

ÚNOSNOST SPŘAŽENÝCH BETONOVÝCH STROPNÍCH DESEK V MONTÁŽNÍM STADIU ZMONOLITNĚNÍ

LOAD CARRYING CAPACITY OF SEMI-PRECAST CONCRETE FLOOR SLABS IN MONOLITHIC ASSEMBLY STAGE

JIRÍ ŠMEJKAL

Spřažené železobetonové stropní desky jsou při montáži a při manipulaci s prefabrikovanými částmi vynášeny především příhradovou výztuží. Přitom jejich únosnost v ohybu a ve smyku není výrobcem v ČR definována. Při betonáži horní monolitické stropní desky je nutno prefabrikáty většinou podepřít liniovými podpěrami. V článku jsou odvozeny únosnosti prefabrikovaných stropních desek v montážním stavu, které byly ověřeny následnými experimenty.

Semi-precaster concrete floor slabs are carried primarily by the lattice girder during assembling and handling. Their bending and shear capacity are not defined by Czech manufactures. In concreting of the upper floor slab the precast slabs should be supported mostly by line supports. This article derives carrying capacities of the precast slabs in monolithic assembly condition, which were verified by subsequent experiments.

Spřažené železobetonové desky vzniknou spojením prefabrikované tenké desky se

zabudovanou prostorovou příhradovou výztuží s monolitickou deskou betonovanou na stavbě. Užívají se s výhodou pro stropní konstrukce. Prefabrikované desky se po dopravě z výroby na stavbu uloží do konečné polohy, podepřou, doplní se horní a spárová výztuž a vybetonuje se horní část desky. Při manipulaci a během montáže je základním nosným prvkem prefabrikovaného dílce příhradová výztuž. Po zatvrdnutí betonu plní zabetonovaná příhradová výztuž funkci spřahující výztuže mezi prefabrikátem a dobetonovanou horní částí desky. Pro návrh spřažených stropních desek platí ČSN EN 1992-1-1 [1] a ČSN EN 13747 [2].

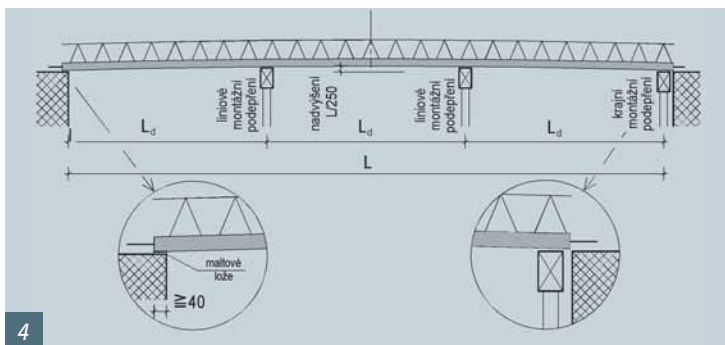
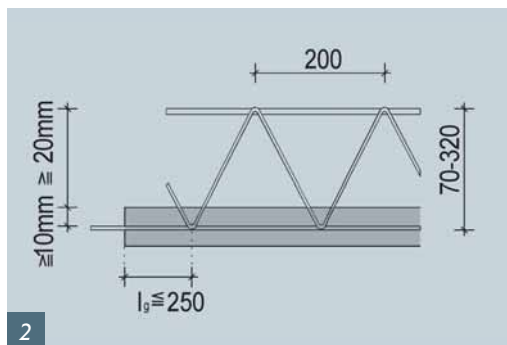
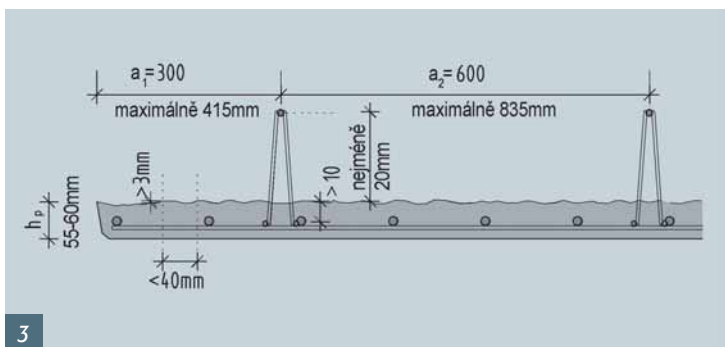
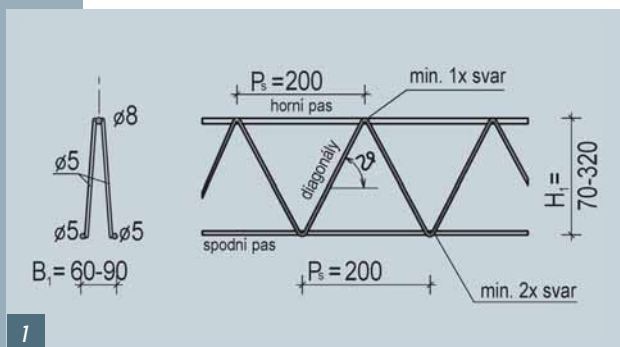
PŘÍHRADOVÁ VÝZTUŽ VE SPŘAŽENÝCH STROPNÍCH DESKÁCH

Prostorová příhradová výztuž pro spřažené stropní desky se obvykle skládá z horního pasu tvořeného jedním prutem $d_s = 8$ mm, z dolního pasu tvořeného dvěma pruty $d_s = 5$ mm z betonářské výztuže B500A (obr. 1). Výztuž je vyráběna v souladu s ČSN EN 10080 [5] a ČSN 420139 [7].

V prefabrikovaných částech se předpokládá beton C25/30 a vyšší, betonářská výztuž B500A případně B500B. Pro účinné spřažení se předpokládá zdrsněná pracovní spára podle ČSN EN 13747 [2] a ČSN EN 13369 [3], minimální nerovnosti 3 mm po vzdálenostech 40 mm. Maximální vzdálenost mezi příhradovou výztuží je 835 mm, maximální vzdálenost příhradové výztuže od kraje je 415 mm. Minimální výška příhradové výztuže nad prefabrikovaným dílcem je 20 mm (obr. 2). V praxi se používají prefabrikované desky šířky 2,4 m se čtyřmi nebo se třemi kusy podélně uložené příhradové výztuže. Tomu odpovídá vzdálenost příhradové výztuže 600 a 800 mm. Prefabrikovaná deska je obvykle 55 až 60 mm silná (obr. 3).

Pokyny pro manipulaci, skladování a dopravu

Při skladování je nutno desky ukládat na rovný dostatečně únosný povrch. Při skládání více desek na sebe je nutno používat dřevěné hranoly jako proklady. Proklady musí být vždy nad sebou. Do délky desky 4 m postačují obvykle dva



proklady ve vzdálenostech $L/5$ od okrajů (L je délka prefabrikátu).

V rámci technické dokumentace podle [2] a [3] je nutné pro stropní desku vytvořit výkres skladby se systémem montážního podepření a pokyny pro manipulaci, skladování a montáž.

Specifikace pro montáž

Před kladením desek je nutno zbudovat montážní podepření – systém liniových podpor (obr. 4). Liniové podpory je nutno obvykle nadvýšit o hodnotu do $1/250$ rozpětí. Systém montážních liniových podpor musí být definován podle [3] v technické dokumentaci stropní desky. Dále je nutno prověřit dostatečnou únosnost montážních prostředků vzhledem k hmotnosti desek a maximální vyložení jeřábu.

Prefabrikované desky se kladou na vodorovný, pevný a řádně očištěný okraj nosných stěn nebo průvlaků. Minimální hloubka uložení je 40 mm při uložení na zdivo a 20 mm při uložení na ocelové nebo železobetonové konstrukci. Při jejím nedodržení je nutno umístit montážní podepření v bezprostřední blízkosti uložení (obr. 4). Při uložení větším jak 40 mm se desky ukládají do maltového lože. Znečištěná pracovní spára může zcela znehodnotit únosnost konstrukce v konečném stavu, proto je nutno pracovní spáru udržovat především během vázání horní výztuže v čistém stavu.

Na povrch stropních desek se klade

spárová výztuž (obr. 5). Pokud se spárová výztuž navrhuje s plným využitím průřezu, musí být její betonové krytí vůči prefabrikátu 10 mm. Pokládáme-li spárovou výztuž přímo na zdrsněný horní líc prefabrikátu, je nutné redukovat její účinnou průřezovou plochu na 70 % z důvodu jejího menšího obetonování u horního povrchu prefabrikátu. Na příhradovou výztuž se obvykle přímo kladou výztužné sítě s příložkami nebo vázaná horní výztuž. Z toho vyplývá optimální výška příhradové výztuže (obr. 6).

Doba montážního podepření závisí nejen na způsobu realizace stavebního objektu, ale i na klimatických podmínkách v průběhu realizace.

Specifikace pro manipulaci a montáž

Při manipulaci s prefabrikáty lze jako úchyty použít příhradovou výztuž v místě přikotvení diagonál k hornímu pasu příhradové výztuže. Závěsné háky se uchytávají v cca $L/5$, minimálně však za třetí styčnick od kraje desky (obr. 7). Úhel mezi vázacím lanem a prefabrikátem by neměl být menší jak 60° . Počet závěsů při manipulaci s dílcem závisí na jeho velikosti. Při první manipulaci s dílcem je nutné použít vahadlo s více závěsy. Obvykle postačí čtyři závěsy do délky desky 3 m a pro délku 6 m je nutné již osm závěsů. Specifikace počtu závěsů při první manipulaci není předmětem technické dokumentace. Při běžné manipulaci postačují čtyři

Obr. 1 Příhradová výztuž pro spřažené stropní desky

Fig. 1 Lattice girder for the floor slabs

Obr. 2 Umístění příhradové výztuže v podélném směru

Fig. 2 Lattice girder placing in longitudinal direction

Obr. 3 Umístění příhradové výztuže v příčném směru

Fig. 3 Lattice girder placing in cross direction

Obr. 4 Montážní podepření

Fig. 4 Assembling support

Obr. 5 Spárová výztuž

Fig. 5 Lapping of joint reinforcement

Obr. 6 Optimální výška příhradové výztuže, a) horní výztuž uložená na horním pasu, b) horní výztuž v úrovni horního pasu

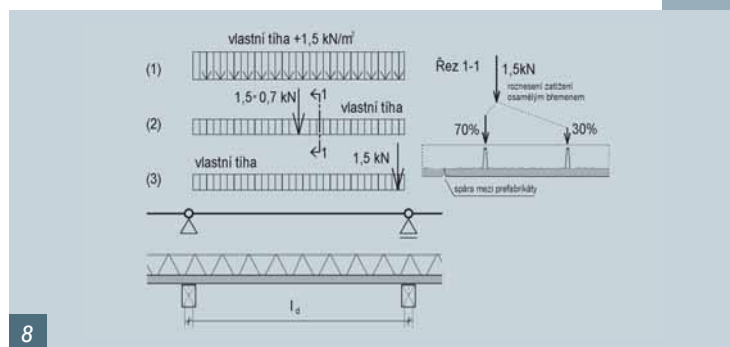
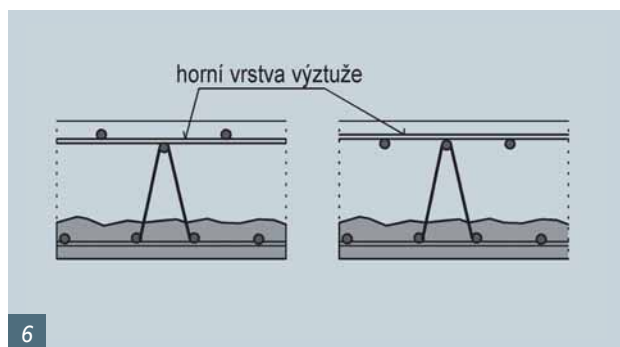
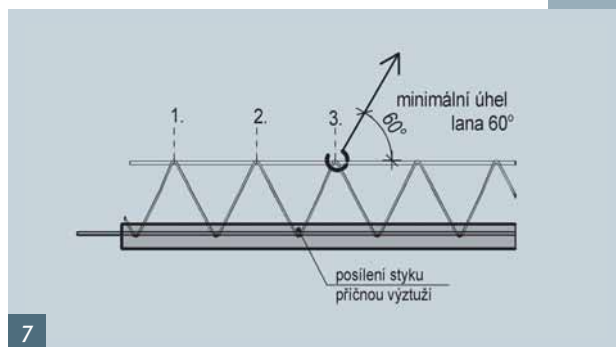
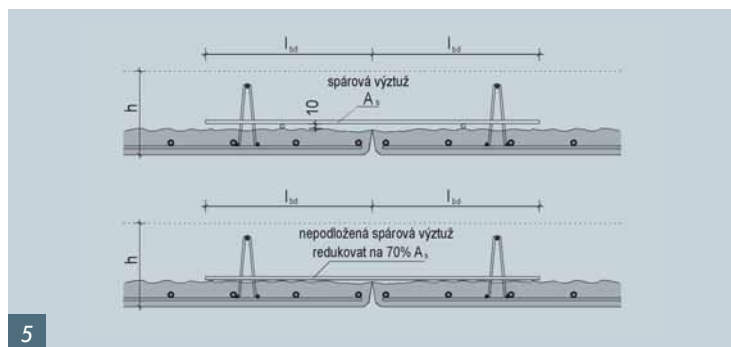
Fig. 6 Optimal height of the lattice girder, a) upper reinforcement on the top chord, b) upper reinforcement in the level of the top chord

Obr. 7 Místo pro zachycení montážního háku při manipulaci s dílcem

Fig. 7 Place for an assembly hook gripping during the precast plate handling

Obr. 8 Výpočet montážního stavu podle DIN 1045-1 a [4] a [5]

Fig. 8 Assembling states design according to DIN 1045-1 and [4] and [5]



Deska celková tloušťka [mm]	Příhradová výztuž dle obr. 1		a [m]	Únosnost příhradové výztuže		Únosnost prefabrikované části		Rozestupy montážních podpor [m]
	označení	výška [mm]		v ohybu [kNm]	ve smyku [kN]	v ohybu [kNm]	ve smyku [kN]	
140	D7/5	70	0,6	1,35	4,55	2,25	7,58	1,9
150	D8/5	80	0,6	1,37	4,55	2,28	7,58	1,83
160	D9/5	90	0,6	1,38	4,55	2,31	7,58	1,8
170	D10/5	100	0,6	1,40	4,55	2,33	7,58	1,77
180	D11/5	110	0,6	1,42	4,55	2,36	7,58	1,75
190	D12/5	120	0,6	1,43	4,55	2,39	7,58	1,72
200	D13/5	130	0,6	1,45	4,55	2,42	7,58	1,71
210	D14/5	140	0,6	1,48	4,55	2,46	7,58	1,69
220	D15/5	150	0,6	1,51	4,55	2,51	7,58	1,68
230	D16/5	160	0,6	1,53	4,55	2,56	7,58	1,67
240	D17/5	170	0,6	1,56	4,55	2,6	7,58	1,65
250	D18/5	180	0,6	1,59	4,55	2,65	7,58	1,64
260	D19/5	190	0,6	1,62	4,55	2,69	7,58	1,63
270	D20/5	200	0,6	1,64	4,20	2,74	7	1,59
280	D21/5	210	0,6	1,67	3,85	2,79	6,42	1,38
290	D22/5	220	0,6	1,7	3,52	2,83	5,87	1,11

Tab. 1 Únosnost prefabrikované části spřažené stropní konstrukce podle [4] a [5]

Tab. 1 Carrying capacity of the precast plate for the semi-precast floor slab according to [4] and [5]

závěsy obvykle pro desky do délky 5 m. Pro delší desky je nutné volit více závěsů, nebo používat vahadlo. Příhradová výztuž musí být v místech pro manipulaci s dílcem zajištěna příčnou výztuží (obr. 7).

ÚNOSNOST PROSTOROVÉ VÝZTUŽE V MONTÁŽNÍM STAVU PODLE DIN 1045-1 A PŘEDPISŮ [4] A [5]

Únosnost desek v ohybu v montážním stavu je zajištěna především příhradovou výztuží. Jednodušší situace je u příhradové výztuže vyrobené v souladu s [4] a [5]. V příslušných stavebních osvědčeních jsou uvedeny přímo únosnosti M_{RS} a V_{RS} (tab. 1) příhradové výztuže zabudované v prefabrikované části konstrukce. V návrhu je uvažováno statické schéma prostého nosníku (obr. 8). Pro montážní stav se uvažují zatížení vlastní tíhou železobetonové spřažené stropní desky a proměnným plošným zatížením v hodnotě 1,5 kN/m². Alternativně k proměnnému plošnému zatížení je nutné uvažovat zatížení osamělým břemenem v hodnotě 1,5 kN v nejnepříznivější poloze. Přitom lze uvažovat částečné roznášení zatížení do sousední příhradové výztuže v rámci jednoho prefabrikovaného dílce. Uvedené hodnoty jsou návrhové, součinitel v montážních stavech je uvažován, na rozdíl od běžných zvyklostí, hodnotou $\gamma_f = 1$. Dalším kritériem pro maximální rozestupy liniových montážních podpěr je maximální průhyb prefabrikátu při zmo-

nolitňování (do 10 mm). Hodnoty únosností jsou uvedeny (tab. 1).

Maximální rozestupy montážních liniových podpěr l_d stanovíme jako minimální hodnotu ze tří následujících zatěžovacích případů:

- Při rovnoměrném plošném zatížení vlastní tíhou a proměnným zatížením v hodnotě 1,5 kN/m²

$$l_d \leq \sqrt{\frac{8M_{RS}}{(25h + 1,5)a}} \quad (1)$$

kde h je celková tloušťka spřažené stropní desky, a je vzdálenost příhradové výztuže v prefabrikované části desky.

- Při rovnoměrném plošném zatížení vlastní tíhou a proměnném osamělém zatížení $\gamma_f = 1,5$ kN

$$l_d \leq \frac{1}{25ah} \cdot \left(\sqrt{(1,5\gamma_f)^2 + 25 \cdot 8ha \cdot M_{RS}} - (1,5\gamma_f) \right) \quad (2)$$

Přitom γ_f je součinitel roznášení proměnného osamělého zatížení do sousední příhradové výztuže. Roznášení zatížení je možné pouze v rámci jednoho dílce a na vzdálenost maximálně rovnou vzdálenosti mezi působíštěm osamělého břemene a podepřením prefabrikátu (obr. 8). V tab. 1 bylo uvažováno roznášení do sousední příhradové výztuže 30 % ($\gamma_f = 0,7$) při osa-

mělem břemenem působícím uprostřed vzdálenosti mezi montážními podpěrami. Při působení osamělého břemene u podpory nebylo uvažováno žádné roznášení ($\gamma_f = 1$).

- Při rovnoměrném plošném zatížení vlastní tíhou a proměnném osamělém břemenem působícím u podpory je dána vztahem

$$l_d \leq \frac{2}{25ah} (V_{RS} - 1,5\gamma_f) \quad (3)$$

Při návrhu vzdáleností montážního podepření l_d rozhoduje nejmenší z hodnot získaných ze vztahů (1), (2) a (3). Výsledky výpočtů jsou uvedeny v tab. 1.

ÚNOSNOST PROSTOROVÉ VÝZTUŽE V MONTÁŽNÍM STAVU PODLE ČSN

Únosnost prefabrikovaných částí stropních desek lze posoudit i podle ČSN EN 1992-1-1 [1] v souladu s ČSN EN 13747 [2] a ČSN EN 1991-1-6 [8]. Pro návrh montážního stavu nejsou k dispozici zkouškami zjištěné únosnosti jednotlivých typů příhradových nosníků. Pro stanovení únosnosti je nutné vyjít z ČSN EN 10080 [6] a ČSN EN 420139 [7]. Příhradová výztuž, která se vyrábí a používá na stavbách v ČR, musí splňovat uvedené normy pro betonářskou výztuž. V normě ČSN EN 10080 [6] je definována minimální únosnost svarů příhradového nosníku ve smyku. A právě z této únosnosti a ze závěrů zkoušek je možné vyjít při návrhu únosnosti prefabrikované části desky s příhradovým nosníkem.

Pro zjednodušení návrhu montážního podepření se v souladu s [8] uvažuje se statickým schématem prvního pole spojitého nosníku (obr. 9). To znamená, že nejmenší světlé rozpětí místnosti bude nejméně 2 m a bude nutná minimálně jedna vnitřní podpěra. Pro montážní stav se uvažují zatížení vlastní tíhou železobetonové spřažené stropní desky (monolitický beton při betonáži je uvažován hodnotou $\rho = 2\,600$ kg/m³) a proměnným plošným zatížením v hodnotě 1 kN/m² podle [2]. Alternativně k proměnnému plošnému zatížení je nutné uvažovat zatížení osamělým břemenem v hodnotě

Obr. 9 Výpočet montážního stavu podle ČSN EN 1991-1-6 [8] a ČSN EN 13747 [2]

Fig. 9 Assembling states design according to ČSN EN 1991-1-6[8] and ČSN EN 13747 [2]

Příhradová výtuzď dle obr. 1		Únosnost příhradové výtuzďe		Únosnost příhradové výtuzďe		Maximální rozestupy montážních liniových podpor			
označení	výška [mm]	v ohybu [kNm]	ve smyku [kN]	v ohybu [kNm]	ve smyku [kN]	tloušťka desky [mm]	rozestup **) [m]	tloušťka desky [mm]	rozestup *) [m]
D7/5	70	1,09	3,52	1,82	5,87	120	1,60	140	1,48
D8/5	80	1,20	4,02	2,00	6,70	130	1,72	150	1,54
D9/5	90	1,30	4,52	2,17	7,53	140	1,75	160	1,57
D10/5	100	1,46	5,02	2,43	8,37	150	1,77	170	1,58
D11/5	110	1,53	5,52	2,55	9,20	160	1,78	180	1,59
D12/5	120	1,59	6,03	2,65	10,05	170	1,78	190	1,59
D13/5	130	1,64	6,53	2,73	10,88	180	1,78	200	1,58
D14/5	140	1,68	7,03	2,80	11,72	190	1,77	210	1,58
D15/5	150	1,72	7,31	2,87	12,18	200	1,76	220	1,57
D16/5	160	1,75	7,07	2,92	11,78	210	1,74	230	1,55
D17/5	170	1,77	6,80	2,95	11,33	220	1,72	240	1,54
D18/5	180	1,79	6,52	2,98	10,87	230	1,70	250	1,52
D19/5	190	1,80	6,25	3,00	10,42	240	1,68	260	1,50
D20/5	200	1,81	5,97	3,02	9,95	250	1,56	270	1,46
D21/5	210	1,81	5,70	3,02	9,50	260	1,44	280	1,35
D22/5	220	1,81	5,43	3,02	9,05	270	1,33	290	1,25
D23/5	230	1,81	5,17	3,02	8,62	280	1,22	300	1,15
D24/5	240	1,81	4,93	3,02	8,22	290	1,13		
D25/5	250	1,81	4,69	3,02	7,82	300	1,05		

Příhradová výtuzď je umístěna po 600 mm, *) uložení horní výtuzďe podle obr. 6a, **) uložení horní výtuzďe podle obr. 6b

Tab. 2 Návrhová únosnost prefabrikované části spřažené stropní konstrukce podle ČSN EN 13747[2] a ČSN EN 1992-1-1 [1] a maximální rozestupy montážních liniových podpor

Tab. 2 Design carrying capacity of the precast plate for the semi-precast floor slab according to ČSN EN 13747 [2] a ČSN EN 1992-1-1 [1] and maximal assembly line supports spacing

1,5 kN v nejnejpříznivější poloze. Přitom lze uvažovat částečné roznášení zatížení do sousední příhradové výtuzďe v rámci jednoho prefabrikovaného dílce obdobně jako u předchozího postupu.

Pro stanovení únosnosti příhradové výtuzďe vyjdeme z minimálních únosností svarových spojů příhradové výtuzďe. Podle [6] je minimální únosnost svarového spoje horního pasu s diagonálou

$$F_{wd} \geq 0,25 R_{eCh} A_{Ch} \text{ nebo } F_w \geq 0,6 R_{eDi} A_{Di}, \quad (4)$$

kde R_e je charakteristická mez kluzu pasu

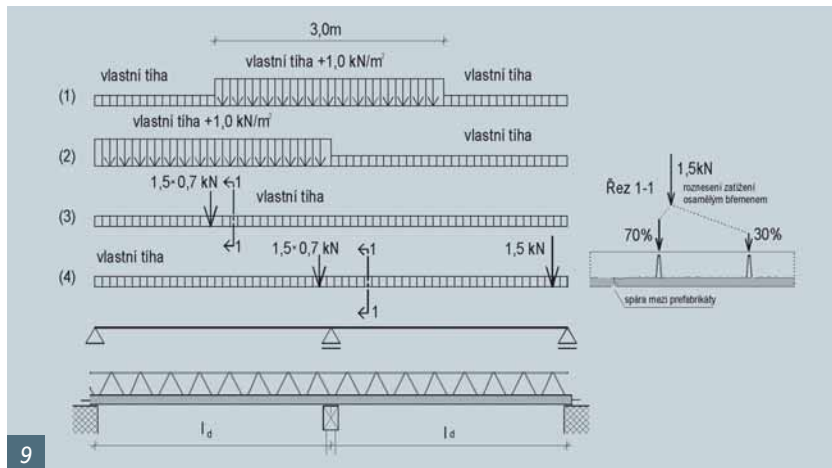
nosníku (Ch) nebo diagonály (Di), A jmenovitá plocha průřezu pasu nosníku (Ch) nebo diagonály (Di).

Z hodnot získaných ze vztahu (4) rozhoduje vždy nižší hodnota F_w . Návrhová únosnost svaru mezi diagonálou a horním pasem je 5,12 kN a mezi dolním pasem a diagonálou je 2,13 kN (pro nosník podle obr. 1). Hodnoty únosností svarových spojů příhradových nosníků vyráběných podle [4] a [5] jsou vyšší. Pro svarový spoj dolního pasu s diagonálou je např. uváděna charakteristická únosnost 6 kN. Z důvodů této výrazně nižší únos-

nosti ve svarovém spoji dolního pasu s diagonálou je nutné pro příhradové nosníky vyráběné podle ČSN EN 10080 [6] volit vždy dva svarové spoje diagonály s dolním pasem, nebo vkládat nad každý spoj příčnou výtuzď.

Dále budeme uvažovat příhradový nosník se dvěma svarovými spoji diagonály s dolním pasem. Při montážních stavech působí příhradová výtuzď jako hlavní prvek složeného průřezu. Horní pas tvoří betonářská výtuzď o průměru 8 mm, dolní pas tvoří vyztužený betonový pruh o šířce obvykle 600 mm, výšce 55 až 60 mm s minimálně dvěma pruty o průměru 5 mm (dolní pas příhradové výtuzďe). Výtuzď betonového pasu je velmi proměnlivá, beton v montážním stavu je namáhán za mezí pevnosti v tahu. Pro zjednodušení je betonový pas uvažován pouze jako stabilizace dolního pasu příhradové výtuzďe. Při provedených experimentech vždy došlo nejdříve k porušení stability horního pasu příhradové výtuzďe. Se značným odstupem došlo k vybočení prvních diagonál u podpory. K porušení svarových spojů mezi diagonálou a horním pasem příhradového nosníku nedošlo.

Při posuzování maximální rozestupů



montážních liniových podpor je nutné uvažovat následující stavy:

- Vybočení horního pasu příhradové výztuže podle ČSN EN 1993-1-1 [9]. Přitom je nutné uvažovat proměnnou vzpěrnou délku v závislosti na výšce nosníku. Pro nízké nosníky lze uvažovat horní pas plně držený diagonálami a únosnost ve vzpěru odpovídající únosnosti v jednom poli při obou plně vetknutých koncích. Pro vysoké nosníky (výška 250 mm) je vhodné uvažovat pružné uložení konců. Vzpěrná délka ve výpočtu odpovídá délce jednoho pole (200 mm).
- Vybočení diagonály. Pro všechny výšky běžně užívaných příhradových nosníků lze uvažovat s plným vetknutím na obou koncích.
- Maximální namáhání ve svarovém spoji mezi horním pasem a první diagonálou.
- Maximální namáhání ve svarovém spoji mezi dolním pasem a druhou diagonálou.
- Maximální průhyb při betonáži stropní desky do 10mm.
 Z uvažovaných stavů získáme maximál-

ní únosnosti M_{RS} a V_{RS} příhradové výztuže (tab. 2). Únosnost byla ověřena experimentem v souladu s [2]. V tab. 2 je zvolena celková tloušťka desky tak, aby horní výztuž desky byla ve stejné úrovni s horním pasem příhradové výztuže (obr. 6b), nebo byla položena na horním pásu příhradového nosníku (obr. 6a).

Pro další montážní stavy je nutné vyšetřit:

- Únosnost příhradové výztuže při zvedání prefabrikované části desky z formy. Vliv přilnavosti prefabrikátu na formu uvažujeme hodnotou 2 kN/m². Zvedání je možné pouze s vahadlem a počet závěsů závisí na velikosti prefabrikátu.
- Únosnost příhradové výztuže při manipulaci s prefabrikovanou částí desky. Počet závěsů opět závisí na velikosti prefabrikovaného dílce, dolní spoj mezi diagonálou a dolním pasem příhradové výztuže musí být zajištěn příčnou výztuží.

Únosnost byla následně ověřena výpočtem a experimentem v souladu s [2] (obr. 10). Hodnoty M_{RS} a V_{RS} pro nejvíce používanou příhradovou výztuž jsou

vedeny v tab. 2. Při návrhu se uvažuje pouze s únosností příhradové výztuže do mezího stavu vybočení horního tlačeného pasu (obr. 11). Dolní pas je posílen železobetonovou prefabrikovanou částí s podélnou výztuží a při návrhu montážního podepření není rozhodující, jak je doloženo výsledky experimentálního měření. Horní pas příhradové výztuže je stabilizován přivařenými prostorovými diagonálami. Vybočení diagonál (obr. 12) při pečlivě provedeném svarovém spojení nastává později než vybočení horního pasu příhradové výztuže. Při obvyklém vyztužení prefabrikátu nenastává zhroutilí konstrukce po vybočení horního pasu příhradové výztuže. Při dalším nárůstu zatížení se prvek stává poddajnějším a není splněna podmínka maximálního průhybu (viz výsledky měření na obr. 14). Rozestupy montážních liniových podpor menší jak 1 m nejsou vhodné. Pro větší zatížení je proto nutné volit příhradovou výztuž se silnějším průřezem horního pasu a diagonál.

Hodnoty únosnosti prefabrikovaných částí spřažených stropních desek jsou nutné



v procesu výrobní certifikace podle ČSN EN 13747 [2]. Při tvorbě montážního podepření je snazší vycházet z maximálních vzdáleností liniových podpor než z odpovídajících hodnot únosnosti.

EXPERIMENTÁLNÍ OVĚŘENÍ

ÚNOSNOSTI PREFABRIKOVANÉ ČÁSTI

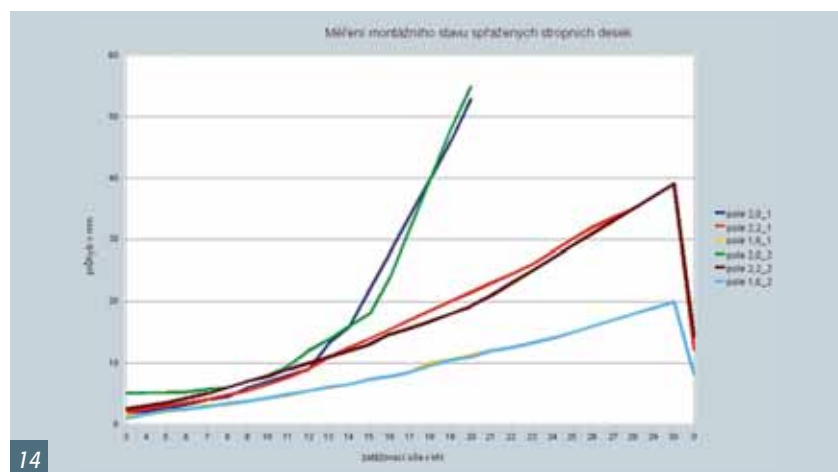
Pro ověření hodnot únosnosti prefabrikovaných částí spřažené železobetonové stropní desky byl připraven experiment. Jeho podrobný popis je uveden v [10]. Na betonových pruzích s příhradovou výztuží byla postupným zatěžováním zjišťována únosnost. Výsledky postupného zatěžování byly vynášeny (obr. 14). Z průběhu průhybů není jednoznačně patrné místo vybočení horního pasu. Po dosažení vzpěrné síly v horním pasu příhradové výztuže nedochází ke kolapsu konstrukce, do nosné funkce se více zapojuje vyztužený betonový dolní pas a rychleji narůstají svíslé deformace. K vybočení diagonál došlo při výrazně vyšším zatížení, než odpovídalo vybočení horního pasu a vybočily diagonály pouze nad vnitřními podporami. V průběhu experimentu

nedošlo k viditelnému poškození bodových svarů mezi diagonálami a horním pasem příhradové výztuže.

Po odlehčení došlo k převážně pružnému vrácení vzorku do původního tvaru (obr. 13). Zbytkové plastické deformace byly menší jak 10 mm po době 30 min po odtižení. Částečně deformovaný zůstal horní pás a diagonály příhradové výztuže.

ZÁVĚR

Montážní podepření může podstatně ovlivnit celkovou únosnost spřažené železobetonové stropní konstrukce. V technické dokumentaci podle [2] a [3] musí být definován systém liniového montážního podepření. Hodnoty únosnosti příhradové výztuže nejsou u výrobců v ČR deklarovány, lze je získat podrobnou analýzou montážního stavu betonáže stropní desky. Hodnoty byly experimentem ověřeny. Únosnost prefabrikovaných částí spřažených stropních desek má rezervy, které jsou patrné při experimentu po překonání únosnosti horního pasu příhradové výztuže. Při překročení únosnosti horního pasu však vznikají nepřijatelné deforma-



Obr. 10 Uspořádání experimentu (TZÚS Plzeň)
Fig. 10 Experiment setting (TZÚS Plzeň)

Obr. 11 Vybočení horního pasu příhradové výztuže

Fig. 11 Upper chord buckling of the lattice girder

Obr. 12 Vybočení diagonál příhradové výztuže
Fig. 12 Lattice girder diagonal buckling

Obr. 13 Zkušební vzorek po odtižení – patrné zbytkové deformace horního pasu

Fig. 13 Test sample after unloading – the rest deformation of the upper chord

Obr. 14 Zatěžovací křivka jednotlivých polí vzorku

Fig. 14 Loading curve of the separate fields of a test sample

ce [2] a dochází k redukcí únosnosti spřažené stropní konstrukce jako celku. Pro spřaženou stropní desku je nutné vyhotovit obdobný statický návrh jako pro monolitickou stropní desku [1]. Navíc je nutné posoudit smyk v pracovní spáře mezi prefabrikovanou částí a monolitickou částí a celou řadu dalších detailů vyplývajících z technologie spřažených stropních desek.

Z analýzy je dále patrné, že malá únosnost svarových spojů dolního pasu a diagonál značně znevýhodňuje příhradovou výztuž vyrobenou podle ČSN EN 10080 [6] oproti příhradové výztuži vyrobené podle [4] a [5]. Přitom je tech-

Literatura:

- [1] ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1 Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [2] ČSN EN 13747 Betonové prefabrikáty – stropní deskové dílce pro spřažené stropní systémy
- [3] ČSN EN 13369 Společná ustanovení pro betonové prefabrikáty
- [4] Stavebně technické osvědčení Z-15.1-147 DIBt ze dne 12.11.2004 BRD
- [5] Stavebně technické osvědčení Z-15.1-1 DIBt ze dne 18.10.2004 BRD
- [6] ČSN EN 10080 Ocel pro výztuž do betonu – Svařitelná žebírková betonářská ocel. 2005
- [7] ČSN 420139 Ocel pro výztuž do betonu – Svařitelná žebírková betonářská ocel. 2007
- [8] ČSN EN 1991-1-6 Zatížení konstrukcí – Část 1-6 Obecná zatížení – zatížení během provádění, ČNI 10/2006
- [9] ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1 – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, ČNI 12/2006
- [10] Šmejkal J., Makovička D., Pospíšil J.: Únosnost spřažených stropních desek v montážním stádiu zmonolitnění. In Stavební obzor 9/2008, ročník 17 FSv ČVUT Praha

nologie výroby příhradové výztuže shodná. Při zdvojených svarových spojích dolního pasu a diagonál příhradové výztuže si odpovídají únosnosti příhradové výztuže vyrobené podle [4] a [5] a podle [6]. Pokud se při výrobě prefabrikovaných částí spřažené stropní konstrukce použije příhradová výztuž vyrobená podle ČSN EN 10080 [6] a pouze s jedním svarem mezi diagonálou a dolním pasem, je nutné styk posílit vložením příčné výztuže obdobně jako u obr. 7.

Tento příspěvek vznikl též za podpory výzkumného záměru MSM 6840770001 prostřednictvím konzultací s prof. Ing. Jaroslavem Procházkou, CSc.

Ing. Jiří Šmejkal, CSc.
ŠPS-statická kancelář
Lísková 10, 312 16 Plzeň
tel.: 739 613 929, fax: 602 461 064
e-mail: jiri.smejkal@email.cz