

Druhé mezinárodní symposium o prefabrikaci

The Second International Symposium on Prefabrication

Pavel Čížek

Vzestup prefabrikace je podmíněn inovacemi informačních a výrobních technologií s návazností na ekologické podmínky. Stropy s dutinovými panely se neustále zdokonalují a vznikají nové druhy konstrukcí, výzkum pokračuje. Použití ložisek a jejich vliv na tuhost rámové konstrukce. Tvrdnutí betonu vlivem mikrovlnného záření. Uplatnění kompletizovaných obvodových panelů. Příklady rozestavených a dokončených prefabrikovaných konstrukcí budov ve výstavbě.

A rise in prefabrication is due to innovation of information technologies, industrialisation and ecological conditions. Hollow core floors are getting more effective and new types of structures originate. The influence of bearing pads on stiffness of frame structures. Hardening of concrete by microwaves. Concrete sandwich facade components. Examples of prefab structures under construction and in new buildings.

Ve dnech 17. až 19. května 2000 se uskutečnilo po třech letech již druhé mezinárodní symposium o prefabrikaci pod sloganem „Knowledge, Technology and the Future” – Znalosti, technologie a budoucnost – pořádané finskou betonářskou společností a podporované:

Bureau International du Béton Manufacturé (BIBM)

Betonwerk + Fertigteile-Technik (BFT)

The Finish Association of Construction Product Industries.

Symposia se zúčastnilo 178 odborníků z 27 zemí a čtyř kontinentů vyjma afrického. Setkání odborníků v oboru prefabrikace na mezinárodní úrovni s pravidelností tříletého cyklu se stává tradicí. A že se symposia budou konat vždy v Helsinkách je výsledkem aktivní činnosti finské betonářské společnosti a její spolupráce s výrobními a stavebními organizacemi, školami a výzkumnými pracovišti ve Finsku. Zatímco první symposium, které se konalo v Helsinkách v roce 1997 s pracovním názvem Prefabrikace na přelomu tisíciletí [1] bylo více zaměřeno na koncepci, letošní symposium bylo více zaměřeno na dílčí problémy a výsledky práce různých týmů i s naznačením potřeb dalšího výzkumu.

V pěti sekcích bylo předneseno celkem 46 příspěvků:

- ♦ úvodní přednášky 2 příspěvků
- ♦ prostředí a trvanlivost 5 příspěvků
- ♦ konstrukce 9 příspěvků
- ♦ výroba 5 příspěvků
- ♦ materiály 5 příspěvků
- ♦ navrhování a vzdělávání 5 příspěvků
- ♦ poster 15 příspěvků.

Příspěvky jsou publikovány anglicky ve sborníku s 322 stranami.

Z dvanácti účastníků doprovodné výstavy je nutno vyzdvihnout úspěšnou českou účast dnes již světoznámé firmy Červenka Consulting a prof. Jiřího Adámka za VUT Brno. Po ukončení symposia následovaly tři odborné exkurze:

1. Výroba prefabrikovaných dílců v Parma Betonila „Nummely a v Hyrylä” u Helsink
2. Výroba fasádních dílců v Parma Betonila „Kangasale” u Tampere
3. Stavby a sídliště s použitím prefabrikace v Helsinkách.

Rozvoj prefabrikace

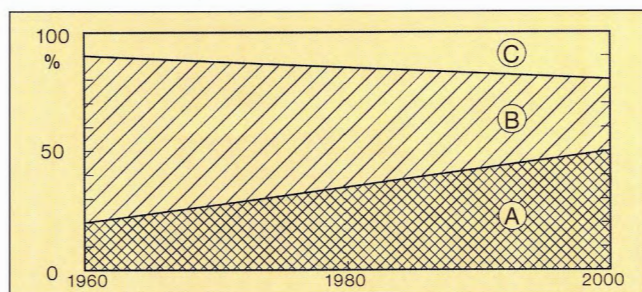
Vyšší uplatnění prefabrikace při výstavbě je podmíněno fundovaným průzkumem a poznáním budoucích požadavků klientů a společnosti. Jsou to:

- ♦ vyšší kvalita a užitkovost
- ♦ nižší cena na údržbu
- ♦ kratší a zaručený čas na výstavbu
- ♦ snížení nepříznivých vlivů na okolí při výstavbě, užívání a při demolicí.

Tři hlavní technologické oblasti, které mají významný vliv na zvyšování účinnosti a výkonnosti prefabrikace ve výstavbě jsou:

Informační technologie – cílená počítačová podpora na zvyšování rychlosti a kvality v oblastech navrhování, výroby, dopravy, montáže a kontrolních systémů v globální síti přístupné všem zainteresovaným účastníkům.

Výrobní podmínky vyžadují jak úzce specializované tak i univerzální zařízení umožňující účinnou a flexibilní výrobu nejen vysoké, ale také konstantní kvality, to vše při neustálém snižování nákladů (obr. 1) a tím zvyšování schopnosti konkurovat jiným technologiím.



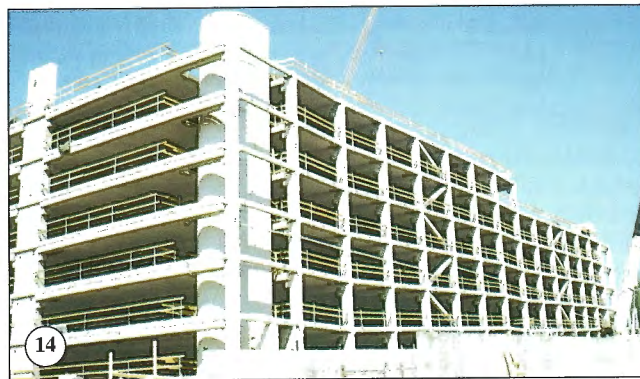
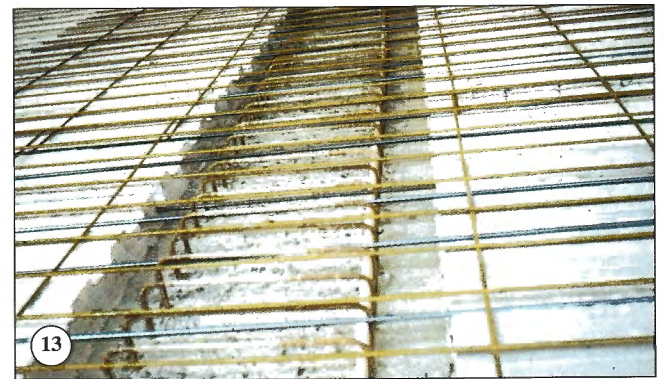
Obr. 1 – Vývoj rozdělení nákladů při výstavbě budov v Finsku A) vybavení budovy B) konstrukce C) obvodové pláště / Cost distribution of building in Finland among different parts of the building A) building services B) structures C) surfaces

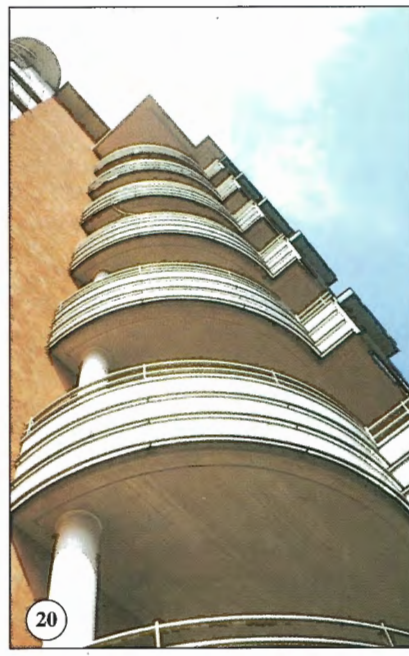
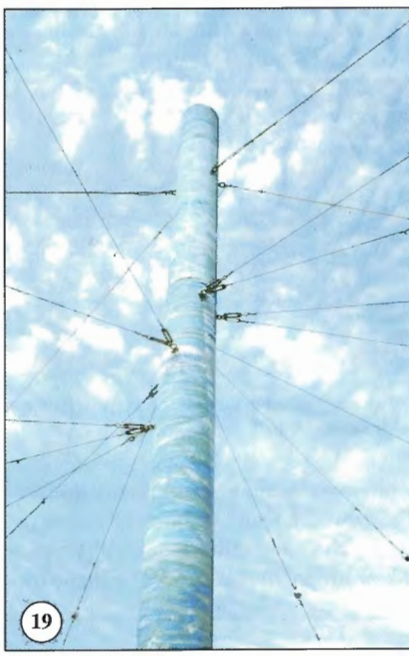
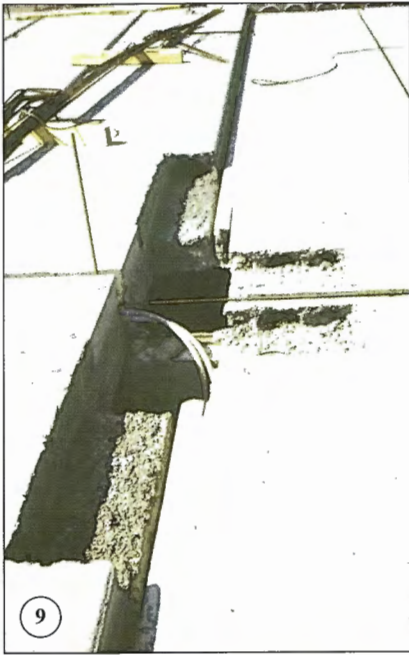
Ekologické podmínky vyžadují vysoce účinné využívání přírodních zdrojů a opětné využívání již upotřebených stavebních materiálů. Čistota, zlepšování životního a pracovního prostředí musí být předmětem neustálého zájmu všech účastníků výstavby.

Pro vývoj prefabrikace v příštích pěti až deseti letech z toho lze vyvodit tyto závěry:

- ♦ vývoj dílců a stavebních prvků směřuje stále k průmyslové výrobě a rychlé montáži na staveništi,
- ♦ věnovat zvýšenou pozornost zlepšování staveništních podmínek a zvyšování účinnosti montáže,
- ♦ nutnost zlepšování jištění a stálé kontrolované kvality,
- ♦ zvyšovat podíl robotizace v pracovních, zejména výrobních procesech,
- ♦ zvyšovat podíl prefabrikace při výstavbě.

Rozvoj prefabrikace a dosažené výsledky v posledním desetiletí lze příkladně ve Finsku přičíst důležitému strategickému rozhodnutí ze sedmdesátých let, kdy firmy a společnosti zainteresované na navrhování, materiálové a výrobní základně v oboru prefabrikace se rozhodly spolupracovat a vytvořit kom-





plexní podpůrný a informační systém v oboru. Dnes je komplex CAD-ového prostředí přístupný všem zainteresovaným účastníkům a obsahuje programy pro výpočet a výkresovou dokumentaci prefabrikovaných konstrukcí a jejich dílců, databázi dílců a jejich výrobců, detailů, materiálů a různých souvisejících komponentů. Celý soubor se neustále vyvíjí a doplňuje. Vytváří vysoce účinný nástroj rozvoje a uplatnění prefabrikace ve Finsku a exportu do jiných zemí.

Pro uplatnění a konkurenceschopnost prefabrikovaných konstrukcí a dílců bude mít výrazný vliv vývoj, jak *vysokepevnostních* tak *vysokehodnotných* betonů. Vysokopevnostní betony s pevnostmi 60 MPa a více mají velký význam u předpínaných nosníků, které konkurují ocelovým nosníkům a u svislých velice namáhaných nosných konstrukcí, zejména sloupů. Vysokohodnotné betony představují široký sortiment betonů, které svými různými vlastnostmi vyhovují přednostně kladeným požadavkům funkčním, užitkovým nebo i estetickým.

Dutinové panely

Dutinové předem předpínané stropní panely patří stále k nejrozšířenějšímu typu deskových panelů používaných ve výstavbě. Proto se věnuje stále velká pozornost jejich působení v konstrukci. Často prováděné membrány obvykle s tloušťkou 50 mm mají velice nízkou statickou účinnost, pokud nejsou řádně provedeny. Jejich použití je vhodné pouze ve zvláštních případech dynamického zatížení nebo při přenosu velkých horizontálních sil. Jejich spolehlivé provedení vyžaduje řádné ošetření úložné plochy, vložení sítí příkotvených k panelům a obvodovým ztužujícím stropním prvkům. Jinak z mnoha důvodů nedochází k spolupůsobení membrány se stropními panely a tato se stává pouhým balastem. Zvyšuje konstrukční výšku stropu, zvyšuje hmotnost konstrukce, pracnost a cenu. Navíc beton membrány je mnohem nižší kvality než beton panelu. V dnešní době výrobci dodávají dílce s bočními experimentálně a výpočtetně ověřenými reliéfy, které po předepsaném vyplnění spár zajišťují spolupůsobení dílců jak při vodorovném tak svislém zatížení.

Dále byla uvedena na pravou míru otázka smykové únosnosti dutinových panelů při požárním zatížení. V několika laboratorních totiž při zatěžovacích zkouškách požárních sil do těchto panelů došlo k předčasnému porušení vlivem ztráty smykové únosnosti. K podobnému selhání nedošlo nikdy při skutečném požáru v postavených budovách. Proto byl tento jev znovu experimentálně ověřován v laboratorích Technické univerzity v Liege a v Gentu na sestavách dílců s podepřením a okrajovými podmínkami odpovídajícími působení ve skutečné konstrukci. K selhání z důvodů snížení smykové únosnosti nedošlo.

Z již uvedeného vyplývá, že spolehlivé a bezpečné používání dutinových předem předpínaných panelů v stropních konstrukcích vyžaduje splnění podmínek, zabezpečujících jejich kontinuitu a tuhost ke schopnosti přenosu vodorovných sil do podpůrných svislých útvarů, jako jsou sloupy nebo výztužná jádra zejména v mezních situacích při požáru nebo lokální destrukci. To je možné zabezpečit vhodně navrženými a pečlivě provedenými detaily styků panelu v podélných spárách a nad podporami a vytvořením ortogonální soustavy vnitřních a obvodových vazeb schopných přenosu tahových a tlakových sil. K zjištění těchto sil se používá příhradový model pod názvem „Strut-and-tie”. Očekává se další experimentální ověřování a promítnutí výsledků do přehledných, srozumitelných a bezpečných výpočtových modelů.

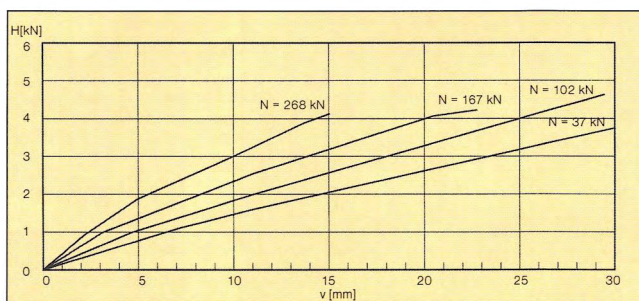
Ploché stropní konstrukce (Slim Precast Floor Structures) s využitím dutinových stropních panelů a velice nízkými nebo i zapuštěnými nosníky se těší ve Finsku stále větší oblibě. Běžné rozpory jsou 6 až 9 m, maximální do 16 m. Sloupy jsou betonové nebo ocelové s betonovými nebo ocelovými konzolami.

Nízké předpínané nosníky z betonu B60 až B80 s úložnými spodními přírubami minimální výšky 60 mm nebo ocelové s dodatečnou betonovou výplní. Používá se osm druhů nosníků s označením: Jalo-Nestari-Luja-Super-Kvatro-Delta-Mek-HQ. Tento druh stropních konstrukcí se použil při výstavbě obchodního a kulturního centra ISO OMENE v Espoo s přibližně 150 000 m² stropních ploch a s rozpory panelů až 16,0 m. Z celkových a detailnějších pohledů na konstrukci (obr. 2 až 5) je zřejmá koncepce: ocelové sloupy a nosníky, zavětrovací diagonály a betonové jádra. Možnost vytváření velkých otvorů širokých až 2,4 m s ocelovými výměnami pro uložení zkrácených panelů je zřejmá z obr. 6.

Dutinové panely se běžně používají v bytové výstavbě u dvou až třípodlažní zástavby menších obytných celků zasazených obvykle do přírodního rámce. Příklad rozestavěné a právě dokončené řady domků je na obr. 7 a 8. Vedení rozvodů ve stropních konstrukcích s poměrně velkými vybráními je dokumentováno na obr. 9. Pásové snížení části stropní konstrukce s použitím předem předpínaného deskového panelu systému VARIAX je uvedeno na obr. 10. Pohled stropní konstrukce s dutinovými panely a příznanou podélnou spárou s různou úpravou povrchu, korespondující s funkcí bytového prostoru – kuchyň s jídelním koutem na obr. 11 je velice kvalitní.

Stropní desky VARIAX filigranového typu se ujaly na trhu pro své nesporné výhody [1]. Použití pro stropní konstrukce patrových garáží centra ISO OMENE je dokumentováno na obr. 12 a 13. Šestipodlažní dvouraktové patrové garáže s rozpory 2 x 19,6 m délky nad 100 m jsou prefabrikované. Vnitřní řada sloupů stěnového charakteru spolu s předpjatými příčlemi a obvodovými sloupy zajišťuje stabilitu v příčném směru, zatímco v podélném směru je konstrukce stabilizována v obvodu příznanými a v třetinách umístěnými ztužilými s betonovými diagonálami. Samostatné nárožní komunikační šachty jsou oddilovatelné a na konstrukci nezávislé (obr. 14 a 15).

Jednopodlažní halové systémy tvoří obvykle rámy se statickou idealizací sloupů vetknutých do základů a s kloubově uloženými vazníky či nosníky na jejich zhlaví. Jsou stabilizované navlečením na vyčnívající trny a uložení prostřednictvím gumových ložisek. Na základě provedených zatěžovacích zkoušek rámu ve skutečné velikosti bylo zjištěno, že se takový styčník nechová jako kloubový, ale polotuhý. Míra tuhosti závisí na velikosti normálové síly, vodorovného zatížení, na rozměrech, tvarem součiniteli a modulu pružnosti použitého ložiska. Čím vyšší modul pružnosti a čím větší je normálová síla, tím jsou deformace rámu menší. Závislost deformace na velikostech normálové a vodorovné síly je z provedené zatěžovací zkoušky uvedena na obr. 16.



Obr. 16 – Vodorovná výchylka rámu s celoplošným ložiskem / Deflection of frame with full size bearing pad

Z technologických novinek zaujala metoda urychlování tvrdnutí betonu pomocí *mikrovlnného záření*. Postupné tři experimentální fáze vyústily v návrh a realizaci pohyblivé pece umístěné nad výrobní linkou stropních panelů. Pět hodin po ulo-

žení betonové směsi bylo možné do dílců zavést předpětí a provést řezání na předepsané dílky.

Obvodové kompletizované sendvičové panely se uplatňují zejména v bytové výstavbě. Široká škála vysoce kvalitních úprav povrchů a obkladů umožňuje architektům navrhovat tvarově a barevně rozmanité fasády.

Příklady použití prefabrikovaných prvků z Helsinek uplatňovaných v různých budovách jsou uvedeny na obr. 17 až 21.

Literatura:

[1] Pavel Čížek: Prefabrikace na přelomu tisíciletí, *Beton a zdivo*, roč.V. (1998), č. 4, s. 12-18.

Ing. Pavel Čížek, Prezipp Chrudim, s.r.o., Tovární 209, 537 01 Chrudim

Popisy obrázků:

- Obr. 2 Centrum ISO OMENE – konstrukce ztužená betonovými jádry / *Centrum ISO OMENE – structure bracing by concrete core*
- Obr. 3 Centrum ISO OMENE – konstrukce při hlavní pasáži / *Centrum ISO OMENE – structure along passage*
- Obr. 4 Centrum ISO OMENE – pohled na konstrukci s ocelovými rámy a dutinovými panely / *Centrum ISO OMENE – view of structure with steel frames and hollow core floors*
- Obr. 5 Centrum ISO OMENE – detail styku sloupu a nosníku / *Centrum ISO OMENE – joint of steel beam and column*
- Obr. 6 Centrum ISO OMENE – velké stropní otvory s ocelovými výměnami / *Centrum ISO OMENE – large opening with steel beam exchange*
- Obr. 7 Výstavba řadových obytných domů z prefabrikovaných dílců / *Row of houses of precast elements under construction*
- Obr. 8 Dokončená výstavba z prefabrikovaných dílců / *Row of houses after finish*
- Obr. 9 Vedení rozvodů ve stropích s dutinovými panely / *Piping and wiring in hollow core floors*
- Obr. 10 Snížení pásu stropní konstrukce pro vedení rozvodů pomocí panelů VARIAX / *Lower strip with floor plank VARIAX for piping and wiring*
- Obr. 11 Konečná úprava podhledu stropní konstrukce v bytové jednotce / *Soffit of hollow core floors*
- Obr. 12 Panely VARIAX stropní konstrukce patrových garáží / *Floor planks VARIAX in multistorey parking garage*
- Obr. 13 Detail uložení panelů VARIAX na předpjeté nosníky s výztuží před betonáží / *Bedding of floor planks VARIAX on prestressed beam*
- Obr. 14 a 15 Prefabrikovaná konstrukce patrových garáží v centru ISO OMENE / *Centrum ISO OMENE – prefab structure of multistorey parking garage*
- Obr. 17 Prefabrikované 27 m vysoké sloupky vstupní haly administrativní budovy SANOMA v Helsinkách / *Prefab columns of 27 m height in entrance lobby of commercial building SANOMA in Helsinki*
- Obr. 18 Kupole s prefabrikovanými žebry skalního chrámu v Helsinkách z r. 1960 / *Precast ribbed dome of rock church in Helsinki*
- Obr. 19 Předem předpjetý kruhový sloup pro závěsy trolejového vedení / *Prestressed circular column with suspenders*
- Obr. 20 Detail bytovky s balkony / *Detail of balconies*
- Obr. 21 Bytovka na sídlišti RUOHOLAHTI / *Apartment building of housing estate RUOHOLAHTI*

Richtungweisend

im Bauwesen

[www.](http://www.rib.cz)

[rib.](http://www.rib.cz)

[CZ](http://www.rib.cz)

obsahuje aktuální informace z oblasti statiky stavebních konstrukcí. Naleznete zde kompletní přehled a detailní technický popis vlastností jednotlivých produktů RIBTEC® řešících komplexním způsobem problematiku

- navrhování železobetonových a předpjatých konstrukcí,
- navrhování spřažených konstrukcí,
- zakládání staveb a geotechnických výpočtů,
- statických výpočtů mostů, tunelů,...
- a propojení konstrukčních výkresů tvaru a výztuže se statickým výpočtem.



Naše nové české webové stránky dále obsahují informace o připravovaných novinkách a akčních cenových nabídkách. Z oblasti download si můžete stáhnout aktuální programové verze, které jsou funkčních i jako demo.

Na Vaši návštěvu se těší

RIB stavební software s.r.o.
U Strže 150/1
140 00 Praha 4
Telefon: 02 / 41442078 41442079
Telefax: 02 / 41442085
email: info-cz@rib.cz
<http://www.rib.cz>