



Vysoké učení technické v Brně
Fakulta stavební
Ústav technologie, mechanizace a řízení staveb

BW051

Technologie stavebních prací 1

5. téma

Ing. Pavel Liška, Ph.D.

Harmonogram přednášek

1. Úvod do vědního oboru technologie staveb.
2. Procesy zemních prací.
3. Procesy zakládání staveb.
4. Bednění betonových konstrukcí.
- 5. Procesy vyztužování železobetonových konstrukcí.**
6. Betonářské procesy.
7. Zdící procesy.
8. Montáž dřevěných konstrukcí a objektů.
9. Zřizování obvodových plášťů budov.
10. Provádění klempířských prací.
11. Provádění skládaných střešních plášťů.
12. Provádění střešních plášťů na plochých střechách.

Vyztužování železobetonových konstrukcí

- ✓ **U monolitických konstrukcí činí vyztužování:**
 - cca 25 % z pracnosti,
 - téměř 40 % nákladů.

Oblasti

- ✓ **Problematiku lze rozdělit na tyto tři oblasti:**
 - příprava výztuže,
 - doprava a skladování výztuže,
 - ukládání výztuže a zajištění její předepsané polohy v bednění.

Rozdělení

✓ **Betonářská výztuž:**

- pruty (tyče),
- svitky,
- sítě,
- příhradoviny.

✓ **Předpínací výztuž:**

- patentované dráty,
- tyče,
- pramence (spletence) drátů, lan a kabelů.

✓ **Tuhá výztuž (válcované profily):**

- plné válcované průřezy typu I, H, U.

✓ **Rozptýlená výztuž**

Vlastnosti a rozdělení

✓ Betonářská výztuž:

- pruty (tyče) – pevnost 200 až 700 MPa, tažnost 10 až 25 %, povrch hladký nebo povrchově upravený (žebírka), dodává ve svazcích, prutech do délky 14 m a hmotností 3 000 až 6 000 kg,
- svitky – Ø drátu do 16 mm,
- sítě – nejčastěji používané průměry drátů pro sítě Ø 4, 5, 6, 8 mm (velikost ok 75 až 250 mm), rohože jsou dodávány v plošných balících o hmotnosti 2 000 kg,
- příhradoviny – prostorově uspořádaná svařovaná výztuž.



Obecné informace

✓ Betonářská výztuž:

- norma pro ocel na výztuž do betonu ČSN EN 10080,
- musí být dodávána s hutním atestem (hutní atest – doklad o kvalitě dodávky, který osvědčuje, že dodaná výztuž odpovídá příslušným předpisům. Mechanické a rozměrové vlastnosti výztužných prvků se nezjišťují na oceli ze které byly vyrobeny, ale na konečném výrobku, tj. na ocelovém prutu, síti),
- důležité vlastnosti: mez pevnosti v tahu, mez kluzu, tažnost, lámavost, svařitelnost.



Vlastnosti

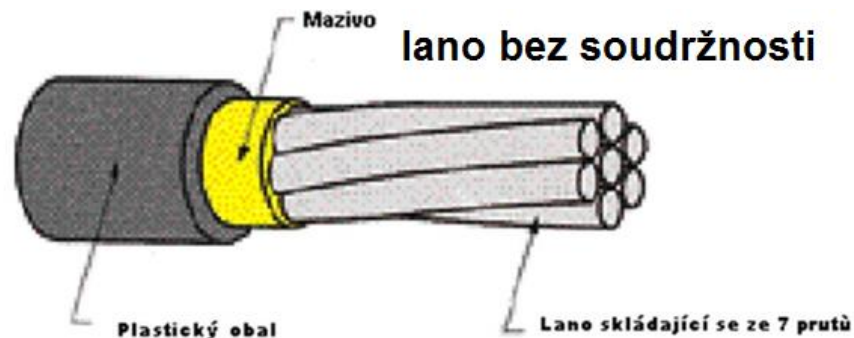
✓ Ocelová výztuž:

- | | |
|---|---------------------------------------|
| ➤ objemová hmotnost | 7 850 kg x m ⁻³ |
| ➤ modul pružnosti | 210 000 MPa |
| ➤ modul pružnosti ve smyku | 81 000 MPa |
| ➤ součinitel délkové teplotní roztažnosti | 12 x 10 ⁻⁶ K ⁻¹ |
| ➤ součinitel příčné deformace | 0,3 |

Vlastnosti a rozdělení

✓ Předpínací výztuž:

- nejrozšířenější materiál je ocel, možno použít i nekovové materiály (např vlákna na bázi hliníku),
- ocel – nelegované nebo nízkolegované, tahová pevnost zvýšena (až a 2 000 MPa) přidáním uhlíku (až 0,9 %),
- předpínací tyče – z ocelí válcovaných za tepla, hladké nebo žebírkové, délka 6 až 30 m, průměr 12 až 75 mm,
- patentovaný drát – nejpoužívanější, proces patentování – ohřátí na cca 900°C a postupné ochlazování – homogenizace, tažení za studena – zvýšení pevnosti (1 500 až 1 800 MPa) i meze 0,2 (až 75 % pevnosti).



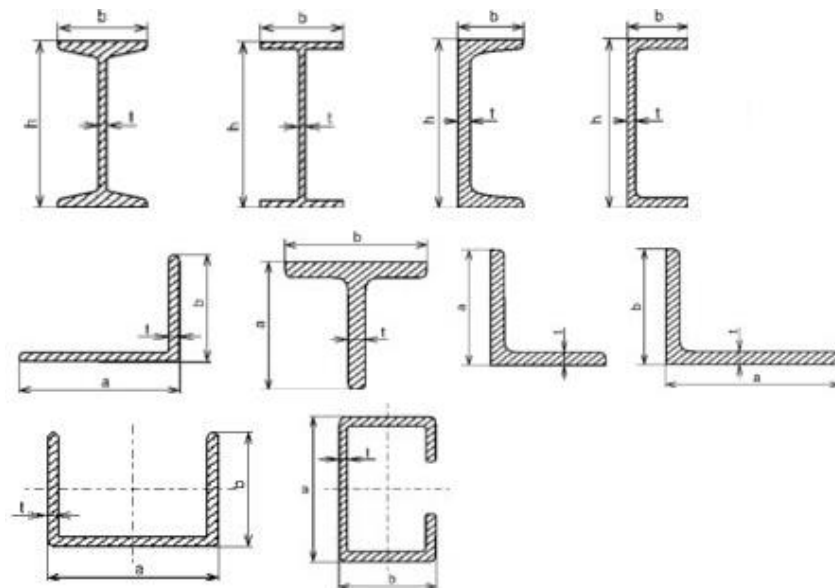
Vlastnosti a rozdělení

✓ Tuhá výztuž (válcované profily):

➤ materiál: S235JRG2 dle ČSN EN 10027-1.

❖ značení S 235 JR G2:

- S – oceli pro ocelové konstrukce pro všeobecné použití,
- 235 – mez kluzu,
- JR – nárazová práce 27 J při teplotě 220 °C,
- G2 – uklidněná ocel (vhodná pro svařování).



Vlastnosti a rozdělení

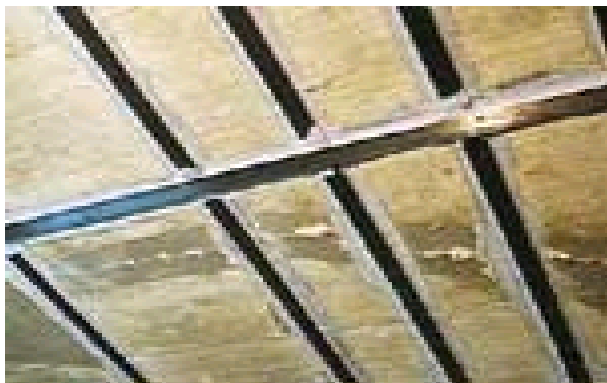
✓ Rozptýlená výztuž:

- pro zlepšení vlastností betonu,
- drátky z oceli, skla, plastických látek,
- do délky 50 mm a průměru 0,3 mm,
- dávkování 0,2 až 6 % z hmotnosti cementu,
- čím větší obsah vláken, tím se beton obtížněji zpracovává.



Další možnosti

- ✓ Skleněná vlákna,
- ✓ uhlíkové lamely,
- ✓ aramidová vlákna (kevlar).



Výroba

- ✓ Výroba výztuže pro betonové konstrukce se v našich podmínkách vyrábí v mechanizovaných výrobnách – armovnách,
- ✓ jsou to ve většině případů lehké halové objekty, které jsou vybaveny jeřábem pro manipulaci s těžkými břemeny. Jejich výrobní prostory jsou většinou rozděleny na dvě části:
 - pro výrobu tradiční výztuže vázané,
 - pro výrobu a zpracování výztuže svařované.



Armokoš základové patky ►

Výroba – centrální armovny

▼ Stříhačka kari



▼ Ohýbačka



▼ Ohýbačka kari



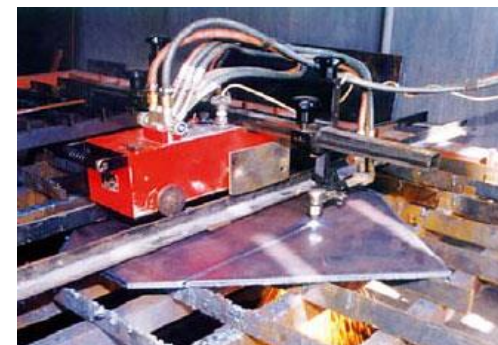
▼ Svařovací linka



▼ Profilové nůžky



▼ Autogen



▼ Pásová pila



▼ Tabulové nůžky

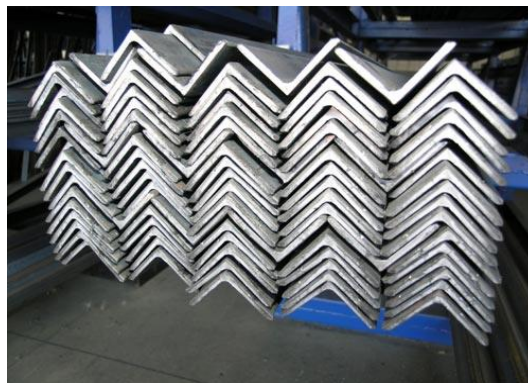


▼ Rovnačka



Výroba – centrální armovny

- ✓ Sklady železa
- ✓ Plochy pro zpracování na strojích
- ✓ Plochy pro vázání armokošů
- ✓ Plochy pro skladování hotové výztuže



Doprava na staveniště

- ✓ Na místo určení se výztuž dopravuje tak, aby nemohla být transportem zkřivena nebo poškozena.



Skladování na staveništi

- ✓ Na staveništi se ukládá na rovnou, suchou plochu na dřevěné prahy tak, aby identifikační štítky všech svazků byly zřetelně patrné.



Uložení výztuže v konstrukci – základová patka

Při vyztužování základových pasů a roštů se nejprve rozmístí v bednění na podkladní beton třmínky nahoře otevřené, do nich pak ukládáme pruty nosné výztuže a spojujeme je drátem nebo svarem do pevného prostorového celku.



Uložení výztuže v konstrukci – základová pilota



Uložení výztuže v konstrukci

Výztuž sloupů a stěn se váže před postavením bednění. Pruty nosné výztuže zpravidla navazují na kotevní pruty vyčnívající ze základů. Podélná výztuž je umístěna po obvodu sloupu a vzájemně je spojena. Bednění se pak přikládá až ke spojené (svázané) výztuži. Další možnost: zhotovení 1. části bednění, vyvázání výztuže, zhotovení 2. části bednění.



Uložení výztuže v konstrukci

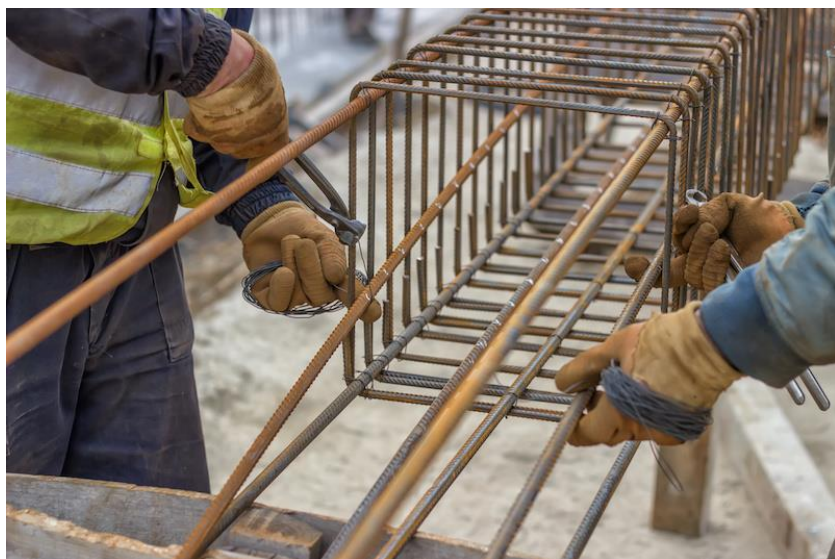


Uložení výztuže v konstrukci



Uložení výztuže v konstrukci

Do průvlaků a stropních trámů se nejprve rozmístí třmínky nahoře otevřené a vkládáme do nich nosnou výztuž, kterou se třmínky spojí. Pak se třmínky uzavřou.



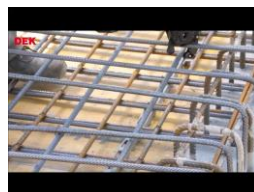
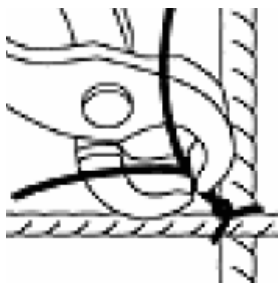
Uložení výztuže v konstrukci

Výztuž stropních konstrukcí se ukládá do připraveného bednění. Na deskové části stropů se nejprve rozloží pruty hlavní výztuže, na ní se položí rozdělovací výztuž a v místě křížení výztuž se spojí svázáním nebo svařem.

Pro snížení pracnosti při spojování jednotlivých výztužných prvků stropů se používají sítě, rohože, nebo předem vyrobené žebříky či mřížoviny.



Uložení výztuže v konstrukci

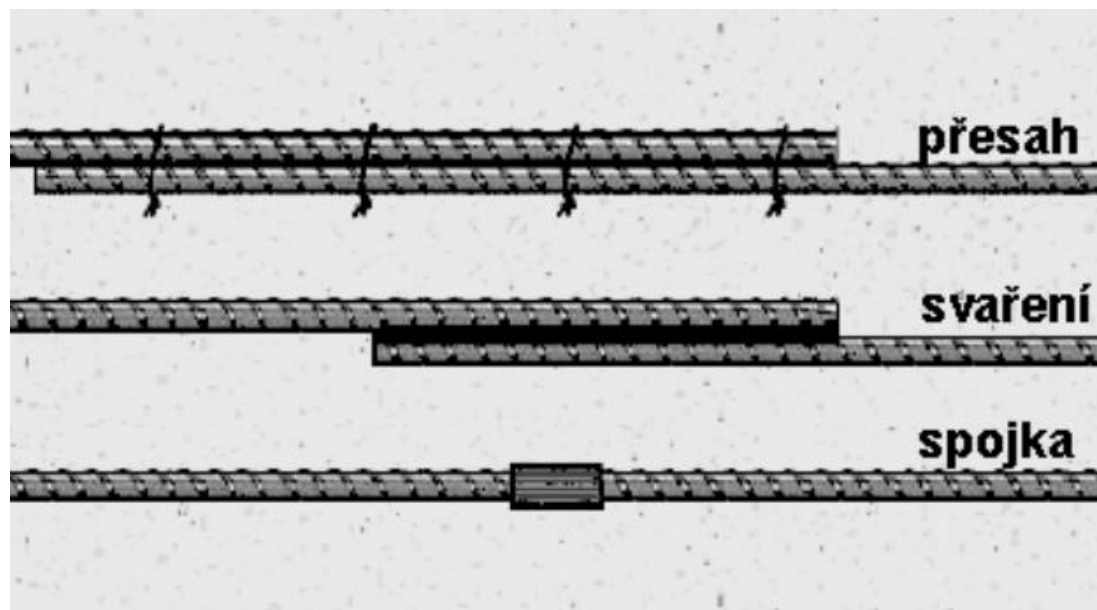


Uložení výztuže v konstrukci

Jednotlivé výztužné pruty (nosná a rozdělovací výztuž, třmínky) se spojují do výztužného koše – kostry tak aby byla zajištěna správná poloha nosné výztuže v konstrukci.

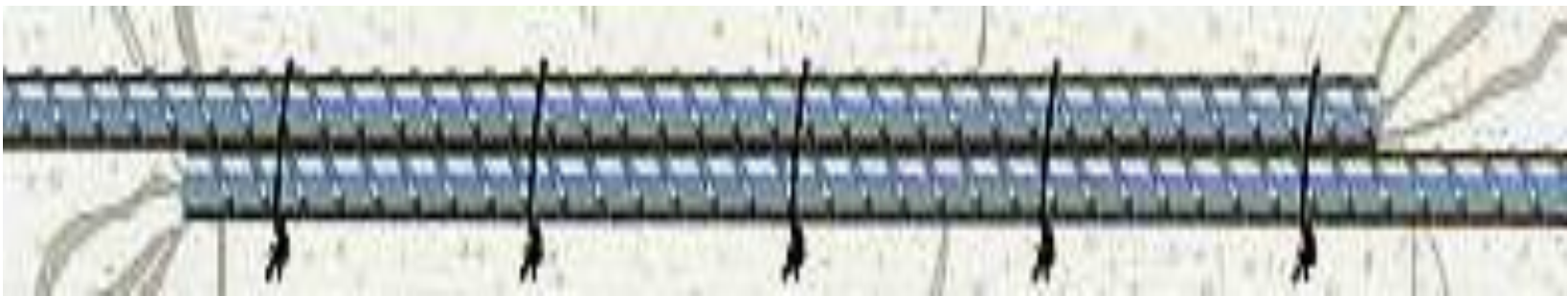
Prodlužování výztužných prutů:

- ✓ přesahem,
- ✓ svařováním,
- ✓ speciálními spojovacími prvky.



Armování – styk s přesahem

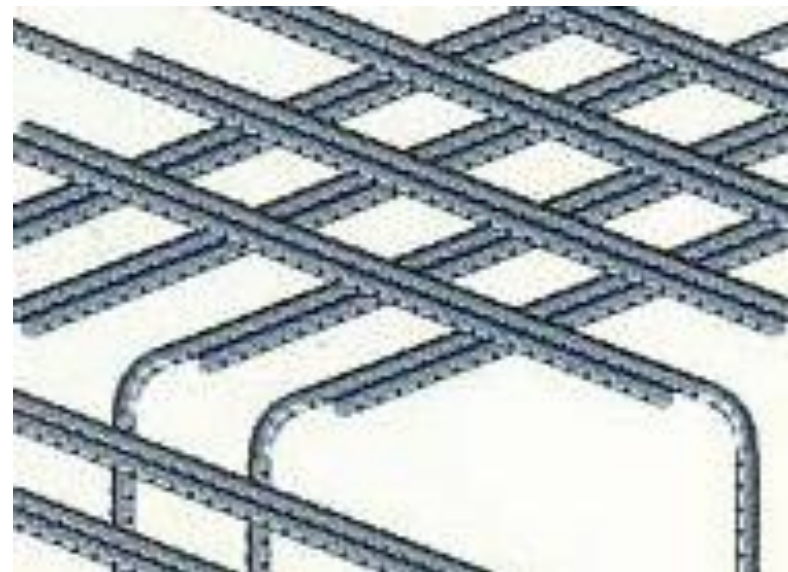
Styk s přesahem získává svoji nosnost ze spojení s betonem. Čím vyšší je mez průtažnosti, tím vyšší je potřebná délka přesahu. V oblasti spoje je často třeba použít dodatečné příčné vyztužení.



Armování – styk s přesahem – omezení

Obvykle je u betonářských ocelí, které jsou namáhány tahem je žádoucí větší délka přesahu, než u ocelí, které jsou pod tlakem, při stejném průměru tyče. Při spojení přesahem se zdvojnásobuje množství betonářské oceli. Při příliš velké hustotě vyztužení nemusí dojít k protečení čerstvého betonu okolo výztuže.

- ✓ Čím větší je průměr tyče, tím větší je přesah,
- ✓ čím nižší je pevnost betonu, tím delší je potřebná délka oceli.



Armování – styk svařováním

Normy řady ČSN EN ISO 17660 předepisují metody svařování, které lze při svařování betonářských ocelí použít.

Používané metody svařování betonářské výztuže:

Metody svařování		Druh svarového spoje
135	Obloukové svařování tavící se elektrodou v aktivním plynu; MAG svařování	Spoj přesahem
		Spoj s příložkami
136	Obloukové svařování plněnou elektrodou v aktivním plynu	Tupý spoj bez podložky (nebo s přivařenou podložkou)
111	Ruční obloukové svařování obalenou elektrodou	
114	Obloukové svařování plněnou elektrodou bez ochranného plynu	Křížový spoj
		Spoj s jinou ocelovou součástí
21	Bodové odporové svařování	Křížový spoj
23	Výstupkové svařování	
24	Odtavovací stykové svařování	Tupý spoj
25	Stlačovací stykové svařování	
42	Třecí svařování	Tupý spoj
		Spoj s jinou ocelovou součástí
47	Tlakové svařování s plamenovým ohřevem	Tupý spoj

Armování – styk svařováním

Z uvedené tabulky vyplývá, že nejpoužívanějšími metodami svařování betonářských výztuží jsou:

- ✓ metoda 135 „obloukové svařování tavící se elektrodou v aktivním plynu; MAG svařování“ a metoda 136 „obloukové svařování plněnou elektrodou v aktivním plynu“ při svařování v dílnách,
- ✓ metoda 111 „ruční obloukové svařování obalenou elektrodou“ a metoda 114 „obloukové svařování plněnou elektrodou bez ochranného plynu při svařování na staveništi,
- ✓ ostatní metody 21, 23, 24, 25, 42 a 47 jsou uplatňovány zpravidla ve specifických případech.



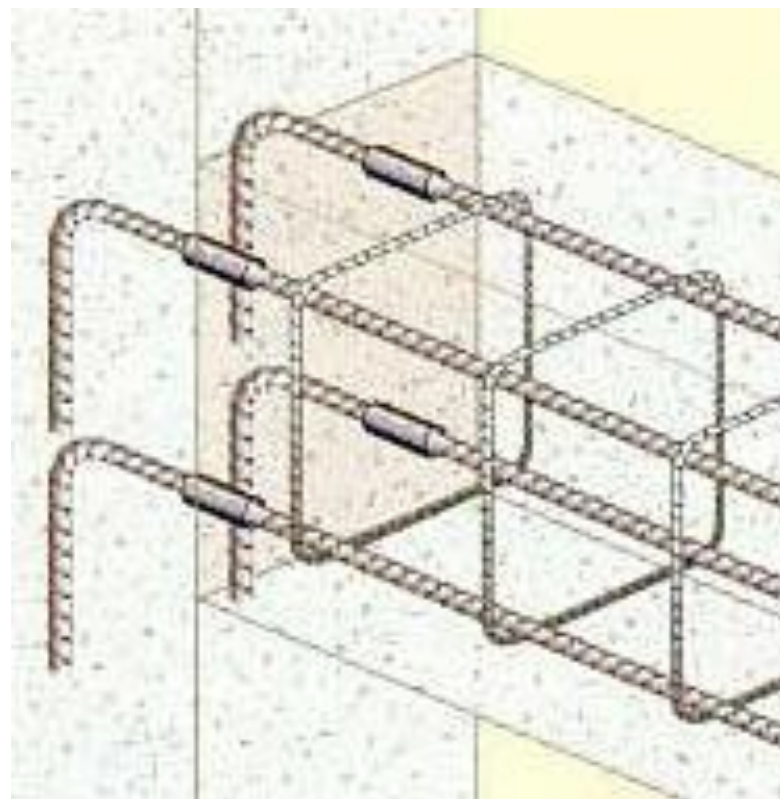
Armování – mechanické spojky

Mechanická spojení betonářské oceli šroubovanou spojkou zajišťují průchod zatížení nezávisle na kvalitě a případné nepřítomnosti betonu. Poskytují stejnou nosnost, jakou má betonářská ocel bez spojek. Přenos síly, houževnatost, nezávisí na pevnosti betonu. Poskytují větší pevnost i při seismických nebo jiných přírodních nebo člověkem zaviněných okolnostech. Výborné vlastnosti při namáhání za zatížení, které není převážně stálé.

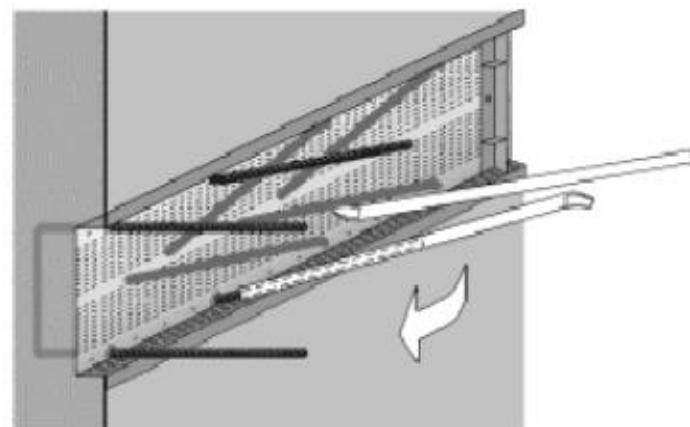
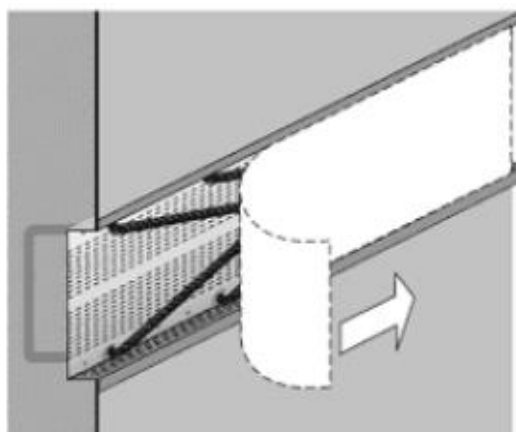
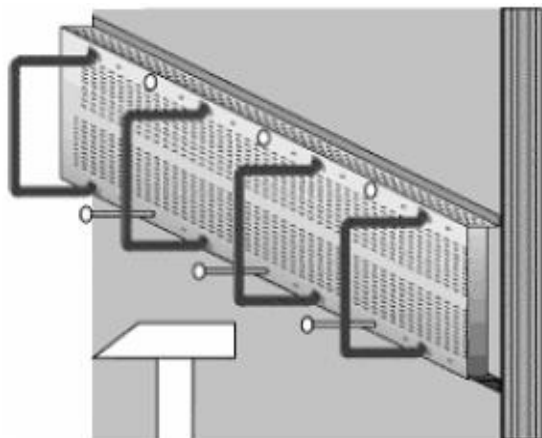


Armování – mechanické spojky

Zmenšují místní hustotu vyztužení. Mohou být spojovány všechny délky, druhy oceli, průměry a kombinace různých průměrů tyčí. Spojky lze umístit na libovolném místě (po konzultaci se statikem).



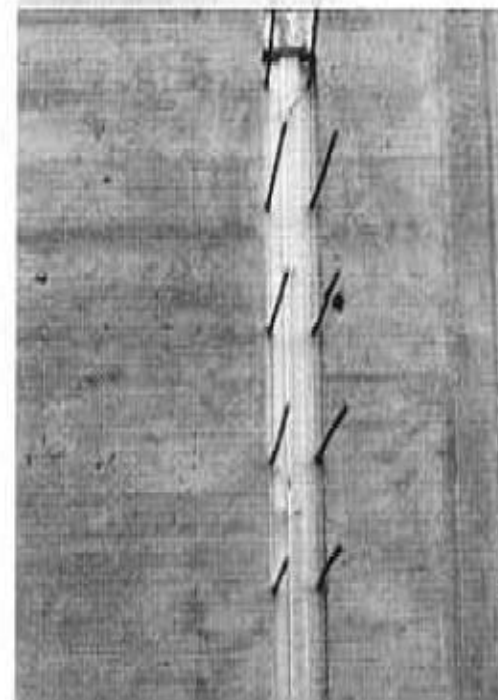
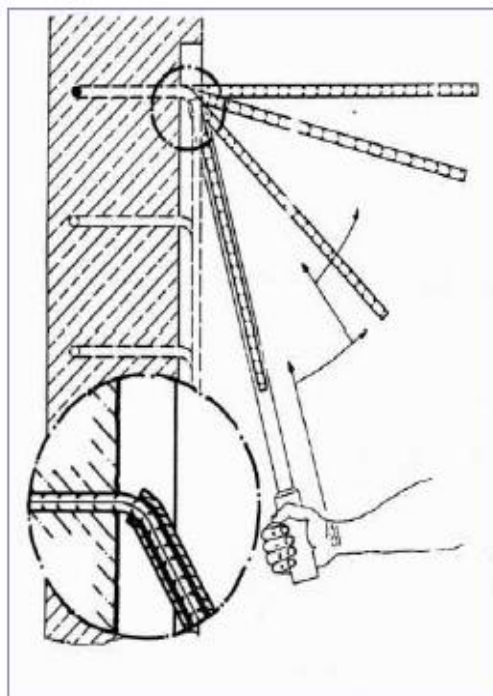
Vylamovací výztuž



1. Upevnit na bednění

2. Zabetonovat

3. Po zatvrdnutí
narovnat výztuž

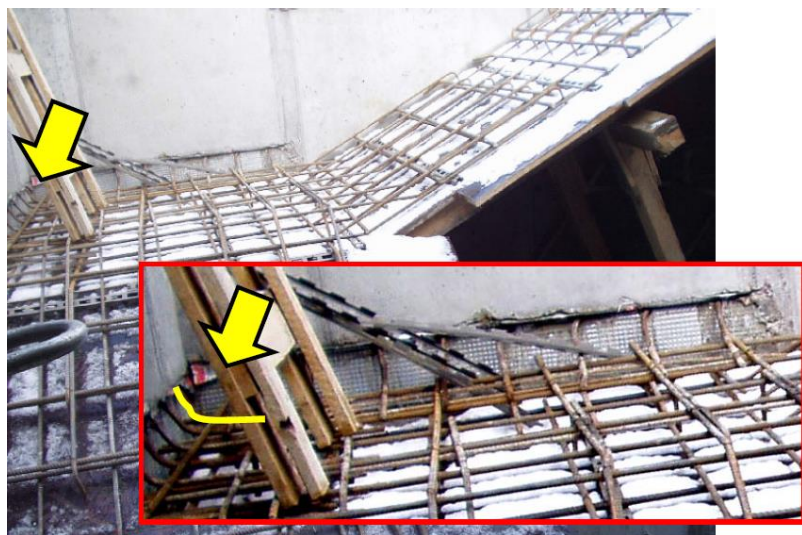
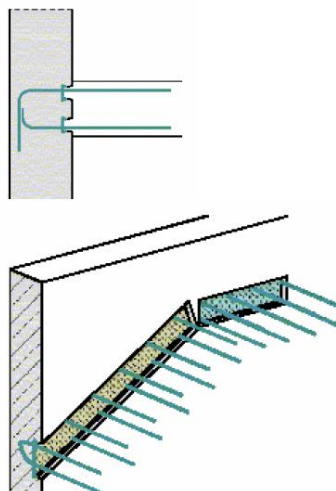


Vylamovací výztuž

▼ Napojení stěn



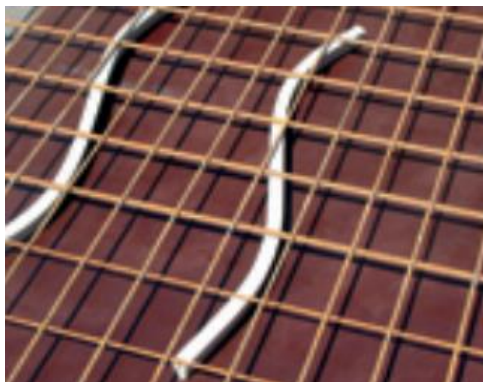
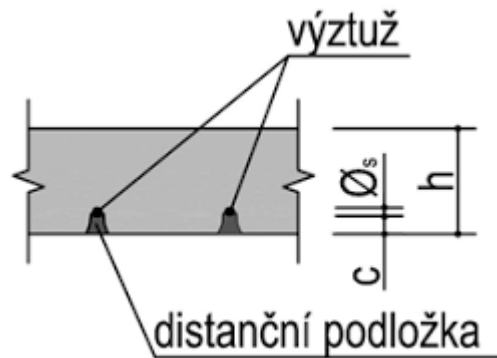
▼ Přikotvení schodiště



◀ Chybné přikotvení schodiště

Krycí vrstva

Krytí je vzdálenost povrchu výztuže od nejbližšího povrchu betonu. Krycí vrstva chrání výztuž proti korozi, vysoké teplotě při požáru a zajišťuje spolupůsobení betonu a výztuže.

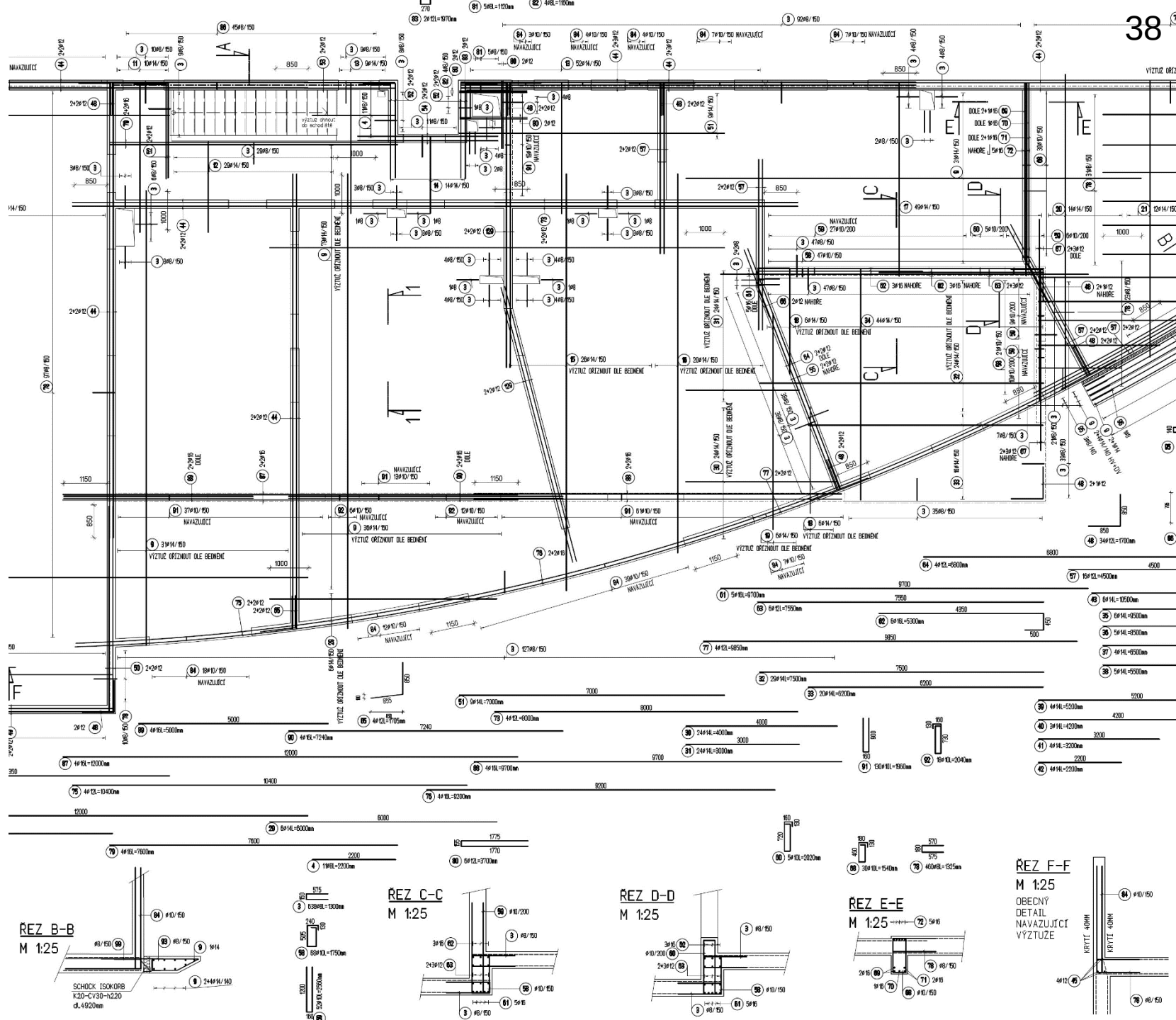


Zásady kladení výztuže

- ✓ Betonářská ocel musí mít před zabetonováním přirozený čistý povrch bez odlupujících se okují, bez mastnoty a nečistot, bez závadného znečištění zatvrdlým cementovým mlékem apod.,
- ✓ jakékoliv nečistoty, které snižují přilnavost a soudržnost ocele a betonu se musí odstranit,
- ✓ výztuž se ukládá do bednění ručně nebo pomocí jeřábu,
- ✓ pro správné výškové umístění výztuže a krytí betonovou vrstvou se využijí distanční tělíška,
- ✓ zhotovenou výztuž je nutno před betonáží zkontrolovat:
 - tvarová přesnost, kompletnost a zabezpečení proti deformacím při provádění dalších prací,
 - po sestavené výztuži se nesmí chodit, ani zde ukládat stavební materiál a těžší stavební pomůcky,
 - pracovní podlahy a plošiny musí mít vlastní pevné podpěry, nesmějí ležet přímo na armaturách.

Zásady kladení výztuže

- ✓ Při ukládání výztuže do bednění je třeba věnovat zvláštní pozornost křížení nosné výztuže, je zde reálné nebezpečí vzniku prázdných dutin nevyplněných betonem,
- ✓ mezery mezi pruty výztuže musí být větší než je 1,5 násobek nejhrubší frakce kameniva v použité betonové směsi,
- ✓ v žádném případě se nesmí používat podlážky z materiálu, který podléhá korozi, nebo způsobuje skvrny na povrchu hotového betonu,
- ✓ tloušťka krycí vrstvy betonu je předepsána v projektové dokumentaci (od 15 do 40 mm v závislosti na stupni prostředí a konstrukční třídě),
- ✓ pro zabezpečení stanovené tloušťky krycí vrstvy betonu se navlékají distanční kroužky na pruty nebo se používají distanční podložky – z PVC, betonové, vlákno-cementové nebo ocelové,
- ✓ stabilizace horních prutů u konzol zavěšením (ve vhodných vzdálenostech se výztuž přiváže drátem na malé nosníky (dřevěné latě), které jsou uloženy na bočnicích bednění).



Předpínací systém

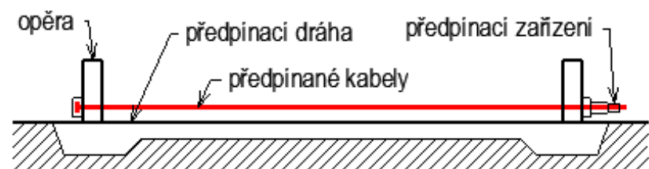
- ✓ Vnesením předpětí do konstrukce je možno eliminovat některé nedostatky železobetonu, zejména jeho náchylnost ke vzniku trhlin,
- ✓ v přepjatém betonu zajišťuje předpětí tlakovou rezervu betonu, která umožňuje betonu přenášet tah,
- ✓ při totožných rozměrech průřezu je tak u přepjaté konstrukce vyšší odolnost proti vzniku trhlin, než u tradiční konstrukce železobetonové,
- ✓ výhodou je zvýšení tuhosti průřezu a jeho odolnost proti vzniku trhlin a zmenšení spotřeby betonu a výztuže, jak hlavní, tak smykové.

Předpínací systém – způsoby

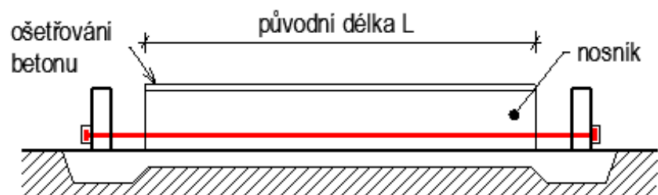
- ✓ Předpínání předem – u výroby prefabrikátů (u předem předpjatého betonu je předpjetí vyvoláno předpínací výztuží, která byla napjata mezi rozpěrami, zabetonována a po zatvrdnutí betonu uvolněna ze spojení s rozpěrami),
- ✓ Předpínání dodatečně – ve staveništních podmínkách (u již vybetonované konstrukce, kde se předpjetí vyvozuje rozepřením napjaté předpínací výztuže o zatvrdlý beton).

Předem předpjatý beton

▼ Princip



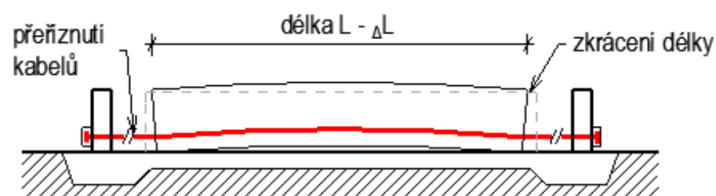
a) napnutí předpinacích kabelů mezi opěrami



b) betonování a ošetřování betonu



c) urychlené tvrdnutí betonu

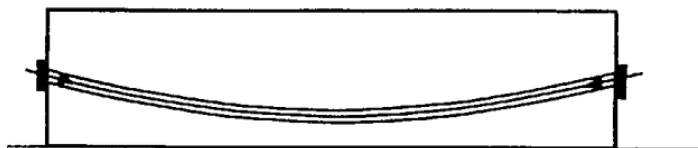
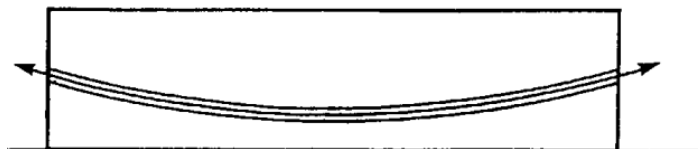
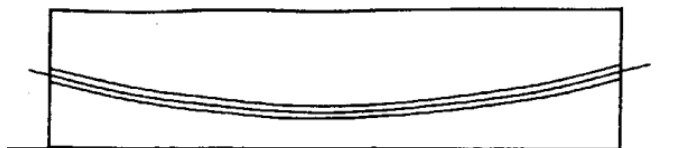


d) transfer předpětí do ztvrdlého betonu



Dodatečně předpjatý beton

▼ Princip



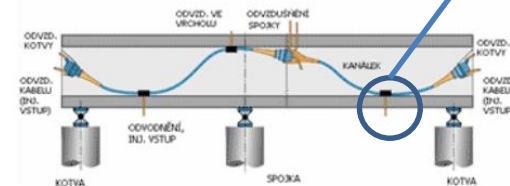
kabel v kanálku
kabel v plastickém obalu
betonáž

po dosažení jisté pevnosti
betonu předepnutí výztuže

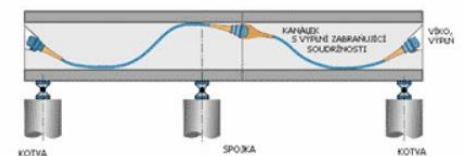
zakotvení výztuže
ochrana proti korozi



SESTAVA PRO KABEL SE SOUDRŽNOSTÍ



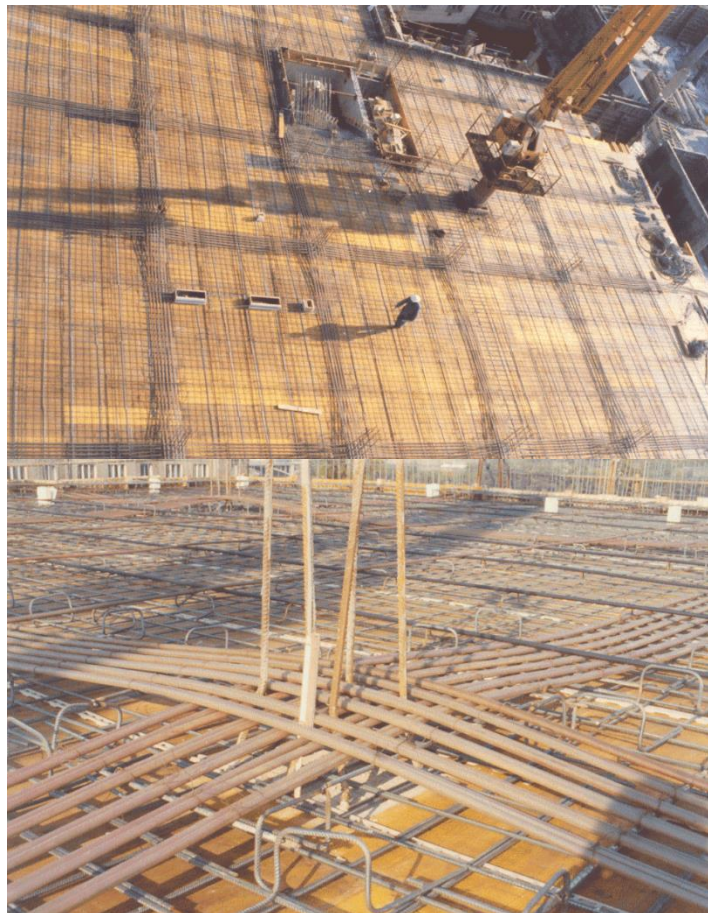
SESTAVA PRO VNITŘNÍ KABEL BEZ SOUDRŽNOSTI



SESTAVA PRO VOLNÝ KABEL (BEZ SOUDRŽNOSTI)

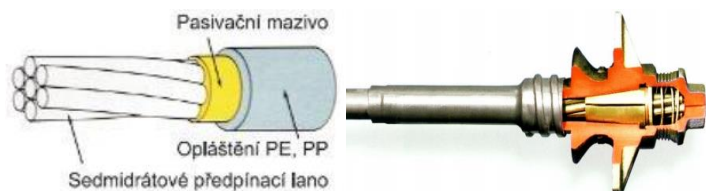
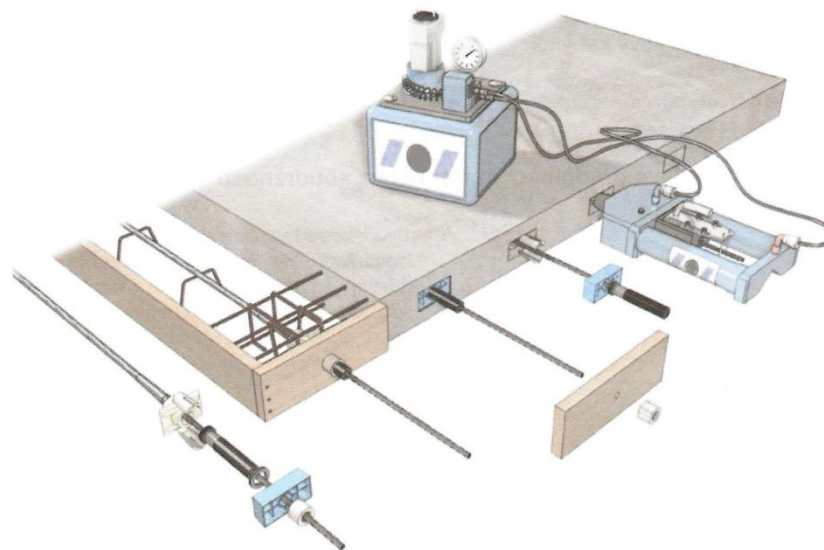


Dodatečně předpjatý beton – bez soudržnosti



Postup:

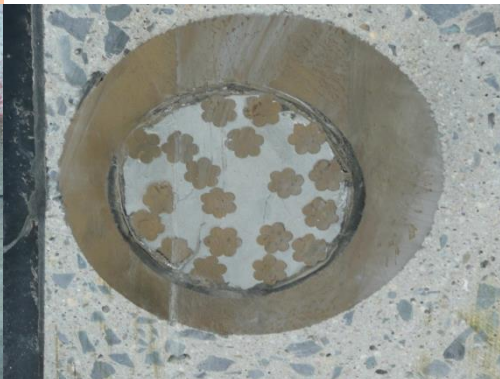
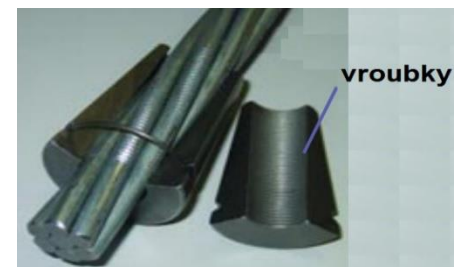
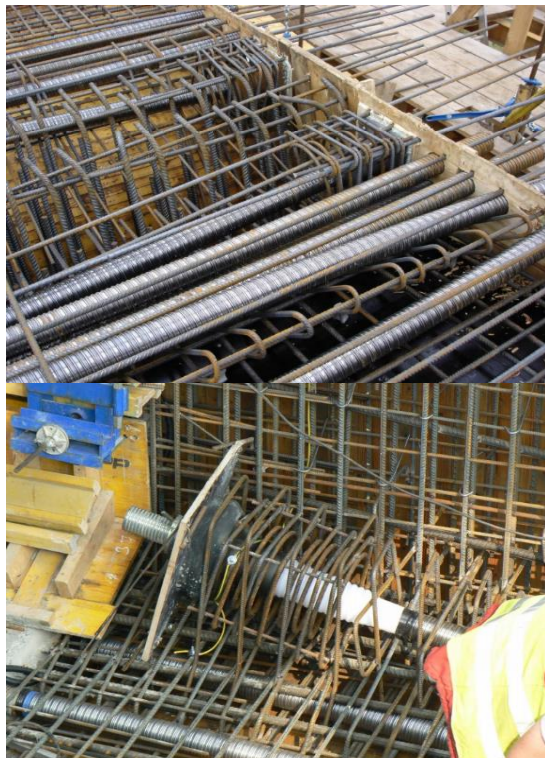
1. Příprava předpínacího lana s kotvou
2. Sestavení bednění, vyztužení konstrukce, vložení lana do konstrukce
3. Betonáž konstrukce a odbednění
4. Napnutí a zakotvení předpínající výztuže
5. Zainjektování kotvy



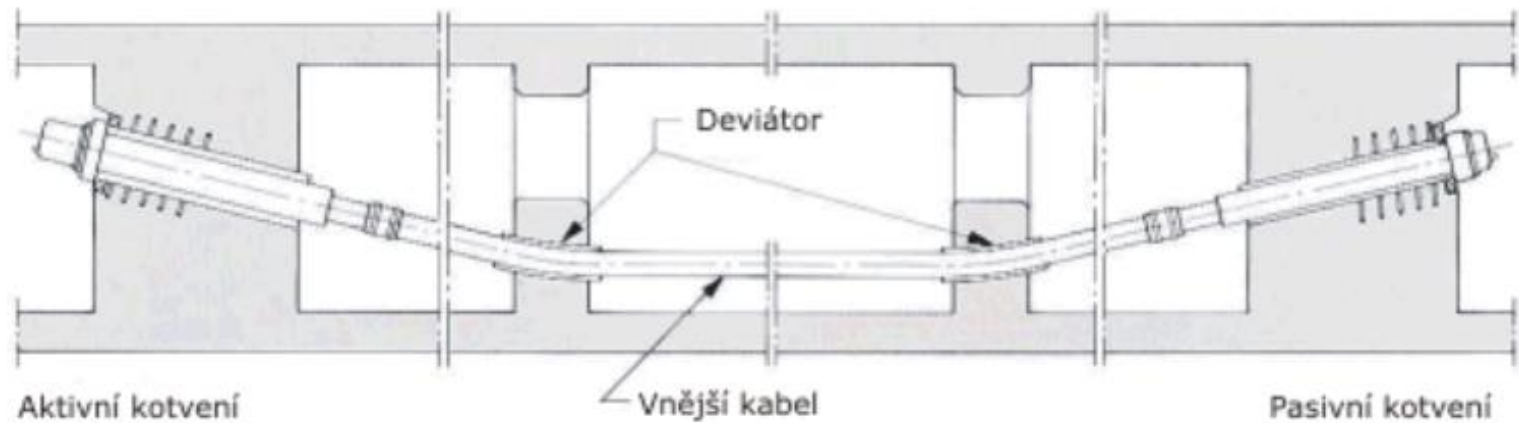
Dodatečně předpjatý beton – se soudržností

Postup:

1. Sestavení bednění
2. Vyztužení konstrukce
3. Osazení trubek pro kanálky a kotev
4. Betonáž konstrukce
5. Instalace předpínací výztuže
6. Napnutí a zakotvení předpínací výztuže
7. Injektáž kanálků



Dodatečně předpjatý beton – volný kabel



Studijní literatura

- ✓ JURÍČEK, Ivan. Technológia stavieb. Hrubá stavba. ISBN 978-80-89228-58-4.
- ✓ DOČKAL, Karel. Technologie staveb I – Modul 4 – Technologie provádění betonových a železobetonových konstrukcí. 2005.
- ✓ LÍZAL, Petr a kol. Technologie stavebních procesů pozemních staveb. Úvod do technologie. Hrubá spodní stavba. ISBN 80-214-2536-9.

Otázky na zkoušku

65. Popište základní zásady armování monolitické železobetonové konstrukce.
66. Popište a schematicky nakreslete provádění prodlužování výztužných prutů železobetonové monolitické konstrukce.
67. Popište a schematicky nakreslete princip vylamovací výztuže.
68. Popište a schematicky nakreslete provádění konstrukce předem předpjatého betonu.
69. Popište a schematicky nakreslete provádění konstrukce z dodatečně předpjatého betonu.

A photograph of a construction site showing a large rectangular area covered with a dense grid of steel reinforcement bars (rebar). A wooden ladder leans against the left side of the grid. Several construction workers in safety gear are visible: two on the left near the ladder, one in the center background, and one on the right. A blue crane is partially visible on the far right. The scene is outdoors with trees in the background.

Děkuji za pozornost