

BETONOVÉ KONSTRUKCE II/5

12. Prefabrikované (montované) betonové konstrukce obecně

Myšlenka vyrábět betonové prefabrikáty ve výrobě a na staveništi už je pouze montovat je téměř stejně stará, jako betonové stavitelství. Příklad kompletně prefabrikovaného domu z roku 1910, vyvinutého Edisonem, je v kapitole I/1.

K velkému rozvoji staveb z prefabrikovaného betonu došlo především v Evropě po druhé světové válce. Byly to jednak panelové, zejména bytové stavby i prefabrikované skelety a halové stavby.

12.1 Výhody a nevýhody prefabrikovaného betonu

Mezi výhody montovaných staveb lze řadit následující vlastnosti

- Zkrácení doby výstavby
- Usnadnění výstavby v zimním období
- Vyšší záruka kvality betonu – větší možnost použití vysokohodnotného betonu
- Vysoká přesnost tvaru prvku litého do kovové formy
- Vyšší kvalita povrchů
- Různorodost a barevnost povrchů (broušený, leštěný, se skleněnou drtí..)
- Rozebíratelnost a recyklovatelnost konstrukcí
- Snadná možnost využití předpjatých a odlehčených prvků na velká rozpětí umožňuje navrhovat stavby s větším rozpětím, než u staveb monolitických

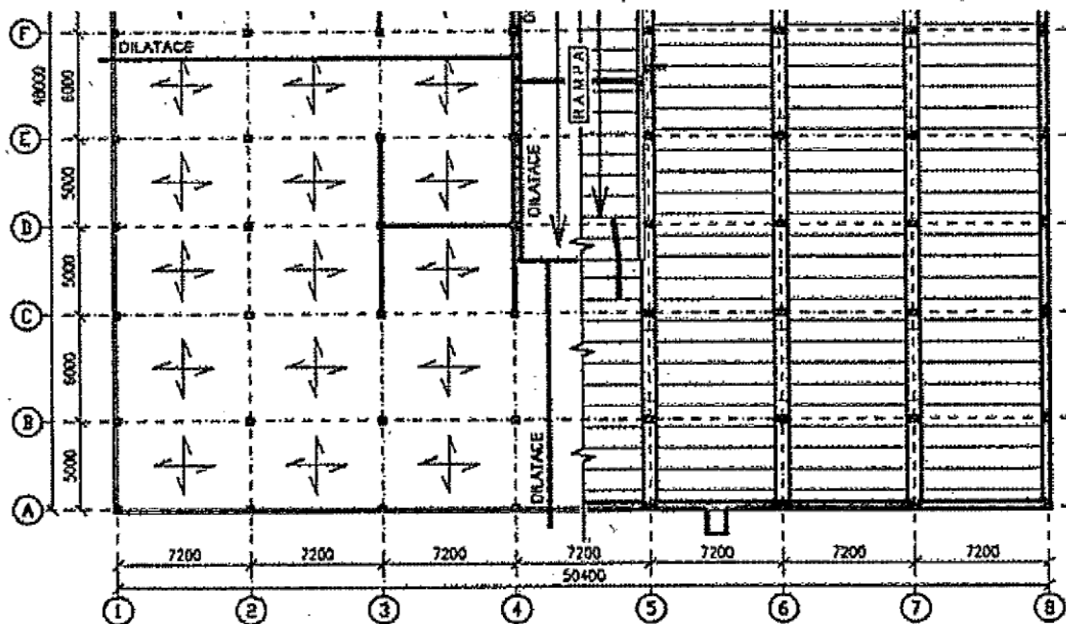
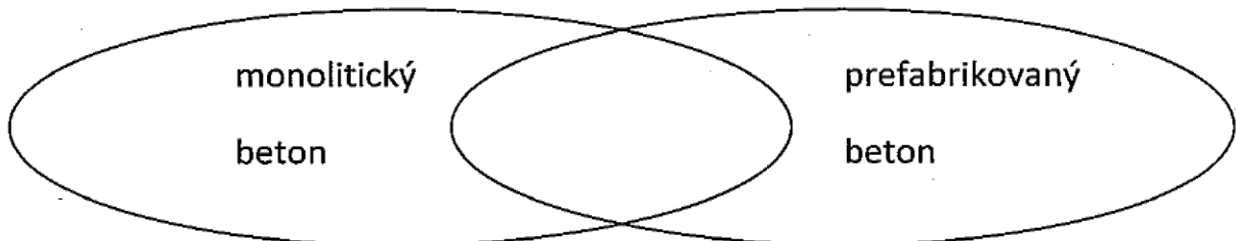
Za nevýhody lze označit:

- Menší tuhost styků i celé konstrukce
- Nároky na přesnou montáž
- Stykování svařováním na stavbě (ne u všech systémů)
- Manipulace s dílci velkých rozměrů a hmotností (nutno zvážit možnosti dopravy velkých dílců na stavenišť a možnosti práce velkých jeřábů)
- Nutnost vyztužovat prvky i na různá montážní stadia při přepravě a montáži
- Nutnost respektovat skladebné a tvarové možnosti prefa konstrukce (detaily styků, obtížné řešení křížem armované, popřípadě bezprůvlakové desky...)

Velkou část betonových konstrukcí lze realizovat jak v monolitické, tak v prefabrikované variantě a v některých případech není snadné rozhodnout, která varianta je celkově výhodnější. V případě velkých staveb může být výhodné rozpracovat studii obou variant a následně ji z různých hledisek vyhodnotit (cena, délka stavby, architektonické působení...).

V každém případě je třeba respektovat, že každá z technologií má svá specifika a že skladba a působení monolitické a prefabrikované konstrukce se liší.

Monolitický nebo prefabrikovaný beton



Vzhledem k tomu, že každá z variant výstavby (monolit x prefa) má své výhody a nevýhody, často se obě varianty kombinují (v monolitických stavbách se vyskytují prefa prvky - typicky schodišťová ramena) a naopak.

12.2 Použití prefabrikace v pozemním stavitelství

Montované konstrukce se v různých modifikacích používají téměř pro všechny druhy pozemních staveb. Lze je rozdělit na:

- Panelové soustavy – stěnové nosné systémy především pro bytovou výstavbu
- Vícepodlažní skelety – sloupové systémy především pro budovy občanské vybavenosti a pro průmysl (služby, školy, průmyslové budovy)
- Halové stavby (průmyslové haly, tělocvičny..)
- Prostorové prefabrikované buňky (garáže, trafostanice..)

Kromě toho se prefabrikované konstrukce ve velkém rozsahu používají i pro dopravní stavby (mosty, tunely, silniční panely, protihlukové stěny...) vodohospodářské stavby (trouby, šachty, nádrže, kolektory...) i další typy staveb.

12.3 Panelové soustavy

K největšímu rozmachu panelových staveb došlo v Evropě po 2. světové válce v důsledku snahy zajistit v co nejkratším čase a za příznivých ekonomických podmínek dostatek bytů. V Československu byly první panelové domy postaveny v roce 1953. Ve velkém měřítku se tento typ výstavby udržel do konce devadesátých let minulého století.

Šlo o typizované panelové soustavy, existovaly katalogy vyráběných typových panelů a dalších prvků a katalogy typových styků těchto prvků. Existovaly dokonce celé typové sekce bytových budov, ze kterých se budovy skládaly.

V současné době se žádné typové soustavy u nás nevyrábějí a stěnové panelové stavby se příliš nepoužívají. Stěnové panely se dnes používají především jako ztužující, popřípadě protipožární dělící stěny prefa skeletů.

13. Zakládání prefabrikovaných staveb

Sloupy montovaného skeletu nebo prefabrikované haly se obvykle zakládají na patkách nebo na pilotách. Kotvení prefa sloupu nejnižšího podlaží se typicky řeší zabetonováním paty sloupu do prohlubně (kalicha) v horní části patky nebo hlavice piloty. Spodní část sloupu v rozsahu vetknutí do kalicha a vnitřek kalicha jsou z výroby zdrsněné. Pouze výjimečně (pokud to z prostorových nebo jiných důvodů jinak nejde), se sloup nejnižšího podlaží kotví přivařením na kotevní trny z betonářské výztuže, vyčnívající z horního povrchu základové patky nebo hlavice piloty.

Na základové patky, nebo na hlavice pilot, se po obvodě budovy obvykle osazují základové prahy, které fungují jako nosníky, na něž se zakládá obvodový plášť v nejnižším podlaží budovy. Obvodové základové prahy mohou být buď jednovrstvé (pouze železobetonové), nebo mohou být řešeny jako sendvič s vloženou tepelnou izolací (typicky 140 mm železobeton + 80 mm polystyren + 70 mm vnější železobetonová vrstva), celkové tloušťky 290 mm.

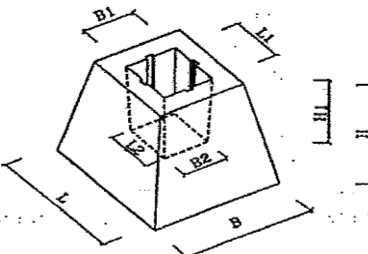
Uvnitř půdorysu se na jednovrstvé základové prahy (které fungují jako nosníky, podepřené patkami, nebo hlavicemi pilot) osazují nosné a zejména ztužující stěny železobetonových prefabrikovaných skeletů

Obvyklé tvary základových konstrukcí jsou na následujících obrázcích.

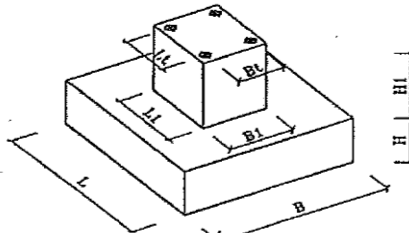
VÍCEPDLAŽNÍ KONSTRUKCE
PŘEHLED ZÁKLADNÍCH TVARŮ PRVKŮ
J: ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE

J1: ZÁKLADOVÉ PATKY

TYP I - PATKA S KALICHEM



TYP II - PATKA S OTVORY PRO TRNY



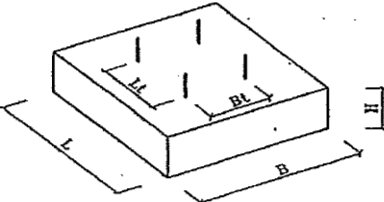
ROZMĚRY ZÁKLADOVÝCH PATEK S KALICHEM

L	L	B	H	L1	B1	H1	L2	B2
TYP 1	1150	1150	800	400	400	550	460	460
TYP 2	1900	1050	1100	500	400	720	580	450
TYP 3	1800	1200	1500	700	500	1000	760	560
TYP 4	2100	1500	1500	700	500	1000	760	560

L/B = 1800/1800, 1800/1200
 L/B = 1500/1500, 1500/1000
 H = 400
 H1 = 600
 ROZMĚRY OBOU STUPŇŮ PATKY LZE PO DOHODĚ UPRAVIT.

L1, B1 - ROZMĚRY KALICHU VE SPODNÍ ČÁSTI
 L2, B2 - ROZMĚRY KALICHU V HORNÍ ČÁSTI

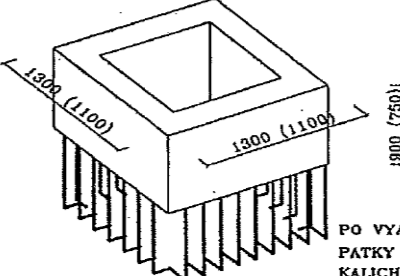
J2: ZÁKLADOVÉ BLOKY



L < 2400
 H = 400 - 600
 B < 2400

L1, B1 - DLE ROZMĚRU SLOUPU.

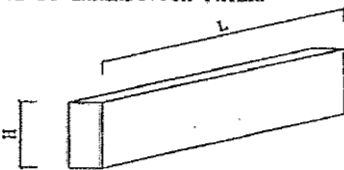
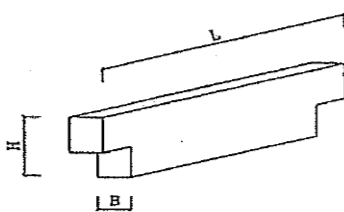
J3: KALICHY PRO KOMBINOVANÉ PATKY



VNITŘNÍ ROZMĚR KALICHU JE DÁN ROZMĚRY SLOUPU.
 PO VYARMOVÁNÍ SPODNÍHO STUPŇE PATKY SE OSADÍ PREFABRIKOVANÝ KALICH A PATKA SE ZABETONUJE.

J4: ZÁKLADOVÉ TRÁMY

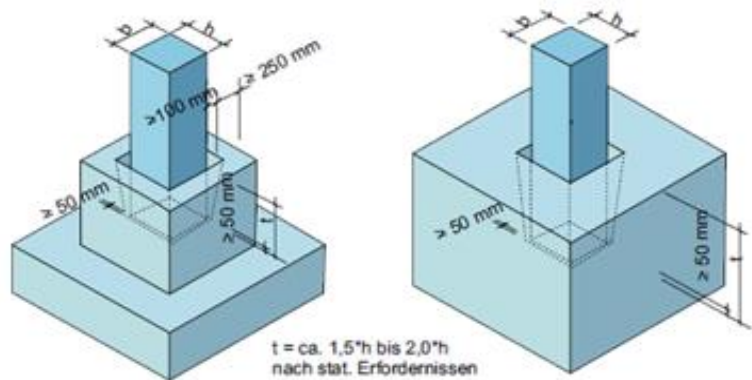
SLOUŽÍ PRO VYNÁŠENÍ TÍHY OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ DO ZÁKLADOVÝCH PATEK.

L < 12 000
 H = 400 - 1200
 B = 200 - 400



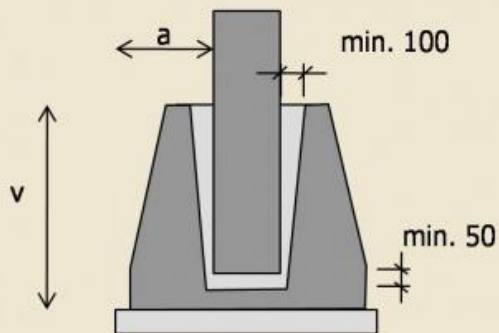
Hlavice piloty s kalichem



Patky s kalichem pro kotvení sloupů

2.1.3.3. Prefabrikované patky

- obvykle u montovaných skeletových konstrukcí
- vždy vyztužené
- rozměry jako patky monolitické
- na prefabrikované podkladní dílce nebo na monolitickou roznášecí desku tl. 100 -150 mm
- jako patka plná nebo kalichová

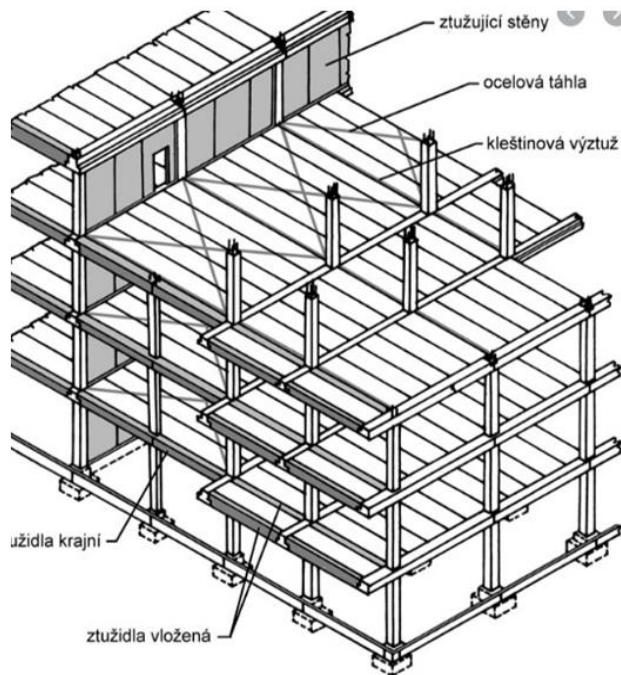


Příklady prefabrikovaných patek

14. Vícepodlažní skelety

Stejně jako panelové soustavy, existovaly v minulosti typové skeletové soustavy pro různé účely (občanská vybavenost, průmyslové stavby).

V současné době se žádné typové skelety ani typové prvky nevyrábějí, veškeré konstrukce se navrhují individuálně a prvky se vyrábějí na zakázku pro konkrétní projekty. Smontovaný skelet funguje podobně jako skelet monolitický – tuhost zajišťují rámy, skládající se ze vzájemně tuze spojených sloupů a průvlaků, popřípadě ztužující stěny.



14.1. Prvky vícepodlažních skeletů

Sloupy vícepodlažních staveb mohou být buď dělené po patrech (v tom případě probíhají spojitě stropní průvlaky), nebo průběžné (v tom případě stropní průvlaky fungují jako prosté nosníky). Každé z těchto řešení má své výhody a nevýhody.



Průběžný sloup s profilovanou patou v rozsahu vetknutí do kalicha

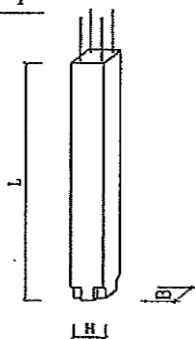
VÍCEPDLAŽNÍ KONSTRUKCE

PŘEHLED ZÁKLADNÍCH TVARŮ PRVKŮ

A: SLOUPY

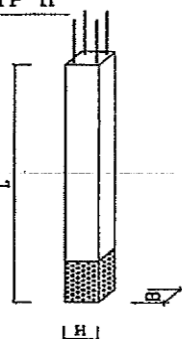
1) PATROVÉ SLOUPY (PRŮBĚŽNÉ POUZE PŘES JEDNO PODLAŽÍ)

TYP I



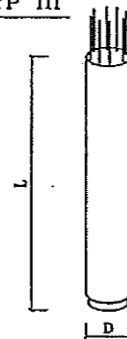
$B = 250 - 400$ (± 50mm)
 $H = 250 - 600$ (± 50mm)
 $L_{max} = 8000$ (± 10mm)

TYP II



[H]

TYP III

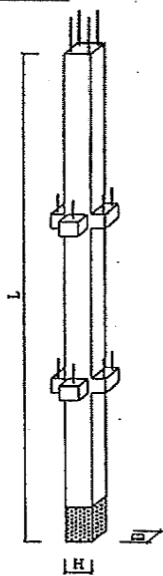


[D]

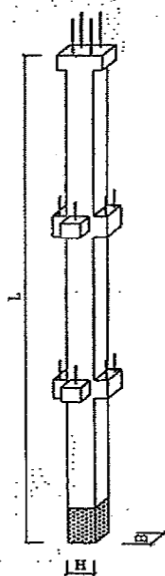
$D = 400, 500, 600$
 $L_{max} = 8000$ (± 10mm)

2) PRŮBĚŽNÉ SLOUPY (PŘES NĚKOLIK PODLAŽÍ)

TYP IV



[H]



[H]

$B = 400, 500$
 $H = 400 - 700$ (± 50mm)
 $L_{max} = 20000$ (± 10mm)

ZÁMEČNICKÉ VÝROBKY A TEPELNÁ IZOLACE Z VNĚJŠÍ STRANY JSOU DO PRVKŮ ZABUDOVÁNY DLE POŽADAVKŮ STAVEBNÍHO ŘEŠENÍ.

Průběžné sloupy se rychleji montují (méně zdvihů jeřábu) a ušetří se čas a práce při stykování sloupů. Průvlaky se většinou osazují na boční konzoly sloupů navléknutím zhlaví průvlaku na trny, vyčnívající z konzoly, takže není nutné svařování na stavbě. Montáž je rychlá. Průvlaky fungují jako prosté nosníky.

Dělené sloupy umožní průběžné průvlaky, které pak mohou fungovat jako spojitě a mohou tedy být nižší – ušetří se výška (hmotnost) průvlaku. Nevýhodou je pomalejší montáž a nutnost provádění svařovaných styků na stavbě. Výhodou je kromě spojitosti průvlaků celkově větší tuhost konstrukce se svařovanými styky.

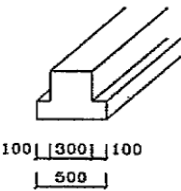
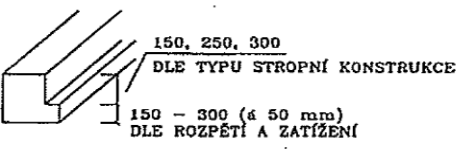
Průvlaky jsou uloženy na sloupy a přenášejí zatížení od stropních panelů, které se ukládají na liniové podélné konzoly průvlaků. Vnitřní (středové) průvlaky mají obvykle tvar obráceného písmene T, krajní (obvodové) průvlaky mají tvar obráceného písmene L.

VÍCEPDLAŽNÍ KONSTRUKCE
PŘEHLED ZÁKLADNÍCH TVARŮ PRVKŮ

B: PRŮVLAKY

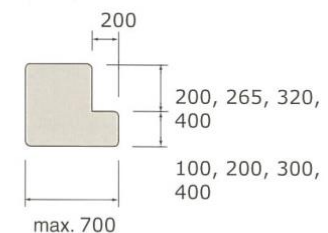
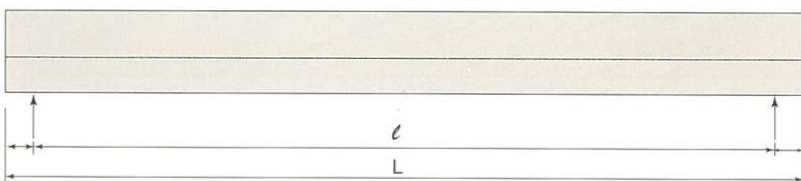
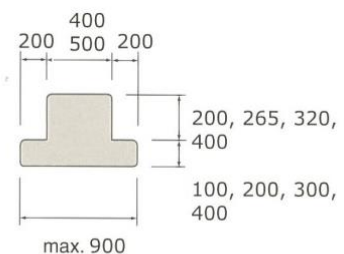
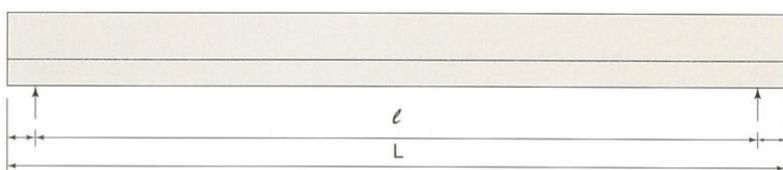
PRŮVLAKY TYPU I A II SLŮŽÍ PRO UKLÁDÁNÍ TYPIZOVANÝCH STROPNÍCH PANELŮ.
 ŠÍŘKA PRŮVLAKŮ VYCHÁZÍ ZE ŠÍŘKY SLOUPŮ.

TYP I - STŘEDOVÝ **TYP I-O - OBVODOVÝ**

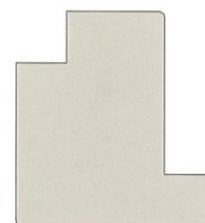



150, 250, 300
DLE TYPU STROPNÍ KONSTRUKCE

150 - 300 (+ 50 mm)
DLE ROZPĚTÍ A ZATÍŽENÍ



Changes in floor level may be accommodated by either an L-beam or by building up one side of an inverted T-beam, as shown in the figure. If the change of floor level exceeds about 750 mm, a better solution is to use two L beams back to back and separated by a small gap for easier site fixing.



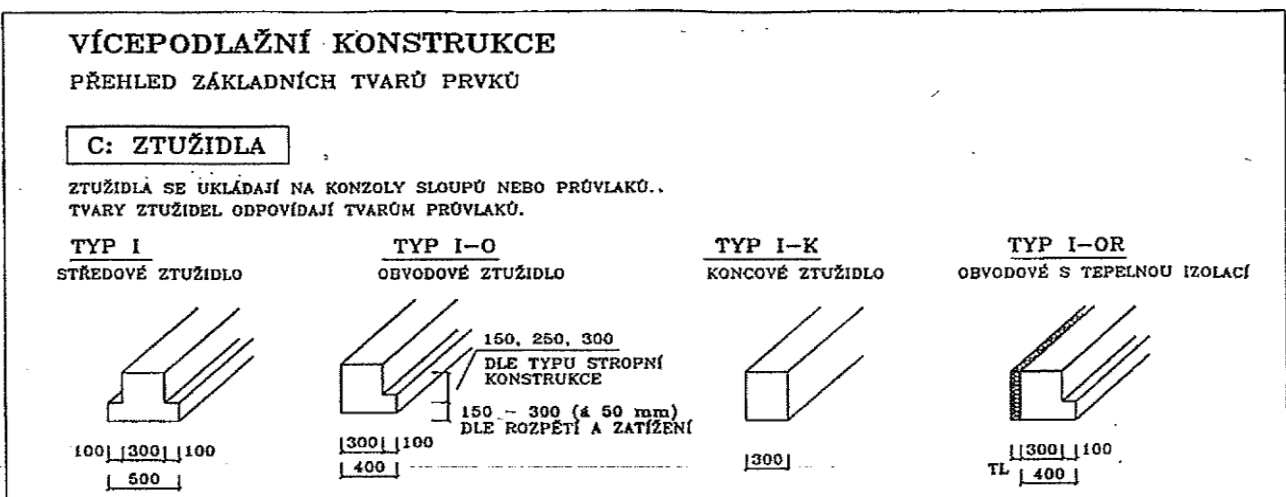


Dělené sloupy po patrech



Běžné tvary průvlaků

Ztužidla propojují skelet ve směru kolmém na průvlaků. Nejsou zatíženy stropními panely, jejich úkolem je zajištění tuhosti stavby ve směru kolmo na průvlaků.

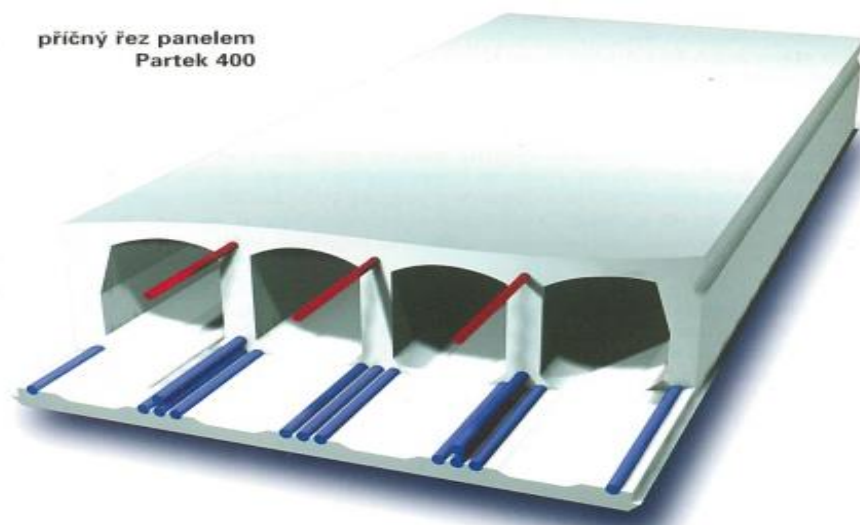
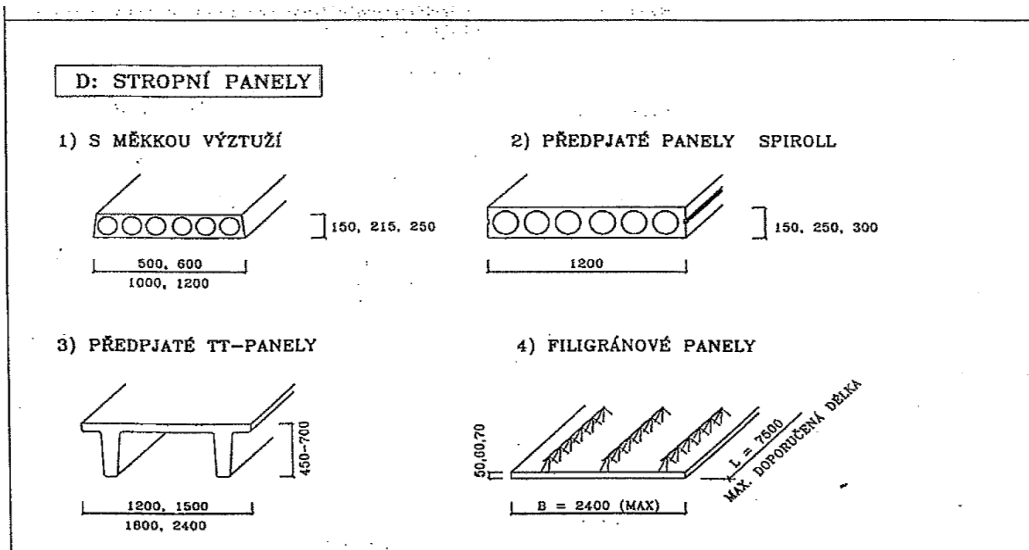


Stropní panely se osazují na průvlaků, méně často na stěnové panely. Stropní panely mohou obecně být:

- Plné železobetonové
- Dutinové železobetonové
- Dutinové předpjaté
- Předpjaté TT panely

V ČR se v současné době pro stropní konstrukce vícepodlažních montovaných staveb používají téměř výhradně dutinové předpjaté panely typu Spiroll a Partek (jedná se o obchodní názvy). Vyrábějí se v tloušťkách od 150 mm do 500 mm. Jsou použitelné do rozpětí zhruba 14 m. Jejich výroba je velice efektivní a jejich ceny jsou natolik výhodné, že prakticky vytlačily z trhu jiné druhy panelů.

Předpjaté panely TT se používají pro velká rozpětí (do 24 m) a pro velká zatížení.



Řez předpjatým panelem Partek



1. Vytváření nekonečného pásu vibrotažením



2. Dělení pásu na jednotlivé dílce



3. Úpravy dílců podélným řezáním

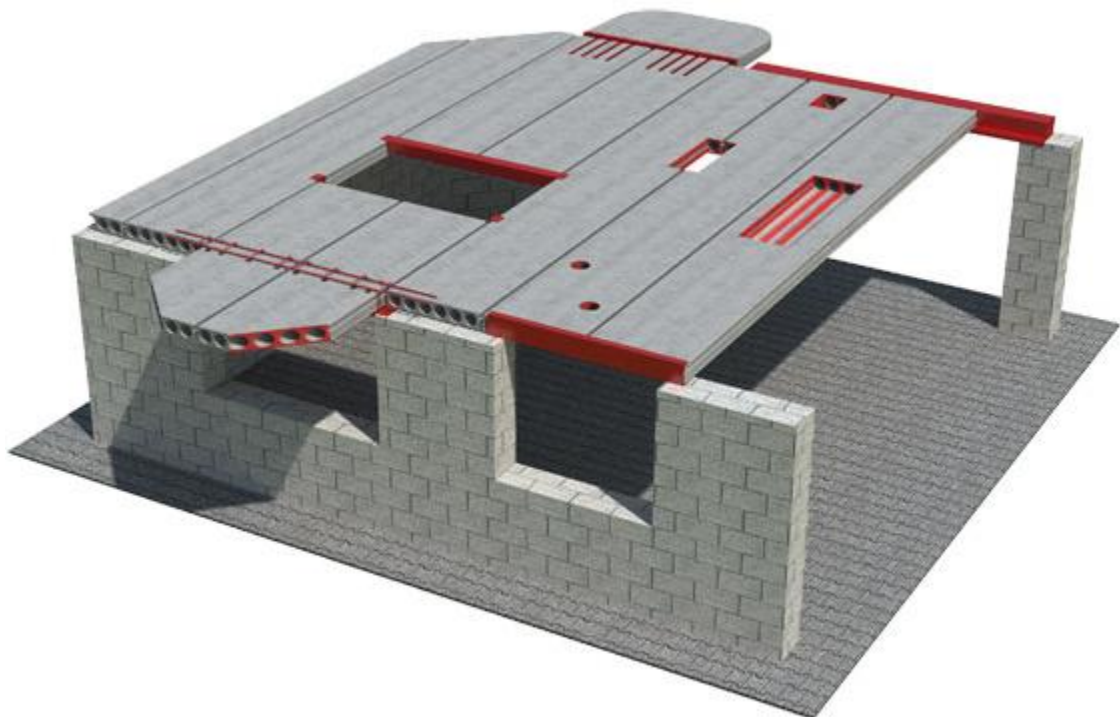


4. Skladování dílců

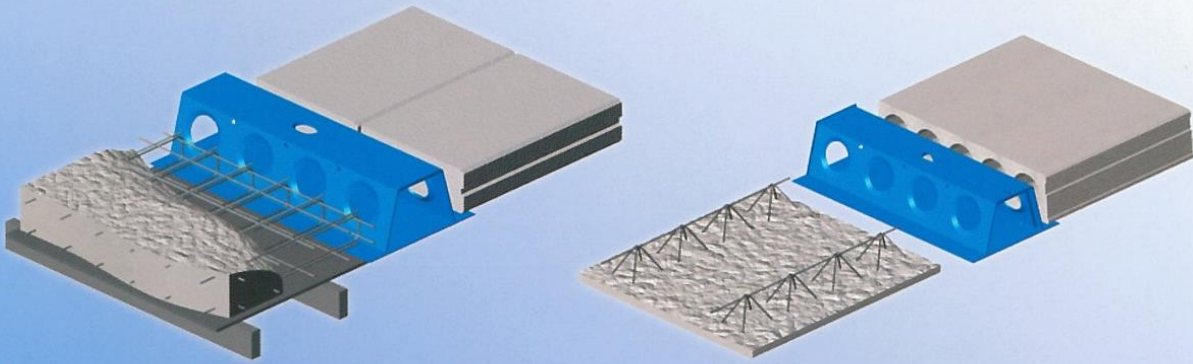
Železobetonové panely Spiroll a Partek



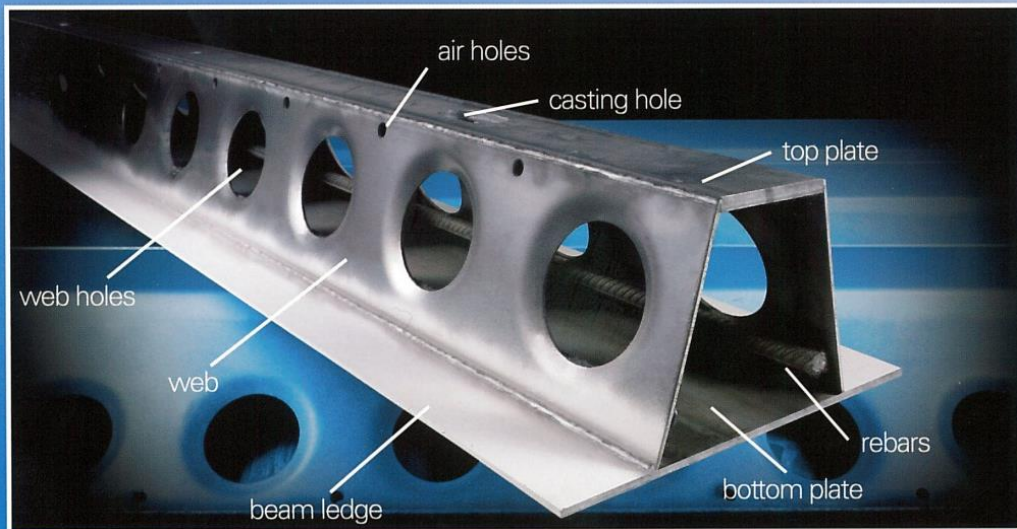
Montáž stropního panelu Spiroll



Možnosti skladby stropu z panelů Spiroll

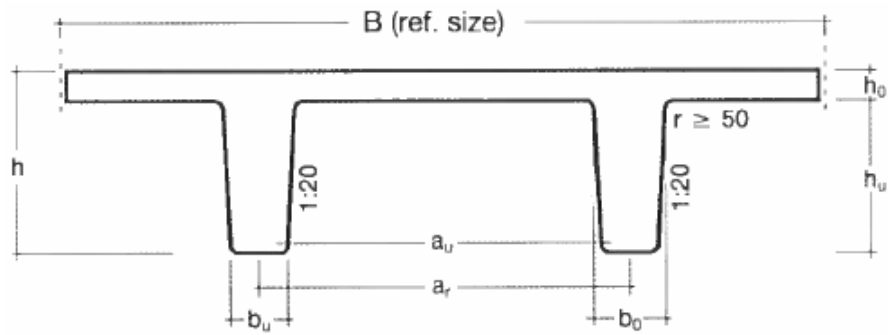


Composite beam: Deltabeam combines the strengths of steel and concrete. It is an effective and cost-efficient product, which can support several different slab types (hollow core slabs, filigran slabs, insitu concrete slabs and composite steel decking and trapedzoidal steel decking slabs)



Ocelový **Delta Beam** od firmy Consolis pro vytváření prefabrikovaných stropů se skrytými průvlaky.

Předpjaté TT panely – šířka B je 1,50 až 3,00 m



rozpětí l (m)	Tloušťka celého prvku h (mm)						
	Tloušťka desky h_f						
	$h_f=120$ mm		$h_f=150$ mm			$h_f=200$ mm	
	Zatížení bez vlastní tíhy (kN/m ²)						
	3,5	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	25,0
6,0	320		350			400	
7,5	420		450			500	
10,0	420	520	550			600	
12,5	520	620	650		750	800	
15,0	620	720	750		850	900	1000
17,5	720	820	850	950			
20,0	920		950				





Stropy na rozpětí 15 m z panelů TT

Prvky schodiště - jak bylo již výše uvedeno, monolitická schodišťová ramena se dnes na stavbách s ohledem na pracné bednění používají málo a (často kompletizovaná) prefabrikovaná schodišťová ramena se používají i do jinak monolitických staveb.



Rameno prefa schodiště přímé



Točité prefa schodiště

VÍCEPDLAŽNÍ KONSTRUKCE

PŘEHLED ZÁKLADNÍCH TVARŮ PRVKŮ

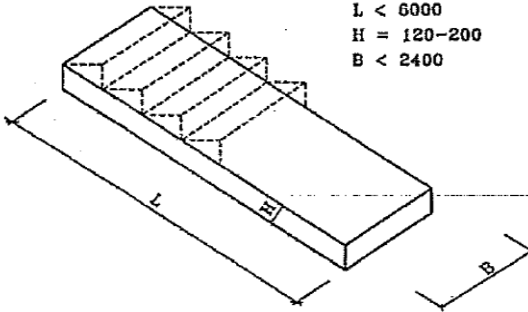
E: SCHODIŠŤOVÉ PRVKY

E1: SCHODIŠŤOVÁ RAMENA

TYP I

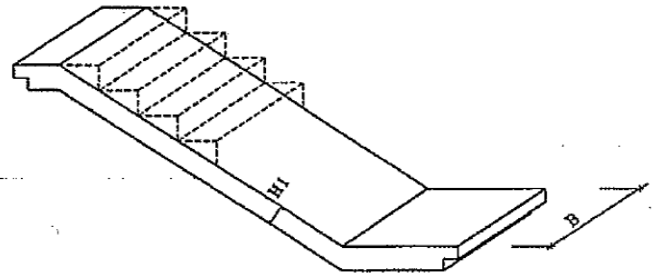
SCHODIŠŤOVÁ DESKA ŠIKMÁ

$L < 6000$
 $H = 120-200$
 $B < 2400$



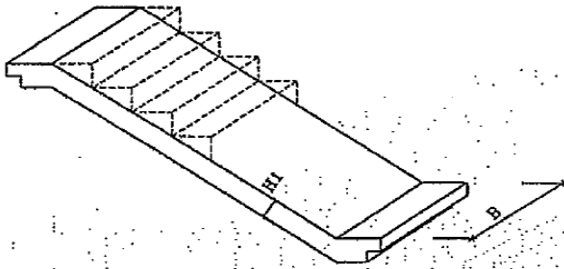
TYP IIa

SCHODIŠŤOVÁ DESKA ZALOMENÁ



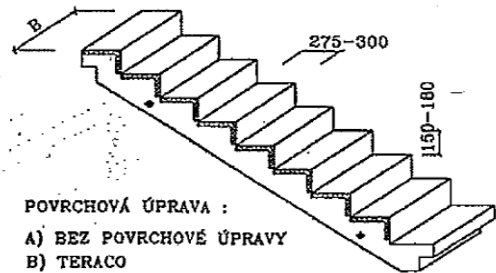
TYP IIb

SCHODIŠŤOVÁ DESKA ZALOMENÁ



TYP III

RAMENO SE SCHODIŠŤOVÝMI STUPNI



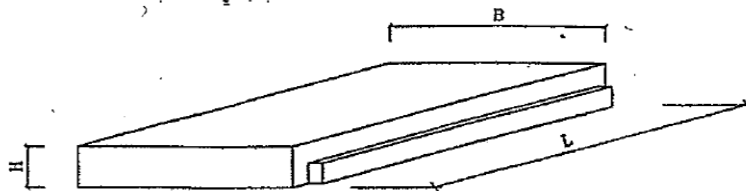
POVRCHOVÁ ÚPRAVA :

- A) BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY
- B) TERACO

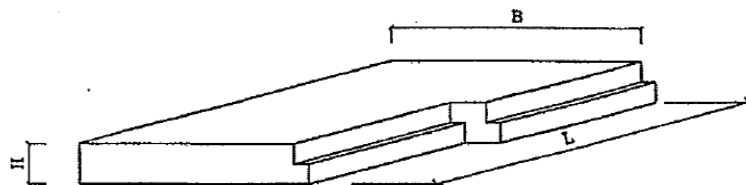
U RAMEN TYPU I a II JE MOŽNÉ VOLIT LIBOVOLNÝ SKLON DESKY

NÁVRH ROZMĚRŮ STUPŇŮ A ŠÍŘKY RAMENE PROVÁDĚT

E4: SCHODIŠŤOVÉ PODESTY, MEZIPODESTY

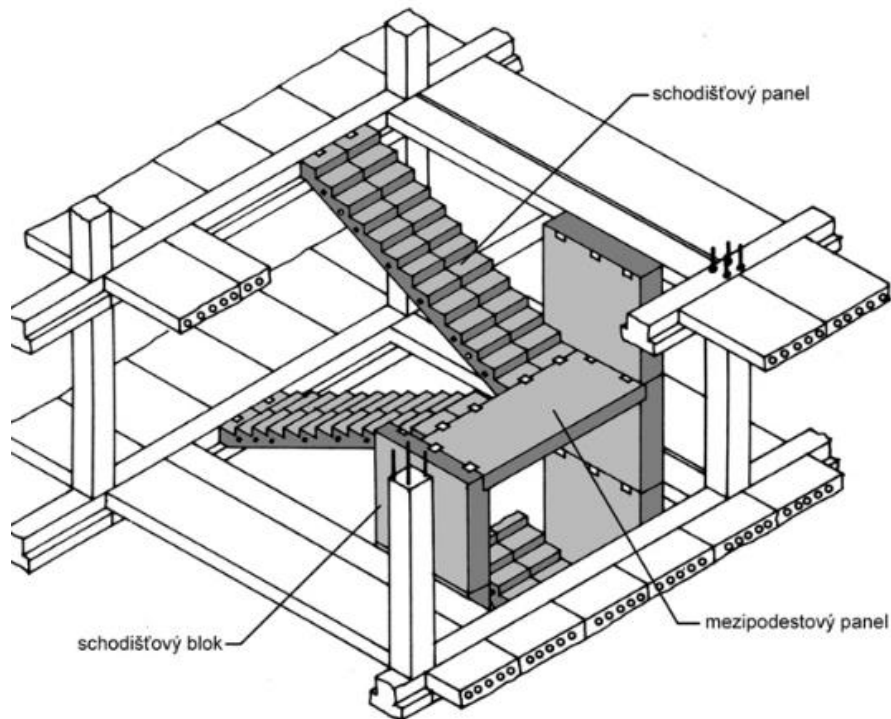


$L < 6000$
 $H = 180 - 300$
 $B < 2400$

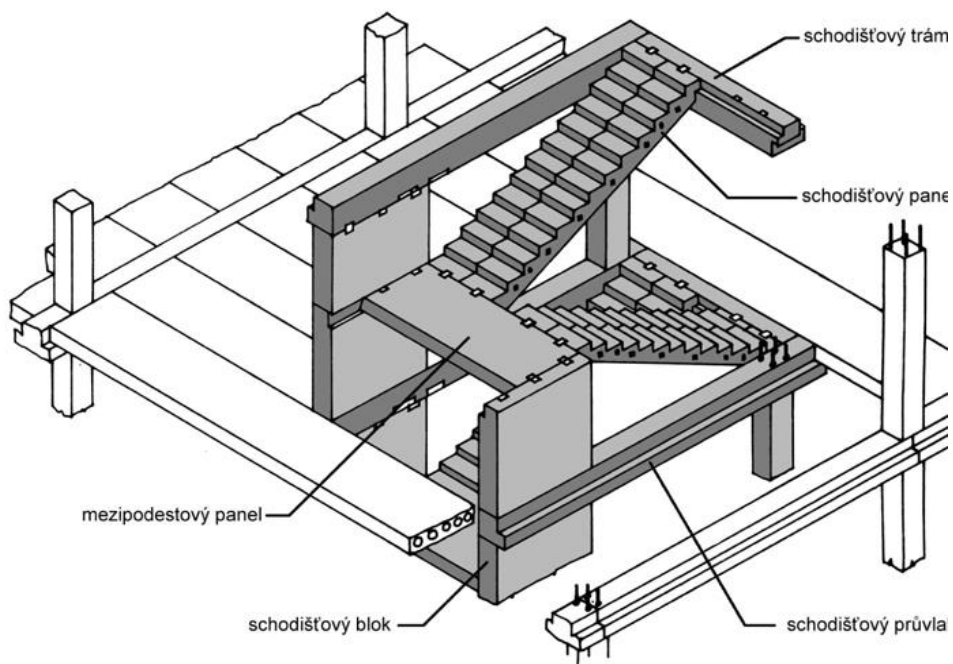


PŘI VELKÝCH ROZPONECH, ZATÍŽENÍ, PŘÍPADNĚ MALÉ TLOUŠŤCE PODESTY JSOU PRVKY NAHRAZENY SCHODIŠŤOVÝMI TRÁMY

Schodiště může být ve skeletu orientováno kolmo na rámy skeletu, nebo rovnoběžně s rámy skeletu. Mezipodesty schodiště se zpravidla ukládají na schodišťové stěny, nebo na krátké stěny, podepírající pouze mezipodestu schodiště.



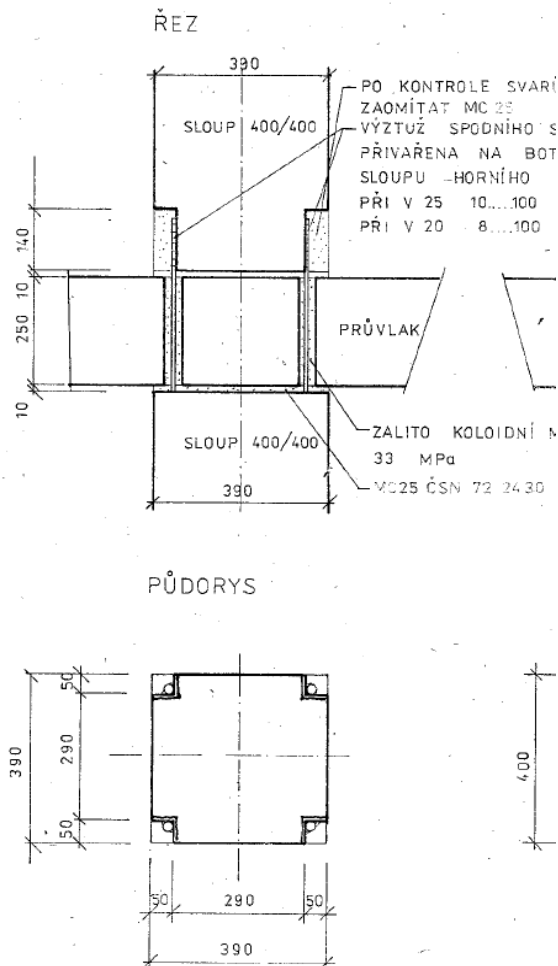
Skelet se schodištěm kolmo na rámy skeletu



Skelet se schodištěm rovnoběžně s rámy skeletu

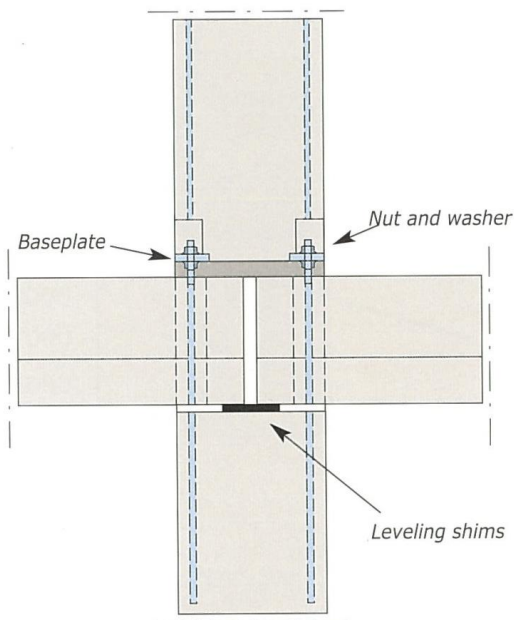
14.2 Styky vícepodlažních prefabrikovaných staveb

Styk sloupu s průvlakem může být svařovaný – typický detail u děleného sloupu je na následujícím obrázku. Modernější, ale dražší, jsou šroubované styky.

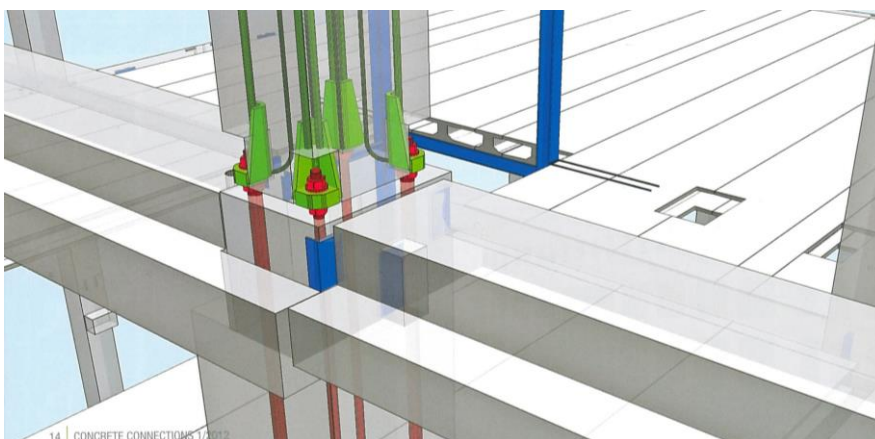


Column-to-column splices

Column-to-column splices are made either by bolting mechanical connectors anchored in the separate precast components or by the continuity of the reinforcement through a grouted joint.



Styky sloupů s dělenými sloupy a průběžnými průvlaky



Styk průvlaku s průběžným děleným sloupem se šroubovaným stykem

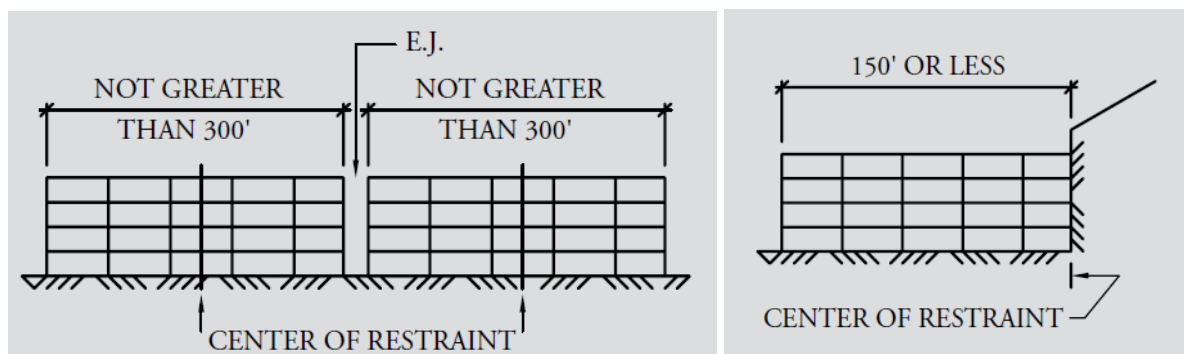


Skelet s průběžnými sloupy s hlavicemi

14.3 Dilatace prefabrikovaných skeletových staveb

Pro dilatování prefabrikovaných staveb platí pravidla, uvedená v předchozí přednášce II/3 o monolitických stavbách.

Volba délky dilatačního celku závisí na poloze případného ztužení a dále na poloze tuhých, nedeformovatelných částí stavby (typicky schodiště vestavby v hale). Dnes se běžně délky dilatačních celků prefabrikovaných skeletů s lehkými obvodovými pláštěi pohybují do 80 až 90 m. Následující obrázek je převzat z americké směrnice pro navrhování prefabrikovaných konstrukcí parkovacích domů a lze ho použít i pro předběžný odhad maximální délky dilatačního celku jiné prefabrikované stavby. E.J. je „expansion joint“ (dilatační spára) a „center of restraint“ je místo, kde je blokována podélná deformace haly. Délky jsou ve stopách, takže maximální délka od místa nulového podélného posunutí ke konci dilatačního celku je asi 45 m a celková délka haly je asi 90 m.



15. Prefamonolitické stavby

15.1 Filigránové stropní konstrukce

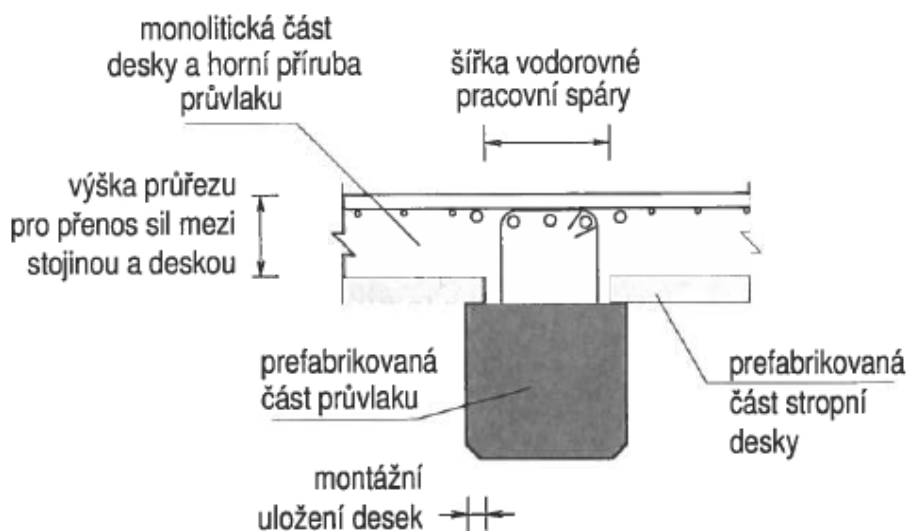
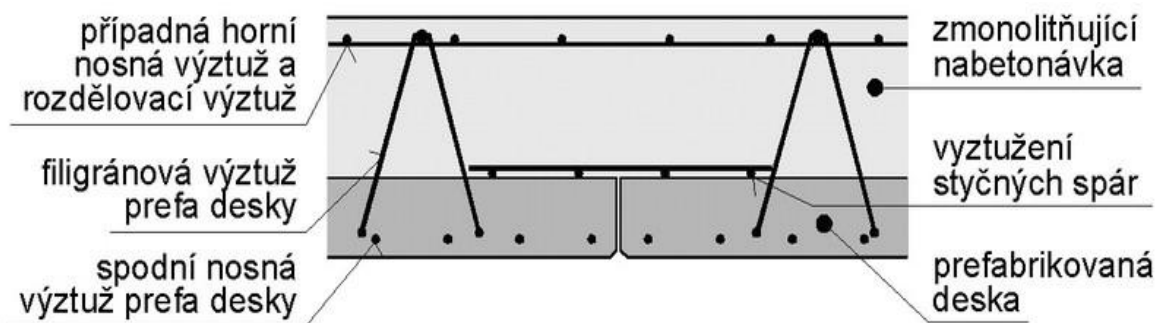
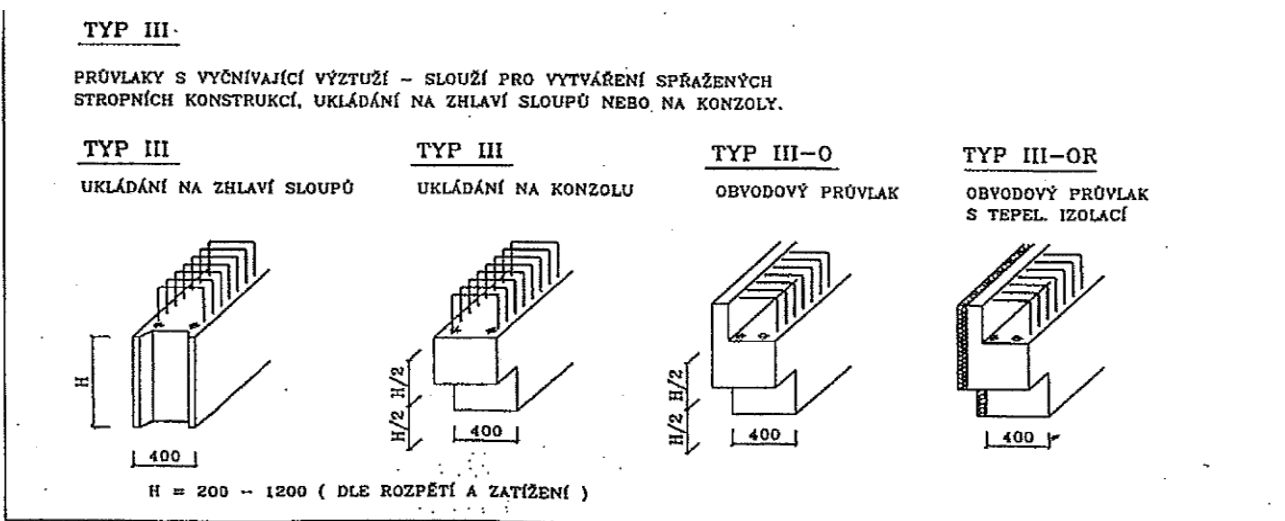
Prefamonolitické, neboli spřažené konstrukce prefabeton – monolitický beton kombinují výhody obou technologií.

Převážně prefabrikovaná konstrukce s tzv. **filigránovou stropní deskou** se doplní výztuží při horním povrchu desky a zmonolitní se nadbetonovanou monolitickou částí stropní desky.

Filigránová prefabrikovaná deska tloušťky zpravidla 60 až 80 mm obsahuje výztuž při spodním povrchu stropní desky a spřahovací výztuž, tvořenou většinou svařovanými trigony. Ty se obvykle ukládají ve vzájemných osových vzdálenostech 600 mm. Trigony slouží ke spřažení obou vrstev stropní desky a využívají se i jako distanční výztuž, na kterou se ukládá výztuž při horním povrchu desky. Filigránová deska slouží současně jako ztracené bednění – tento systém tedy ušetří bednění stropu. Po zmonolitnění se konstrukce chová jako monolitická spojitá deska.

Filigránové desky se ukládají na nosné stěny nebo na průvlaky, délka uložení je běžně 15 až 35 mm. Filigránové desky je nutno před betonáží vrchní části stropu montážně podepřít.

Typické průřezy průvleků pro filigránové stropy jsou na následujících obrázcích.

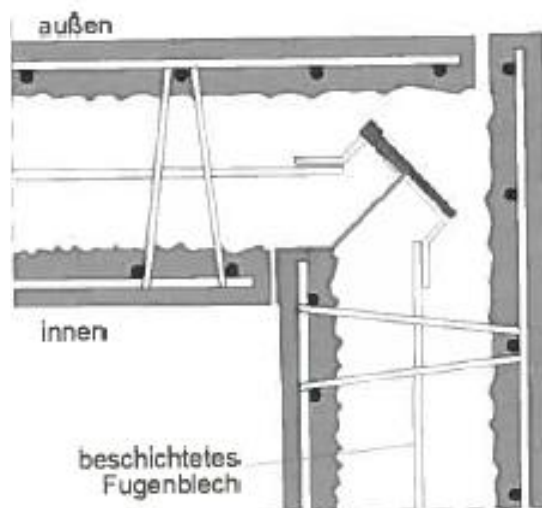




Detail filigránové desky



Filigránové desky osazené na trámy



Filigránové prvky lze používat i pro prefamolitické stěny

Příloha 15.2 – Zvedané stropy (lift slabs)

Speciální technologie výstavby, pocházející původně z USA, kde byla metoda vyvinuta po roce 1950 a mezi lety 1950 až 1955 se s její pomocí postavilo asi 260 staveb. Poté se technologie postupně rozšířila do celého světa. V Československu byla vyvíjena od roku 1960 a mezi lety 1960 až zhruba 1990 se touto metodou u nás postavilo více než 100 staveb.

V současné době se v České republice tato technologie nepoužívá.

Při stavbě metodou zvedaných stropů se na stavbě zpravidla nejprve vybetonují monolitická ztužující jádra, která zajišťují vodorovnou tuhost konstrukce.

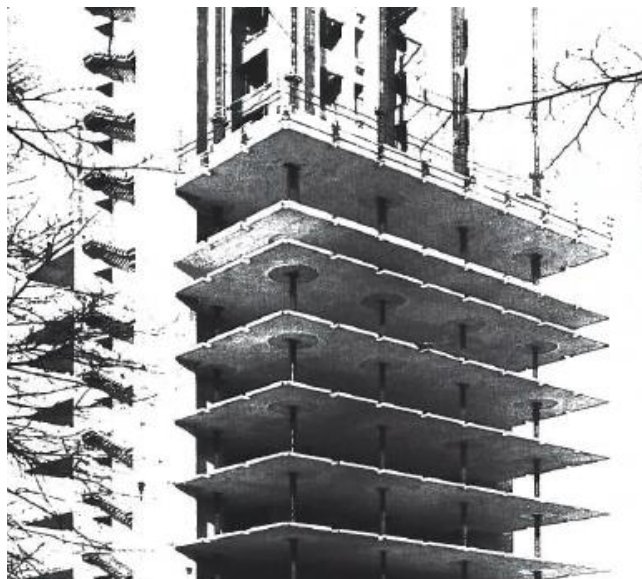
Svislé nosné konstrukce jsou kromě ztužujících jader tvořeny sloupy z ocelových trubek profilu 200 až 400 mm, vyplněných betonem (ocelobetonové sloupy).

Následně se na zemi, nebo na zesíleném stropě některého z prvních nadzemních podlaží postupně jedna na druhé vybetonují železobetonové stropní desky. V místě sloupů mají stropní desky ocelové, nebo železobetonové či předpjaté prefabrikované hlavice.

Následně se stropní desky postupně zvednou pomocí hydraulických zvedáků do svých definitivních poloh a zafixují se v místě ztužujících jader a v místě jejich podepření sloupy. Ocelové sloupy byly často navrhovány pouze na vlastní tíhu budovy a po vyzvednutí stropních desek se obložily železobetonovými prefabrikáty, které podepřely stropní desky. Použití metody na budově SVUT v Liberci viz kapitolu II/6.



Výztuž stropní desky kolem prefa hlavice



Zvedání stropů SVUT v Liberci