

Betonové konstrukce II/5

Prefabrikované a prefamolitické
vícepodlažní stavby

Prefabrikované železobetonové konstrukce

Výhody oproti monolitu

- Kratší doba výstavby
- Usnadnění výstavby v zimním období
- Snadná možnost použití předpjatých a odlehčených prvků
- Vyšší záruka kvality betonu
- Vysoká přesnost tvaru prefa prvků (kovové formy)
- Vyšší kvalita povrchů
- Větší různorodost a barevnost povrchů
- Možnost rozebíratelnosti konstrukcí

Nevýhody prefabrikovaných konstrukcí

- Doprava těžkých a rozměrných dílců
- Manipulace na stavbě s těžkými dílci
- Nutnost respektovat skladebné možnosti prefa konstrukce (nelze například navrhovat křížem armované desky)
- Menší tuhost styků i celé konstrukce
- Nároky na přesnou montáž
- Svařování na stavbě (ne u všech systémů)
- Nutnost vyztužovat prvky pro stádia při montáži a dopravě



Doprava rozměrných prvků

- Převážně po silnici
- Často nadrozměrný náklad – drahé
- Délka vazníků 30 i více metrů
- Možnost dopravy může být rozhodující pro realizovatelnost stavby (např, kruhové objezdy na trase)



Montáž prefa konstrukce

- Obvykle několika mobilními jeřáby (autojeřáby) nosnost i přes 50 tun
- Montáž ústupem (více podlaží najednou)
- Věžové jeřáby spíše výjimečně (obvykle nemají dostatečnou nosnost)
- Věžový jeřáb sáhne „za stavbu“



Mobilní jeřáb nosnost 100 tun

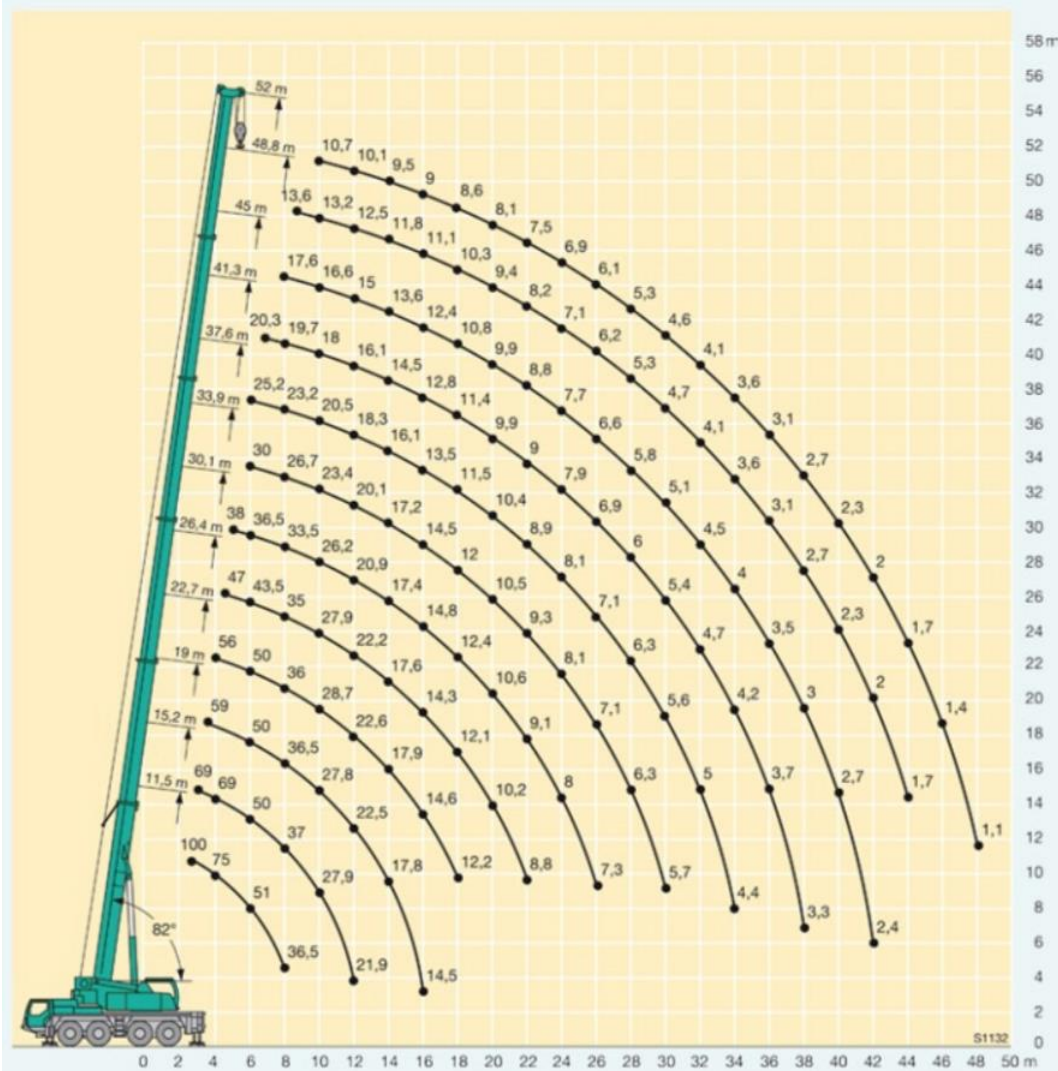
LTM 1100-4.1



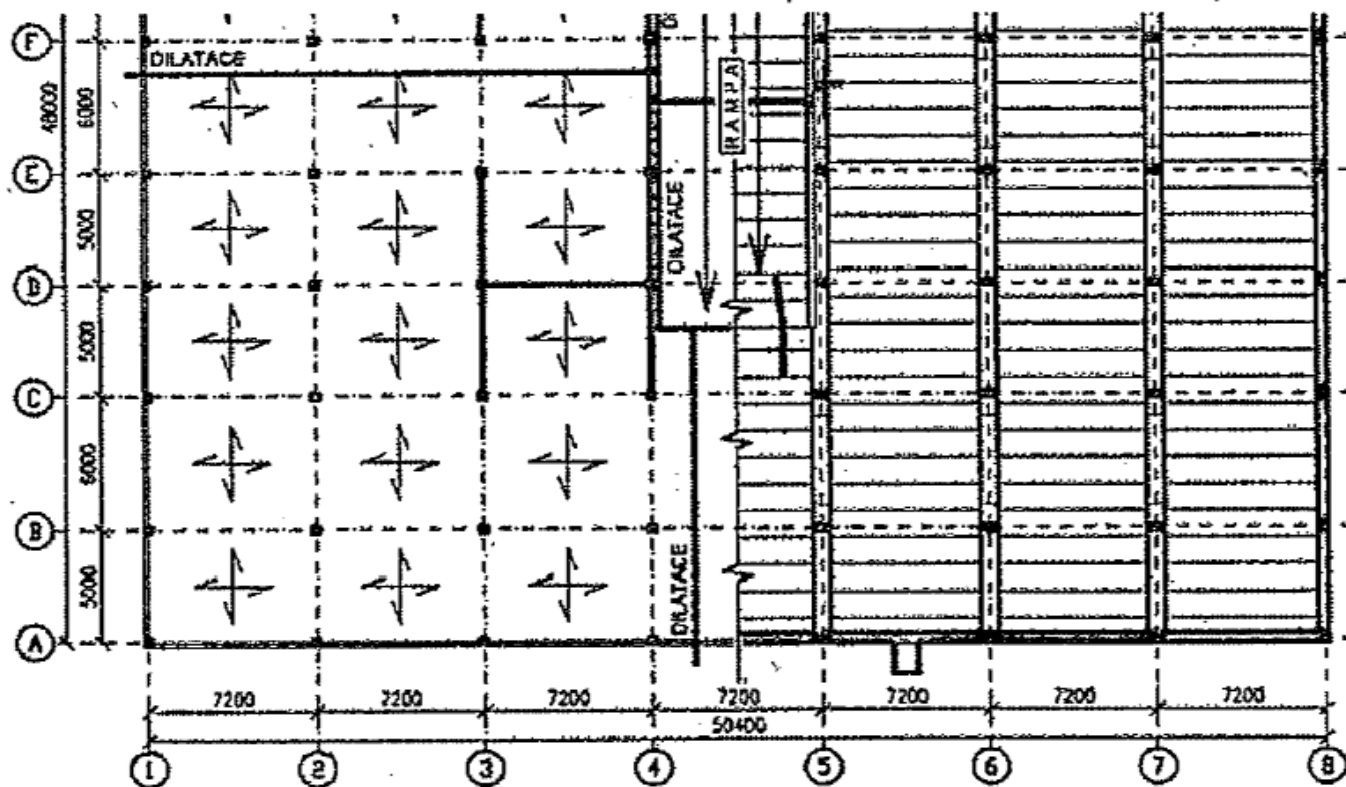
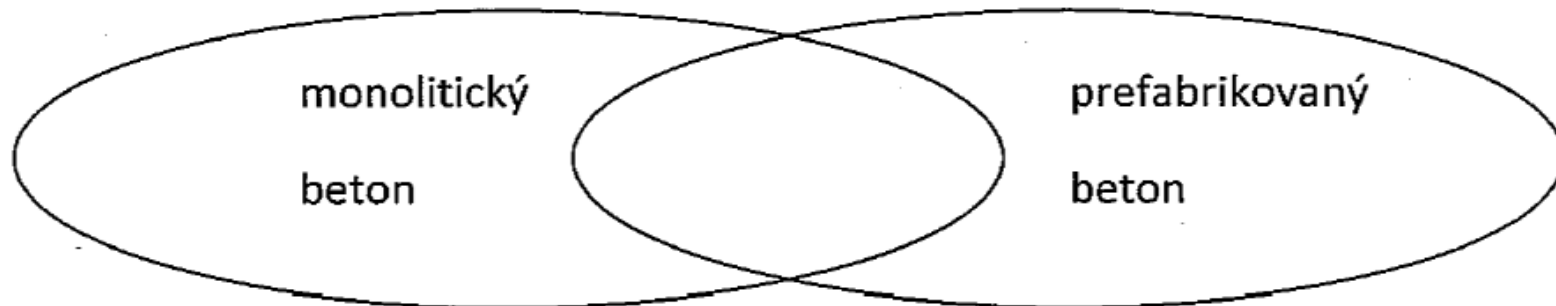
Max. nosnost:
Max. vyložení:
Délka ramene:

100 t / 2,5 m
54 m / 0,9 t
52 m + 19 m

LTM 1100-4.1



Typické skladby a rozdíly mezi monolitem a prefa konstrukcí



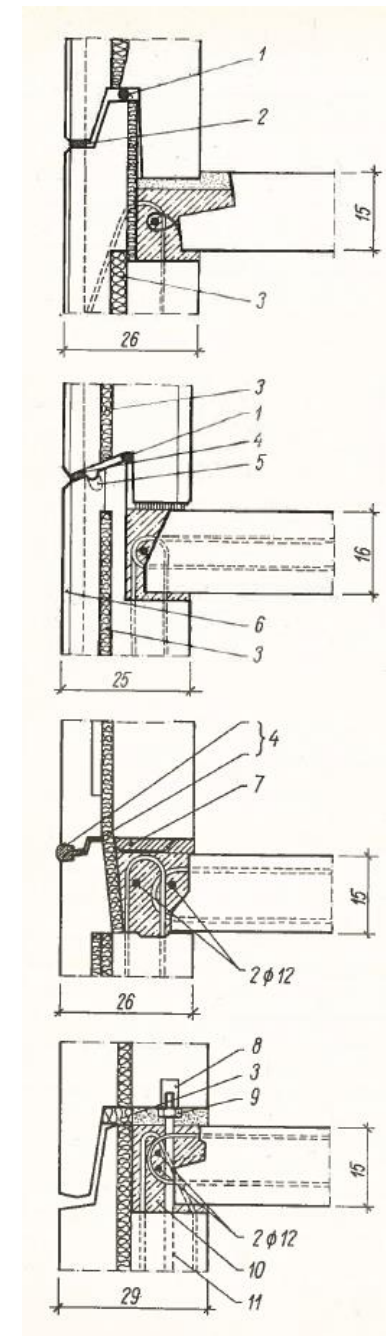
Typické použití prefabrikace

- Obecně v případě pravidelných konstrukcí s často se opakujícími prvky – výjimky – Tančící dům
- Panelové soustavy – stěnové systémy pro bytovou výstavbu
- Vícepodlažní skelety – sloupové systémy pro občanskou vybavenost
- Halové stavby
- Prostorové prefabrikované buňky (garáže, trafostanice..)
- Jednotlivé prefabrikáty (překlady, stropní desky..)
- V dopravním stavitelství – mosty, silniční panely, protihlukové stěny..
- Ve vodním stavitelství – trouby, šachty, skruže, nádrže...

Stěnové systémy

Panelové budovy

- Rozvoj typizovaných panelových systémů po 2. světové válce – nebylo nutno navrhovat prvky - existovaly katalogy prvků i celých sekcí domů
- V současné době vyrábějí pouze (atypické) panely na zakázku
- Dnes je panelová výstavba spíše výjimkou



Typizované panelové soustavy pro bytovou výstavbu – příklady ČR

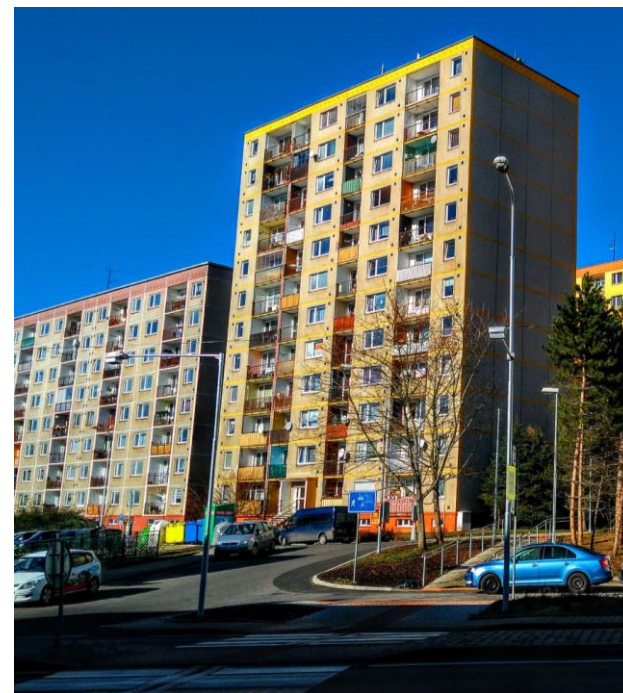
- Typicky příčný stěnový nosný systém, nenosná fasáda
- G 40 1953 rozpon 3,6 m
- G 57 1957 rozpon 3,6 m
- T 06B 1962 rozpon 3,60 m
- T 08B 1962 6,0 m
- BA-NKS 1971 2,4; 3,0 a 4,2 m
- VVÚ-ETA 1974 3,0 a 6,0 m
- OP 1.21 1980 1,8; 2,4; 3,0 a 4,2 m
- OP 1.31 1988 poslední, postaveno málo bytů
- Výstavba ukončena kolem roku 1990 – dnes modernizace



G40



T06B



OP 1.21

Další příklady prefabrikace stěnových systémů



Tančící dům Praha – 1994-1996

Vlado Milunič, Frank O. Gehry

- Převážně monolitická nosná konstrukce
- Tvarově složité prvky jsou prefa (zakřivené sloupy, obvodové panely)
- 99 ks obvodových stěnových panelů, každý panel má jiný tvar
- Panely rohové věže jsou nosné, tl. 250 mm, panely průčelí jsou nenosné, tl. 120 mm
- Digitální model CATIA



Vícepodlažní prefabrikované skelety

- Dříve typizované skeletové systémy – katalogy prvků
- Dnes se projektují pouze atypické stavby
- Prvky se vyrábějí na zakázku

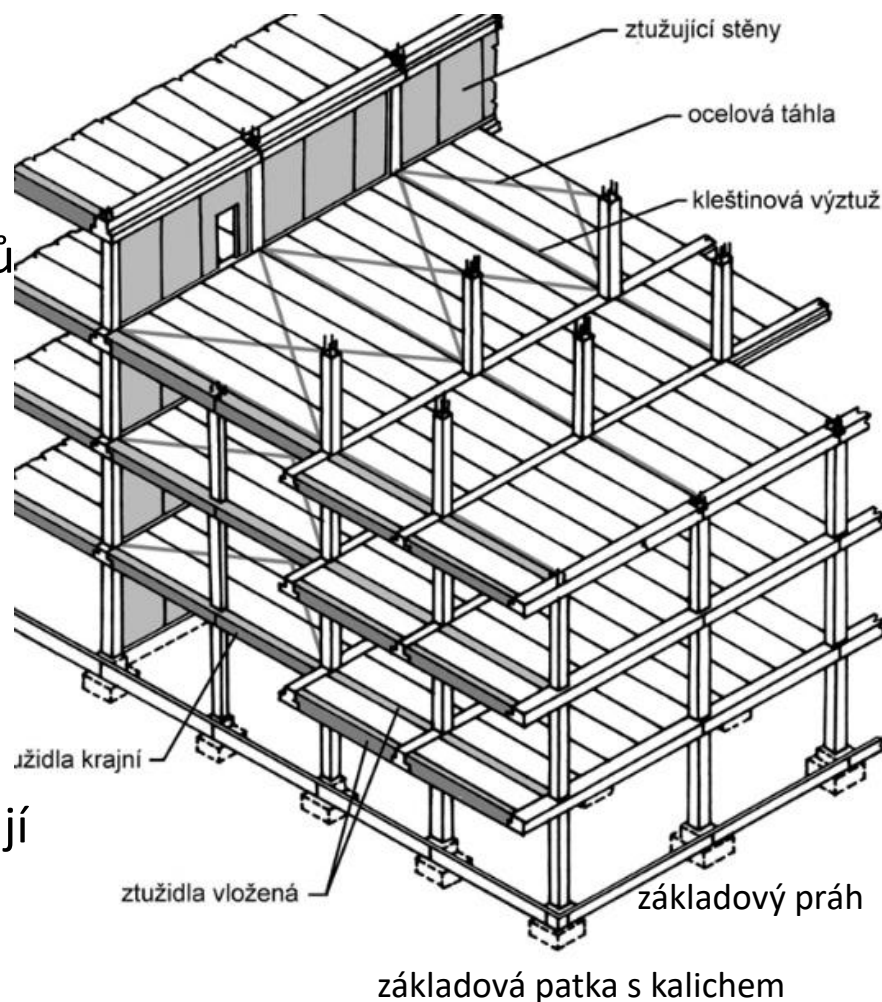
• Průběžné sloupy

- Rychlejší montáž
- Průvlaky osazené na konzoly sloupů
- Méně svařování
- Průvlaky jako prosté nosníky
- Měkčí konstrukce

• Průběžné průvlaky

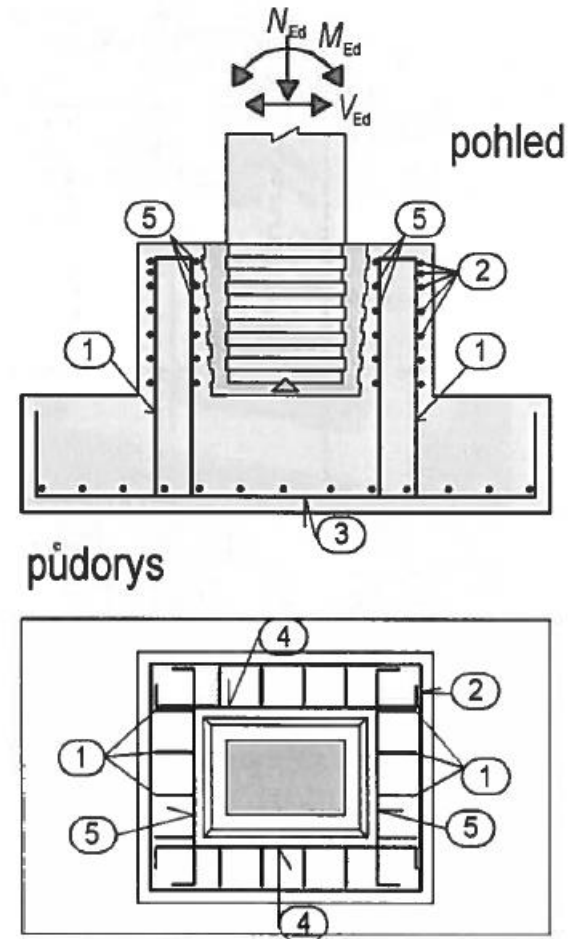
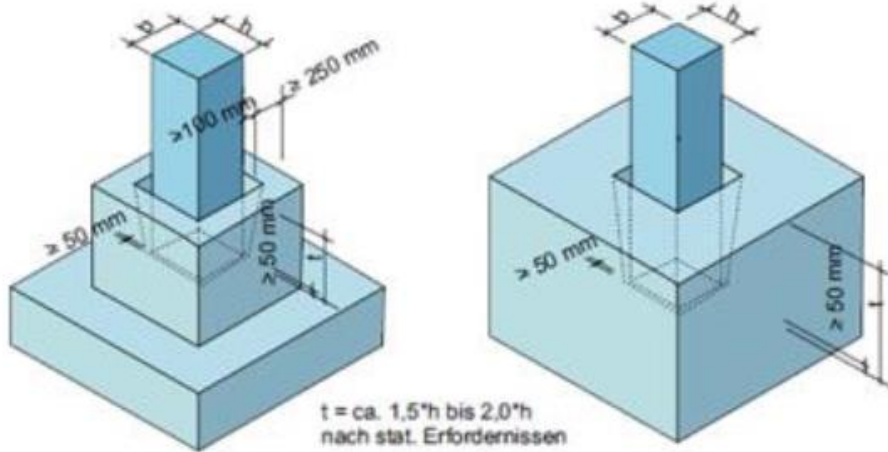
- Pracnější montáž
- Lze navrhovat spojitě nosníky (nižší průvlaky)
- Sloupy i průvlaky se zpravidla svařují
- Celkově tužší konstrukce

• Typ skeletu určí specialista



Zakládání prefabrikovaných staveb

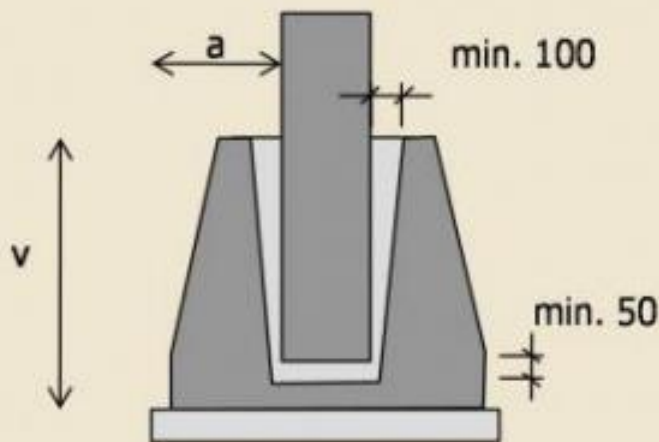
Základové patky s kalichem pro kotvení sloupu



Příklady prefabrikovaných patek

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

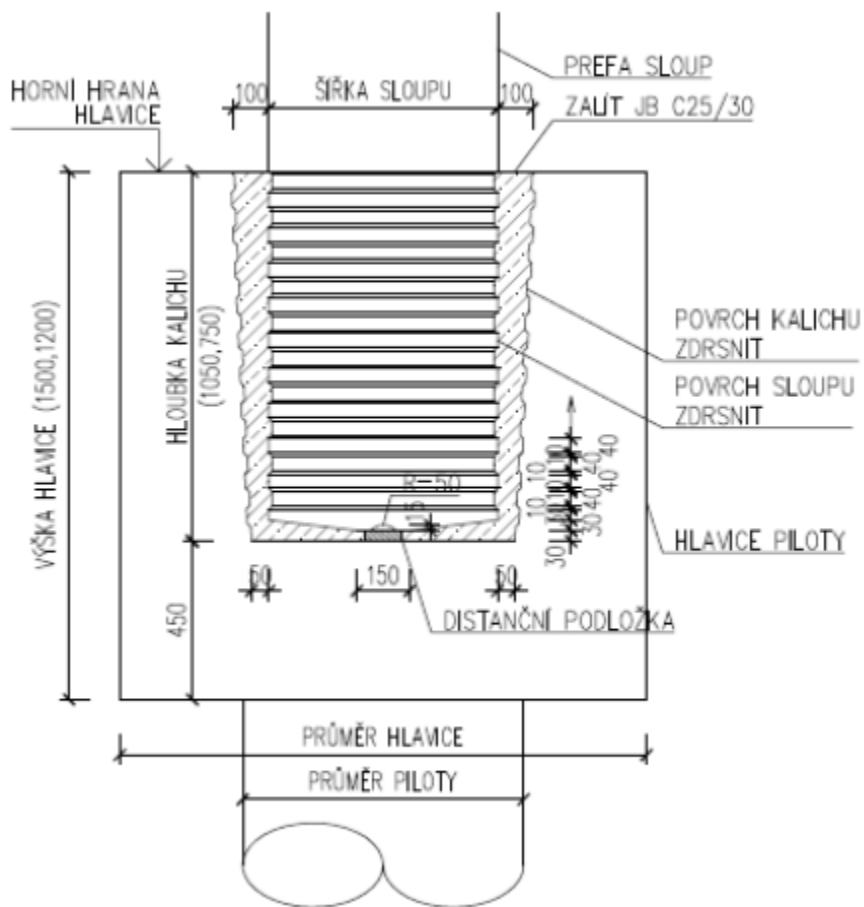


Prefamolitická patka
s kalichem
pro vetknutí sloupu

Monolitická patka
+ prefabrikovaný kalich

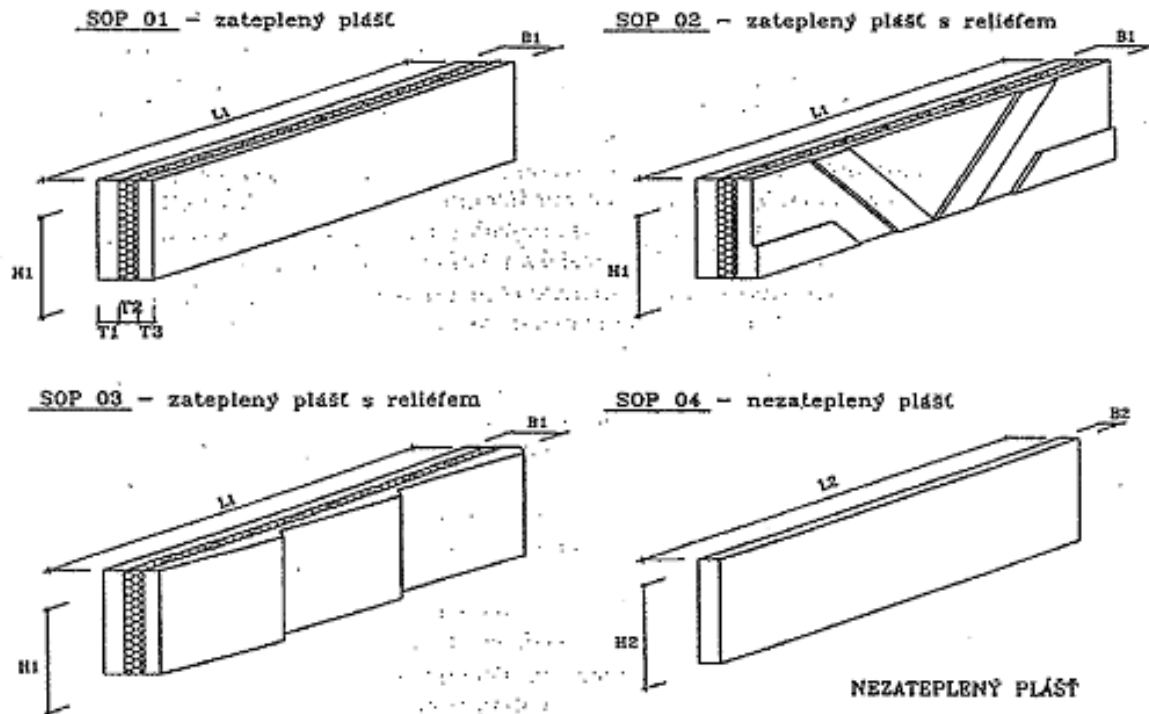


Hlavice pilot s kalichem



Základové prahy

- Osazují se jako nosníky na základové patky nebo hlavice pilot
- Nesou obvodový plášť budovy (nebo ztužující stěnu)
- Mohou být plné, nebo sendvičové zateplené



NEZATEPLENÝ PLÁŠŤ

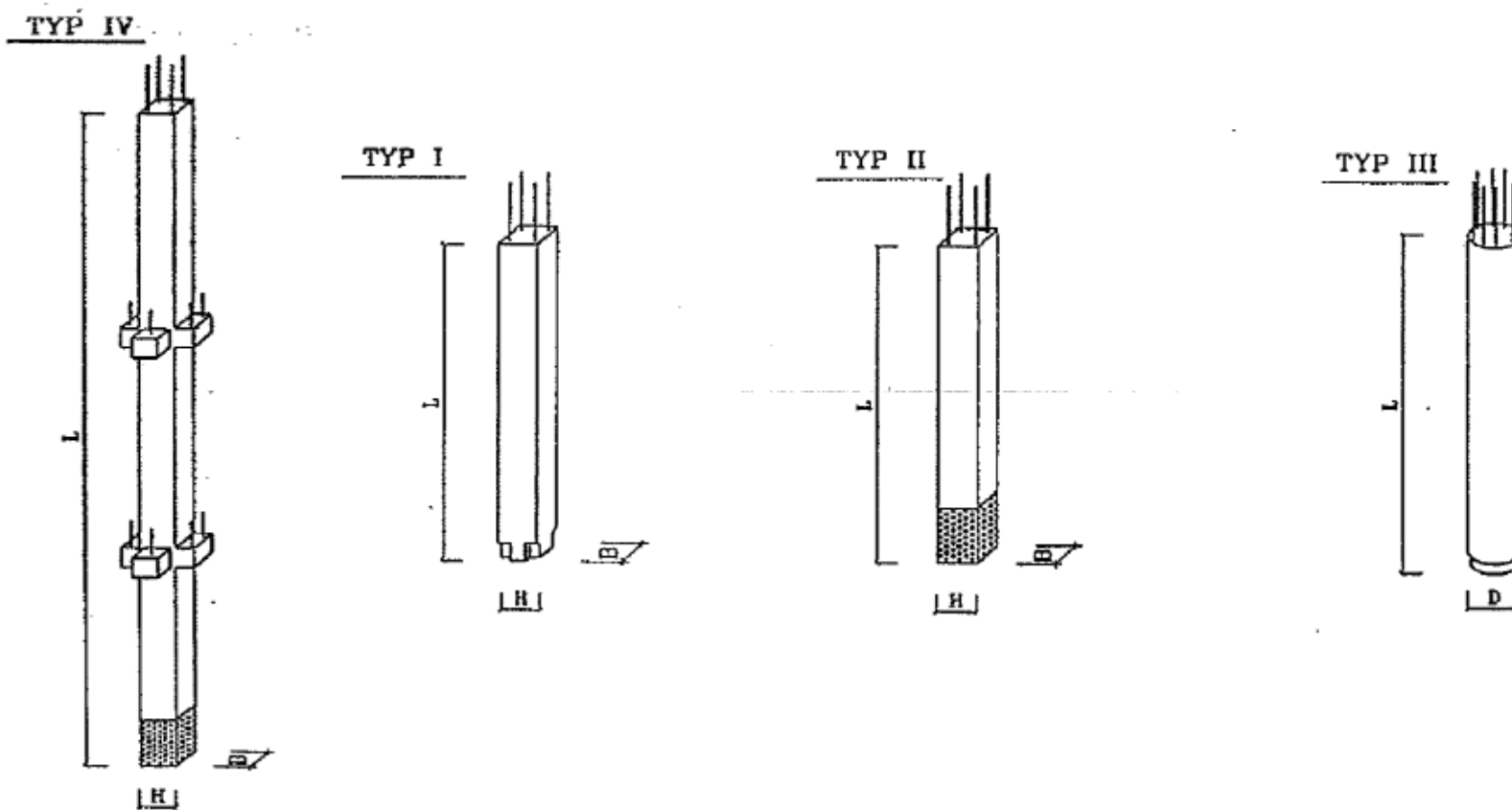
L2 - DÉLKA PANELU (MM)	H2 - VÝŠKA PANELU (MM)	B2 - ŠÍŘKA PANELU (MM)
DO 7200	DO 1800	80 - 120

ZATEPLENÝ PLÁŠŤ

L1 - DÉLKA PANELU (MM)	H1 - VÝŠKA PANELU (MM)	B1 - ŠÍŘKA PANELU (MM)	T1 (MM)	T2 (MM)	T3 (MM)
DO 5000	DO 1800	230-270	90	80-120	60
NAD 5000	DO 1800	260-300	120	80-120	60

Sloupy vícepodlažních budov

- Průběžné přes více podlaží (průvlaky jsou osazené na konzoly)
- Dělené sloupy po patrech (průvlaky probíhají)



Průběžný sloup přes čtyři podlaží



Osazení průvlaku
na průběžný sloup





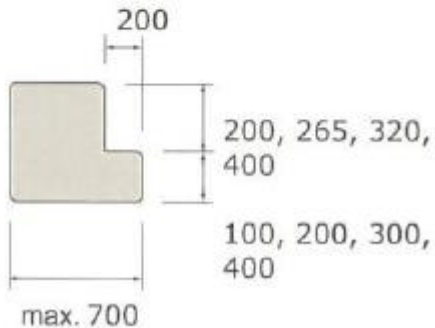
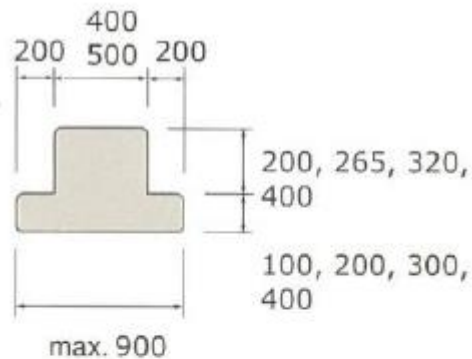
Stavba skeletu
s průběžnými sloupy



Průvlaky a ztužidla

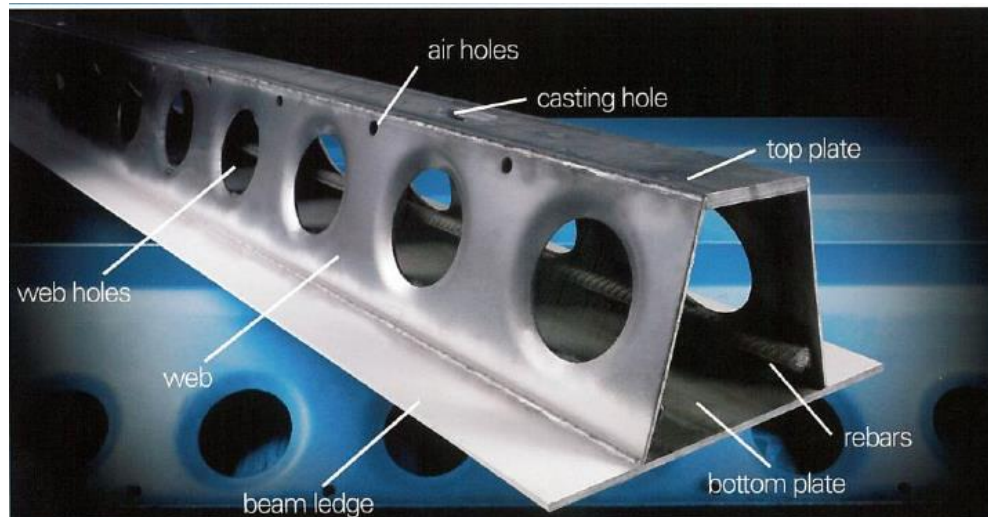
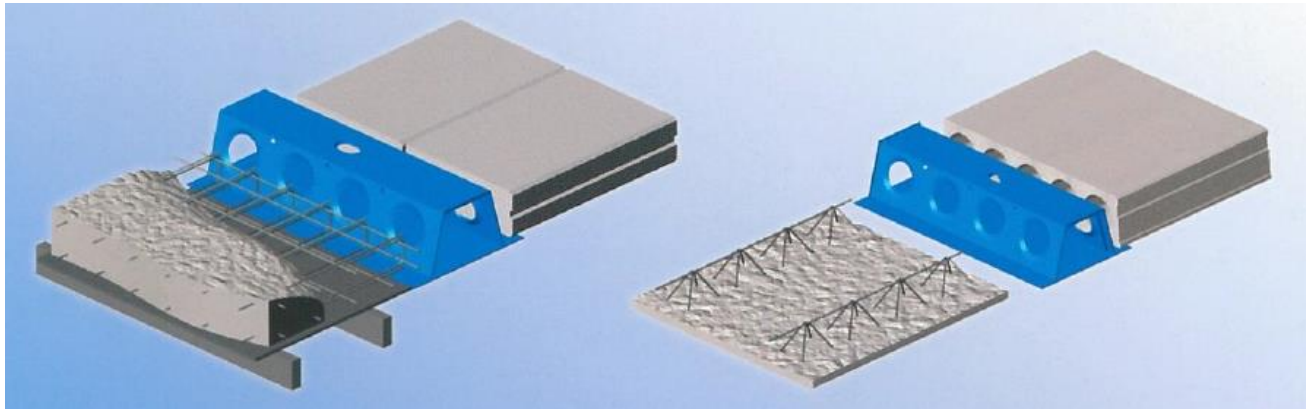
Průvlak – hlavní nosný prvek, nese stropní panely

Ztužidlo – propojuje (ztužuje) konstrukci ve směru kolmo na průvlaky (rovnoběžně se stropními panely)



Ocelobetonové průvlaky Delta Beam pro bezprůvlakové stropy

- Alternativa k železobetonovým nebo předpjatým průvlakům
- Dražší, umožní konstrukci stropu bez viditelného průvlaku
- Požární odolnost 60 minut i více (jako Spirolly, i více)

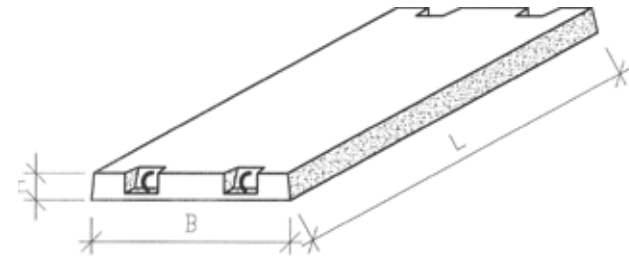


Montáž skeletu s průvlaky Delta Beam



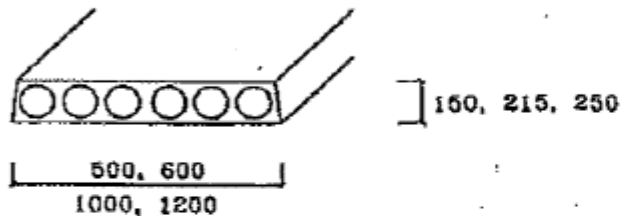
Stropní panely

- Plné železobetonové – dnes výjimečně
- Dutinové železobetonové – dnes výjimečně
- **Dutinové předpjaté – obvyklé řešení prefa stropů**
- Předpjaté TT panely – na velká rozpětí a zatížení

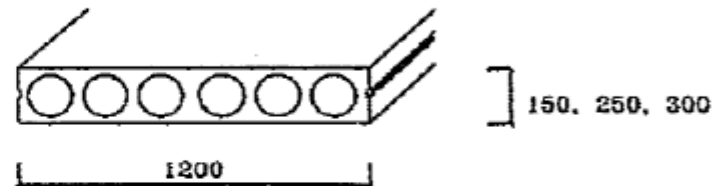


D: STROPNÍ PANELY

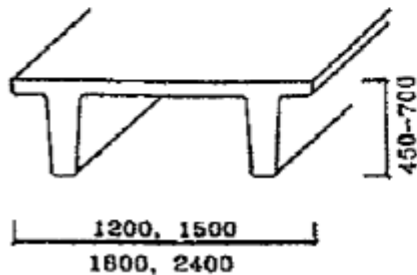
1) S MĚKKOU VÝZTUŽÍ



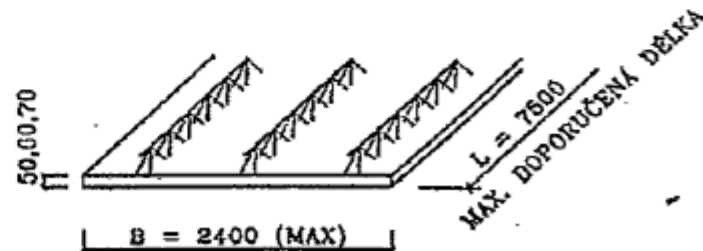
2) PŘEDPJATÉ PANELY SPIROLL



3) PŘEDPJATÉ TT-PANELY



4) FILIGRÁNOVÉ PANELY

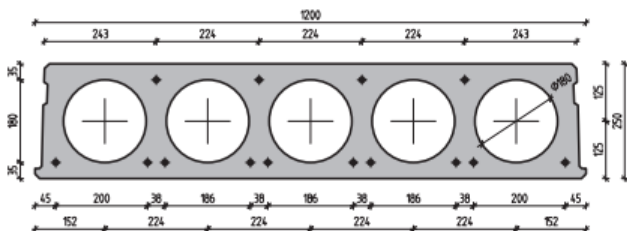


Předpjaté dutinové panely Spiroll a Partek

SP250

HANS

H.A.N.S. prefa a.s.



Dutinový panel tl. 250 mm

Základní technické údaje

Tloušťka [mm]	250
Plocha průřezu [m ²]	0,164
Vlastní hmotnost zalitého stropu [KN/m ²]	3,446
Transportní hmotnost betonu [KN/m ²]	3,78
Zálivkový beton do spar min. C16/20 [l/m ²]	7,25
Min. úložná délka [mm] (dle podkladu)	100
Vzduchová neprůzvučnost [dB] R' _{w,R}	51
Kročejevá neprůzvučnost [dB] L _{n,w,eq,R}	74
Požární odolnost (standardně)*	REI 60
Tepelný odpor [m ² K/W]	0,18
Třída betonu	C45/55
Třída předpínací oceli	Y1860S7 Relax 2

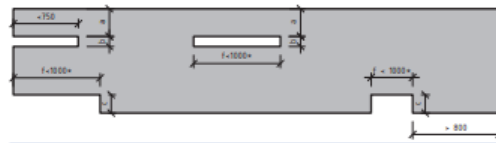
* Vyšší požární odolnost prosím konzultujte s obchodním oddělením H.A.N.S. prefa a. s.

Šířky zúžených panelů [mm]

375	600	820	1050
-----	-----	-----	------

* Skladebný rozměr panelu je 1200 mm

Možné výhraby (prostory)



* ale max. 1/3 délky panelu
 * Velikost otvorů je ovlivněna výztužením a zatížením panelu SP.
 * Stropní dutinové panely jsou vyráběny jako konstrukční panely bez povrchové úpravy. Mohou vykazovat 5 % vzduchových pórů z celkové plochy panelu a vzhledem k používání přírodních materiálů rozdílů v barevném odstínu.

Modulové rozměry [mm] [+5/-25]

a = 318, 542	b = 116, 340, 564	c = 210, 434
--------------	-------------------	--------------

- Běžné tloušťky panelů jsou 150 až 500 mm
- Rozpětí do 16 m
- Šířka vždy 1200 mm, lze zúžit
- Požární odolnost REI 60
- Mají pouze předpínací výztuž
- Nadvýšení až 1/300 rozpětí

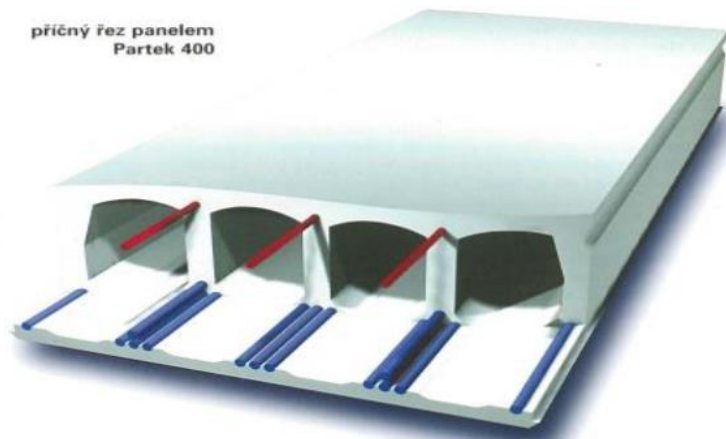
Výhody

- Malá tloušťka (1/40 z rozpětí)
- Příznivá cena

Typ výztužení

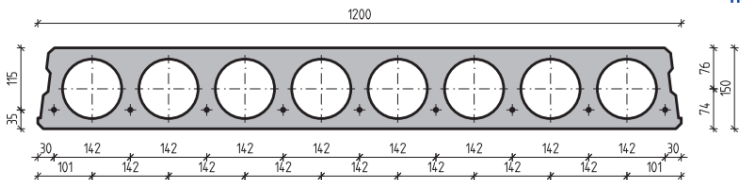
	Průřezové charakteristiky					Délky panelu [m]					
	A _p nahoře [mm ²]	A _p dole [mm ²]	M _{ed} * [KNm/1,20 m]	M _{nd} [KNm/1,20 m]	V _{nd} [KN/1,20 m]	4,0	6,0	8,0	10,0	11,0	12,0
SP250 osová vzdálenost lan od spodního povrchu 35 mm						Maximální charakteristické zatížení [KN/m²]**					
SP250 0/8X	0	416	82,00	119,00	99,00	25,00	12,26	5,31	2,13	x	x
SP250 0/6	0	558	108,00	164,00	106,00	25,00	17,21	8,09	3,90	2,61	x
SP250 0/8	0	744	132,40	215,00	111,00	25,00	18,17	10,70	5,56	3,98	2,79
SP250 0/10	0	930	151,00	263,00	119,00	25,00	19,71	12,68	6,82	5,03	3,66
SP250 4/6	372	558	102,00	166,00	114,00	25,00	16,09	7,45	3,49	x	x

příčný řez panelem Partek 400



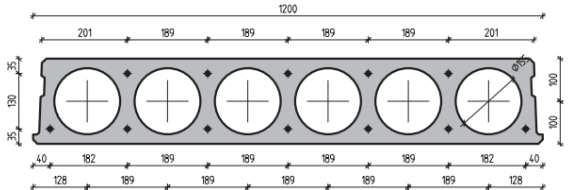
Různé tloušťky panelů Spiroll

SP150



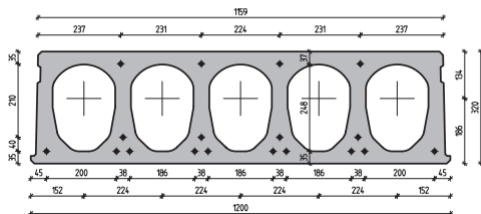
Průřezové charakteristiky					Délky panelu [m]					
A_s nahoře [mm ²]	A_s dole [mm ²]	M_{cr}^* [KNm/1,20 m]	M_{rd} [KNm/1,20 m]	V_{rd} [KN/1,20 m]	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
HCE150 osová vzdálenost lan od spodního povrchu 35 mm					Maximální charakteristické zatížení [KN/m ²]**					
SP150 0/5X	0	260	29,30	39,80	25,0	15,43	9,29	5,23	3,03	×
SP150 0/7X	0	364	34,60	54,60	25,0	20,52	12,28	7,14	4,34	2,65
SP150 0/9X	0	468	39,30	68,50	25,0	21,81	14,28	8,43	5,26	3,34

SP200



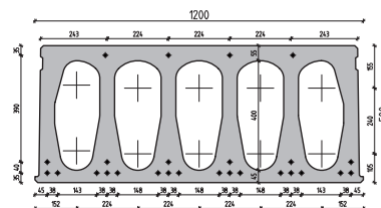
Průřezové charakteristiky					Délky panelu [m]					
A_s nahoře [mm ²]	A_s dole [mm ²]	M_{cr}^* [KNm/1,20 m]	M_{rd} [KNm/1,20 m]	V_{rd} [KN/1,20 m]	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
SP200 osová vzdálenost lan od spodního povrchu 35 mm					Maximální charakteristické zatížení [KN/m ²]**					
SP200 0/5X	0	260	40,00	58,00	70,20	14,97	8,58	5,13	3,07	×
SP200 0/7X	0	364	56,00	80,00	72,70	18,82	12,79	8,10	5,30	3,46
SP200 0/4 3X	0	528	82,00	118,00	76,60	19,95	15,41	12,40	8,92	6,23
SP200 0/5	0	465	72,00	105,00	75,40	19,61	15,13	11,26	7,56	5,16
SP200 0/7	0	651	100,00	143,00	79,30	20,74	16,03	12,92	10,71	8,07
SP200 5X/7	260	651	100,00	144,00	87,30	23,07	17,89	14,46	11,39	8,14

SP320



Průřezové charakteristiky					Délky panelu [m]					
A_s nahoře [mm ²]	A_s dole [mm ²]	M_{cr}^* [KNm/1,20 m]	M_{rd} [KNm/1,20 m]	V_{rd} [KN/1,20 m]	5,0	7,0	9,0	11,0	13,0	14,5
SP250 osová vzdálenost lan od spodního povrchu 35 mm					Maximální charakteristické zatížení [KN/m ²]**					
SP320 0/6	0	558	153,00	220,00	25,00	17,29	8,89	4,60	2,14	×
SP320 0/8	0	744	201,00	290,00	25,00	23,96	12,93	7,29	4,06	×
SP320 0/10	0	930	250,00	358,00	25,00	25,00	16,83	10,00	6,03	×
SP320 4/10	372	930	248,00	356,00	25,00	25,00	16,72	9,93	×	×
SP320 4X/14	208	1302	298,00	461,00	25,00	25,00	21,09	12,73	5,85	4,25

SP500



Průřezové charakteristiky					Délky panelu [m]					
A_s nahoře [mm ²]	A_s dole [mm ²]	M_{cr}^* [KNm/1,20 m]	M_{rd} [KNm/1,20 m]	V_{rd} [KN/1,20 m]	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0
SP500 osová vzdálenost lan od spodního povrchu 35 mm					Maximální charakteristické zatížení [KN/m ²]**					
SP500 0/10	0	930	420,00	599,00	311,00	25,00	21,88	13,35	6,51	4,72
SP500 0/12	0	1116	500,00	714,00	329,00	25,00	25,00	17,03	8,72	5,46
SP500 0/14	0	1302	560,00	805,00	331,00	25,00	25,00	19,94	10,37	6,72
SP500 4X/16	208	1488	640,00	912,00	345,00	25,00	25,00	23,37	12,45	8,41
SP500 4X/20	208	1860	770,00	1108,00	370,00	25,00	25,00	25,00	16,10	11,16

Výroba panelů na dlouhé dráze a jejich dělení

1.



1. Vytváření nekonečného pásu vibrotažením

2.



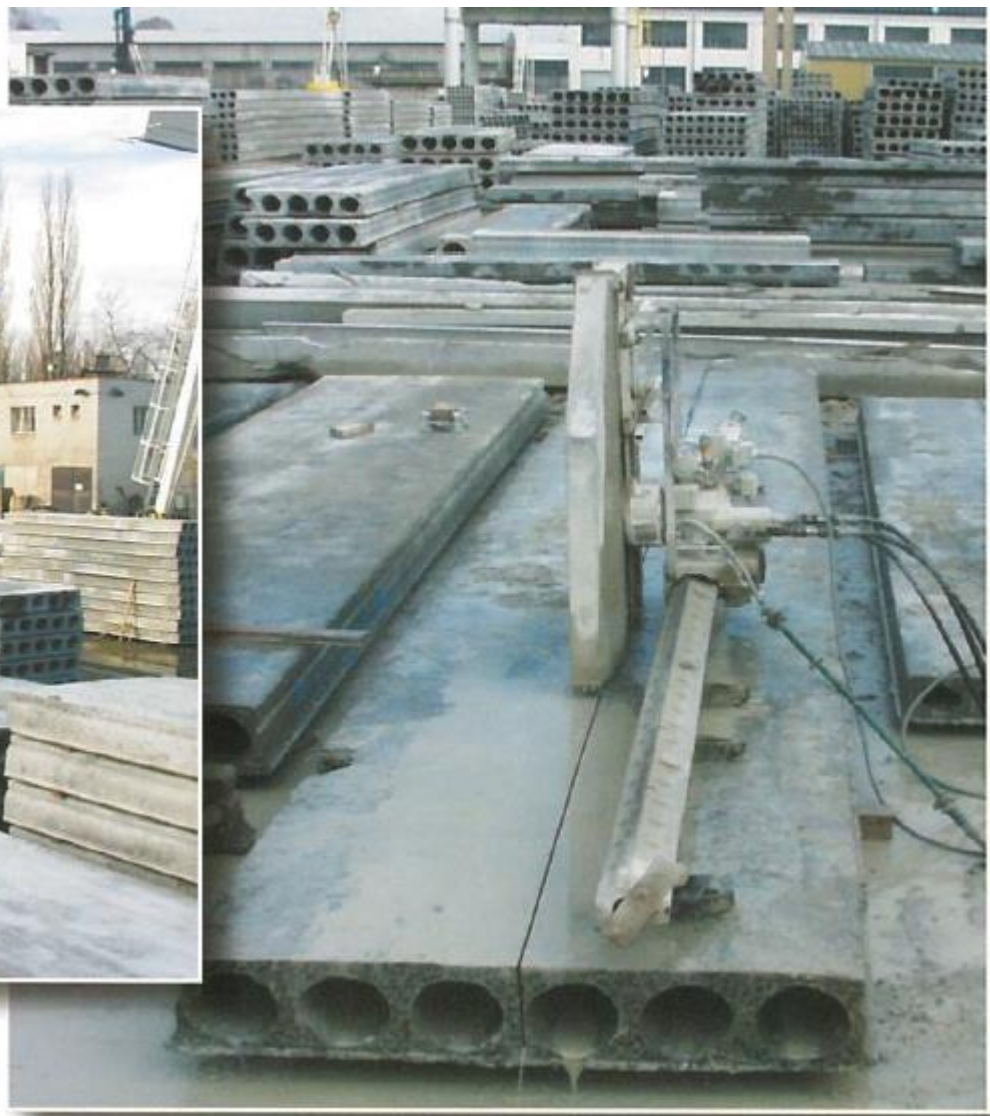
2. Dělení pásu na jednotlivé dílce

Dělení panelů podélným řezem

3. Úpravy dílců podélným řezáním



4. Skladování dílců

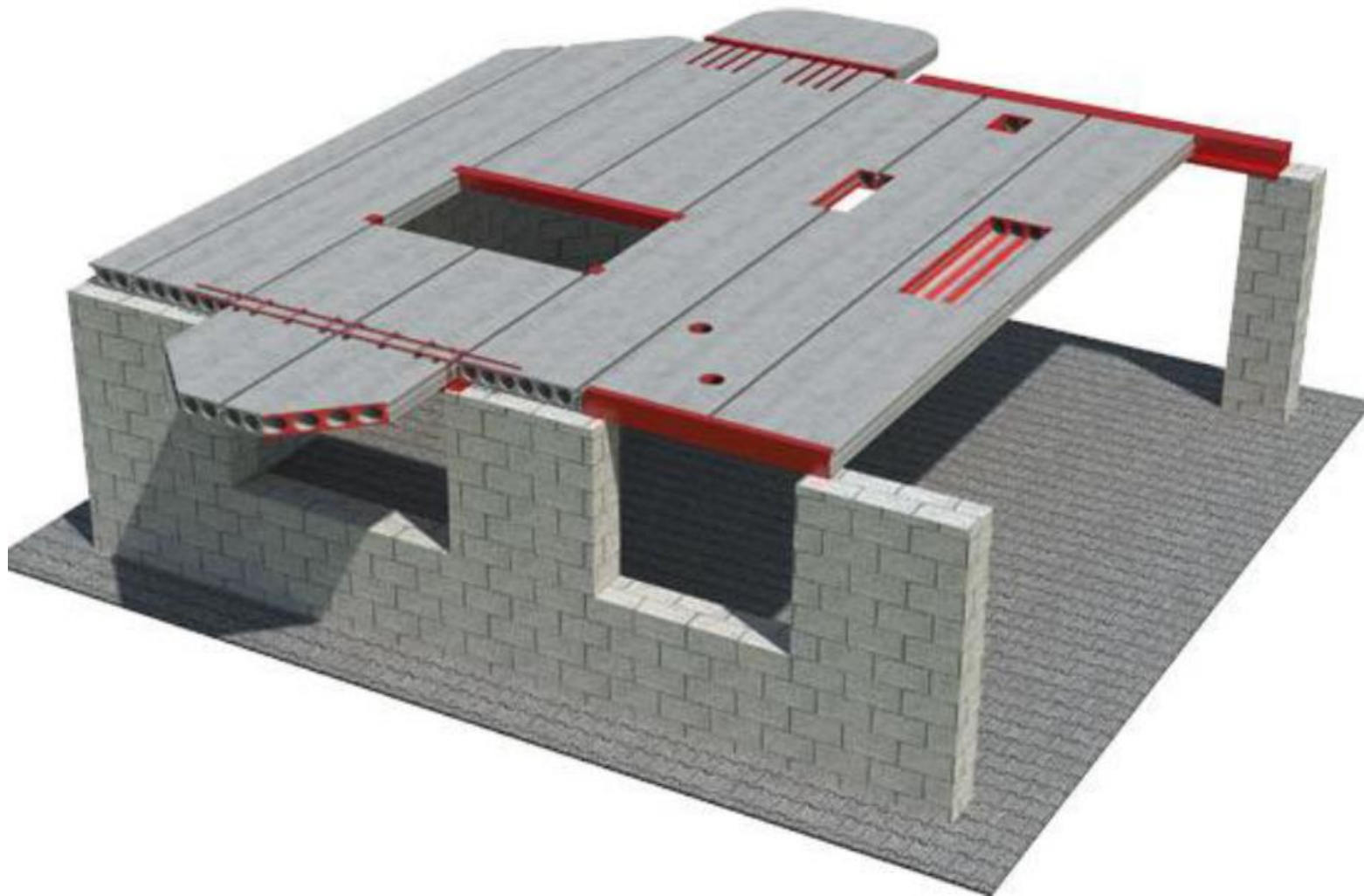


Montáž stropního panelu



Skladebné možnosti stropu z předpjatých panelů

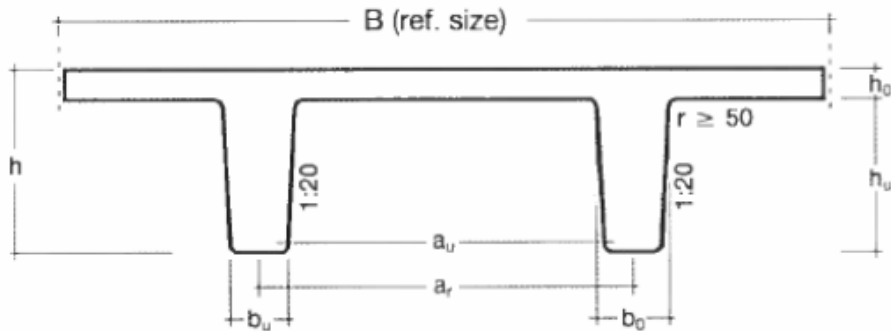
- Menší otvory do míst dutin v panelu
- Velké otvory pomocí ocelových výměn mezi panely
- Zúžené panely podélným řezáním v místě dutin (výrobce udává šířky zúžených panelů)



Předpjaté TT panely pro velká rozpětí i zatížení

- Běžně pro rozpětí do 20 m

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				

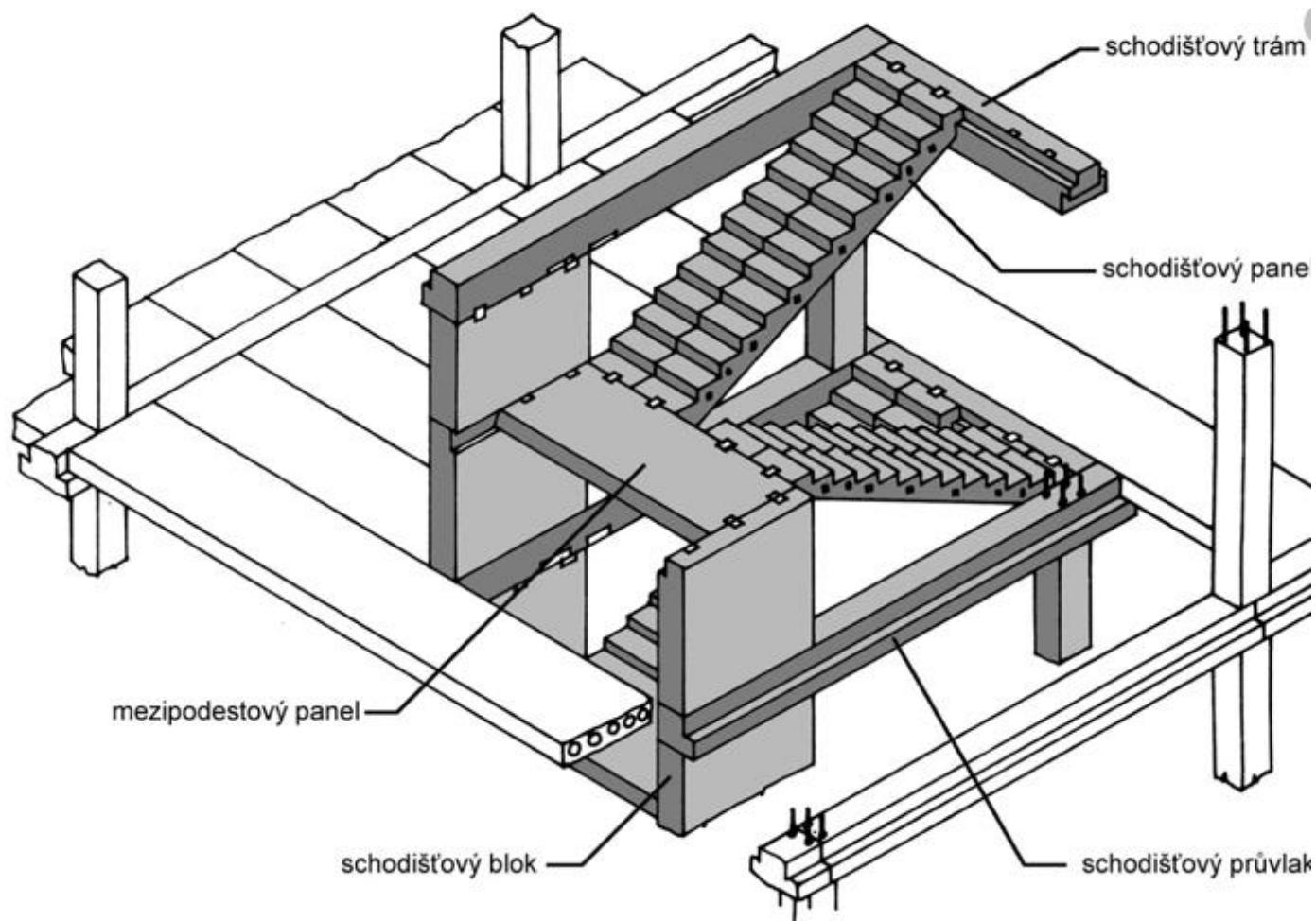


Vícepodlažní skelet s modulovými rozpětími panelů 15 m

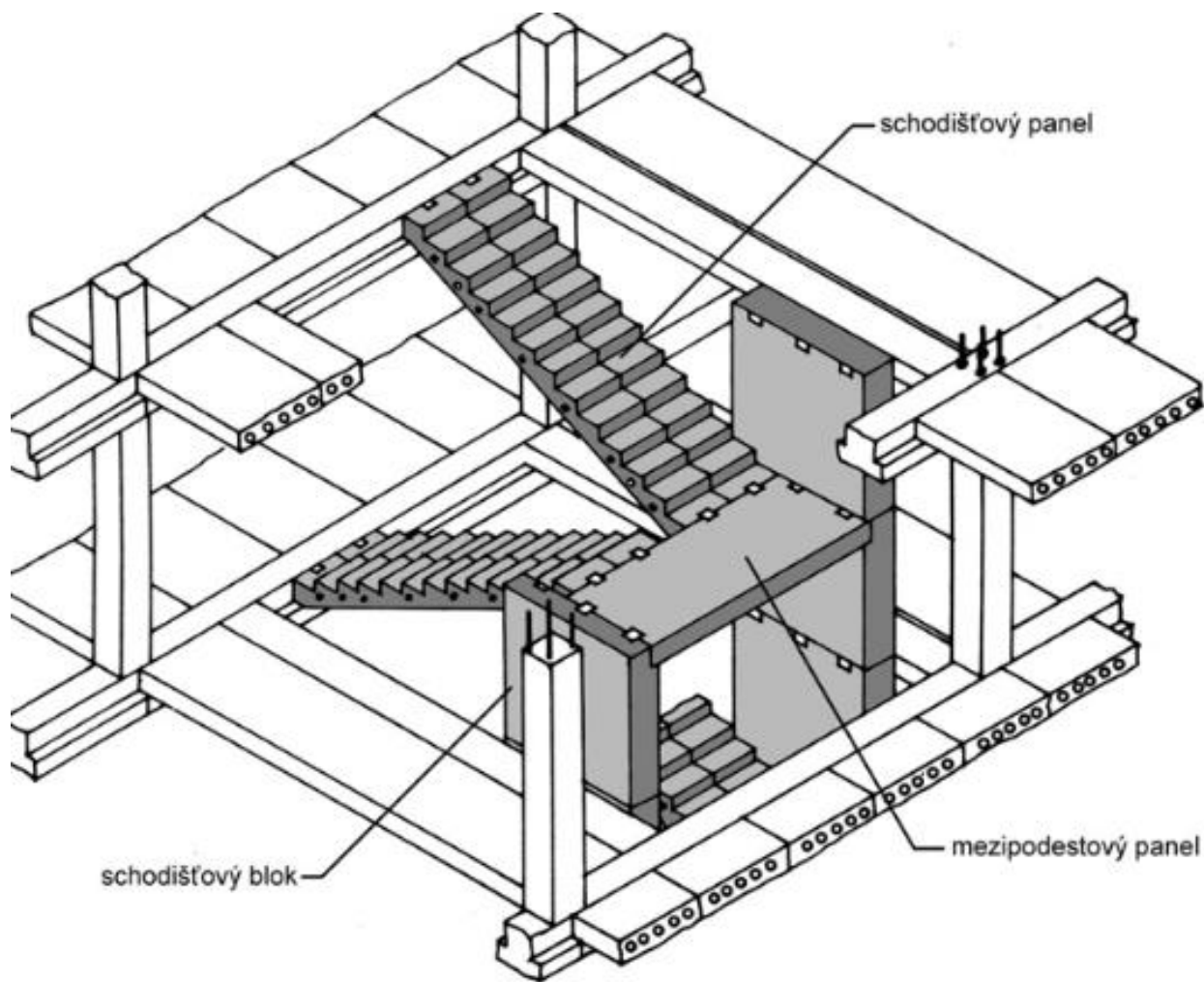


Prefabrikovaná schodiště

Ramena schodiště rovnoběžně s rámy skeletu



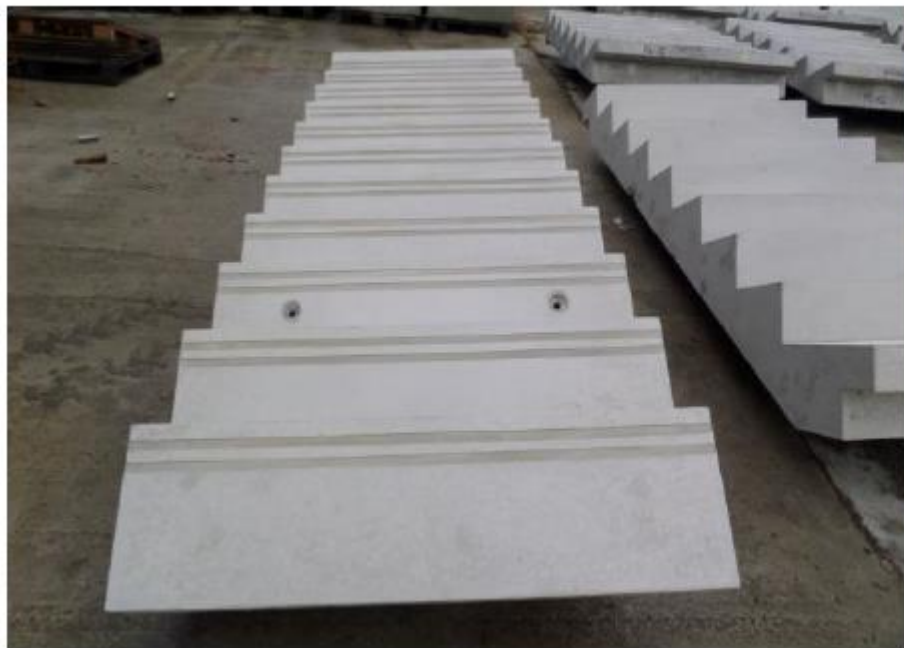
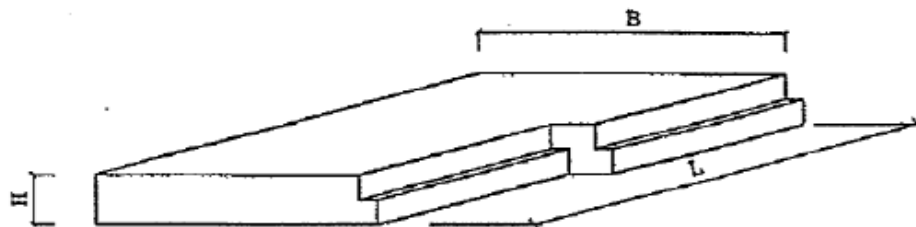
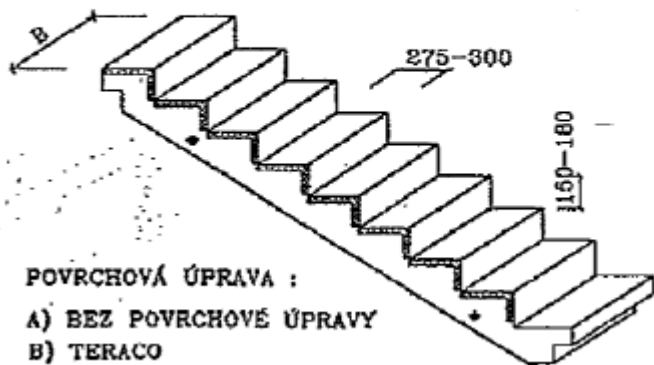
Ramena schodiště schodiště kolmo na rámy skeletu



Prvky schodiště

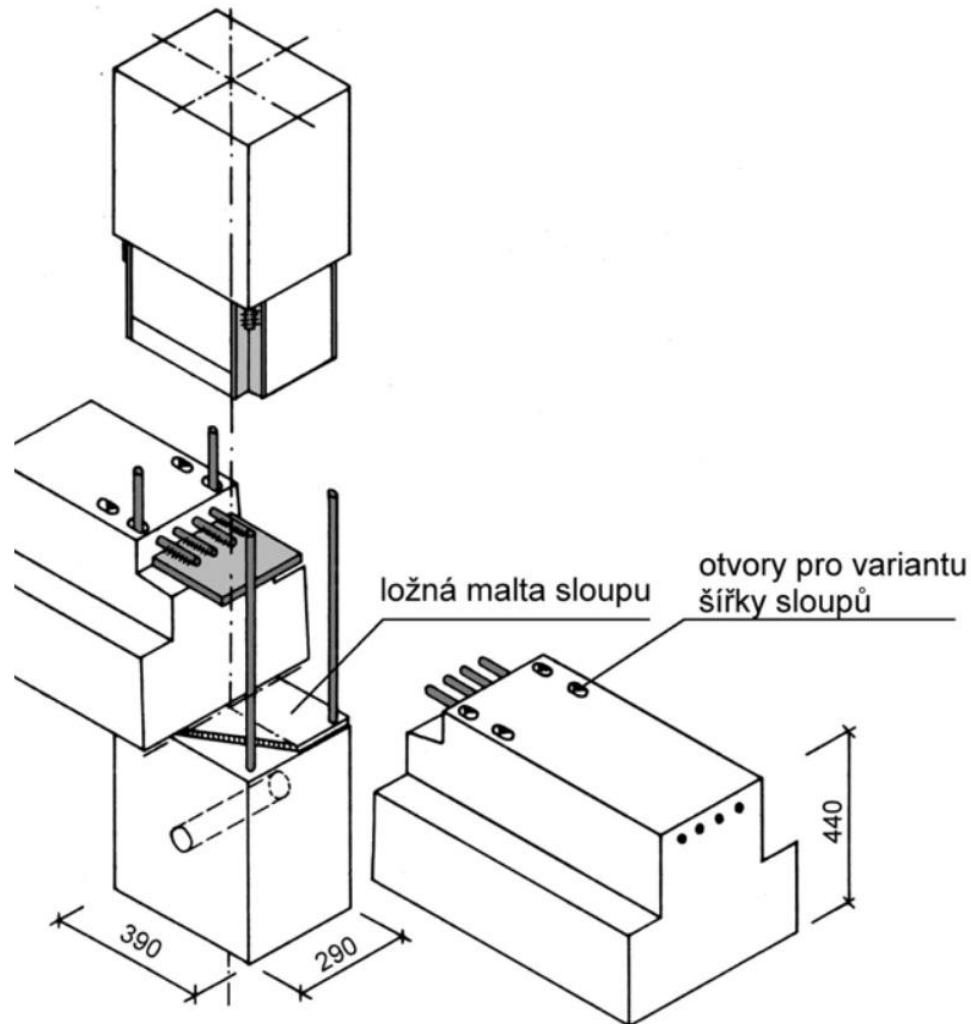
TYP III

RAMENO SE SCHODIŠŤOVÝMI STUPNI

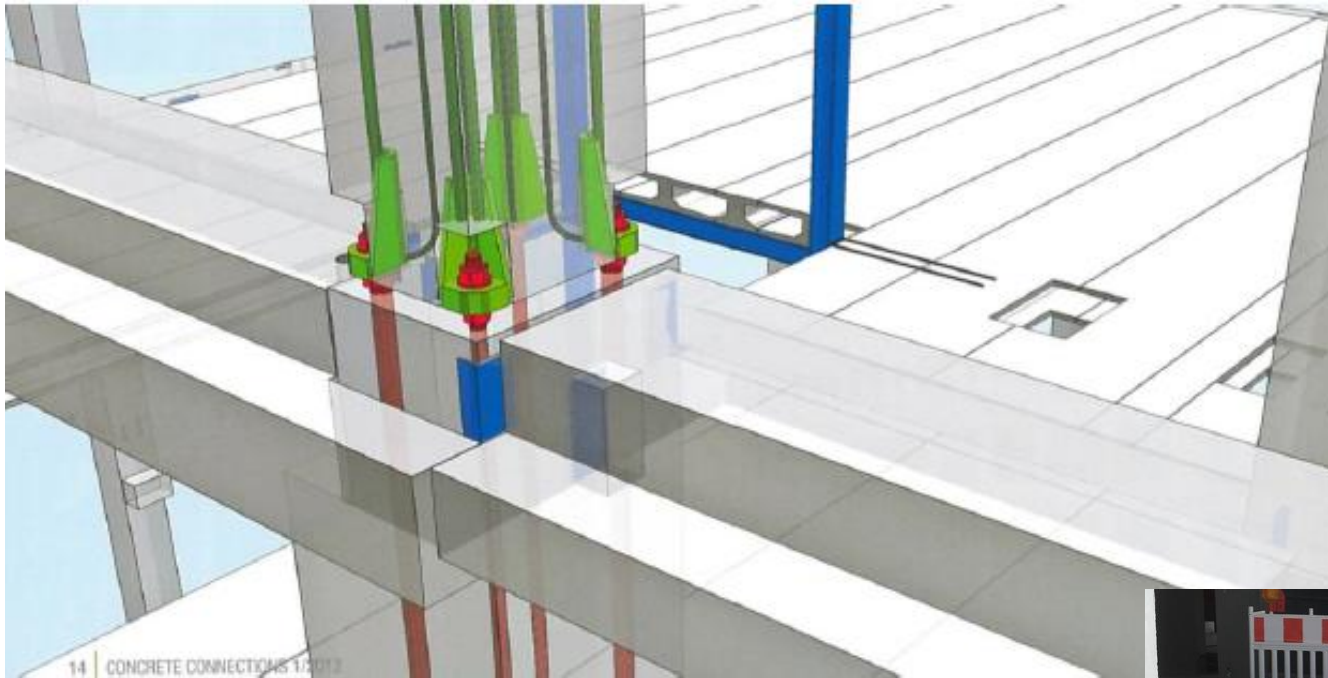


Typické styky skeletů vícepodlažních staveb

- „Čapkův styk“ – klasický svařovaný styk sloup – průvlak sloup
- Sloupy dělené po patrech, spojitý průvlak



Šroubovaný – rozebíratelný styk sloupů



Pohled na podhled smontovaného stropu

- Typické proporce prefa skeletu
- Montovaný skelet je měkčí a umožní větší délky dilatačních celků než monolit

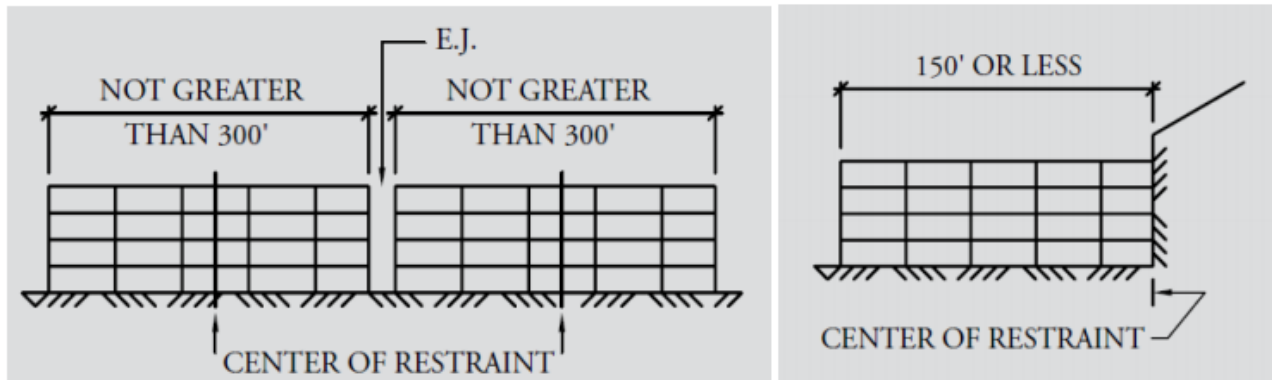


Detaily styků skeletu



Dilatace prefabrikovaných staveb

- Kvalitní materiály (běžně C50/60), štíhlé prvky
- Dilatační celky větší, než u monolitických konstrukcí
- Velmi záleží na rozložení tuhých prvků po půdoryse (schodiště)
- Délka dilatačního celku běžně 80 – 90 m



Prefamolitické stavby

- Nejčastěji filigránové stropy
- Filigránová deska tloušťky 60 – 80 mm + monolitická membrána
- Uložení desky na průvlak obvykle 35 mm
- Kombinují výhody prefabrikovaných a monolitických staveb
- **Nepotřebují bednění**
- Po zmonolitnění se chovají jako monolitická stavba (velká tuhost)

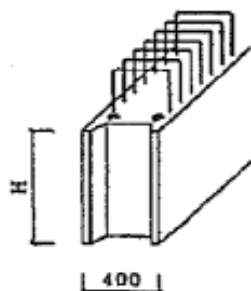
Filigránové průvlaky

TYP III

PRŮVLAKY S VYČNÍVAJÍCÍ VÝZTUŽÍ – SLOUŽÍ PRO VYTVÁŘENÍ SPŘÁŽENÝCH STROPNÍCH KONSTRUKCÍ, UKLÁDÁNÍ NA ZHLAVÍ SLOUPŮ NEBO NA KONZOLY.

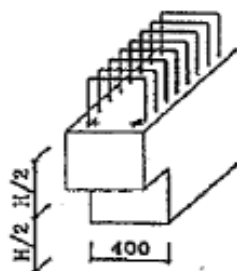
TYP III

UKLÁDÁNÍ NA ZHLAVÍ SLOUPŮ



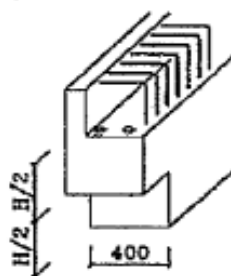
TYP III

UKLÁDÁNÍ NA KONZOLU



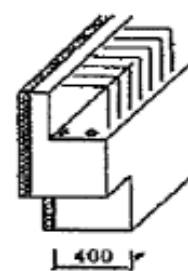
TYP III-O

OBVODOVÝ PRŮVLAK



TYP III-OR

OBVODOVÝ PRŮVLAK
S TEPEL. IZOLACÍ



H = 200 - 1200 (DLE ROZPĚTÍ A ZATÍŽENÍ)

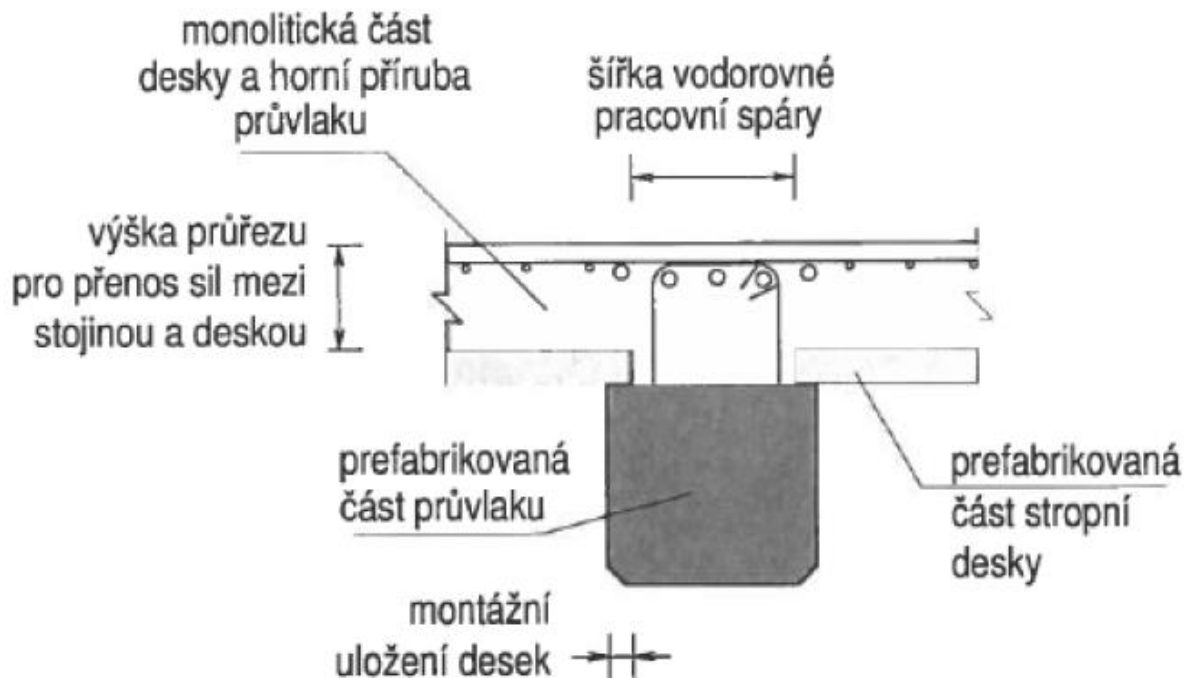
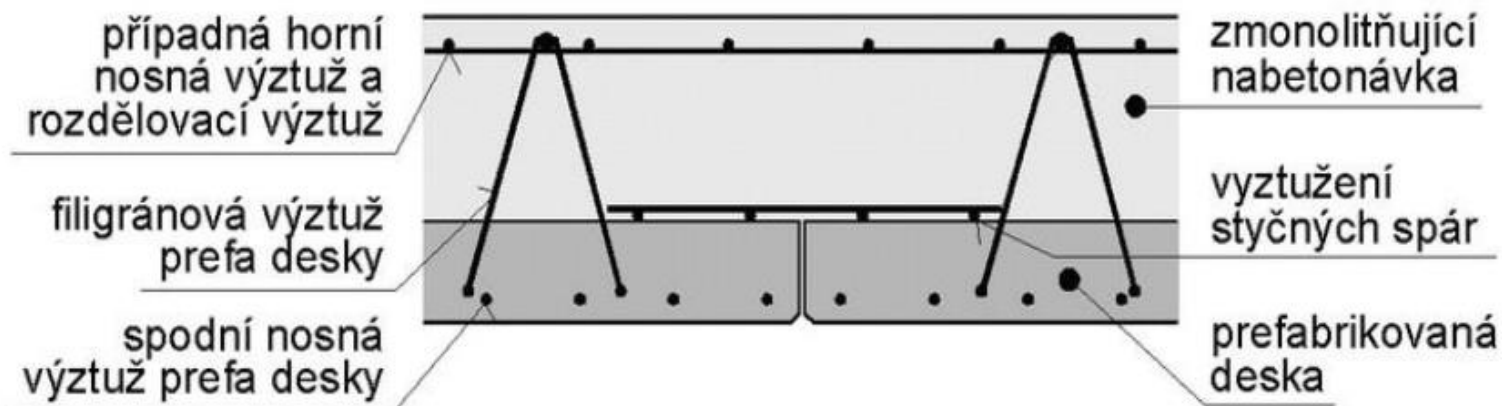
Filigránová deska



Desky osazené na trámy
Před betonáží membrány

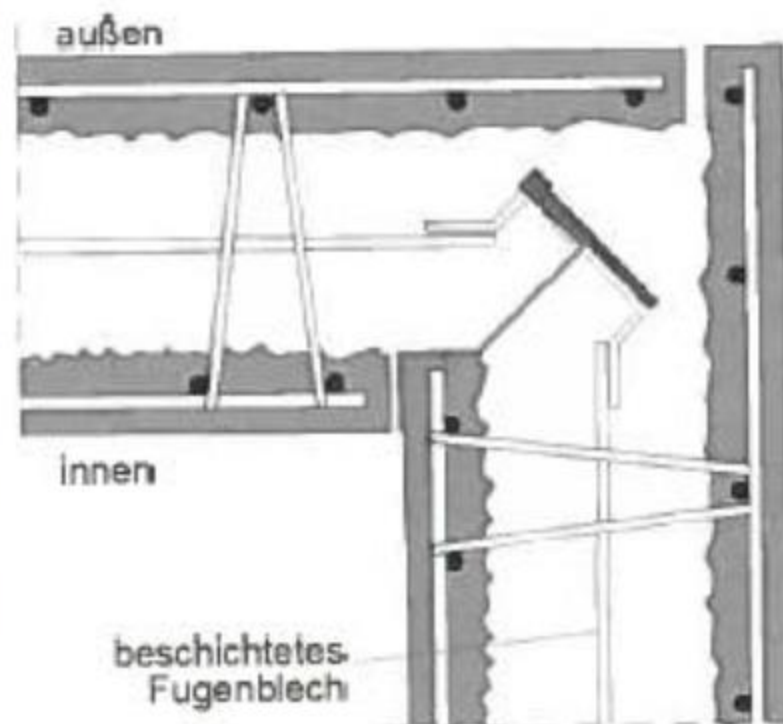


Detaily styků desek a průvlaků



Filigránové stěny

- Jedna z možností řešení stěn bílé vany – není nutno těsnit otvory po spínacích tyčích



Technologie zvedaných stropů – „lift slab“

- Patent USA, po roce 1950, betonáž na stavbě
- V Československu se v letech 1960 až 1990 postavilo asi 100 staveb
- Nejprve se vybetonují **ztužující jádra** a sloupy
- Následně **se na zemi vybetonují stropní desky**, které se posléze **zvednou do finálních poloh**
- Nepotřebuje bednění
- Dnes se v ČR nepoužívá

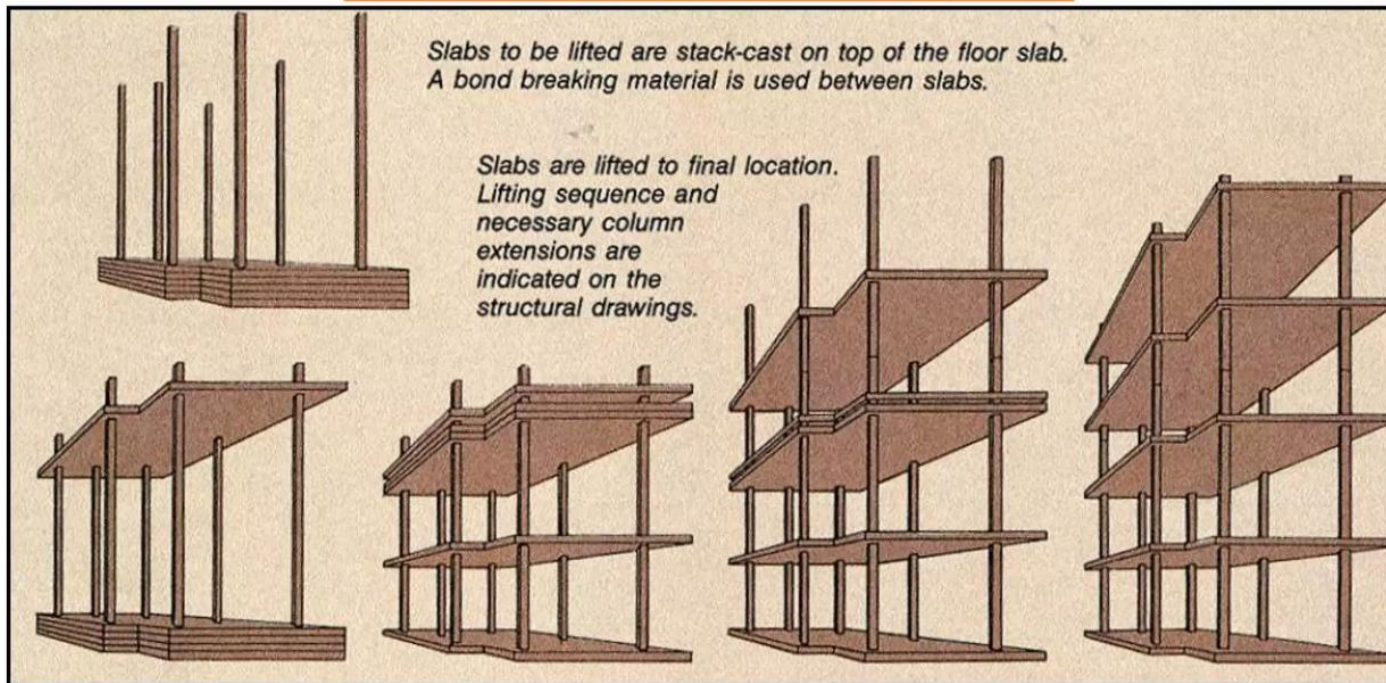


Figure 1. The lift slab technique reduces costs for multistory buildings by eliminating most formwork. A typical lifting sequence is illustrated above.

Budova Krajského úřadu Liberec – metoda zvedaných stropů

- Původně SVÚT – Státní výzkumný ústav textilní
- Architekt Zdeněk Plesník
- Realizace 1976 – 79
- 21 podlaží, výška 78 m
- Výtah páternoster z roku 1971

