

133PSBZ

Požární spolehlivost betonových a zděných konstrukcí

Přednáška B12

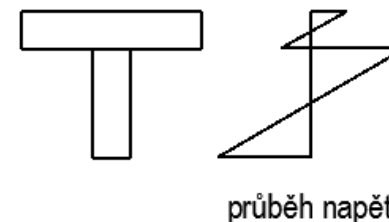
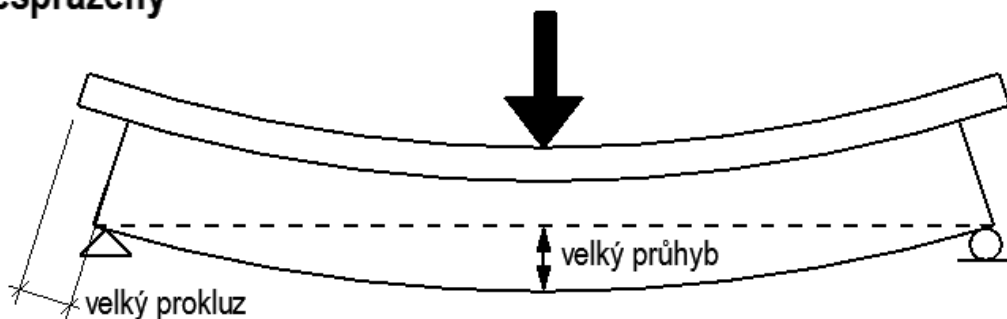
ČVUT v Praze, Fakulta stavební
katedra betonových a zděných konstrukcí

Spřažené konstrukce

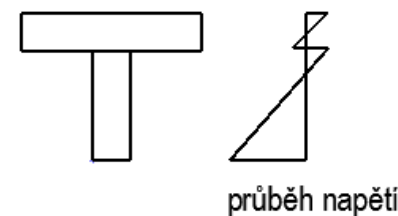
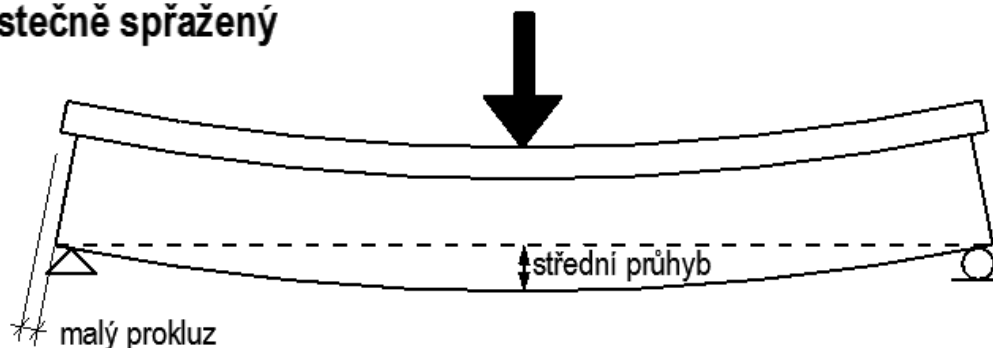
Obsah:

- Spřažení částečné a plné, styčná a pracovní spára
- Spřažené filigránové desky
- Spřažené trámy, styčná a pracovní spára
- Spřažené částečně prefabrikované žebra a vložky
- Spřažené stěnové konstrukce - prefamonolit
- Spřažené stěnové panely

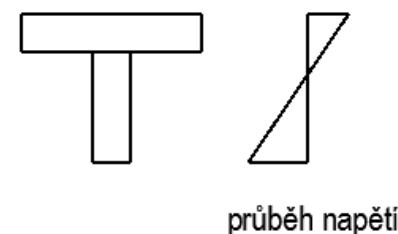
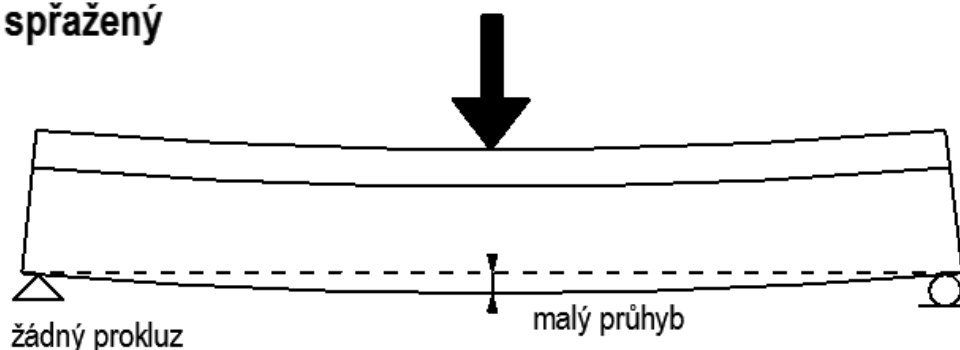
a) nespřážený



b) částečně spřážený



c) plně spřážený



Nespřážený, částečně spřážený a plně spřážený nosník

Pracovní a styčná spára

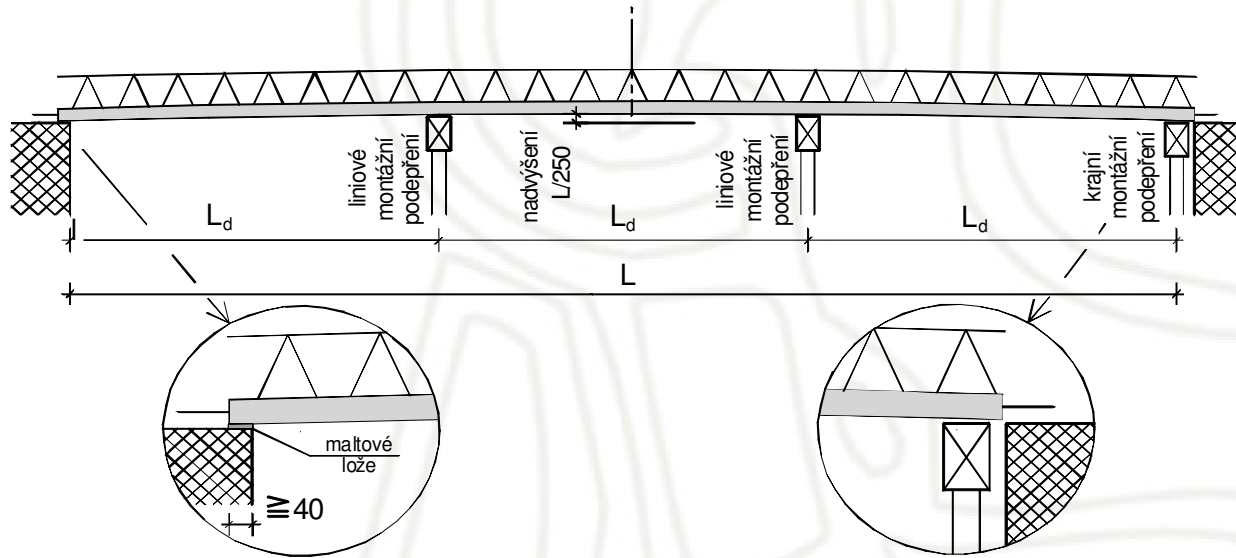
Pracovní spára - v praxi se obvykle předpokládá, že beton dříve vyrobené části nedosáhl cca 30 % předepsané pevnosti. Spolupůsobení dříve vyrobené a následně přibetonované části bývá zajištěno bez spřahujících prvků (vzájemný vodorovný posun části je zajištěn hydratujícím cementem).

Styčná spára - nelze spoléhat na hydratující cement, spřahující prvky: tření ve spáře, normálová síla a obvykle i výztuž kotvená dříve vyrobené a následně přibetonované části.

Plné spřažení beton - beton

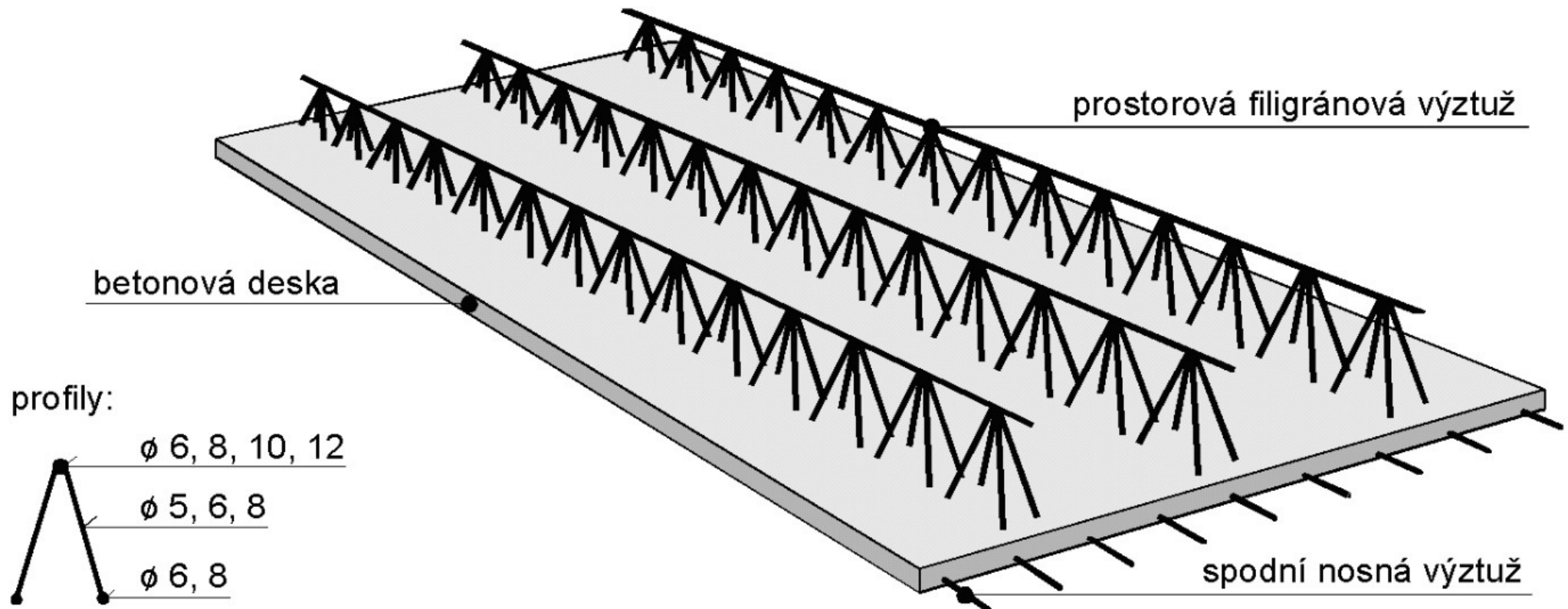
- Spřažený betonový nosný prvek vzniká spolupůsobením předvyrobené betonové části a části dodatečně přibetonované
- Spřažené deskové a trémové stropní konstrukce, spřažené stěnové panely
- Mezní stavy únosnosti - zajištění přenosu smykových sil ve spárách
- Styky hladké, drsné a zazubené
- Mezní stavy použitelnosti - přetvoření před a po přibetonování.

- **Spřažené desky** - prefabrikát desky vytváří bednění - třeba zjistit jeho spolupůsobení s nadbetonávkou (smyk v pracovní spáře)



- **Spřažené trámy** - prefabrikát trámu má spřahující výztuž pro zajištěné spolupůsobení s nadbetonovanou deskou

Filigránová deska



Výroba filigránů



Výroba filigránů



Spřažené trámy



Spřažené trámy



Spřažené trámy









Vylehčení desek



Spřažené stropní konstrukce s tenkými deskovými dílci

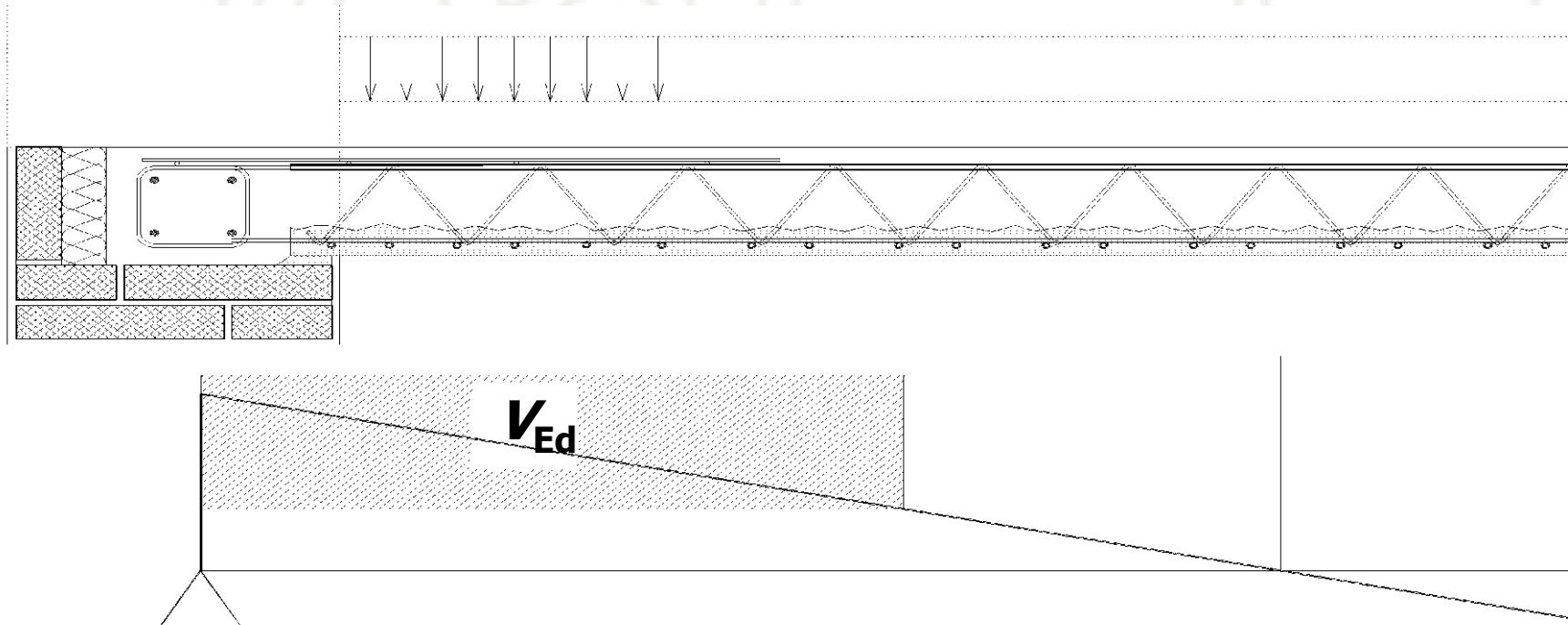
(filigrány) se považují v konečném stadiu působení v mezních stavech únosnosti za monolitické, pokud jsou splněny následující podmínky:

- přenášení smyku ve styčné spáře musí být zajištěno soudržností, popř. spřahující výztuží,
- je zajištěno příčné spojení v místě styku prefabrikovaných dílců.

Únosnost a přetvoření tenkých deskových dílců v jednotlivých stavebních stádiích musí být posouzena výpočtem nebo zkouškami, a to i s uvážením případných dočasných podpor.

Při výrobě tenkých deskových dílců se doporučuje zajistit drsný horní povrch.

Posouzení smyku ve vodorovné pracovní spáře podle ČSN EN 1992-1-1



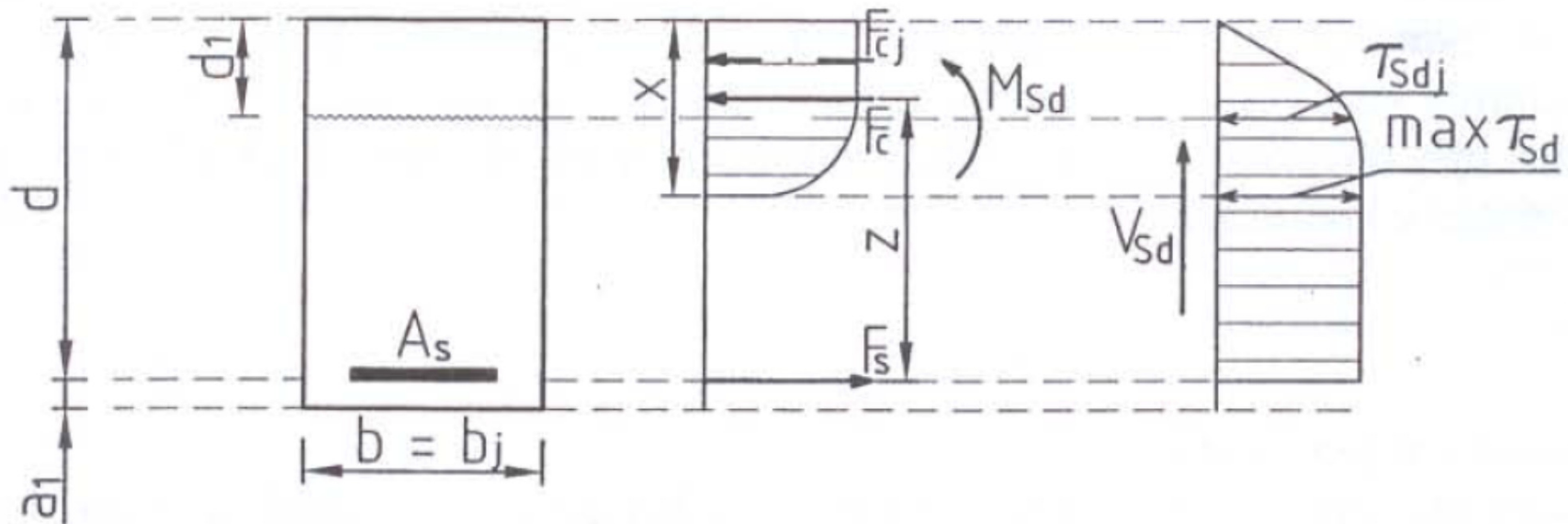
$$v_{Edi} \leq v_{Rdi}$$

v - smykové napětí ve styčné ploše

Posouzení smyku ve vodorovné pracovní spáře podle ČSN EN 1992-1-1

$$v_{Edi} = \beta \frac{V_{Ed}}{z b_i}$$

- β poměr mezi tlakovou silou působící v nadbetonávce F_{cj}
a celkovou tlakovou silou F_c



Posouzení smyku ve vodorovné pracovní spáře podle ČSN EN 1992-1-1

Podélné smykové napětí ve styku dílce s nadbetonovanou vrstvou je třeba stanovit s uvážením změny podélné síly v nadbetonované vrstvě, která tvoří část celkové podélné síly spřaženého prvku. Pokud vznikají trhliny v tažené části průřezu, lze stanovit se napětí v podélném smyku vyvozeném vnějším zatížením ze vztahu

$$\tau_{Edj} = \beta \frac{V_{Ed}}{z b_j}$$

β ... poměr podélné síly v nadbetonované vrstvě F_{jx} k celk. podélné síle $F_{cx} = M_{Edx} / z_x$, kde obě veličiny jsou stanoveny pro vyšetřovaný průřez

V_{Ed} ... příčná smyková síla

z ... rameno vnitřních sil;

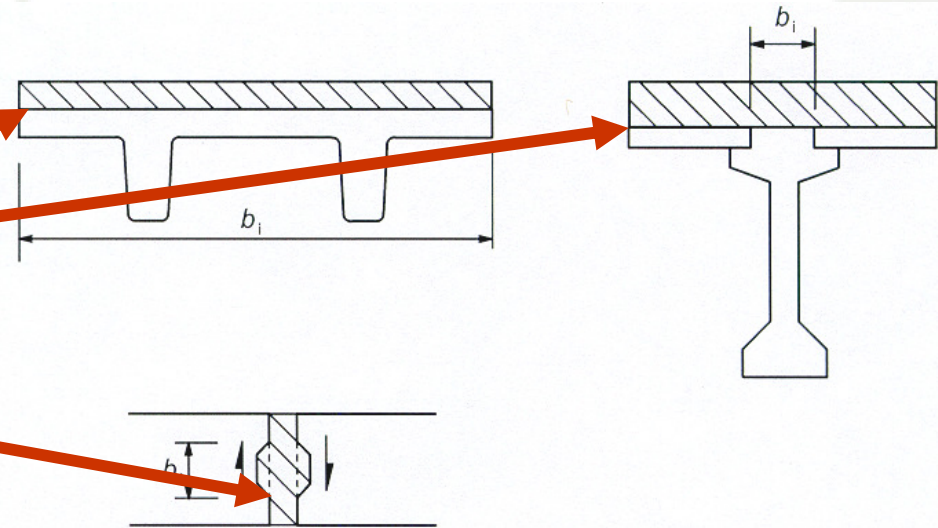
b_j ... šířka stykové plochy.

Pokud v posuzované oblasti se za mezního stavu únosnosti nepředpokládá vznik trhlin, stanoví se napětí ve smyku ve styku za předpokladu pružného působení betonu a výztuže a použije se pro další výpočet, pokud je větší než vychází z výše uvedeného vztahu.

Styky namáhané smykem

Spřažené prvky

Styky dílců



Únosnost styku:

$$v_{Rdi} = c f_{ctd} + \mu \sigma_n + \rho f_{yd} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) \leq 0,5 v f_{cd}$$

tření (vliv drsnosti povrchu)

vliv výztuže

vliv tlakového napětí

Styky namáhané smykem

$$v_{Rdi} = c f_{ctd} + \mu \sigma_n + \rho f_{yd} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) \leq 0,5 v f_{cd}$$

$$\rho = \frac{A_s}{A_i}$$

plocha výztuže procházející
styčnou plochou

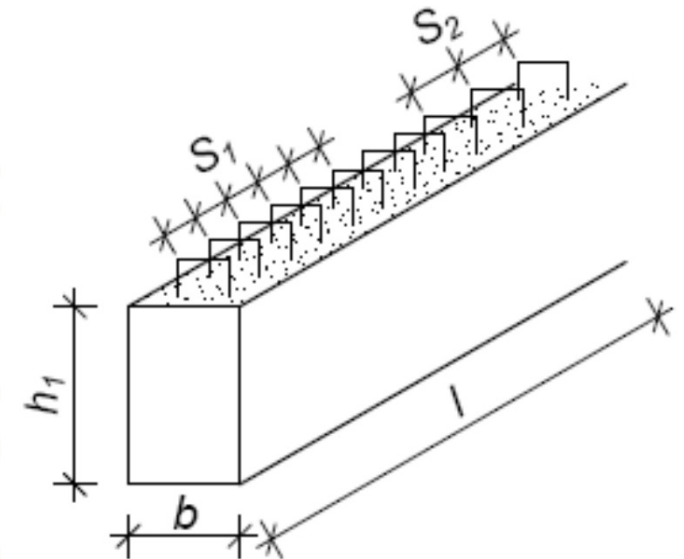
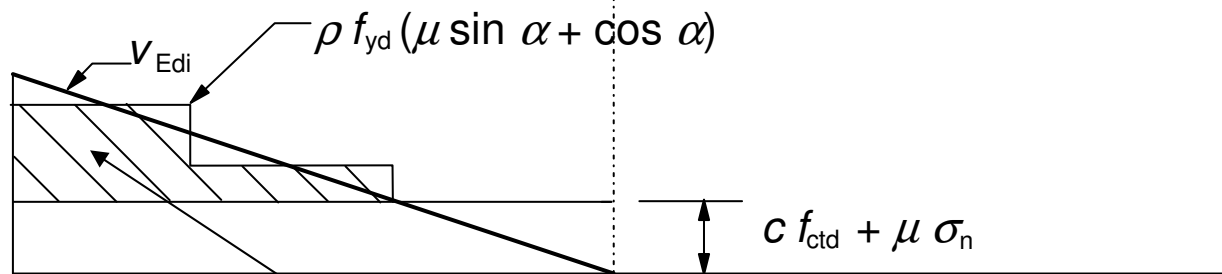
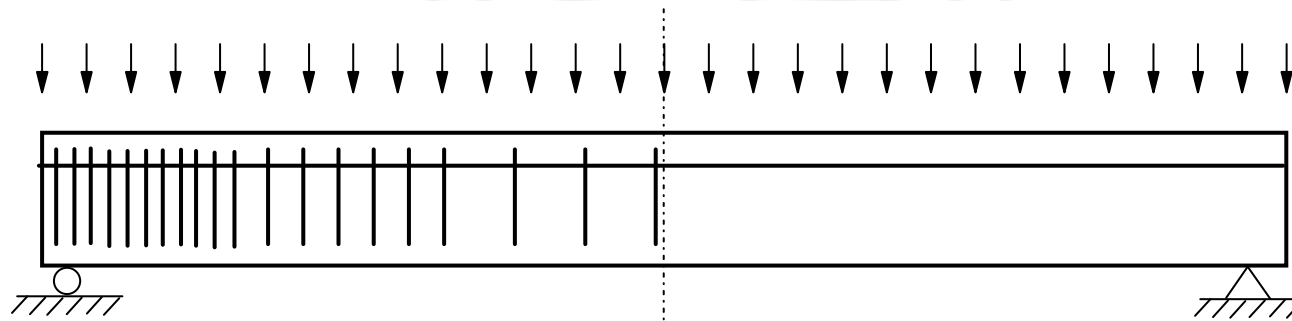
plocha styku

$$v = 0,60 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right]$$

Součinitelé c a μ podle drsnosti povrchu horního líce styčné plochy

povrch	c	μ
velmi hladký	0,025 až 0,1	0,5
hladký	0,20	0,6
drsňý	0,45	0,7
zazubený	0,40	0,9

Styky namáhané smykem



Průběh smykových napětí → požadovaná betonářská výztuž ve styčné ploše

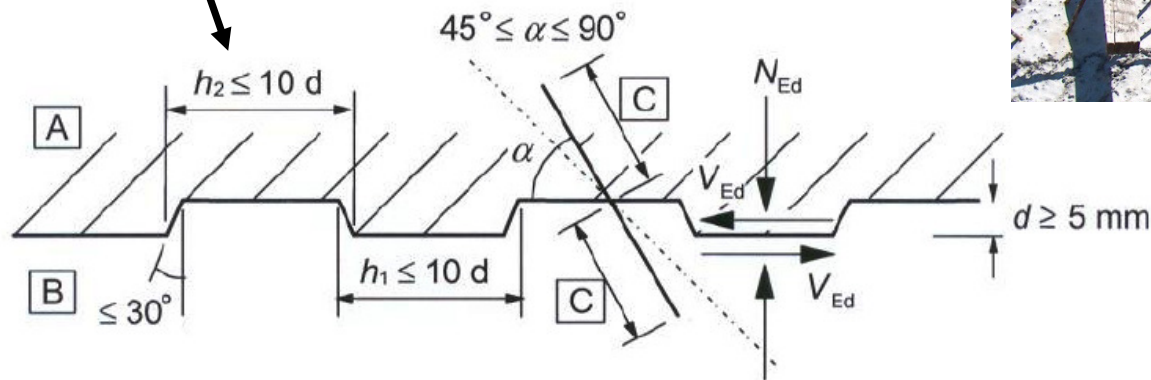
Styky namáhané smykem

velmi hladký ... na styku s ocelovým, plastovým nebo speciálně upraveným dřevěným bedněním

hladký.... posuvným bedněním, vytlačováním nebo vibrací bez dalších úprav

drsňý....povrch záměrně zdrsňen (tak, že se vytvoří nerovnosti o rozměru nejméně 3 mm ve vzdálenosti přibližně 40 mm) nebo kamenivo z betonu vyčnívá

zazubený



[A] - dobetonávka,

[B] - ztvrdlý beton,

[C] - zakotvení

Únosnost stropní desky namáhané posouvající silou se smykovou výztuží

únosnost desky se smykovou výztuží

$$v_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha$$

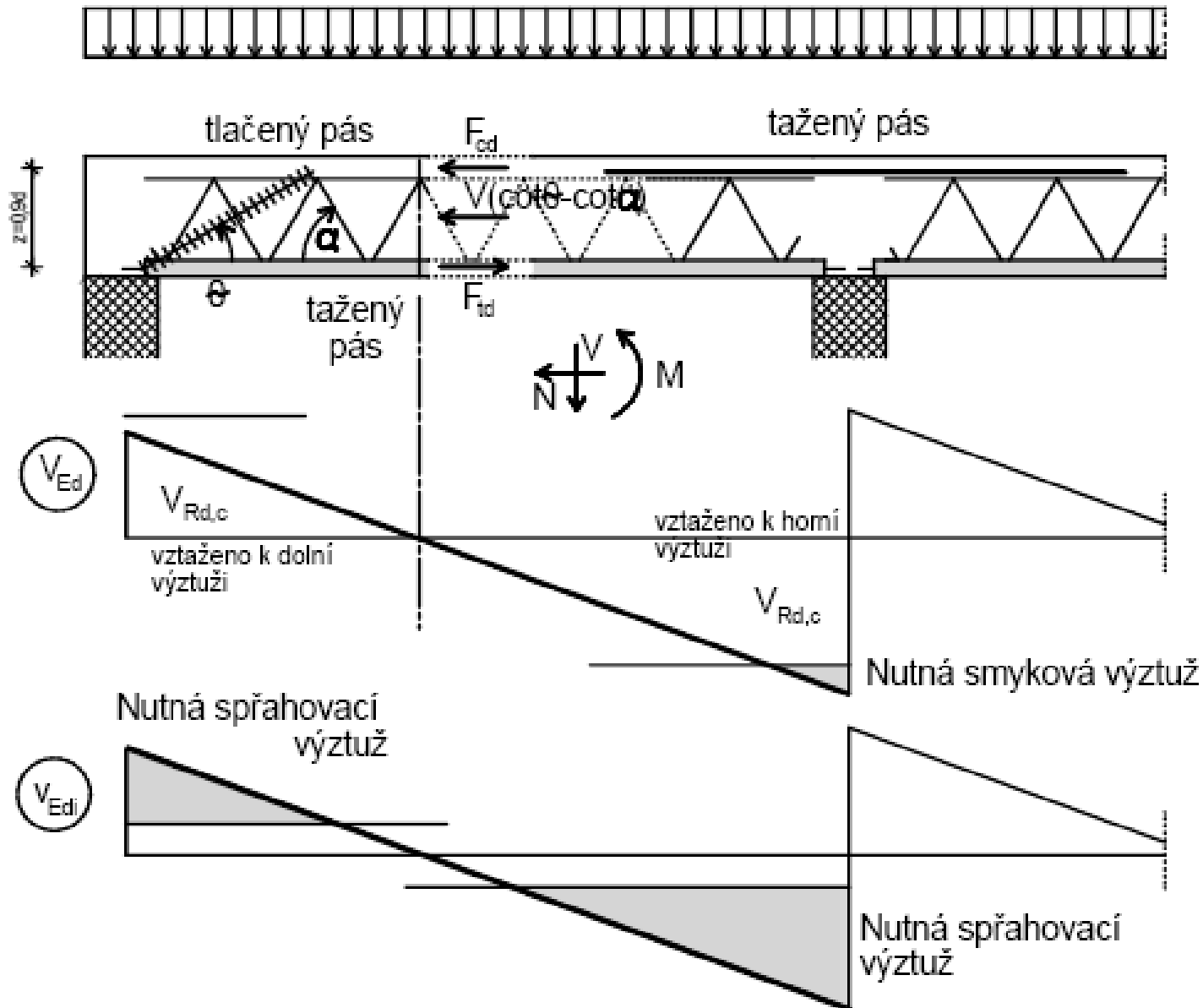
beton

$$v_{Rd,max} = b_w z v f_{cd} (\cot \theta + \cot \alpha) / (1 + \cot^2 \theta)$$

spára

$$v_{Rdi} = c f_{ctd} + \mu \sigma_n + \rho f_{yd} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) \leq 0,5 v f_{cd}$$

Únosnost stropní desky namáhané posouvající silou se smykovou výztuží



- pro návrh spřažených desek platí **ČSN EN 1992-1-1** a všechny ostatní normy pro návrh
- navíc platí **ČSN EN 13396** - společná ustanovení pro betonové prefabrikáty a **ČSN EN 13747** - Betonové prefabrikáty - stropní dílce pro spřažené stropní systémy

Mezní stav použitelnosti - dva případy:

- **tenké stropní desky** - spřažená deska může být navržena jako monolitická

$$h_p \leq \min\left(\frac{h_t}{2}; 80mm\right)$$

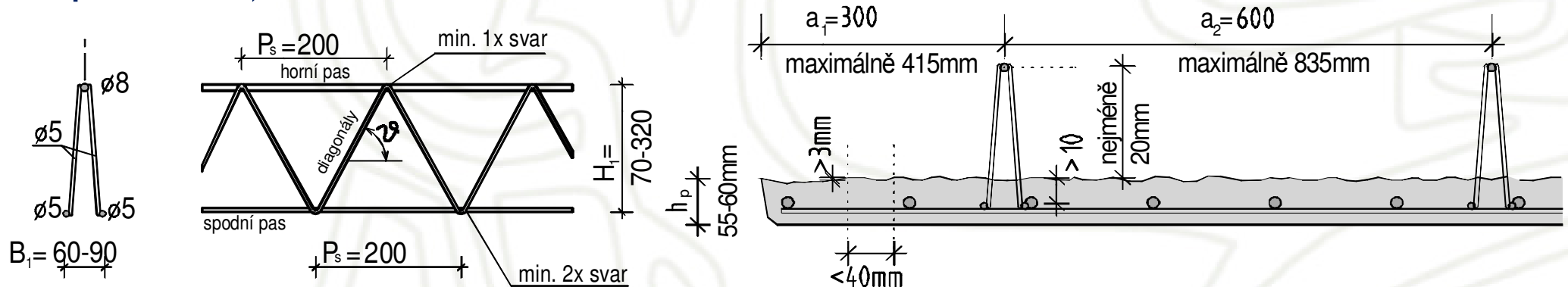
- **tlusté stropní desky** - nutno uvážit všechna stádia výstavby včetně příčného roznášení

$$h_p \geq \max\left(\frac{h_t}{2}; 80mm\right)$$

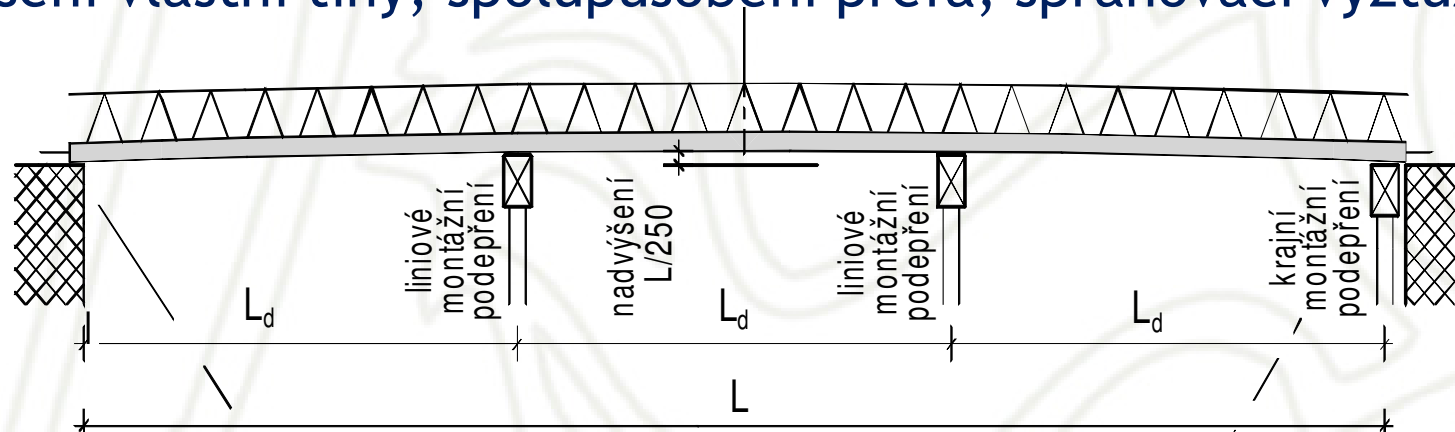
- kontrola průhybů - omezení aktivních průhybů (jedná se i o vliv rozdílného smrštění mezi prefabrikátem a monolitickou částí kce)

Stadia působení a návrhu filigránové stropní desky

- Prefabrikát filigránové desky - stádium výroby (zdrsnění povrchu) a dopravy (úchyty), příhradová výztuž, výztuž spřažené desky (viz konečné působení)



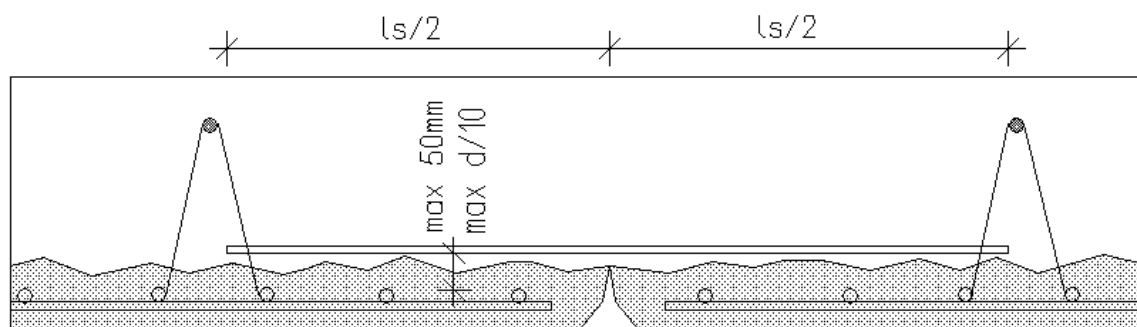
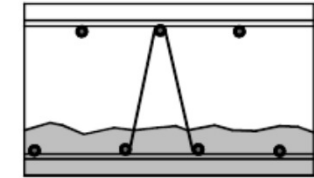
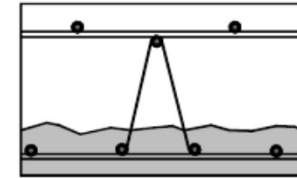
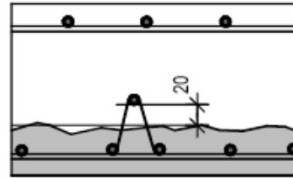
- Betonáž nadbetonávky - montáž (případné montážní podepření, přenesení vlastní tíhy, spolupůsobení prefa, spřahovací výztuž). betonáž



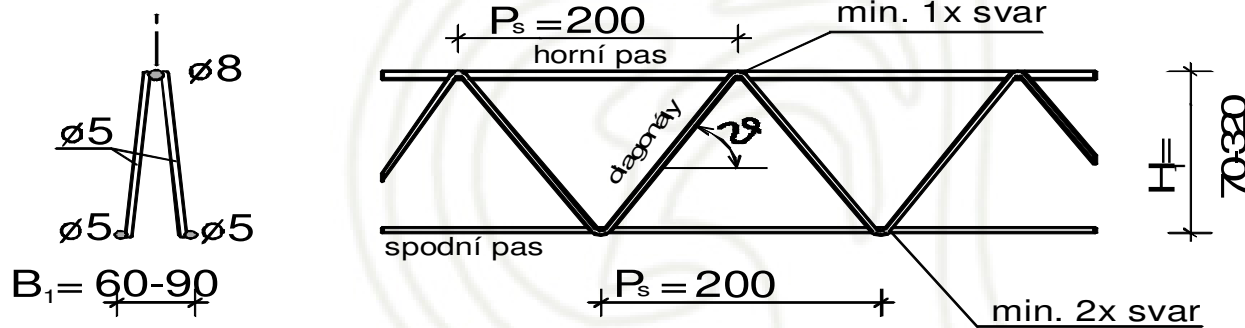
- Konečné působení stropní desky po zatvrdnutí nadbetonávky

Konstrukční zásady spřažených desek

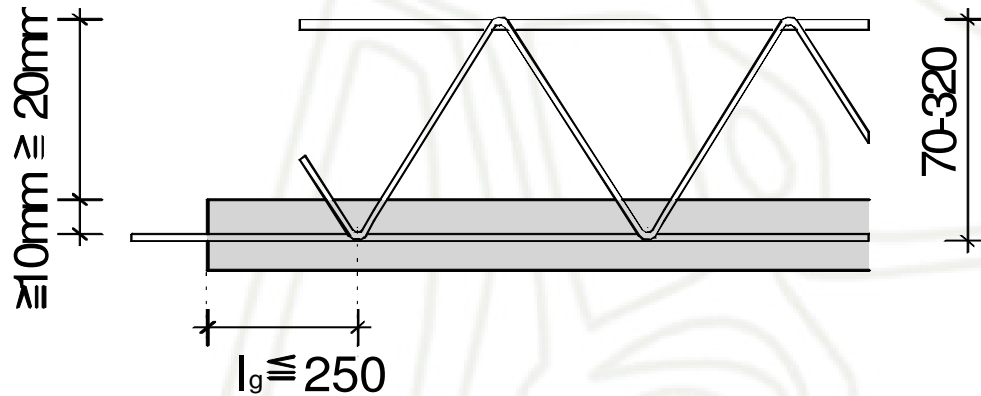
- výšky příhradové výztuže
- vzdálenost příhradové výztuže do 835 mm
- vzdálenost příhradové výztuže od kraje do 417,5 mm
- první dolní styčník příhradové výztuže do 250 mm od podpory
- rozměrové tolerance +/- 20 mm jmenovité délky a +5/-10 mm jmenovité šířky
- krycí vrstvy betonu prefabrikované části, minimální krytí dolního pásu příhradové výztuže 10 mm
- minimální tloušťka monolitické části 40 mm



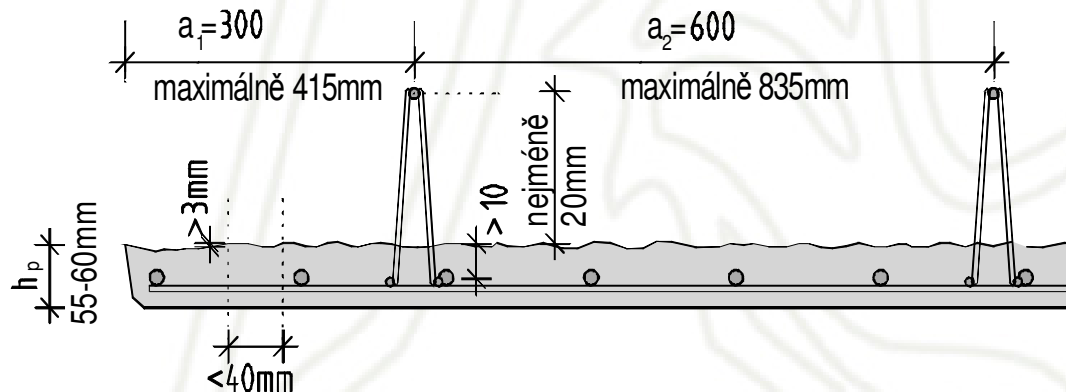
Konstrukční zásady spřažených desek



Příhradová výztuž pro spřažené stropní desky

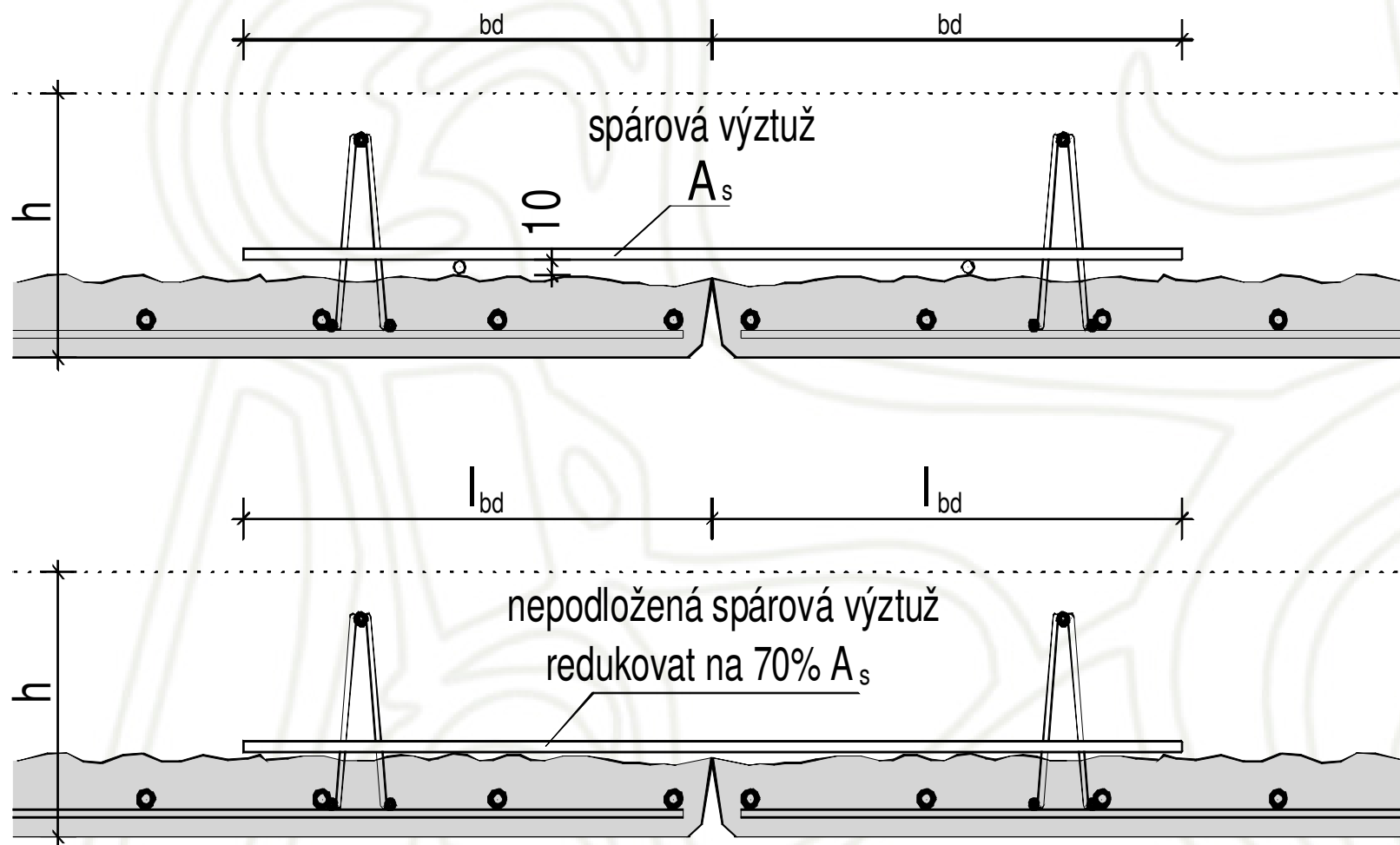


Umístění příhradové výztuže v podélném směru



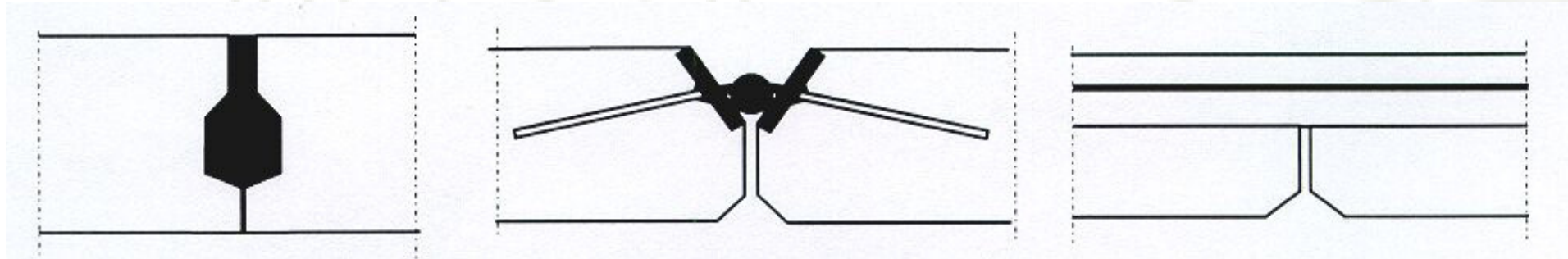
Umístění příhradové výztuže v podélném směru

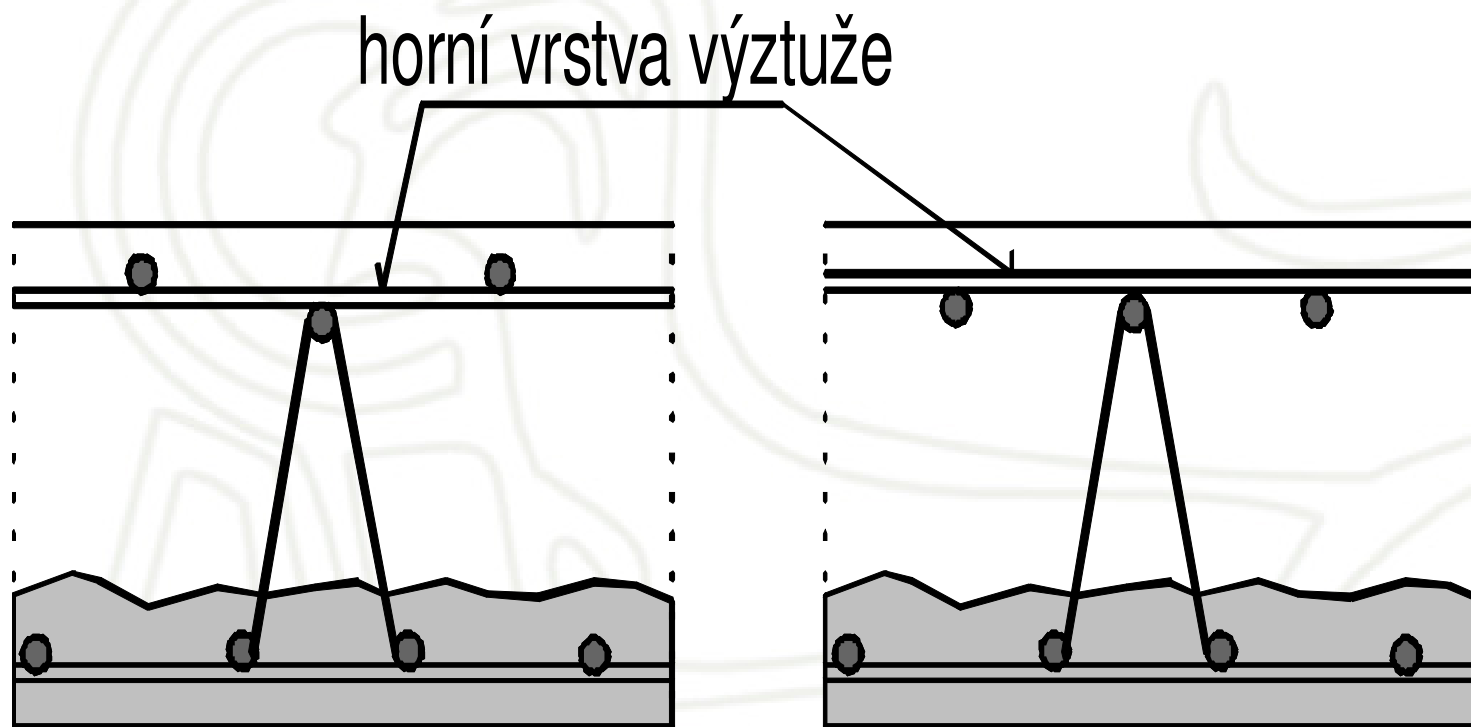
Konstrukční zásady spřažených desek



Spárová výztuž

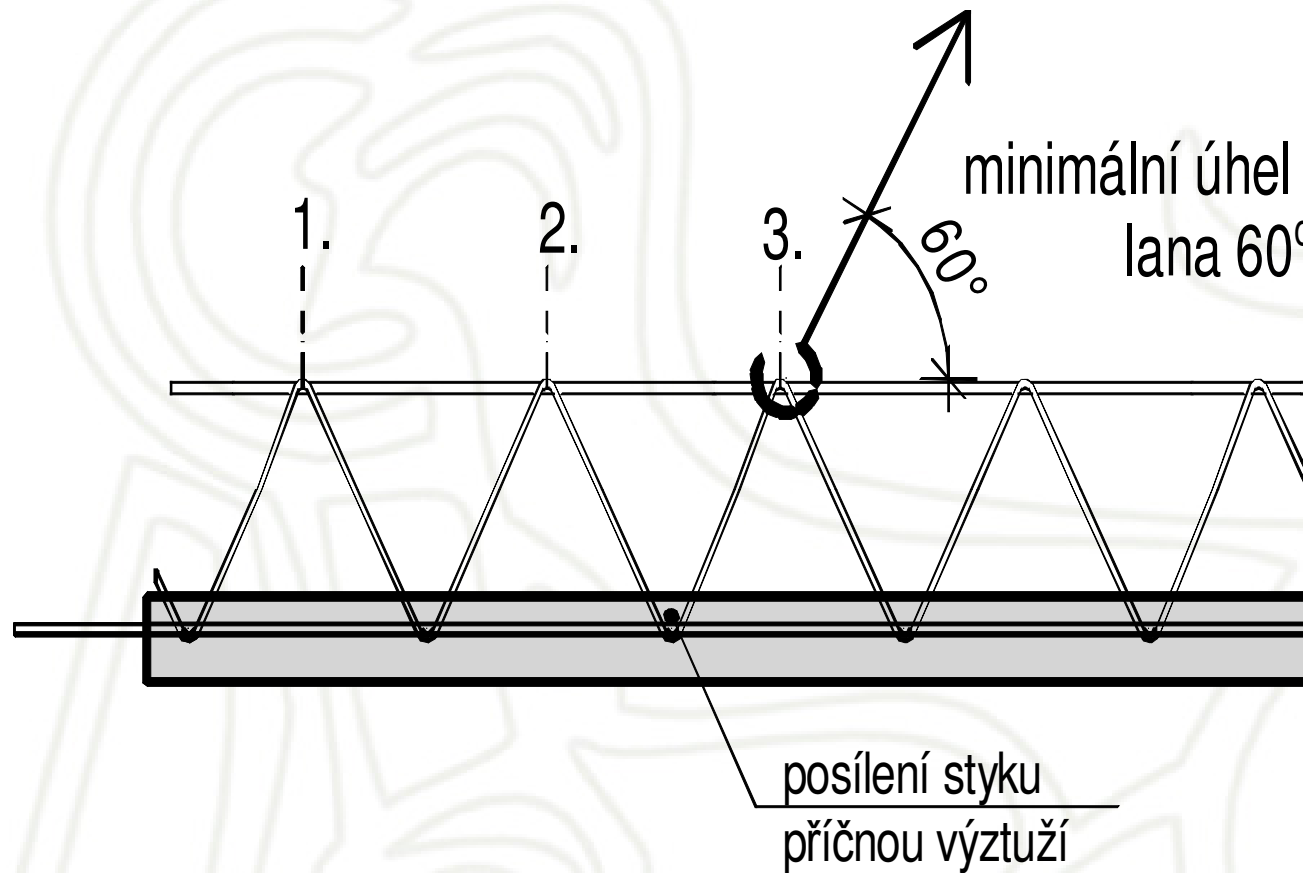
Přenos smykových sil



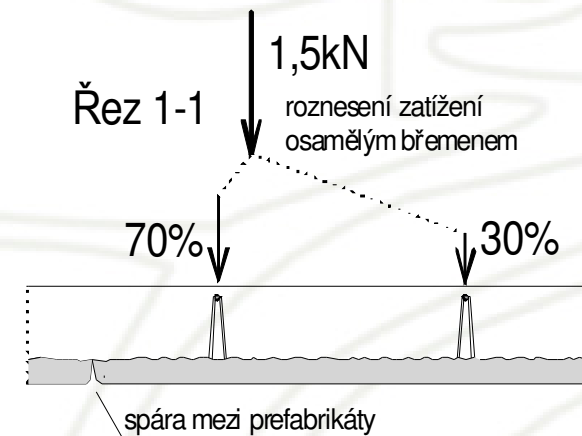
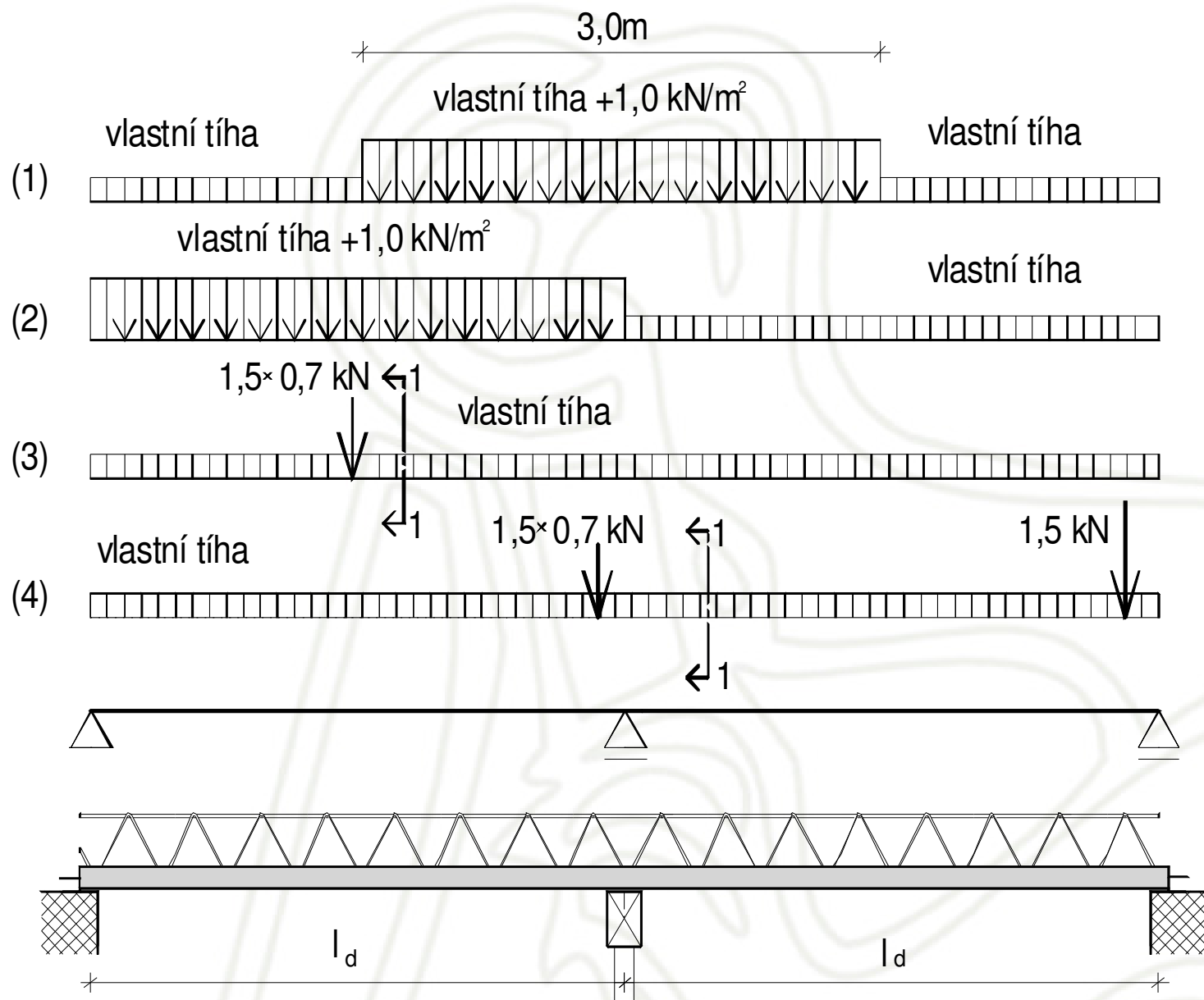


a) horní výztuž uložena na horní pasu

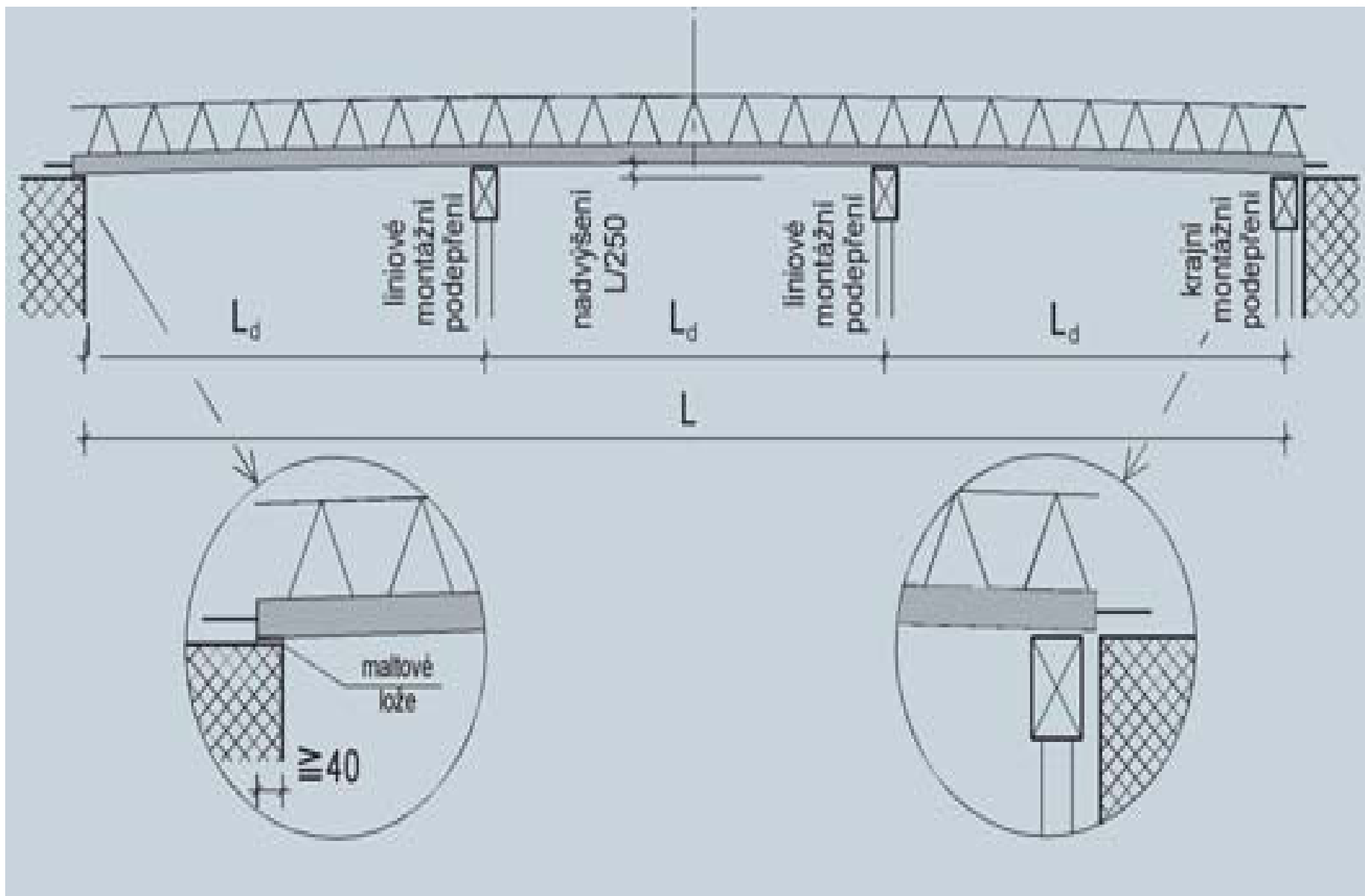
b) horní výztuž v úrovni horního pasu



Místo pro zachycení montážního háku při manipulaci s dílcem

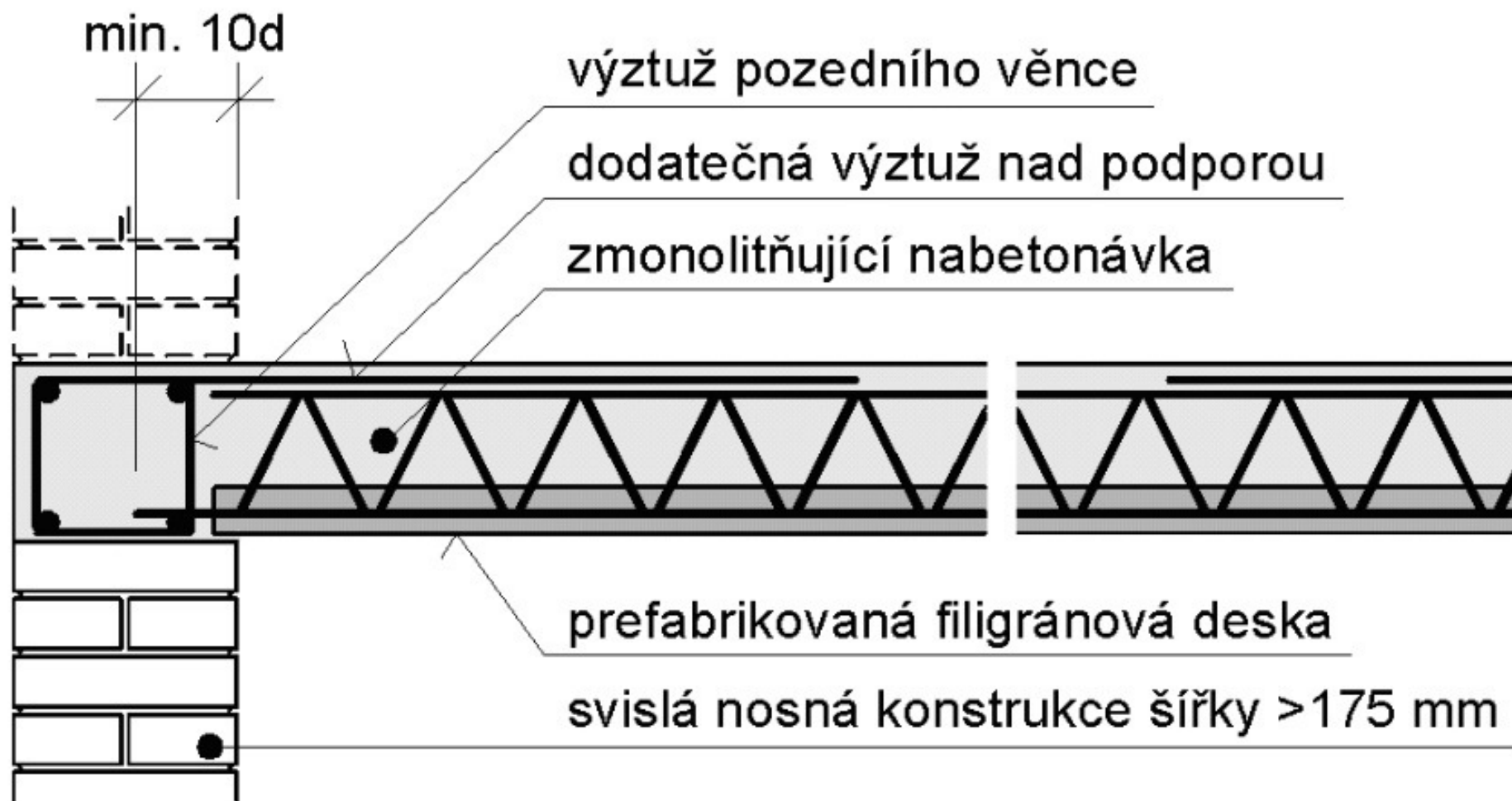


Výpočet montážního stavu podle ČSN EN 1991-1-6 a ČSN EN 13747 - viz článek Šmejkal, J.: Únosnost spřažených betonových stropních desek. Beton TKS 2/2009



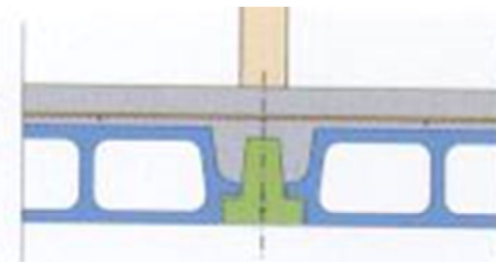
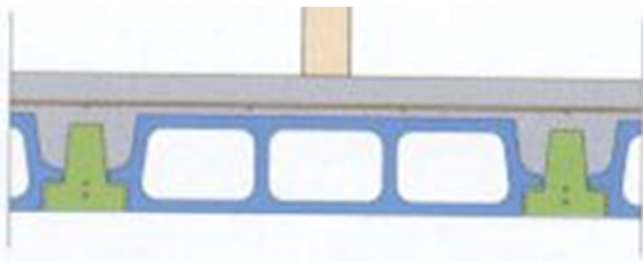
Montážní podepření





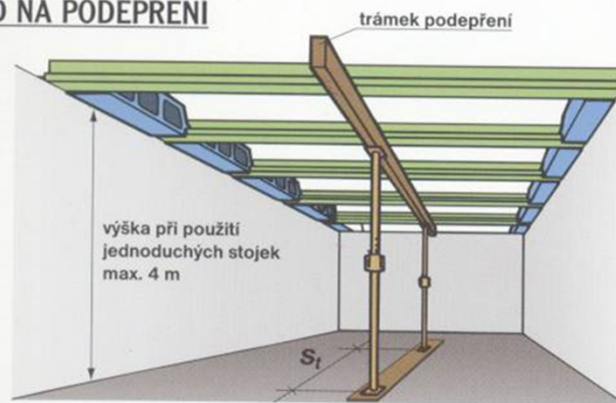
Spřažené stropní konstrukce vytvořené z částečně prefabrikovaných žeber a vložek

- Považují se v konečném stadiu působení v mezních stavech únosnosti za monolitické, pokud jsou splněny následující podmínky:
 - spřažení monolitického betonu s prefabrikovanou částí žebra je zajištěno soudržností, popř. spřahující výztuží
 - prefabrikovaná část žebra musí být posouzena ve všech stavebních stádiích, a to i s uvážením případných dočasných podpor.
- V zásadě lze nadbetonování provést buď jen v místě žeber, nebo i nad vložkami.
- Za nosný prvek se většinou uvažuje nosník s průřezem ve tvaru I; nadbetonování tvoří přírubu tohoto nosníku
- Pokud jsou nadbetonovány i vložky, nesmí být tloušťka tohoto nadbetonování menší než 50 mm (40 mm pokud mezi žebry jsou trvale zabetonovány tvárnice).



Pokud je hmotnost lehkých přestavitelných příček $\leq 1,0 \text{ kN/m}$ lze je nahradit normovým rovnoměrným stálým zatížením $1,0 \text{ kN/m}^2$, které přičteme k ostatnímu stálému zatížení.

POHLED NA PODEPŘENÍ



POZNÁMKY:

1. Počet stojek ve směru rozpětí nosníků (viz. obr. 1 a 2) je uveden v TABULKÁCH PRO POUŽITÍ STROPNÍ KONSTRUKCE RECTOR.
2. Osová vzdálenost stojek ve směru kolmém k nosníkům s_t , se stanoví statickým výpočtem, max. však 3,0 m.
3. Rozměry trámu podepření se stanoví statickým výpočtem, min. však 70/150 mm.
4. Přímé uložení podepřených nosníků musí být vždy min. 50 mm; při nepřímém uložení je třeba podepřít konce nosníků.

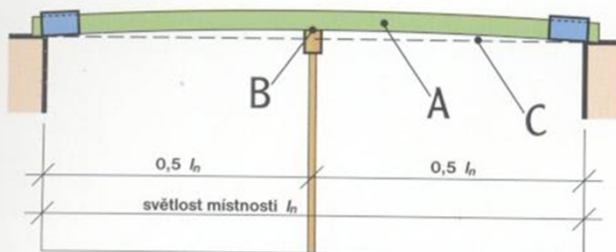
PODEPŘENÍ NOSNÍKŮ PŘI MONTÁŽI - 1 NEBO 2 ŘADY STOJEK

A Vlivem předpjetí jsou nosníky Rector mírně nadvýšeny. Toto nadvýšení se rovná pro montáž cca 1/500 délky nosníku.

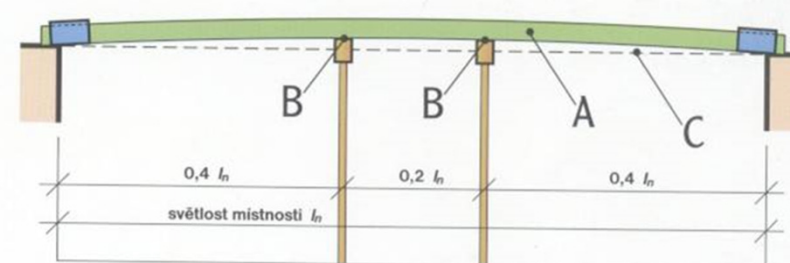
B Výška vzezření nosníků může vykazovat mírně rozdílné hodnoty, ale po položení vložek po celé ploše stropu tyto nosníky dosednou na podepření a vznikne konstrukce se stejným vzezřením po celé ploše.

C Po odstranění montážních podpěr dojde k dotvarování stropní konstrukce.

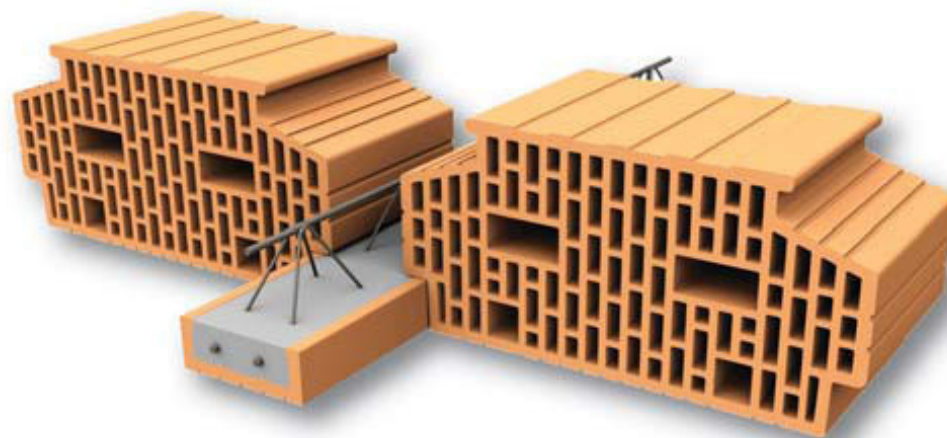
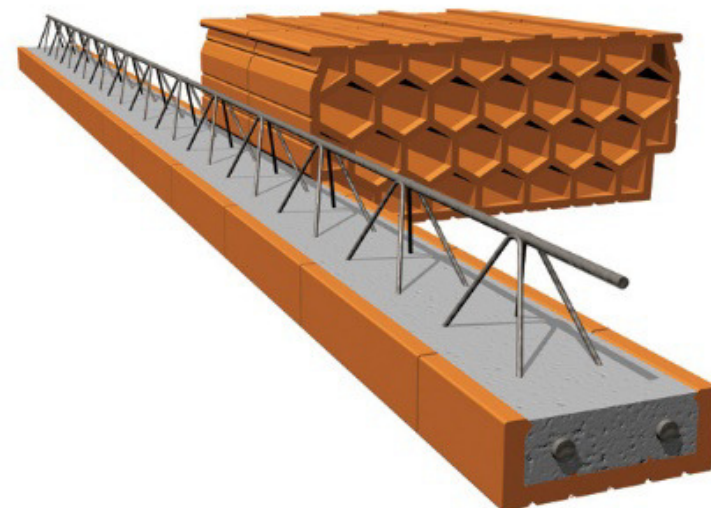
Obr. 1



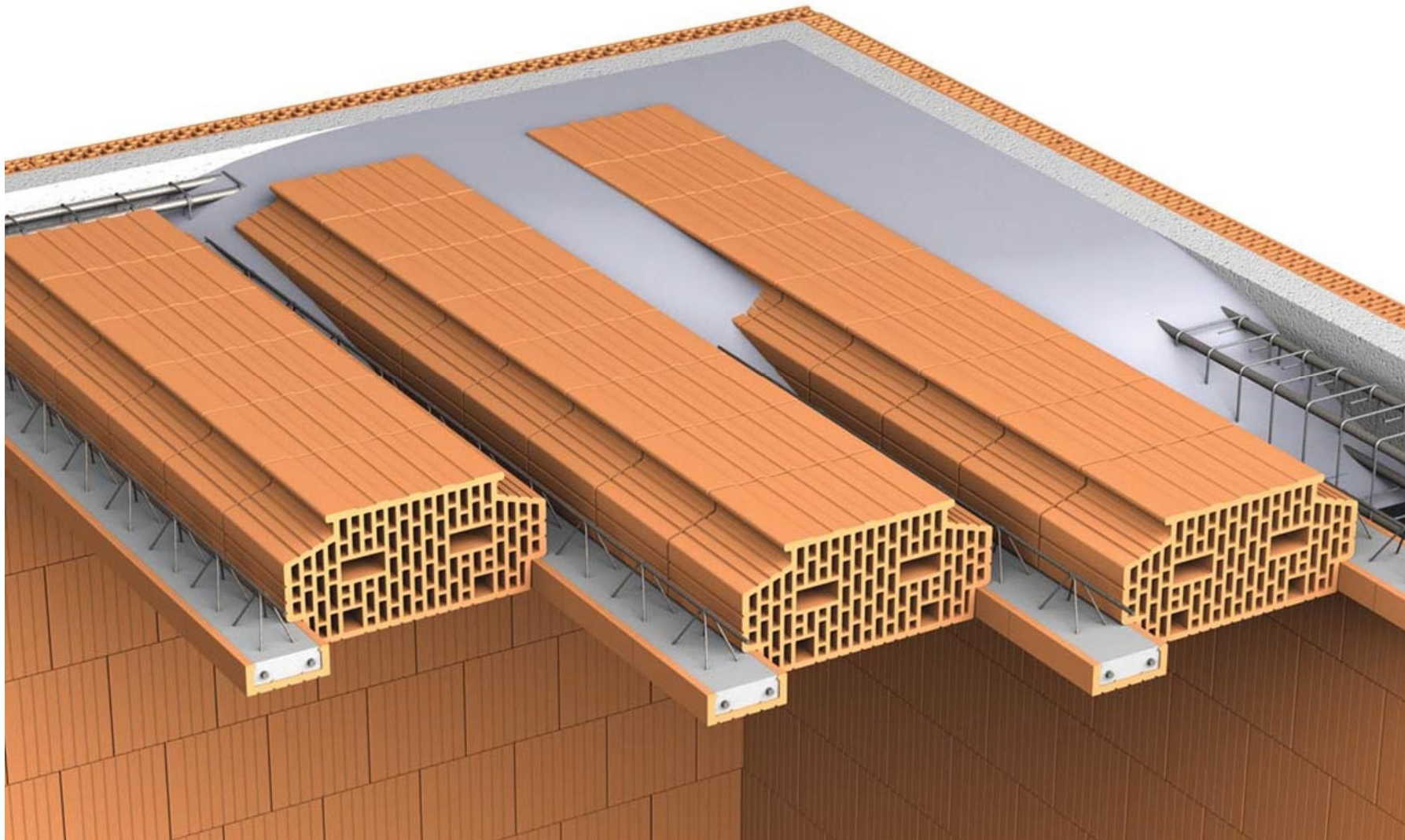
Obr. 2



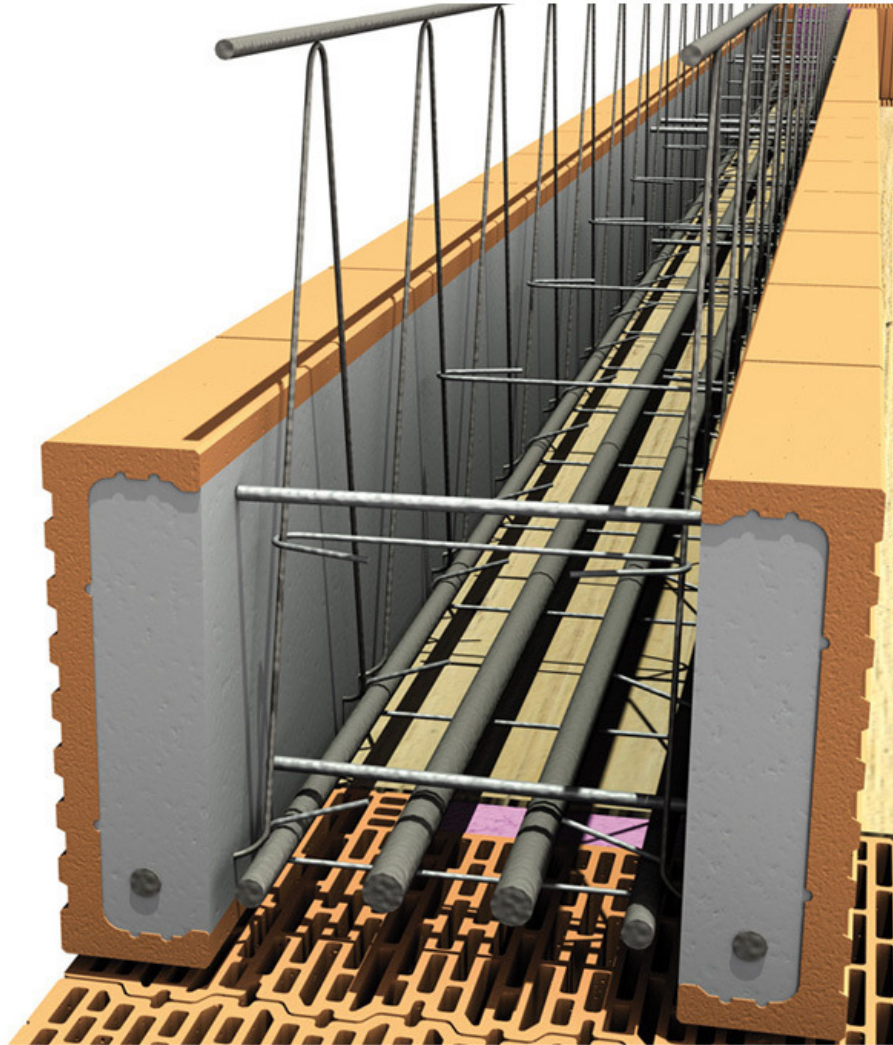
Stropní konstrukce Wienerberger



Stropní konstrukce Wienerberger



Překlad Wienerberger

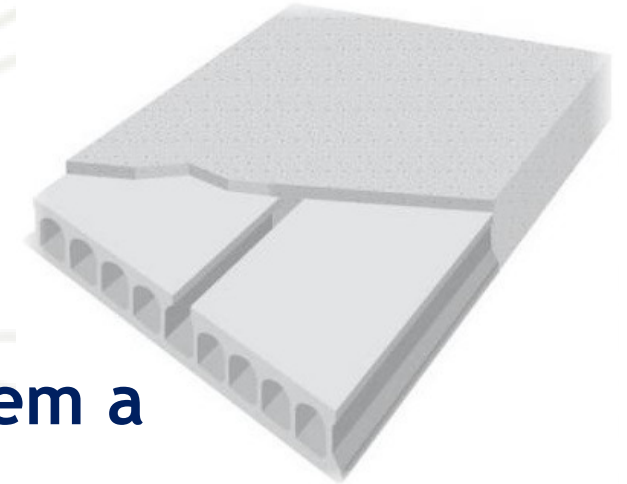
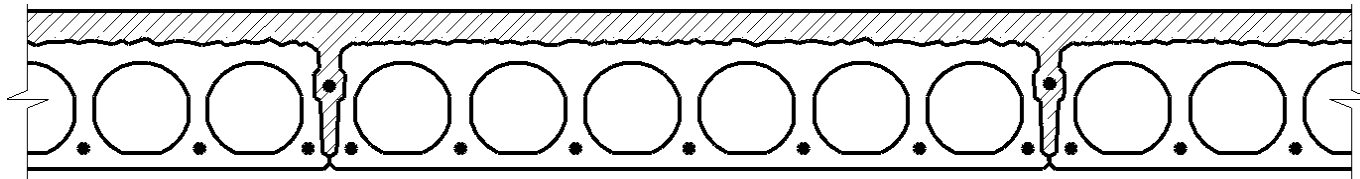


Pokud jsou však nadbetonovány i vložky, lze konstrukci považovat i za deskovou, pokud jsou splněny následující podmínky:

- **výška žebra pod deskovou přírubou není větší než čtyřnásobek šířky žebra;**
- **tloušťka deskové příruby je nejméně rovna $1/10$ světlé vzdálenosti mezi žebry, ne však méně než 50 mm (40mm pokud mezi žebry jsou trvale zabetonovány tvárnice);**
- **konstrukce má příčná žebra umístěná ve světlych vzdálenostech nepřesahujících 10 násobek tloušťky desky.**

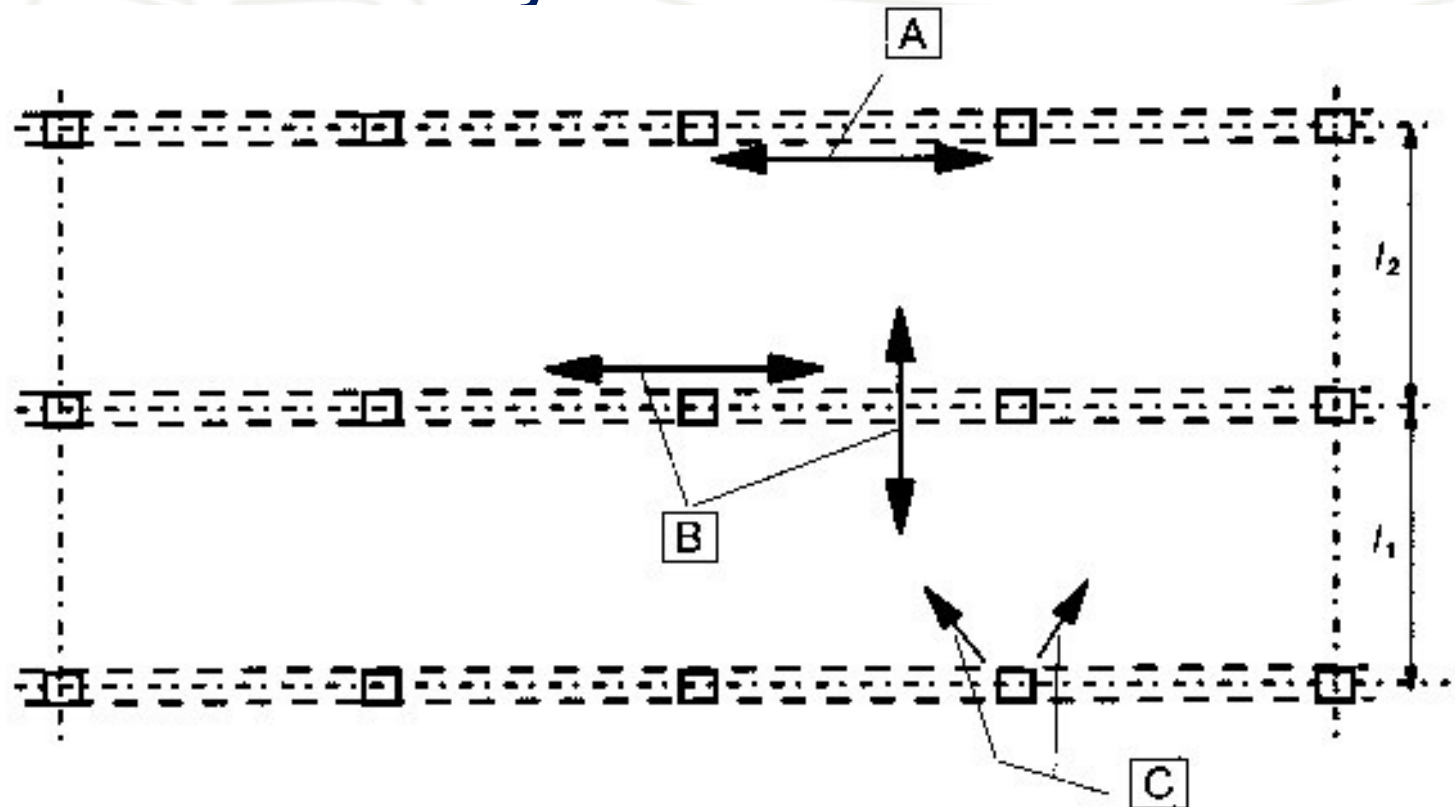
Spřažené stropní konstrukce vytvořené nadbetonováním dutinových panelů

- lze považovat v konečném stádiu působení za monolitické, pokud jsou splněny následující podmínky:
 - povrch dutinových panelů ve styku musí být drsný
 - spřažení monolitického betonu s dutinovým stropním dílcem je zajištěno pouze soudržností.;
 - tloušťka nadbetonované vrstvy musí být nejméně 40 mm.

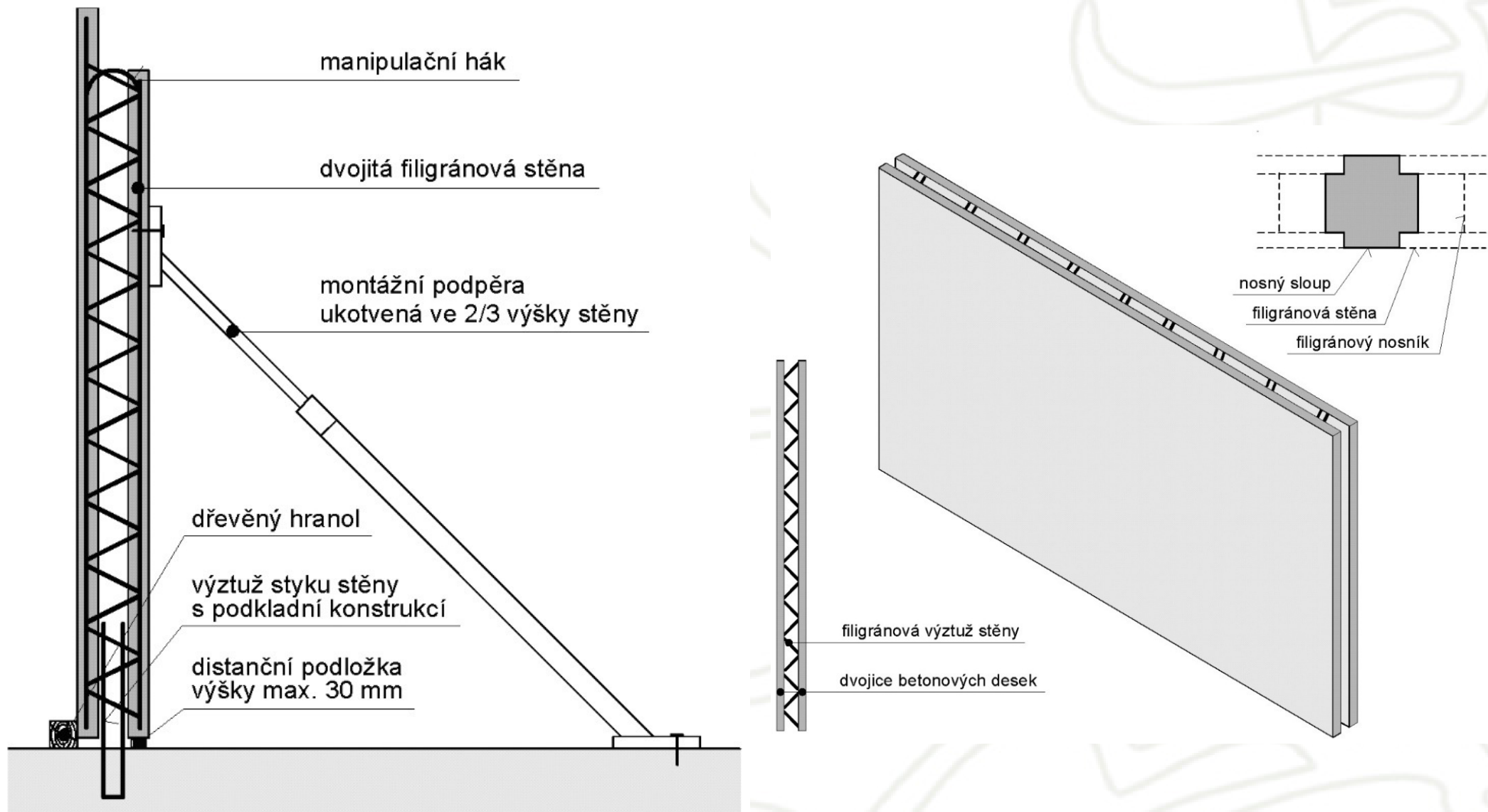


Stropní panel SPIROLL se zdrsněným povrchem a nadbetonávkou

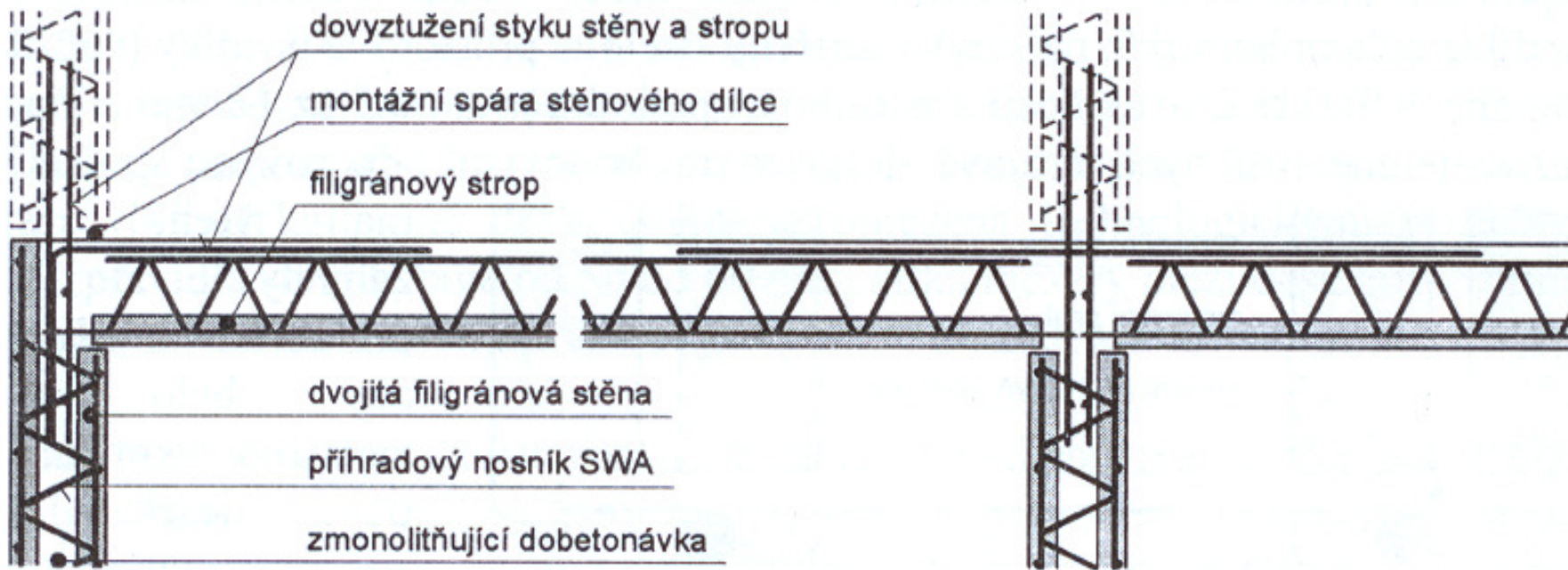
Poznámka: V ČSN EN 1992-1-1 se u stropních konstrukcí požaduje i zajištění její celistvosti, konstrukce musí být konstrukčně i vzhledově celistvá (aby spojení mezi prvky se neprokreslovalo do omítky apod.). Tohoto lze dosáhnout systémem obvodových a vnitřních táhel, tj. v konstrukci se musí vytvořit výztužný systém přenášející tahové síly ve dvou směrech na sebe kolmých.



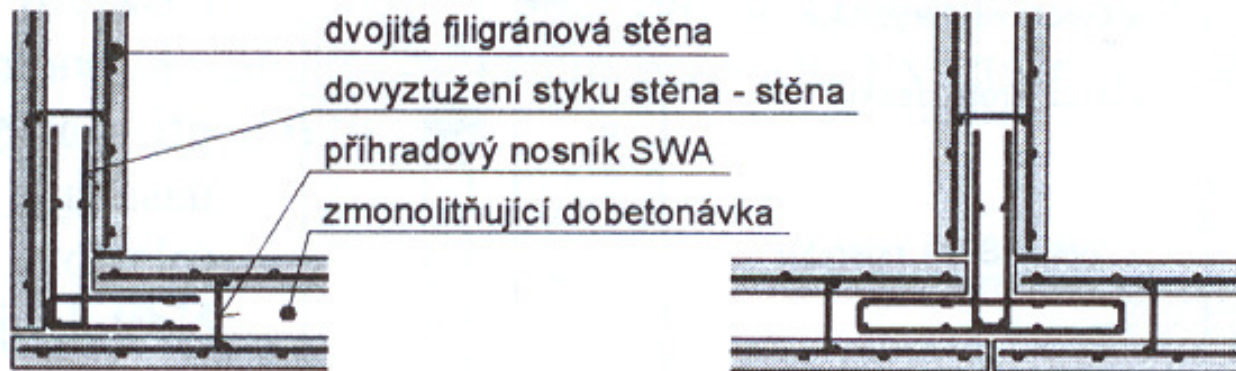
Spřažené stěnové konstrukce - prefamonolit



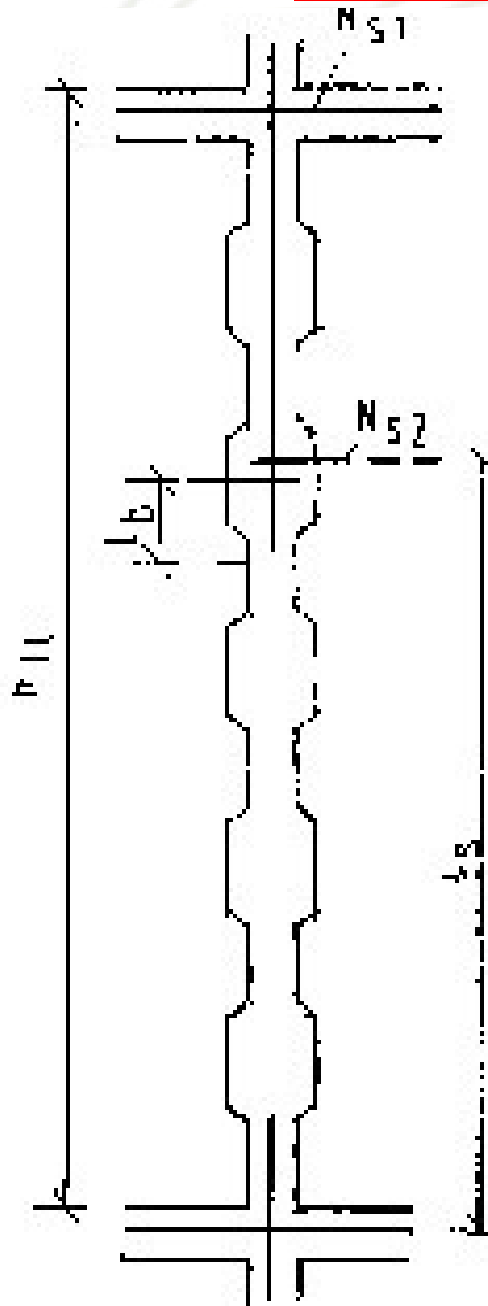
Prefamonomolitické stěnové konstrukce



Půdorys – spojení stěn



Spřažené stěnové dílce



Svislý styk stěnových dílců na výšku
jednoho podlaží



Děkuji za pozornost!

Seznam použitých zdrojů

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, včetně změny A1; UNMZ listopad 2015

Procházka J., Štěpánek P., Krátký J., Kohoutková A., Vašková J.: Navrhování betonových konstrukcí 1; ČBS Servis s.r.o., 2009

Šmejkal, J.: Únosnost spřažených betonových stropních desek v montážním stadiu zmonolitnění. Beton TKS 2/2009

© Jaroslav Procházka, Radek Štefan 2015

Poslední úprava: 3. 1. 2016

Připomínky a návrhy na vylepšení prezentace zasílejte prosím na adresu radek.stefan@fsv.cvut.cz

Upozornění:

Materiál slouží pouze pro studijní a výukové účely v rámci předmětů vyučovaných na Fakultě stavební ČVUT v Praze!