

---

# **POZEMNÍ STAVITELSTVÍ II**

## **KONSTRUKČNÍ SYSTÉMY PODLAŽNÍCH BUDOV Z PROSTOROVÝCH PREFA-JEDNOTEK**

---

**Ústav stavitelství I  
Fakulta architektury  
České vysoké učení technické v Praze**

Ing. Vladimír Jirka, Ph.D.

poslední aktualizace: rok 2016

## STAVEBNÍ SYSTÉMY Z PROSTOROVÝCH JEDNOTEK

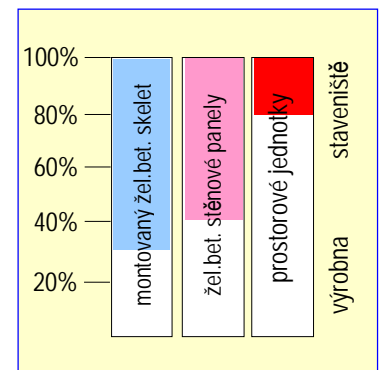
Industrializačních tendence dřívějšího období ® převedení většiny práce ze stavenišť do továrenské výroby ® vývoj a uplatnění prefabrikované prostorové jednotky ® urychlení a zvýšení produktivity práce na staveništi.

### Přínosy:

vyšší produktivita stavění  
nízká staveništní pracnost  
možnost kompletizace prvků technickým vybavením i konečnými povrchovými úpravami

### Negativa:

opotřebením dopravních i montážních prostředků včetně komunikací  
enormní nároky na kvalitu montáže a organizaci práce  
stykování prvků, řešení spár  
nižší funkční a dispoziční variabilita



### Dvojitý přístup:

pouze konstruktérská a technologická myšlenka, bez vlivu na dispoziční a objemové řešení ...

nebo:

rozvinutí nových variabilních stavebních typů, nových skladeb a sestav prostorových dílců, tedy i nových estetických návrhů a celkové architektury

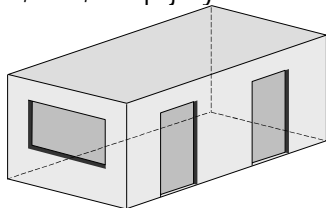


Pokud jde o minimalizaci práce na staveništi, bývá při prostorové prefabrikaci dosahováno maximálních výsledků. (viz. graf) Zkušenosti z praktických realizací vedou k následujícím závěrům: produktivita stavění je, zejména u ocelových a dřevěných prvků, vyšší  
staveništní pracnost je bezkonkurenčně nízká (1/4, 1 hod. na m<sup>2</sup> užit. plochy)  
investiční náklady na železobetonové varianty jsou na mezi efektivnosti

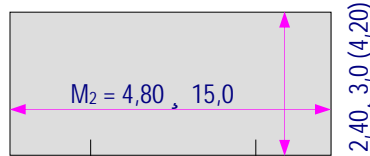
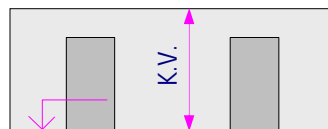
## část A - Konstrukční a skladebné principy

Jednotky **uzavřené** a jednotky **otevřené**.

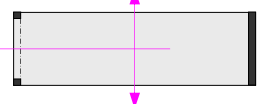
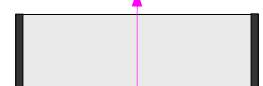
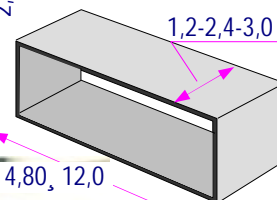
**Uzavřená** prostorová jednotka je založena na principu **uceleného funkčního objemu** – místnosti, skupiny místností, příp. celého bytu; prodejny, skupiny skladů, celého obchodu apod. Prvek je tvořen čtyřmi stěnami, podlahou, příp. stropem (není nezbytný). Provozní funkce je vymezena velikostí provozního prostoru. Rozměry  $M_1$  a  $M_2$  respektují dopravní možnosti a nosnost zdvihacích prostředků (jeřábů). V evropských podmínkách bývá rozměr  $M_1 = 2,40$  až  $3,00$  m, ve Spojených státech až  $4,20$  m.  $M_2 = 4,80$  až  $15,0$  m.



Jednotka představuje **jediný prvek** v daném **stavebním systému**, což umožňuje větší výrobní sérii a produktivnější technologie, vysoký stupeň kompletizace a rychlé tempo výstavby. Na druhé straně jsou takto realizované objekty nepřilíš vzhledné, výrazně utilitární a monotónní.

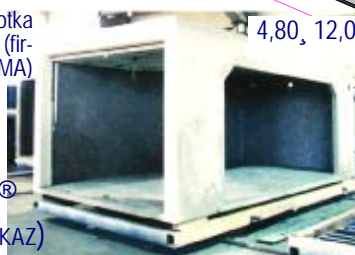


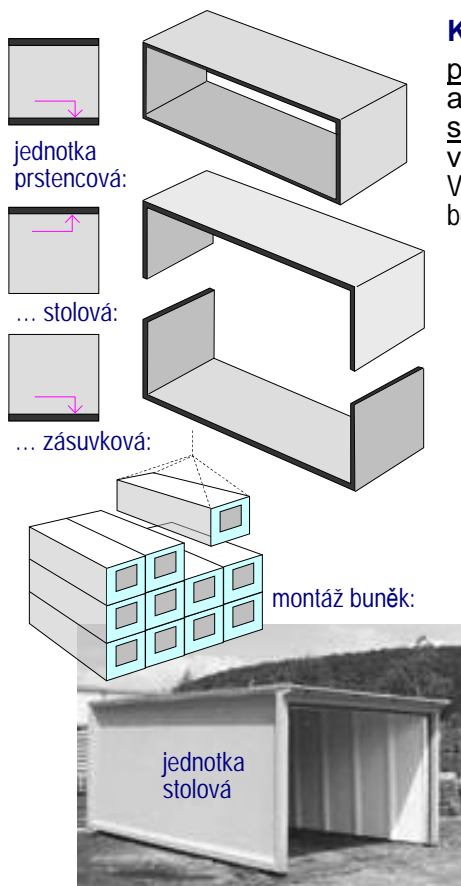
**Otevřená** prostorová jednotka podřizuje geometrii požadavku větších rozponů, tj. **větší dispoziční flexibility** a dopravním omezením. Může být stěnová, sloupová, rámová nebo kombinovaná. V závislosti na užití konstrukci i materiálu je rozpon  $M_1 = 4,80$  až  $12,0$  m. Šířka  $M_2$  se řídí požadavky na transport a manipulaci, koordinačními rozměry stavby (modulací) a skladebností stavebního systému. Nejčastěji  $M_2 = 1,2 - 2,4$  a  $3,0$  m.



→ jednotka uzavřená (firmy KOMA)

jednotka ® otevřená (firmy TEKAZ)

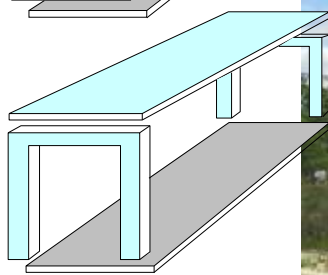
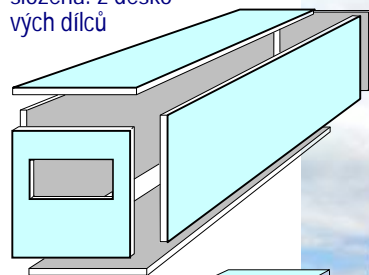




### Konstrukční tvary prostorových jednotek:

prstencový - vede ke zdvojení stropní konstrukce, dobré akustické vlastnosti  
stolový či zásuvkový – odstraňují zdvojení stropů ale stolová varianta omezuje možnosti kompletizace (podlahy)  
 Varianty lze řešit jako stěnové, sloupové nebo kombinované a aplikovat v několika sta-

prostorová jednotka složená z deskových dílců



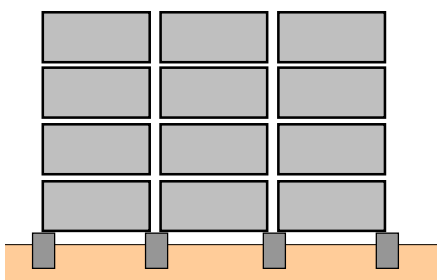
z tyčových rámu a desek:



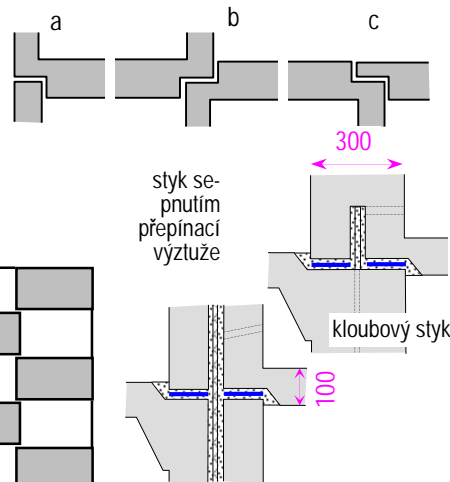
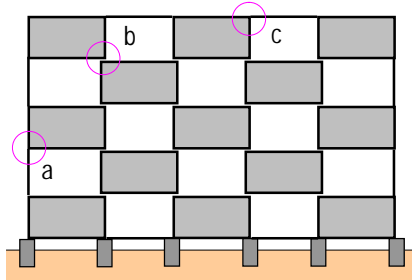
### Prostorové jednotky samonosné

přenáší všechna svislá i vodorovná zatížení bez jiné doplňující konstrukce. Proto jsou ukládány: do sloupců nebo šachovnicovitě – odstranění zdvojených stropů a stěn, omezení míry kompletizace.

sestava: do sloupců



šachovnicovitě

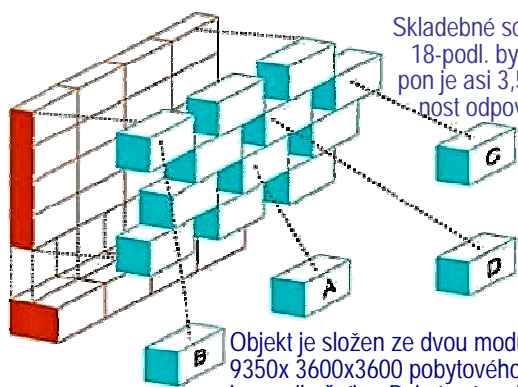




Návrh domova pro seniory, Praha -Strašnice, systémem prostorových prefabrikovaných modulů Koma Comfortline o rozměrech 3600x3600x9350mm

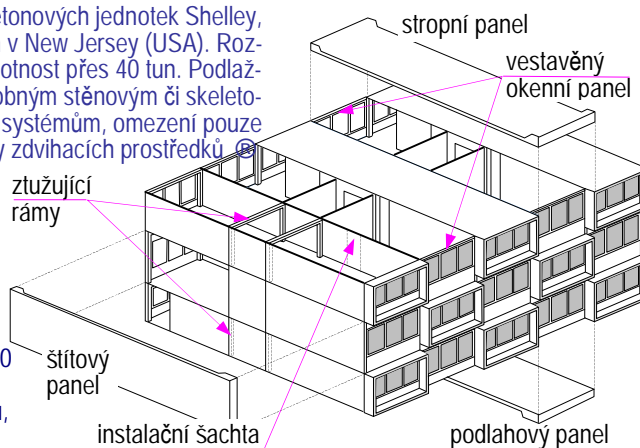


sloupcové, opačně orientované, uložení samonosných jednotek

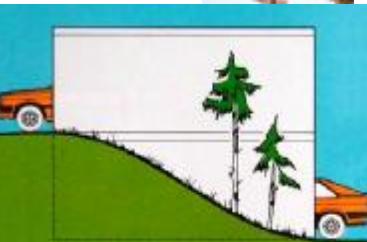


Skladebné schéma betonových jednotek Shelley, 18-podl. bytový dům v New Jersey (USA). Rozpon je asi 3,50 m, hmotnost přes 40 tun. Podlažnost odpovídá podobným stěnovým či skeletovým systémům, omezení pouze limity zdvihacích prostředků

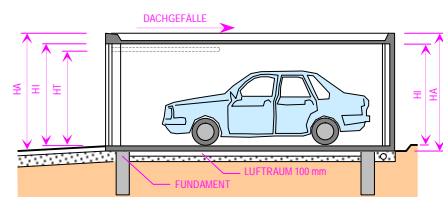
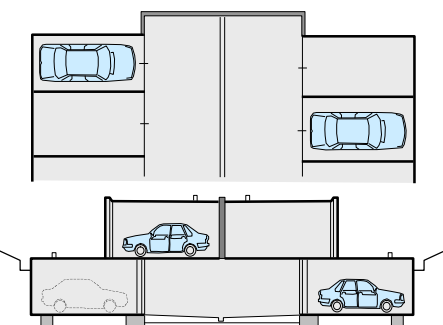
Objekt je složen ze dvou modulů rozm. 9350x 3600x3600 pobytového a ..x3000 komunikačního. Pobytové mají různé dispoziční varianty: pro vozičkáře, ošetřovnu, 1 či 2 obyvatele



Prostorové, železobetonové montované prefa-buňky, systém firmy: Baustoffwerk Weissenböck GmbH Neunkirchen, SRN



Ein Raumelement als Weekendhaus.



Skladebnost samonosných prostorových jednotek je odvislá od tvaru výchozích prvků, od jejich počtu a různosti, od detailu stykování, druhu fasády.

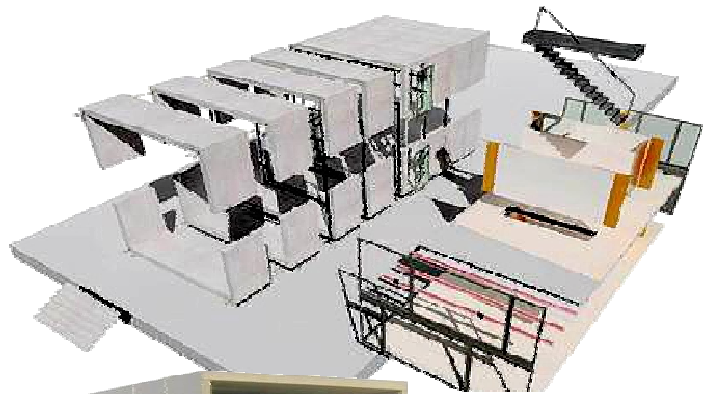


Chování samonosného systému závisí na nosné konstrukci buněk i na jejich montážních stycích, které sestavu stabilizují v podélném směru.

Lze vytvářet nosné systémy:

**stěnové** – příčné nosné stěny, podélný deskový patrový rám

**sloupové** – stabilita zajišťována rámovým účinkem v rozích kloubově spojených buněk, v druhém směru pak účinkuje stropní deska. Vše možno doplnit ztužujícími stěnami či diagonálními rámy kombinované



návrh rodinného domu sestaveného z prostorových jednotek zásuvkových a stolových

ukázka ze soutěže Betonový dům 2004, odměněný návrh arch. M.Holubce a M.Sedláka ©



Jednosměrné skladby vedou k jednotvárným deskovým objektům na nichž se prostorová jednotka výrazově příliš neuplatňuje.



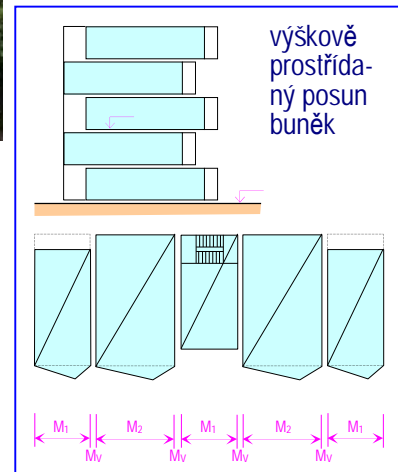
rezidenční jednotky, Eindhoven



systém **Spacebox** Mart de Jong (de Vijf) Nizozemsko

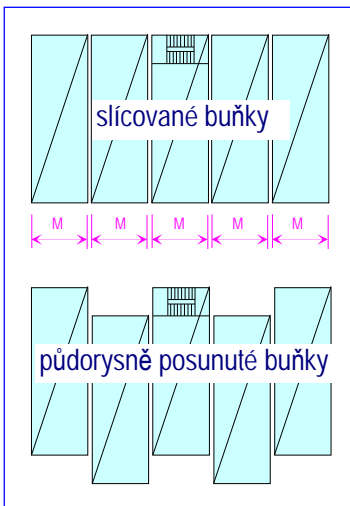
třípodlažní dům ve sloupové, slícované sestavě

Skladebné možnosti samonosných jednotek rozvíjí užití: konzol, střídání velikostí modulů a neortogonálních fasád.



střídání velikostí modulů

rezidenční jednotky Utrecht



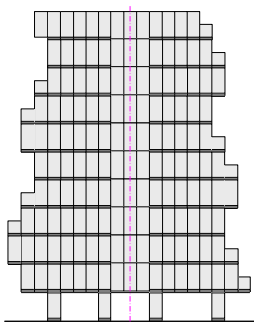
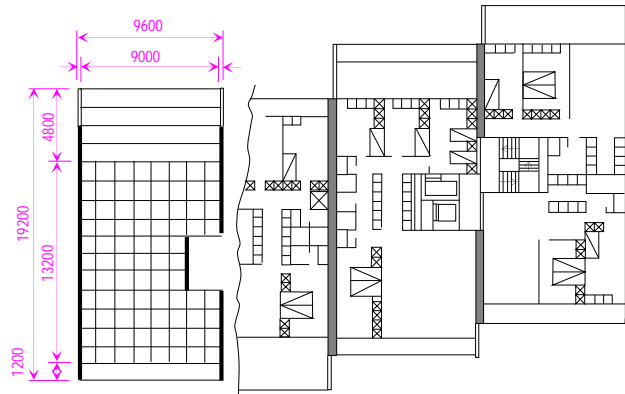
montáž



rezidenční jednotky Hilversum

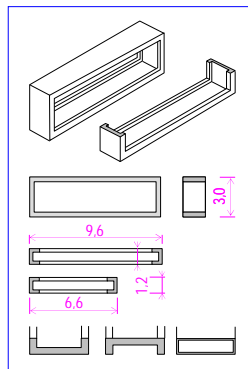
Stadt-Bau-System pro bytovou a občanskou výstavbu (SBS) - aplikace betonových stěnových jednotek 9,6x1,2 m, konzoly do vyložení 3,6 m. (Institut pro industrializované stavby, Spolková republika Německo)

půdorysná skladba a příklad bytové dispozice

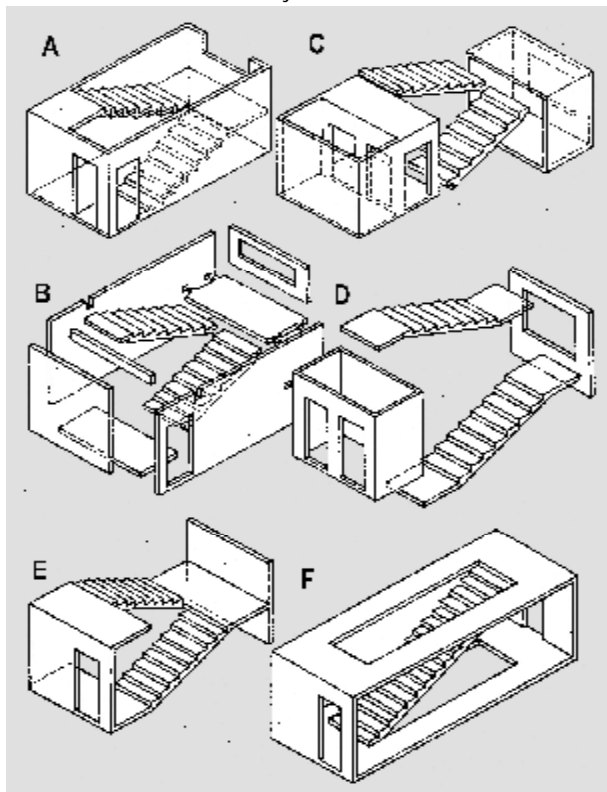


svislý řez

základní řada prostorových prvků



Prostorové jednotky se schodišti: varianty sestav pro jedno a dvouramenná schodiště, s výtahovou šachtou či bez ní.



Interiéry vytvářené otevřenými prstencovými jednotkami



sestava obytného objektu z prefabrikovaných železobetonových prostorových buněk firmy TEKAZ s.r.o., Cheb

montáž



hrubá stavba



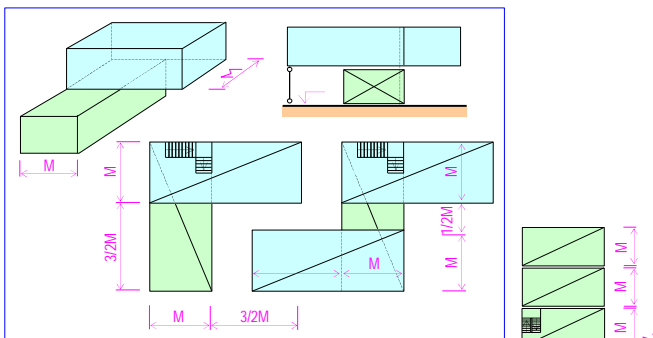
kompletizace



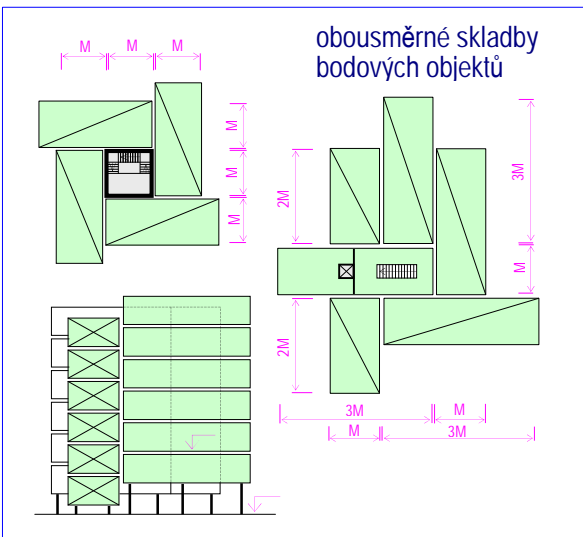
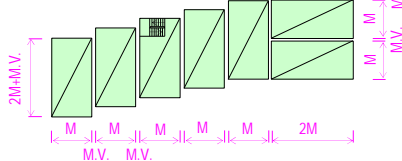
Větší architektonické možnosti poskytují **obousměrné skladby**.

Např. skladby bodových objektů používající dvou velikostí prostorových jednotek. Odvisle od řešení vertikální komunikace lze jednotky v jednom podlaží osadit do stejné výškové úrovně nebo využít spirálového umístění jednotek na výškově upravenou spodní stavbu (rám, zvýšený terén, atd.).

Obousměrné skladbě se přizpůsobuje řešení prostorových jednotek a montážní styky neboť zde dochází ke kombinaci dříve vzpomínaných výpočetních předpokladů.



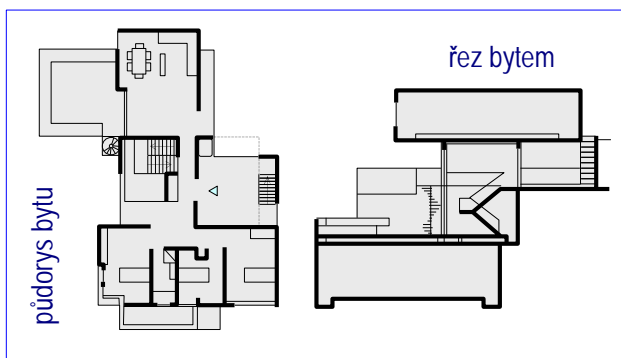
překrývání -  
jednotek  
obousměrné skladby  
deskových objektů ©



Architektonicky nejvýrazněji se obousměrná skladba projevuje za současného překrývání v jednotlivých podlažích. Odpaďají fádňní sloupcovité formy, které jsou nahrazeny **složitějšími organickými objemy** odvislými od funkcí budovy, přestože skladební zákonitost zůstává dále jednoduchá.

Obousměrnou skladbu lze použít rovněž pro deskové objekty přestože lze očekávat, že takový objekt se bude staticky chovat jako dvě nezávislé části.





bytový areál **Habitat**  
Montreal, Kanada  
architekt: Moshe Safdie, 1972

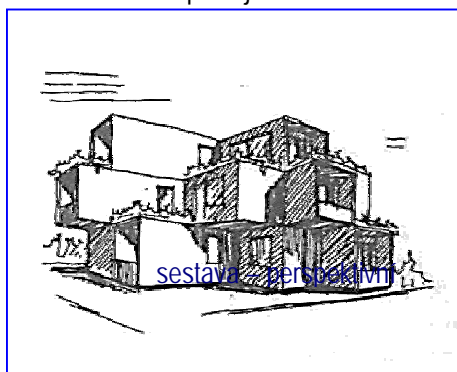


obytný dům **tři koruny**,  
Stiges u Barcelony,  
Španělsko  
Ricardo Bofill  
1969



„kontejnerový dům“ Redondo  
Beach, Los Angeles, California USA,  
Peter DeMaria 2006

Návrh ČVUT – ocelových prostorových jednotek,  
variantně pro bytové domy do tří a šesti podlaží, za-  
loženém na sloupové jednotce v modulaci 3 m.



Trinity Buoy  
Wharf, Conta-  
iner City 2, Doc-  
klands, London,  
Architect: Nicho-  
las Lacey and  
Partners







Národní cena za architekturu v roce 2011



<http://www.archiweb.cz/buildings.php?action=show&id=2978>

Bytový dům s tělocvičnou: autor Petr Burian, spolupráce Jan David a Petr Malinský dostavba proluky č.parc. 362 na nároží ulic Soukenická, Barvířská, Lodecká v severovýchodním kvadrantu Petrského náměstí v Praze.

Koncept návrhu budovy je postaven na principu stavebnice z prostorových jednotek.

Barvířská ulice není na Lodeckou kolmá, do celku vneseno napětí v podobě postupně povysouvaných "krabiček". Co do funkční naplně se jedná o vesměs minimální bytové jednotky kolem 30 m<sup>2</sup>. Sendvičový plášť krytý sklocementovými deskami, pozinkovaná ocel, profilované skleněné tvárnice, dřevěné okenní rámy.



IBA Dock, výstavní a kancelářské prostory v Hamburku, Německo. Budova z ocelových prefabrikovaných modulů stojí na betonovém pontonu 25x43 m a plave na vodě. Její výška se mění spolu s hladinou vody (deně o 3,5metru).



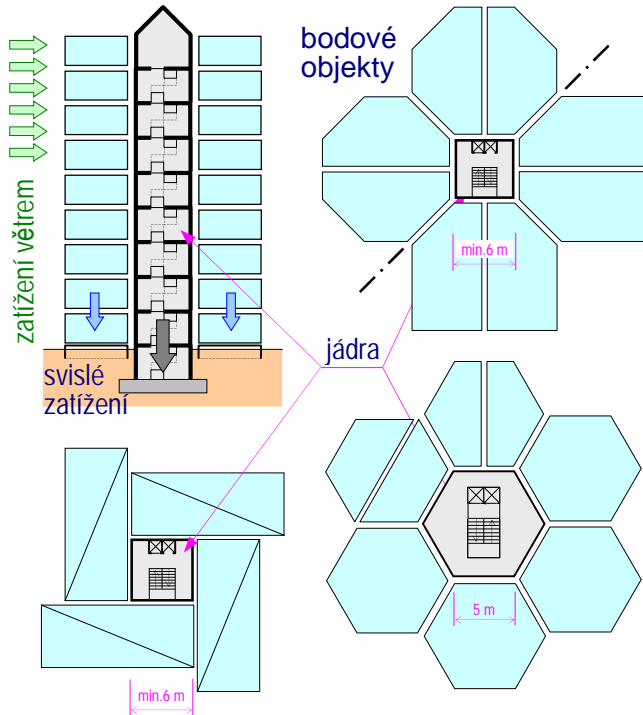
Nízkoenergetický dom na vodě, Peter a Jiří Mandlovi, ateliér Mandl – Living on Water sro, Dunaj, Komárno, Slovensko®

Port Scandium, MgA. Adam Jirkal & MgA. Jerry Koza, realizace 2009-2011, Vltava, Praha, Česká republika



## Prostorové jednotky samonosné kombinované s tuhými jádry

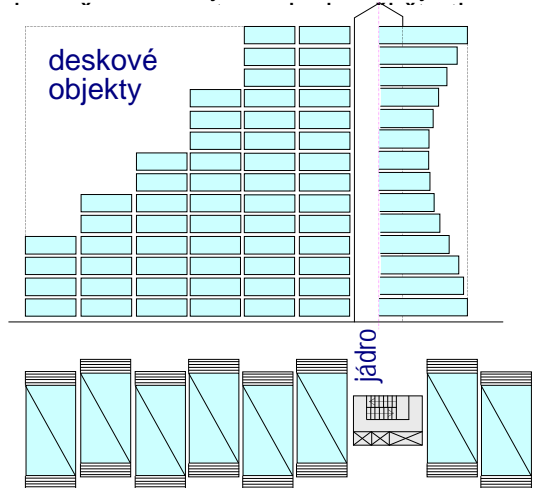
Jednotky přenášejí pouze svislé zatížení, vodorovným silám čelí tuhé jádro! Vzhledem k rozdílnému sedání obou konstrukcí, odlišné technologii i materiálu jsou vzájemně dilatovány vč. případné společné základové desky. Lze použít prostorových jednotek obdélníkových, 6- A 8-úhelníkových. Tyto bývají usazeny: **přímo na:** základy a vstup je řešen v rámci:



## prostorové jednotky či přičleněného oddilovatelného objektu

na jedno nebo vícepodlažní odnož přičleněnou k tuhému jádru

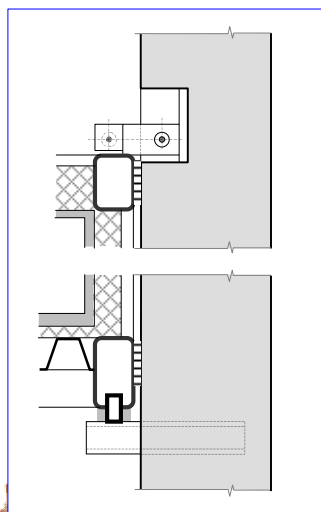
V rámci stejného podlaží lze jednotky rozmístit ve stejné úrovni nebo je vzá-



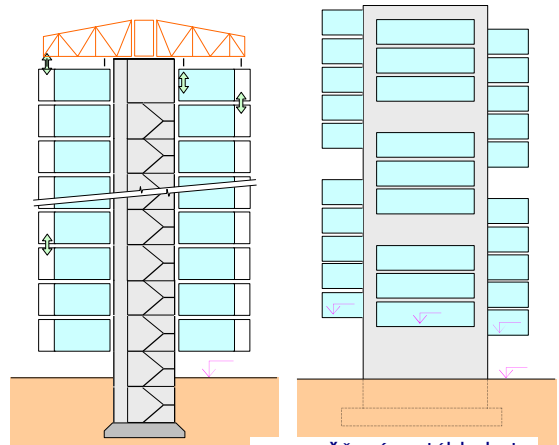
## Prostorové jednotky zavěšené na tuhých jádrech

Zavěsit prostorové jednotky na nosné tuhé jádro, které takto přejímá veškerá svislá i vodorovná zatížení, lze: jejich konzolovitým uchycením na stěny jádra zavěšením pomocí táhel kotvených do nosníku na vrcholu jádra. Konstrukční princip vede k navrhování bodových objektů s možností jejich případného sružování.

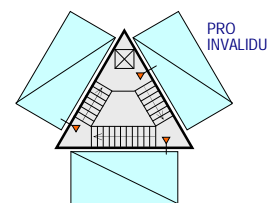
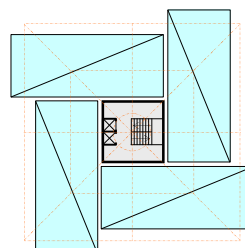
konzolovitě vyložení na tuhém jádře (výškový posun jednotek o třetinu výšky)



detail konzolového závěsu

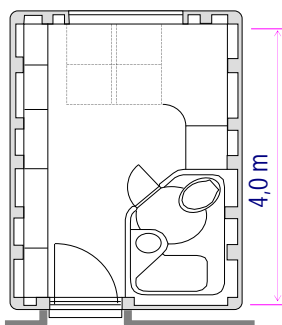
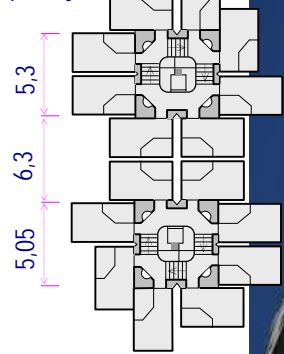


→ zavěšení na táhle kotveném v horním nosníku

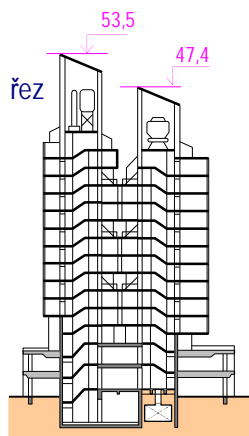


Noriaki Kurokawa : hotel Nakagin - Japonsko, Tokio, Chuoku, 1972

půdorys



prostorová jednotka z plastu



spinká celá rodinka

... a hajdy na kutě!



## část B - Konstrukčně materiálové varianty

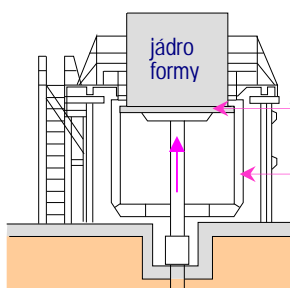
S výjimkou zdících materiálů lze pro danou problematiku akceptovat všechny materiály stavebně inženýrské praxe. Nejrozšířenější ovšem jsou prostorové jednotky **železobetonové**, **ocelové** a jednotky **dřevěné**.

**Železobetonové** prostorové jednotky bývají vzhledem ke své značné hmotnosti (0,75 t.m<sup>-2</sup>) uplatněny především v samonosných stavebách.

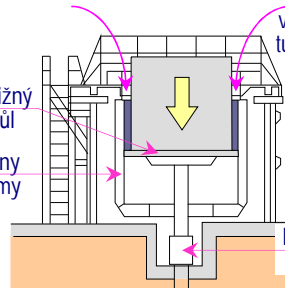
Prostorová jednotka bývá: sestavena z plošných a tyčových dílů, nebo je monolitně odlévána do prostorové formy: Forma sestává z vnějších bočních stěn (např. z plechem pobité překližky), a hydraulicky zdvihaného stolu, na který se umístí ve zdvižené poloze vnitřní forma – jádro. Postupným spouštěním se vkládá výztuž a betonují stěny, nakonec, je-li stůl s jádrem v dolní poloze i stropní deska



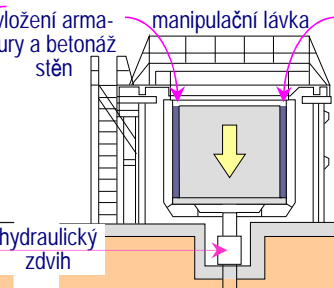
zdvžení jádra formy:



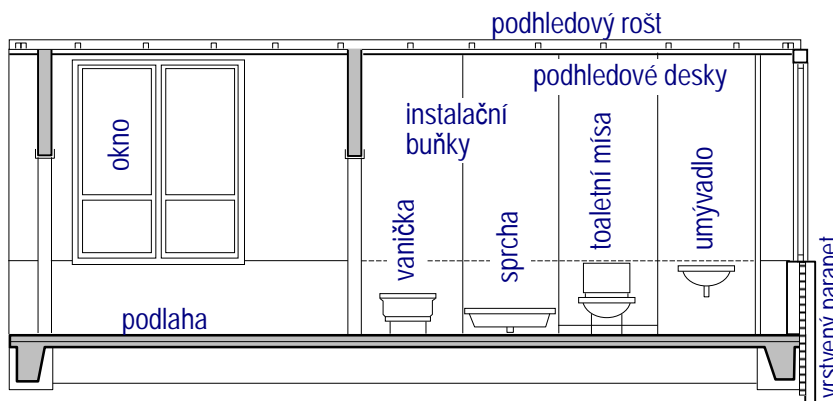
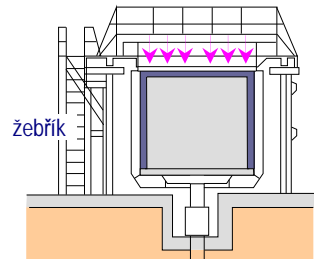
formování stěn při spuštění jádra:



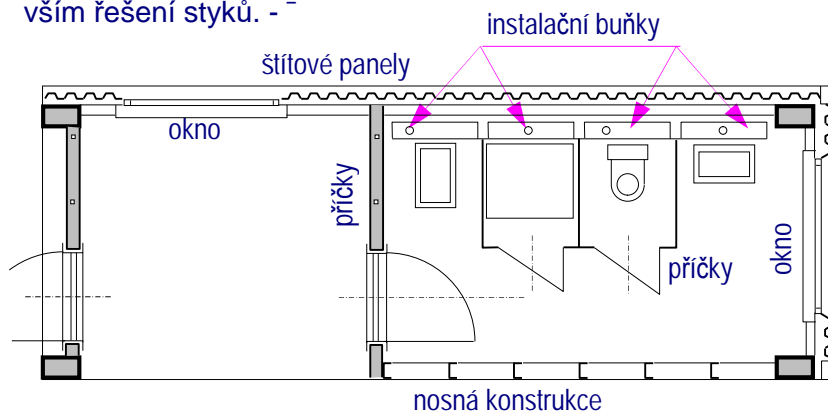
dokončení stěn:



formování stropní desky:



Základním požadavkem na prostorové jednotky je jejich **kompletizace** - vybavení fasádním pláštěm, příčkami, instalacemi, podhledem, podlahou atd. Tomu musí přihlížet především řešení styků. - -

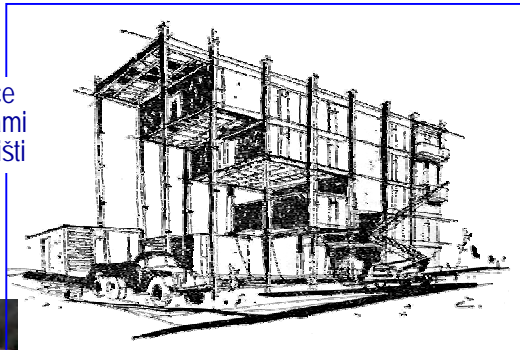




Manipulace s jednotkami na přepravní prostředek



Manipulace s jednotkami na staveništi



Velkoprostorové jednotky zdvihané po prefabrikovaných sloupech, Leningrad, SSSR, 1960

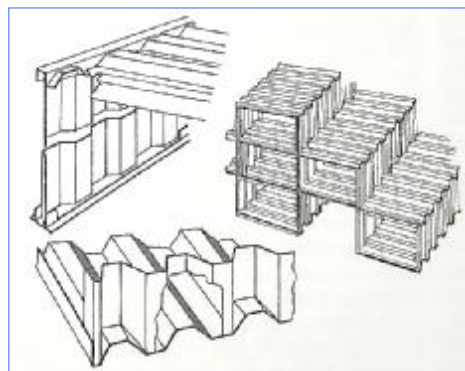


**Ocelové** prostorové jednotky mohou být uplatněny jak: v samonosné variantě tak i v dalších skladebných variantách jako zavěšené nebo v kombinaci se skelety případně vkládané do makrostruktury.

Ocel je pro své technologické a fyzikální vlastnosti vhodná pro průmyslovou sériovou výrobu. Hmotnost buněk je obvykle 0,15 , 0,20 t.m<sup>-2</sup> podlahové plochy.

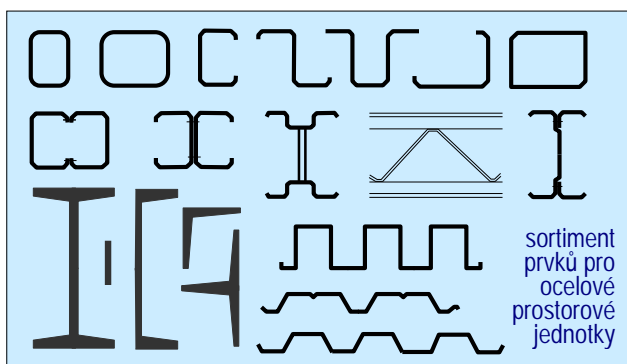
Spojování: svařováním – plamenem, odporové bodové, natupo, elektrickým obloukem; šrouby – třecí vysokoodporové apod. (vysoká pracnost).

Materiál: ocelové tenkostěnné či tlustostěnné profily, trapézové, lomenicové plechy. Za studena tvarované plechy lze v tl. 0,8, 1,5 mm použít pro běžná výpočtová zatížení až do rozpětí 7,2 m. Hlavní problém spočívá v zajištění tuhého rohového styku. Malá hmotnost stropu, akustika a snaha o jednoduché stykování vedou k řešení cestou otevřených prstencových jednotek.



ocelová stěnová jednotka ROCHEZ (1959)  
představa šachovnicovité skladby se promítla do způsobu spojování

dvojitý kontejner (Spolková republika Německo)



profily tvarované za studena

tenkostěnné svařované nosníky

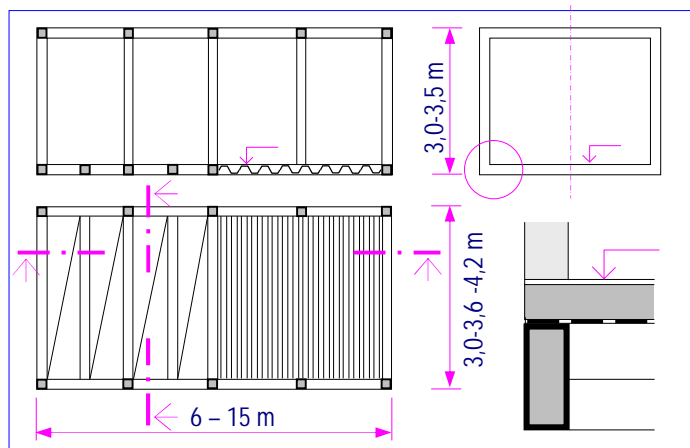
tvarované plechy

profily válcované za tepla

sortiment prvků pro ocelové prostorové jednotky



Sloupková ocelová jednotka vkládaná do nosného skeletu nebo pro nízkopodlažní budovy. Otevřené nebo uzavřené tenkostěnné profily zpracované za studena



Mezi stěnovými a sloupkovými ocelovými prostorovými jednotkami je velký rozdíl ve smyslu konstrukčně statickém a technologickém. Ale ve smyslu funkčním, zejména skladebném a dispozičním bývají kompletizovány tak, že plní funkci jednotek výhradně stěnových.



Kompletizace ocelových prost. jednotek pomocí lehkých anorganických i organických materiálů. Z hlediska požární bezpečnosti je vítanější užití obkladu stěn sádko-kartonové desky (10, 15 mm tl.) nebo desky lisované z minerálních vláken (12, 20 mm tl.)



## Dřevěné prostorové jednotky

Aplikace dřeva v konstrukci prostorových jednotek má několik podstatných předností:

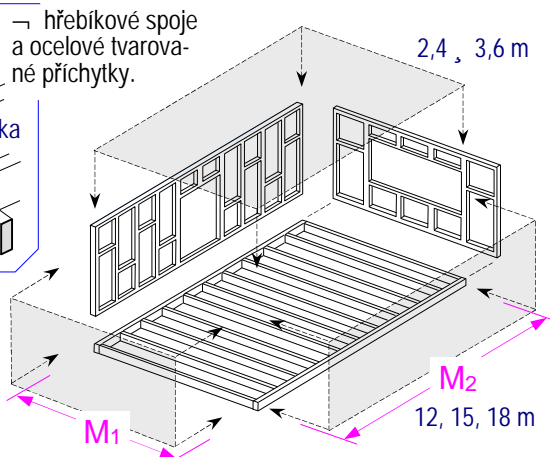
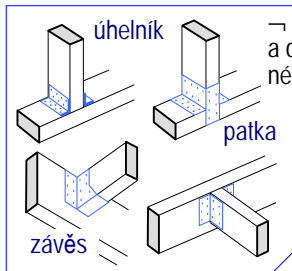
- relativně snadná a ekonomicky efektivní výrobní technologie (vysoká produktivita, nízké náklady a investice)
- flexibilní a lehká konstrukce (0,1 t/m<sup>2</sup>)

- bohaté domácí obnovitelné materiálové zdroje

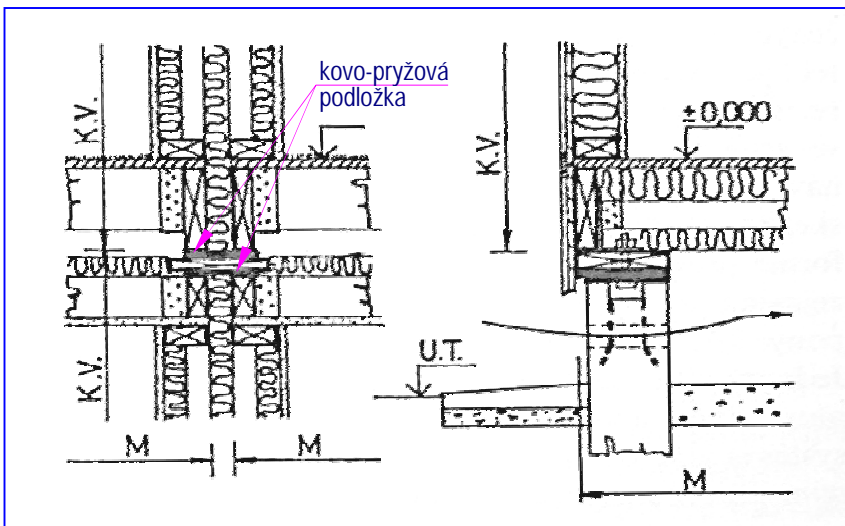
Naopak problémy přináší:

- hořlavost dřeva, ▪ nízká tuhost spojů, ▪ velké přetvoření konstrukcí při zatížení a větším namáhání, ▪ malá rozpětí, ▪ omezená podlažnost objektů. Uplatnění dřevěných prostorových jednotek je v ▪ samonosné variantě pro objekty do 3, 4 podlaží (s ohledem na ustanovení požárních norem) ▪ ve variantě do železobetonových či ocelových skeletů vkládaných jedn.

Vlastnosti materiálu jednoznačně preferují použití konstrukce sloupkových jednotek, které ovšem ve spojitosti s kompletizací získávají funkční a skladné vlastnosti stěnových.



Princip konstrukčního řešení uzavřených dřevěných jednotek – systém Baloon Frame. Unifikovaný sortiment řeziva (50x100 mm sloupky, 5x200 stropy), jednoduché hřebíkové spoje, ocelové tvarované přichytky. Konstrukce otevřených jednotek bývá prstenková na rozpon 7,2 m.



konstrukce nároží



založení spodního rámu



máme řešení...

↑ Montážní styky systému jsou tvořeny vkládaným dřevěným prvkem s pryžovými podložkami. Spoj mezi pláští a žebry může být hřebíkový nebo lepený. K zajištění dobré akustiky jsou nezbytné zdvojené konstrukce.

Použité prameny a doporučená literatura:

- § prof.Ing. Petr Hájek, CSc. a kol. **Konstrukce pozemních staveb 10**  
Nosné konstrukce I, skriptum FSv ČVUT – 2002
- § D.Neumann, U.Weinbrenner, U.Hestermann, L.Rogen: **Stavební konstrukce I**,  
nakladatelství JAGA Bratislava 2005, 33.vydání
- § Ing.Jan Kalousek, CSc, Ing.Karel Lorenz, CSc. **Konstrukční systémy II**  
FA ČVUT, 1981
- § Kolektiv katedry pozemního stavitelství **KONSTRUKCE  
POZEMNÍCH STAVEB** pro II.ročník, FSv ČVUT, 1970
- § [http://prefabrikovana-vystavba.fsv.cvut.cz/index.php?view=  
=systemy-z-prostorovych-jednotek](http://prefabrikovana-vystavba.fsv.cvut.cz/index.php?view=systemy-z-prostorovych-jednotek)
- § STÚ Praha **NAVRHOVÁNÍ A VÝPOČET KOMBINOVANÝCH  
PANELOVÝCH A SKELETOVÝCH STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ**  
TSm, publikace č.1503/1985

Fotografie a jiná grafika:

- § katalogové podklady a webové stránky řady domácích a zahraničních firem ...
- § časopisy **Stavba** a **Materiály pro stavbu**, Springer Media CZ, 1998-2007



základní teze této přednášky jsou ke stažení na webových stránkách ústavu Stavitelství I na adrese:  
[http //: 15123.fa.cvut.cz](http://15123.fa.cvut.cz)

