



Brno University of Technology, Faculty of Civil Engineering  
Institute of Concrete and Masonry Structures, Veveri 95, 662 37 Brno



Aurora Municipal Center

**ZALTBOMMEL BRIDGE**



Crosses the river Waal south-east of Rotterdam, Netherlands

The Zaltbommel Bridge is a cable-stayed road bridge with three traffic lanes in each direction. The bridge deck is constructed of a combination of prefabricated concrete elements and in-situ concrete. The access bridge has nine spans of about 62 m (203 ft.) each and consists of an in-situ cast prestressed girder.



Hala Danzas – Brno – Prefa Brno

## Použitá a citovaná literatura:

- Betonové konstrukce II, betonové konstrukce montované – část 1, Modul CS5 (studijní opory), Bažant, Z., Čírtek, L., Štěpánek, P., VUT v Brně, Fakulta stavební, Brno 2006
- Betonové konstrukce II, betonové konstrukce montované – část 1, Modul CS5 (studijní opory), Bažant, Z., Čírtek, L., Štěpánek, P., VUT v Brně, Fakulta stavební, Brno 2006
- Betonové konstrukce II, Speciální problémy betonových montovaných konstrukcí – část 2, Modul M07 (studijní opory), Bažant, Z., Čírtek, L., Štěpánek, P., VUT v Brně, Fakulta stavební, Brno 2006
- Leonhardt, F.: Vorlesungen über Massivbau, Springer-Verlag, Berlin, 1983
- Jílek, A., Grenčík, L., Novák, V.: Betonové konstrukce pozemních staveb, díl II A, SNTL/ALFA, Praha, 1984
- Nilson, A. H., Darwin, D., Dolan, Ch. W.: Design of Concrete Structures, McGraw-Hill, New York, 2004
- Elliott, K.: Precast Concrete Structures, Butterworth-Heinemann, 2002
- Bažant, Z., Šmiřák, S.: Betonové konstrukce III. Konstrukce plošné, nádrže a zásobníky, VUT, Brno, 2002
- Bažant, Z., Klusáček, L., Meloun, V.: Betonové konstrukce IV. Montované konstrukce pozemních staveb, VUT, Brno, 2003
- Wilden, H.: PCI Design Handbook: Precast and Prestressed Concrete, PPCI, Chicago, 1999
- Gartner, O., Kuda, R., Marek, F., Procházka, M.: Beton III.b. Montované konstrukční systémy objektů, VUT, Brno, 1987
- Wilden, H.: PCI Design Handbook: Precast and Prestressed Concrete, PPCI, Chicago, 1999

- Rojík V. a kol.: *Panelové objekty*, SNTL Praha 1974
- Schlosser F.: *Montovaný oporný múr*, Silniční obzor 42/1981
- Majdúch D., Aringer K.: *Oporné múry a podzemné stěny*, Alfa Bratislava 1982
- Šmerda Z., Meloun V.: *Betonové konstrukce montované*, SNTL 1968
- Bažant Z., Klusáček L., Meloun V.: *Betonové konstrukce IV. Montované konstrukce pozemních staveb*, CERM 2003
- ČSN 73 1201 Navrhování betonových konstrukcí, ÚNM 1987
- ČSN EN 13369 Společná ustanovení pro betonové prefabrikáty, ČSNI 08/2005
- ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí – Obecně – Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní a inženýrské stavby
- Transportní kotvy*. Firma PFEIFER, BRD
- Zakládání průmyslových a občanských staveb*. Typizační směrnice, STÚ Praha 1987
- ON 732510 Směrnice pro navrhování a provádění betonových patek (s prohlubní)
- Zich M., Karmazínová M., Bajer M.: *Vybrané statě z nosných konstrukcí*, Modul MO1 a MO2, 2006
- Bažant Z., Klusáček L., Meloun V.: *Betonové konstrukce IV. Montované konstrukce pozemních staveb*, CERM 2003
- Čírtek L.: *Betonové konstrukce II. Konstrukce prutové a základové*, VUTIUM 1999
- Šmerda Z., Křístek V.: *Dotvarování a smršťování betonových prvků a konstrukcí*, SNTL Praha, 1978

Rozdíl mezi monolitickou a montovanou konstrukcí je dán především *způsobem vzájemného spolupůsobení jednotlivých dílů konstrukce*.

Monolitické konstrukce jsou obvykle dostatečně tuhé, neboť jejich součásti jsou dokonale spojeny. Znamená to tedy, že ve srovnání s idealizací uvažovanou ve statickém výpočtu, má taková konstrukce dostatek skrytých rezerv. Tyto skryté rezervy se při změně konstrukce monolitické na montovanou z velké části ztrácejí, neboť jak prakticky, tak i ekonomicky je nemožné provádět styky jednotlivých částí konstrukce tak, aby se vyrovnaly spojům konstrukce monolitické. Proto je nezbytné rozšířit návrh montované konstrukce o návrh styků včetně odhadu míry spolupůsobení dílců stykem spojených, o statické působení jednotlivých dílců při výrobě, transportu a montáži, o chování montované konstrukce při stavbě a posléze i po jejím smontování.

Hlavní rozdíly mezi monolitickou a montovanou konstrukcí lze charakterizovat takto:

- *Dílce* - prvky konstrukce *nejsou* vždy *vzájemně tuze spojeny*. Styk často umožňuje vzájemné pootočení dílců.
- *Zatížení působí v závislosti k době provedení zmonolitněných styčnicků*. Účinky zatížení závisí nejen na jeho druhu, velikosti a časovém sledu působení, ale významně i na chování jednotlivých dílců a celé konstrukce, které je jiné během montáže a jiné v provozním stádiu.

Při zjišťování účinků zatížení na montovanou konstrukci se vychází z konstruktivního uspořádání styčnicků, které určuje jejich tuhost. Rozeznávají se přitom čtyři druhy styků a to styky *kloubové, pružné, tuhé a posuvné*. Míra tuhosti styku se vztahuje k monolitickému provedení styku a srovnává se s ním. Vždy je třeba rozlišit, zda se jedná o styk či o styčnick.

- **Kloubový styk** - spojení dílců, které při zatížení umožňuje jejich vzájemné pootočení bez vzniku ohybových momentů;

Styk musí být uspořádán tak, aby se po odlehčení mohl vrátit do původní polohy. Kloubovým stykem je např. u bezvazníkových hal uložení střešních TT panelů na průvlak prostřednictvím maltového lože nebo pryžového ložiska. Zvláštním druhem kloubového styku je *styk posuvný*, kdy se dílec ukládá s možností posuvu uloženého dílce prostřednictvím válečkového nebo vhodně tvarovaného ložiska na základ nebo jiný prvek – např. v dilataci.

- **Pružný styk** - netuhé spojení dílců, ve kterém při zatížení dochází k jejich vzájemnému pootočení v rovině ohybu o úhel, který se obvykle považuje za přímo úměrný momentu působícímu v místě připojení. Za tuhost styčnicku se pak pokládá převrácená hodnota pootočení, vyvolaná jednotkovým momentem. Jsou to např. propojení vazníku se sloupem v hlavě sloupu pomocí ocelových, ze sloupu vyčnívajících trnů, vkládaných do otvorů ve vazníku s provedením zálivky nebo podobný spoj průvlaku a střešního vazníku nad sloupem.

- **Tuhý styk** – spojení dílců, ve kterém při zatížení nedochází k jejich vzájemnému pootočení. Jde o dokonalé spojení prvků konstrukce. Deformace styku při zatěžování jsou shodné s deformacemi při monolitickém provedení styku; např. uložení dílce v prohlubni, která je po osazení dílce zabetonována - uložení sloupu do kalichu. Tuhý styk je možné pokládat za rovnocenný styku monolitickému, jsou-li splněny podmínky:

- 1) Spára mezi čely dílců je vyplněna cementovou maltou nebo jemnozrným betonem; tloušťka spáry je co nejmenší.
- 2) V tažené oblasti se tažená výztuž spojí svařením, šroubováním nebo svorníky, případně se účinně zakotví v cementové nebo betonové zálivce.
- 3) V tlačené oblasti se tlak přenáší tlačnou výztuží, která se účinně spojí (viz bod 2); musí být zabráněno jejímu vybočení.

## Konstrukční systémy patrových budov

Základní systémy montovaných konstrukcí patrových budov jsou:

- *Skeletový*, ve kterém hlavními svislými nosnými prvky jsou prefabrikované sloupy, do kterých se zatížení ze stropů vnáší průvlaky nebo přímo stropními deskami (případně prostřednictvím hlavic). Účinkům vodorovných zatížení vzdoruje skelet rámovým působením (jsou-li vytvořeny dostatečně tuhé styčníky), případně v kombinaci se ztužujícími svislými prvky, tj. stěnami nebo jádry. U nižších objektů mohou horizontální účinky zatížení přenášet do základů pouze sloupy spojené s průvlaky klouby.
- *Panelový*, ve kterém hlavní svislé nosné části tvoří stěny sestavené z plošných prvků (stěnových panelů), do kterých se zatížení ze stropů vnáší přímo stropními deskami (panely stropní nebo střešní). Účinkům vodorovných zatížení vzdorují panelové stěny. Soustavy ze stěnových a stropních panelů tvoří velmi tuhé konstrukční celky a jsou vhodné i pro mnohapatrové objekty.
- *Kombinovaný* systém využívající přednosti obou systémů základních, a to z hlediska jak statického působení, tak i provozních požadavků. Půdorysná dispozice je volnější (skelet se sítí sloupů) a ztužení budovy vhodně a funkčně umístěnými a orientovanými panelovými stěnami, např. pouze po obvodu půdorysu nebo v oblasti schodišť a výtahů, je výhodné.

Často se uplatňují montované betonové konstrukce jako části nosných konstrukcí budov v tzv. *hybridních (smíšených) soustavách*. V takové konstrukční soustavě se optimálně uplatňují relativně vhodnější vlastnosti jednotlivých materiálů a výrobních technologií. Jsou to např. montované betonové skelety, ve kterých jsou pro velká zatížení navrženy ocelové sloupy; montované skelety s monolitickými ztužujícími stěnami nebo jádry; prefabrikované sloupy s monolitickými deskovými stropy (jednoduché bednění, tuhé styky); ocelové nosné konstrukce se stropy a obvodovým pláštěm z betonových prefabrikátů atd. Jde o to, aby flexibilita v kombinování různých materiálů a výrobních technologií vedla k optimálním řešením z hlediska technického, ekonomického, provozního i estetického.

K zavedení prefabrikace a uvedených montovaných systémů vedly především tyto důvody:

- *urychlení výstavby*, umožňující rychlé navrácení investovaných prostředků,
- *omezení možných nepříznivých klimatických vlivů*, působících během výstavby,
- *montáž z prvků vyrobených v podmínkách zabezpečujících potřebnou kvalitu*,
- *úspora bednicích a odbedňovacích prací a odstranění výroby betonu, armování a betonáže na stavbě*.

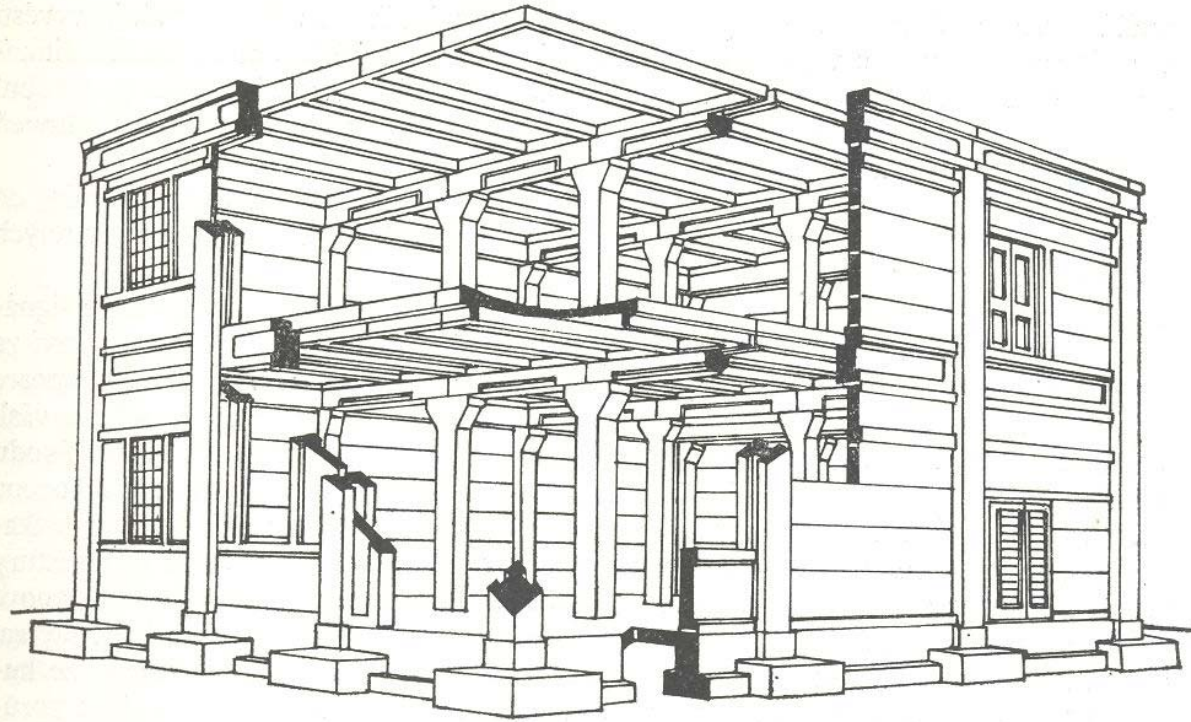
Nevýhodou prefabrikace je *doprava a montáž často rozměrných a těžkých dílců*. Náročná je problematika stykování prefabrikovaných dílců, protože styky musí

- *po celou dobu životnosti konstrukce působit staticky jednoznačně (tuhé, pružné, kloubové, s kluzným uložením)*,
- *být proveditelné a staticky způsobitelné s ohledem na výrobní a montážní tolerance dílců*.

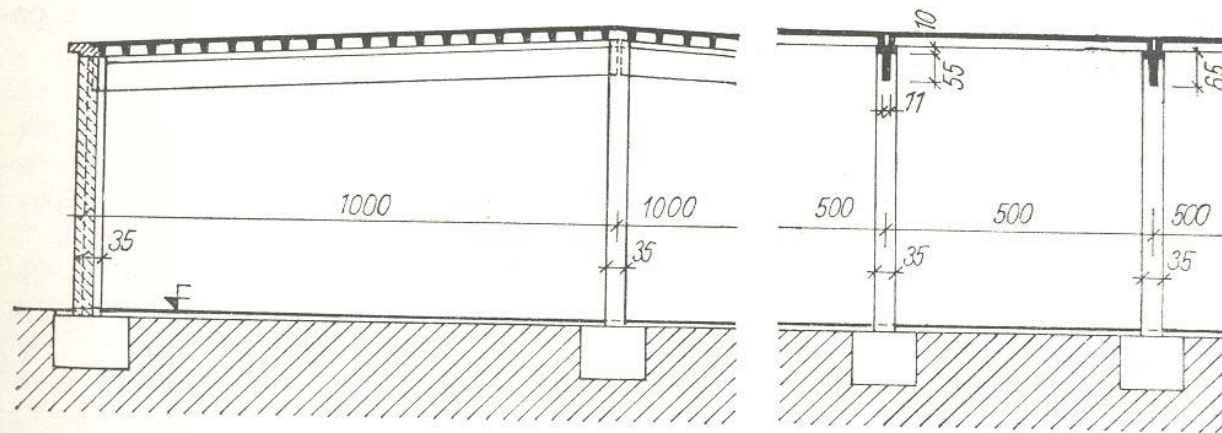
*Skeletové systémy* jsou vhodné především pro výstavbu objektů občanské vybavenosti (školy, nemocnice, administrativní budovy, obchodní domy) a objektů průmyslových (výrobních, skladových). Poskytují uvolněný vnitřní prostor s roztečí sloupů až např. 12,0 x 24,0 m. První realizace montovaných skeletů byla ve čtyřicátých letech 20. století. V současné době montované konstrukce společně s konstrukcemi kombinovanými a hybridními z velké části nahrazují obdobné konstrukce monolitické.

*Panelové systémy* se uplatňují zejména při výstavbě bytových objektů, hotelů, internátů a administrativních budov. Poskytují provozně oddělené prostory nejčastěji o menší půdorysné ploše, přibližně do 6,00 x 6,00 m. U nás byly ve značném rozsahu uplatňovány v 50. až 80. letech 20. století (v souladu s tehdejšími mezinárodními trendy a potřebou hromadné bytové výstavby). V důsledku tehdejší architektonicky a urbanisticky necitlivé typizace a z toho pramenící monotónnosti stavěných sídlišť se v dnešní době stala u nás panelová výstavba okrajovou. Naopak v zahraničí se tento způsob stavění, ovšem s důrazem na individuální architektonické řešení objektů a sídlišť, dále rozvíjí.

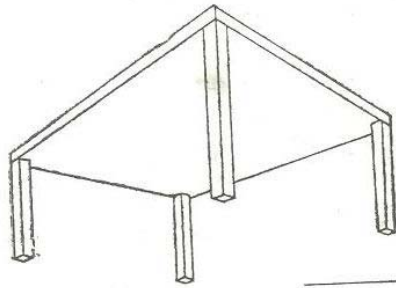




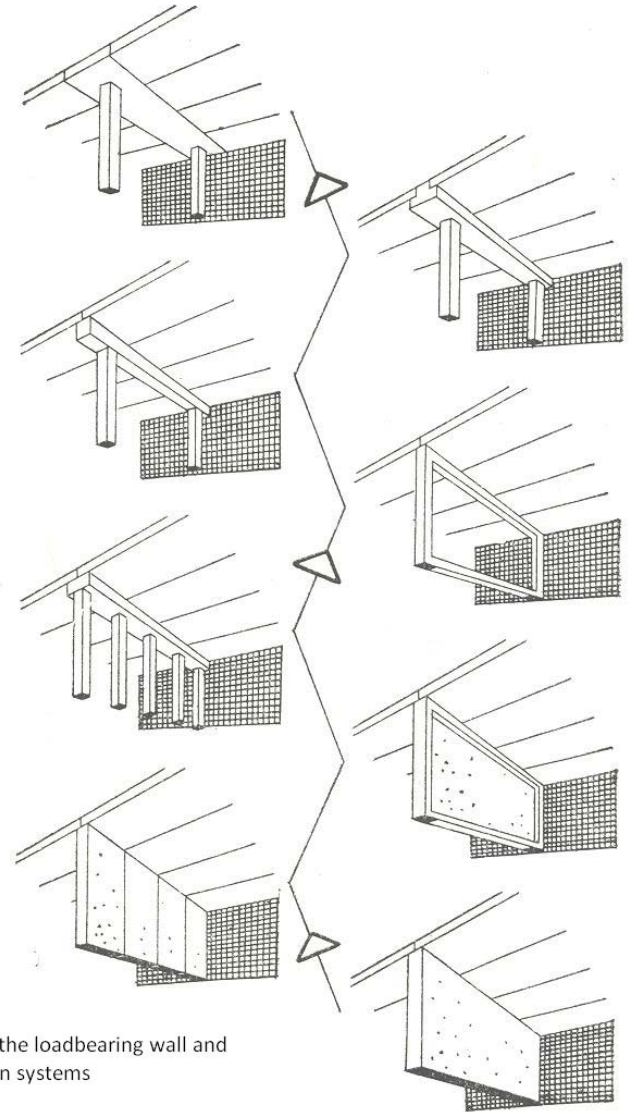
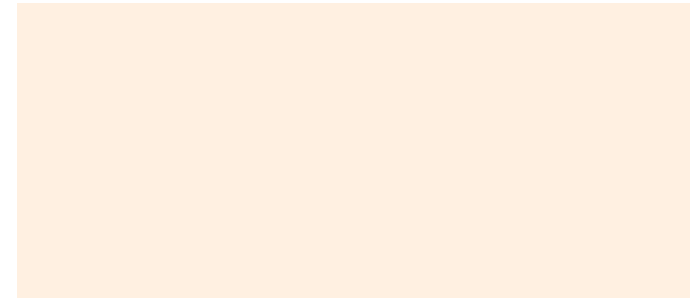
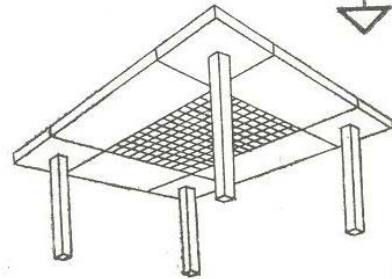
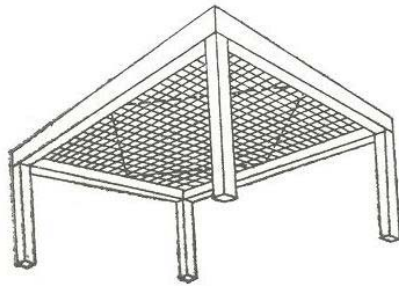
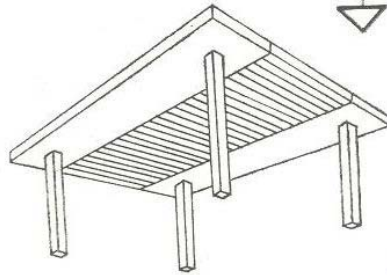
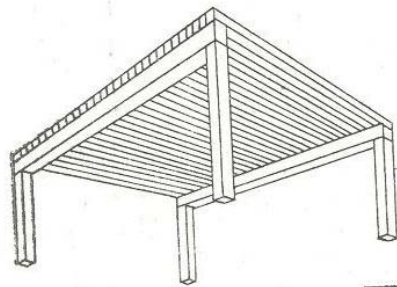
Store building according to J. E. Conzemann patent, 1912, basic characteristic of the precast structure



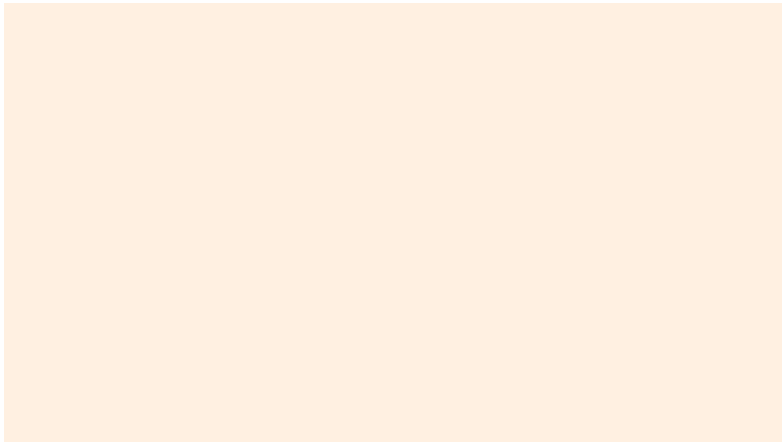
Precast DIWIDAG hall with tie (T cross-section), ties are placed in the bifurcated column head 1945



Monolithic ceiling column structure evolution - variation of the precast structure systems  
ceiling systems - a) slab, b) frame, c) cross-visible or flate girder

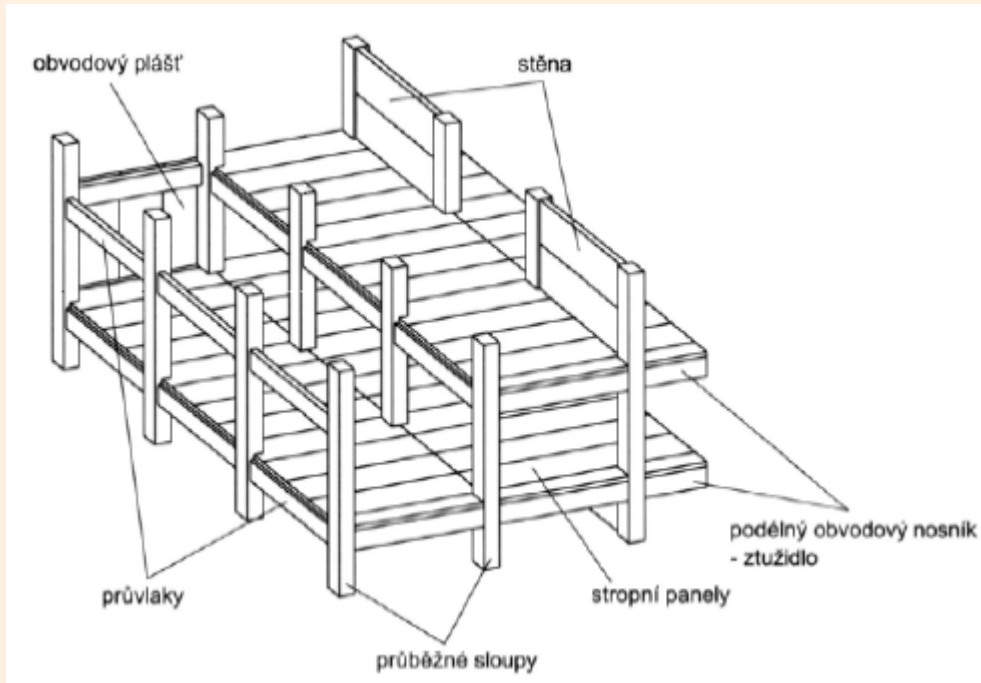


Evolution of the loadbearing wall and frame column systems

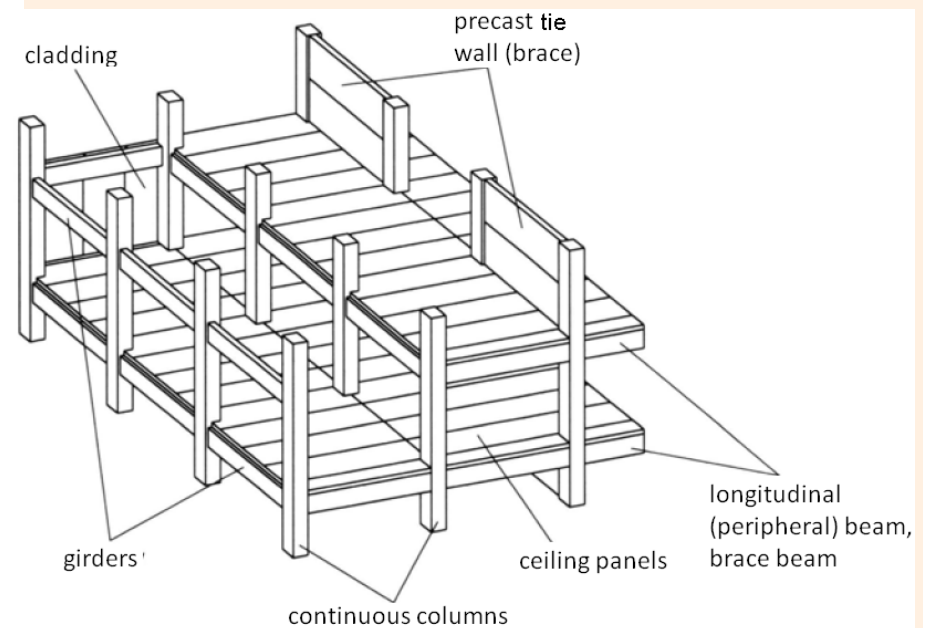


# Montované skeletové konstrukce

## Konstrukční řešení

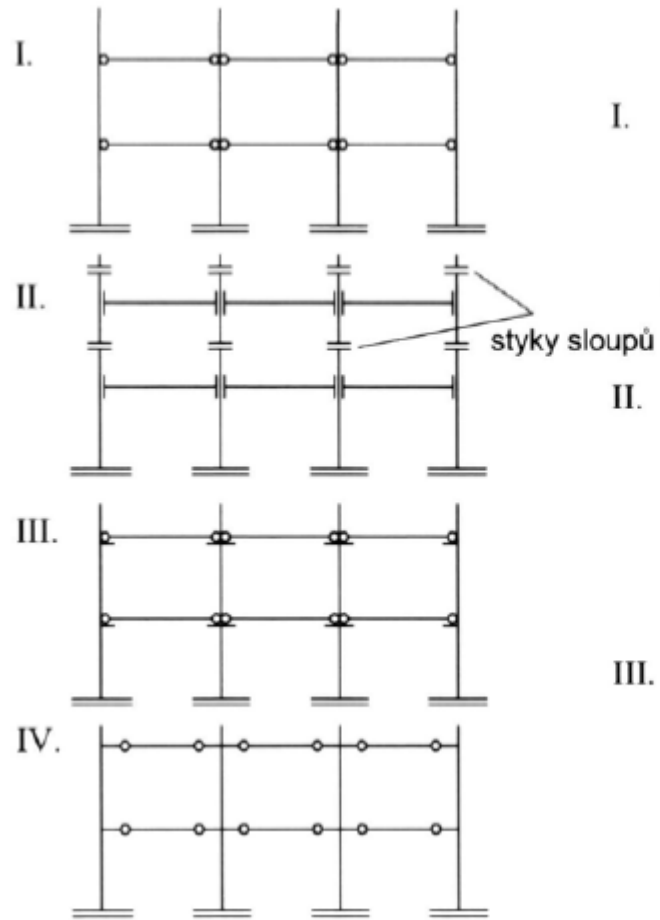


*Montovaný příčný skelet průvlakový s průběžnými sloupy a montovanou ztužující stěnou*

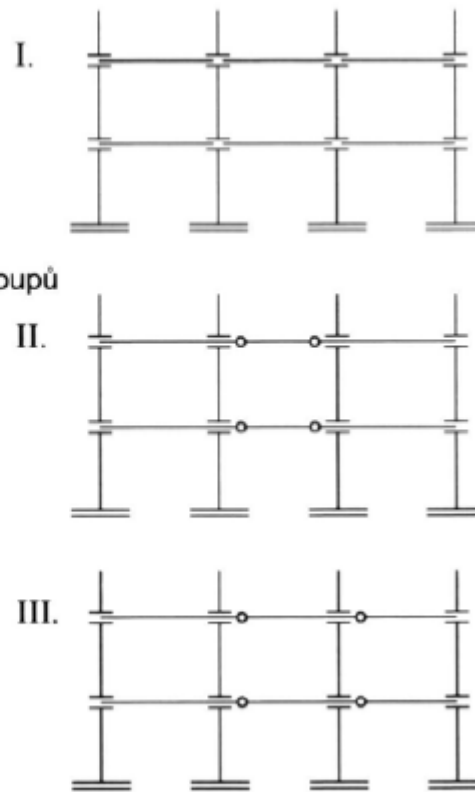


# Průvlakový skelet

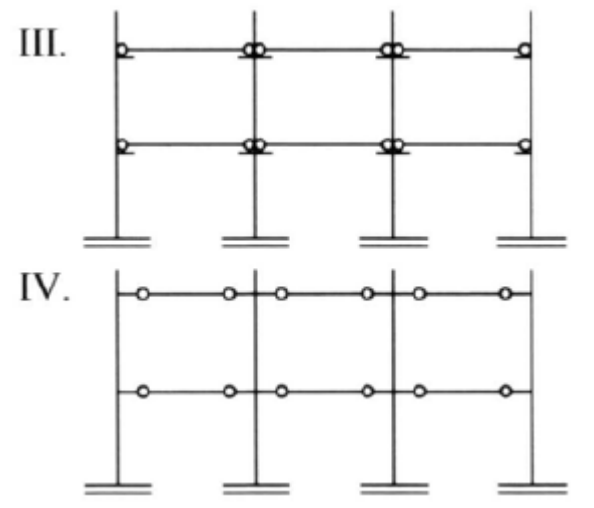
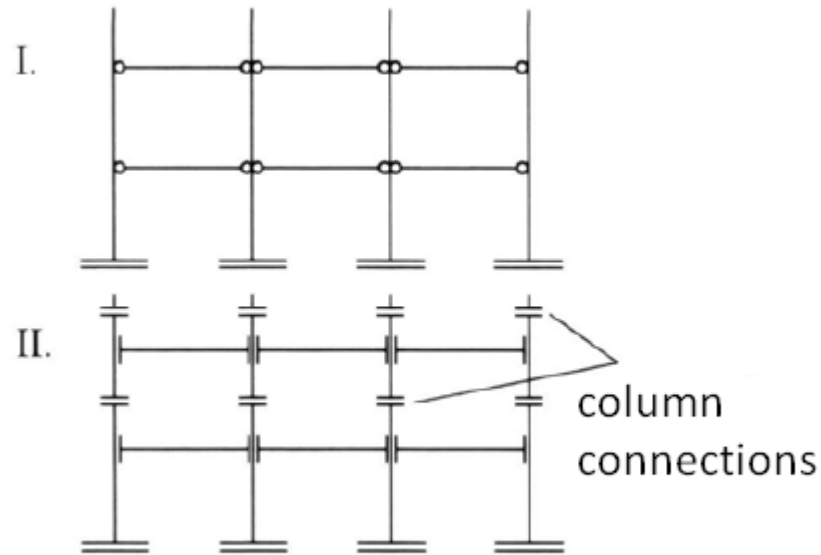
a.) Průběžné sloupy



b.) Průvlaky



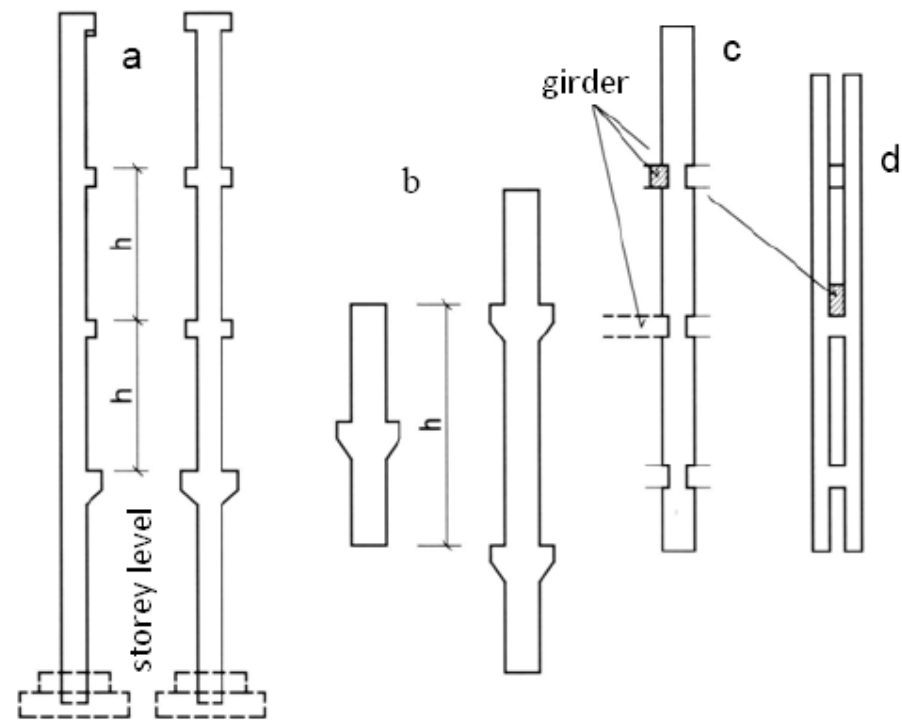
## Straight columns



### units of the straight columns skeletons

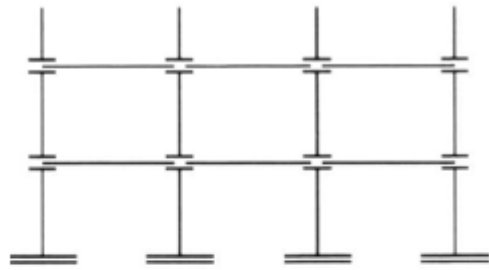
#### Straight column girder skeleton

- a) multi-storey column (outer, inner)
- b) Single-storey, two-storey column (heavy duty)
- c) column with cavity
- d) split column

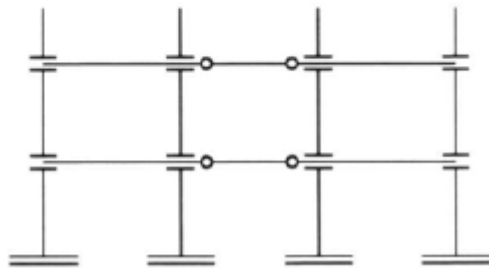


## Skeletons with the straight girders

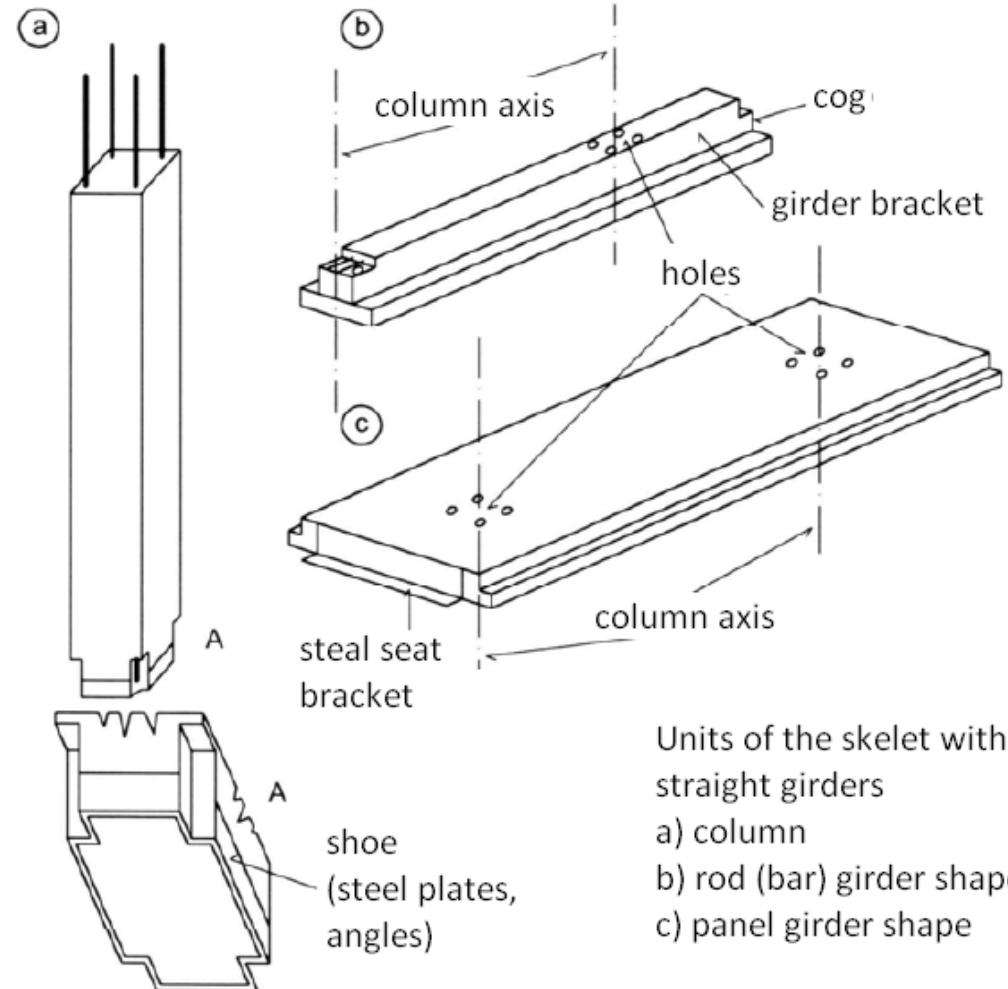
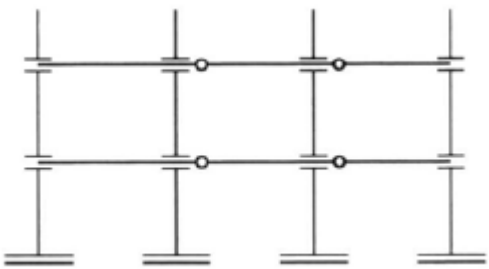
I.

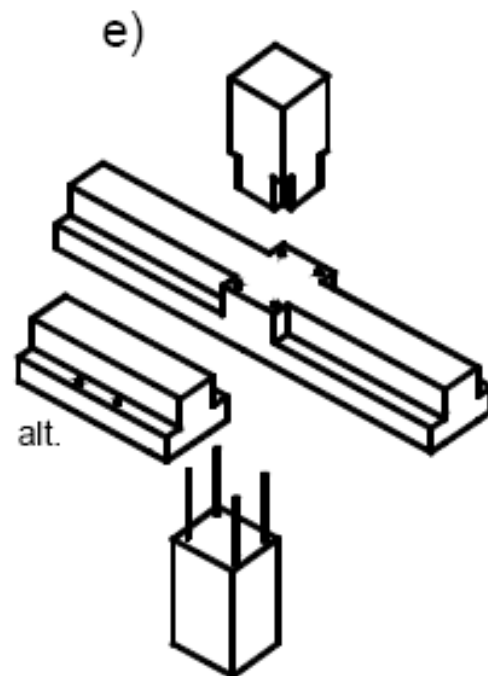
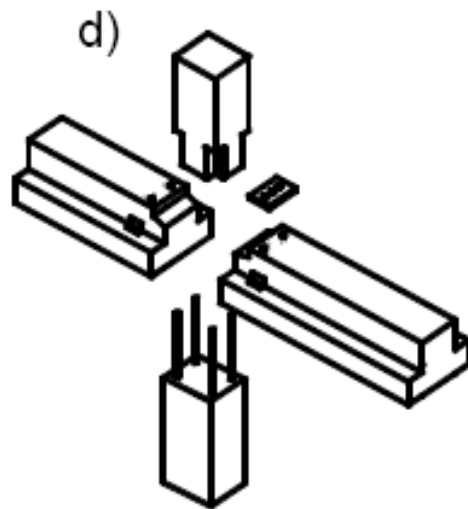
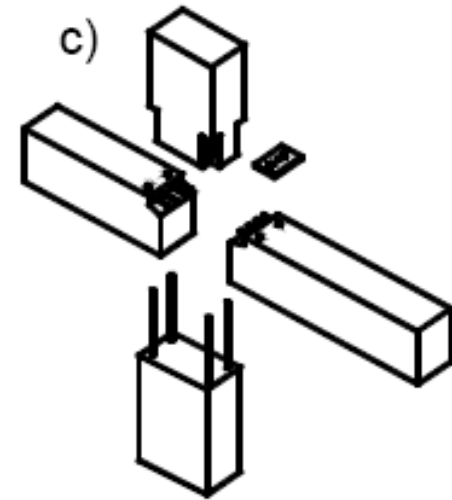
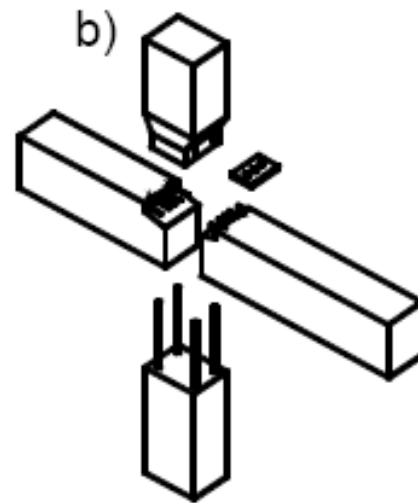
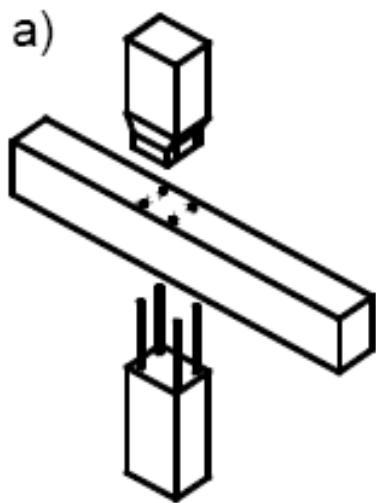


II.

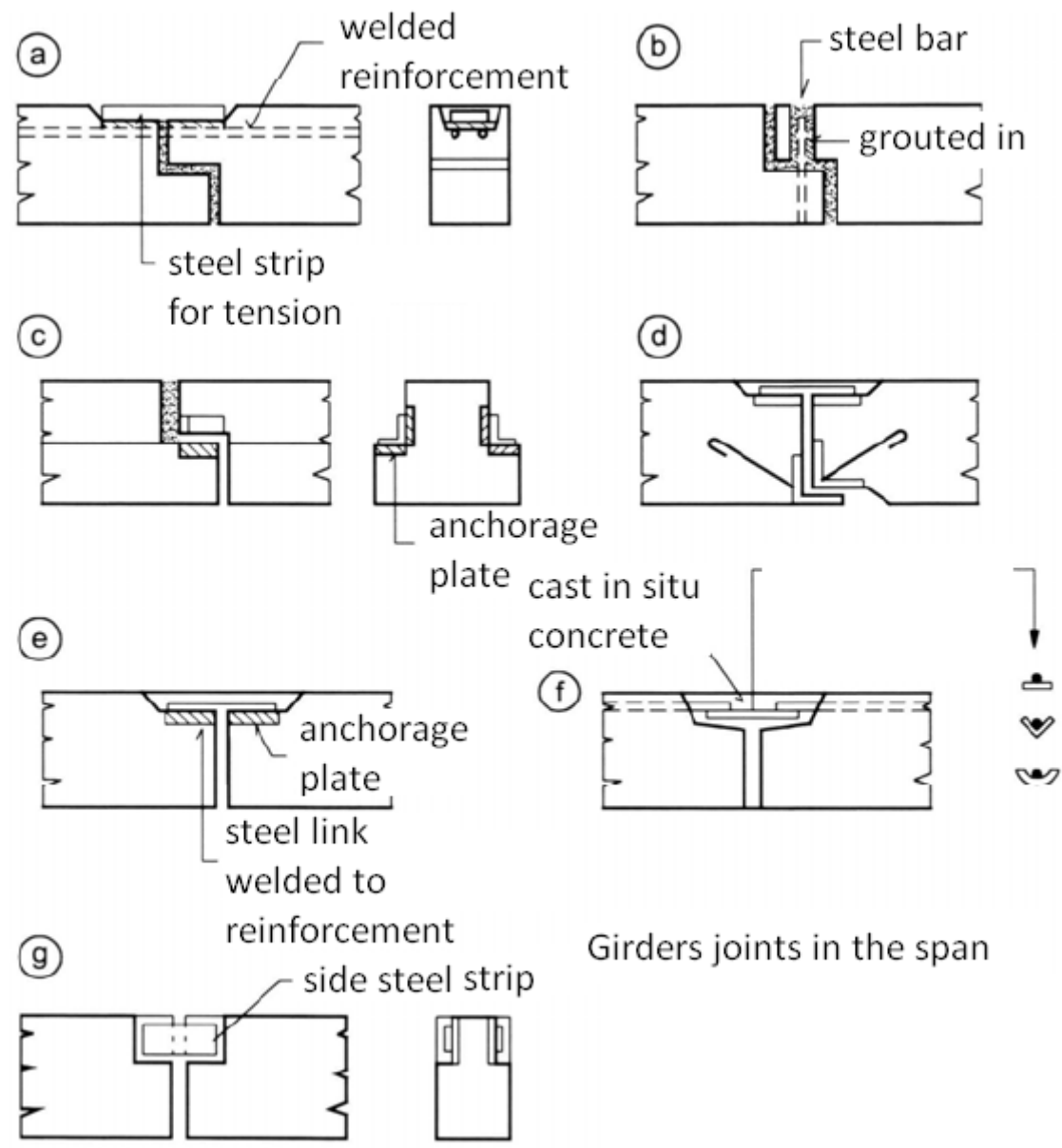


III.

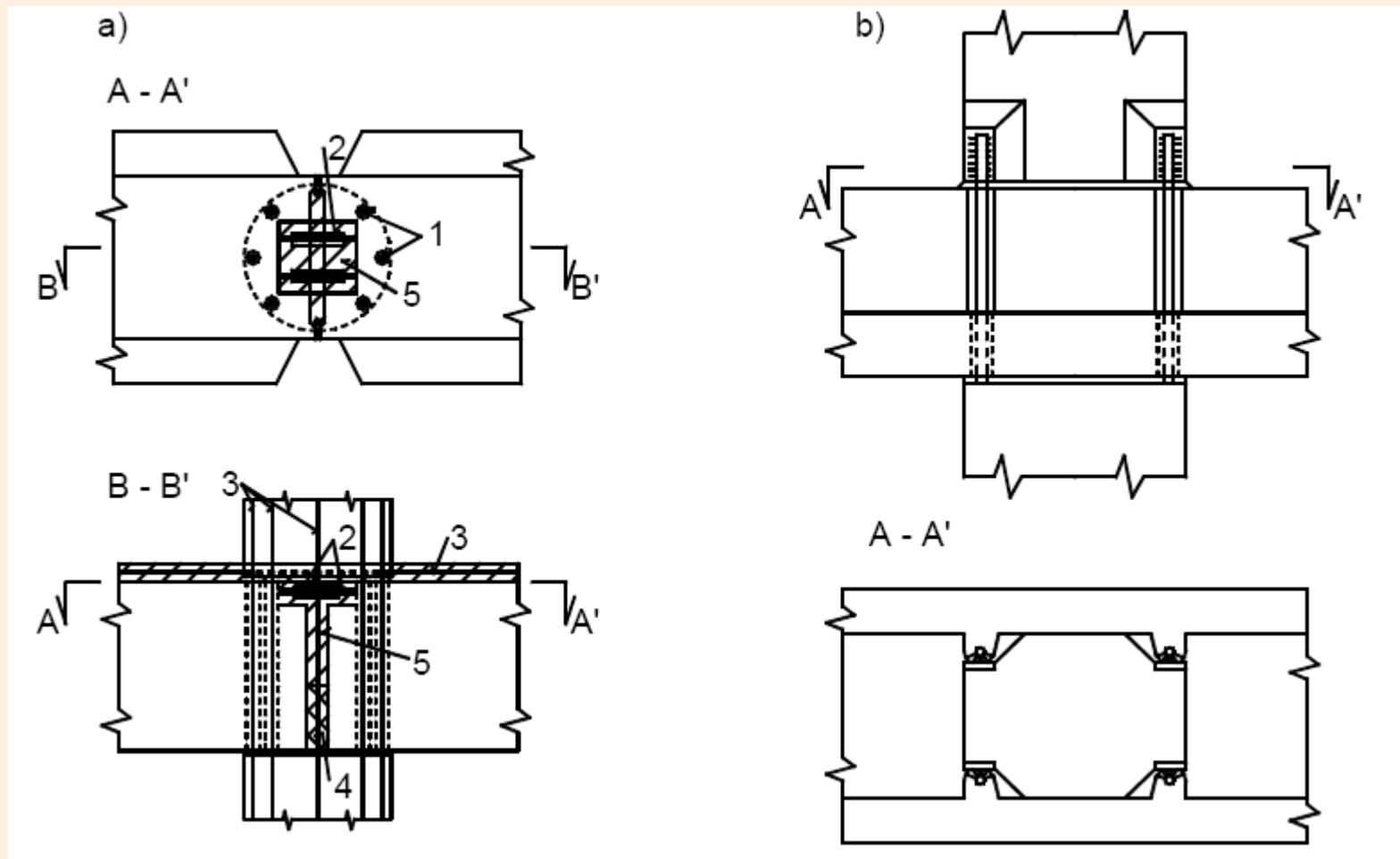




Joints examples:  
Skeleton with  
the straight girders



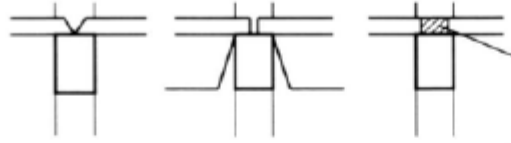
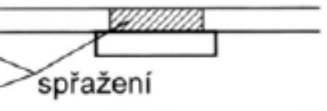
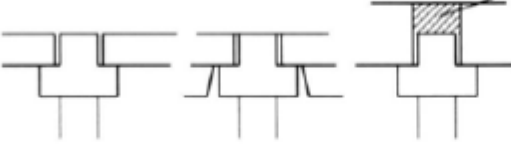
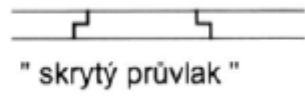

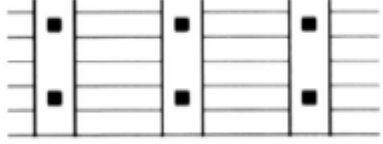
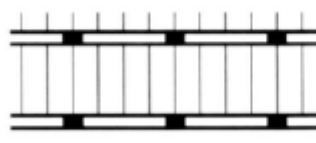
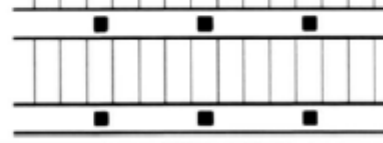
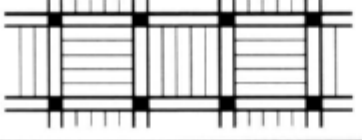
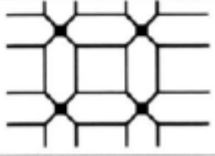




### Girder - column joints

- a) girder joint at the column axis
- b) straight girder in the column link

- 1) column reinforcement
- 2) girder longitudinal welded reinforcement
- 3) girder straight reinforcement
- 4) grouted in
- 5) concrete C25/30

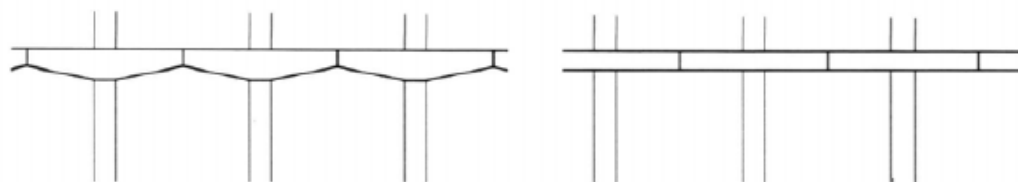
		1.) Tyčové průvlaky	2.) Deskové průvlaky
kladení stropů	shora		 spřažení
	na příruby		 " skrytý průvlak "
orientace rámu	příčná		
	podélná		
	obou - stranně		

## Bezprůvlakový skelet

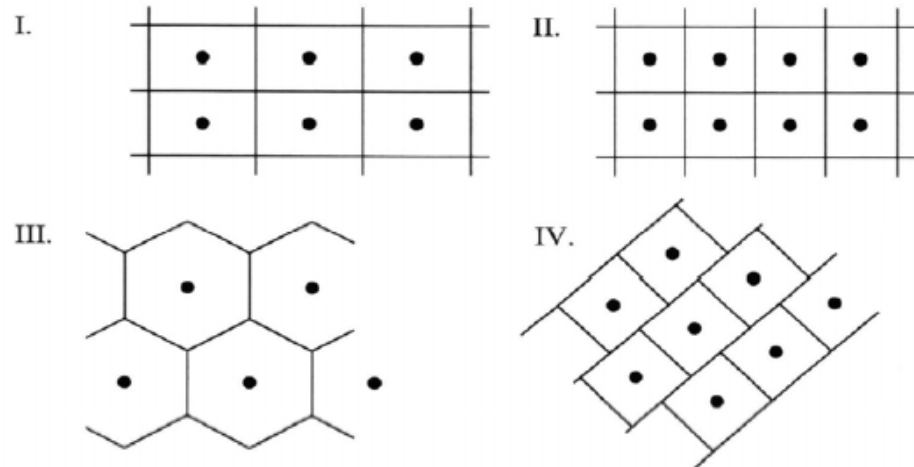
je charakteristický tím, že účinky příčného zatížení stropů se vnáší do sloupů přímo, tj. nikoliv prostřednictvím průvlaků. Oblast stropní desky kolem připojení ke sloupu je vystavena soustředěnému smykovému a momentovému namáhání (tzv. protlačení sloupu deskou v M.S. porušení posouvající silou). Proto se tyto oblasti často zesilují speciálními konstrukčními prvky – hlavicemi. Podle toho, jsou-li hlavice použity, rozeznáváme systémy *hlavicové* a *deskové*.

### Systém hlavicový

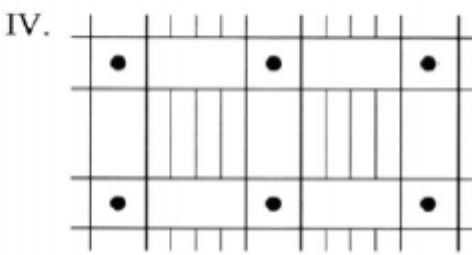
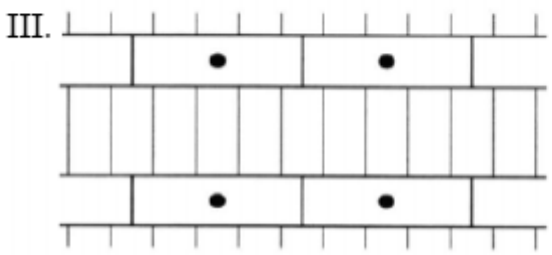
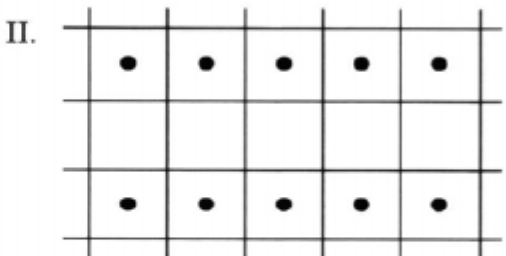
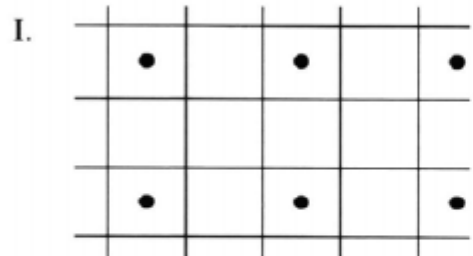
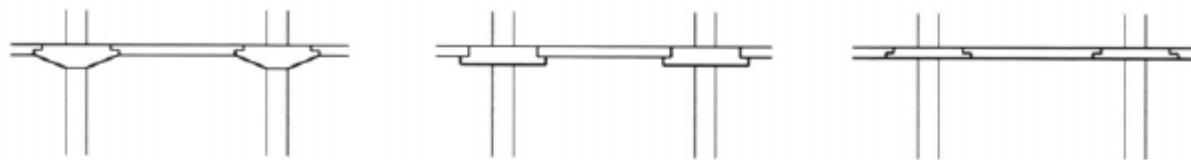
a. ) Pouze hlavice

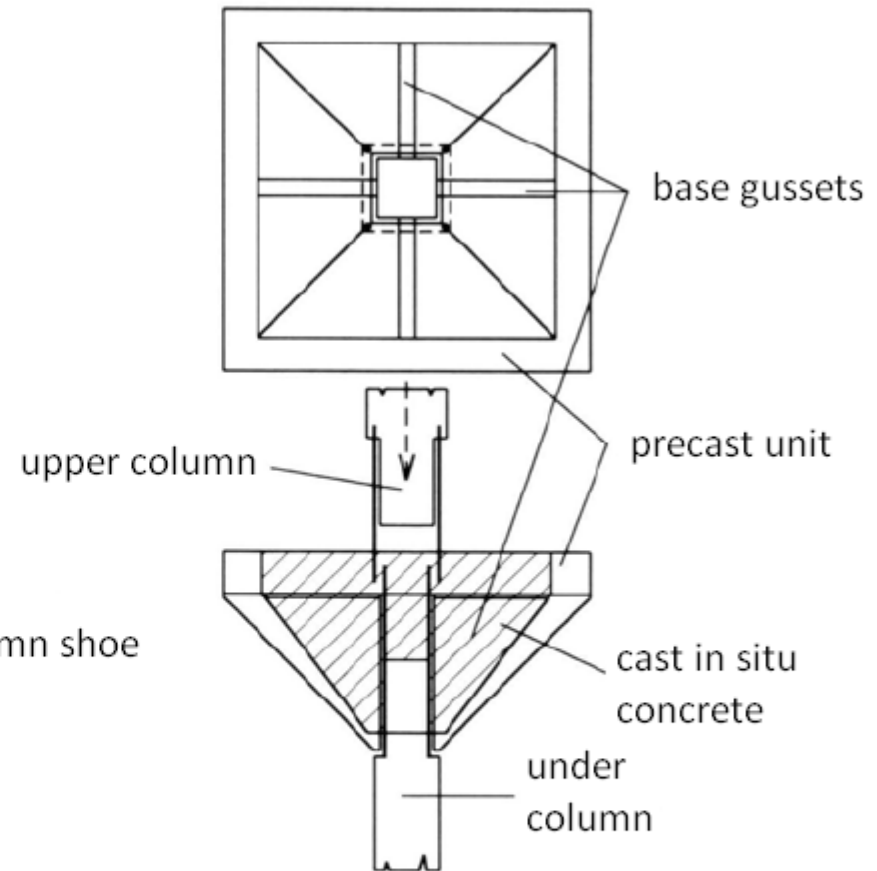
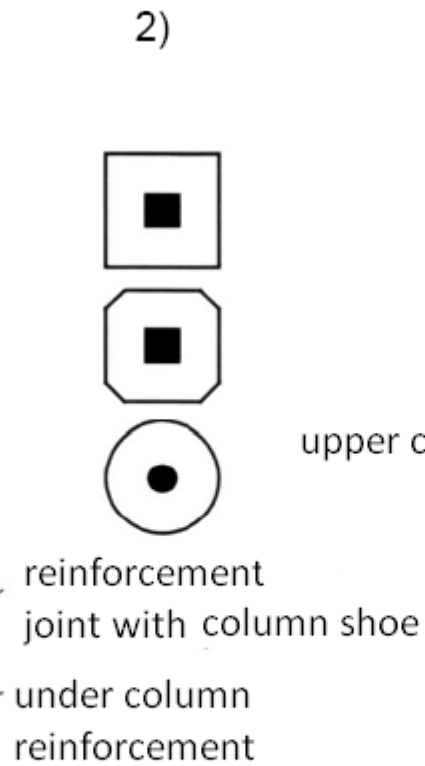
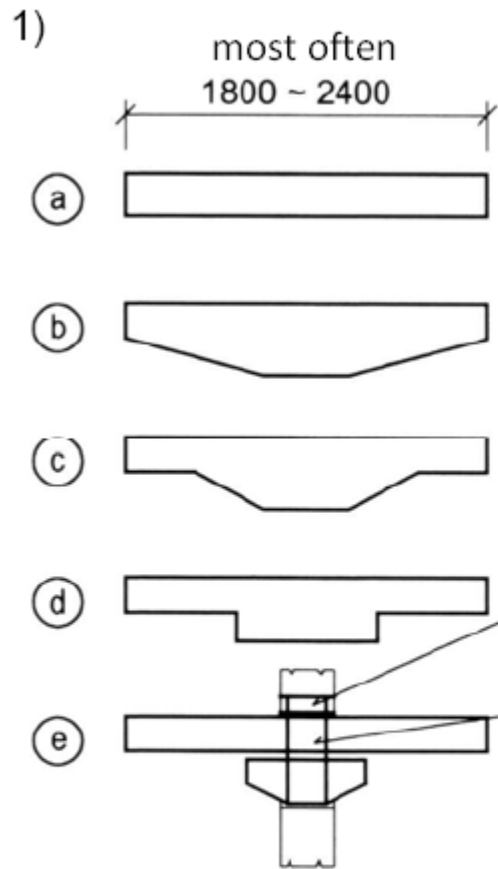


Púdorysné uspořádání ( příklady )



b.) Vložené stropní panely



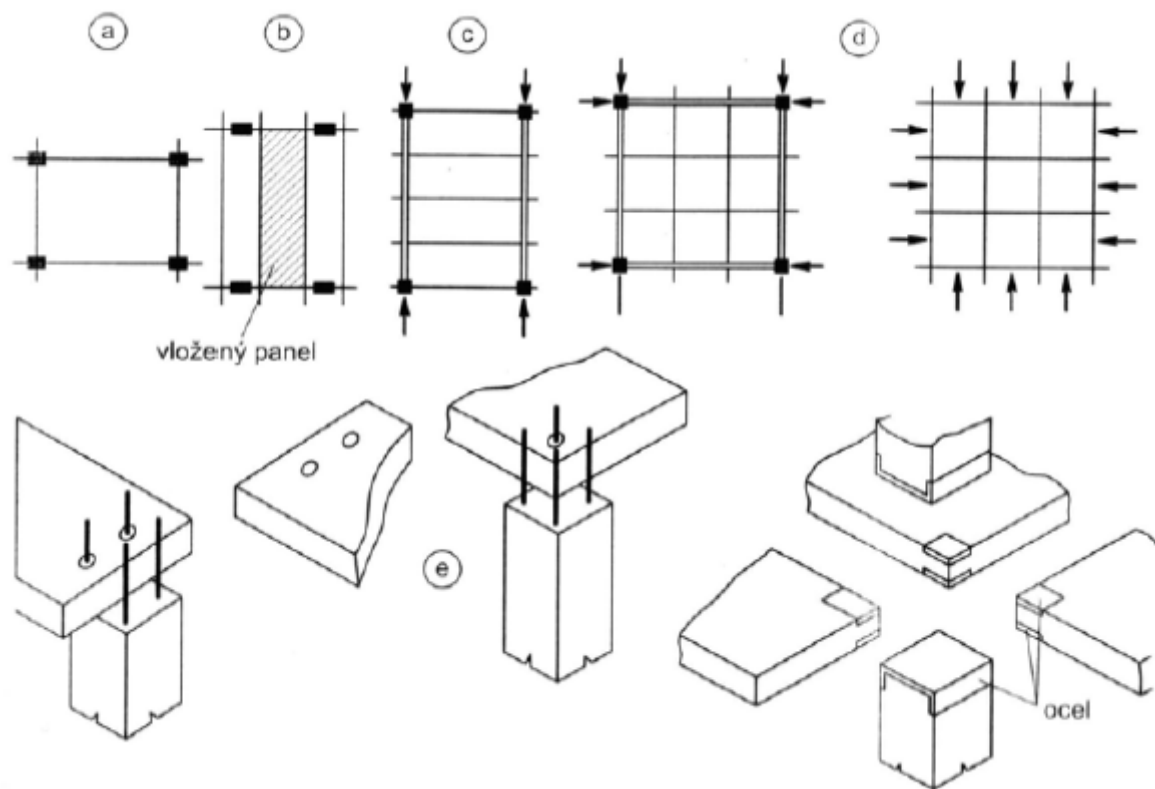


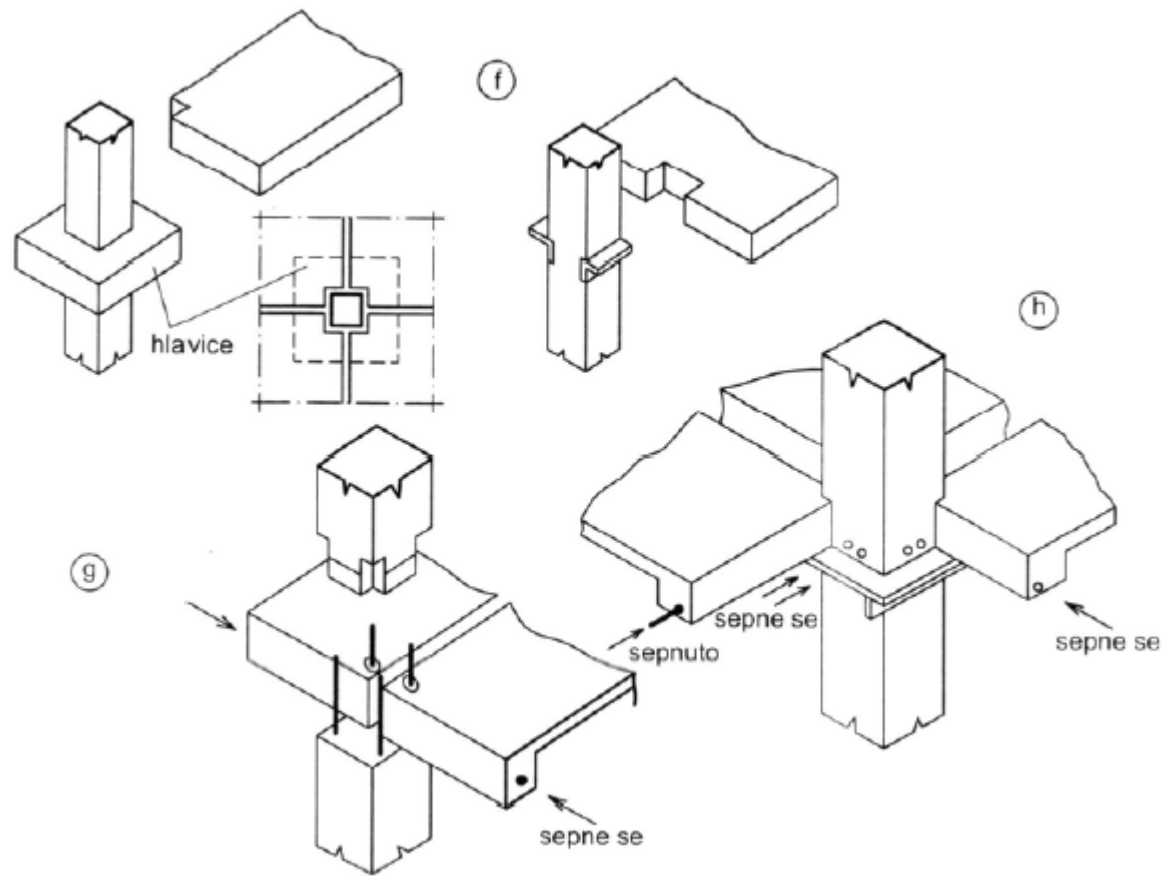
### Straight head

- 1) cross-sections
- 2) layout

### Head with straight column

## System deskový



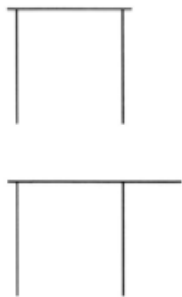


## Patrový skelet z rámových prvků

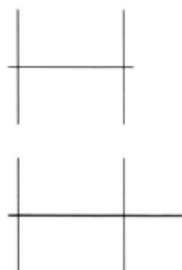
Rámové prvky se používají pro sestavování skeletů s příčnými rámy, jejichž vzájemná vzdálenost bývá v rozmezí 3,60 až 6,00 m (podle velikosti zatížení), s trakty hlubokými 6,0 až 9,0 m (při osové vzdálenosti sloupů v prvku od 3,6 do 5,50 m) a s výškou pater 2,7 až 4,5 m, podrobněji viz. [18]. Jsou vhodné pro výstavbu objektů ubytovacích, hotelových a administrativních.

### a.) Typy prvků ( příklady )

I.  $\Pi$  - rámy



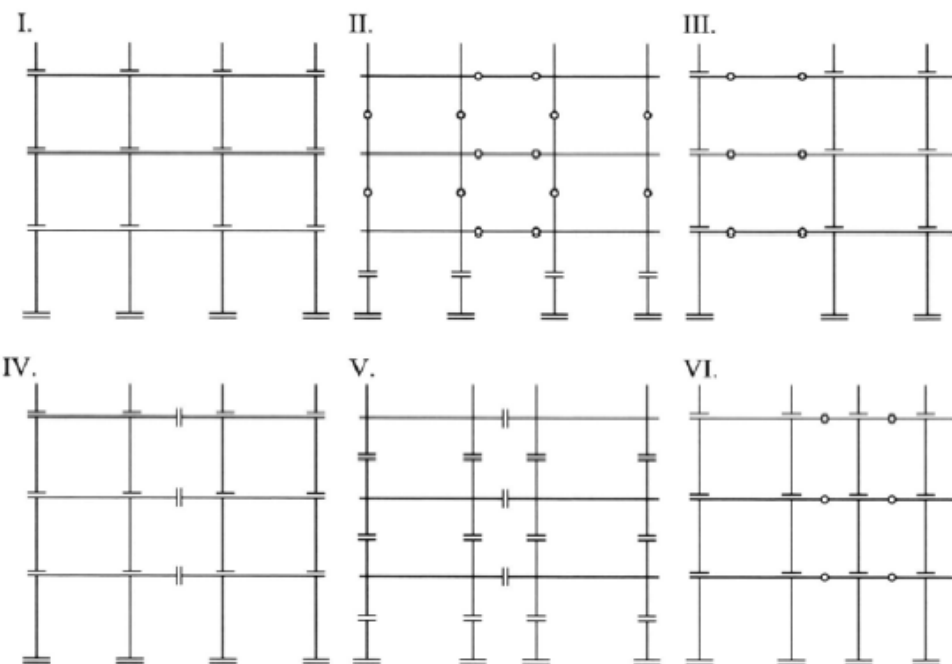
II. H - rámy



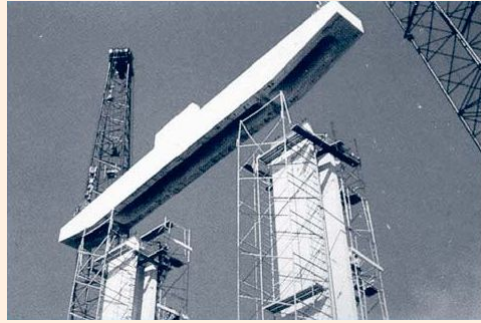
III. Doplnkové prvky



### b.) Možné sestavy skeletu z rámových prvků







*Prefabricated superstructure caps and columns*



Use of prefabricated segmental construction is one way to accelerate bridge construction. Here, hinge pipe beams at mid-span expansion joints are being incorporated in the San Francisco - Oakland Bay Bridge

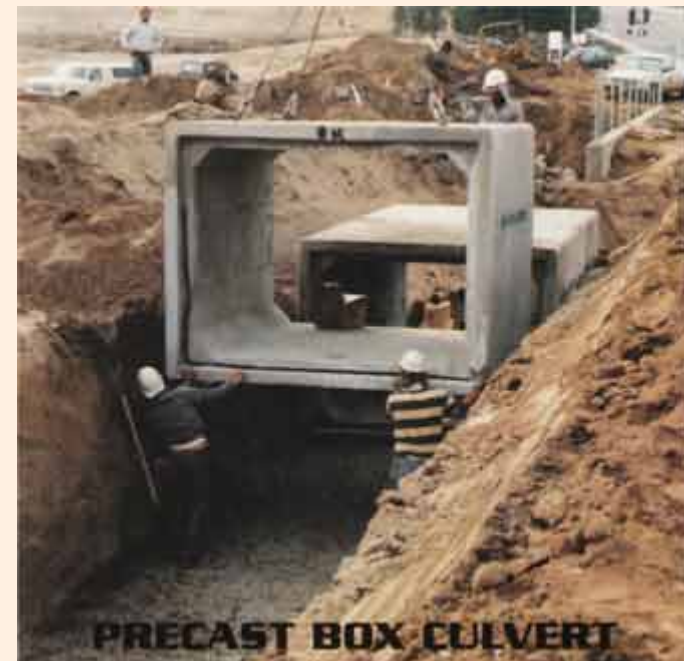


Use of prefabricated bridge parts like these is one of the many techniques that help accelerate construction projects.





The PF continuous floor structure node allows for the application of more sorts of skeleton prefabricated and semi-assembled systems (Czechoslovak patent # 100381, Austrian patent # 222308) "Self-service stabilization prefabricated frame system"- it utilizes the weight of construction to increase self-stability.

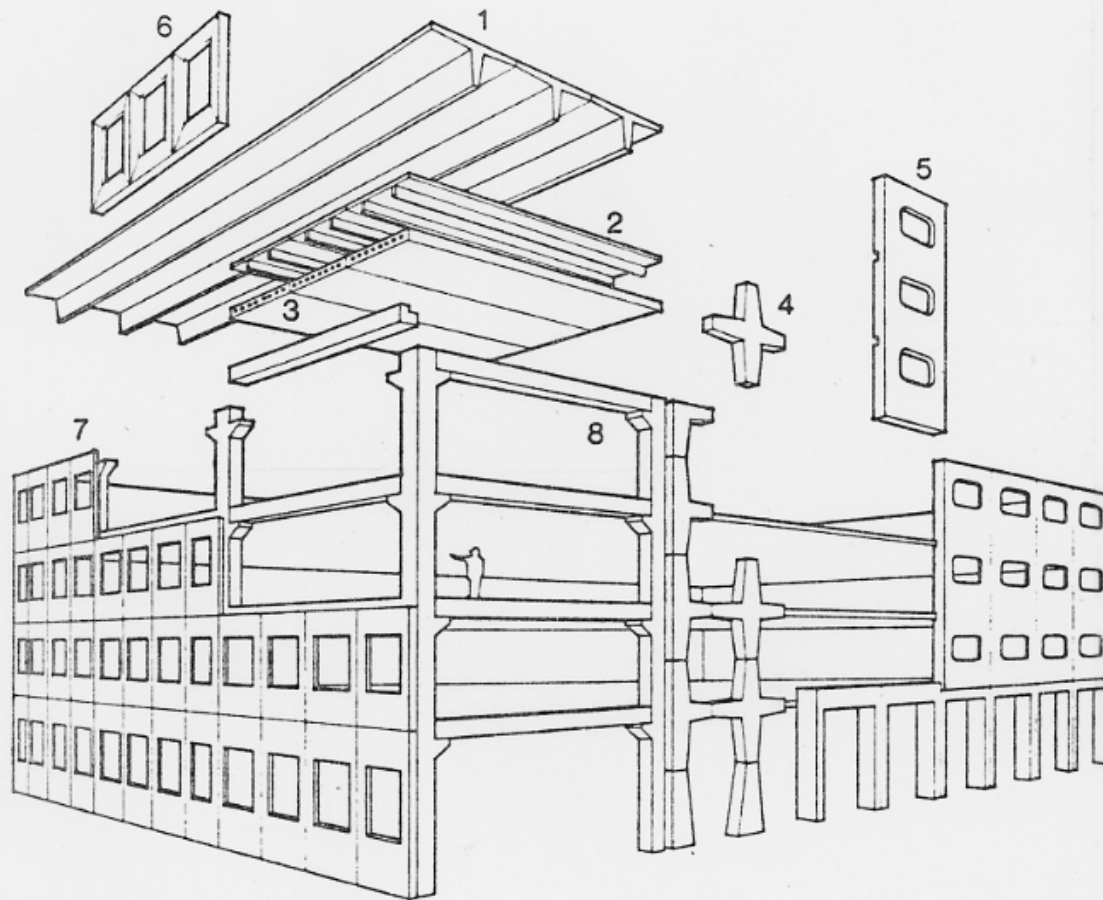


Roof/floor span systems:

1. structural concrete "T" sections
2. structural double "T" sections
3. hollow core concrete slab

Wall systems:

4. load-bearing frame components (cross)
5. multi-story load-bearing panels



Curtain wall system:

6. precast concrete panels
7. metal, glass, or stone panels

Structural system:

8. precast column and beams





Precast hollowcore



A master plan combined open space with a 286,000-square-foot building and a 241,000-square-foot parking structure. Both projects feature total-precast concrete structural systems, which combined architectural and structural components into single units.



The design for the buildings, totaling 100,000 square feet, contrasts the “sobriety” of the two wings, with an architectural precast concrete finish, by the exuberance of three colorful generators, represented by three shades of ceramic tiles. The building’s framework consists of a total-precast concrete structural system containing load-bearing panels with a sandblasted finish, double tees, beams and columns.



Interstate 25 Flyover

## Prvky montovaných skeletů a jejich styky

*Návrh prvku* je neoddelitelně spjat s návrhem styků prvků v konstrukci. Dimenzování prvku, vedení výztuže a tvary prvku v místech styků musí být v souladu se způsobem zapojení prvku do celkového pojetí a statického působení konstrukce. Prvek konstrukce je nutno vyšetřovat *ve stádiu výrobním, přepravním, montážním a provozním*. Navrhuje se na nejnepříznivější namáhání podle ČSN EN 1992-1-1 . Pro reálné vyšetření prvků v jiných fázích než provozních je nutná úzká spolupráce projektanta s pracovníky výroby, dopravy a montáže.

Při návrhu je také třeba uvažovat vliv *dotvarování betonu* na dlouhodobě probíhající změnu namáhání prvku, ke které dochází při případné změně statického schématu prvku během montáže z prostého uložení na spojitost v podporech.

V ČR byla problematika montovaných betonových konstrukcí věnována velká pozornost. Důsledkem bylo vypracování řady směrnic a příloh k dříve závazným předpisům pro navrhování těchto konstrukcí. Přestože byla ČSN 73 1201 nahrazena ČSN EN 1992-1-1 , je vhodné dřívější doporučení k navrhování prefabrikovaných konstrukcí respektovat i nyní. Týká se to zejména:

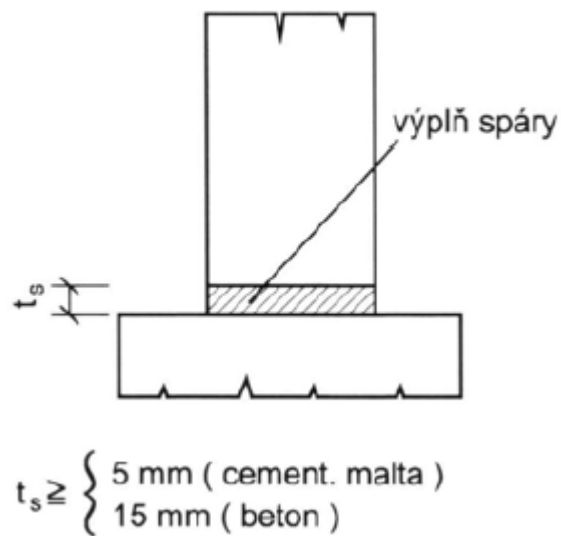
- ČSN 73 1201 , část 10 - Styky betonových částí, část 11 - Konstrukční zásady a příloha P.11 - Navrhování úchytů pro manipulaci s dílci.
- *Směrnice pro navrhování nosné konstrukce montovaných skeletových budov*, VÚPS Praha, 1973



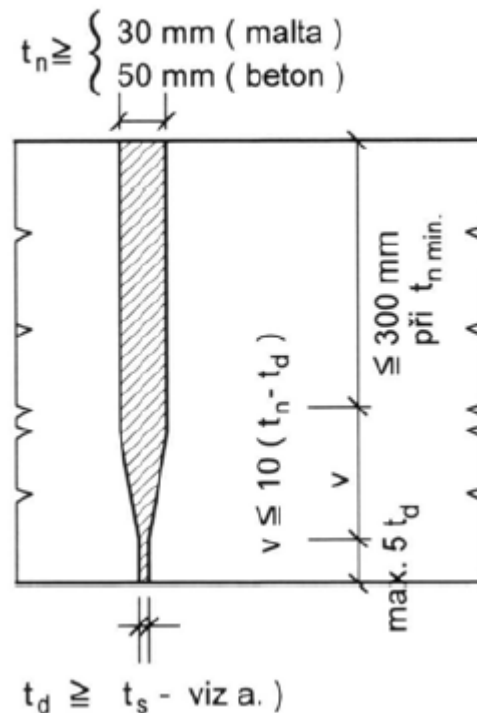
Mají-li být spáry uvažovány jako staticky účinné, musí být:

- minimální tloušťka ložných spár  $t_s=5$  mm při vyplnění maltou,  $t_s=15$  mm při vyplnění betonem,
- minimální tloušťka  $t_d$  svislé spáry na dolním okraji jako u ložných spár, a to při výšce rovné nejvýše  $5t_d$ , u horního okraje minimálně 30 mm při výplni maltou, resp. 50 mm při výplni betonem.

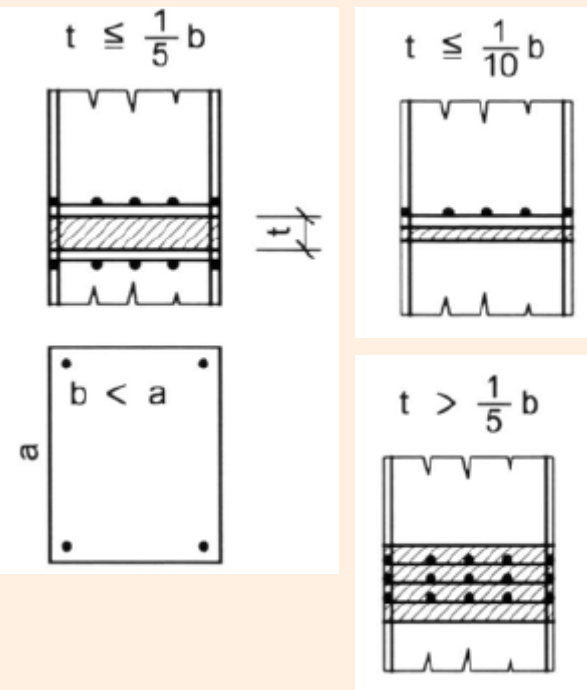
a.) ložná spára



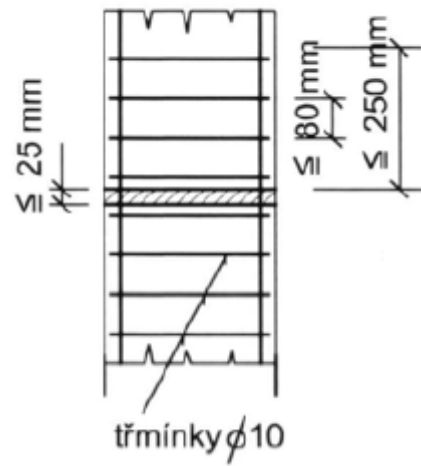
b.) svislá spára



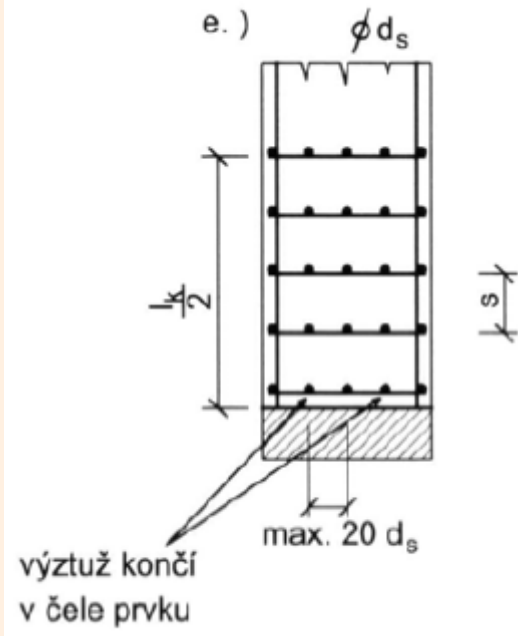
c.) v závislosti na rozměru průřezu b



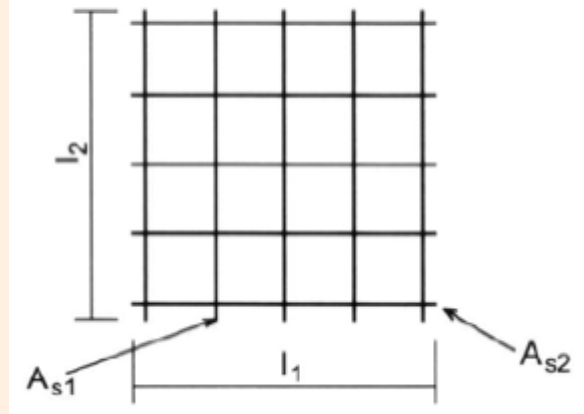
d.)



e.)



f.) mřížka



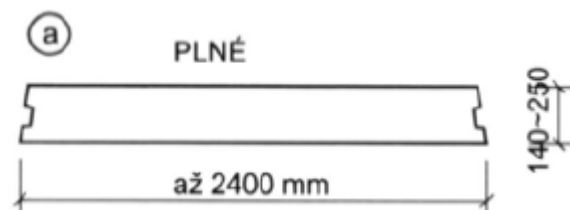
## Stropní plošné prvky a jejich styky

Stropní plošné konstrukce přenášejí do průvlaků svislá zatížení jednotlivých podlaží a měly by také působit jako *tuhé vodorovné tabule zprostředkující spolupůsobení nosných rámu a přenášející účinky vodorovného zatížení do svislých ztužujících prvků*.

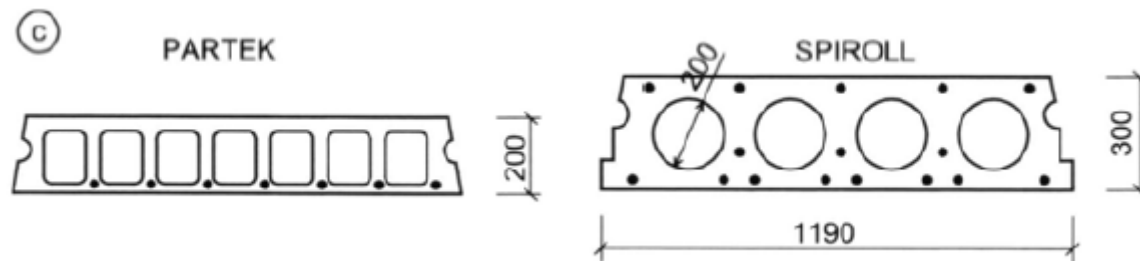
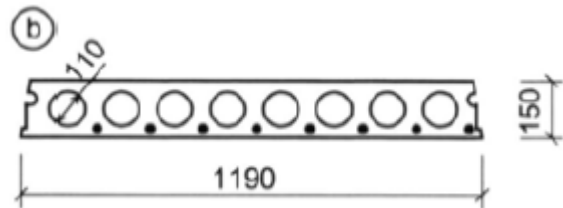
Stropní konstrukce lze sestavit z deskových nebo žebrových panelů. Ty musí z hlediska únosnosti a použitelnosti vyhovět požadavkům ČSN EN 1992-1-1 ve smyslu mezních stavů jak samy o sobě, tak i jako součást vodorovné tabule.

### *Deskové panely*

**Plné železobetonové panely** se vyrábějí v šířkách až 2400 mm, délkách do 7200 mm a výškách od 140 mm do 250 mm. Jejich boční strany jsou profilované, v čelních částech může být kotvena výztuž pro zabezpečení případné spojitosti v podélném směru a spřažení po uložení na průvlaky. Panely vytvářejí rovný hladký podhled stropu. Nevýhodou je především poměrně velká vlastní hmotnost.

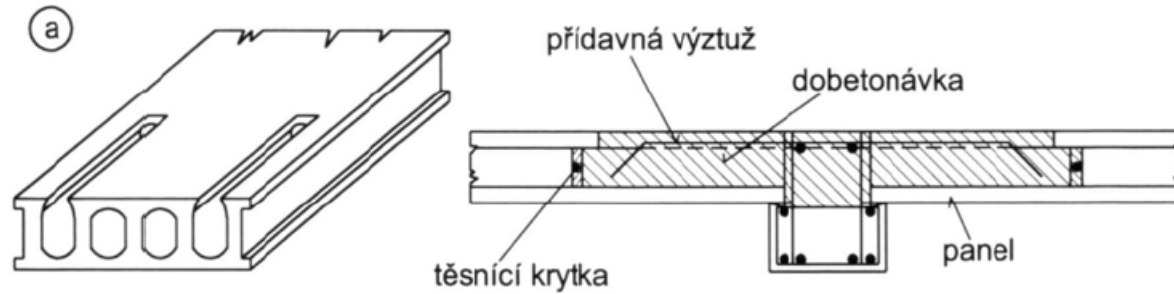


**Dutinové panely** vytvářejí rovněž rovný podhled. Vylehčením se dosahuje snížení vlastní hmotnosti o 45 až 50%. Vyrábějí se v šířkách až do 2400 mm (v násobcích 300 mm). Panely SPIROLL mohou být do rozponu 7200 mm železobetonové, stejně jako panely PARTEK jsou však převážně předem předpjaté. U nás se vyrábějí do rozponu 12000 mm s tloušťkou 150, 250 nebo 300 mm; v cizině až do rozponu 16000 mm o tloušťce 150 až 400 mm. Délky, tloušťky, předpětí i úpravy čel a bočních ploch panelů je možno přizpůsobit potřebám odběratele. Např. při vytváření spojitosti v podélném směru (vybouráním horních stěn otvorů s vložením výztuže a zabetonováním).

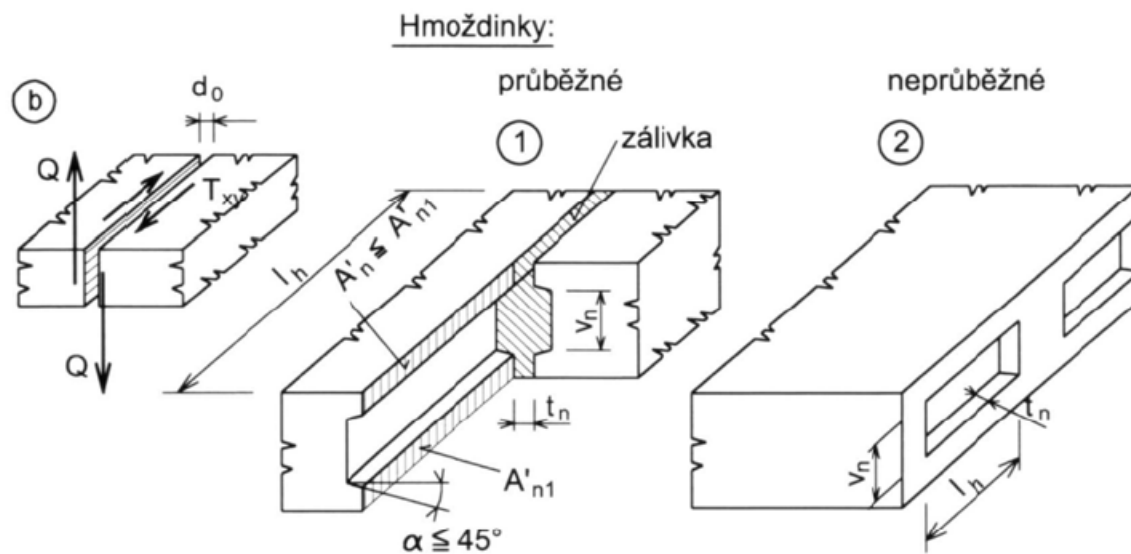


Stropní panely:

a) zabezpečení spojitosti v podélném směru,

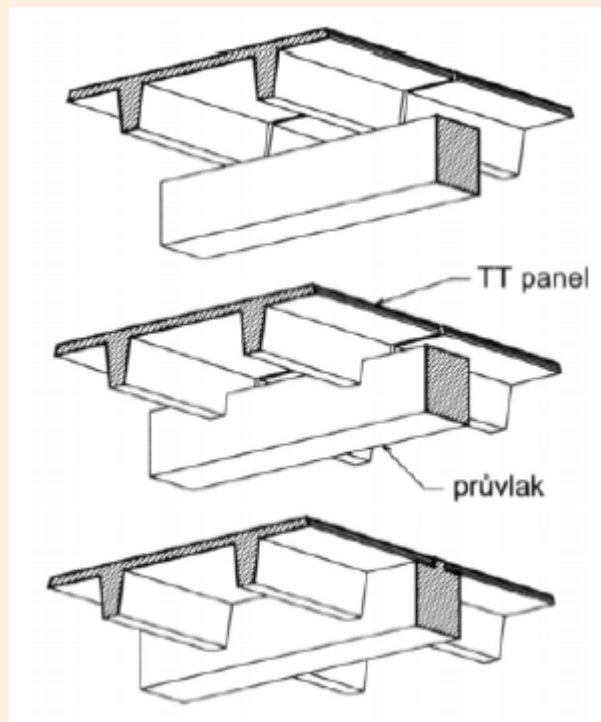


b) přenesení příčného a podélného smyku ve spáře



**Žebrové panely** dílce TT, s předem předpjatými žebry se používají pro rozpory 6 až 18 m (u střech až 24 m) pro nahodilé zatížení až do  $25 \text{ kN/m}^2$ . Výška žebér je 450 až 750 mm (podle potřebné únosnosti), šířka se mění délkou vyložení konzol desky v mezích 1500 až 2400 mm a to při konstantní vzdálenosti žebér 1200 mm. Uložení panelů na průvlaky může být na celou výšku žebér, na ozub, příp. pouze na desku vyčnívající z čela panelu, Vzájemné spolupůsobení panelů v příčném směru lze zajistit spojením výztuže vyčnívající z desky v podélných ústupcích panelů příp. i svařením ocelových prvků (úhelníků) zakotvených podél hrany desky.

*Možné varianty uložení TT panelů na průvlak*

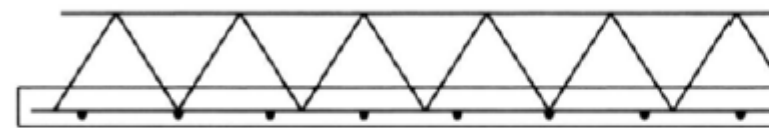


*Spřažené filigránové desky* jsou železobetonové prefabrikované desky o tloušťce obvykle 60 až 80 mm a do rozpětí běžně až 6 m. Jejich půdorysný tvar lze přizpůsobit požadavkům projektanta. Ve filigránových deskách je zabetonována *prostorová příhradovina* z betonářské výztuže, která vyčnívá z desky nad její horní líc. Deska je u dolního líce vyztužena v souladu s požadovanou únosností spřažené desky v provozním stádiu. Během výstavby tvoří deska *ztracené bednění* pro dobetonávku a obvykle se provizorně podpírá.

příčný řez

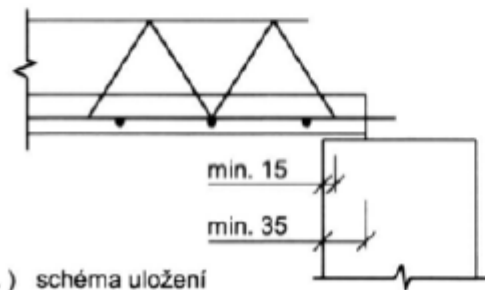
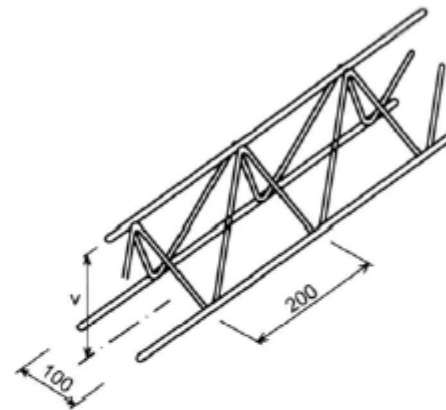


podélný řez



b.) příčný a podélný řez deskou prefabrikátu

a) schéma příhradového nosníku

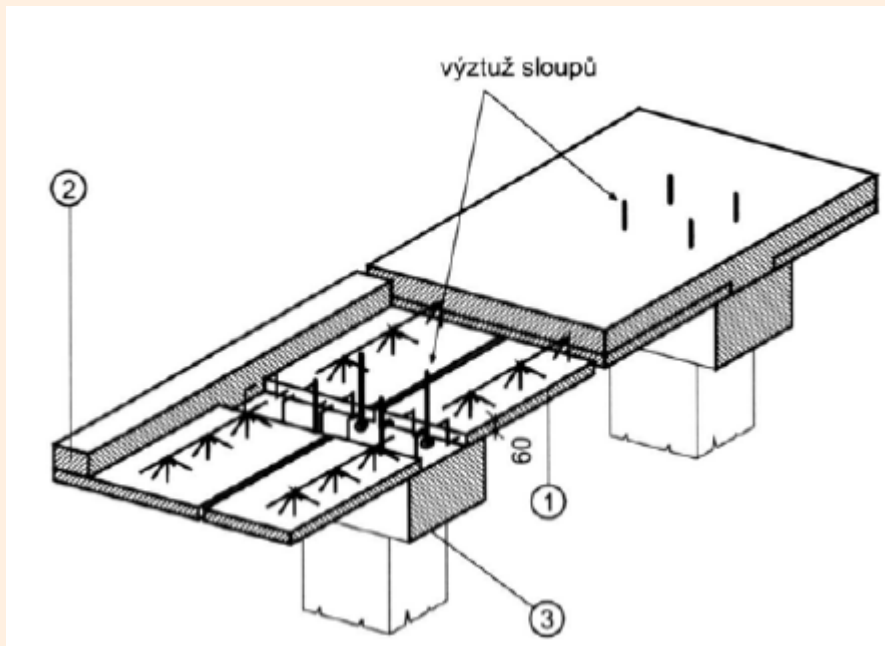


c.) schéma uložení

*Konstrukce spřažené filigránové desky:*

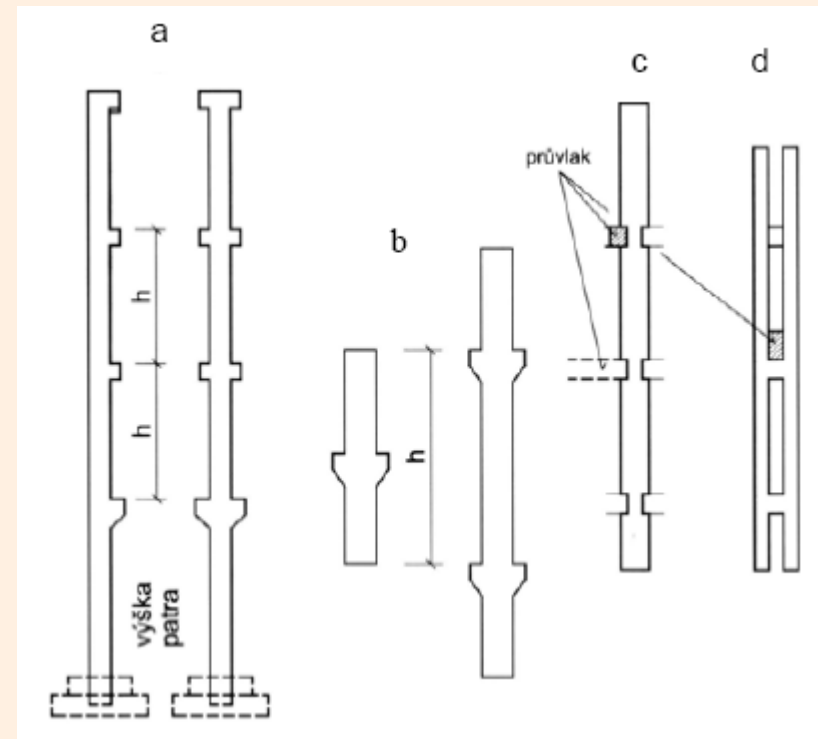
- a) příhradový nosník,
- b) příčný a podélný řez,
- c) uložení

*Příklad použití filigránových desek v konstrukci; 1 - deska, 2 - dobetonovaná vrstva, 3 - průvlak*



Prvky a styky skeletu s průběžnými sloupy

*Sloupy tohoto skeletu probíhají rámovými styčníky bez přerušení a stykují se nejčastěji ve střední třetině výšky podlaží. V úrovních stropů jsou sloupy opatřeny konzolami, na které se ukládají průvlaky.*



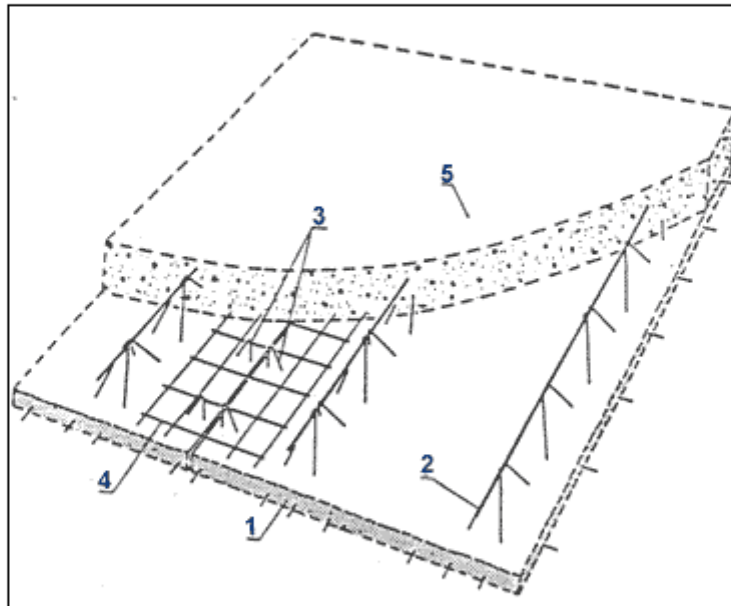
*Průběžné sloupy v průvlakovém skeletu: a) vicepodlažní (krajní, vnitřní), b) jednopodlažní a dvoupodlažní v těžším provozu, c) s vybráním, d) dvouvětvojý*



## Filigran floor slabs

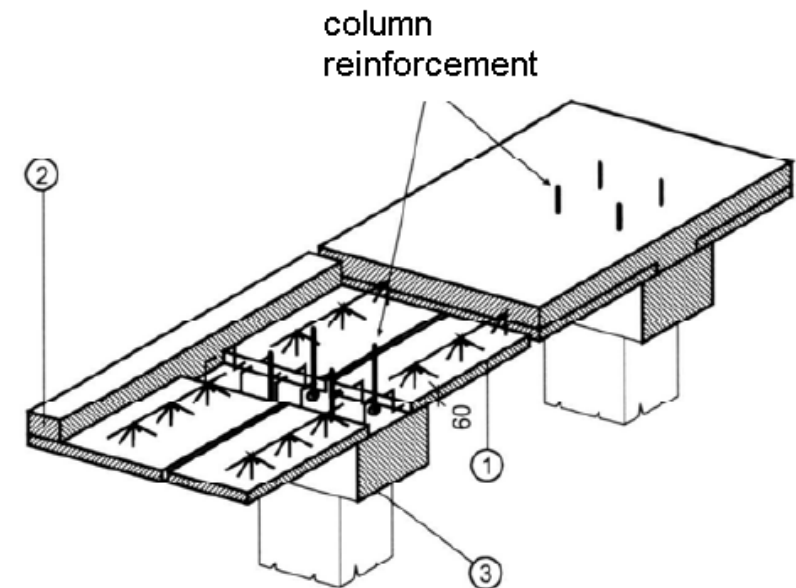
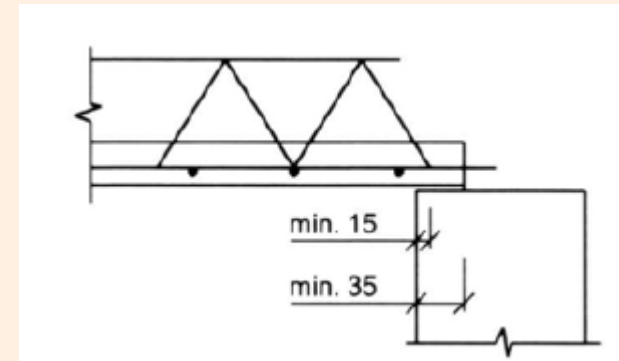
### 1. General characteristic of the slab

The slab is a prefabricated monolithic slab composed of thin reinforced mat elements and a layer of supplementary concrete laid on them on the building site.



#### Descr. of slab construction

- 1 - prefabricated plate
- 2 - spacious steel framework
- 3 - vertical connecting edge reinforcement
- 4 - connecting reinforcement situated on the edge
- 5 - supplementary concrete



1) slab, 2) cast in situ concrete 3) girder

## Reinforced concrete slabs filigran

Reinforced concrete slabs filigran are slabs that are composed of prefabricated elements- slab plates, additional reinforcement installed on the building site as well as ready-mixed concrete laid on the building site. Prefabricated slab plates are composed of a thin reinforced plate and spacious steel frameworks partially covered with concrete. The overall lower stretched reinforcement, needed in the exploitation stage, is set into a prefabricated slab, and steel frameworks make the prefabricate adequately stiff while transporting as well as producing the slab.



### *Basic technical data*

Slab span - to 12,00 m

Entire slab thickness- from 0,14 to 0,30 ( alternatively more in special extension )

Prefabricated plate thickness- 0,05 and 0,06 - in exceptional cases to 10 cm

Prefabricated plate overall dimension - the length adjusted to the slab span, 2,4 m wide

Load - optional like in case of monolithic slabs

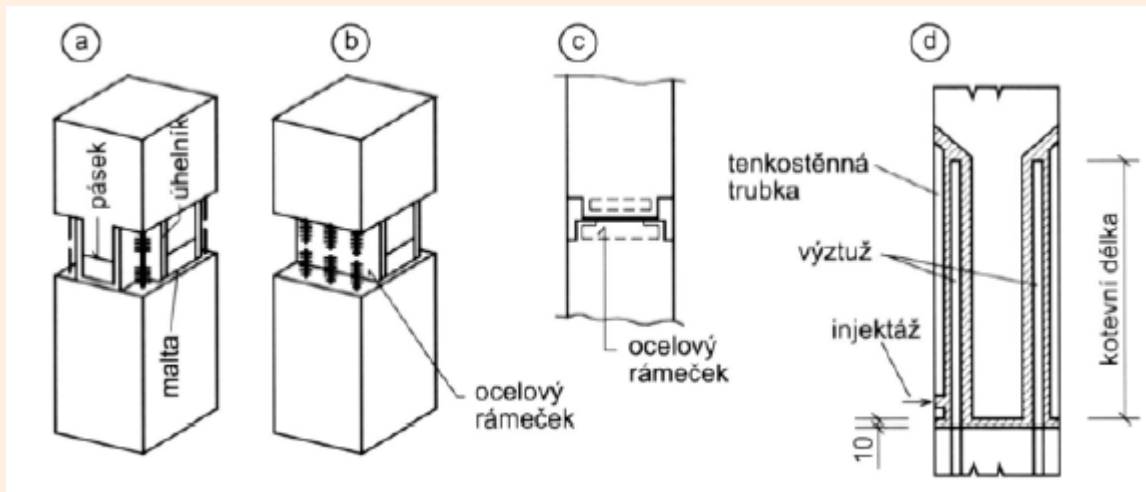
### *Application*

Reinforced concrete slabs filigran can be applied in residential, general or industrial building; mainly in cases where uniquely monolithic slabs could be used so far.

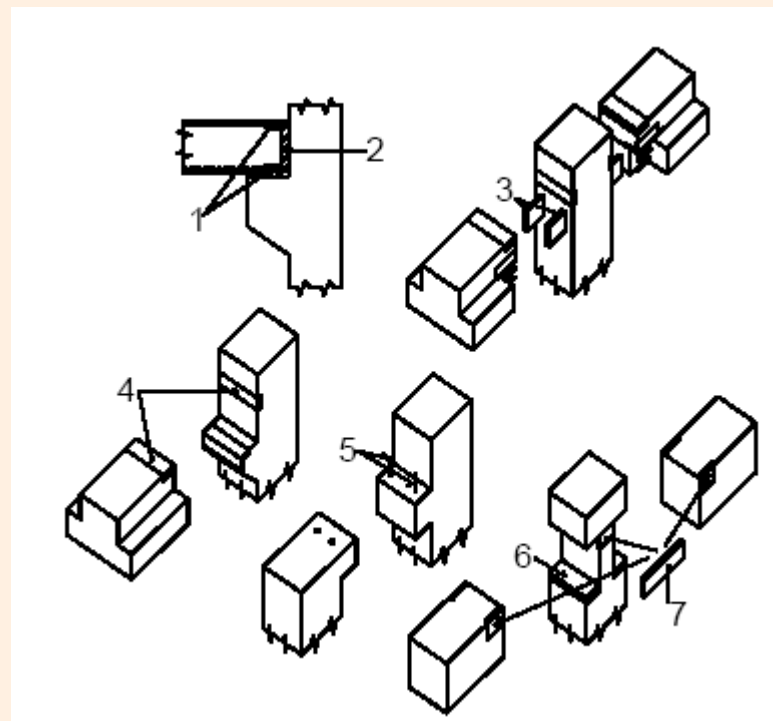
General design concepts

- slab design is carried out individually for each construction
- slabs can be designed as working in one or two directions, freely supported, fixed (partially or entirely ) or continuous multispans
- in case of slabs moving in one direction the cross section of the main stretched reinforcement is assumed as the sum of the cross section of oblong bars as well as of lower steel framework bars. The whole computational reinforcement-scheme is inset into the prefabricated slab.
- In case of cross reinforced slabs, the reinforcement perpendicular to the bars is inset over the higher prefabricated surface. The cross section of this reinforcement is indicated on the assumption that the height of reinforcement is inferior to the one of the reinforcement inset into the plate.

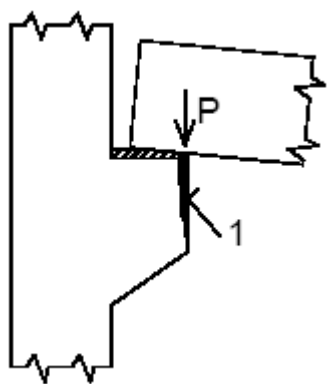
## Příklady styků sloupů



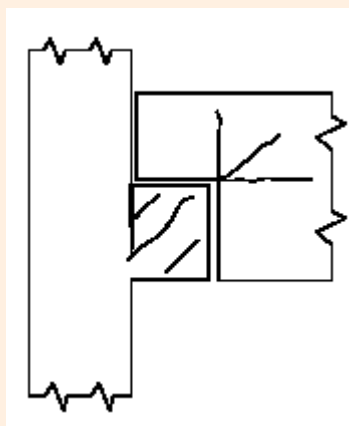
Příklady styků průvlaků s průběžnými sloupy; 1-svařená tlačená a tažená výztuž, 2-zálivka, 3-ocelové konzoly – “nože”, 4-kotevní destičky, 5-trny, 6-úložný práh, 7-ocelový pásek



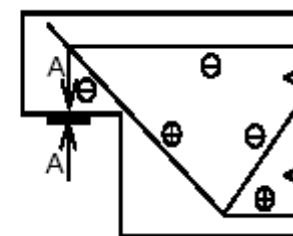
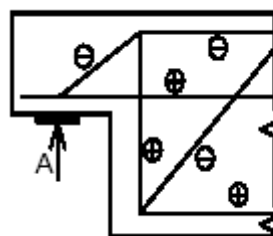
Vznik poruchy při ne-  
správném uložení průvlaku na  
konzolu (bez ložiska); posun  
podporového tlaku k okraji kon-  
zoly (zvětšení  $M$  ve vetknutí),  
usmyknutí betonu z čela konzoly  
(1)



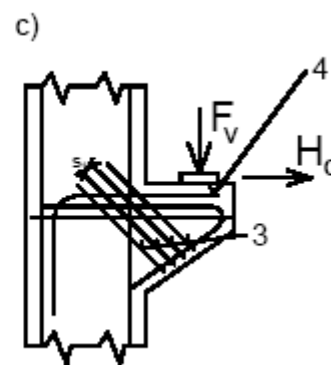
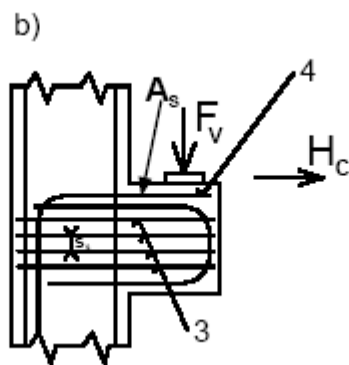
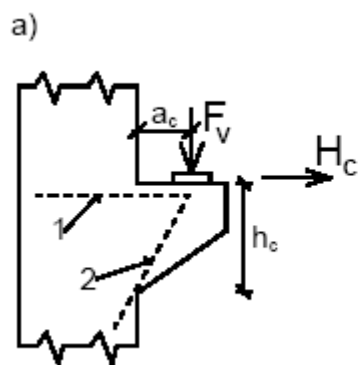
Vznik poruch (trhlin) na  
konzole a v ozubu při nedosta-  
tečném vyztužení konstrukce



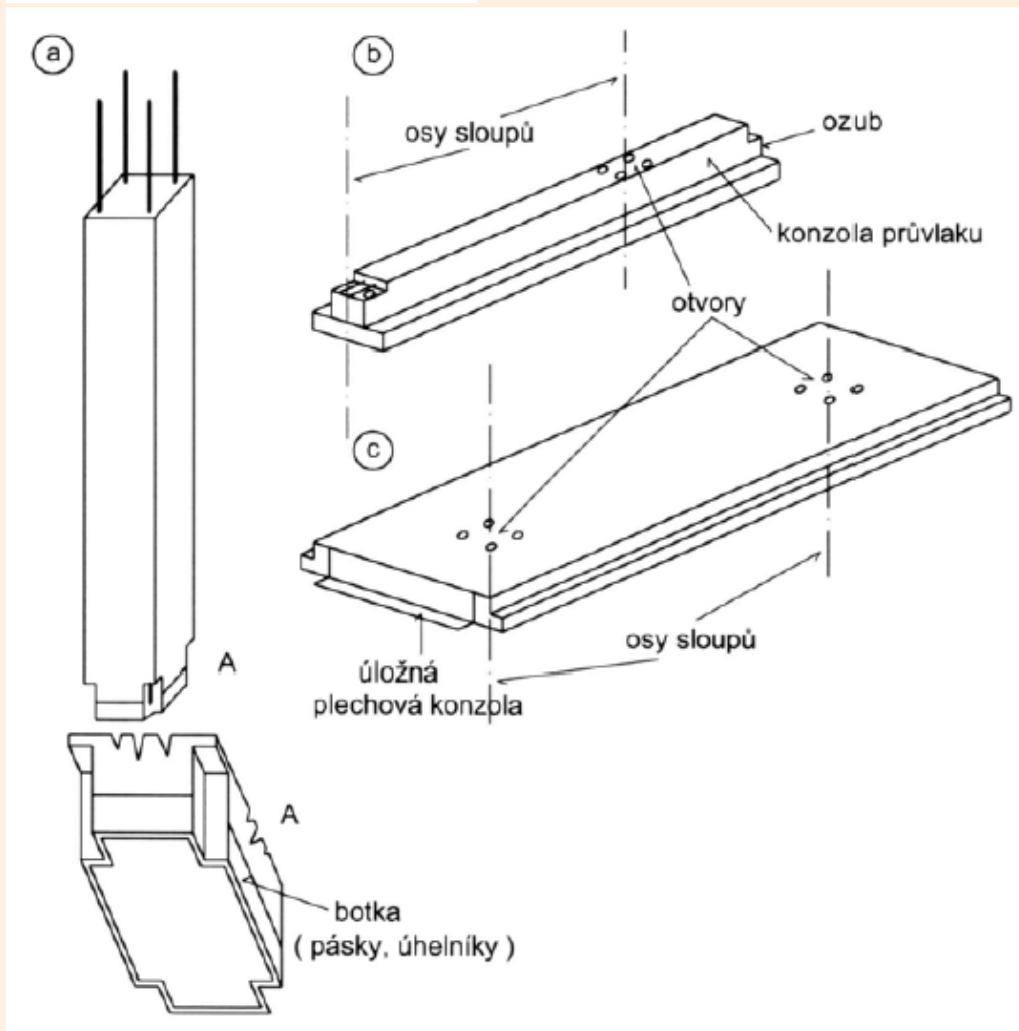
Náhradní příhradová kon-  
strukce pro možný výpočet  
konce průvlaku s ozubem; -  
(-) tažený (tlačený) prut



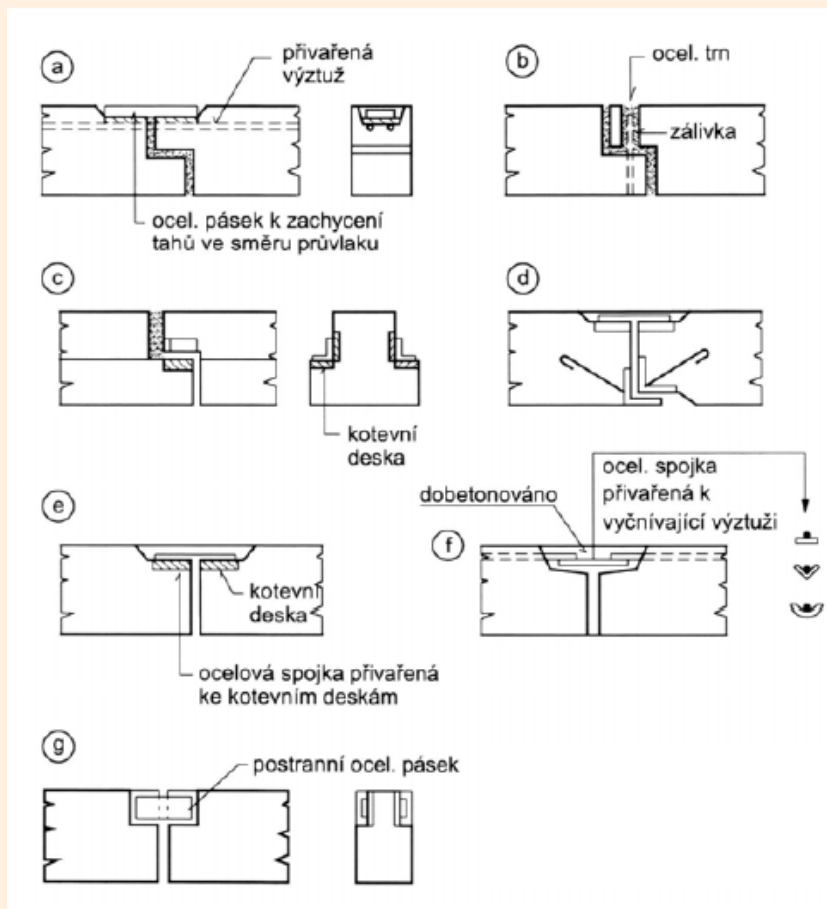
Možný způsob výpočtu namáhání a dimenzování sloupu

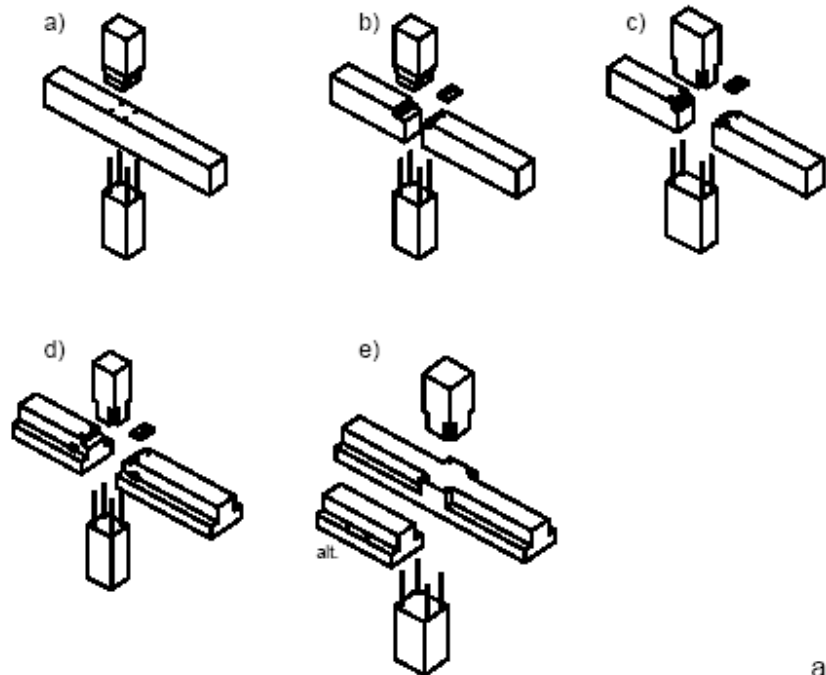


Základní typy prvků skeletu s průběžnými průvlaky: a) sloup, b) tyčový průvlak, c) plošný průvlak



Příklady styků průvlaků v poli





*Příklady styčniců skeletu s průběžnými průvlaky*

*Příklady styků průvlaku se sloupy: a) průvlak se stykem v ose sloupu, b) průvlak bez přerušení ve styčniku, (příklady převzaty z praxe); 1 – výztuž sloupu, 2 – svařovaná podélná výztuž průvlaku, 3 – průběžná výztuž průvlaku, 4 – GROUTEX 603, 5 – beton C25/30*

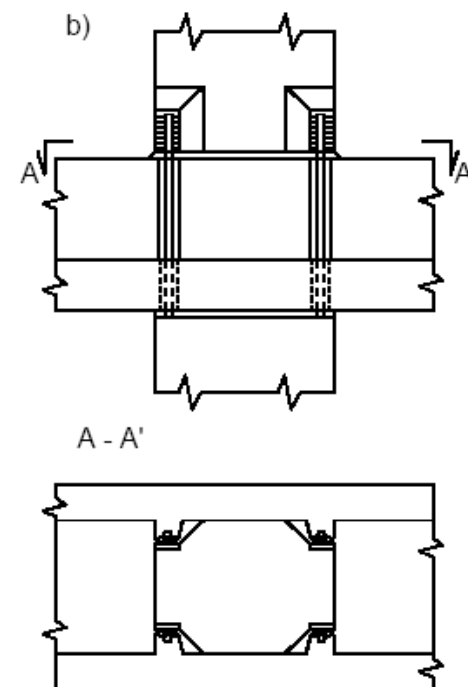
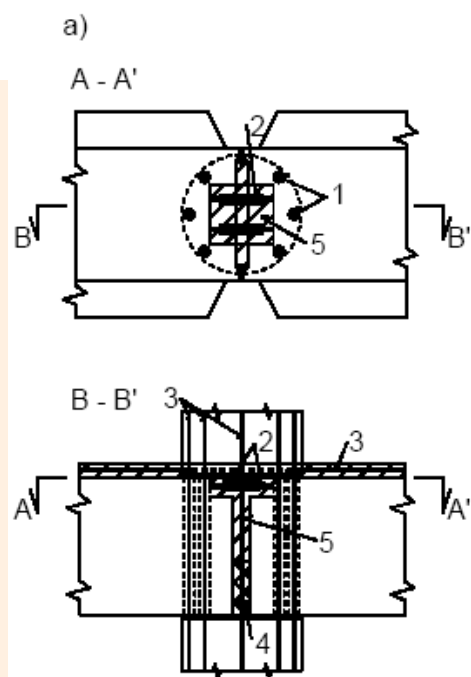


Fig. 6.15.1 Hanger Connections

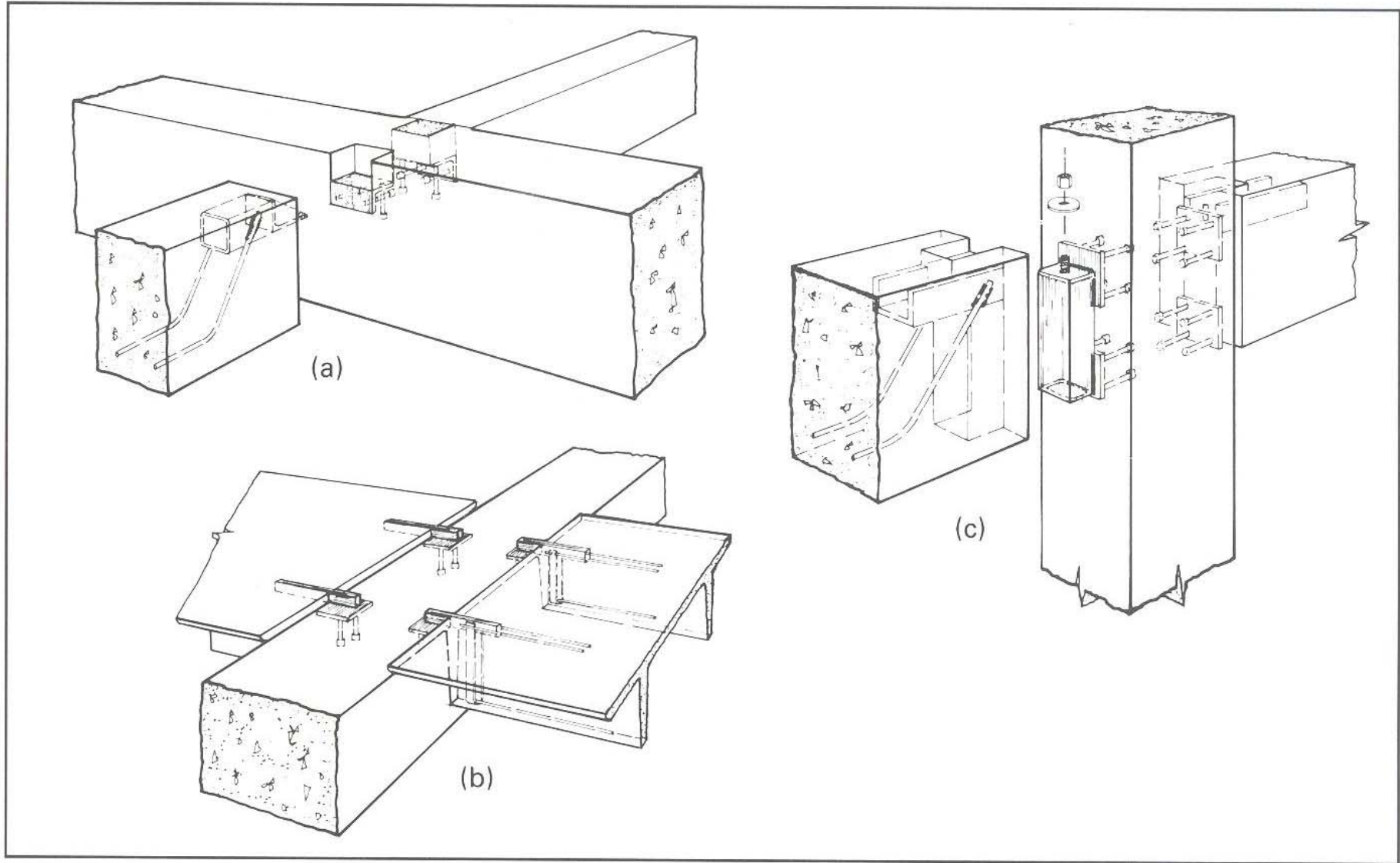


Fig. 6.16.1 Moment Connections

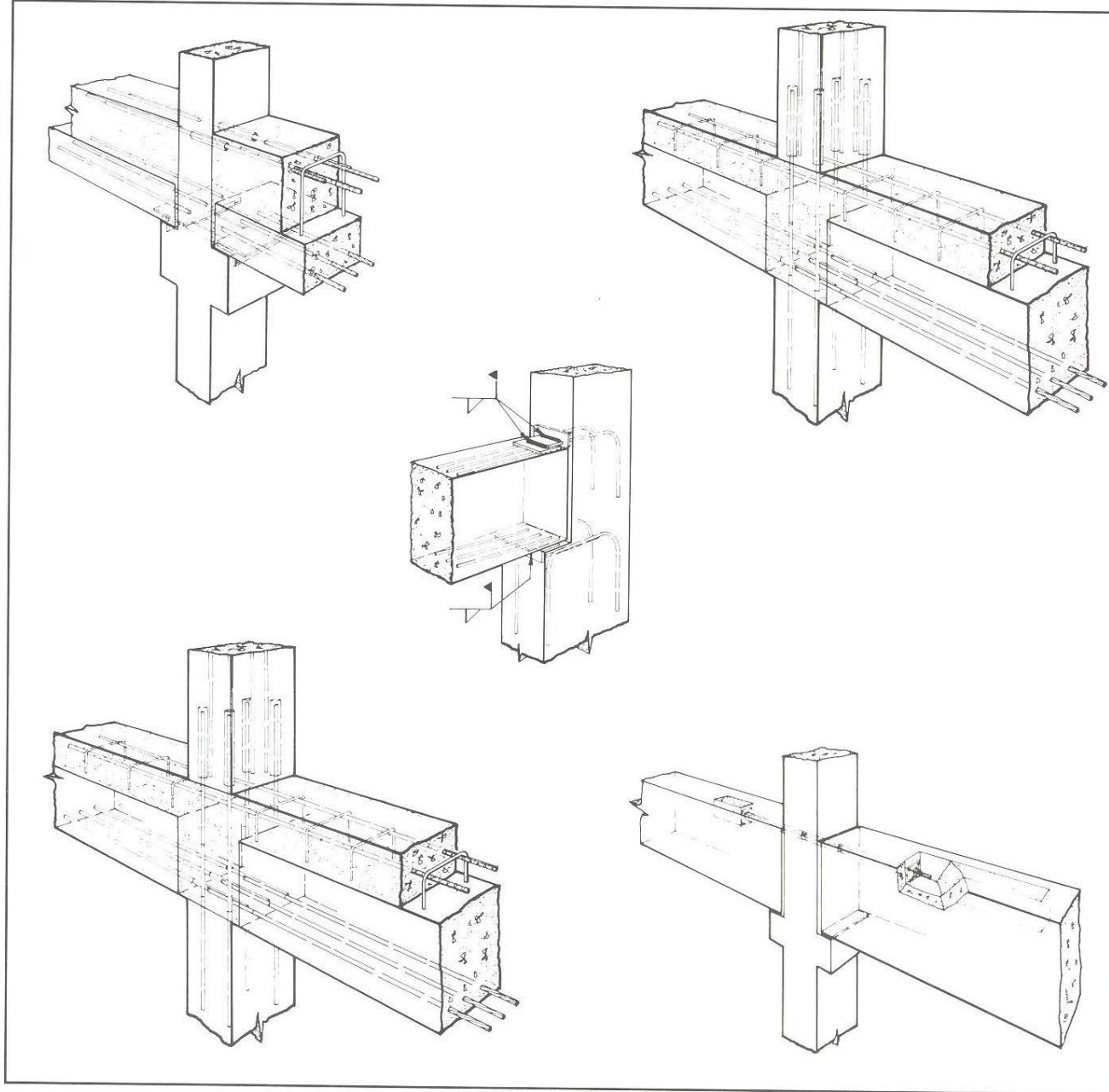




Fig. 6.10.1 Column base connections

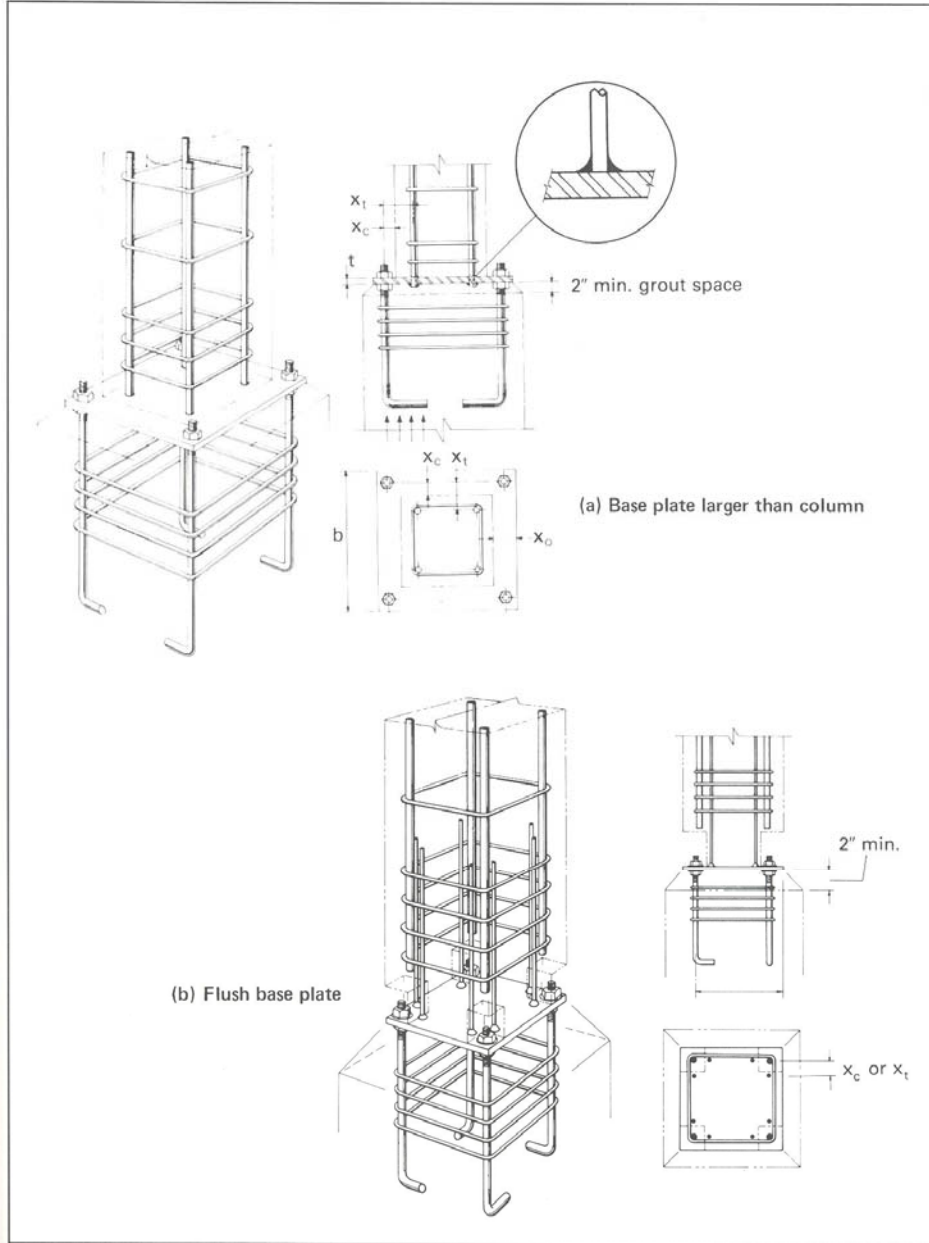
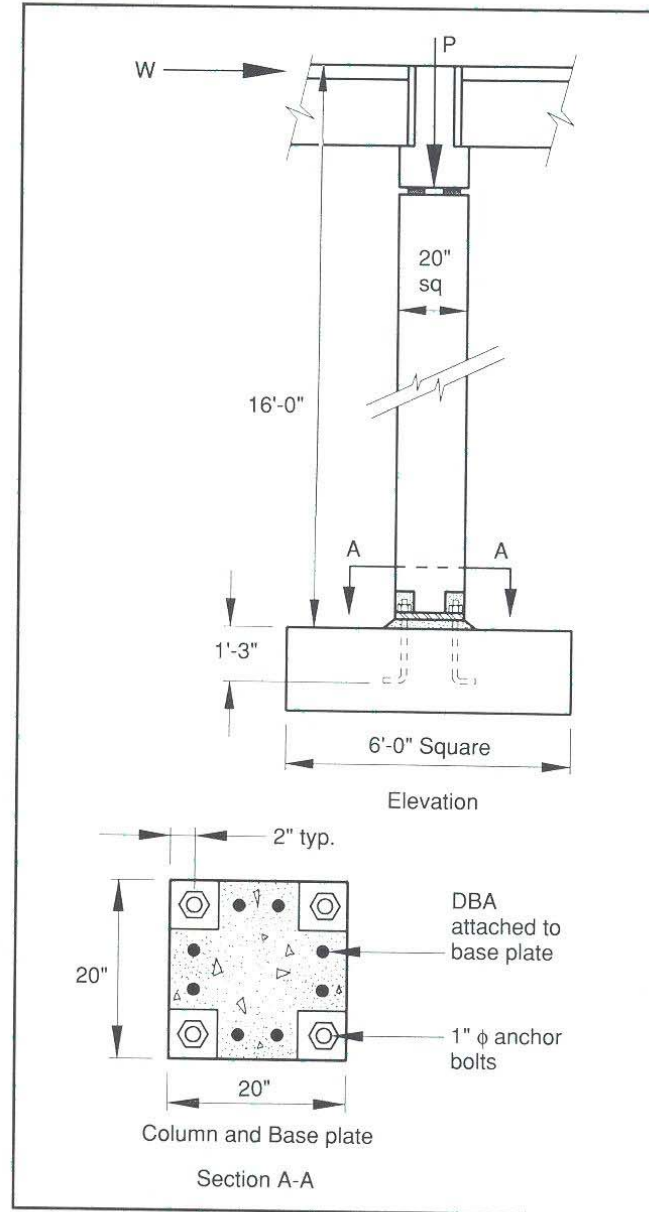


Fig. 3.8.3 Examples 3.8.1 and 3.8.2\*



\*These examples assume that the section properties of the column extend to the top of the roof.

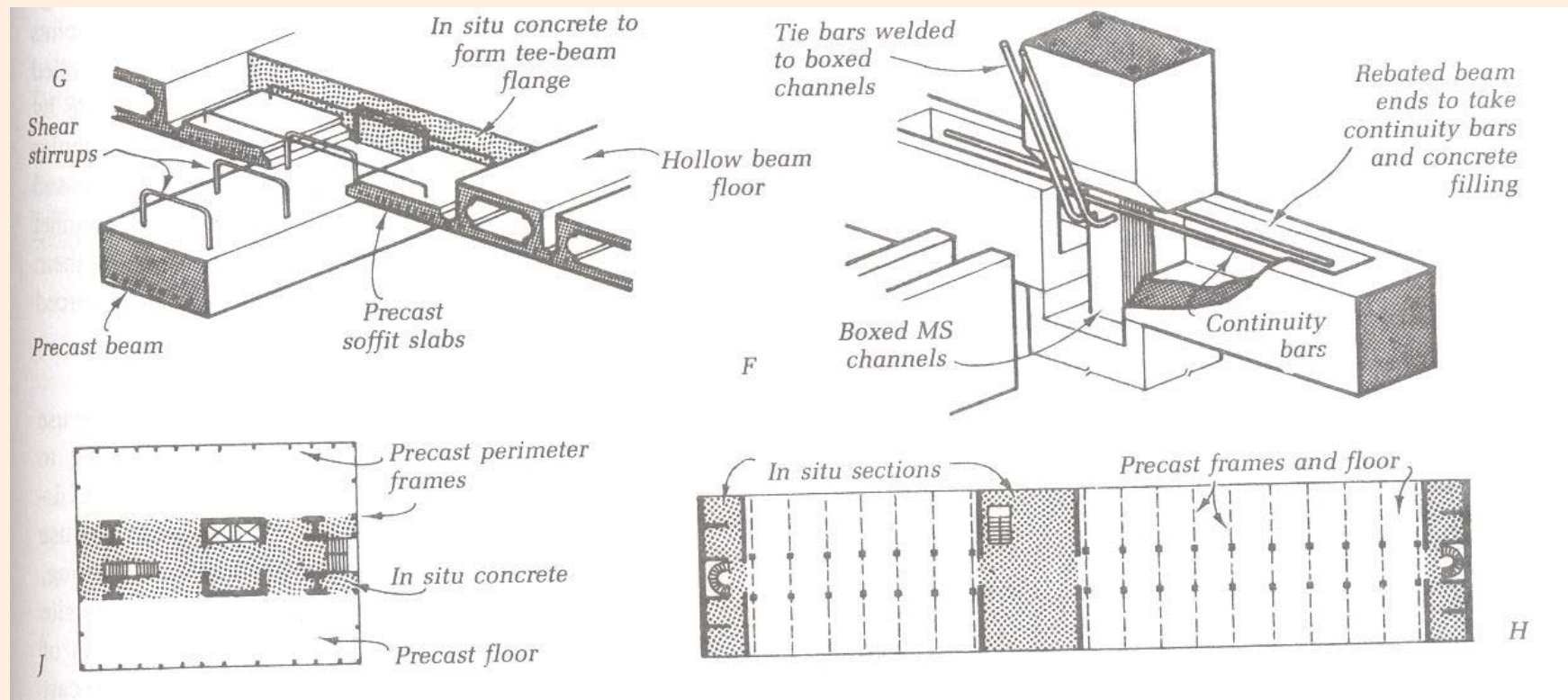
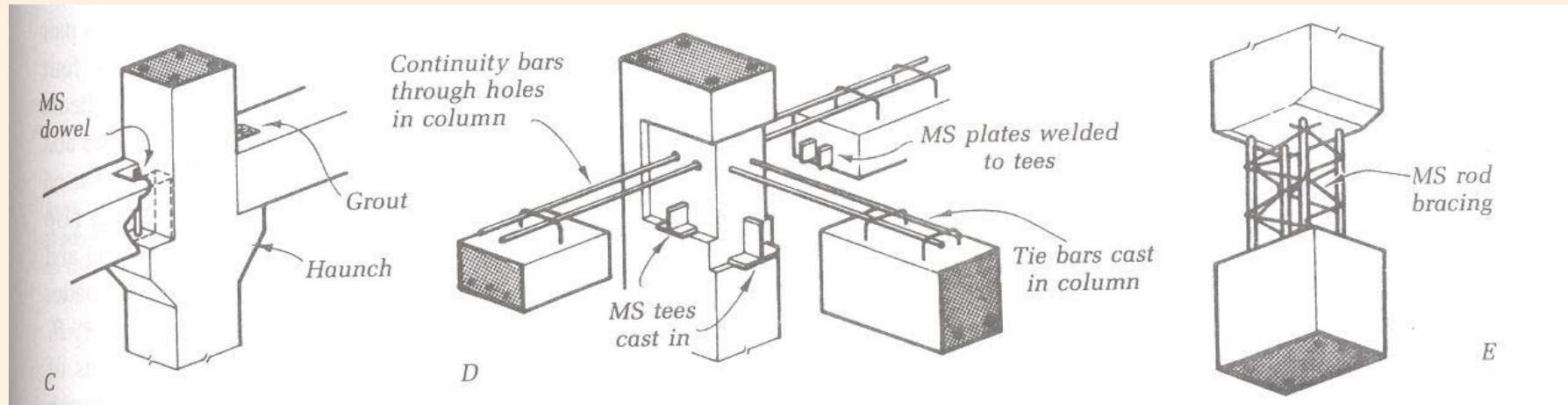


Fig. 6.12.1 Structural steel haunches

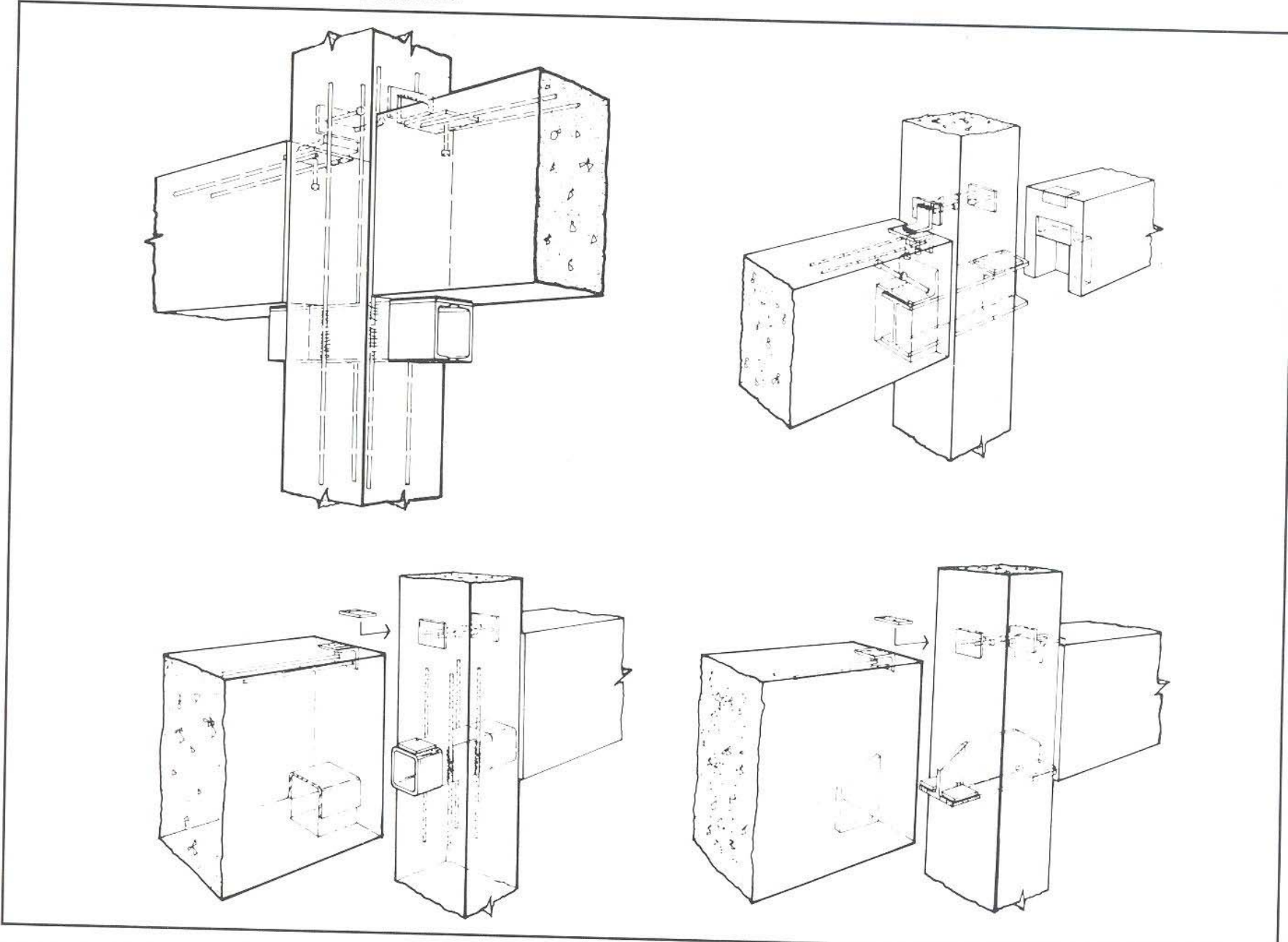
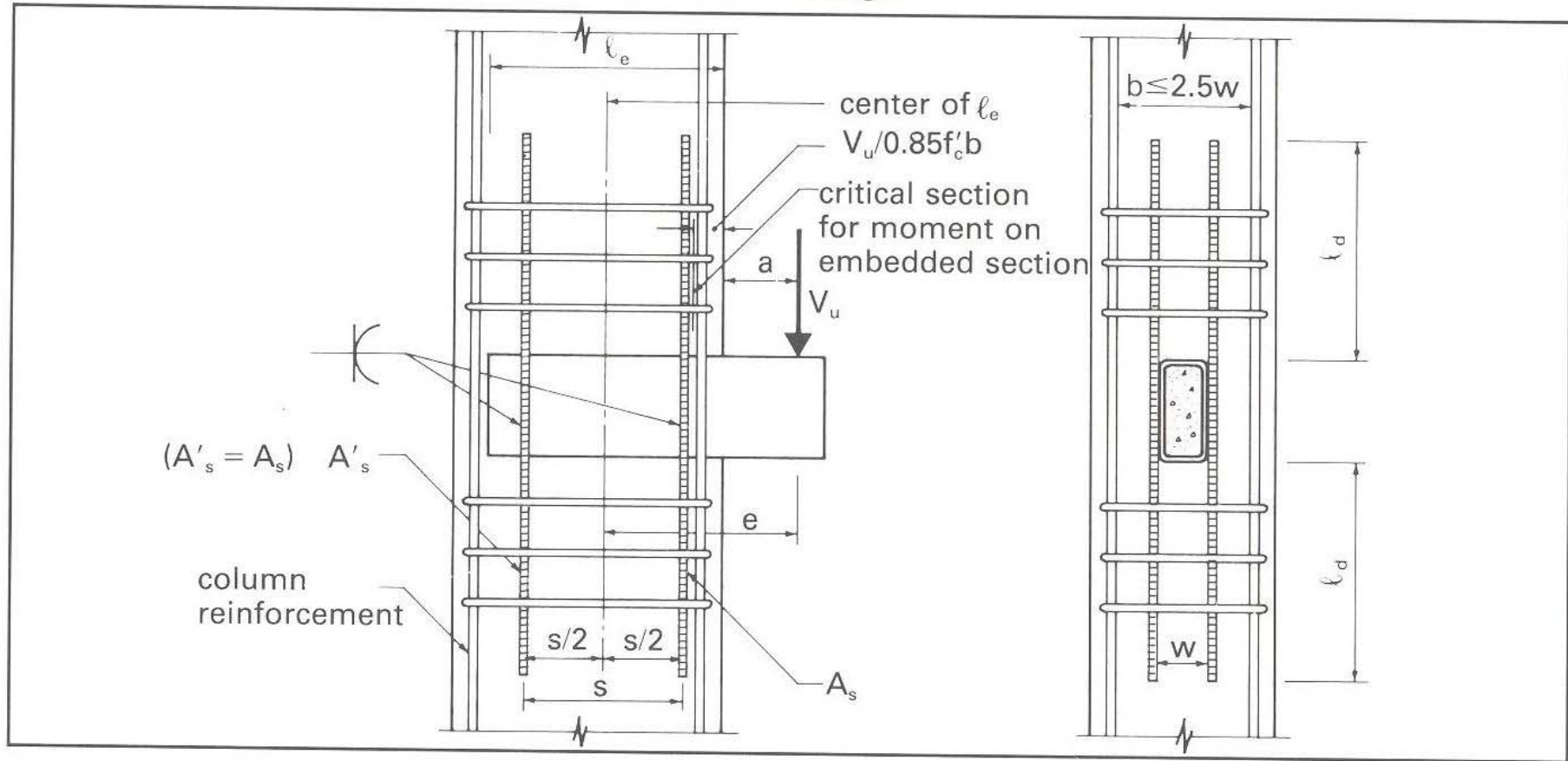
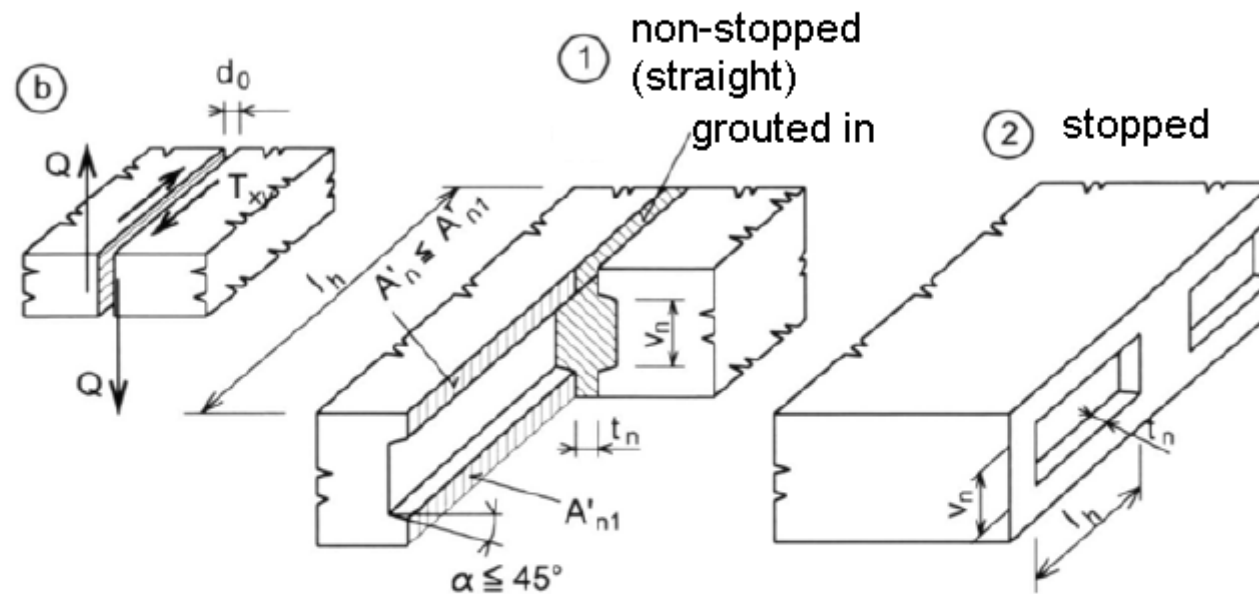


Fig. 6.12.3 Assumptions and notation—steel haunch design



## Safeguard – longitudinal and transverse shear in the joint

### Gudgeons



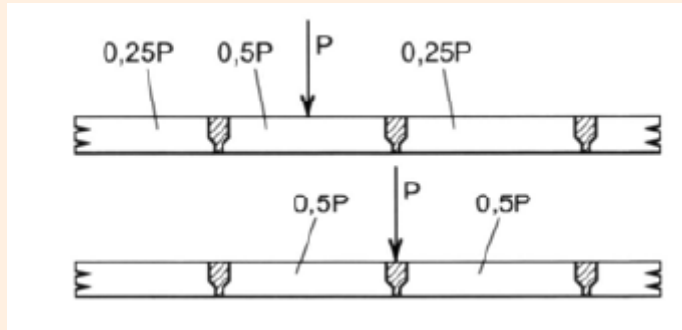
Limiting force  $Q_n$ :

$$Q_n = \begin{cases} 0,85 f_{cd} A_0 \\ 2 \cdot 0,85 f_{ctd} A_n \end{cases}$$

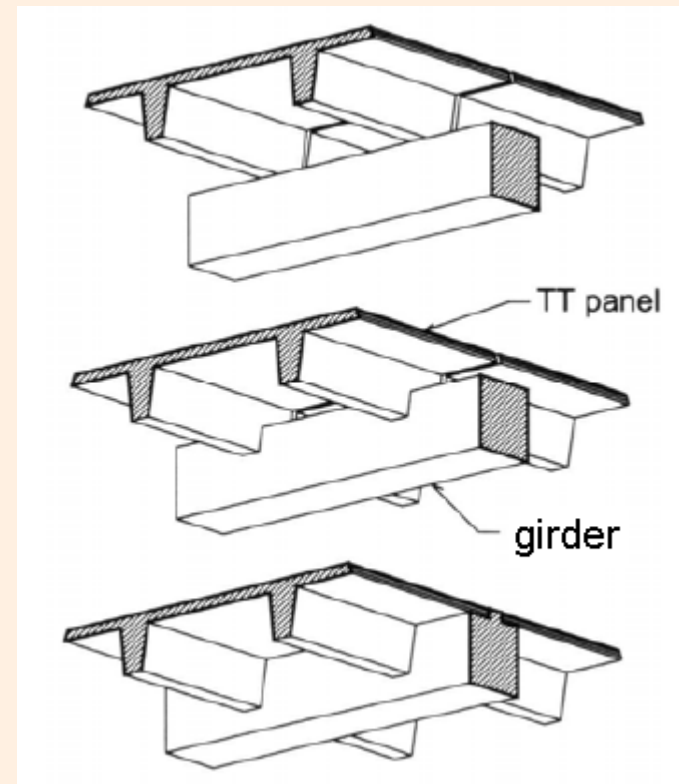
$$A_0 = t_n l_h$$

$$A_n = v_n l_h$$

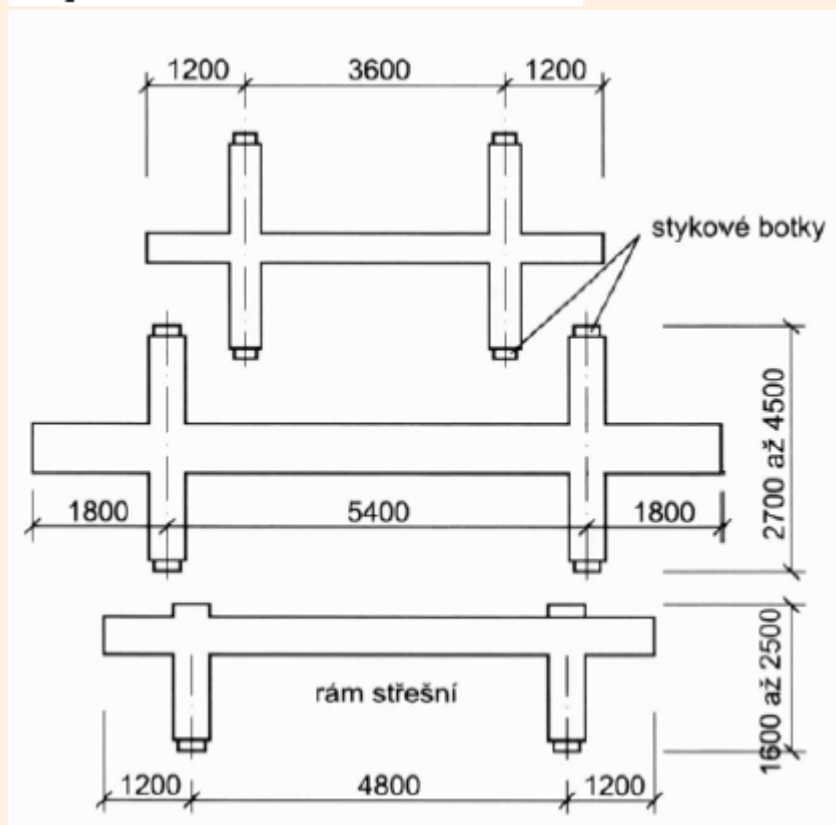
## Ceiling panels interaction – vertical force



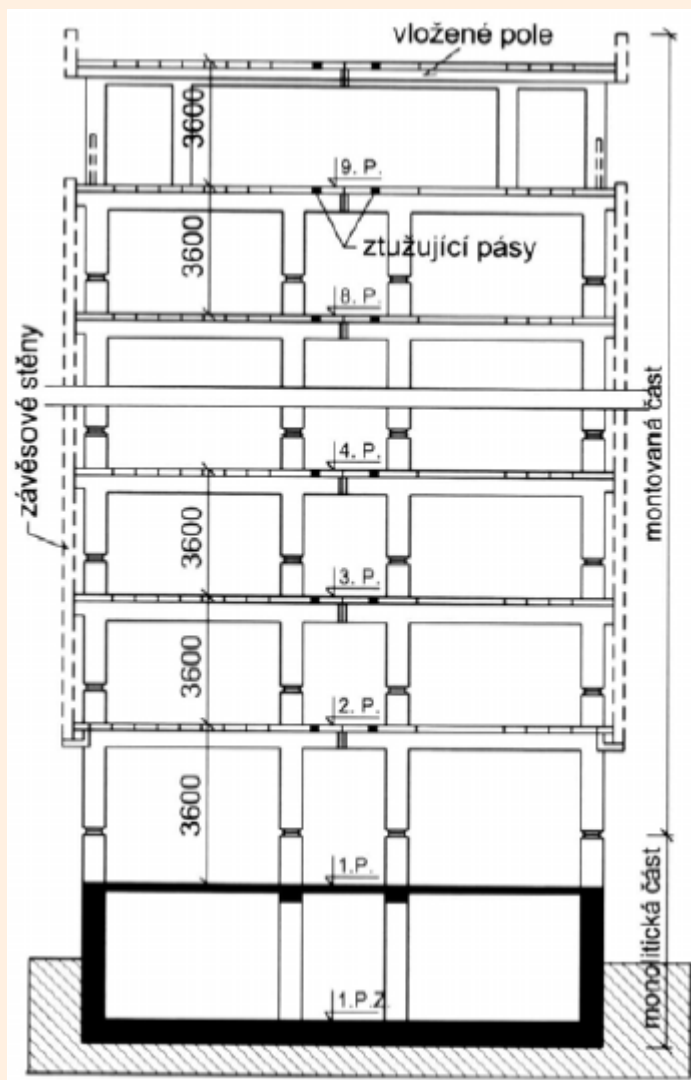
TT panel bearing on the girder



Rámové dílce (H-rámy) pro různá rozpětí a zatížení

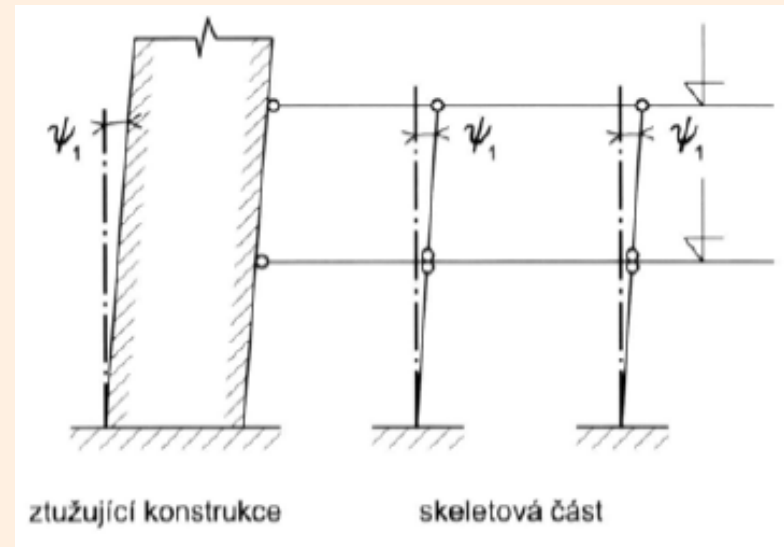
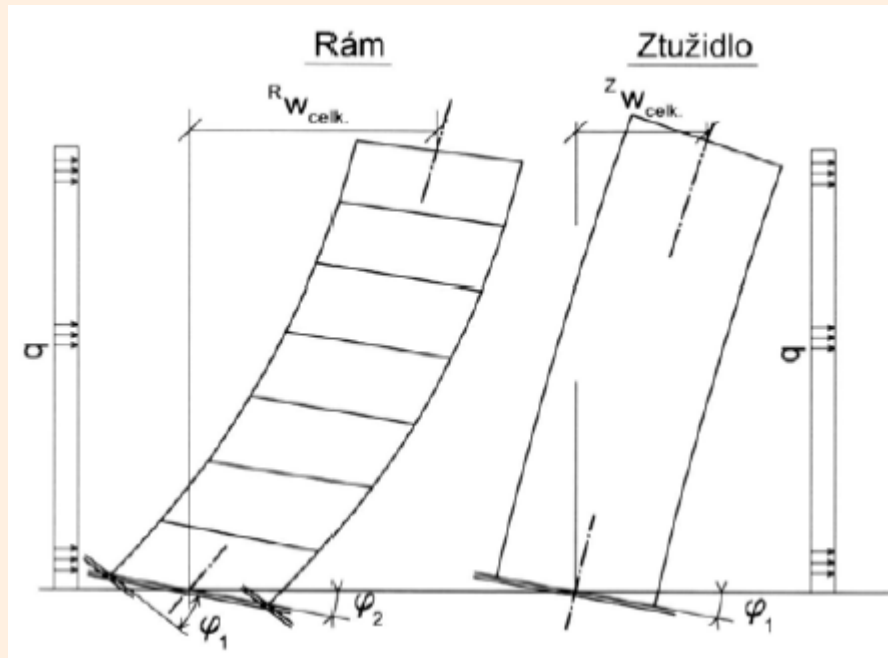


Příklad použití systému s H-rámy (z nabídky stavební firmy)



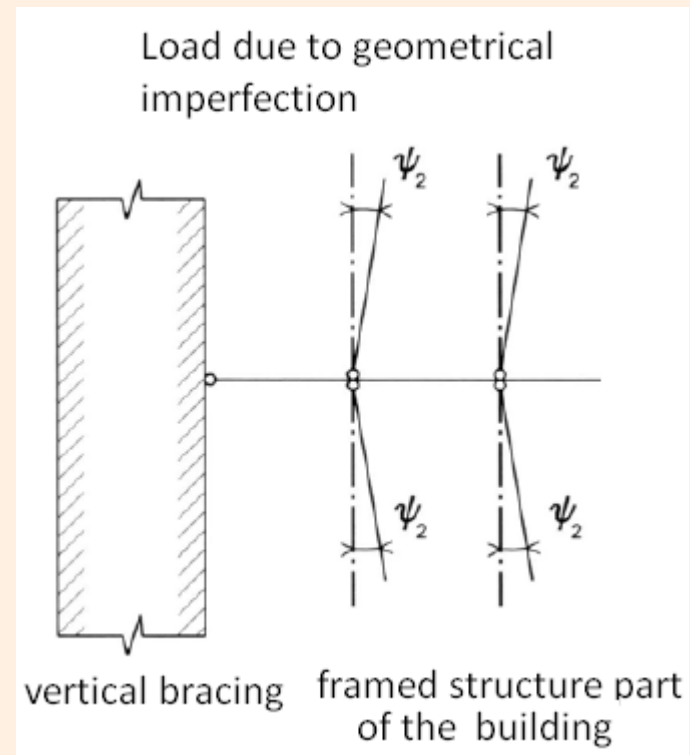
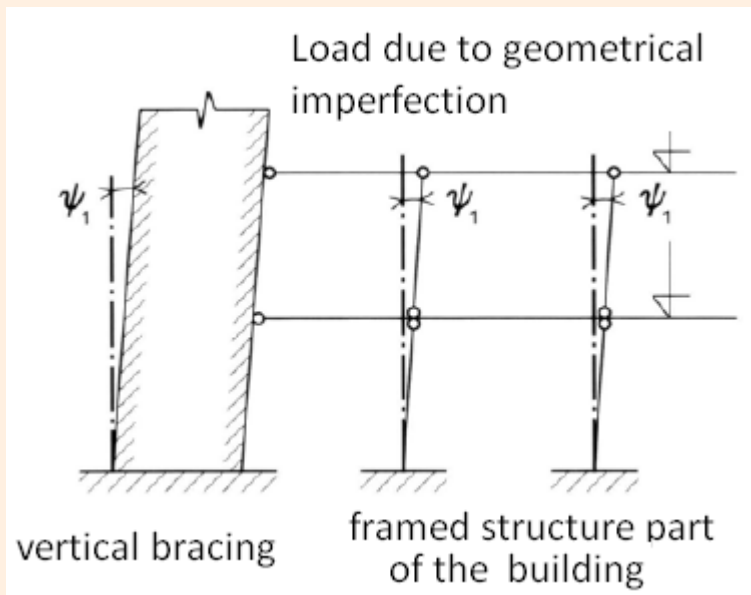
## Zásady statického řešení

*Výpočet* je nutno provést pro konstrukci ve všech fázích výstavby, před případným zmonolitněním a po zmonolitnění styků, se započítáním faktoru času, zohlednit případný vliv přetvárnosti základové půdy na chování horní stavby atd., a vždy prokázat přenesení všech účinků zatížení až do základů. Při návrhů základů se respektují samozřejmě geotechnické vlastnosti základové půdy a přetvárné vlastnosti celého objektu. Na obr. je patrné, jak pootočení  $\varphi_1$  základových konstrukcí a rozdílné zatlačení různě zatížených sloupů ( $\varphi_2$ ) ovlivní celkové naklonění rámu a ztužující stěny.

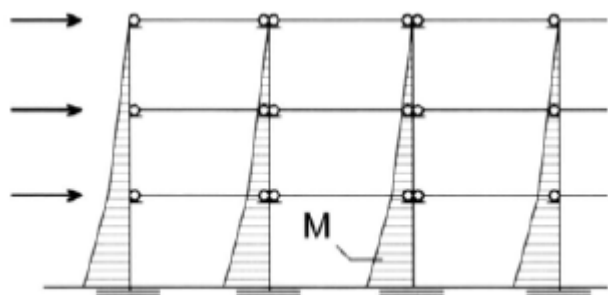


*Vliv pootočení a rozdílného stlačení v základové spáře na celkový vodorovný posun vrcholu konstrukce*

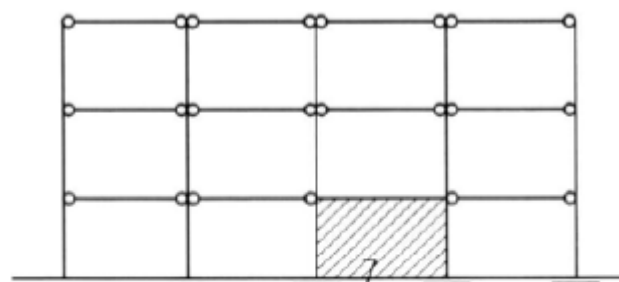




## Ztužení skeletu



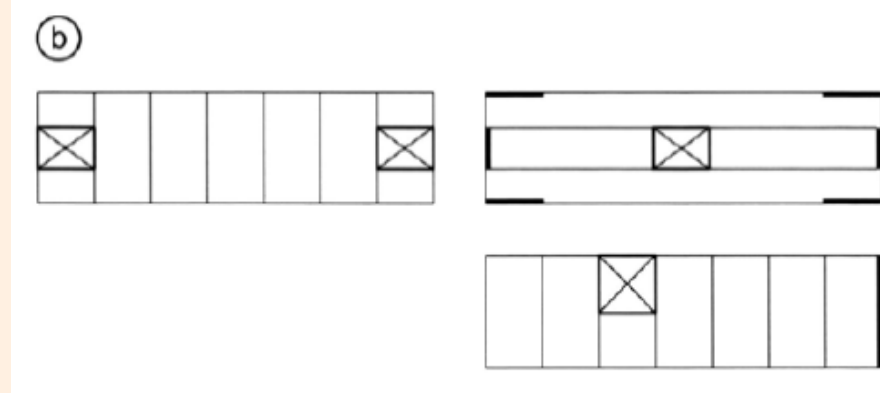
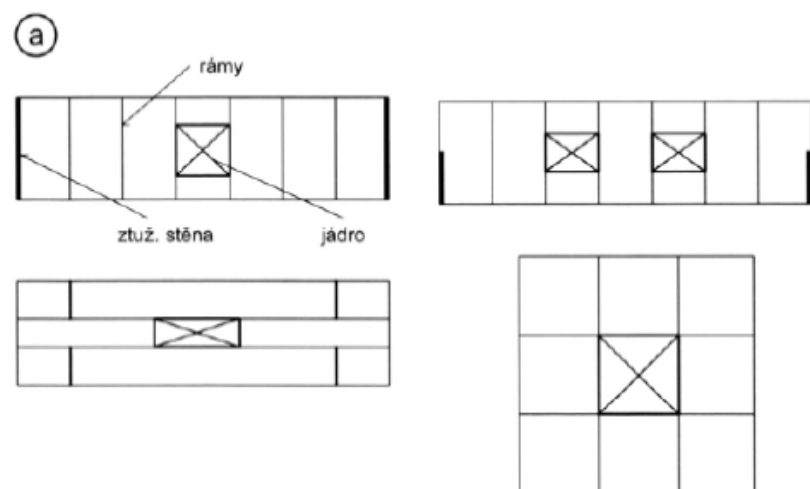
*Ohybové momenty ve sloupech působících při vodorovném zatížení jako konzoly vetknuté do základů při kloubovém uložení stropů*



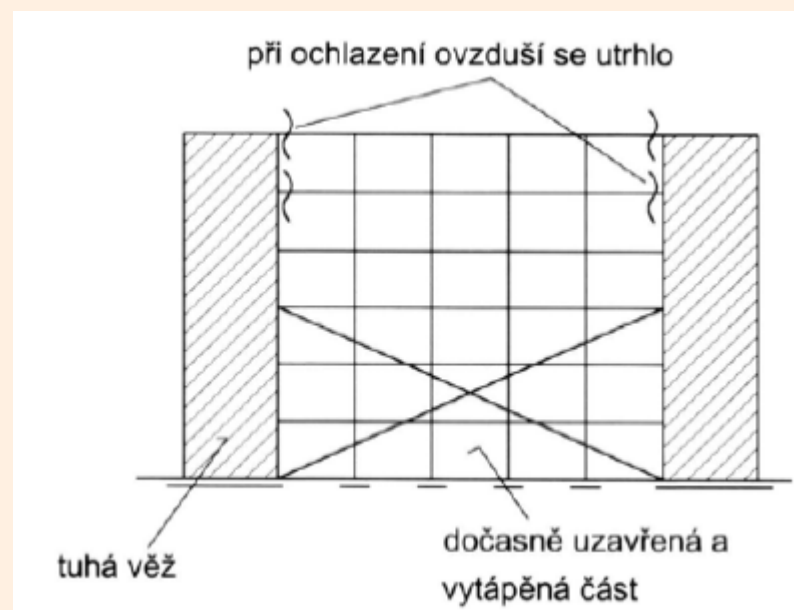
ztužující konstrukce

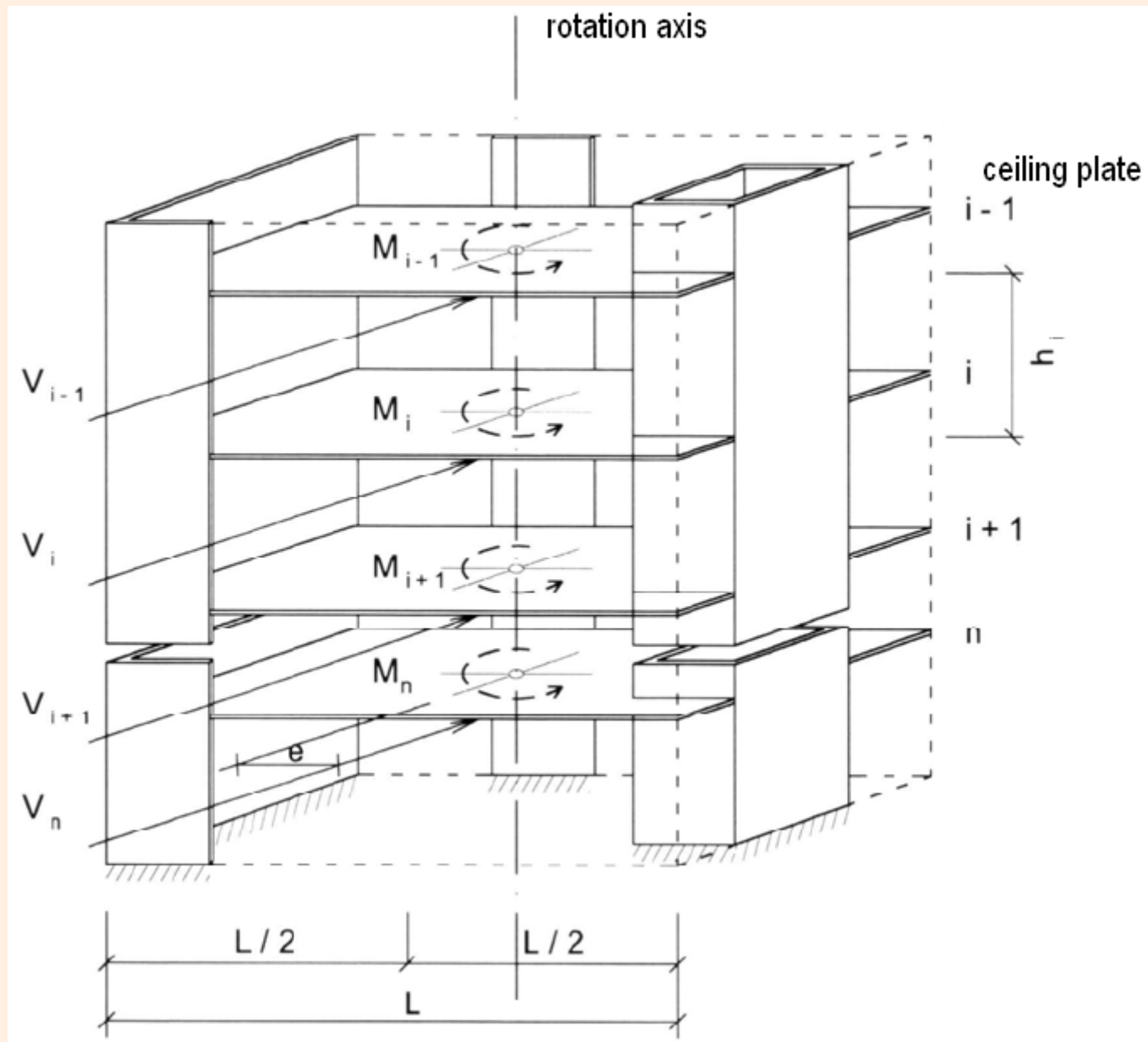
*Ztužující konstrukce pouze v úrovni prvního podlaží*

*Příklady vhodně (a) a nevhodně (b) rozmístěných ztužidel v půdorysu objektu*



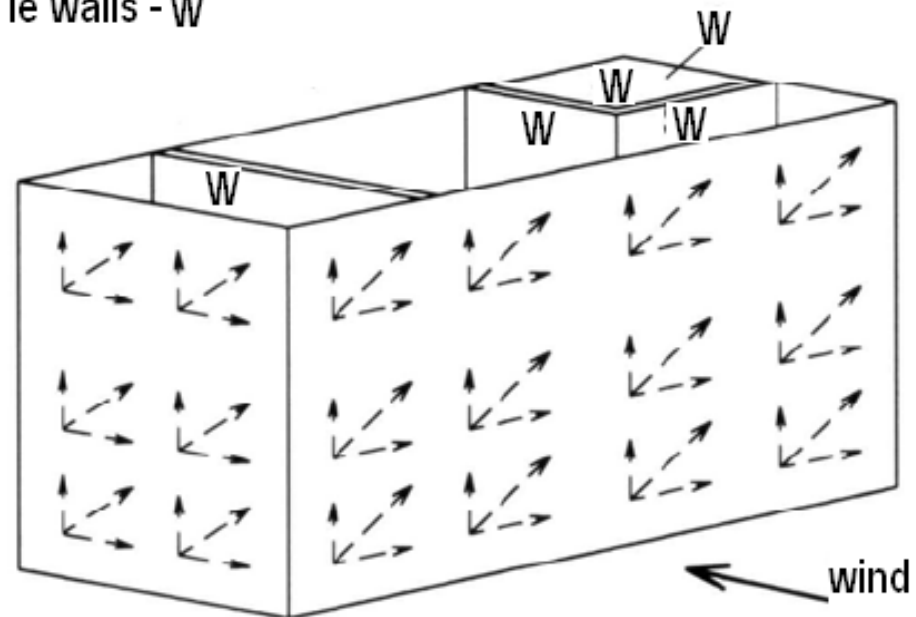
*Porucha (utržení) stropních tabulí nad dočasně uzavřenou dolní částí od tuhých celků v čelech budovy při náhlém ochlazení*



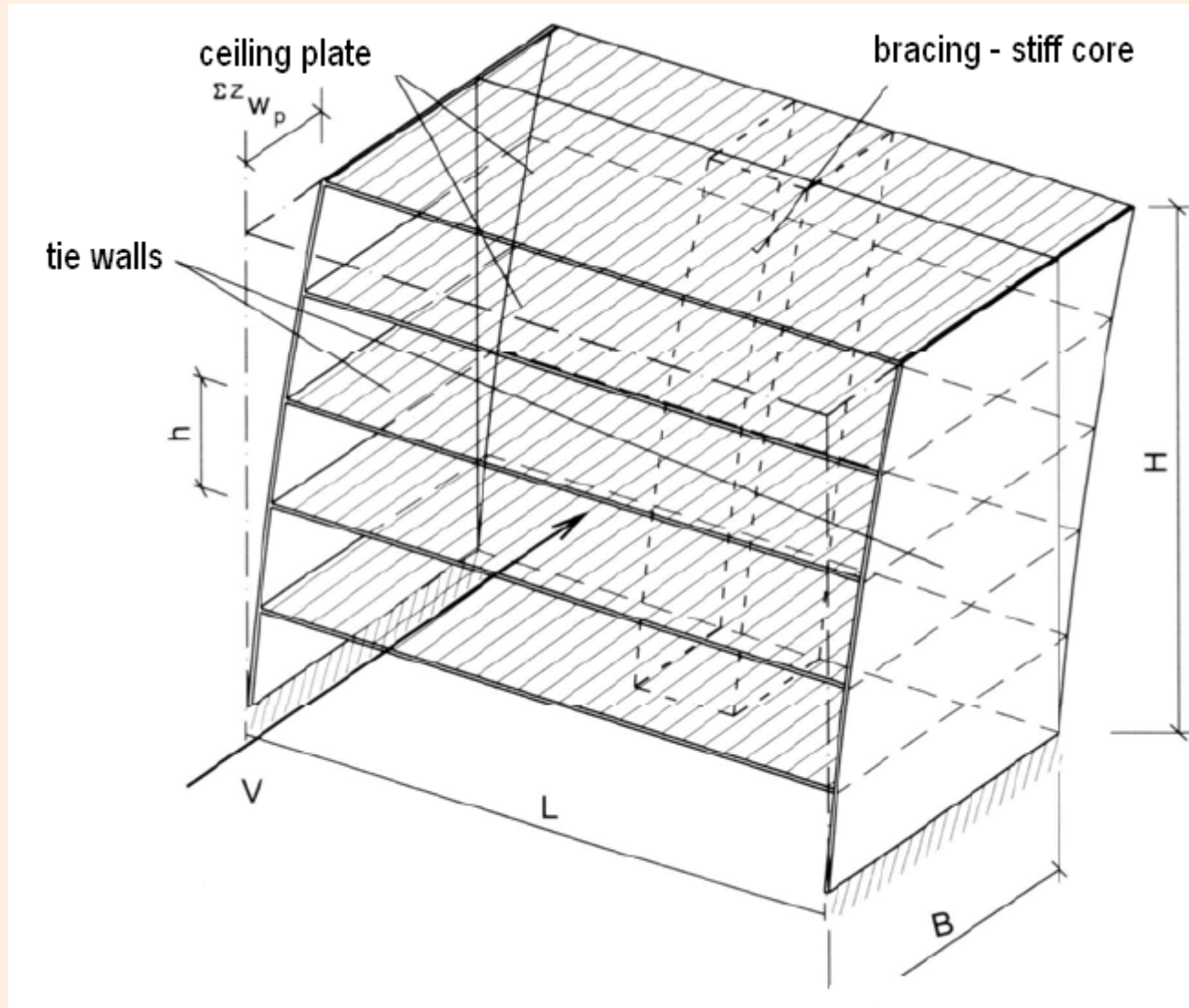


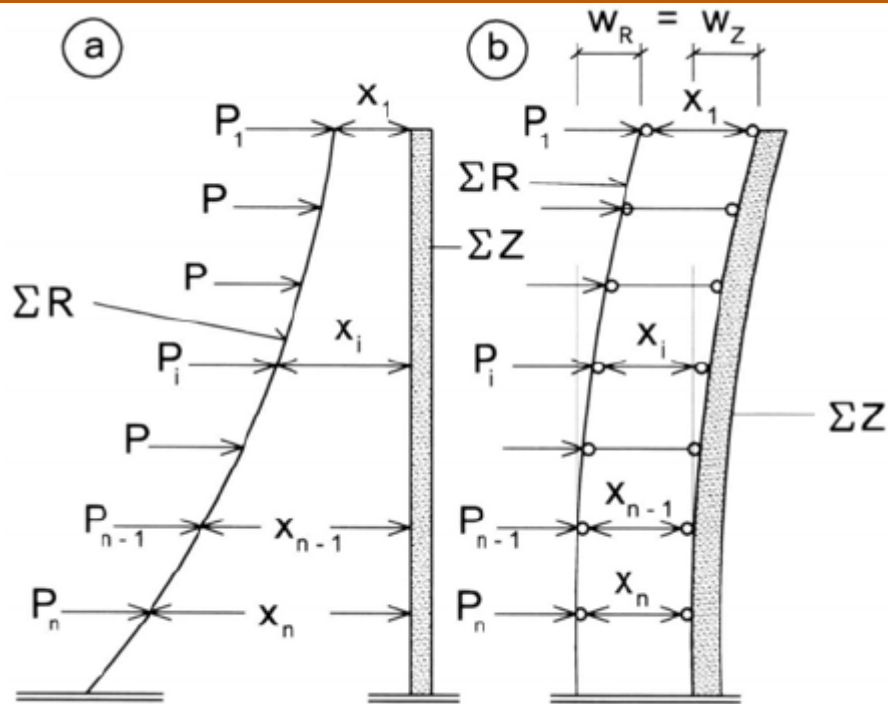
Interaction of the cladding - stiffening of the structure against torsion moment

Tie walls - W



symmetric bracing arrangement, rigid (stiff) ceiling plate  
the same displacement of the frame and bracing under horizontal load





Interaction of the frame system and bracing system - considering of the rigid ceiling plate

frame system - R  
bracing system - Z

Equation system	I	II
$X_1 w_{11} + X_2 w_{12} + \dots + X_n w_{1n} = \sum^R w_{1v}$		$\left[ \sum^Z w_{1v} \right]$
$X_1 w_{21} + X_2 w_{22} + \dots + X_n w_{2n} = \sum^R w_{2v}$		$\left[ \sum^Z w_{2v} \right]$
$\dots$	$\dots$	$\dots$
$X_1 w_{n1} + X_2 w_{n2} + \dots + X_n w_{nn} = \sum^R w_{nv}$		$\left[ \sum^Z w_{nv} \right]$

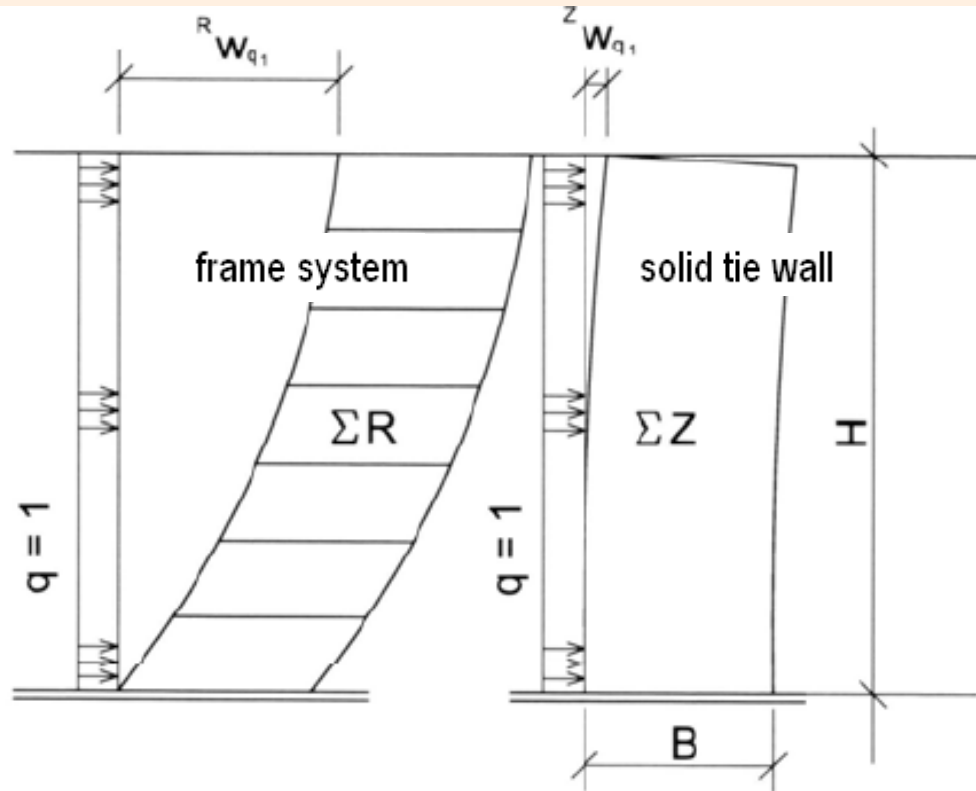
Where:

$X_1, X_2, \dots, X_n$  tie forces

$w_{11}, w_{1n}$  displacement of the system due to effect of the unit horizontal forces

$w_{12}$  point of the acting unit force  
place of the calculated displacement

$w_{1v}, w_{2v}, w_{nv}$  substitutive frame deflection at the levels (substitutive bracing) due to horizontal (wind) load



Displacement of the frame and bracing due to unit load at the top

Stiffness of the frame

$${}^R K = 1/{}^R w_{q,1}$$

Stiffness of the bracing

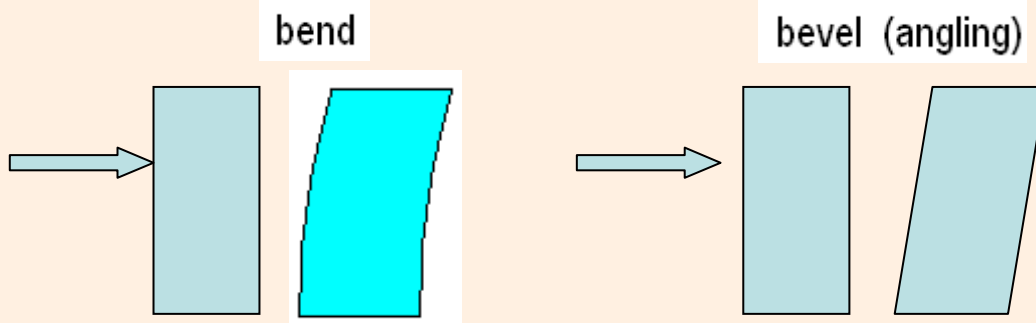
$${}^Z K = 1/{}^Z w_{q,1}$$

displacement  
due to only bend

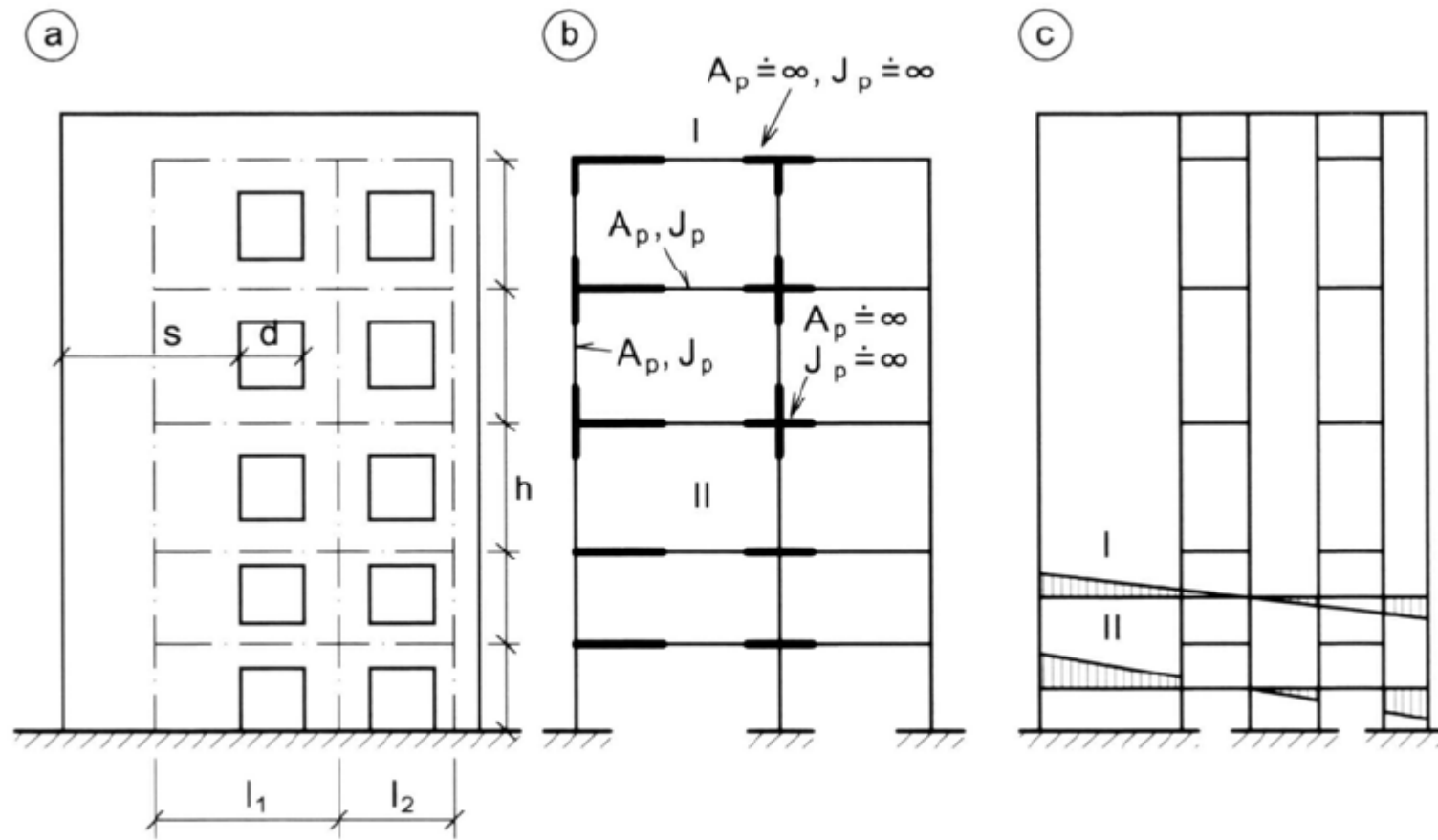
$$w_{Po} = \frac{H^3 P}{3EI}$$

due to bend bevel (angling)

$$W_{total} = \frac{HP}{4,35EI} (1,45H^2 + B^2)$$



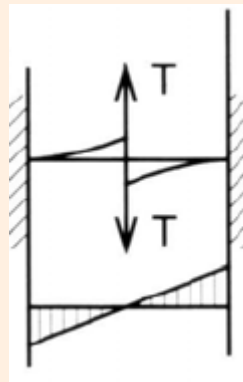
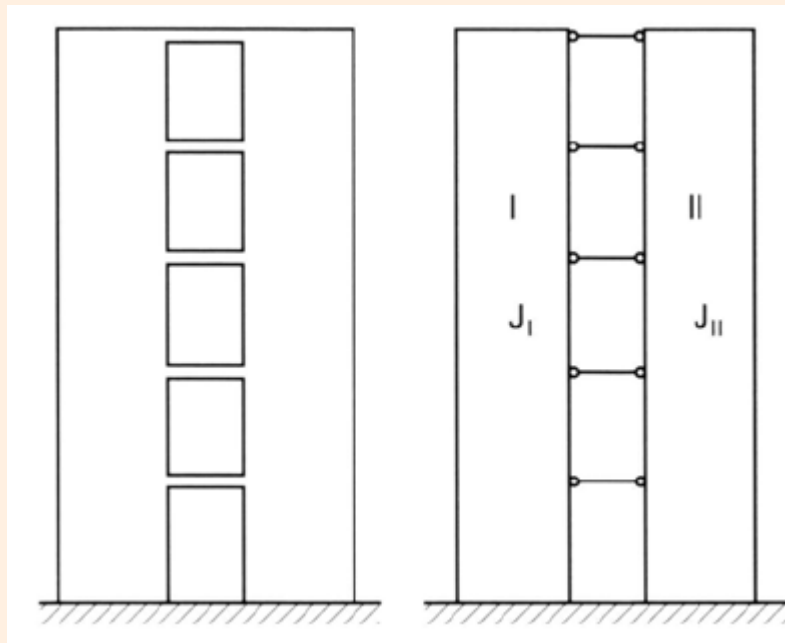




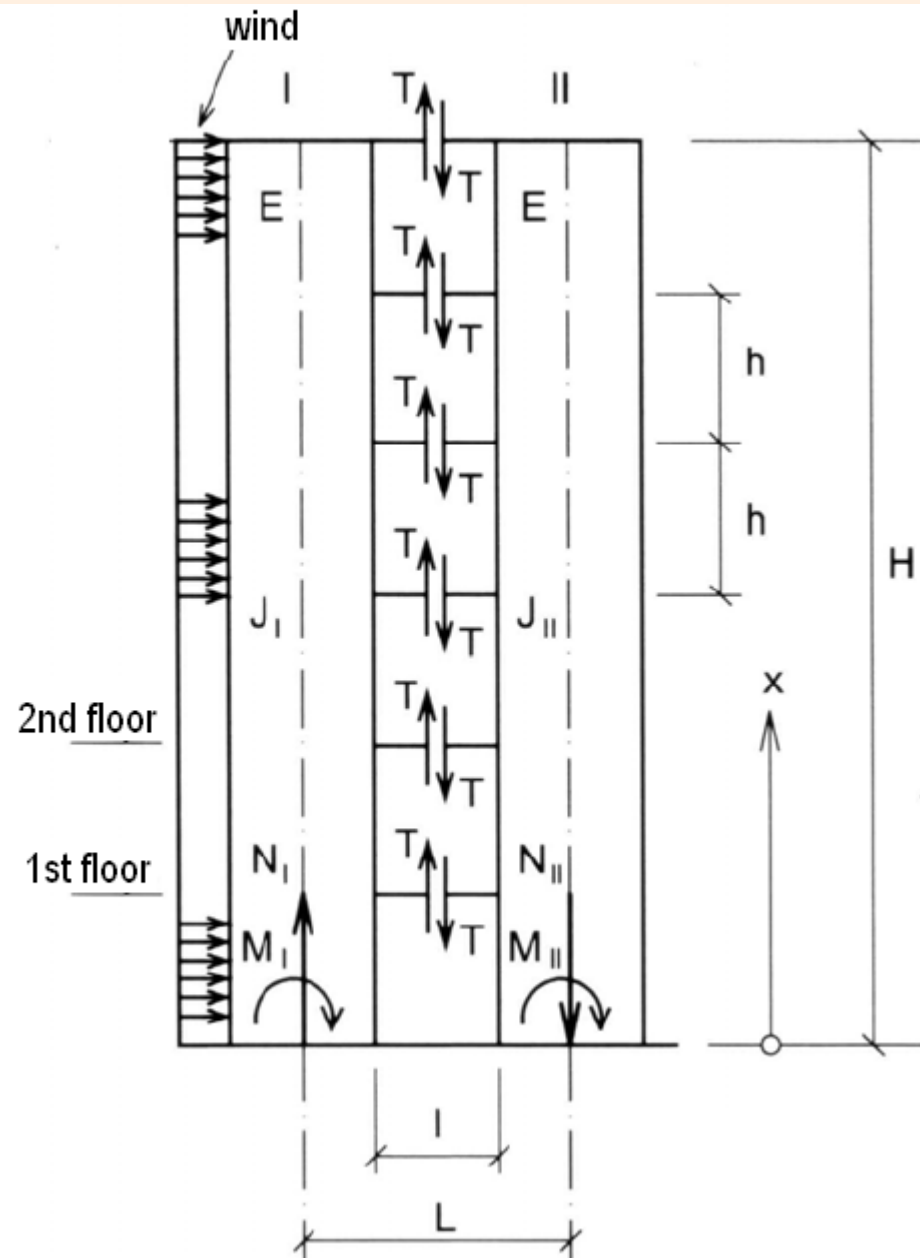
Tie wall weakened due to holes : a) b) frame solution scheme  
 c) plane of the sections - of the vertical units

### Tie wall with openings - lesser beam stiff

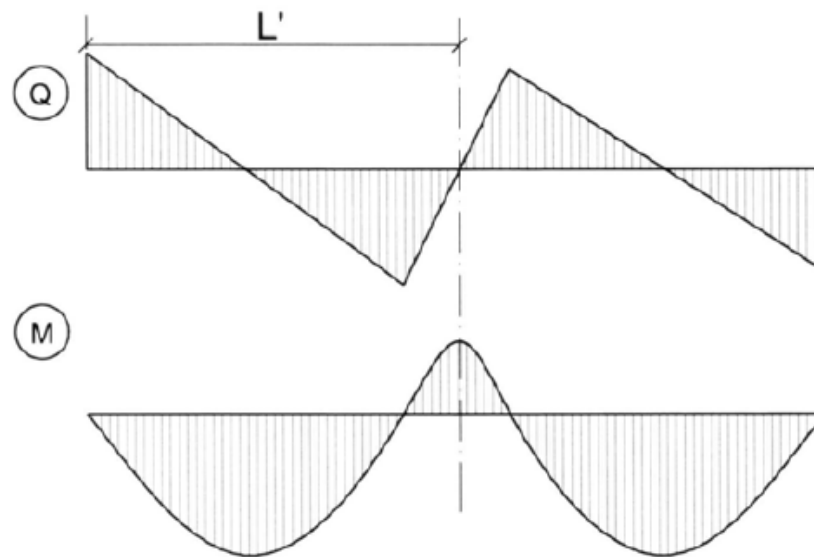
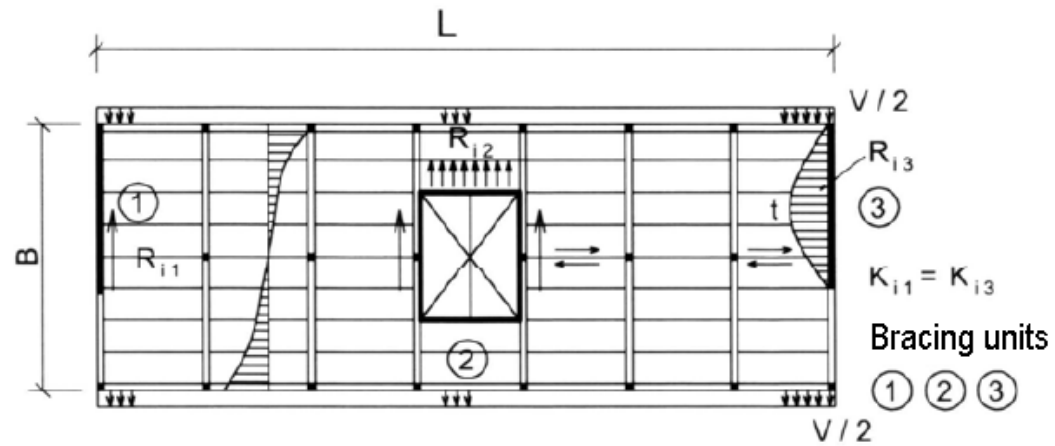
Static solution of the problem - description of the behaviour (today solution with the aid of the static software!)



### Tie wall with openings - higher beam stiff



## Behaviour of the ceiling plates



Structure with transversal frames

Ceiling plate - effort  
- symmetric bracing (tie walls, cores,..) arrangement

