

# Dvakrát z výstavby bytů

*Twice from Housing Development*

Jaromír Vrba

Ve dvou uvedených příkladech je užito dvousměrně pnutých stropních spřažených desek, lokálně podepřených soustavou tenkostěnných prefabrikovaných stěn. Systém stěn vytváří v obou objektech skrytou betonovou konstrukci, která vzhledem k malým půdorysným rozměrům umožňuje větší variabilitu půdorysného řešení otevřených bytových dispozic. Příklad první uvádí ukázkou šesti až devítipodlažního areálu TINO v Olomouci a příklad druhý uvádí ukázkou nástavby panelového šestipodlažního domu v Kroměříži s mezonetovými byty.

*In the two presented examples two-way composit monolithic and precast RC flat-slabs have been used. These slabs are locally supported by the system of thin precast walls. Due to the small cross section dimensions of short walls (pillars) the system enables in the both buildings higher variability of the flat layout. The first example represents 6-9 storey housing development TINO in Olomouc, the second example shows two storey extension on the six storey prefabricated (panel) housing with new maisonette flats in Kroměříž.*

## I. Bytový soubor TINO v Olomouci

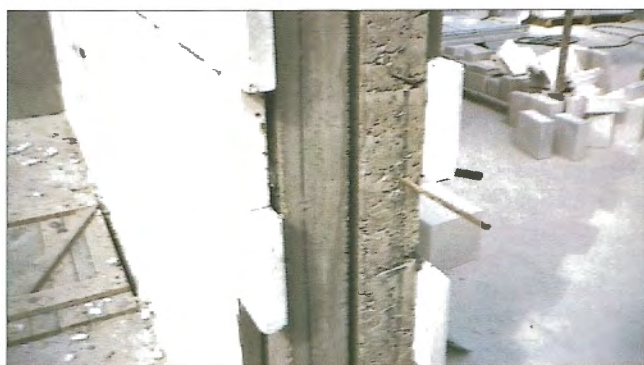
### Architektonické řešení a volba konstrukčního systému

Bytový soubor vytvoří v definitivním půdorysném tvaru písmeno tvaru U, do jehož vnitřního prostoru budou vestavěny kryté garáže. V současné době jsou již v užívání tři první sekce souboru (obr. 1), jehož architektonické řešení vypracovali Ing. arch. Luboš Mutňanský a Ing. arch. Luděk Ležatka. Jejich původní návrh předpokládal nosnou konstrukci z vyzdíváných pórobetonových tvárnic HEBEL. Zjednodušené informační materiály uváděly, že z tohoto pórobetonu lze bezproblémově stavět až šestipodlažní domy, architekti tedy nepředpokládali žádné komplikace a v dispozičním řešení i v poměrně velkých modulech se objevily nosné zdi jen tloušťky 300 mm. Ve značném stavu rozpracovanosti architektonického řešení se ve fázi, kdy již řada zájemců měla objednané byty, dostal k řešení statik. Brzy bylo shledáno, že při použití modulů 4,2 metru pro sedm nadzemních a ještě dvě další podkrovní podlaží není možné nadimenzovat zdi z pórobetonu. Proto se při hledání konstrukčního systému vyvíjela snaha již výrazně nezměnit rozpracovanou, a objednateli bytů akceptovanou, projektovou dokumentaci. Sortiment zdicích prvků HEBEL umožňuje vyzdívat zeď tloušťky 300 mm z jednotlivých tvárnic, ale také lze provést sendvičovou skladbu se dvěma pórobetonovými deskami tloušťky 50 mm zvenčí a vnitřním jádrem z prefabrikovaných krátkých stěn tloušťky 150 mm (obr. 2). Tak vznikla myšlenka skrytých prefabrikovaných stěn, které svým zděním s normálními tvarovkami na vazbu jednak vyloučily svislou stykovou spáru mezi betonovým prefabrikátem (ta se téměř vždy bez bandáže poruší trhlinou) a jednak mizí dojem skeletové viditelné konstrukce po dokončení vyzdívek. Dále je umožněno, aby v budoucnosti při eventuálních přestavbách a úpravách bytů bylo možné a snadné zřízení nových otvorů ve stěnách mimo nosné prefabrikované pilíře.

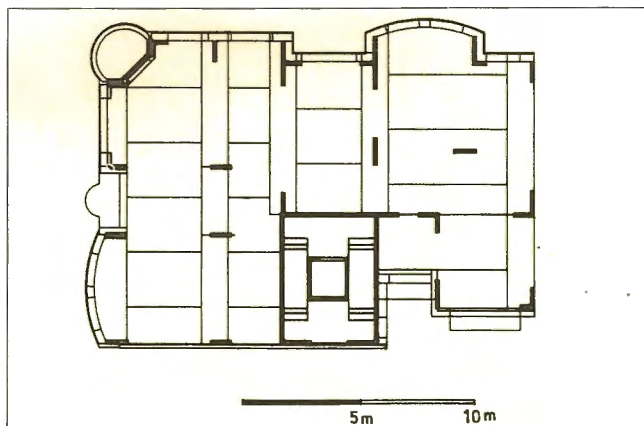
Stropní bezprůvlaková deska (V-F systém, viz literatura [1]) s užitím filigránových desek a průvlaků v celkové tloušťce 190 mm již byla bezkonfliktně nadimenzovatelná i při ne zcela pravidelných podepřeních, jak je zřejmé z obrázku skladby



Obr. 1 – Celkový pohled na tři hotové sekce obytného souboru / The general view of three finished buildings of housing estate



Obr. 2 – Detail obezdívky krátkých stěn v dilataci / Detail of short precast wall with veneer by the expansion joint



Obr. 3 – Půdorys skladby filigránových desek a průvlaků / The composition of "filigran" precast slab panels in floor structure (obr. 3). V podstatě zde bylo užito vyššího technologického stupně systému OMS, rozpracovaného mimo jiné i ve Stavoprojektu Olomouc koncem osmdesátých let. Právě poučení z poruch mezi neochráněnými stěnami a přízdívkami z té doby přineslo myšlenku „opouzdrnění“ prefabrikovaných stěn. Vznikl tak mezistupeň mezi čistou skeletovou konstrukcí s výplněmi z vyzdívek a plnou krabicovou konstrukcí. Moduly os nosných příčných stěn jsou do 4,8 m, konstrukční výška jednotlivých etáží odpovídá běžné zvyklosti bytové výstavby – 2,8 m.

## Detailněji o konstrukcích

Jednotlivé sekce mají čtyři až sedm nadzemních podlaží a ještě jedno nebo dvě podlaží v oblasti krovu, kde jsou větší byty mezonetového typu s vnitřním schodištěm. Podsklepení objektů nebylo navrženo, a to proto, že staveniště se nalézá v těsné blízkosti řeky Moravy. Založení jednotlivých sekcí je navrženo a realizováno na základových pásech uložených na šterkovou vrstvu zeminy. Objednatel byl upozorněn na odlišnost tohoto typu výstavby oproti tuhým krabicovým panelovým objektům. Jednalo se o to, že krátké betonové stěny s dozdívkami z pórobetonu a rovnoploché stropní desky mají zejména v podélném směru výrazně menší ohybovou tuhost než měly panelové domy s prefabrikovanými obvodovými panely a podélnými výztužnými stěnami. To má praktický dopad v tom, že při postupném přistavování jednotlivých sekcí (jinak to ani vzhledem k pomalu narůstající klientele zákazníků není téměř možné) vznikají dodatková přitížení zejména krajních štítových stěn již stojících sekcí a tím nebezpečí vzniku trhlinek od přídatných sedání. Tuhé panelové domy byly na tato přetížení méně citlivé. Objednatel tuto okolnost zvažil a rozhodl se riskovat vznik trhlinek a jejich dodatečného opravení místo bezpečnějšího (ale dražšího) hlubinného zakládání.

První nadzemní podlaží je u všech sekcí skeletového typu s kruhovými sloupy tloušťky 400 mm z betonu B30, které jsou vždy pod krátkými stěnami vyšších podlaží. Sloupy jsou užity kruhové z důvodu, že v této nejnižší etáži jsou garážové prostory a architektům se zdály příznivější tyto tvary sloupů. Ve vyšších podlažích již existují pouze obdélníkové stěny a pilíře rozměrů 150/450, 600, 900 a 1200 mm z betonu B30 (obr. 4). Stropní desky mají užity filigránové dílce z betonu B30 v tloušťce 60 mm a monolitické nadbetonovávky 130 mm z betonu B20. Staveništní výztuž pro záporné momenty spojitých konstrukcí je navržena téměř zásadně z KARI sítí profilu 6 mm. Spojené krátkých stěn nad sebou jsou svařované; jsou to období Čapkových styků známých ze skeletových konstrukcí. Mechanické jednodušší spojování bylo investorem stavby pro cenovou náročnost odmítnuto. V nejvyšších podkrovních podlažích již větší

nou betonové stěny navrženy nebyly, protože únosnost zdiva HEBEL již byla dostatečná. Schodišťový prostor včetně výtahové šachty byl řešen zcela na bázi prefabrikovaných stěn z důvodu jednoduchosti montáže. Krovu jednotlivých domů jsou klasické dřevěné z plnostěnných obdélníkových průřezů.

## Statický model, výpočty, dimenzování

Statický model horizontálních konstrukcí byl uvažován jako spojitá dvousměrně pnutá deska, lokálně nepravidelně podepřená. Byla řešena metodou konečných prvků s využitím programového systému FEM VUT FAST Brno a systému Nexx zapracovaným do firemního software firmy FINE (tento systém využíval spoluautor výpočtů Ing. Tomáš Bryčka). Statický systém stěnových prvků byl uvažován jako soustava spřažených stěnových konzol, převážně v rovinném zjednodušeném pojetí. Zde se dílem využilo programů FEM 3 a FEM 7, podle zjednodušeného uvážení, zda převažuje prutový či stěnový účinek. Dimenzování betonových konstrukcí respektovalo přání objednatelů – ČSN 73 1201 – protože soustava norem ČSN je zcela kompletní a ČSN 73 0035 – Zatížení stavebních konstrukcí – má nižší součinitele zatížení než nové normy podle Eurokódů. Kompatibilita norem a menší spotřeba materiálů byla pro objednatelů rozhodující.

## Údaje o výstavbě

Na montáži jednotlivých sekcí se postupně podílely firmy Prostav Olomouc a firma Bopos Olomouc. První ze jmenovaných si zpracovala technologická pravidla montáže, která pak dílem poskytla i svému následníkovi. Kompletaci stavby prováděla a provádí firma Stavtrade Olomouc, investorské zajištění obstarává firma Trny Olomouc a kompletní projektovou dokumentaci zpracoval Stavoprojekt, a. s. Olomouc. Odpovědným statikem akce je autor tohoto příspěvku, výpočty některých sekcí provedl Ing. Tomáš Bryčka. Všechny prefabrikované dílce byly zhotoveny v panelárně Pozemních staveb Olomouc. Cena jednotlivých bytů prvních sekcí činila 15 000,- Kč/m<sup>2</sup>, příznivě se projevila okolnost, že pozemky staveniště jsou majetkem investora stavby – firmy Trny (obr. 5).



Obr. 4 – Detail volné krátké stěny na stropní konstrukci / Detail of short precast wall on the floor slab



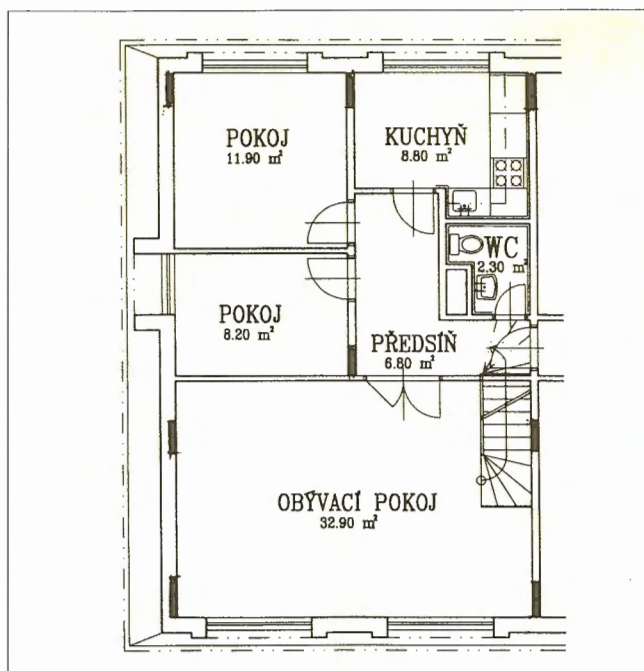
Obr. 5 – Ukázka interieru mezonetového bytu / Example of maisonette interior

## II. Nástavba na panelovém domě ve Spáčilově ulici v Kroměříži

### Zvláštnosti nstavb panelových bytových domů

Nástavby panelových domů jsou téměř ve všech případech realizovatelné pouze za okolnosti, že nebudou ani dočasně vystěhováni uživatelé bytů, protože náhradní byty prostě nejsou. To je jedním z limitujících prvků pro zvolení technologického postupu prací. Nelze tedy jakkoliv otevřít střešní plášť pro přikotvení nových nosných konstrukcí, protože spoléhat na náhodu, že po dobu výstavby nezaprší, by bylo skutečně velmi bláhové a zcela nezodpovědné (bohužel i tyto případy se v uplynulých pěti letech staly, po prudkém dešti do neochráněné konstrukce zateklo, vznikem elektrických zkratů došlo k havárii elektrické soustavy a dům se stal neobyvatelný). Nabízí se tedy myšlenka buď překlenout celý půdorys a poté pohodlně provádět potřebná kotvení a úpravy, nebo střechu opatrně otvírat pouze v minimálním počtu malých ploch, které lze ještě týž den po provedení kotvení zaizolovat.

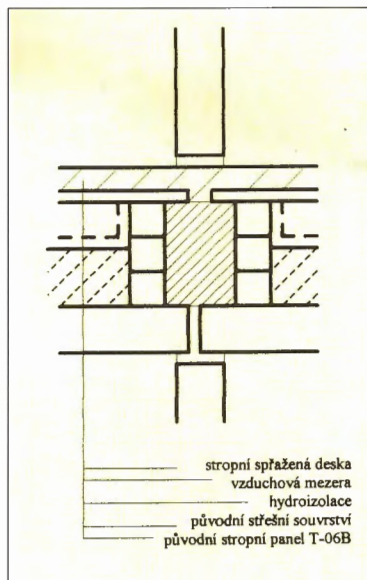
Protože u systému T-06B (ze kterého je postaven dům ve Spáčilově ulici v Kroměříži z konce šedesátých let) nejsou příliš vhodné řešení pro další přitížení atiky, byla zvolena varianta minimálního otevírání střešního pláště. Pro tuto variantu



Obr. 6 – Část půdorysu krajního bytu / Part of floor plan of flat



Obr. 7 – Montáž krátkých stěn / Precast wall assembly



Obr. 8 – Schematický řez střechou s cihelnou obezdívkou a úpravou hydroizolace / Section through original roof with masonry supports and waterproofing membrane modification

se ukázal výhodný V-F systém, popisovaný u předchozího objektu s podepřením krátkými betonovými stěnami, většinou 150/900 mm. Investorem stavby byla dále zvažována okolnost, zda po zakrytí objektu ponechat původní střešní plášť i s hydroizolacemi a nad ně realizovat nový strop, nebo všechny vrstvy odstranit a provést podlahy na původní, dostatečně únosnou stropní konstrukci. Po ekonomickém rozboru, do nějž byly promítnuty i např. vlivy odvozu asfaltových izolací na skládky se zvýšenými poplatky za ekologickou újmu, bylo rozhodnuto, že se vrstvy ve střeše ponechají a provede se nová podlaha i s nosnou stropní konstrukcí. Další zvláštností stavby bylo, že šestipodlažní objekt měl v každé sekci zabudovány výtahy a jejich nejvyšší stanice bylo nutné posunout o jedno podlaží výše, tedy zrušit a znovu vybudovat strojovny. To byla obtížná záležitost pro obyvatele domu, zejména



Obr. 9 – Montáž filigránového stropu a betonových parapetů / Assembly of "filigran" floor slab and RC parapet panels

starší občany. A i když byla tato rekonstrukce výluky výtahů pečlivě naprogramována tak, aby výluka výtahu nepřesáhla tři týdny, přesto došlo k jedné závažné zdravotní indispozici staršího občana a orgány záchranné služby jej musely komplikovně na nosítkách snášet ze šestého podlaží do přízemí domu.

### Konstrukční systém

Jak bylo zmíněno v předchozím odstavci, panelový šestipodlažní dům byl postaven koncem šedesátých let ze soustavy T-06B. Tato soustava byla charakteristická příčným nosným systémem s modulem 3,6 m, tloušťkou nosných stěn 140 mm, konstrukční výškou 2,8 m a jednovrstvým obvodovým pláštěm. Oblastní brněnská varianta, která zde byla užitá, nesla ještě doplňkové označení KD. Objekt má jedno suterénní podlaží a je založen na základových pásech. Tyto spočívají na šterkové vrstvě, která patří mezi rychle konsolidující zeminy a proto nevznikla potíž s novým přitížením základové spáry v intenzitě přibližně 20 %. Nosné panely byly jednotně řešeny z hlediska únosnosti pro osm nadzemních a jedno podzemní podlaží, proto ani únosnost vertikálních konstrukcí nebyla překročena. Z důvodů uvedených v předchozím odstavci a také z důvo-



Obr. 10 – Pohled na štít po montáži stropu a parapetů / View of gable erection of floor slab and parapet panels

du, aby byly možné měnitelné dispozice bytů (obr. 6), bylo první z nastavovaných podlaží provedeno z krátkých betonových stěn (obr. 7) a zastropeno stropní deskou se skrytými průvlaky (V-F systémem), obdobně jako u předchozího příkladu areálu TINO. V případě střešní nástavby bylo ale podepření převážně souměrné, s výjimkou krajních bytů, kde byla jedna stěna ve velkém obývacím pokoji vynechána. Celková tloušťka stropní desky, ale i první podlahové desky nad střešním pláštěm byla navržena 130 mm, z nichž 60 mm tvořily filigránové desky nebo průvlaky.

Bodové svíslé podpory přímo ve střešním plášti byly řešeny tak, že po odstranění izolace a vrstev pláště v daném místě, byla provedena obezdívka cihlami tloušťky 150 mm, na které byla z vnější strany urychleně natavena nová izolace a vnitřní prostor vyzdívky byl vyplněn betonem B20 pro uložení stropní desky. Výška pilířků činila 500 mm, přibližně 200 mm z této výšky bylo ve střešním plášti. Detail řezu konstrukcí je patrný z obr. 8. Na stropní konstrukci nad prvním podlažím nástavby byly po okrajích osazeny betonové svíslé prefabrikované parapety, částečně vetknuté do stropu a nadimenzované pro přenos horizontálních sil od pat hambalkového dřevěného krovu druhého podlaží (obr. 9 a 10).



Obr. 11 – Ocelové rámy – věšadla / Steel frames – hanging truss frame

Další statickou funkcí parapetů bylo zvýšení tuhosti stropní desky v místech vynechaných stěn ve zmiňovaných krajních polích v obývacích pokojích, kde vznikl rozpon 7,2 m a deska bez spoluúčinnosti stěnového parapetu v tloušťce 130 mm nebyla nadimenzovatelná. Stropní deska nad prvním podlažím měla potíže s podepřením u vnitřních bytových schodišť, podpory nebyly pro architekty přijatelné. Proto bylo tlakové podepření nahrazeno tahovým trubkovým závěsem, který je vynášen ocelovými rámy zakomponovanými mezi dřevěné krokve krovu (obr. 11). Samotná trubka je v druhém podlaží vždy opláštěna sádkartonem, takže není ve výsledném interiéru patrná. Krátké stěny v této stavbě jsou opět skryty, ale tentokrát obloženy tenkými sádkartonovými deskami. V první nástavbové etáži jsou mimo tvrdé betonové stropy také vyzdívané obvodové stěny z tvarovek YTONG tloušťky 400 mm, aby alespoň jedno podlaží mělo tepelně-technické vlastnosti obdobné zděným stavbám. Druhé nástavbové podlaží mezonetových bytů má již pouze zmíněné betonové parapety s ochrannou tepelnou izolací a obezdívkou překrytou krokvemi krovu.

### Údaje o výstavbě

Investorem stavby bylo stavební bytové družstvo z Kroměříže. Zhotovitelem byla firma Fako Kroměříž, která si pro jednotlivé práce sjednávala příslušné subdodávky. Betonové prefabrikované i monolitické konstrukce provedly Pozemní stavby, a. s. Olomouc, které zajistily i výrobu všech prefabrikovaných dílců. Zvláštností bylo, že okrajové filigránové prefabrikáty měly již z výroby vybudováno obrubní žebírko, které nahrazovalo bednění bočních ploch pro monolitickou nadbetonovávku. Komplikovanou subdodávkou byla úprava výtahů, která se sice prováděla do již zastřešeného prostoru, ale byla konstrukčně a časově složitá. Také tato úprava výrazně ovlivnila cenu nástavby, která dosáhla 17 000,- Kč/m<sup>2</sup>. Autorem architektonického řešení byl Ing. arch. Radim Pluskal ze Stavoprojektu Olomouc a řešitelem statické části autor tohoto příspěvku. Výpočty byly provedeny stejnými metodami a programy jako u předchozího příkladu.

### Závěr

Oba uvedené příklady výstavby bytů potvrdily, že užití stropních bezprůvlakových desek pravidelně či nepravidelně lokálně podepřených, má v tomto druhu výstavby své opodstatnění. Na rozdíl od jiných druhů staveb totiž ještě ve značné rozestavenosti dochází k častým změnám požadavků budoucích obyvatel bytů, které vedou ke změnám dispozic bytů, změnám prostorů ve stropích apod. Tyto úpravy se poměrně snadno do tohoto systému zapracovávají. Z hlediska cenového systém u nástavby obtížně konkuruje "dřevěným" verzím, ale bude trvanlivější a vytvoří příznivější prostředí z hlediska tepelné pohody. Za velmi důležitý považuji poznatek, že lokální vertikální podpory velmi usnadňují eventuální příští úpravy bytů, jejich propojení apod.

### Literatura:

[1] Vrba J.: V-F systém spřažených stropních konstrukcí. *Sborník z Betonářských dnů v Pardubicích 1995*, sekce významné realizace, díl 2, str.25 - 36

Ing. Jaromír Vrba, CSc., Stavoprojekt, a. s., Holická 31, 772 00 Olomouc