
POZEMNÍ STAVITELSTVÍ II

KONSTRUKČNÍ SYSTÉMY PODLAŽNÍCH BUDOV STAVBY SLOUPOVÉ (kostrové, skelety) MONTOVANÉ

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

Ing. Vladimír Jirka, Ph.D.

poslední aktualizace: rok 2016

KONSTRUKČNÍ SYSTÉMY PODLAŽNÍCH BUDOV



stavby sloupové (nebo-li kostrové, či skeletové)

dělení: 1. se zděnými pilíři a žebrovými stropy

2. železobetonové

2.1. monolitické

2.2. montované z prefabrikátů

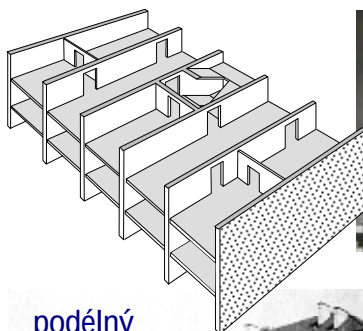
3. ocelové

4. dřevěné

Rozdělení podlažních konstrukčních systémů: (*opakování předchozích přednášek*)

stěnové ortogonální či neortogonální, užití pro deskové nebo centrální „bodové“ objekty

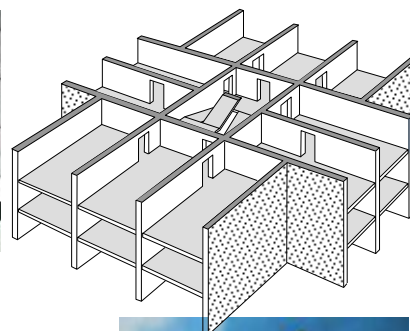
- podélný (stavby občanské, výrobní, variabilnější dispozice, 2, 3 a více traktů, málo podlaží)
- příčný (stavby bytové (akustika), pravidelné či prostrádané rozpory cca 5 m, 25-podlažní)
- obousměrný (stavby bytové, vícepodlažní až výškové; rozpory jako u příčného systému)



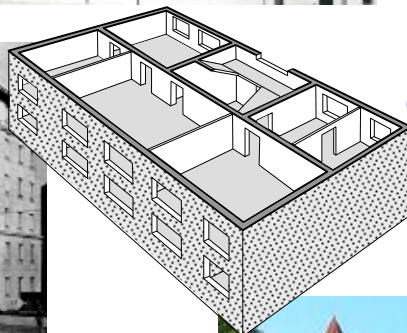
podélný



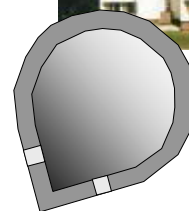
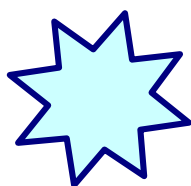
- příčný



obousměrný



NEORTOGONÁLNÍ



deska
stěna

deska
stěny vylehčené klenbou

deska
nosníky (překlady)
RÁMY:
zděný pilíř
betonový sloup

technicko-historický vývoj od stěn ke sloupům

jednosměrně -
obousměrně

Cesta od systémů stěnových ke kostrovým (sloupovým) byla vedena snahou o zvětšení užitého prostoru, o zvýšení jeho provozní variability dělením pouze nenosnými, snáze odstranitelnými, konstrukcemi. To bylo podmíněno technickým rozvojem horizontálních nosných prvků: kleneb, nosníků, deskových či prutových.

PODEPŘENÍ STROPNÍCH DESEK

konstrukce desková

rámová - jednosměrná

rámová obousměrná

s průvlaky viditelnými - skrytými

druh stělehy	průvlakový	hlavicový	deskový

technologie monolitická

Stropní panely kladené	průvlaky: tyčové		plošné
	vřechem		
na přírůby			

technologie montovaná

2.1. montované z prefabrikovaných dílců

průvlak
deskový

sloup

krakorec

3,0 , 4,8 m

4,5 , 7,2 m

cca 7,20 m

stropní
panely

LEHKÝ SKELET

pro provozy s menšími nároky na únosnost a rozpon stropních konstrukcí. Konstantní tloušťka desky. Styky průvlaků situovány do míst malých ohybových momentů tj. asi do čtvrtiny rozpětí průvlaku. Stropní panely ukládány pomocí ozubu na boční straně průvlaku. Moduly ve směru kolmém k ráám ovlivňuje druh stropních dílců – lze je zvětšit předpětím.

Skelety s plochým průvlakem zapuštěným v tloušťce stropu bývaly nejrozšířenější soustavou rovného podhledu uplatňující se především v občanských stavbách. V bytové výstavbě na sídlišti v Brně-Lesné. Prostorné skladebné buňky 6,0x7,2 m umožňovaly jednotnou výšku příček. Podle návrhu **KPO Brno** realizovaly

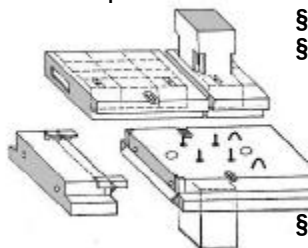
Montované a
Pozemní
stavby Brno.

Skelet **Konstruktiva Praha** -

Samostatnou skupinou řady vyvíjené zmíněným podnikem byla i soustava s plochým průvlakem, jeho keramická varianta. Příčný rám sestával ze železobetonových sloupů 400x400 mm a 400x600 mm a plochých keramických průvlaků rozpětí 6,0 a 7,2 m na zatížení 7,5 kN.m⁻² ukládaných též v podélném směru.

Konstrukční soustava montovaného skeletu se skrytými průvlaky **MS-OB.**

Návrh zpracoval VVÚ Pozemního stavitelství v Ostravě roku 1973

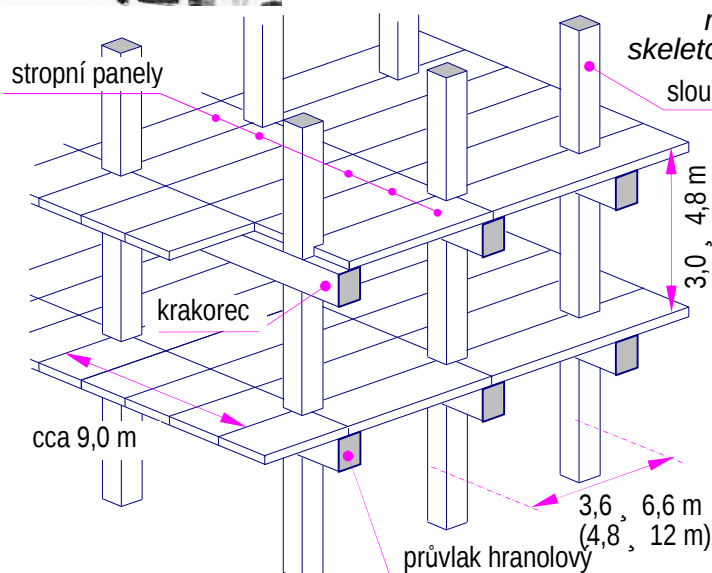
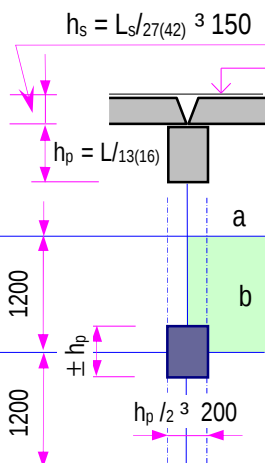


- § dispoziční uspořádání příčné i podélné
- § základní koordinační rozměry:
- § konstrukční výšky: 3,300 a 3,600 m
- § rozpory (moduly) ve směru rámy:
1,20 - 3,60 - 4,80 – 6,00 – 7,20 m
- § mezi rámy: 2,4 – 3,6 – 4,8 – 6,0 – 7,2 m
- § hlavice 1,200 x 1,200 pro M1 = 4,800 m
- § únosnost dílců stropní roviny: 3,0 kN.m⁻² a 5,0 kN.m⁻²

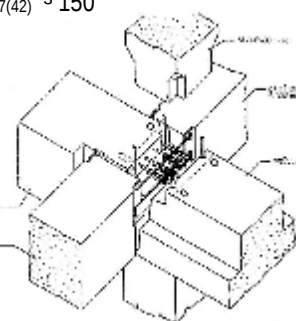
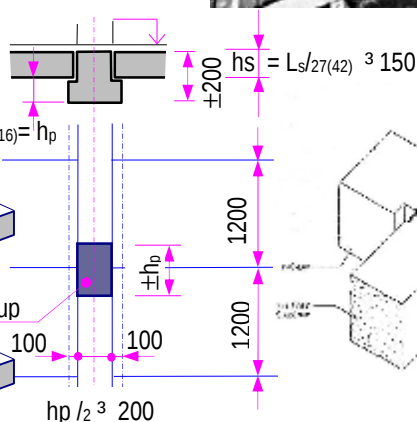
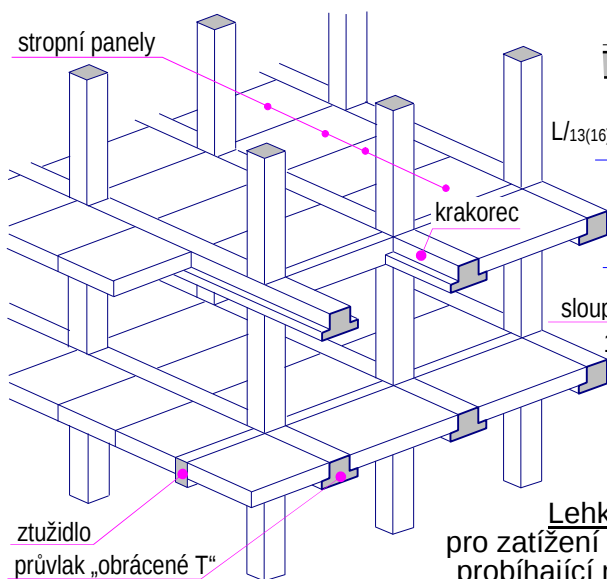
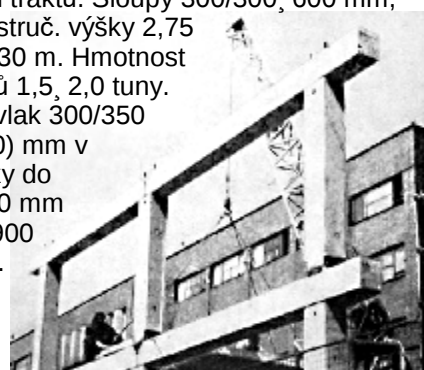




STŘEDNÍ SKELET – pro provozy s vyššími nároky na únosnost a rozpon stropních konstrukcí (rozteč sloupů). Soustava sloupů a průvlaků vystupujících (díky své výšce) z podhledu stropní desky. Ke zvýšení ohybové tuhosti ve směru kolmém na rámy se v krajních či koncových polohách vkládají ztužidla. Krakorec obvykle jen ve směru rámu, obousměrný systém málo reálný pro obtížné řešení styku sloupu s podélným a příčným průvlakem současně.



Patrové rámy vzdáleny osově 3,60 m, s char. konzolami krajních traktů. Sloupy 300/300, 600 mm, konstruč. výšky 2,75 a 3,30 m. Hmotnost dílců 1,5, 2,0 tuny. Průvlak 300/350 (400) mm v délky do 6300 mm po 900 mm.



Lehké skelety Konstruktiva pro zatížení do 7,5 kN.m⁻². Průvlak probíhající nad sloupy se stykoval v polích a vytvářel spojitý rám o 3 traktech 6+6+6 nebo 6+3+6 m. Využívaly se pro bytové domy, správní, školní i zdravotnické objekty ap.

Konstrukční soustava S 1.2 STÚ.

Rámy rozponu 3, 6 a 7,2 m smontované z jednopodlažních sloupů a tyčových průvlaků profilu ^ výšky 450 mm, stykovaných nad podporami. Vzdálenost rámu 2,4, 12,0 m. Užité zatížení 4, 30 kN.m⁻². Stropní panely Spiroll.

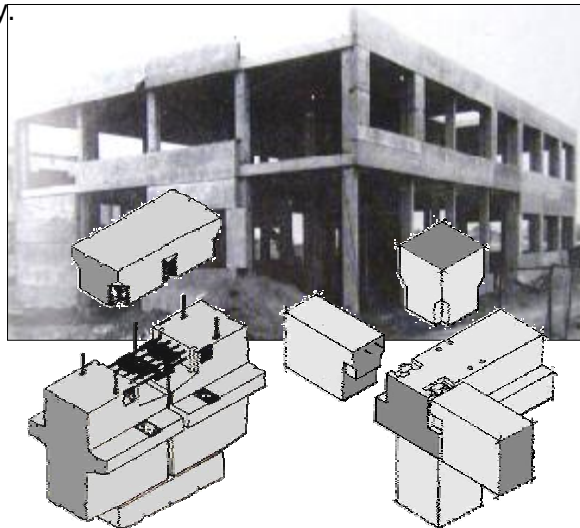
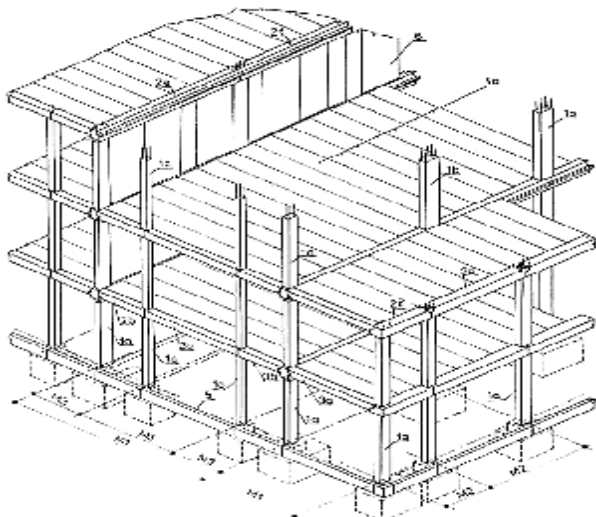


smontovaná konstrukce skeletu S 1.2 STÚ



TĚŽKÝ SKELET – pro objekty se zvláštními požadavky na únosnost stropních konstrukcí a velkoprostorovými nároky – průmyslové objekty, obchodní domy, sportovní zařízení apod. Užívají se často do dvojic sdružené předpjaté průvlaky, předpjaté stropní panely zesílené žebry, tvarované sloupky větších profilů. Rozpony činí 12 až 15 m, konstrukční výšky k 6,0 m nejsou výjimkou. Pro omezení počtu montovaných prvků lze užít sloupky přes více podlaží aniž by bylo nutno přerušovat, v křížení s nimi, průvlaky. Rozhodujícím limitem délky je pak hmotnost prvků daná montážními prostředky.

Unifikovaná stavební soustava montovaných skeletů konstrukce III. kategorie S 1.3 byla sloupová, montovaná z tyčových a plošných železobetonových dílců. Rámy smontované z jedno-podlažních sloupů a tyčových průvlaků výšky 600 nebo 900 mm, stykovaných nad

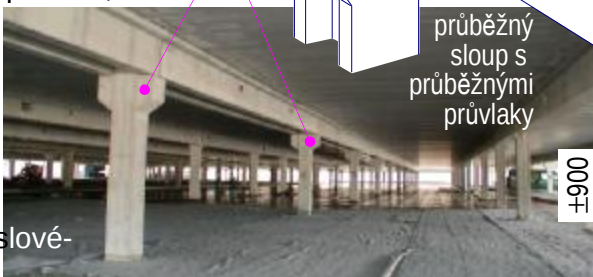
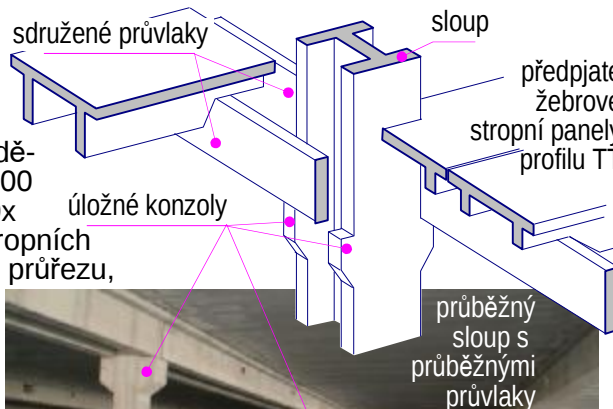


Na průběžné příruby průvlaků byla uložena stropní konstrukce z předpjatých panelů Spiroll nebo žebrových panelů profilu TT. Pro užitná zatížení od 2,5 do 30 kN.m⁻². Soustava byla určena především pro výstavbu průmyslových, případně občanských a zemědělských staveb.

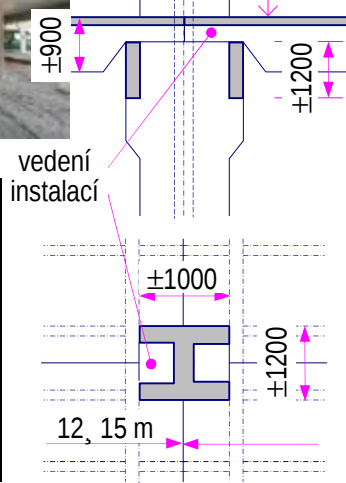
Systém INTEGRO

byl určený pro výstavbu občanských a průmyslových budov s užitným zatížením 5 až 25 kN.m⁻². Nosný systém sestával z dělených H sloupů 1200x1200 mm nebo průběžných 600x600 mm a zdvojených stropních nosníků lichoběžníkového průřezu, výšky 600, 750 mm. Rozpony nosníků (průvlaků) dosahovaly 6,0 až 13,2 m a stropních panelů od 7,2 do 18,0 m (u střešní konstrukce do 24 m).

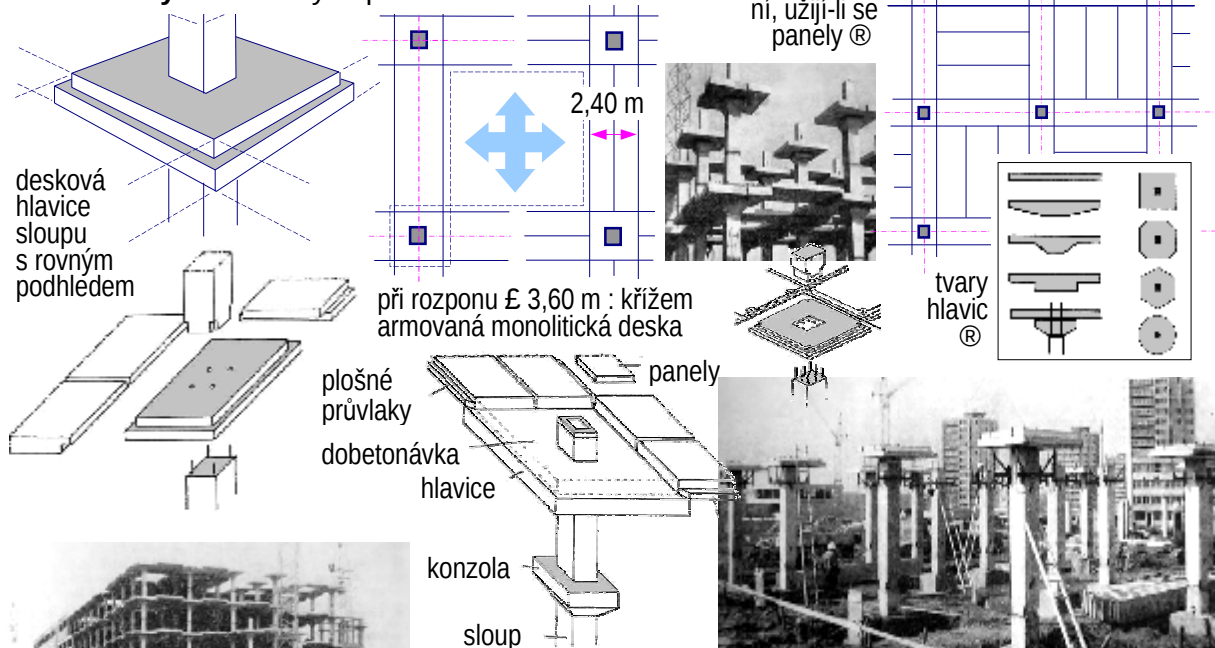
Využití skeletu INTEGRO při výstavbě budov průmyslového a občanského využití:



funkce	%
obchodní domy a služby	24
kulturní zařízení, školy a administrativa	17
rekreační a dopravní zařízení	7
sklady	8
průmysl a zemědělství	44



řešení polí při použití **obousměrně montovaných** deskových průvlaků:



Skelety, kde je strop sestaven pouze z hlavice, mají malé rozteče sloupů - hmotnost hlavice je příliš velká. V praxi mezi nimi bývá uložen jeden nebo více stropních panelů. Hlavice jsou plnými deskami, neboť při malé tloušťce do sloupu přenáší zatížení z celých stropních polí. (1962 – G 62 6,0x 7,2 m (VÚPS Gottwaldov); MS 69 6,0x7,2 m (PS Plzeň); MS 71 7,2x7,2 (PS Č. Budějovice))

Konstrukční soustava SKELETSYSTEM GOLD BECK

Její podstatou je montovaný systém podkladní prefabrikované desky, který využívá subtilní železobetonové prvky o tloušťce 200 mm. Konstrukce je založena na monolitických patkách. Základová deska je prefabrikovaná. Pro desku i stropy se využívají předpjaté dutinové dílce Spiroll, uložené na železobetonových průvlacích o tl. 200 mm a výšce 500 mm. Systém lze doplnit o balkóny a schodiště. Jeho prvky lze kombinovat a konstrukci doplňovat podle požadavků na rozvoj objektu při užití.



Lenký železobetonový skelet do 4 NP pro bytovou a občanskou výstavbu

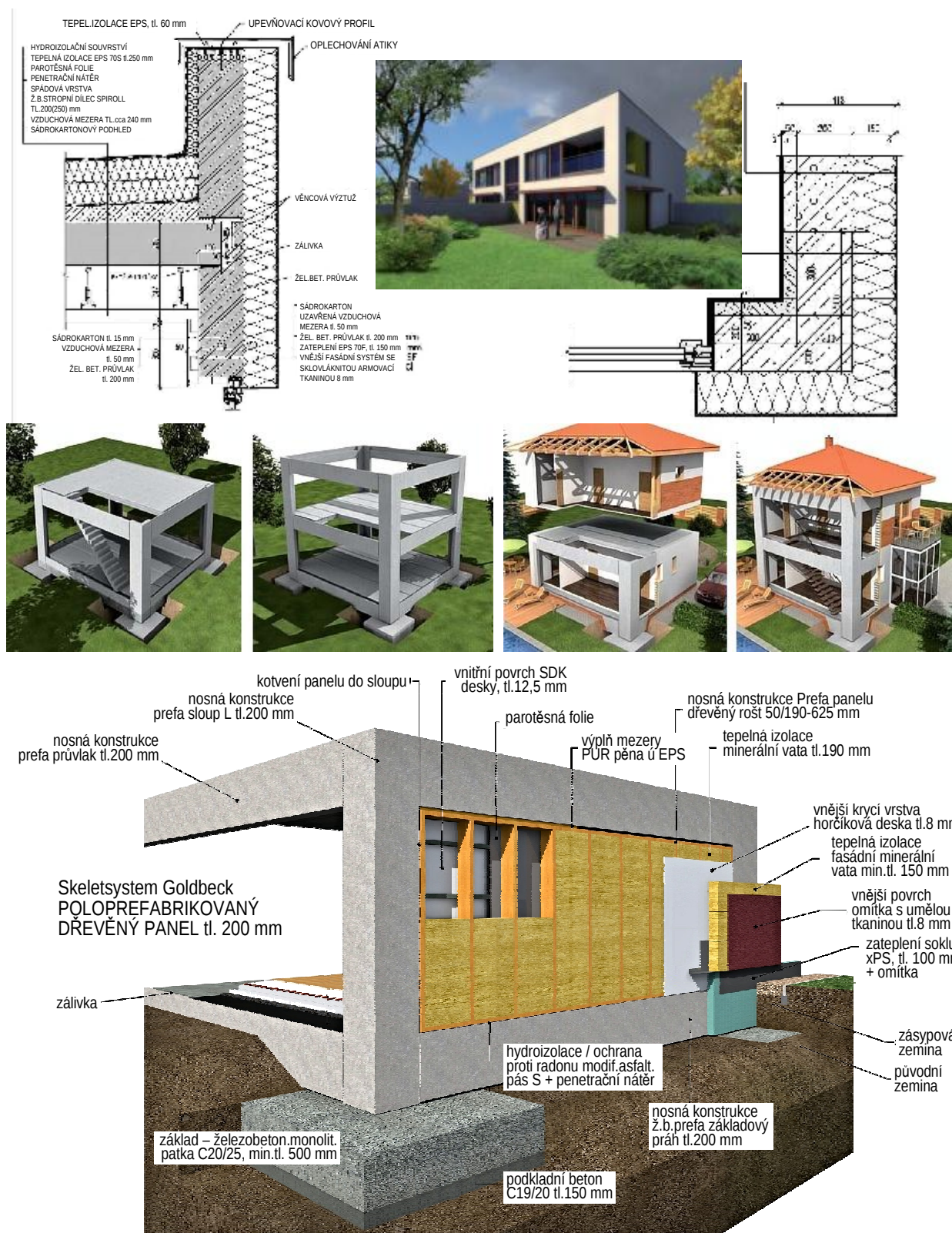
průběžné sloupy (max. délka 12 m): průřez MINI L 500x500 mm, T 800x500 mm, průřez MAXI L 800x800 mm, T 800x500 mm (T 1400x800 mm)

průvlaky o průřezu 200x500 mm (max. délka 6,0 m) ztužidla o průřezu 200x500 mm (max. délka 7,0 m)

stropní a základové panely: Spiroll tl. 200 mm (max. délka 7 m) modul. šířka 1200 mm (řezný plán 320, 500, 700, 880, 1080 mm) Spiroll tl. 250 mm (max. délka 8,4 m) modul. šířka 1200 mm (řez. plán 380, 600, 820, 1050 mm)

schodiště železobetonové: přímé (ve směru panelů) max. 18 stupňů, délka max. 5,5 m točité nebo tvaru U o max. šířce schod. prostoru 2,40 m

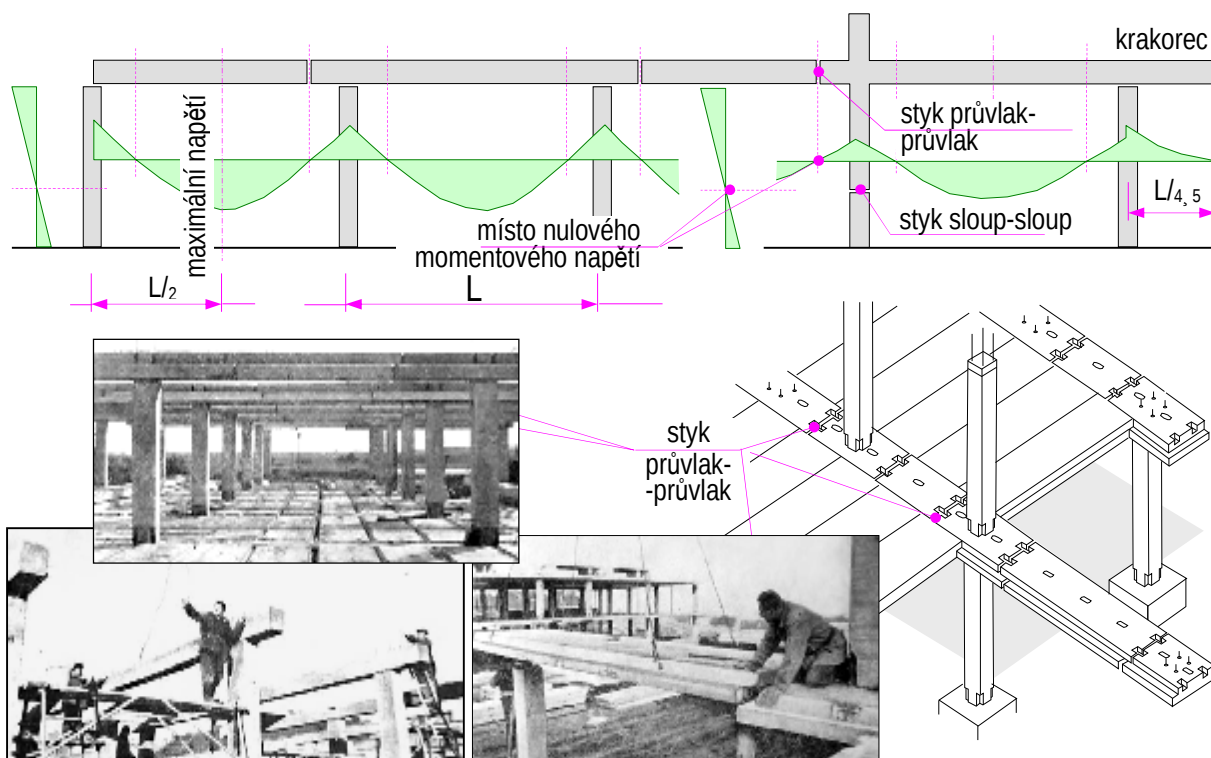




Kombinací dřevěné výplňové konstrukce a montovaného žel. beton. skeletu se dosahuje výhod obou technologií současně. Dřevo pláště zajišťuje izolační vlastnosti stavby, určuje její vzhled a uplatňuje svou lehkost a funkčnost. Subtilní žel. beton. skelet eliminuje omezenou životnost dřeva v namáhaných místech konstrukce a dává stavbě maximální flexibilitu v řešení fasády i vnitřní dispozice. Životnost stavby se tak prodlouží a je pak srovnatelná se zděnými stavbami. Velkou výhodou kompozitní stavby oproti klasické dřevostavbě je i její vyšší požární odolnost.

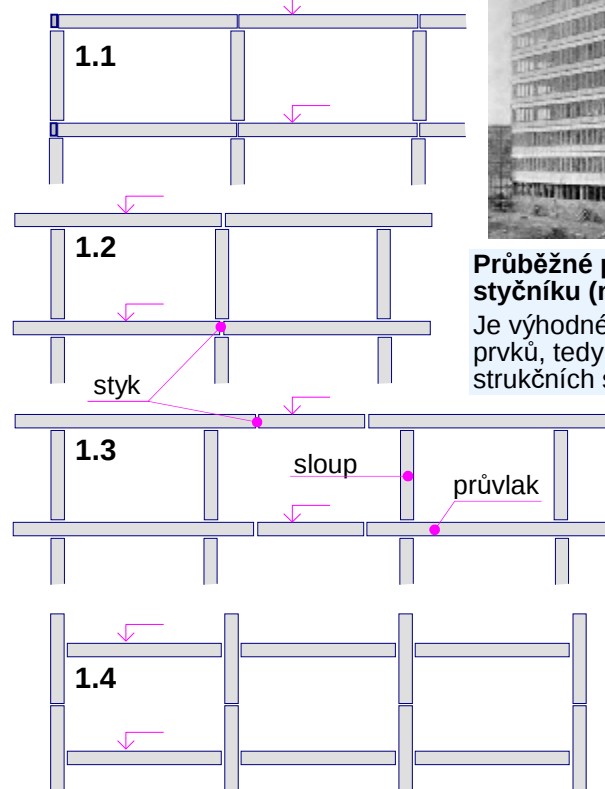
ŘEŠENÍ STYKŮ MEZI PRVKY ŽELEZOBETONOVÝCH PREFABRIKOVANÝCH SLOUPOVÝCH KONSTRUKCÍ průběh napětí ve spojitých rámech:

- v místech jeho nulové hodnoty je nejvhodnější poloha pro stykování průvlaků nebo sloupů;
- uprostřed rozpětí nebo na styku sloup-průvlak je naopak vhodná nejméně.



SKLADEBNÉ SESTAVY nosných rámp montovaných železobetonových sloupových staveb (vybrané příklady)

1. rámy z tyčových prvků



sestava 1.1



rám 1.2

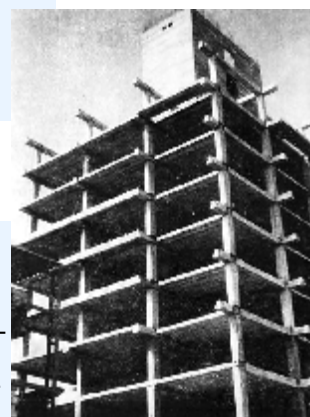


Průběžné průvlaky stykovány v místě styčnicku (nad podporou).

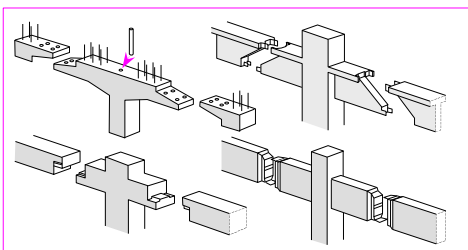
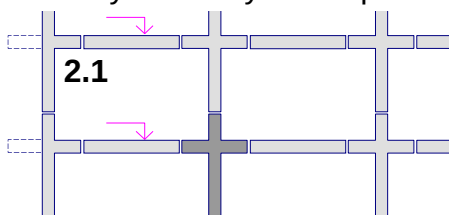
Je výhodné pro menší četnost délek prvků, tedy v univerzálnějších konstrukčních soustavách (1.1, 1.2).

Průběžné průvlaky stykovány v polích mezi podporami.

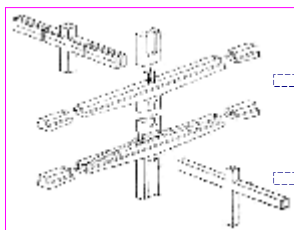
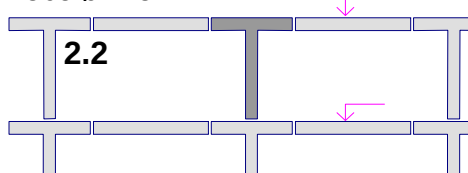
Tato varianta má jednodušší vzájemný styk průvlaků, tuhý spoj průvlaků se sloupem a užití nalézá při návrhu specializovaných konstrukčních soustav pro menší zatížení (1.3, 1.4).



2. rámy z křížových a T-prvků



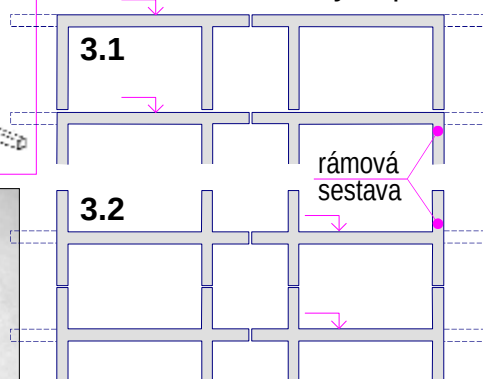
Rámové dílce jsou konstrukčně vylehčenými stěnovými panely. Jde o kombinované prvky sestávající z částí sloupů a průvlaků jejichž vzájemné propojení je tuhé a montážní styky jsou situovány do polí mezi rámovými stojinami nebo příčlemi.



rámové průčelní prvky na výškovém domě v Londýně, VB

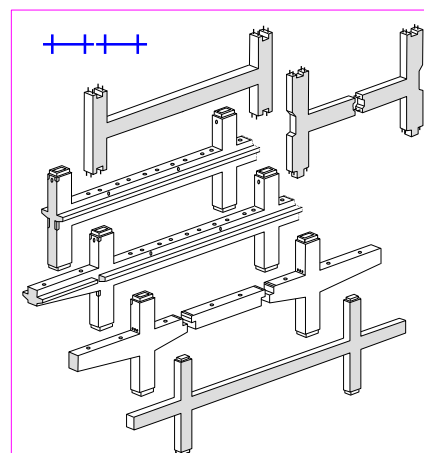


3. rámy z půlrámových a H-rámových prvků



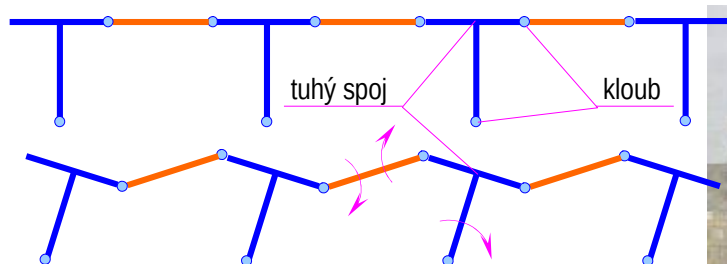
3.2

rámová sestava



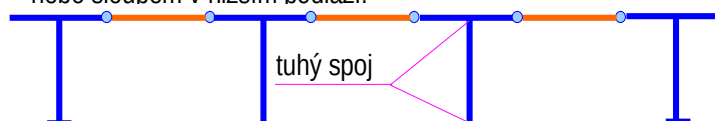
Tuhé a kloubové spojení prvků v rámech

Rámová konstrukce nemusí mít veškeré styčníky prvků, z nichž sestává, dokonale tuhé. Může mít vhodně umístěné klouby či poloklouby a přitom splňovat požadavek únosnosti i tuhosti. U montovaného rámu tedy není nezbytné vyžadovat aby působil naprosto stejně jako shodný rám monolitický. Naopak vhodně situovanými kloubovými spoji (event. polokloubovými) lze dosáhnout příznivějšího rozdělení namáhání podél jednotlivých prutů.

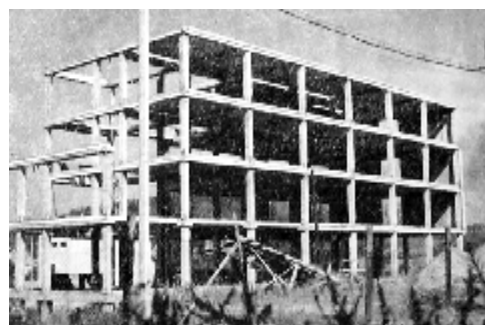
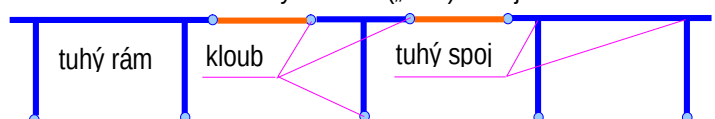


Rámová konstrukce vyžaduje správnou volbu tuhých či kloubových spojení jednotlivých prvků: stojin a příčlí. - Příklad nesprávného umístění kloubových spojení, konstrukce staticky neurčitá – umožňuje deformování tvaru.

Lépe: ztužení rámu pomocí tuhého spojení se základem nebo sloupem v nižším podlaží:



Ztužení rámu užitím tuhých rámu („koz“) v krajních traktech:



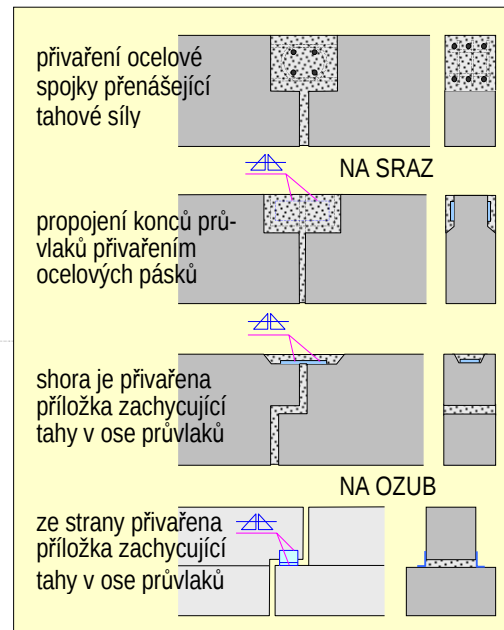
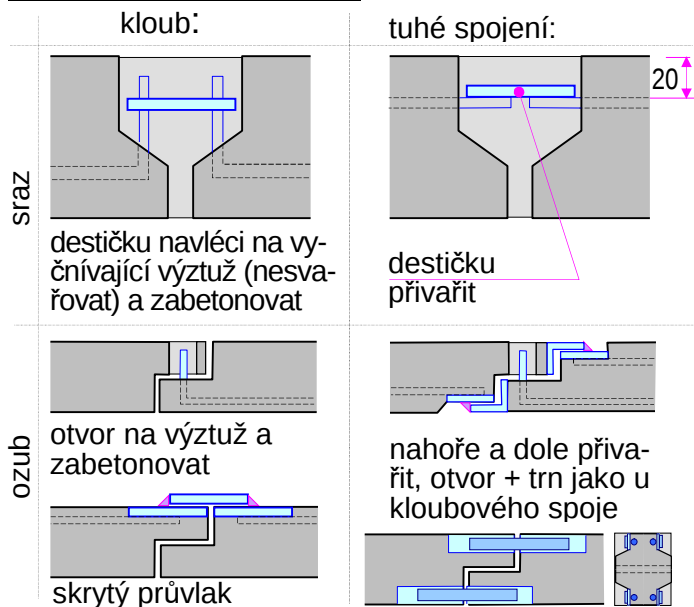
Spojování prvků rámu

spoje: dle tuhosti: tuhé
kloubové
dle tvaru: na sraz
na ozub

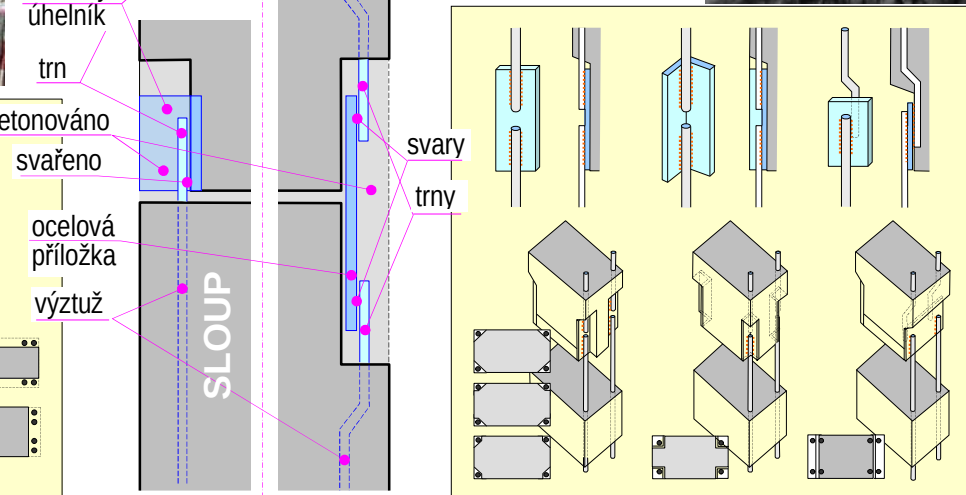
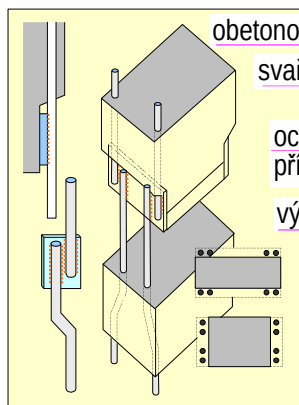
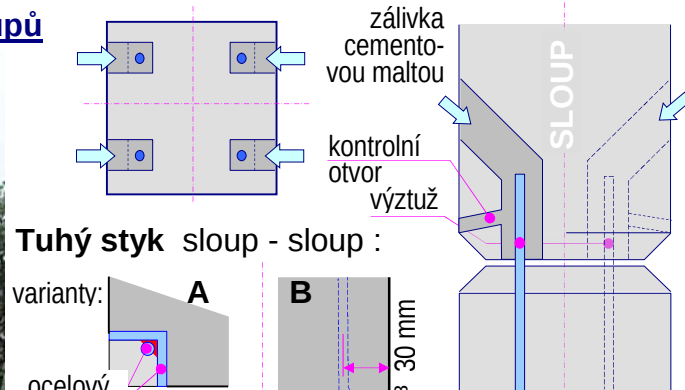


upřednostňují se spoje kloubové (netřeba svařování - levnější); kloub lze použít tam, kde se stýkají prvky rámové, které jsou už vedle tuhé - nelze použít vždy

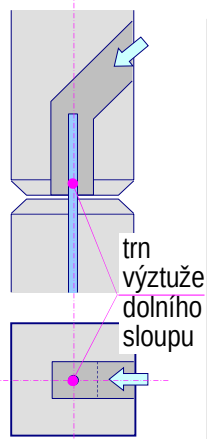
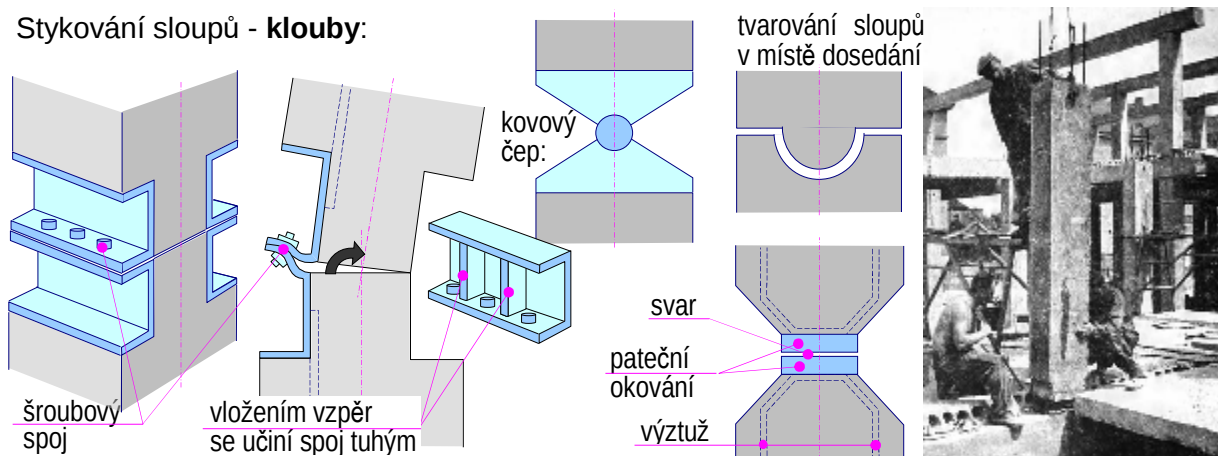
Styk průvlak - průvlak :



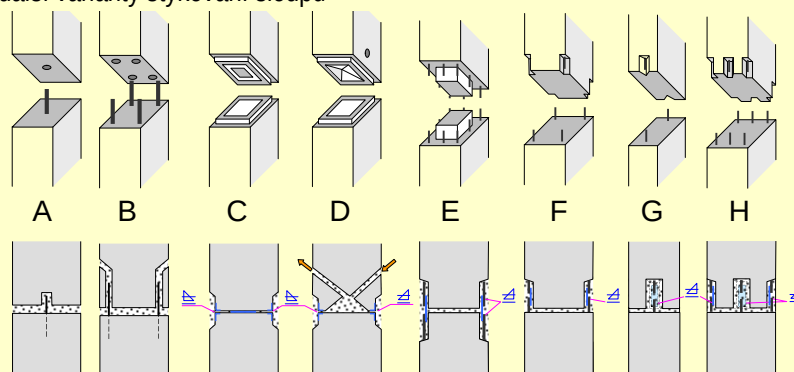
Stykování sloupů



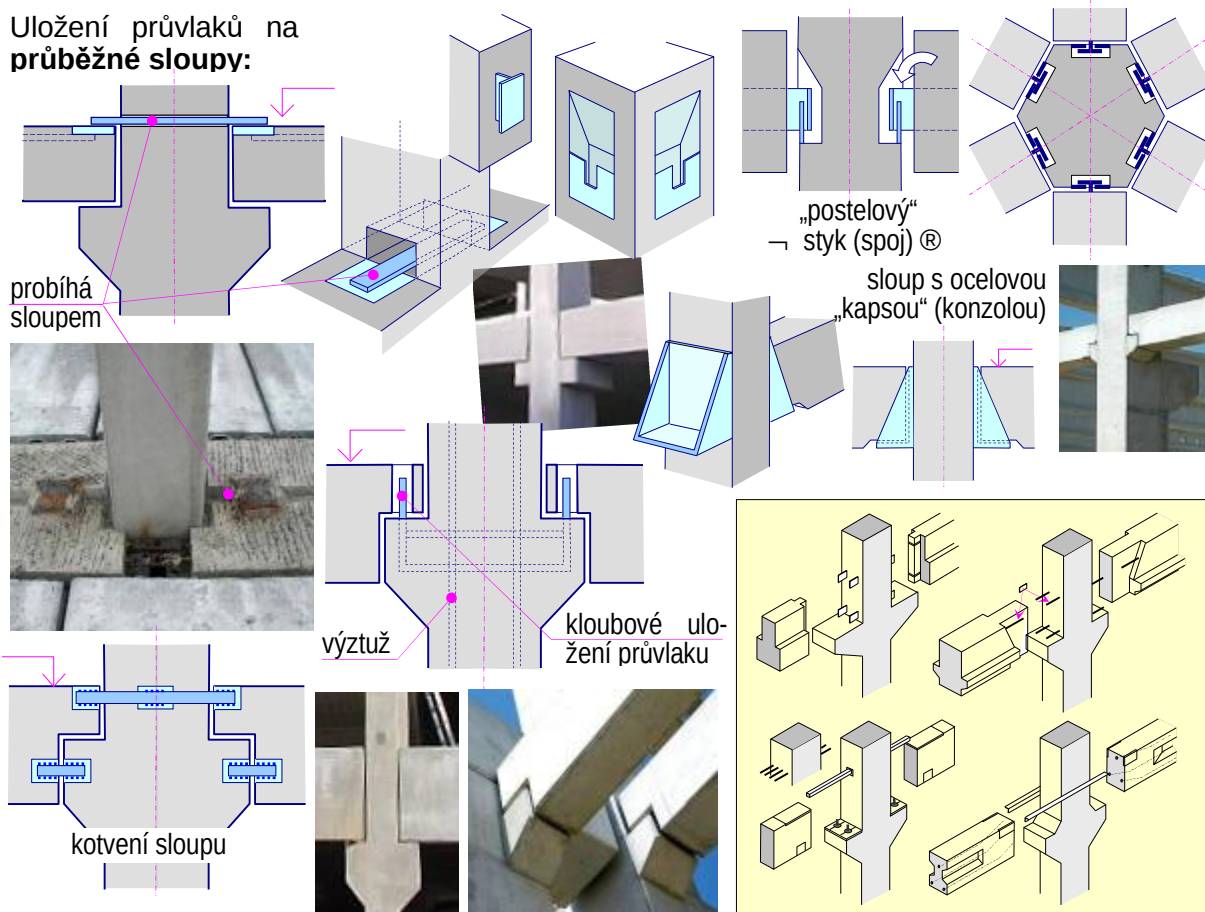
Stykování sloupů - klouby:

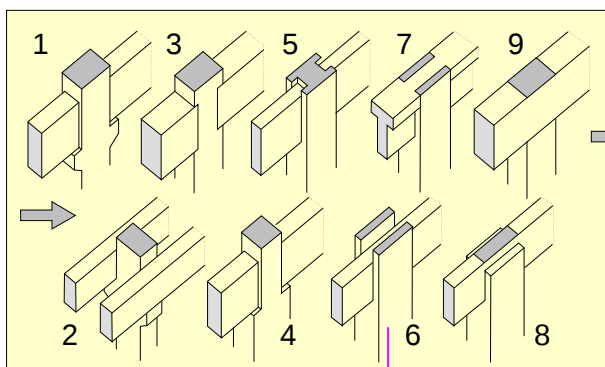


další varianty stykání sloupů



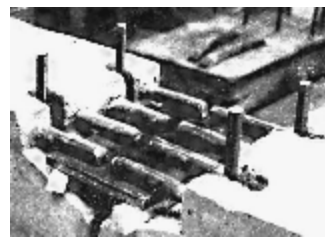
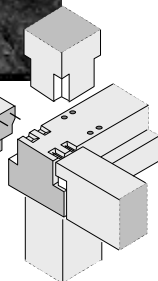
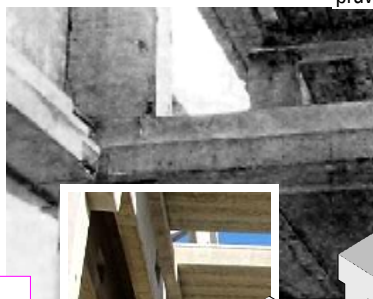
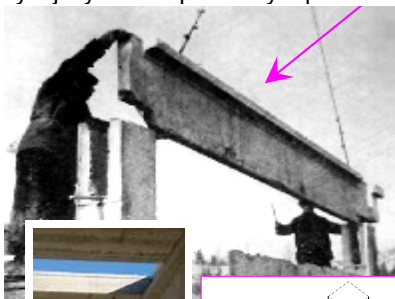
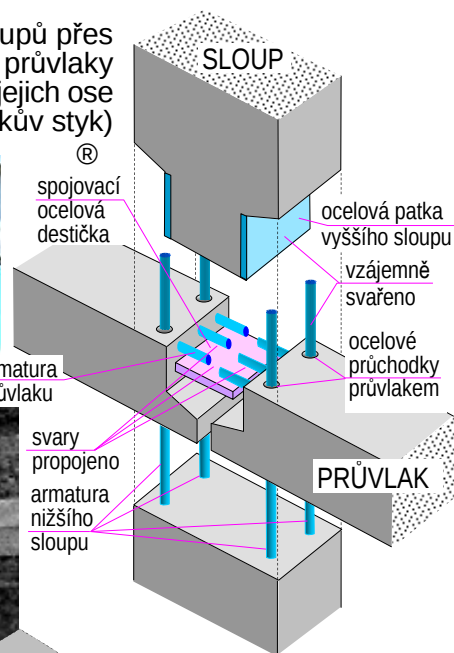
Uložení průvlaků na průběžné sloupy:





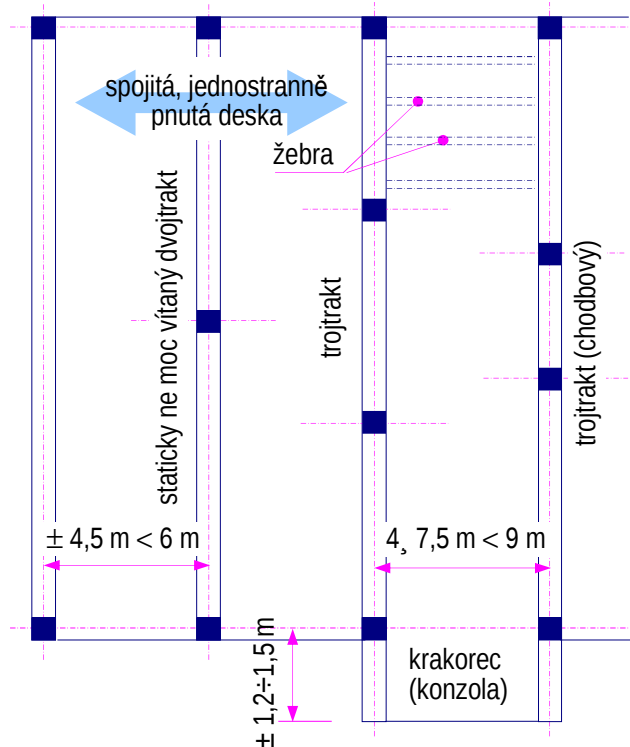
vývoj styčnicku s průběžným průvlakem

styk sloupů přes průběžné průvlaky spojené v jejich ose (Čapkův styk)



Řešení stropních desek ve skeletových konstrukcích

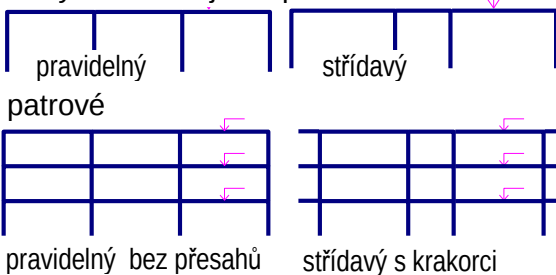
Volí se stejná materiálová báze, která je použita i pro nosnou kostru stavby. Kombinace materiálů i technologií nepřináší žádné výhody, pokud pro ni není zvláštní důvod. Převládající konstrukční typy jsou stropy deskové, žebrové jednosměrně pnuté nebo kazetové dvou či víceměrně pnuté. Ortogonální i neortogonální.



příčné uspořádání (do cca 15 podlaží)

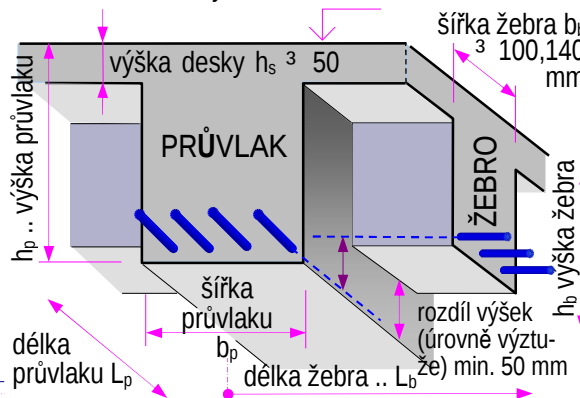
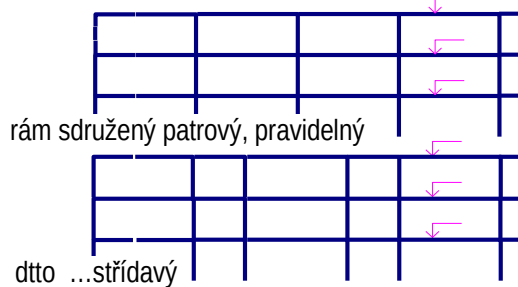
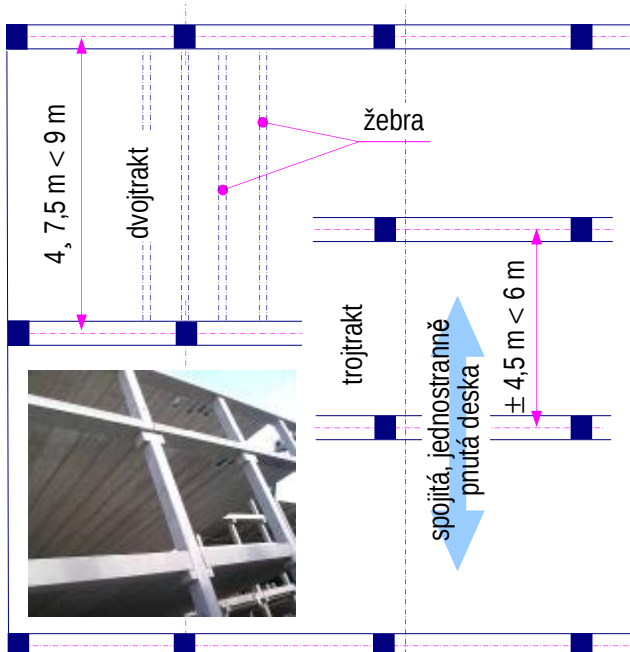


rámy sdružené jednopodlažní

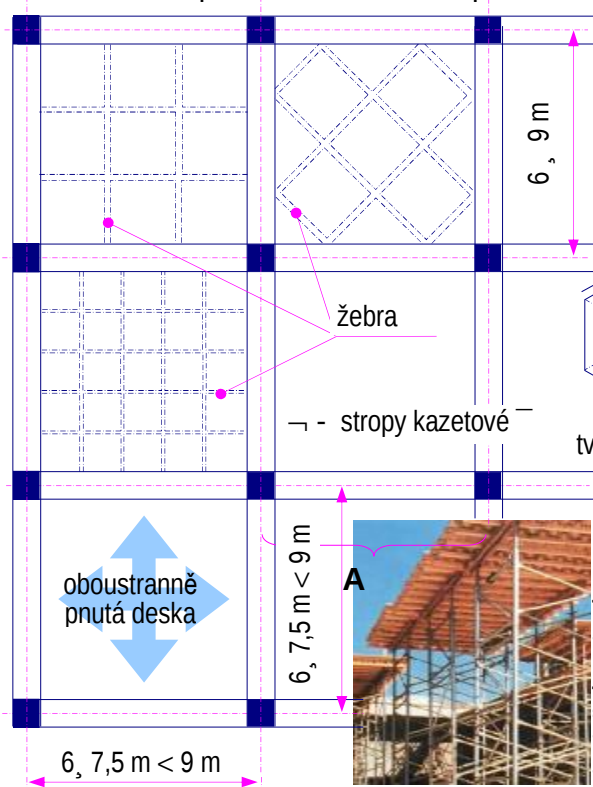




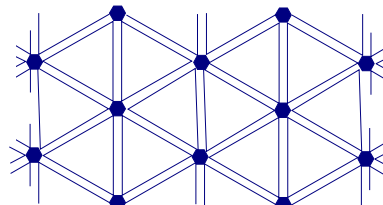
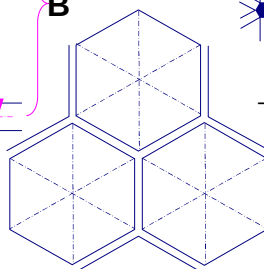
podélná orientace (do cca 5 podlaží)



Obou a víceměrné uspořádání rámu: pro výškové stavby přibližně čtvercového půdorysu s centrálním uspořádáním vnitřní dispozice $0,66 \leq A : B \leq 1,5$



trojúhelníkový (šestiúhelníkový) systém



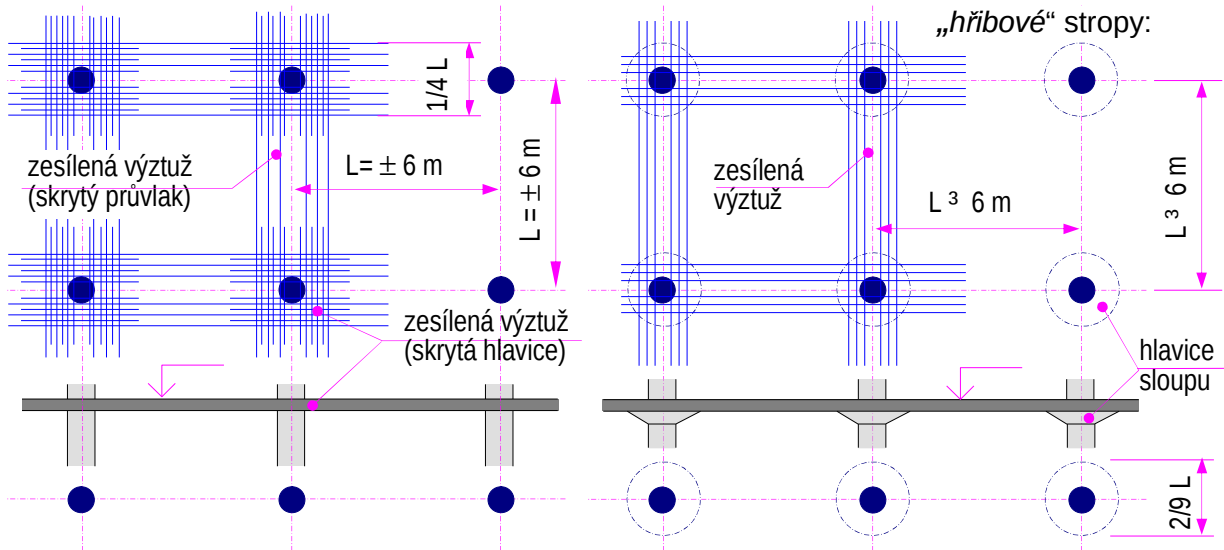
obch.dům Kotva konzoly na středních sloupech



tvárová vložka s výztuží

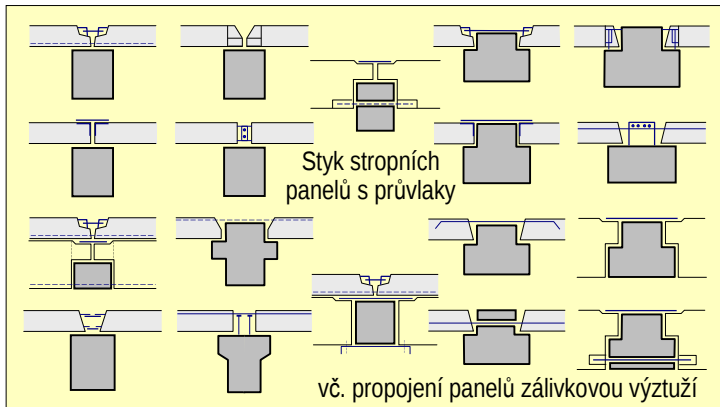


Skelety bezprůvlakové s deskou zesílenou tvarově či výztuží, a to v blízkosti svislých podpór „hříbové“ stropy:



Stropní panely a jejich uložení

Stropní panely jsou uloženy vrchem na svých nosnících nebo jejich přírubách pomocí vrstvy ložné malty. Svislé spáry se vyplňují betonovou zálivkou. Ložná spára přenáší kromě úložných tlaků panelů také vodorovné smykové síly. Stropní tabuli tvořenou panely, nemá-li nadbetonovanou monolitickou desku, je třeba přes nosníky (průvlaky) spojit tak aby působila jako celek. K tomu slouží zálivková výztuž ukládaná do styčných spár mezi panely, procházející nad nebo skrz nosník připravenými průchody. (viz obrázek)



Vzájemný styk stropních panelů, tvarování čelních konců

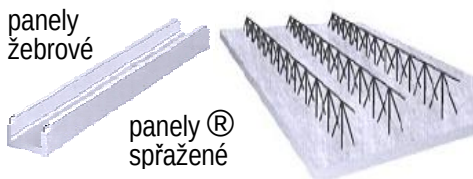
Panely předpjaté, žebrové, TT



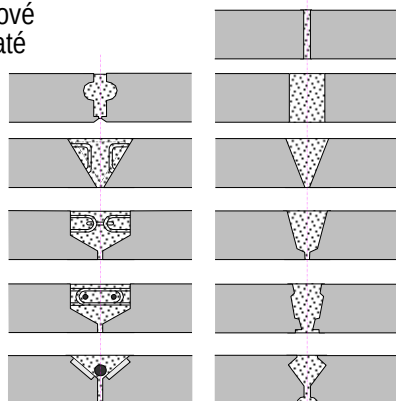
panely dutinové
→ či předpjaté

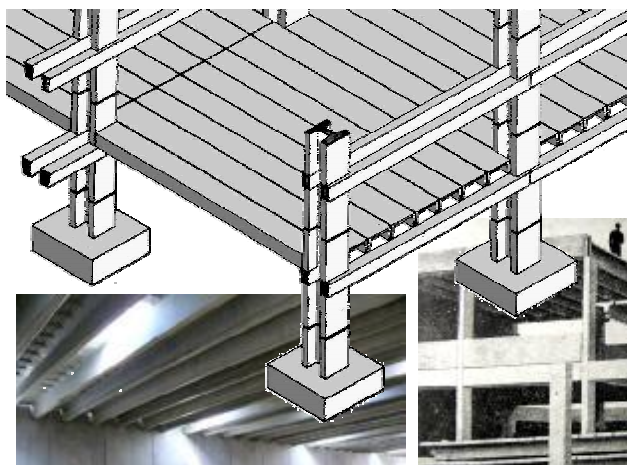


panely
žebrové



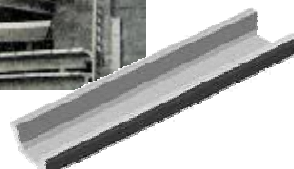
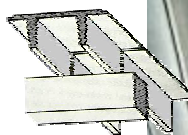
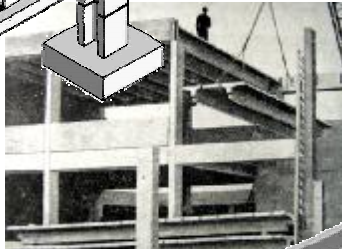
panely ®
sprážené





Stropní žebrové panely jsou nejlehčí z betonových panelů, a proto se hlavně používají na velká rozpětí a předpjaté. Mohou být dvojí konstrukce:

- panely s dvojicí žeber na okrajích profilu Π
- panely s dvěma žebry uprostřed profilu a deskou s převislými konci TT

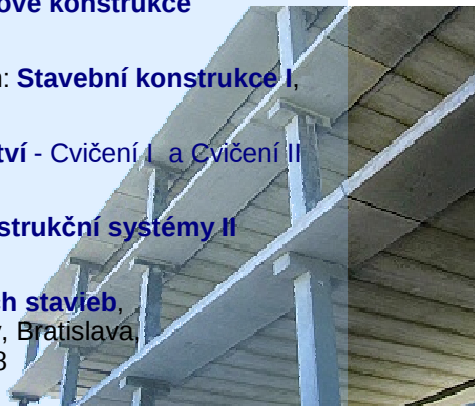


Žebrové panely šlo stykovat vzájemným svařením úhelníků zabudovaných v horních hranách panelů. Celkové zmonolitnění stropní desky bylo prováděno nadbetonováním souvislé vrstvy mazaniny s vloženou síťovinou. Panely SPIROLL byly stykovány betonovou zálivkou ve spárách. Žebrové panely byly ukládány na nosník prostřednictvím nevyztužených pryžových ložisek šířky 100 mm (deskové tloušťky 10 mm byly délek: 250, 200, 150 nebo 100 mm; klínové tloušťky 8, 12 mm byly délek: 250, 200 nebo 150 mm). Panely SPIROLL byly ukládány na gumové pásy nebo do maltového lože.



Použité prameny a doporučená literatura:

- § prof. Ing. Petr Hájek, CSc. a kol. **Konstrukce pozemních staveb 10**
Nosné konstrukce I, skriptum FSV ČVUT – 2002
- § Čapek M., Růžička M.: **Montované betonové skeletové konstrukce**
SNTL Praha 1976
- § D. Neumann, U. Weinbrenner, U. Hestermann, L. Rogen: **Stavební konstrukce I**,
nakladatelství JAGA Bratislava 2005, 33. vydání
- § Doc. Ing. arch. Milan Hanák, CSc. **Pozemní stavitelství - Cvičení I a Cvičení II**
FA ČVUT, 2000 až 2005
- § Ing. Jan Kalousek, CSc., Ing. Karel Lorenz, CSc. **Konstrukční systémy II**
FA ČVUT, 1981
- § Lýdia Horniaková a kolektiv: **Konštrukcie pozemných stavieb**,
Alfa vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry, Bratislava,
SNTL nakladatelství technické literatury Praha – 1988
- § <http://www.prefabeton.cz/>



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>