdiva pokrývá. Připomínám význam *jednoduchých kontrol podmínek silové a momentové rovnováhy*. Na rozdíl mezi původními a novými účinky zatížení pamatuje zase ČSN 73 0038.

**Tichý:** Bohužel se však stále setkáváme s případy, kdy statici svoje i cizí zkušenosti, popřípadě obavy nerespektují a při posuzování poškozené konstrukce *postupují tak, jako by šlo o konstrukci zcela novou*. Patrně nejčastější chybou je předpoklad, že se poškozená konstrukce chová staticky i dynamicky stejně jako konstrukce nová. Statik přistupuje ke konstrukci, ve které jsou hrozivé trhliny, a přitom ji bez uzardění posuzuje jako konstrukci z homogenního materiálu. Nepřihlédne ke změně tuhostí, nepřihlédne ke změněným okrajovým podmínkám, nevyšimne si skutečných zatížení, která na konstrukci působí. Idealizuje si výpočetní model tak, jako by šlo o konstrukci panenskou. Ono je to tak jednodušší.

**Urban:** Statikovi často ani nic jiného nezbývá. K výstižnému průzkumu nejsou prostředky, často ani možnosti (např. je-li objekt v provozu). Navíc se třeba poruchy ani nedají odhalit, protože vnitřní i vnější povrchy konstrukce jsou často, bohužel jen povrchně, opraveny. Podrobný výpočet je časově i finančně náročný a statik nebude pracovat zadarmo. Podle mého názoru je velmi obtížné vystihnout chování konstrukce porušené trhlinami. Znáám případ, kdy se nosná cihelná zeď zřetelně porušená starými dislokačními trhlinami chová jako celek, zatímco jiná téměř celistvá stěna se při jednostranném poklesu základové půdy málem vysype do výkopové jámy. Dodatečně lze nakonec zjistit proč, ale předem? Statik bohužel nemá možnost ani čas se podrobně (ani dodatečně) problémem zabývat. To je snad úloha pro dobře situované penzisty, pro dobře placené profesory vysokých škol nebo pro doktorandy, kteří užijí sebe a rodinu ze svého stipendia. Ale já nikoho takového, bohužel, neznám.

**Hofreiterová:** V přítomnosti spolustolovníků zvůčných jmen je mi poněkud těsno. Moje práce je práce statika v okresním městě, kde se setkávám pouze s bytovými a menšími občanskými stavbami. Žádná z těchto staveb nebyla velmi porušena. Obvykle stačilo stáhnout vedovu táhly z měkké oceli při současném napravení příčin narušení.

**Urban:** Paní kolegyně, vaše skromnost není přece na místě. Problémy jsou stejné bez ohledu na velikost objektu. Řešíte je zrovna tak zodpovědně, jako se o to snažíme my... Promiňte, že jsem vás přerušil.

**Hofreiterová:** Při práci se staršími budovami jsem navrhovala pouze jejich rekonstrukce. Jde vždy o menší, maximálně třípatrové objekty. Hlavním přáním majitele je obvykle „rozvolnit“ *půdorys ve sklepech a v přízemí a současně nastavět patro anebo vestavět podkroví a také změnit obytné místnosti na kancelářské*. Nejprve prostudují dostupnou dokumentaci nebo zaměření a vždy požadují alespoň částečný stavební průzkum. Bez stavebního průzkumu se do projektových prací nepouštím. Ověřím si prohlídkou na místě pravdivost podkladů, zejména komínové průduchy a na oklepaných zdech stav zdiva a pozdější úpravy otvorů ve zdech. Dám provést geologický průzkum. Tím se předejde pozdějšímu rozčarování. Zatížení přenáším do spolehlivých opor a jsem opatrná při posuzování napětí v otlaceni a v účincích nového soustředěného namáhání v základové spáře. *Doposud se mi vždy podařilo dobře spolupracovat s prováděcími firmami*, občasné docházet na stavbu a telefonicky se dotazovat na postup prací.

**Kneř:** Speciálním problémem bývá někdy *krov*. Často se setkáváme s tím, že si projektant není vědom jeho vodorovných rozpěrných účinků. U vaznicového krovu volí jednoduchý výpočetní model...

**Tichý:** ... který ho naučili ve škole...

**Kneř:** ...a vůbec neví, že při průhybu vaznice dochází ke zcela jinému působení soustavy, než předpokládal, totiž, že jednotlivé dvojice kroků působí uprostřed délky vaznice spíše



Obr. 4 – T. Vaněk: Neobvyklé pootočení styčnicku v místě uložení / *A rather unusual rotation of a frame joint*

jako trojkloubový oblouk nebo hambalkový krov a vyvozují značnou vodorovnou sílu. Setkal jsem se však i s případem, že stavební projektant bez spolupráce se statikem navrhl praktický hambalkový, bezvaznicový krov. Má tu výhodu, že dává volnou dispozici podkrovního prostoru, takže je tento systém často navrhován a svádí ke kopírování bez statického výpočtu. Systém pochopitelně zrádně selže, pokud se zvolí půdní nadezdávka a na zajištění vodorovných účinků krovu na pozednice se nepamatuje. U domku, který byl proveden systémem Velox, jsem tak měl příležitost shlédnout velmi zřetelně čitelné přetvoření půdní nadezdávky.

**Vrba:** S předpoklady o působení konstrukce je často svízal. Při zesilování stropních deskových konstrukcí se výpočet obvykle provádí podle ČSN 73 1201. To ale předpokládá, že výztuž procházející starou i novou betonovou vrstvou, tedy spráhovací výztuž, je na obou stranách spolehlivě zakotvena. V řadě případů, a dokonce i v učebnicích, např. v učebnici profesora Vaňka z roku 1989, jsou ale vykresleny pouze krátké trny, které podmínky kotvení nespĺňují. Jak se tu má postupovat? Jsou k dispozici nějaké korekční součinitele výpočtu nebo nějaké zkoušky únosnosti sprážení?

**Vaněk:** Spráhovací výztuž není namáhána na tah, ale převážně na smyk. Beton v okolí trnu je namáhán soustředěným tlakem. Kotevní délka při tomto způsobu namáhání je podstatně nižší. Trny se nejčastěji zalévají epoxidovou pryskyřicí, kterou se dosahuje lepší soudržnosti se starým betonem než jen cementovou maltou. Únosnost trnů různých tvarů jsem



Obr. 5 – T. Vaněk: Památkově chráněný (!) objekt s mnohaletou nulovou údržbou jako doklad poznatku, že největším nepřítelem staveb je voda a člověk. Objekt však zbourán nebyl, sanace stála nemalé prostředky / *A heritage building damaged by lack of maintenance and by water; the building has not been demolished, though its rehabilitation was very expensive*

v minulosti ověřoval četnými zkouškami. Připomínám, že se na spojení starého a nového betonu podílí i zdrsňený povrch starého betonu.

**Vrba:** Díky. Ještě bych se ale rád na okamžik zastavil u *dilatací*, nebo spíš u *ne-dilatací*. Předpoklady o oddilatování objektů, navržené v původních projektových řešeních, nebývají mnohdy realizovány. Při loňských červencových povodních jsem se po vypsání demoličních výměřech na mnoha případech přesvědčil o velké lajdáckosti provádění dilatací. Často-krát jsou zality betonem, provázány zdívkou apod. Při rekonstrukčních pracích je to zejména patrné, nikdo si nedá práci s úpravou dilatační spáry mezi stěnami, klidně se spára zalije a pak se všichni po dosednutí nebo dotvarování zdíva či betonu diví, že vznikly nějaké trhliny.

**Tichý:** A teď si dělejte nějaké předpoklady pro výpočet... Podívejme se na další téma:

## Zatím to nespadlo

**Tichý:** Oblíbeným výrokem mnoha staticků a bohužel často i znalců nebo jiných expertů, kteří byli k poškozenému objektu zavoláni, je prohlášení: „Vždyť to ještě nespadlo...“ a *bagatelizace situace* s tím, že se vlastně žádná opatření k nápravě poškození anebo k zabezpečení objektu dělat nemusejí. Je to jeden z hříchů minulých desetiletí, které v nás takové postoje dokázaly hravě vypěstovat.

**Hofreiterová:** S těmito slovy jsem se doposud nesetkala. Rovněž jsem se nesetkala s požadavkem zatěžovací zkoušky. Poslední je asi způsobeno tím, že rekonstruované stavby nebyly veliké a náklady na zkoušku vzhledem k celkovým nákladům by byly neúměrné.

**Tichý:** Šťastná to žena...!

**Štěpánek:** Bohužel bagatelizující výroky typu „ještě to nespadlo“, nebo „už jsem viděl konstrukci s horšími poruchami a ještě stojí“ lze slyšet i od vlastníků a správců narušených objektů. V některých případech slouží tyto výroky jako nástroj nátlaku na odborníka, který má za úkol konstrukci posoudit a navrhnout, co s ní provést dále. Přitom v pozadí těchto výroků je většinou *snaha minimalizovat finanční prostředky vložené do údržby a sanace objektu*. Jde vlastně o to, aby se s konstrukcí neprovádělo nic (ale aby to přitom potvrdil kompetentní odborník), nebo realizovat jen ekonomicky nenáročnou zásahu.

**Vácha:** Já zase těžce snáším novinářský termín „objekt má narušenou statiku“, zvláště je-li použit v době, kdy se na budově prováděly zednické práce a vystrojení budovy v hodnotě 13 mil. Kč...

**Urban:** Problém bagatelizace stavu konstrukce vidím v tom, že tak v 99 % případů ten úvodní výrok skutečně sedí. Restituenti ani jiní současní vlastníci obvykle nemají prostředky, aby odstranili příčiny poruch. Aby dům aspoň trochu vylepšili a mohli ho výhodně pronajmout, opraví jen omítky, provedou úklid, hádají se s památkáři o půdní vestavbu, popř. o využití sklepů apod. Navíc si památkáři diktují, kterou zeď zachovat a kterou ne, ale majitelům nikdo na splnění takových požadavků nepřispěje. A tak nezbyvá než spoléhat, že jejich sice poškozený dům nespadne jako nepadají stejně poškozené a stejně zanedbané domy po celé republice. A to navzdory našim výpočtům, navzdory výsledkům stavebně-technických průzkumů. Pokud se vůbec dělají. Je totiž zřejmé, že v našich výpočtech jsou rezervy, a to zejména v odhadu fyzikálně-mechanických vlastností materiálů a v odhadu statických schémat působení. Názorným příkladem jsou staré klenby a zdi, do nichž jsou uloženy. Stačí zvolit jiné statické schéma, a volná štitová zeď vyhoví (v souladu se skutečností). Jde vlastně o *miru představitivosti a odvahy statika*. Znáám ale případ, že se konstrukce prohlásila za téměř v havarijním stavu jen proto, aby se získala lukrativní zakázka. To je neobvykle výhodné. Statik klidně spí a navíc na tom i vydělá. A pokud se rekonstrukce neprovede

a dům klidně slouží bezporuchově dál, jsou nakonec stejně všichni spokojeni...

V jiném případě se suterénní zeď z opuky o tloušťce 750 mm prohlásila za neúnosnou, při pracích na zesílení se příklepovými vrtačkami rozbila, že se nakonec do havarijního stavu opravdu dostala a její zesílení se stalo nutností. Krásný příklad „rekonstrukce následkem rekonstrukce“.

**Štěpánek:** Problémem kvalitní realizace sanace konstrukce je i *nemístné šetření*. Projevuje se zejména v případech, kdy stoupají náklady a začne se šetřit „zrušením“ nebo omezením autorského dozoru. Dodavatel prací tak ztrácí kontakt s projektantem, a při provádění potom mohou vzniknout „montážní stavy“, které stávající nebo částečně zesílená konstrukce není schopna bez porušení přenést.

**Urban:** Základní problém vidím jednak v absenci profesionálního přístupu, jednak v nedostatku peněz. Dokonale opravit myslím umíme (stejně jako spočítat) všechno, ale také za odpovídající cenu. A statik by měl umět nabídnout řešení v rámci prostředků, které jsou k dispozici, aniž by riskoval havárii nebo lidské životy. Toho by si měli být vědomi i investoři.

**Štěpánek:** Ano, profesionální etika je v těchto případech důležitým faktorem. Úlohou statika a jiných expertů posuzujících konstrukci je poskytnout *službu zákazníkovi*, tedy majiteli nebo správci objektu. Cílem by měla být objektivní informace o stavu konstrukce a fundovaný návrh opatření, co lze s objektem provést; nejlépe ve variantách a v takové úrovni, která umožní technické a ekonomické zhodnocení jednotlivých variant. V tomto případě je důležitá *nestrannost i ekonomická nezávislost statika*, neboť některé verdikty mohou být v rozporu s jeho zájmy. I velmi narušený objekt lze sanovat, a obvykle je expert zpracovávající posouzení konstrukce pověřen i zpracováním sanačního projektu. Vzniká však otázka efektivnosti a účelnosti využití prostředků vložených do sanace.

**Tichý:** Mnoho lidí se nám plete do řemesla. Zejména těch, co si na své řemeslo sáhnout nedají...

**Vácha:** To je pravda. Strašně rád vidím, když „památkový dohled“, vzděláním akademický malíř a restaurátor, „radí“ báňskému inženýrovi a vrtmistrovi, jak má být veden, ukloněn a plněn vrt v tělese naprosto nefunkčního gotického pilíře, u kterého se má obnovit jeho únosnost, namísto toho, aby dozíral na umístění vrtu z hlediska možného historického znehodnocení prvku. Anebo vlastním vyjádření o ustálených trhlinách klenby, které je možné opravit běžným zednickým způsobem, podepsané dvěma doktory filozofie. Anebo jsem dostal telegram „už nejezděte, klenba spadla“ (elektrikáři a topenáři podle projektu vysekali drážku v patě klenby).

**Vrba:** Argumentace „ono to ještě nespadlo“ je velmi ošidná, a může mít smysl jen krátkodobě; častokrát se uvažuje pouze o okamžiku vzniku problému, ale méně se myslí na další možnou rekonstrukci za pár let, kdy další oslabení může přivodit kolaps. Do jiné kategorie patří okolnost, že mnohdy „to nespadlo“ proto, že vypomáhají tzv. nenosné konstrukce, např. příčky. V minulosti bylo v obecném odborném povědomí, že cihelné příčky (tzn. zdi do tloušťky 150 mm) jsou kdykoliv odstranitelné, protože nepatří do nosného systému z důvodu, že to tak legislativně bylo dáno. V poslední době vzniká jistý zmatek, protože na jedné straně se přejímají německé zvyky, že nosná může být cihelná zeď od 115 mm (viz např. stať o nosných konstrukcích v honorářovém řádu ČSSI nebo Eurokód pro navrhování zděných konstrukcí) a na druhé straně např. ČSN 73 1101 minimální tloušťku nosné zdi vůbec nedefinuje. Stavebník může v souladu se Stavebním zákonem vybourat „na ohlášení“ domněle nenosnou příčku (jak by mohl referent na Stavebním úřadu zjistit při povolování, že může jít o nosnou zeď, když se mnoho desítek let v českých zemích traduje, že „patnáctka“ je příčka?) a způsobit vážnou havárii.

**Tichý:** Vzpomínám si, že patnáctka mohla být nosná na dvě patra.

## Historie objektu a historie jeho poruch

**Štěpánek:** I když se to může zdát z hlediska vynaložené práce a času statika nadbytečné, měl by statik před návrhem sanačních opatření věnovat pozornost tomu, *jak poruchy na konstrukci v minulosti vznikly*, a nespokojit se jen s konstatováním toho, že konstrukce je porušená, a je nutno s ní tedy něco dělat. Zejména činnosti statika při průzkumu, shromáždění podkladů o předchozím užívání konstrukce a posouzení příčin vzniku poruch v konstrukci jsou podmínkou pro kvalitní návrh sanace.

**Vrba:** Nejen statici si vytvářejí mylné předpoklady o funkci nosné konstrukce, ale mnohdy ani geologové si při stanovení půdních charakteristik (podloží je součástí interakce stavba–základ–základová půda), např. v prolukách, nelámou příliš hlavu otázkou, proč dřívější několikapodlažní objekt stojící na daném místě mnoho desítek let se založením na jednoduchých základových pasech vyhověl a nově navržený objekt by na stejných pasech podle výsledků jejich průzkumu stěží unesl jedno podlaží (dříve bylo kontaktní napětí v základové spáře např. 0,25 MPa a nový geologický průzkum bez uzardění stanoví hodnotu 0,1 MPa). Míra konsolidace podloží se u nových zástaveb proluk většinou nebere v úvahu.

**Urban:** *Historie základové půdy* by mohla být samostatnou kapitolou. Např. pražské domy v ulici Na příkopě a 28. října a zčásti na Národní třídě stojí na zasypaném hradebním příkopu, popř. na parkánech. Proto se samovolně porušují, a což teprve když se v jejich blízkosti někde kopne. Jaké předpoklady má potom statik vzít v úvahu, aby investor vůbec rekonstrukci finančně utáhl?

**Tichý:** Nedávno jsem jeden právě takový dům, který ve mně budil svými trhlinami značné obavy, oznámil stavebnímu úřadu. Vzali si na to statiky, a ti řekli, že to je v pořádku. Sanace by stála bratru 20 milionů. V Mnichově nebo ve Vídni by dům byl vystěhován, a udělala by se důkladná sanace.

**Vácha:** Jedna z nejkrásnějších gotických trojlodních katedrál na jižní Moravě vykazuje trhliny v klenbách, klenebných pasech a svislém zdivu. Podle geologického posudku z roku 1895...

**Tichý:** To ses přeřekl...

**Vácha:** Ne, ne. Tenkrát udělali šest sond a průzkum hodnotil dvorní rada Ludvík Wächter z Vídne. Stavba byla založena na hornině, proti domnělým posuvům byla v minulosti zajištěna dodatečně postavenou gravitační věží. Doplnkový geologický průzkum v roce 1994 ukázal, že je objekt založen na prudkém skalním úbočí a zdivo že je navázáno na horninu pomocí sklípků. Poruchy horní stavby s následným popuštěním podpor klenb jsou způsobeny vyplavováním a korozí gotické malty (směs jílovitopísčité hlíny a vápna) ze zdí a opěráků. Je škodou pro konstrukci, že se zpracovatel návrhu snažil odstranit vady pouze nevhodně umístěnými železobetonovými věnci v úrovni stropů, a původ vady konstrukci neodstranil, tj. nepřesáral zdivo, které konečně mohl i vyztužit.

**Tichý:** U velmi starých objektů je jistá výhoda v tom, že statický výpočet nikdy neexistoval. Někdo to možná za výhodu nepovažuje, ale já mám pocit, že to nutí statika, aby pořádně přemýšlel, a nedržel se staré šablony...

**Bradáč:** ...nepředbíhej, chystáme přece další Kulatý stůl...

**Kneř:** Archivní statický výpočet je vždy dobrým vodítkem pro zjištění skutečného provedení konstrukce budovy a historie jejích přestaveb. Někdy ale může existující statický výpočet způsobit zajímavou nesnáz. Běžný starší karlovarský dům má často několik desítek stran statických výpočtů. Většina těchto výpočtů pochází od našich německých předchůdců a je psána rukopisným kurentem. I když naši dávní němečtí kolegové byli velice pořádní a jejich výpočty mají systém, který respektuje předpis kontrolovatelnosti výpočtu druhou osobou, je pro nás

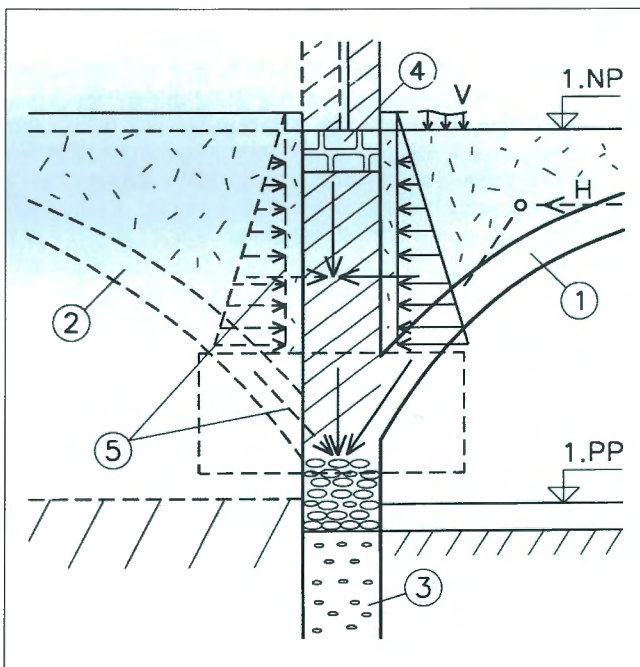
studium i při slušné znalosti němčiny velmi obtížné. Někdy se musíme dokonce obracet na archivářské odborníky nebo i germanisty, abychom text rozluštili.

**Tichý:** Máte štěstí, že před vámi v Karlových Varech nepůsobil Číňani!? Obraťme ale list:

## Uděláme zatěžovací zkoušku

**Tichý:** Toto je oblíbený výrok, kterým se posuzovatel chce částečně anebo dokonce úplně zbavit odpovědnosti. Konstrukce se nějak zatíží a pak se prohlásí, že to zatížení vydržela, že je v pořádku. Všichni jsou spokojeni, ale netuší, že právě zatěžovací zkouškou mohla být konstrukce dosti vážně poškozena. Známe ostatně případy, kdy objekt spadl během zatěžovací zkoušky nebo krátce po ní. Raději se o tom nemluví, a jen zřídka se taková událost zveřejní. Pokud si vzpomínám, četl jsem o takové události asi tak třikrát. Já se zatěžovacími zkouškami jako průkazem spolehlivosti poškozené konstrukce po její opravě raději obloukem vyhnou.

**Vaněk:** Výjimečně s tebou nesouhlasím. Konstrukce se vždy chová korektně. Nikdy nelže. Poskytne cenné informace, které nelze vystihnout žádným sebezpřesnějším výpočtem.



**Obr. 6 – J. Bradáč a J. Vrba:** Staticky závislá konstrukce v poklidném moravském městečku: vytlačení původní stěny sklepa (3) tlakem zachované klenby (1) a jejího záhozu po vybourání klenby (2) a ztrátou rovnovážných reakcí (5). Chyba: využití původní stěny (3) s klenbovým obloukem (4) pro podepření novějších oddílatovaných budov. / A statically dependent structure: behaviour of an existing basement wall subjected to thrust produced by a vault

Ze zničení nebo poškození konstrukce není nutné mít obavy, postupujeme-li např. podle ČSN 73 2030 Zatěžovací zkoušky stavebních konstrukcí.

**Vácha:** Ani já se na zatěžovací zkoušky nedívám skepticky. Z dětství mám mlhavě v paměti zakódovaný článek 8 ČSN 73 6209 *Zatěžovací zkoušky mostů*: „při pochybách o mechanicko-fyzikálních vlastnostech materiálů nebo výpočetním modelem konstrukce lze její skutečné chování ověřit zatěžovací zkouškou“. Tak nějak to znělo. Život mě časem naučil rozeznávat jemné nuance mezi zatěžovací zkouškou kovové konstrukce, betonové konstrukce a nahutněné vrstvy zeminy a hodnotit výsledky zatěžovacích zkoušek homogenních a heterogenních materiálů.

**Štěpánek:** Existují ovšem konstrukce, které při přepočtu z hlediska požadavků platných norem vůbec nevyhovují (zejména z hlediska normy pro zatížení). Přitom se na konstrukci nevyskytují ani nadměrné deformace, ani trhliny. Příčiny takového stavu jsou v podstatě dvě: na konstrukci ve skutečnosti nepůsobí zatížení takové velikosti, které příslušný předpis uvádí a statické působení konstrukce je ve skutečnosti jiné, než předpokládá statický výpočet. Namátkou lze jmenovat otázky uložení (kloub, vetknutí, částečné vetknutí), případně spolupůsobení částí konstrukce, se kterými se v běžném statickém výpočtu neuvažuje (např. spolupůsobení tenké podhledové desky u monolitických kazetových stropních konstrukcí, spolupůsobení nespřažených nadbetonovaných vrstev v tlačné oblasti). Pokud se provede podrobný nelineární výpočet, je vhodné jeho výsledky ověřit zatěžovací zkouškou.

**Tichý:** Dosti často se při zatěžovacích zkouškách měří průhyb nebo jiné přetvoření. Anebo třeba s parametry kmitání. Pokud nejsou ve shodě s tím, co se očekávalo, hledá se obvykle nedostatek ve vstupních parametrech výpočtu. Opraví se modul pružnosti nebo okrajové podmínky, a dělá se to tak dlouho, „až to vyjde“.

**Urban:** Často asi nic jiného nezbyvá, protože si neumíme vysvětlit rozpor mezi skutečností a výsledky výpočtu. Sám jsem kdysi objevil příčinu takové neshody až po letech. Spočívala v tom, že jsem při výpočtu nevystihl skutečné uspořádání zatěžovací zkoušky a rozpor jsem si vysvětloval úplně jinak.

**Tichý:** Znáám ale případ, kdy se posuzovatelům málem podařilo zničit stropní desky zcela chybnou interpretací výsledků zkoušky. Zkoušku vyhodnocoval pomocí dokonalého softwaru inženýr, který se na konstrukci nešel ani podívat... Řídil se jen tím, co mu o zkoušce vyprávěli jeho kamarádi...

**Štěpánek:** Samozřejmě se musí při zatěžovací zkoušce dodržovat přísná pravidla. Při přípravě zkoušky se musí definovat, co a jak se bude měřit, způsob a délka zatěžování, stanovit maximální velikost zatížení při zkoušce vyvozené. Před zahájením vlastní zkoušky by se měl provést podrobný výpočet konstrukce s předem stanovenými fyzikálně mechanickými charakteristikami zatěžované konstrukce. Tento přepočet umožní volbu vhodné organizace zkoušky. Zkouškou však úloha statika nekončí; je nutno vyhodnotit výsledky a formulovat závěry o skutečném statickém působení zkoušené konstrukce. Samozřejmým předpokladem dobře prováděné zatěžovací zkoušky je i sledování doprovodných jevů na zkoušené konstrukci, které by mohly signalizovat vznik vážných poruch.

**Tichý:** Anebo jejich netušené existenci.

## Postup sanace

**Tichý:** Projektant často zapomíná, že během opravy nebo rehabilitace nosných konstrukcí musí postup prací být ve shodě s funkcí stávajícího objektu. Známe mnoho případů, kdy bezhlavá betonáž „snesla“ konstrukci dříve, než se podařilo opravu objektu dokončit. Technologické postupy opravy statik buď nevypracuje anebo je ani od dodavatele nevyžaduje.

**Urban:** Ano, s tím souhlasím. Často jsem k podobným případům volán až dodatečně. Pak se musí improvizovat a řešení hledat okamžitě. Snadno se může udělat chyba.

**Hofreiterová:** Myslím si, že postup sanace by měl být součástí konstrukčního projektu. Způsob provádění mnohdy zpětně ovlivní vlastní návrh konstrukce a také má prováděcí firma argumenty proti požadavkům investora na zkrácení nutných technologických přestávek nebo různých zjednodušení, která nejsou staticky vhodná.

**Bradáč:** Dokonce mohou být nebezpečná.

**Štěpánek:** To je pravda. Ve vztahu tzv. dokumentace pro realizaci a dokumentace dodavatelské vznikají problémy. Statik zpracovávající projekt nejprve v úrovni pro stavební povole-

ní a poté i prováděcí, obvykle popíše v technické zprávě úskalí vlastní realizace, případně i etapy postupu prací. Dodavatel stavebních prací však v některých případech nezadá propočty různých podchycení, provizorních podepření a zavětrování konstrukce odborníkovi a ponechá tyto práce pouze na řemeslnících. Na sanované konstrukci pak mohou vzniknout zásadní poruchy, které negativně ovlivní její další použití i po sanaci. Přitom by stačilo přizvat ke spolupráci na zakázce statika, který zpracovával realizační projekt a je dobře seznámen s riziky provádění sanačních prací.

**Tichý:** Tyto záležitosti je zapotřebí řešit smluvně ve *Všeobecných podmínkách dodávky*. Dodavatel si přece nemůže dělat, co chce. Dodavatel je vázán smlouvou zahrnující i projektovou dokumentaci a projektant musí předepsat, jaké výrobní výkresy a technologické postupy mu musí být předloženy ke schválení. Pokud toto v projektu nepředepíše, dostane se do nesnáží.

**Vrba:** Je velmi důležité, aby technologické postupy provádění byly součástí projektové nebo technologické přípravy. Například se velmi často zapomíná na důležitou okolnost při návrhu dalších podpůrných konstrukcí: na to, že musí být provedena aktivace, aby podpůrný systém ihned „zabral“. To bývá časté u základů, obepínání pilířů apod. Jinou chybou bývá, zejména u ocelových konstrukcí, že se navrhne přivaření nového zesilujícího prvku k prvku zabudovanému, aniž by se vhodným podepřením výrazně snížila jeho napjatost.

**Tichý:** Dostali jsme se vlastně nepřímou k veledůležitému problému, kterým je *odpovědnost projektanta*. Ale ještě se hlásí pan Vrba...

**Vrba:** Malá pozornost projektantů i realizátorů staveb bývá ještě stále věnována různým výkopům a odkopům podél zdí, které současně tvoří opěry kleneb. Znáám z nedávné doby dvě havárie, kdy se otevřením výkopové jámy u štítové stěny uvolnila horizontální reakce, kterou zajišťoval pasivní tlak zeminy, základ se zdí vybočil a došlo k destruktci zdí i přilehlých stropů. To se stává i u prohlubovaných suterénů při rekonstrukcích, kdy se zapomíná, že pod základovou spáru lze výkopy provádět pouze po krátkých úsecích.

## Což takhle někdy trochu myslet...

**Vácha:** Často se setkáváme s neschopností myslet trochu odvažněji. Nedávno jsem se zabýval masivní čtyřpodlažní zděnou budovou, která má obvodové kamenné zdivo tloušťky 0,65 m a uvnitř vložený litinový trojpodlažní skelet, stropy jsou tvořeny valenými klenbami. Proběhl stavebně-technický průzkum, který doporučil využít prvky z litiny v rozsahu informačních hodnot uvedených v ČSN 73 0038. Výsledkem doporučení byl návrh rekonstrukce, který do původní konstrukce vložil novou konstrukci sestávající z ocelobetonové stropní desky, nesené válcovanými nosiči, spočívajícími na sloupech tvořených původními litinovými sloupy s obetonováním. Náklad 17 mil. Kč.

Na základě následného průzkumu a analýzy litiny v akreditované zkušebně se zpracoval návrh, v němž byly respektovány skutečné vlastnosti litiny v kombinaci s doporučeními ÖGEB včetně zabezpečení průvlaků proti křehkému lomu železobetonovou skořepinou a odstranění tahových napětí předpětím. Náklad 3,3 mil. Kč.

Neznalost investora, nepochopení skutečné analýzy a návrhu, bojácnost a „úcta“ inženýrů před konstrukcemi s předpětím, nakonec vyústily v inženýrské barbarství, jehož výsledkem bylo vyřazení klenbového stropu z funkce a vložení nových stropů s obetonováním litinových sloupů za cenu původního návrhu zvýšeného o příslušné inflační přírůžky.

**Tichý:** Nabízí se tu myšlenka aprobace stavební akce. Ale o tom později... Hlásí se pan Vrba... A po něm pan Kneř...

**Vrba:** Můžu se zase ptát? Co říkáte, pane Tichý, zesilování dřevěných trámových stropů zabetonovanou vrstvou se sprážením hřebíky podle Ing. Poštulky z Bratislavy? Metoda má řadu zastánců na Slovensku, v Maďarsku, v Rakousku, ale také odpůrců.

**Tichý:** Mám asi stejně smíšené pocity jako vy. Ale viděl jsem ve Švédsku už asi před dvaceti lety takové konstrukce ve stadiu ověřování a nedávno jsme ve Zlíně dřevobetonovou spráženou konstrukci při přestavbě jednoho osmdesátiletého objektu použili. Projektanti mne přesvědčili, že se to osvědčuje, a navrhli zesílení nadbetonovaného stropu dobetonováním, včetně těch hřebíků. – Důležité je, aby ke dřevu měl po betonáži přístup vzduch. Viděl jsem kombinovaný strop, který odešel za dva měsíce účinkem vlhkosti v betonu, protože nebylo zajištěno odvětrání konstrukce. – A teď pan Kneř... On vlastně otevře nové téma.

## Výpočetní model a softwaru

**Kneř:** Dovolte mi trochu obšírnosti... Mne zaujal ten termín „předpoškozená konstrukce“ a jedna zmínka o softwaru. Naše kancelář měla původně zpracovat pouze zakládání objektu cementářské technologie, který navrhovala francouzská filialka renomované německé firmy. Ale dopadlo to trochu jinak. Projektant technologie zpracoval sám i projekt ocelové konstrukce, který dodal téměř s dílenskou podrobností. Tak se stalo, že ocelová konstrukce byla vyrobena, aniž by prošla konstrukční kanceláří českého dodavatele O. K. Řádný statický výpočet nebyl nikdy doložen. Návrh byl patrně zpracován s využitím některého komfortnějšího programu, který přímo převádí CADovou kresbu do výpočetního modelu.

Asi vzhledem k autoritě známé velké evropské firmy odmítl investor naše několikerá upozornění, že podle předaného zatížení na základy usuzujeme, že byl pro vrchní stavbu použit nesprávný výpočetní model. Mimo jiné například fiktivní vektování jednoho ze všech úplně stejných sloupů. Až toto vetknutí zřejmě přimělo program k výpočtu.

Při montáži konstrukce se výrazně projevila nedostatečná tuhost celku i jednotlivých prvků. Konstrukce o půdorysném rozměru 10 x 11 m a výšce 24,5 m měla podle výpočtu vodorovnou výchylku až 350 mm. Nepochopitelně poddimenzovány byly některé stropní nosiče s průhybem kolem sedmdesátiny rozpětí již od vlastní hmotnosti, naprosto nesmyslně byla navržena konstrukce střechy. Neobvyklé detaily styků nebyly dostatečně dimenzovány a ztuženy pro přenášené zatížení. Dodatečné ztužení vyžadoval i plech podlah. Naopak ale byly někte-



Obr. 7 – T. Vaněk: Odklizení trosků po havárii střechy. Příčinou byl nekvalitní beton – měl pevnost tvrdého chleba / Removal of debris after a roof collapse; the concrete strength was like hard bread strength

ré prvky bohatě předimenzovány. Nezatížená a neopláštěná konstrukce vykazovala okem viditelné deformace. Teprve tehdy jsme byli investorem požádáni o zpracování posudku navržené konstrukce a následně pak o projekt jejího ztužení.

„Sanace novostavby“ se provedla prutovými ztužidly, jejichž umístění bylo vzhledem k existující dispozici technologických rozvodů poněkud komplikovanější, a byly také doplněny výztuhy do styčnicků. Vzhledem k tomu, že se konstrukce měla ztuzit bez rozebrání, bylo řešení jednotlivých detailů dosti obtížné...

**Tichý:** Doufám, že jste aspoň dostali slušně zapláceno... Bohužel nemůžeme kvůli nedostatku místa uveřejnit podrobnější popis konstrukce, který pan Kneř přinesl, ale je to případ poučný...

**Kneř:** Do Česka se zřejmě dá bez obtíží „propašovat“ projekt konstrukce, která nejen že nevyhovuje našim předpisům, ale nemůže vyhovovat předpisům žádného státu a ani prostým zákonům mechaniky. Pokud jsme pracovali pro francouzské investory v Čechách, podléhaly naše projekty podle francouzských zvyklostí vždy nezávislé kontrole správnosti, což jsme my rádi přivítali.

**Tichý:** A jak se uplatní softwaru u konstrukcí poškozených?

**Štěpánek:** K vytvoření matematického modelu chování konstrukce se dá přikročit po průřezu a vyhodnocení příčin vzniku poruch. V dnešní době je na trhu dostatečné množství softwarových produktů pro statické i dynamické řešení konstrukcí ať již v lineární či v nelineární verzi. Úloha statika při sestavení výstižného modelu konstrukce a rozboru získaných výsledků je nezastupitelná, neboť počítač spočítá to, co mu zadáme. Výsledky nevhodného, nevýstižného matematického modelu na listingu či na grafickém výstupu od výsledků použitelných pro návrh zesílení konstrukce případně pro návrh její sanace rozliší pouze zkušený statik s citem pro konstrukci.

**Tichý:** Teoreticky se dnes už dá modelovat v počítači cokoliv. Jde jen o to, jak model sestavit, kolik mu věnovat času a peněz a jak zajistit vstupní data. Potíž je ovšem s náhodným chováním mnoha vstupních veličin, které přesnost modelu narušuje anebo ho prodražuje.

## Náhoda, nehoda?

**Bradáč:** I zjevně nebo skrytě poškozené konstrukce nám jdou našťastí dost „na ruku“. Nezbyvá mi než opakovaně potvrdit už téměř banální pravdu, že jediná, byť i dost hrubá chyba zpravidla k selhání nosné konstrukce nestačí.

**Tichý:** Dokonce se to dá i nějak teoreticky dokázat. Existují různé postupy, obvykle se na to jde pravděpodobnostní úvahou.

**Bradáč:** Vezměme např. již zmíněnou katastrofu z Brna. Konstrukce se zdvojnásobeným zatížením prodělala úspěšně „praktickou zatěžovací zkoušku“ s 60letou dobou trvání. Při loňské rekonstrukci byly zděné pilíře připraveny o dalších 40 % průřezové plochy necitlivě provedenými zářezy pro průvlaky dvorního zastřešení. Zářezy se staly navíc zdrojem výstřednosti osově síly pilířů. Únosnost určená podle ČSN 73 1101 byla v tomto okamžiku už téměř dva a půlkrát nižší než účinek zatížení, a pilíře stále vzdorovaly. Vydržely ještě zvětšování vzpěrné délky bouráním přilehlých parapetů i s dynamickými účinky sbíjecích kladiv. Onou pověstnou „kapkou“ byl s největší pravděpodobností způsob odstraňování nepotřebných ocelových nosníků, kdy se přišlo na to, že jednostranně uvolněný nosník lze z protilehlého pilíře snadno vypáčit.

**Tichý:** Věc je u rekonstruovaných objektů obvykle komplikována skutečností, že mezi jednotlivými vlivy, které se na poruše uplatnily, je třeba i značný časový odstup.



**Bradáč:** K tomu mohu uvést zajímavý příklad: V jednom poklidném středomoravském městě došlo ke zřícení části objektu do stavební jámy. Ukázalo se, že to byl *výsledek podivuhodné souhry méně významných pochybení*. Na selhání bylo rozhodujícím způsobem „zaděláno“ již v minulém století, kdy byly postaveny dva novější měšťanské domy na středověkých sklepeních. Jejich oddílatované sousední zdi přitom spočívaly na společné sklepní stěně, která podporovala i zděné klenby nad sousedícími sklepy. Sledujme nyní řetězec náhod: původní dokumentace neobsahovala zákres nepřístupného sklepa → první vrtný průzkum pro novostavbu jednoho z domů zaznamenal v místě sklepa jen „ztrátu nářadí“ v popisu prací a nedokončenou sondu → podrobnější průzkum nezaregistroval sklep pod částí projektované novostavby vůbec → nikdo z účastníků výstavby si nevšiml starého zazděného průchodu ve sklepní zdi z přístupného sklepa sousedního domu → na stavbě chyběl v den havárie stavební dozor investora i hlavního dodavatele → mistr u výkopových prací obnažil rub klenby a nepřerušil práce → v poledne si na druhý pokus vynutily kadeřnice (!) ze sousedící provozovny na stavebním úřadě přerušení prací a evakuaci osob ze sousedního objektu. Ve dvě hodiny se část objektu zřítla do výkopu.

**Tichý:** Tak vidíte, paní Hofreiterová, i poklidná, dokonce středomoravská města prožívají stavební dramata. Ale pokračuj, kolego, je to skutečně zajímavé...

**Bradáč:** V uvedeném sledu stačila jediná příznivá okolnost, tj. důslednost a neklid kadeřnic při praskajícím zdivu, zabránit alespoň ztrátám na životech. Když si celý případ v klidu promyslíte, přímého viníka patrně označit nelze. Šlo o skrytou vadu tzv. *staticky závislé konstrukce*, kde odejmutí jedné vodorovné reakce bourané klenby dovolí sousední klenbě vytlačit podporující stěnu. To ovšem nelze bez pečlivé statické analýzy úplných podkladů uhadnout, a tím méně to bylo možno vyžadovat např. po řídicím výkopových prací. Ve stovce jiných případů by nemělo vybourání staré sklepní klenby žádné následky a znamenalo by jen příjemné zmenšení objemu výkopových prací. Dnešní předpisy by navíc realizaci staticky závislých konstrukcí sousedních budov nedovolily. Zásahy do starých konstrukcí vždy vyžadují zvýšenou opatrnost. Nepřeceňujme ani smysl pro pořádek u našich předků ani statické rezervy nedimenzovaných konstrukcí, které „vše přežily“.

**Tichý:** Už vím, jak se odborně řekne „domeček z karet“ – staticky závislá konstrukce!

## Odpovědnosti statika

**Tichý:** Nedávno jsem dostal podrobný dopis z Ostravy, ve kterém kolega statik vnesl několik dotazů souvisejících s *odpovědností statika a také s pojištěním odpovědnosti*. Téma je natolik zajímavé, že se mu chci poněkud podrobněji věnovat při jiné příležitosti. Ale myslím, že bychom se tento oříšek měli pokusit načít už zde jako desert.

**Urban:** To je dobrý nápad. Ale asi by to chtělo další Kulatý stůl.

**Tichý:** Nebo dva. Mám pocit, že se v Česku zatím této skupině odpovědností a souvisejícím otázkám věnuje jen málo pozornosti. Asi je to tím, že je u nás zatím jen málo soudních pří v této oblasti? Musíme si uvědomit, že projektant je zatížen odpovědnostmi různého druhu, směřujícími do různých sfér, ale navzájem provázanými:

- ◆ odpovídá *svému klientovi* za to, že projekt bude takový, aby objekt realizovaný podle projektu – to je třeba zdůraznit – byl proveditelný, přiměřeně levný a spolehlivý po celou dobu životnosti,
- ◆ odpovídá *obecně veřejnosti* za to, že objekt bude spolehlivý,
- ◆ odpovídá *sám sobě* za to, že sebe a svoji rodinu nedostane do jakýchkoliv nesnází, počínaje ztrátou profesionální prestiže a konče soudními spory.

Když mluvím o „spolehlivém objektu“, mám na mysli celý souhrn vlastností, které spolehlivost popisují – bezpečnost, trvanlivost a další a další. Když říkám „přiměřeně levný“, mám na mysli ekonomické pole vymezené stavebníkem.

**Bradáč:** Do pásma trestní odpovědnosti se ale statik může dostat jen při nedodržení spodní hranice spolehlivosti navrhovaných konstrukcí, jak ji udávají normy. Horní hranice předepsána není, ale může statika připravit o zakázky, pokud se rozkřikne, že jiní navrhují konstrukce hospodárnější, tedy odvázněji a kvalitněji.

**Urban:** Zatím jsem se (naštěstí) s vyloženě nezodpovědným přístupem statika nesetkal. Spíše s nezodpovědným stavebně-technickým průzkumem (STP) v rámci předprojektové přípravy. Jednak snad proto, že zpětná vazba prakticky neexistuje, že se nejen statici, ale ani ostatní projektanti příliš nezajímají, jak po několika letech jejich stavby vypadají (protože jsou zvyklí jen a jen projektovat). Jednak proto, že svůj projekt přímo „šijí“ na míru jen těch firem, se kterými jsou spřáteleni, bez ohledu na to, zda technologie je nebo není nejvhodnější. Teprve během stavebních prací se poznatky doplňují a projekt upravuje a investorovi nezbyvá, než to všechno zaplatit.

**Tichý:** To svědčí o nedostatku péče věnované *řízení stavební akce*. Zatímco v zahraničí jsou stabilizovány postupy řízení, způsob projednávání změn, u nás se tomu nevěnuje skoro vůbec pozornost. Potom snadno dochází k tomu, že se za ten či onen objekt zaplatí dvojnásobek na počátku dohodnuté ceny.

**Urban:** Na druhé straně společnosti, které STP provádějí, jsou schopné se chytit zakázky a provádět práce (a účtovat je), které by bylo účelné provést až během vyklizovacích, popř. částečně demoličních prací (např. při snímání podlah, bourání přiček apod.). Někdy se dělá neúměrně mnoho zkoušek (např. pevnosti malty, i když je předem známo, že nelze uvažovat nic jiného, než v nejlepší případě maltu M4 apod.). Není divu, že pak investor není ochoten na STP vynakládat prostředky.

**Tichý:** Asi by takovým situacím mohla předejít *aprobace stavebních akcí*, která se dnes začíná vřít v Severní Americe. Říká se tam tomu *commissioning*. Ostatně se toho na začátku naší diskuze dotkl Tomáš Vaněk. Budu se snažit o aprobaci něco někdy napsat.

**Bradáč:** Během své více než dvacetileté činnosti soudního znalce jsem se nesetkal s jediným případem statika, který by byl odsouzen bez prokázané hrubé nedbalosti. A pokud jde o *rizikost povolání*, zaujala mne slova moderátorky ranního vysílání pražského rozhlasu, která se vyznala z obdivu



**Obr. 8 – T. Vaněk:** Poněkud méně „kvalitní“ pracovní spáry sodojemu. Soda proniká na vnější líc, kde krystalizuje. Sanovalo se to vnitřním plechovým opláštěním / *Working joints in a caustic soda tank; internal steel sheathing was used*

k řidičům z povolání. Ti nesou trvalou odpovědnost za životy mnoha lidí a přitom příčinou neodvratné katastrofy je tu nejčastěji pochybení ve zlomku vteřiny.

**Kneř:** Stalo se nám, že stavební firma zasypala suterénní zdívo hned po jeho vyzdění, ještě před provedením stropu nad suterénem a před provedením zdíva dalšího podlaží. Zed' se posunula v patě a v části se zřítily. Rádi by byli přenesli odpovědnost za škodu, která jim tím vznikla (nutnost kompletního přezdění) na projektanta, protože v projektu nebylo napsáno, kdy se může zed' zasypat. Na celém případě bylo zajímavé to, že stropní deska nad podsklepenou částí vybíhala jako armovaná deska pod podlahou přízemí i tam, kde nebyl sklep navržen. Výztuž byla navržena průběžně a v projektu se vůbec nepamatovalo na postup stavebních prací. To byla jistě vada projektu; jsem přesvědčen, že zkušený stavbyvedoucí by na vadu upozornil a žádal přepracování projektu. Bohužel stavbu vedl mladší, nezkušený člověk, kterého chyba projektu svedla i ke špatnému postupu. Přesto jsem přesvědčen, že povalení suterénní zdi se nedalo pokládat za vinu projektanta.

**Tichý:** Projektant musí být pojištěn proti škodám, které svojí činností způsobí. Dosud je ale pojištění projektantů v Česku stále v plenkách, jako ostatně mnoho jiných věcí. Naštěstí ale zatím je jen málo soudních sporů vedených proti projektantům a o rozhodcích sporech nevím vůbec, i když se tu a tam vidí rozhodčí doložka ve smlouvě s projektantem.

**Bradáč:** Není na čase se dnes už rozejít?

**Tichý:** Dobrá připomínka. Tedy, vážení čtenáři, kteří jste dočetli tento záznam z hypotetického sezení u kulatého stolu až do konce, děkuji především Vám za trpělivost a zájem. Byli jsme tentokrát poněkud obsírnější, než jsme zamýšleli, a budeme se příště snažit Vaši pozornost nezneužívat. Všichni účastníci Kulatého stolu měli pocit, že takové setkání je dobré, a redakce bude proto Kulatý stůl, ovšem s jiným tématem, opakovat. Děkuji ale také všem svým spolustolovníkům, neboť jejich příspěvky byly zajímavé a poutavé, a byla z nich vidět velká praktická zkušenost.

*Prof. Ing. Bradáč, CSc., J. Ziky 1943, 708 00 Ostrava-Poruba  
Ing. Helena Hofreiterová, 9. května 678, 390 01 Tábor  
Ing. Josef Kneř, Na Rolavě 10, 360 05 Karlovy Vary  
Doc. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc., Křenová 42, 602 00 Brno  
Prof. Ing. Milík Tichý, DrSc., Karolíny Světlé 14, 110 00 Praha 1  
Ing. Vladimír Urban, Csc., Pod Hybšmankou 7, 150 00 Praha 5  
Ing. Jaroslav Vácha, Podlesí 35, 624 00 Brno  
Prof. Ing. Tomáš Vaněk, Stavební fakulta ČVUT, Thákurova 7, 166 29 Praha 6  
Ing. Jaromír Vrba, CSc., Stavoprojekt, a.s., Holická 31, 779 00 Olomouc*

# SBETA

## program MKP pro Windows 95/NT™

stanovení únosnosti betonové nebo zděné konstrukce,  
vznik a šíření trhlin, drcení materiálu, tečení výztuže,  
jednotný přístup k výpočtu vnitřních sil v konstrukci  
a posouzení průřezu,  
nelineární materiálový model umožňuje využití  
redistribuce vnitřních sil,  
řešení v souladu s normou EC2

prostý beton  
železobeton  
vláknobeton  
vysokopevnostní beton  
předpjatý beton  
zdívo

účinky teploty a smršťování  
rozvoj a šířka trhlin  
postup výstavby  
velké deformace  
historie zatížení  
poklesy podpor  
kontaktní prvky  
vnější kabely



**ČERVENKA CONSULTING**  
Předvoje 22, 162 00 Praha 6  
tel/fax 02 3163857  
e-mail: [cervenka@cervenka.cz](mailto:cervenka@cervenka.cz)  
<http://www.cervenka.cz>

technická podpora  
konzultační služby

Windows 95 a Windows NT jsou obchodní značky firmy Microsoft.