

ZÁKLADY STAVITELSTVÍ

8. Přednáška

Betonové konstrukce

Ing. Tomáš Kadlíček, Ph.D.

OBSAH

- **VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ**
- **PŘEDPJATÝ BETON**

- **VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ**
- **PŘEDPJATÝ BETON**

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

DRUHY BETONÁŘSKÝCH VÝZTUŽÍ:

- Dráty
- Pruty
- Sítě
- Rohože
- Kostry
- Předpínací výztuž

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

DRUHY BETONÁŘSKÝCH VÝZTUŽÍ:

- Dráty
- Pruty
- Sítě
- Rohože
- Kostry
- Předpínací výztuž



Zdroj: fert.cz

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

DRUHY BETONÁŘSKÝCH VÝZTUŽÍ:

- Dráty
- Pruty
- Sítě
- Rohože
- Kostry
- Předpínací výztuž



Zdroj: miosteel.sk



Zdroj: fert.cz

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

DRUHY BETONÁŘSKÝCH VÝZTUŽÍ:

- Dráty
- Pruty
- Sítě
- Rohože
- Kostry
- Předpínací výztuž



Zdroj: miosteel.sk



Zdroj: miosteel.sk



Zdroj: fert.cz

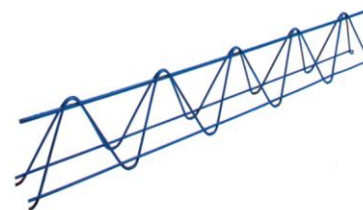
VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

DRUHY BETONÁŘSKÝCH VÝZTUŽÍ:

- Dráty
- Pruty
- Sítě
- Rohože
- Kostry
- Předpínací výztuž



Zdroj: miosteel.sk



Zdroj: fert.cz



Zdroj: miosteel.sk



Zdroj: fert.cz

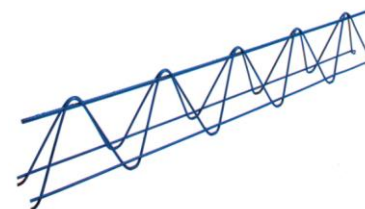
VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

DRUHY BETONÁŘSKÝCH VÝZTUŽÍ:

- Dráty
- Pruty
- Sítě
- Rohože
- Kostry
- Předpínací výztuž



Zdroj: miosteel.sk



Zdroj: fert.cz



Zdroj: miosteel.sk



Zdroj: fert.cz

Ve stavební praxi se pro vyztužování betonových konstrukcí běžně používá tzv. „žebírkovaná“ ocel. Žebírka zlepšují soudržnost betonu a oceli.

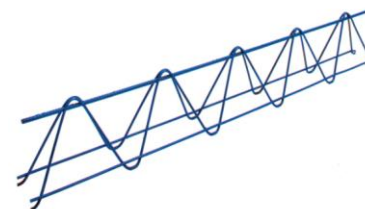
VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

DRUHY BETONÁŘSKÝCH VÝZTUŽÍ:

- Dráty
- Pruty
- Sítě
- Rohože
- Kostry
- Předpínací výztuž



Zdroj: miosteel.sk



Zdroj: fert.cz



Zdroj: miosteel.sk



Zdroj: fert.cz

OZNAČENÍ BETONÁŘSKÝCH VÝZTUŽÍ:

B 500 B

Ve stavební praxi se pro vyztužování betonových konstrukcí běžně používá tzv. „žebírkovaná“ ocel. Žebírka zlepšují soudržnost betonu a ocele.

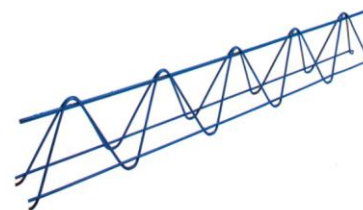
VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

DRUHY BETONÁŘSKÝCH VÝZTUŽÍ:

- Dráty
- Pruty
- Sítě
- Rohože
- Kostry
- Předpínací výztuž



Zdroj: miosteel.sk



Zdroj: fert.cz



Zdroj: miosteel.sk



Zdroj: fert.cz

OZNAČENÍ BETONÁŘSKÝCH VÝZTUŽÍ:

Označení skupiny oceli: B, S, BSt

B 500 B

Ve stavební praxi se pro vyztužování betonových konstrukcí běžně používá tzv. „žebírkovaná“ ocel. Žebírka zlepšují soudržnost betonu a oceli.

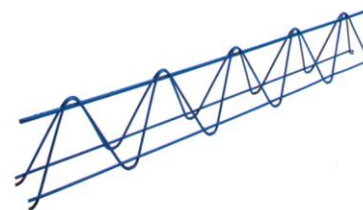
VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

DRUHY BETONÁŘSKÝCH VÝZTUŽÍ:

- Dráty
- Pruty
- Sítě
- Rohože
- Kostry
- Předpínací výztuž



Zdroj: miosteel.sk



Zdroj: fert.cz



Zdroj: miosteel.sk



Zdroj: fert.cz

OZNAČENÍ BETONÁŘSKÝCH VÝZTUŽÍ:

Označení skupiny oceli: B, S, BSt

B 500 B

Charakteristická hodnota meze kluzu f_{yk}

Ve stavební praxi se pro vyztužování betonových konstrukcí běžně používá tzv. „žebírkovaná“ ocel. Žebírka zlepšují soudržnost betonu a oceli.

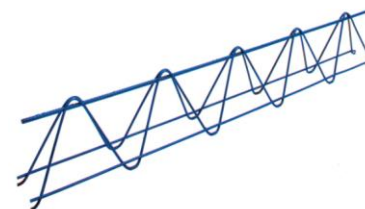
VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

DRUHY BETONÁŘSKÝCH VÝZTUŽÍ:

- Dráty
- Pruty
- Sítě
- Rohože
- Kostry
- Předpínací výztuž



Zdroj: miosteel.sk



Zdroj: fert.cz



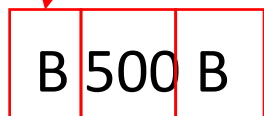
Zdroj: miosteel.sk



Zdroj: fert.cz

OZNAČENÍ BETONÁŘSKÝCH VÝZTUŽÍ:

Označení skupiny oceli: B, S, BSt



Tažnost oceli - deformace dosažená při přetržení:

A – normální $\varepsilon_a = 2,5 \%$

B – vysoká $\varepsilon_a = 5 \%$

C – velmi vysoká $\varepsilon_a = 7,5 \%$

Charakteristická hodnota meze kluzu f_{yk}

Ve stavební praxi se pro vyztužování betonových konstrukcí běžně používá tzv. „žebírkovaná“ ocel. Žebírka zlepšují soudržnost betonu a oceli.

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

KRYCÍ VRSTVA VÝZTUŽE

Beton vytváří v okolí ocelové výztuže velmi zásadité prostředí ($\text{pH} > 12$), které brání její korozi. Ke korozi výztuže dochází již při $\text{pH} = 10$. Působením kyslíčnicku uhličitého a dalších kyselých látek dochází k narušení tohoto prostředí, tzv. **karbonizace betonu**. Vlivem karbonizace dochází ke snížení soudržnosti betonu a výztuže a tím ke snížení jejich vzájemného spolupůsobení.

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

KRYCÍ VRSTVA VÝZTUŽE

Beton vytváří v okolí ocelové výztuže velmi zásadité prostředí ($\text{pH} > 12$), které brání její korozi. Ke korozi výztuže dochází již při $\text{pH} = 10$. Působením kysličníku uhličitého a dalších kyselých látek dochází k narušení tohoto prostředí, tzv. **karbonizace betonu**. Vlivem karbonizace dochází ke snížení soudržnosti betonu a výztuže a tím ke snížení jejich vzájemného spolupůsobení.

Stavební norma ČSN EN 1992-1-1 předepisuje minimální tloušťku krycí vrstvy c_{nom} :

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$$

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

KRYCÍ VRSTVA VÝZTUŽE

Beton vytváří v okolí ocelové výztuže velmi zásadité prostředí ($\text{pH} > 12$), které brání její korozi. Ke korozi výztuže dochází již při $\text{pH} = 10$. Působením kysličníku uhličitého a dalších kyselých látek dochází k narušení tohoto prostředí, tzv. **karbonizace betonu**. Vlivem karbonizace dochází ke snížení soudržnosti betonu a výztuže a tím ke snížení jejich vzájemného spolupůsobení. Stavební norma ČSN EN 1992-1-1 předepisuje minimální tloušťku krycí vrstvy c_{nom} :

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$$

$c_{min,b}$ - minimální tloušťka krycí vrstvy s přihlédnutím k požadavku soudržnosti

$c_{min,b} = \emptyset \text{ mm}$, pokud $D_{max} > 32 \text{ mm} \Rightarrow c_{min,b} = \emptyset + 5 \text{ mm}$

$c_{min,dur}$ - minimální tloušťka krycí vrstvy s přihlédnutím k podmínkám prostředí

$\Delta c_{dur,\gamma}$ - přídatná hodnota z hlediska spolehlivosti

$\Delta c_{dur,st}$ - redukce krycí vrstvy při použití nerezavějící oceli

$\Delta c_{dur,add}$ - redukce krycí vrstvy při použití dodatečné ochrany oceli

Δc_{dev} - možná návrhová odchylka

- pro běžné betonáže $\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$, při přesném betonáži (pref.) $\Delta c_{dev} = 0 \text{ mm}$,
betonáž na podkladní beton $\Delta c_{dev} = 40 \text{ mm}$, betonáž na zeminu $\Delta c_{dev} = 75 \text{ mm}$

VÝZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

KRYCÍ VRSTVA VÝZTUŽE

Označení stupně	Popis prostředí	Informativní příklady výskytu stupně prostředí
1 Bez nebezpečí koroze nebo napadení		
X0	pro beton bez výztuže nebo zabudovaných kovových vložek: – všechny vlivy s výjimkou střídavého působení mrazu a rozmrazování, obrusu nebo chemicky agresivního prostředí pro beton s výztuží nebo zabudovanými kovovými vložkami: – velmi suché	beton uvnitř budov s velmi nízkou vlhkostí vzduchu
2 Koroze vyvolaná karbonatací		
XC1	suché nebo stále mokré	beton uvnitř budov s nízkou vlhkostí vzduchu; beton trvale ponořený ve vodě
XC2	mokré, občas suché	povrchy betonů vystavených dlouhodobému působení vody; většina základů
XC3	středně vlhké	beton uvnitř budov se střední nebo velkou vlhkostí vzduchu; venkovní beton chráněný proti dešti
XC4	střídavě mokré a suché	povrchy betonů ve styku s vodou, které nejsou zahrnuty ve stupni vlivu prostředí XC2

Zdroj: ČSN EN 1992

Požadavek prostředí pro $c_{min,dur}$ (mm)							
Třída konstrukce	Stupeň vlivu prostředí podle tabulky 4.1						
	X0	XC1	XC2/XC3	XC4	XD1 / XS1	XD2/XS2	XD3/XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

Zdroj: ČSN EN 1992

Označení stupně	Popis prostředí	Informativní příklady výskytu stupně prostředí
3 Koroze vyvolaná chloridy		
XD1	středně vlhké	povrchy betonů vystavených chloridům rozptýleným ve vzduchu
XD2	mokré, občas suché	plavecké bazény; betonové prvky vystavené působení průmyslových vod obsahujících chloridy
XD3	střídavě mokré a suché	části mostů vystavených postřikům obsahujícím chloridy; vozovky; betonové povrchy parkovišť
4 Koroze vyvolaná chloridy z mořské vody		
XS1	vystavení slanému vzduchu, ale ne v přímém styku s mořskou vodou	konstrukce blízko mořského pobřeží nebo na pobřeží
XS2	trvalé ponoření do vody	části námořních konstrukcí
XS3	smáčení a ostříkávání přílivem	části námořních konstrukcí
5 Střídavé působení mrazu a rozmrazování (mrazové cykly)		
XF1	středně nasycené vodou bez rozmrazovacích prostředků	svislé betonové povrchy vystavené dešti a mrazu
XF2	středně nasycené vodou s rozmrazovacími prostředky	svislé betonové povrchy konstrukcí pozemních komunikací vystavené mrazu a rozmrazovacím prostředkům rozptýleným ve vzduchu
XF3	značně nasycené vodou bez rozmrazovacích prostředků	vodorovné betonové povrchy vystavené dešti a mrazu
XF4	značně nasycené vodou s rozmrazovacími prostředky nebo mořskou vodou	vozovky a mostovky vystavené rozmrazovacím prostředkům; betonové povrchy vystavené přímému ostříku rozmrazovacími prostředky a mrazu; smáčené části námořních konstrukcí vystavených mrazu
6 Chemické působení		
XA1	slabě agresivní chemické prostředí podle EN 206-1, tabulka 2	přírodní zemina a podzemní voda
XA2	středně agresivní chemické prostředí podle EN 206-1, tabulka 2	přírodní zemina a podzemní voda
XA3	vysoce agresivní chemické prostředí podle EN 206-1, tabulka 2	přírodní zemina a podzemní voda

Zdroj: ČSN EN 1992

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

Navrhované krytí výztuže musí být bezpodmínečně dodrženo. Velikosti krytí výztuže je zajištěna pomocí distančních prvků:



Distanční kroužek

Zdroj: valme.cz

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

Navrhované krytí výztuže musí být bezpodmínečně dodrženo. Velikosti krytí výztuže je zajištěna pomocí distančních prvků:



Distanční kroužek

Zdroj: valme.cz



Distanční lišta

Zdroj: miosteel.sk

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

Navrhované krytí výztuže musí být bezpodmínečně dodrženo. Velikosti krytí výztuže je zajištěna pomocí distančních prvků:



Distanční kroužek

Zdroj: valme.cz



Distanční lišta

Zdroj: miosteel.sk



Distanční podložka

Zdroj: armogroup.cz

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

Navrhované krytí výztuže musí být bezpodmínečně dodrženo. Velikosti krytí výztuže je zajištěna pomocí distančních prvků:



Distanční kroužek

Zdroj: valme.cz



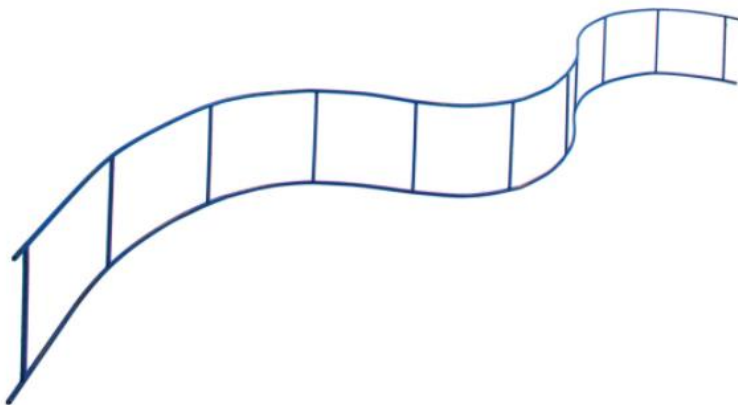
Distanční lišta

Zdroj: miosteel.sk



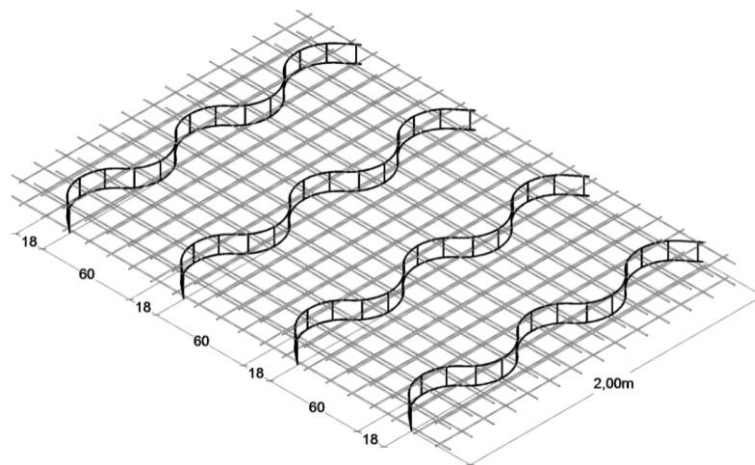
Distanční podložka

Zdroj: armogroup.cz



Distanční had/žebřík

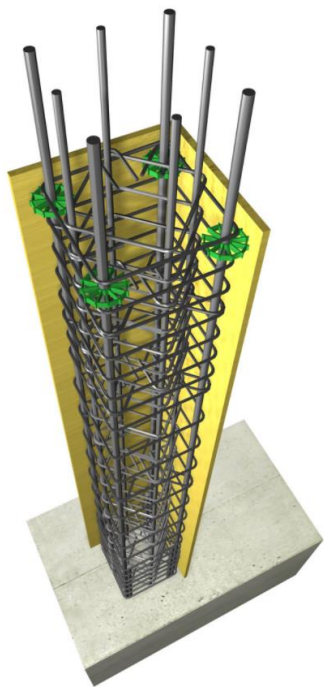
Zdroj: fert.cz/



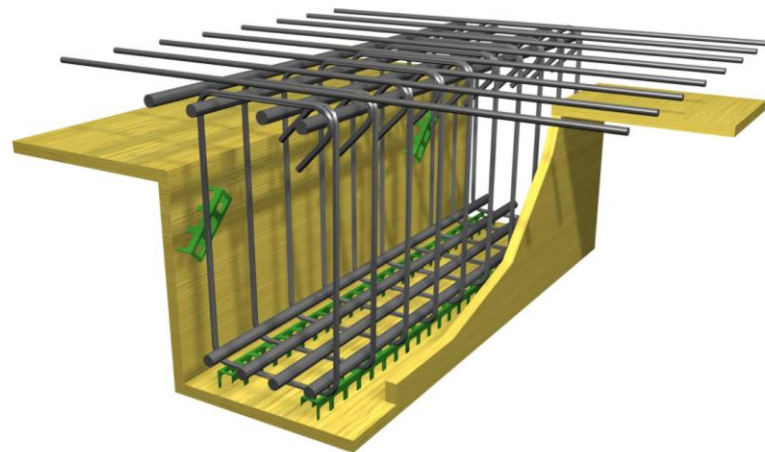
Osazení distančního hada

Zdroj: fert.cz/

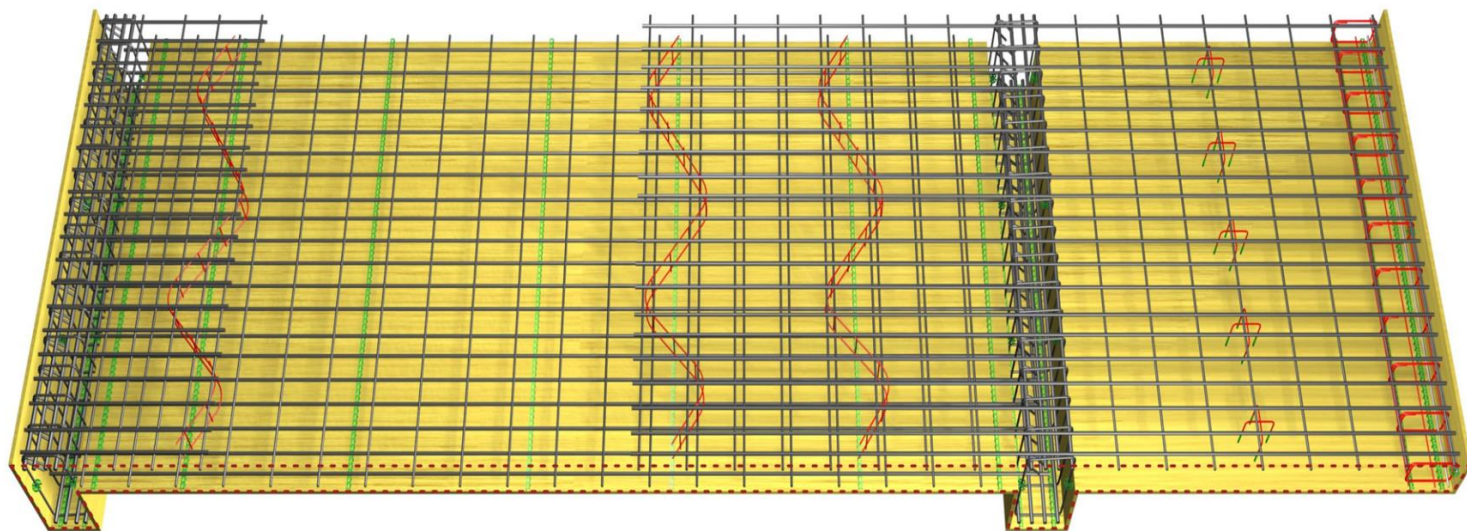
VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ



Zdroj: debug.pi.gr



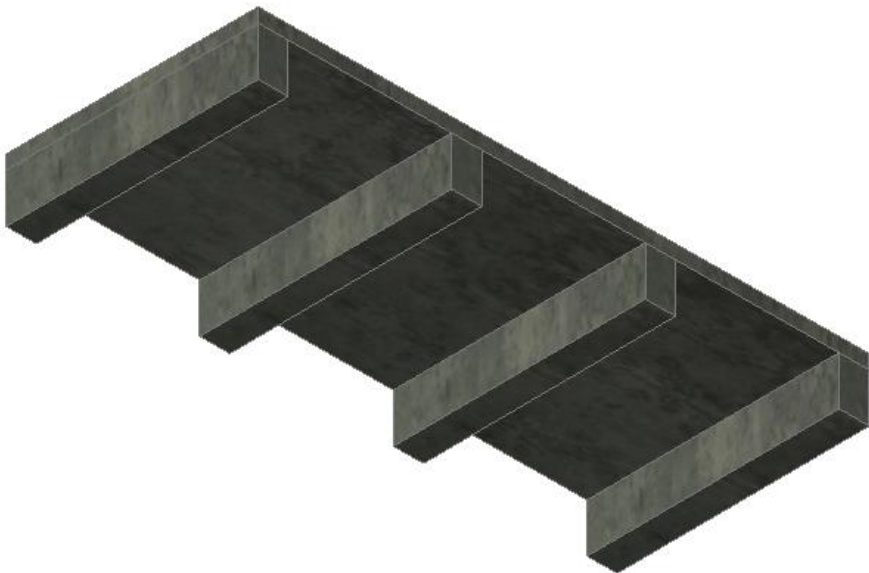
Zdroj: debug.pi.gr



Zdroj: debug.pi.gr

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

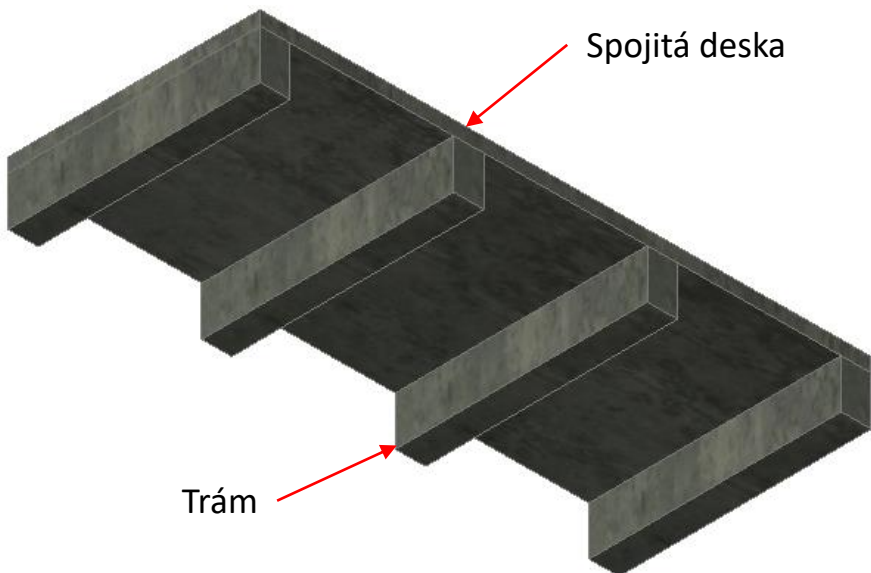
VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP

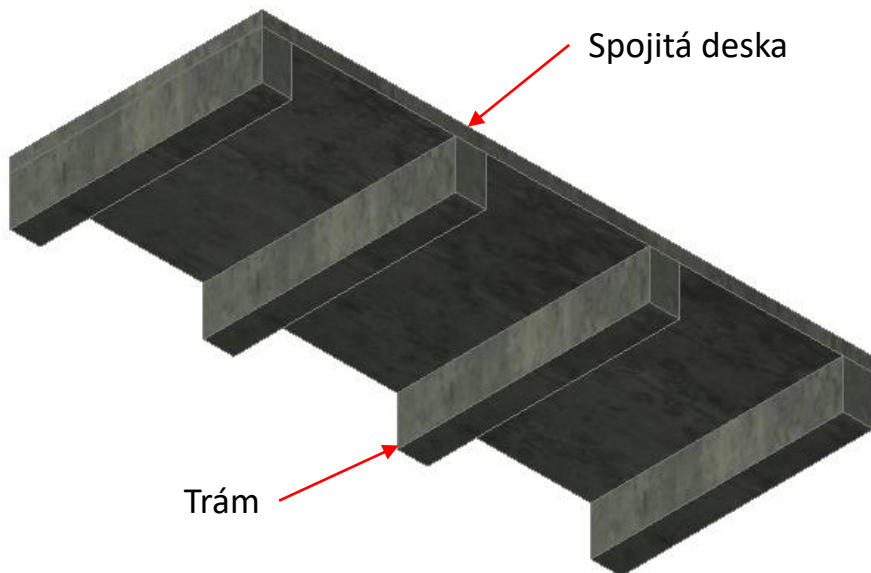
SPOJITÁ DESKA



TRÁM

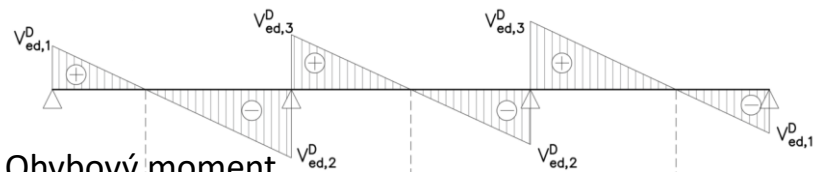
VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP

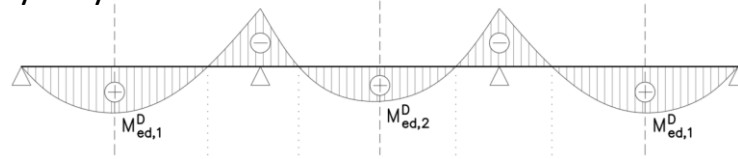


SPOJITÁ DESKA

Posouvající síla



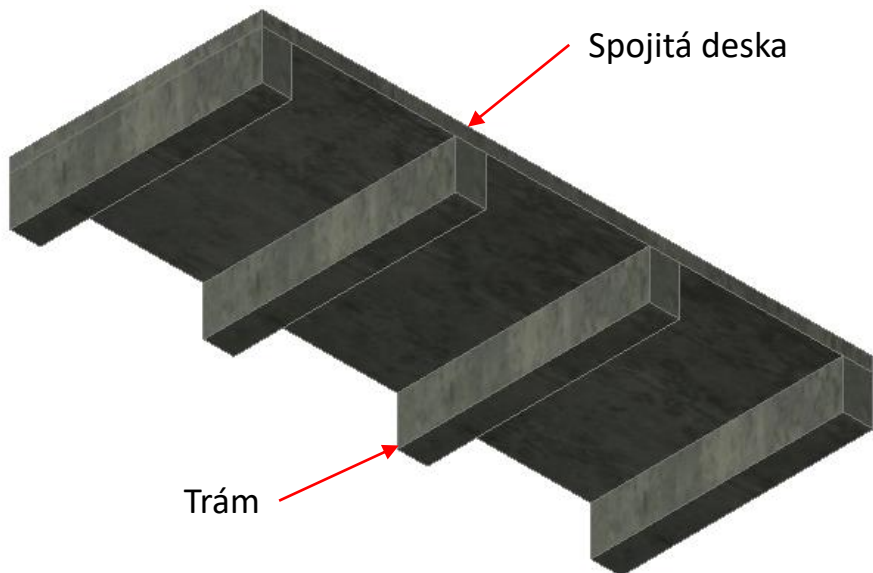
Ohybový moment



TRÁM

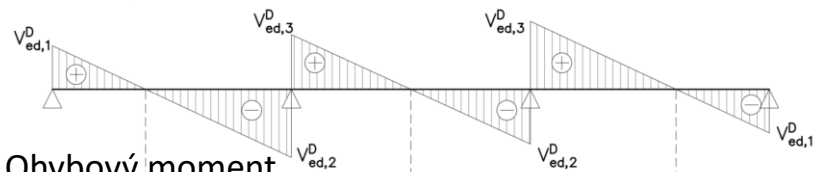
VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP

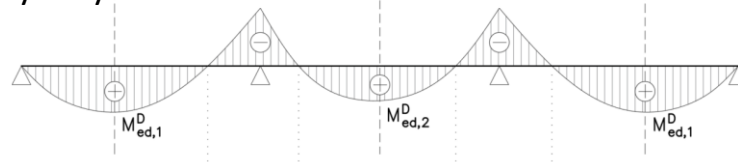


SPOJITÁ DESKA

Posouvající síla

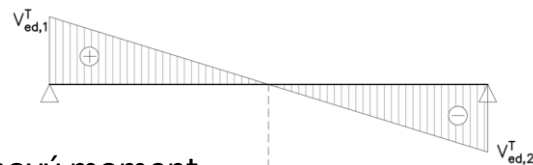


Ohybový moment

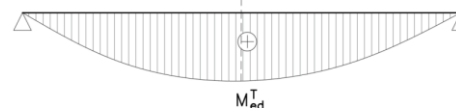


TRÁM

Posouvající síla

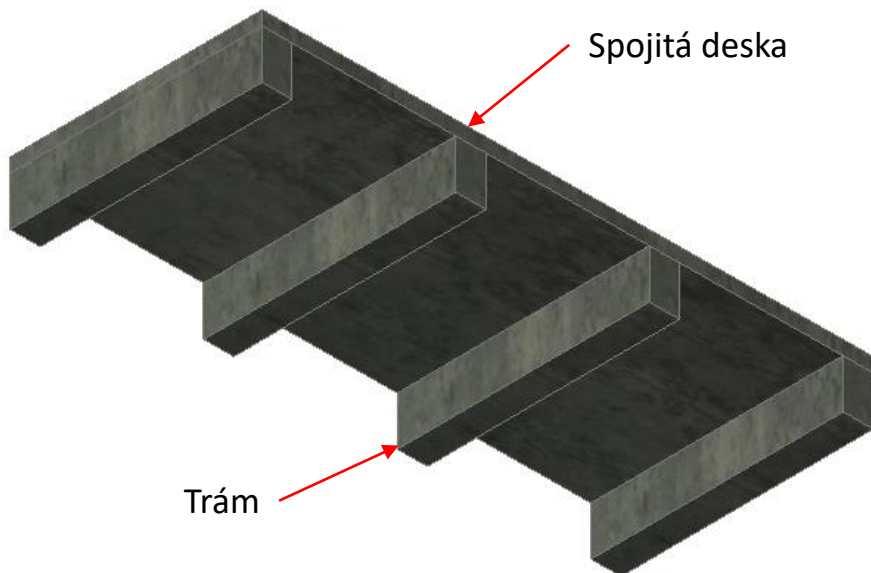


Ohybový moment



VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

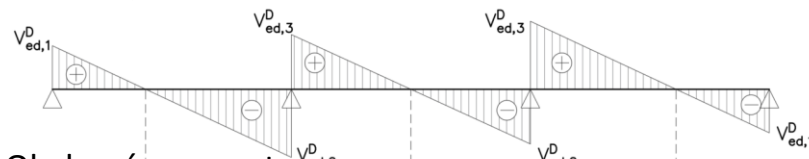
VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



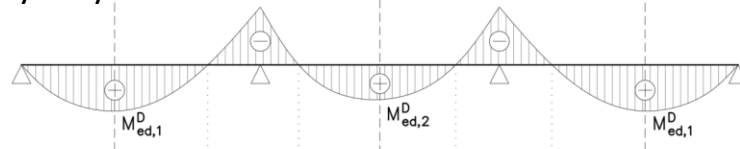
Výztuž přenáší tahová napětí vznikající v betonu, proto se umísťuje na stranu **tažených vláken**.

SPOJITÁ DESKA

Posouvající síla

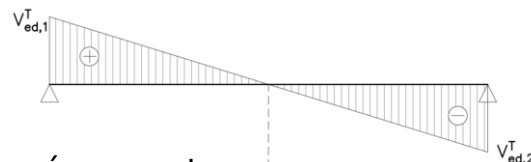


Ohybový moment

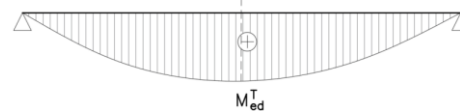


TRÁM

Posouvající síla

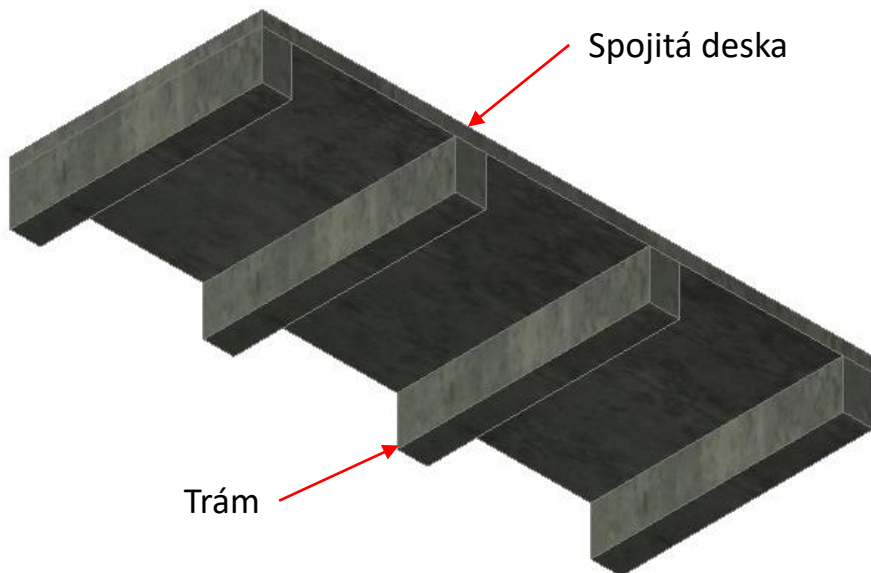


Ohybový moment



VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

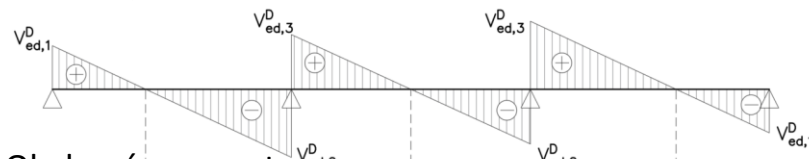
VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



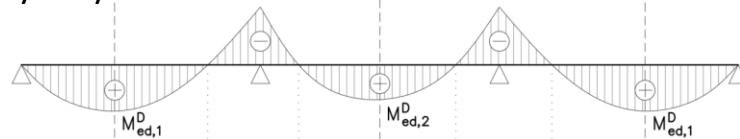
Výztuž přenáší tahová napětí vznikající v betonu, proto se umísťuje na stranu **tažených vláken**.

SPOJITÁ DESKA

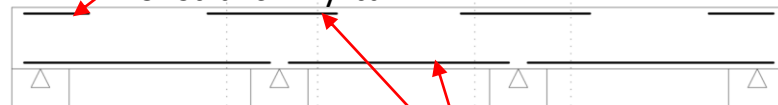
Posouvající síla



Ohybový moment

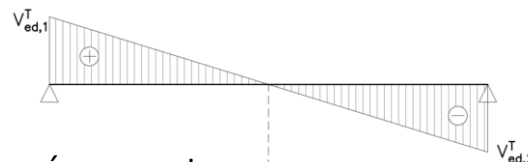


Konstrukční výztuž

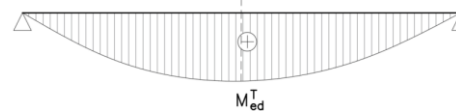


TRÁM

Posouvající síla

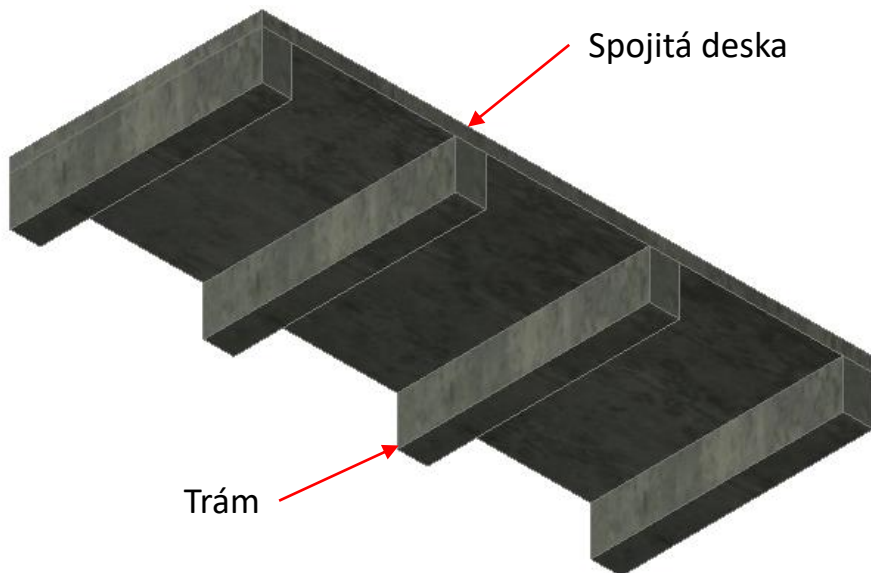


Ohybový moment



VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



Výztuž přenáší tahová napětí vznikající v betonu, proto se umísťuje na stranu **tažených vláken**.

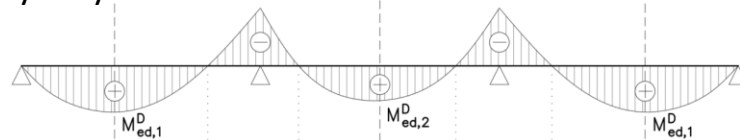
Posouvající síly u desek spolehlivě přeneše ohybová výztuž. U úzkých konstrukcí jako jsou trámy je třeba použít smykovou výztuž, tzv. třmínky.

SPOJITÁ DESKA

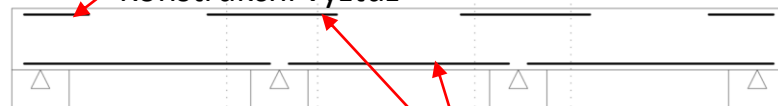
Posouvající síla



Ohybový moment

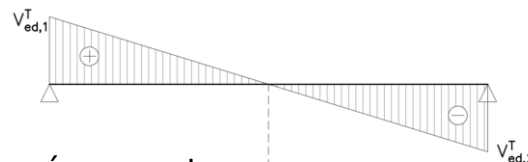


Konstrukční výztuž

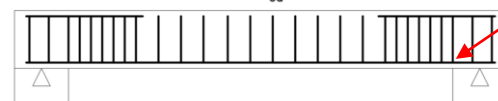
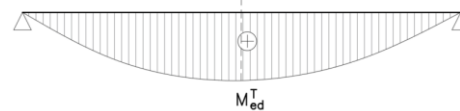


TRÁM

Posouvající síla



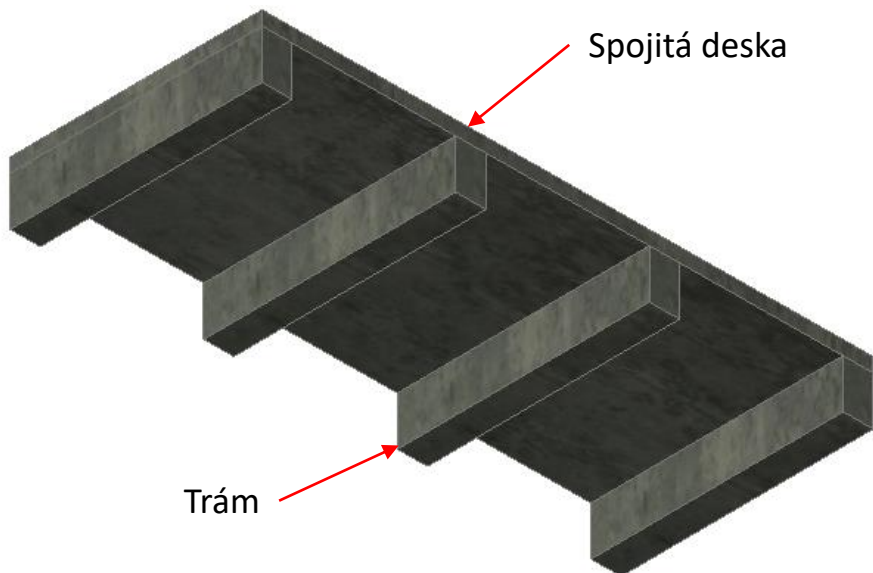
Ohybový moment



Ohybová výztuž

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



Výztuž přenáší tahová napětí vznikající v betonu, proto se umísťuje na stranu **tažených vláken**.

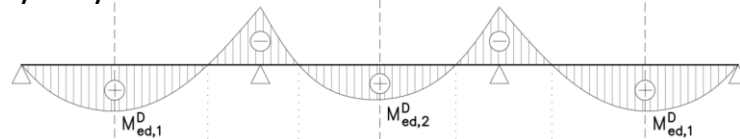
Posouvající síly u desek spolehlivě přenesou ohybová výztuž. U úzkých konstrukcí jako jsou trámy je třeba použít smykovou výztuž, tzv. třmínky.

SPOJITÁ DESKA

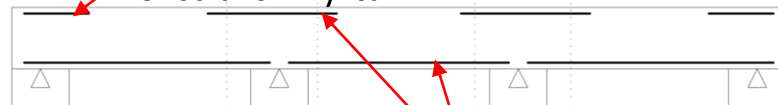
Posouvající síla



Ohybový moment

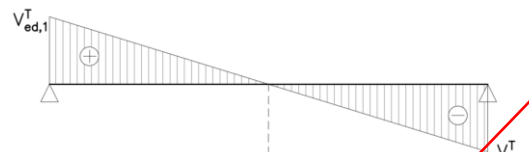


Konstrukční výztuž

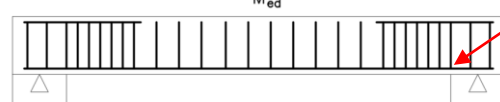
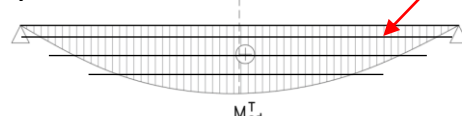


TRÁM

Posouvající síla



Ohybový moment



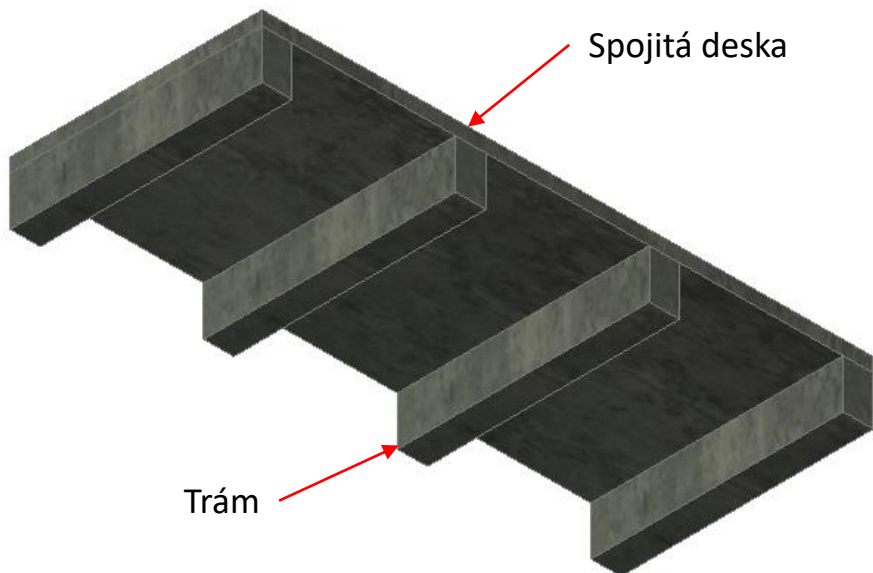
Ohybová výztuž

Pozn.:

V případě velkých zatížení se optimalizuje délka výztuže tak, aby docházelo k jejímu maximálnímu využití a úspoře materiálu.

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



Výztuž přenáší tahová napětí vznikající v betonu, proto se umísťuje na stranu **tažených vláken**.

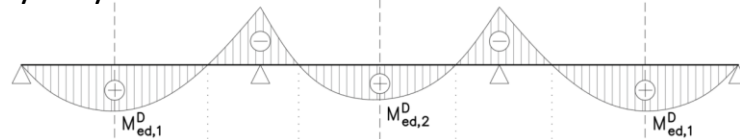
Posouvající síly u desek spolehlivě přenesou ohybová výztuž. U úzkých konstrukcí jako jsou trámy je třeba použít smykovou výztuž, tzv. třmínky.

SPOJITÁ DESKA

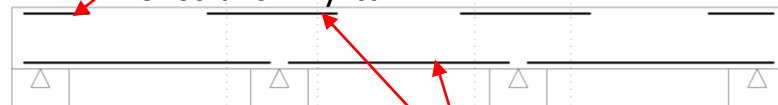
Posouvající síla



Ohybový moment

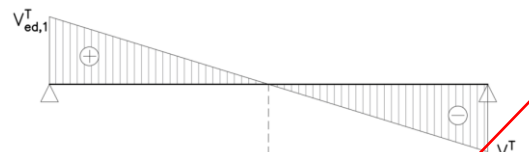


Konstrukční výztuž

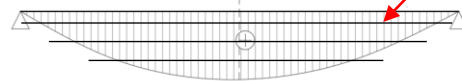


TRÁM

Posouvající síla



Ohybový moment



Konstrukční výztuž



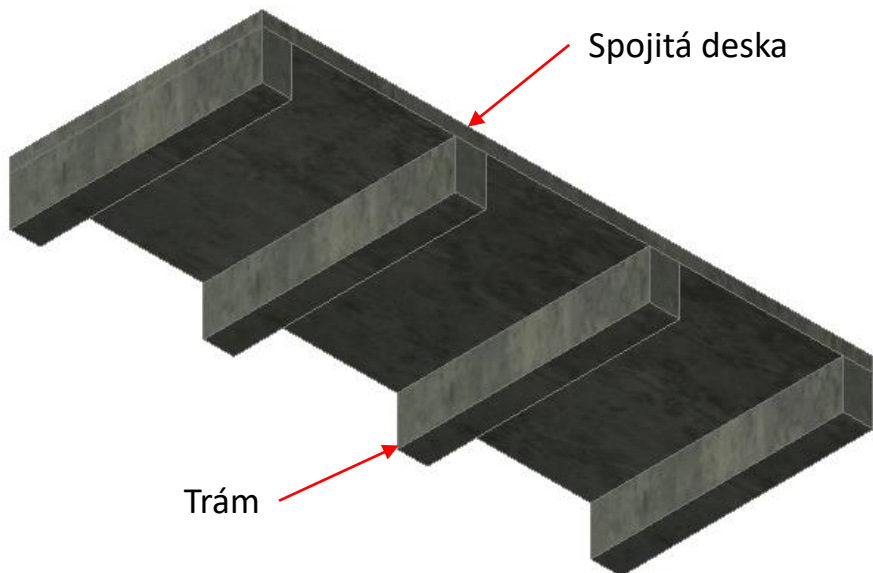
Ohybová výztuž

Pozn.:

V případě velkých zatížení se optimalizuje délka výztuže tak, aby docházelo k jejímu maximálnímu využití a úspoře materiálu.

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



Výztuž přenáší tahová napětí vznikající v betonu, proto se umísťuje na stranu **tažených vláken**.

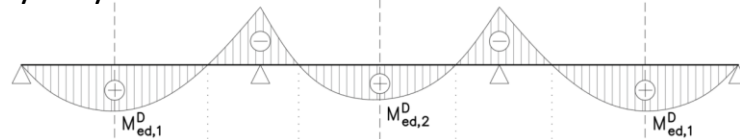
Posouvající síly u desek spolehlivě přenesou ohybová výztuž. U úzkých konstrukcí jako jsou trámy je třeba použít smykovou výztuž, tzv. třmínky.

SPOJITÁ DESKA

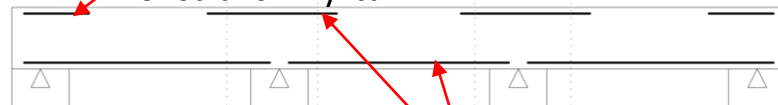
Posouvající síla



Ohybový moment

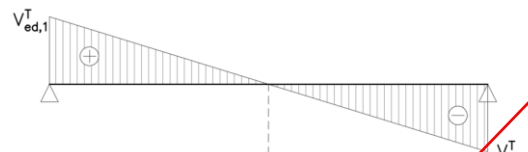


Konstrukční výztuž

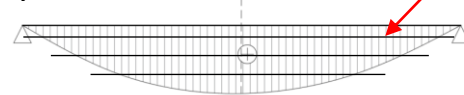


TRÁM

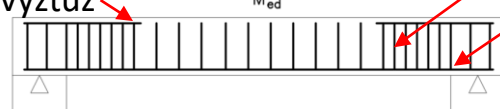
Posouvající síla



Ohybový moment



Konstrukční výztuž



Ohybová výztuž

Pozn.:

V případě velkých zatížení se optimalizuje délka výztuže tak, aby docházelo k jejímu maximálnímu využití a úspoře materiálu.

Smyková výztuž

Ohybová výztuž

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP

Pomocná výztuž/Nosná tlaková výztuž

Nosná tahová výztuž

Rozdělovací výztuž výztuž

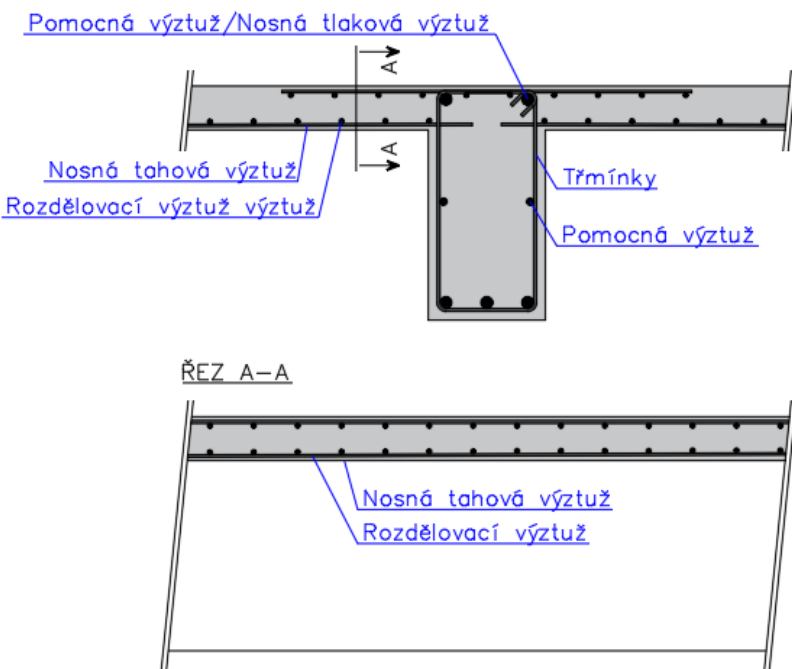
Třmínky

Pomocná výztuž

ŘEZ A-A

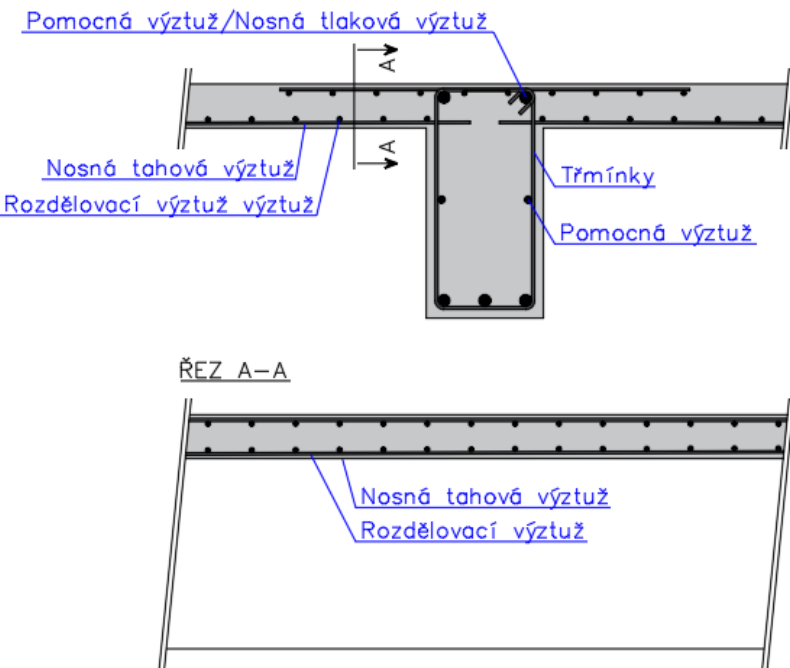
Nosná tahová výztuž

Rozdělovací výztuž



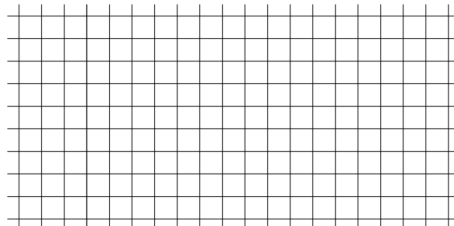
VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



TAHOVÁ A ROZDĚLOVACÍ VÝZTUŽ (DESKA)

U desek lze místo individuálních prutů provést vyztužení sítěmi.
 $\emptyset < 16 \text{ mm}$



VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP

Pomocná výztuž/Nosná tlaková výztuž

Nosná tahová výztuž

Rozdělovací výztuž výztuž

Třmínky

Pomocná výztuž

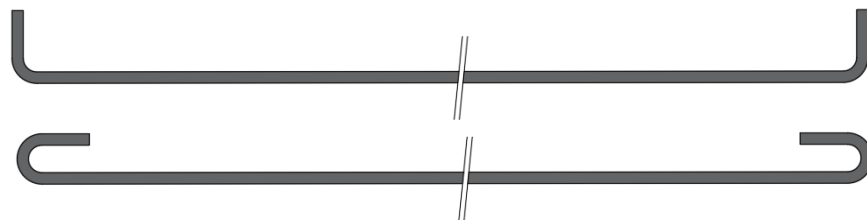
ŘEZ A-A

Nosná tahová výztuž

Rozdělovací výztuž

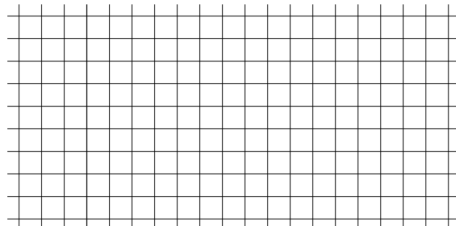
NOSNÁ TAHOVÁ VÝZTUŽ S OHYBEM (TRÁM)

Tahová výztuž silně namáhaných konstrukcí se zakončuje ohybem pro zvýšení soudržnosti s betonem. Příklady dvou ohybů jsou ukázány níže. Průměr prutů je větších průměrů $\varnothing > 16$ mm.



TAHOVÁ A ROZDĚLOVACÍ VÝZTUŽ (DESKA)

U desek lze místo individuálních prutů provést vyztužení sítěmi.
 $\varnothing < 16$ mm



VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP

Pomocná výztuž/Nosná tlaková výztuž

Nosná tahová výztuž

Rozdělovací výztuž/výztuž

Třmínky

Pomocná výztuž

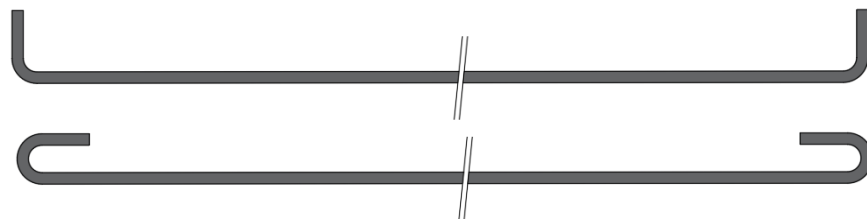
ŘEZ A-A

Nosná tahová výztuž

Rozdělovací výztuž

NOSNÁ TAHOVÁ VÝZTUŽ S OHYBEM (TRÁM)

Tahová výztuž silně namáhaných konstrukcí se zakončuje ohybem pro zvýšení soudržnosti s betonem. Příklady dvou ohybů jsou ukázány níže. Průměr prutů je větších průměrů $\varnothing > 16 \text{ mm}$.



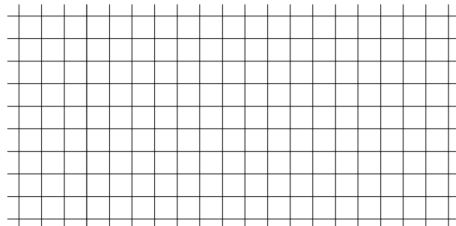
POMOCNÁ VÝZTUŽ

Nejedná se o nosnou výztuž. Slouží k navázání dalších výztuží a dodržení rozteče. $\varnothing < 16 \text{ mm}$



TAHOVÁ A ROZDĚLOVACÍ VÝZTUŽ (DESKA)

U desek lze místo individuálních prutů provést vyztužení sítěmi.
 $\varnothing < 16 \text{ mm}$



VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP

Pomocná výztuž/Nosná tlaková výztuž

Nosná tahová výztuž

Rozdělovací výztuž výztuž

Třmínky

Pomocná výztuž

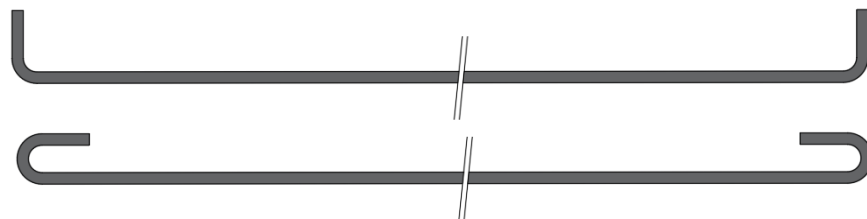
ŘEZ A-A

Nosná tahová výztuž

Rozdělovací výztuž

NOSNÁ TAHOVÁ VÝZTUŽ S OHYBEM (TRÁM)

Tahová výztuž silně namáhaných konstrukcí se zakončuje ohybem pro zvýšení soudržnosti s betonem. Příklady dvou ohybů jsou ukázány níže. Průměr prutů je větších průměrů $\varnothing > 16 \text{ mm}$.



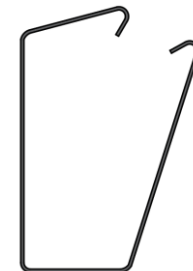
POMOCNÁ VÝZTUŽ

Nejedná se o nosnou výztuž. Slouží k navázání dalších výztuží a dodržení rozteče. $\varnothing < 16 \text{ mm}$



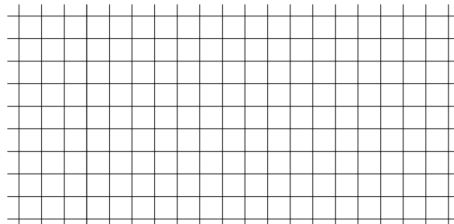
TŘMÍNKOVÁ VÝZTUŽ

Jedná se o výztuž přenášející smykový napětí. **Nosnou tahovou výztuž objímá z vnější strany.** Brání vybočení tlaková výztuže.
 $6 \text{ mm} < \varnothing < 12 \text{ mm}$



TAHOVÁ A ROZDĚLOVACÍ VÝZTUŽ (DESKA)

U desek lze místo individuálních prutů provést vyztužení sítěmi.
 $\varnothing < 16 \text{ mm}$



VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

OHYBOVÁ VÝZTUŽ – přenáší ohybové momenty v poli a nad podporami. Kvůli částečnému vetknutí se $1/3 - 1/2$ výztuže musí umístit při horním povrchu desky. To je možné pomocí ohybů pod sklonem cca 45° nebo umístěním další výztuže. Pro vykrytí záporných momentů nad podporami sahá výztuž minimálně do $1/4$ délky pole nebo se její délka ověřuje výpočtem. Kotevní délka výztuže se určuje výpočtem, avšak minimálně 100mm nebo $10\emptyset$.

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

OHYBOVÁ VÝZTUŽ – přenáší ohybové momenty v poli a nad podporami. Kvůli částečnému vetknutí se $1/3 - 1/2$ výztuže musí umístit při horním povrchu desky. To je možné pomocí ohybů pod sklonem cca 45° nebo umístěním další výztuže. Pro vykrytí záporných momentů nad podporami sahá výztuž minimálně do $1/4$ délky pole nebo se její délka ověřuje výpočtem. Kotevní délka výztuže se určuje výpočtem, avšak minimálně 100mm nebo $10\varnothing$.

SMYKOVÁ VÝZTUŽ – přenáší smykové síly působící v místě průřezu, většinou přímými nebo šikmými třmínky.

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

OHYBOVÁ VÝZTUŽ – přenáší ohybové momenty v poli a nad podporami. Kvůli částečnému vetknutí se $1/3 - 1/2$ výztuže musí umístit při horním povrchu desky. To je možné pomocí ohybů pod sklonem cca 45° nebo umístěním další výztuže. Pro vykrytí záporných momentů nad podporami sahá výztuž minimálně do $1/4$ délky pole nebo se její délka ověřuje výpočtem. Kotevní délka výztuže se určuje výpočtem, avšak minimálně 100mm nebo $10\varnothing$.

SMYKOVÁ VÝZTUŽ – přenáší smykové síly působící v místě průřezu, většinou příkými nebo šikmými třmínky.

ROZDĚLOVACÍ VÝZTUŽ – Musí přenést minimálně 20% ohybového momentu v poli. Její plocha je odpovídat minimálně 25% plochy nosné ohybové výztuže. Pomáhá roznášet bodová zatížení do větší vzdálenosti, drží nosnou výztuž ve správné poloze, zachycuje napětí vzniklá působením teplot a smrštěním betonu.

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

OHYBOVÁ VÝZTUŽ – přenáší ohybové momenty v poli a nad podporami. Kvůli částečnému vetknutí se $1/3 - 1/2$ výztuže musí umístit při horním povrchu desky. To je možné pomocí ohybů pod sklonem cca 45° nebo umístěním další výztuže. Pro vykrytí záporných momentů nad podporami sahá výztuž minimálně do $1/4$ délky pole nebo se její délka ověřuje výpočtem. Kotevní délka výztuže se určuje výpočtem, avšak minimálně 100mm nebo $10\varnothing$.

SMYKOVÁ VÝZTUŽ – přenáší smykové síly působící v místě průřezu, většinou příkými nebo šikkými třmínky.

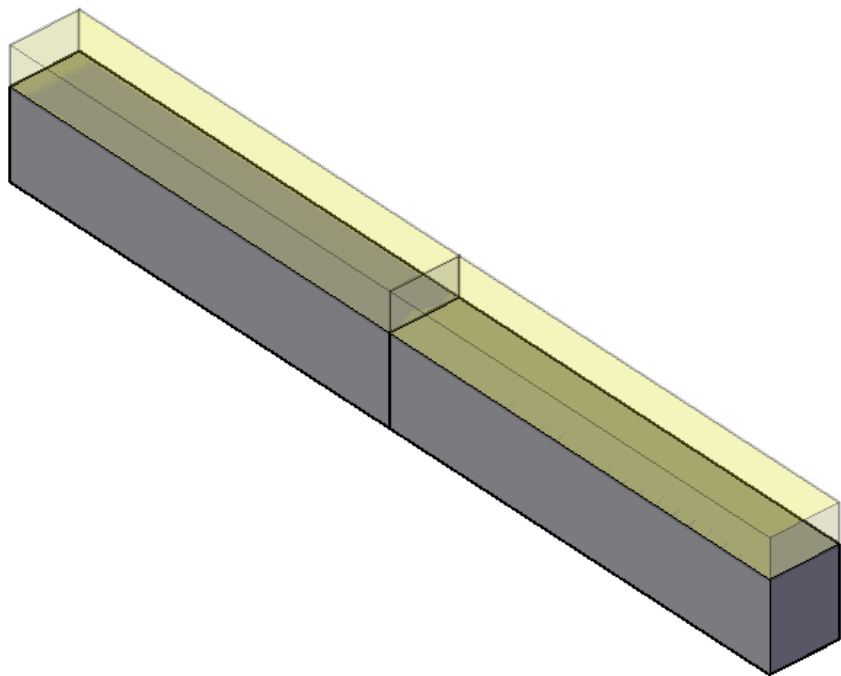
ROZDĚLOVACÍ VÝZTUŽ – Musí přenést minimálně 20% ohybového momentu v poli. Její plocha je odpovídat minimálně 25% plochy nosné ohybové výztuže. Pomáhá roznášet bodová zatížení do větší vzdálenosti, drží nosnou výztuž ve správné poloze, zachycuje napětí vzniklá působením teplot a smrštěním betonu.

POMOCNÁ VÝZTUŽ

- **KONSTRUKČNÍ VÝZTUŽ** - výztuž, kterou není nutné přímo navrhovat, avšak její rozmístění se řídí konstrukčními zásadami, Např. výztuž přenášející záporné momenty nad podporami v případě částečného vetknutí, výztuž proti nadzdvihávání okrajů.
- **POVRCHOVÁ VÝZTUŽ** – výztuž použitá proti odštěpování betonu.
- **MONTÁŽNÍ VÝZTUŽ** – výztuž použitá během vyztužování, např. pro kotvení třmínků.

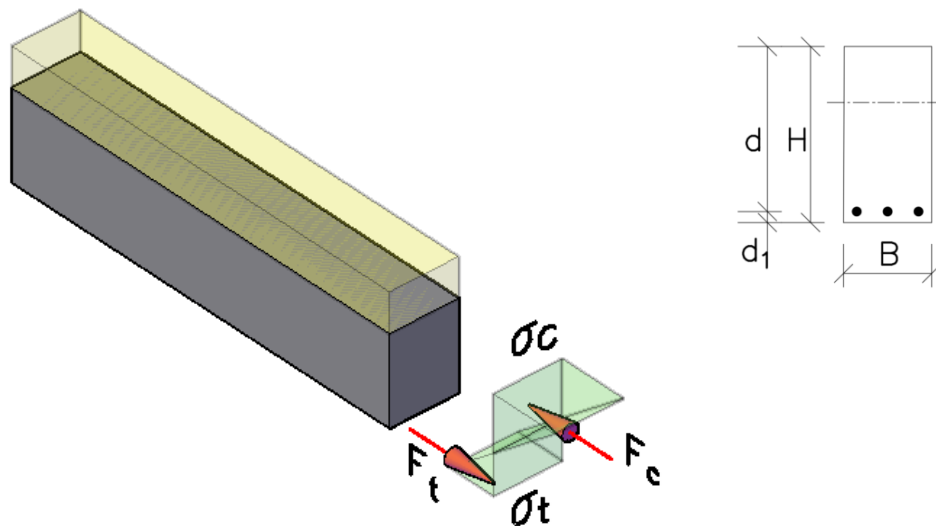
VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



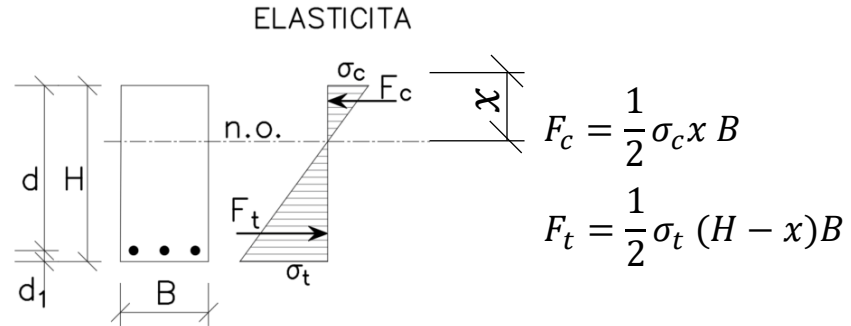
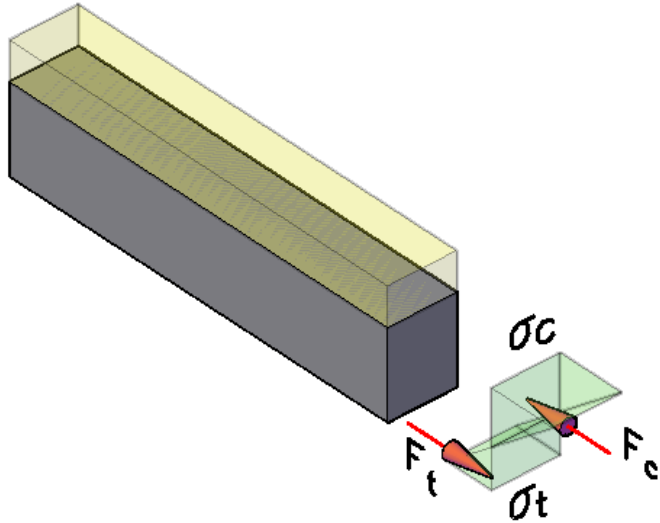
VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

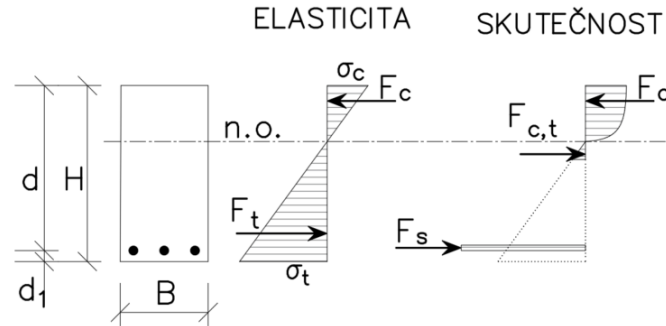
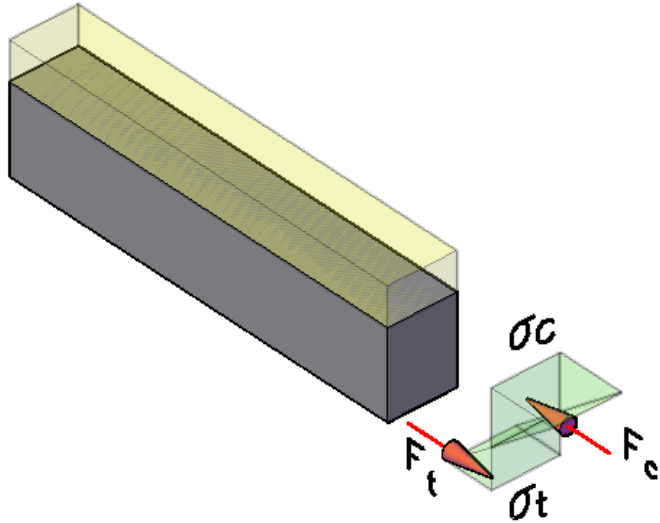
VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



Při **elastické analýze** se uvažuje lineární rozdělení napětí po průřezu. Toto rozdělení však neodpovídá chování železobetonového průřezu při zatížení pro MSÚ.

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP

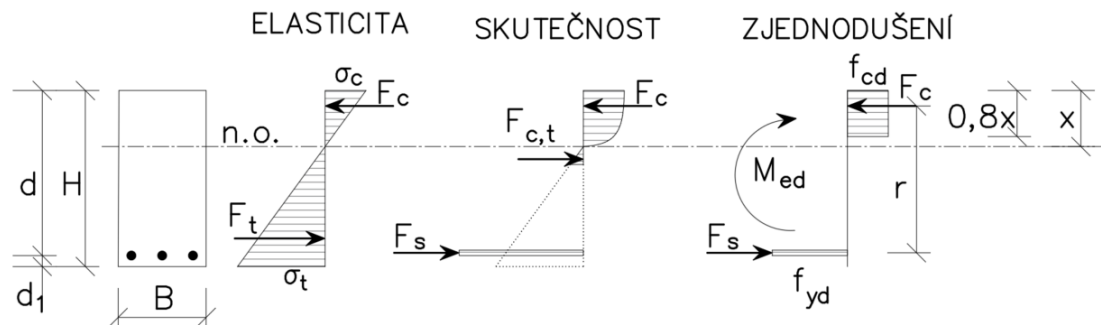
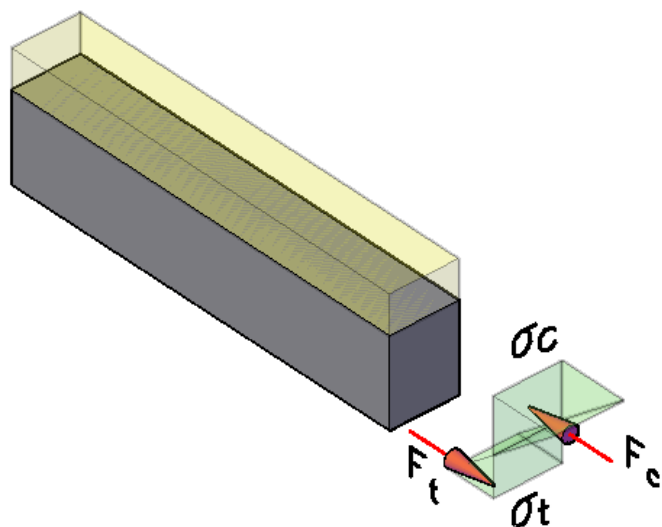


Při **elastické analýze** se uvažuje lineární rozdělení napětí po průřezu. Toto rozdělení však neodpovídá chování železobetonového průřezu při zatížení pro MSÚ.

Skutečný průběh napětí betonu je nelineární a pouze malá část tahových napětí je přenášena v tahu. Beton má cca 10x nižší pevnost v tahu než tlaku. Zbytek tahových napětí je přenášen betonářskou výztuží.

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



Při **elastické analýze** se uvažuje lineární rozdělení napětí po průřezu. Toto rozdělení však neodpovídá chování železobetonového průřezu při zatížení pro MSÚ.

Skutečný průběh napětí betonu je nelineární a pouze malá část tahových napětí je přenášena v tahu. Beton má cca 10x nižší pevnost v tahu než tlaku. Zbytek tahových napětí je přenášen betonářskou výztuží.

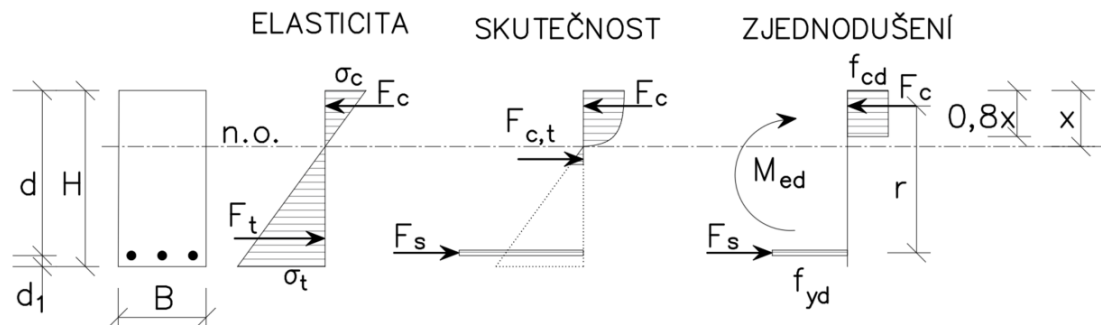
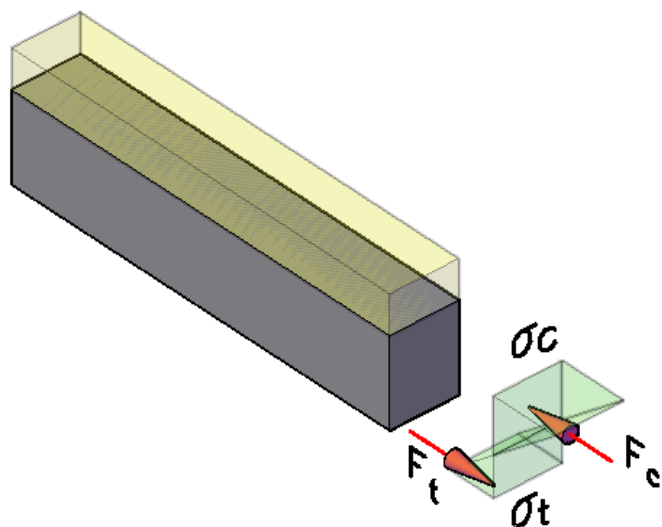
Pro výpočet podle MSÚ se průběh napětí zjednodušuje z nelineárního na konstantní průběh napětí v tlačené části. V tahu se působení betonu zanedbává. Při výpočtu se hledá nutná plocha výztuže A_s , která splní MSÚ.

$$\text{Návrhová pevnost betonu: } f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \quad , \gamma_c = 1,5$$

$$\text{Návrhová pevnost oceli: } f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \quad , \gamma_s = 1,15$$

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



Při **elastické analýze** se uvažuje lineární rozdělení napětí po průřezu. Toto rozdělení však neodpovídá chování železobetonového průřezu při zatížení pro MSÚ.

Skutečný průběh napětí betonu je nelineární a pouze malá část tahových napětí je přenášena v tahu. Beton má cca 10x nižší pevnost v tahu než tlaku. Zbytek tahových napětí je přenášen betonářskou výztuží.

Pro výpočet podle MSÚ se průběh napětí zjednodušuje z nelineárního na konstantní průběh napětí v tlačené části. V tahu se působení betonu zanedbává. Při výpočtu se hledá nutná plocha výztuže A_s , která splní MSÚ.

Návrhová pevnost betonu: $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$, $\gamma_c = 1,5$

Návrhová pevnost oceli: $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$, $\gamma_s = 1,15$

PODMÍNKA MSÚ PRO TAŽENOU VÝZTUŽ

$$M_{ed} < M_{rd}$$

$$F_c = f_{cd} \cdot 0,8x \cdot B$$

$$F_s = f_{yd} \cdot A_s$$

$$F_s = F_c$$

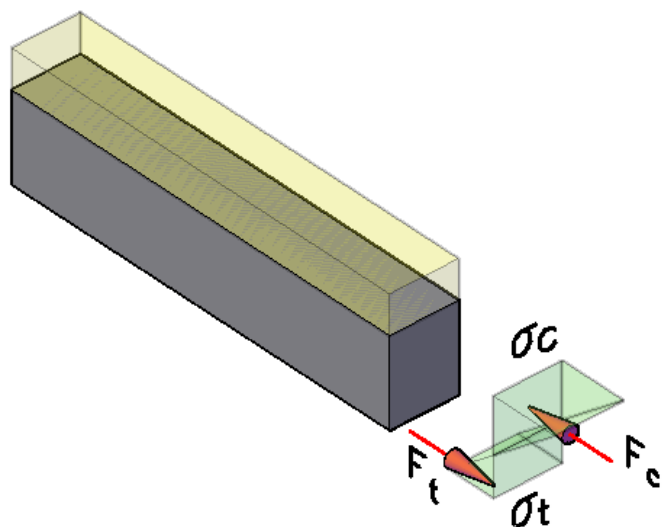
$$f_{yd} \cdot A_s = f_{cd} \cdot 0,8x \cdot B \Rightarrow x \Rightarrow r = d - 0,4x$$

$$M_{rd} = F_s \cdot r = f_{yd} \cdot A_s \cdot r$$

$$M_{ed} < f_{yd} \cdot A_s \cdot r \Rightarrow A_s > M_{ed} / f_{yd} \cdot r$$

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



PODMÍNKA MSÚ PRO TAŽENOU VÝZTUŽ

$$M_{ed} < M_{rd}$$

$$F_c = f_{cd} \cdot 0,8x \cdot B$$

$$F_s = f_{yd} \cdot A_s$$

$$F_s = F_c$$

$$f_{yd} \cdot A_s = f_{cd} \cdot 0,8x \cdot B \Rightarrow x \Rightarrow r = d - 0,4x$$

$$M_{rd} = F_s \cdot r = f_{yd} \cdot A_s \cdot r$$

$$M_{ed} < f_{yd} \cdot A_s \cdot r \Rightarrow A_s > M_{ed} / f_{yd} \cdot r$$

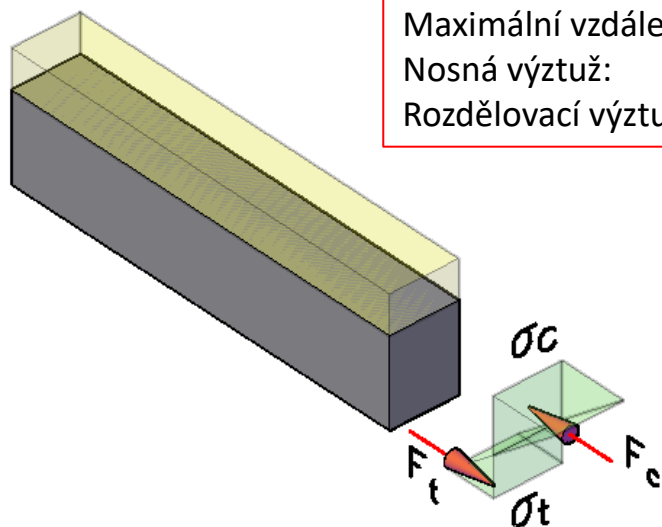
Plocha výztuže podle vzdálenosti prutů

Vzdál. vložek [mm]	Profil prutů d _s [mm]											
	5,5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25
70	339	404	550	718	1 122	1 616	2 199	2 872	3 635	4 488	5 431	7 013
75	317	377	513	670	1 045	1 508	2 053	2 681	3 393	4 189	5 069	6 545
80	297	353	481	628	982	1 414	1 924	2 513	3 181	3 927	4 752	6 136
85	279	333	453	591	924	1 331	1 811	2 366	2 994	3 696	4 472	5 775
90	264	314	426	559	873	1 257	1 711	2 234	2 828	3 491	4 224	5 454
95	250	298	405	529	827	1 191	1 620	2 117	2 679	3 307	4 002	5 170
100	238	283	385	503	785	1 131	1 539	2 011	2 545	3 142	3 802	4 902
105	226	269	367	479	748	1 077	1 466	1 915	2 424	2 992	3 621	4 675
110	216	257	350	457	714	1 028	1 400	1 828	2 313	2 856	3 456	4 463
115	207	246	335	437	683	984	1 339	1 748	2 213	2 732	3 306	4 269
120	198	236	321	419	655	943	1 283	1 676	2 121	2 618	3 168	4 091
125	190	226	308	402	628	905	1 232	1 609	2 036	2 513	3 041	3 927
130	183	217	296	387	604	870	1 184	1 547	1 958	2 417	2 924	3 776
135	176	209	285	372	582	838	1 140	1 489	1 885	2 327	2 816	3 636
140	170	202	275	359	561	808	1 100	1 436	1 818	2 244	2 715	3 506
145	164	195	265	347	542	780	1 062	1 387	1 755	2 167	2 622	3 386
150	158	188	257	335	524	754	1 026	1 340	1 697	2 095	2 534	3 273
155	153	182	248	324	507	730	993	1 297	1 642	2 027	2 453	3 167
160	148	177	241	314	491	707	962	1 257	1 591	1 964	2 376	3 068
170	140	166	226	296	462	665	906	1 183	1 497	1 848	2 236	2 888
175	136	162	220	287	449	646	880	1 149	1 454	1 795	2 172	2 805
180	132	157	214	279	436	628	855	1 117	1 414	1 745	2 112	2 727
185	128	153	208	272	425	611	832	1 087	1 376	1 698	2 055	2 654
190	125	149	203	265	413	595	810	1 058	1 339	1 654	2 001	2 584
195	122	145	197	258	403	580	789	1 031	1 305	1 611	1 950	2 517
200	119	141	192	251	393	566	770	1 005	1 272	1 571	1 901	2 455
210	113	134	183	239	374	538	733	957	1 212	1 496	1 810	2 337
220	108	128	175	226	357	514	700	914	1 156	1 428	1 728	2 231
230	103	123	167	218	341	492	669	874	1 106	1 366	1 653	2 134
240	99	118	160	209	327	471	641	838	1 060	1 309	1 534	2 045
250	95	113	154	201	314	452	616	804	1 018	1 256	1 520	1 963
300	79	94	128	167	262	372	513	670	848	1 047	1 267	1 636

Zdroj: Příklady navrhování betonových konstrukcí, Procházka a spol., 2007

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



Maximální vzdálenost prutů:
 Nosná výztuž: 2H, 250 mm
 Rozdělovací výztuž: 3h, 400 mm

Plocha výztuže podle vzdálenosti prutů

Vzdál. vložek [mm]	Profil prutů d _s [mm]											
	5,5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25
70	339	404	550	718	1 122	1 616	2 199	2 872	3 635	4 488	5 431	7 013
75	317	377	513	670	1 045	1 508	2 053	2 681	3 393	4 189	5 069	6 545
80	297	353	481	628	982	1 414	1 924	2 513	3 181	3 927	4 752	6 136
85	279	333	453	591	924	1 331	1 811	2 366	2 994	3 696	4 472	5 775
90	264	314	426	559	873	1 257	1 711	2 234	2 828	3 491	4 224	5 454
95	250	298	405	529	827	1 191	1 620	2 117	2 679	3 307	4 002	5 170
100	238	283	385	503	785	1 131	1 539	2 011	2 545	3 142	3 802	4 902
105	226	269	367	479	748	1 077	1 466	1 915	2 424	2 992	3 621	4 675
110	216	257	350	457	714	1 028	1 400	1 828	2 313	2 856	3 456	4 463
115	207	246	335	437	683	984	1 339	1 748	2 213	2 732	3 306	4 269
120	198	236	321	419	655	943	1 283	1 676	2 121	2 618	3 168	4 091
125	190	226	308	402	628	905	1 232	1 609	2 036	2 513	3 041	3 927
130	183	217	296	387	604	870	1 184	1 547	1 958	2 417	2 924	3 776
135	176	209	285	372	582	838	1 140	1 489	1 885	2 327	2 816	3 636
140	170	202	275	359	561	808	1 100	1 436	1 818	2 244	2 715	3 506
145	164	195	265	347	542	780	1 062	1 387	1 755	2 167	2 622	3 386
150	158	188	257	335	524	754	1 026	1 340	1 697	2 095	2 534	3 273
155	153	182	248	324	507	730	993	1 297	1 642	2 027	2 453	3 167
160	148	177	241	314	491	707	962	1 257	1 591	1 964	2 376	3 068
170	140	166	226	296	462	665	906	1 183	1 497	1 848	2 236	2 888
175	136	162	220	287	449	646	880	1 149	1 454	1 795	2 172	2 805
180	132	157	214	279	436	628	855	1 117	1 414	1 745	2 112	2 727
185	128	153	208	272	425	611	832	1 087	1 376	1 698	2 055	2 654
190	125	149	203	265	413	595	810	1 058	1 339	1 654	2 001	2 584
195	122	145	197	258	403	580	789	1 031	1 305	1 611	1 950	2 517
200	119	141	192	251	393	566	770	1 005	1 272	1 571	1 901	2 455
210	113	134	183	239	374	538	733	957	1 212	1 496	1 810	2 337
220	108	128	175	226	357	514	700	914	1 156	1 428	1 728	2 231
230	103	123	167	218	341	492	669	874	1 106	1 366	1 653	2 134
240	99	118	160	209	327	471	641	838	1 060	1 309	1 534	2 045
250	95	113	154	201	314	452	616	804	1 018	1 256	1 520	1 963
300	79	94	128	167	262	372	513	670	848	1 047	1 267	1 636

Zdroj: Příklady navrhování betonových konstrukcí, Procházka a spol., 2007

PODMÍNKA MSÚ PRO TAŽENOU VÝZTUŽ

$$M_{ed} < M_{rd}$$

$$F_c = f_{cd} \cdot 0,8x \cdot B$$

$$F_s = f_{yd} \cdot A_s$$

$$F_s = F_c$$

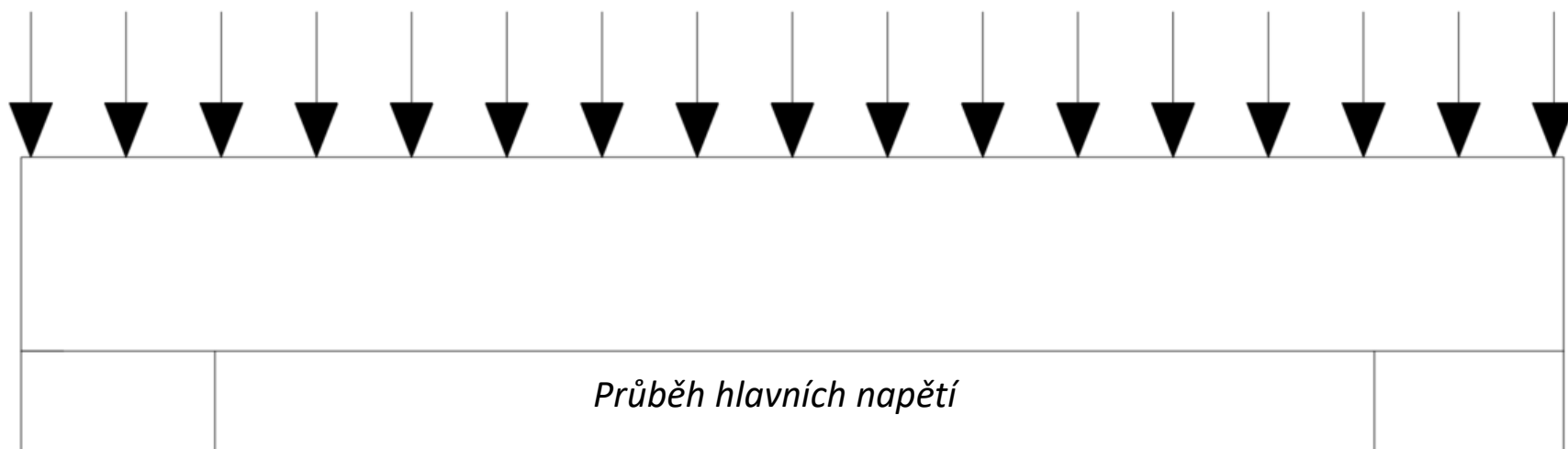
$$f_{yd} \cdot A_s = f_{cd} \cdot 0,8x \cdot B \Rightarrow x \Rightarrow r = d - 0,4x$$

$$M_{rd} = F_s \cdot r = f_{yd} \cdot A_s \cdot r$$

$$M_{ed} < f_{yd} \cdot A_s \cdot r \Rightarrow A_s > M_{ed} / f_{yd} \cdot r$$

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

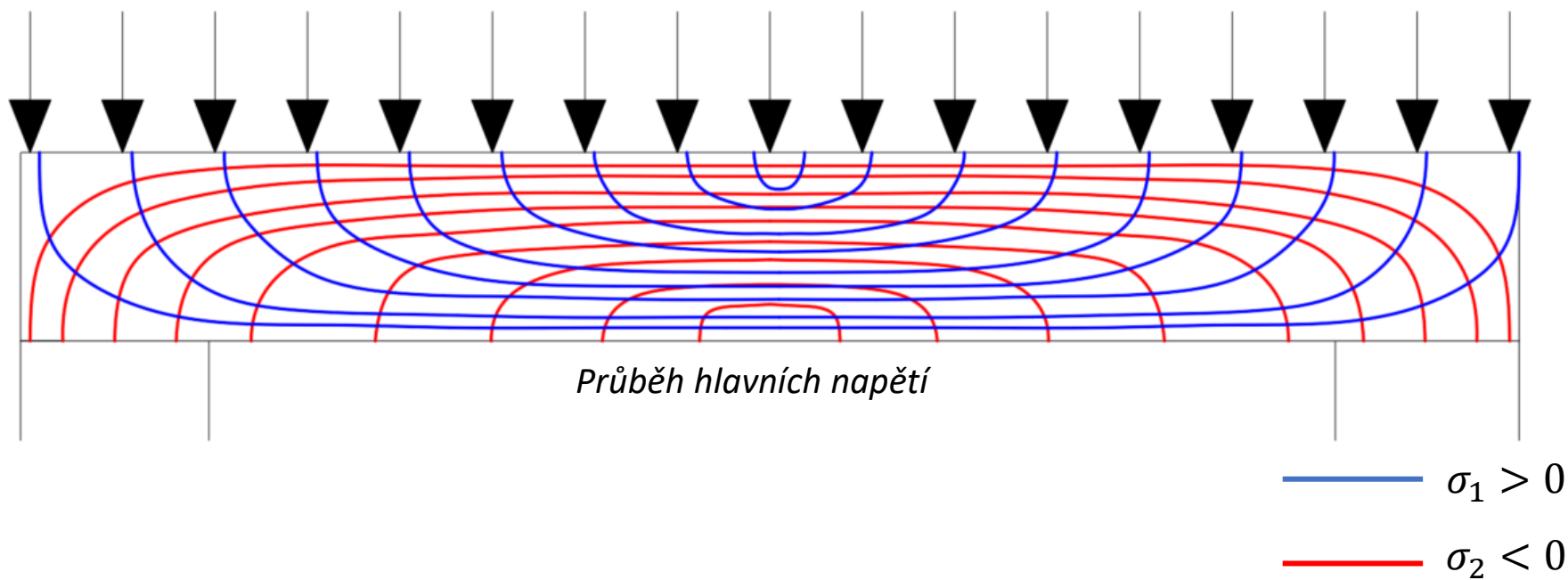
VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



Návrh smykové výztuže pro spojitě zatížený trám se svislými třmínky

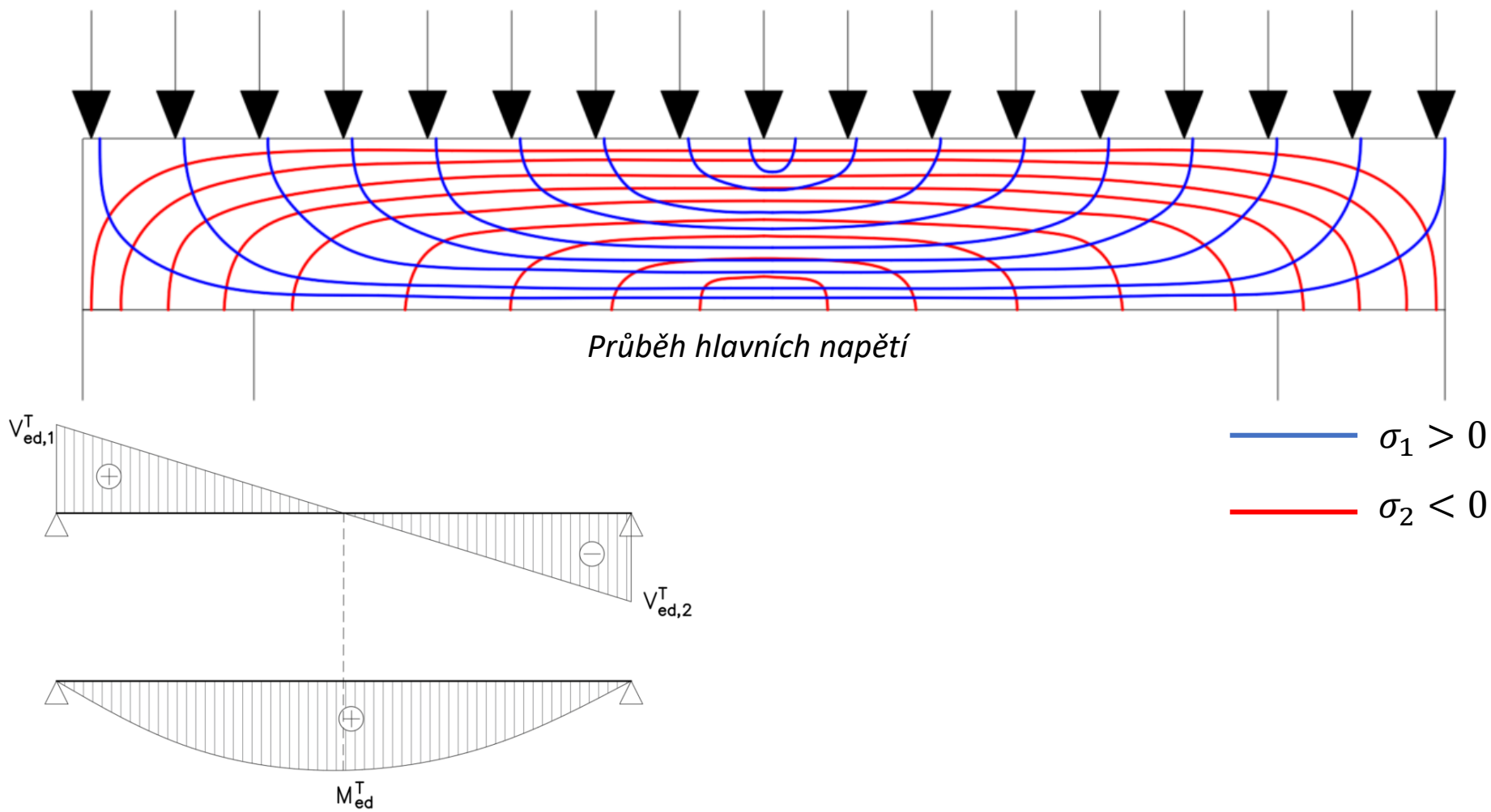
VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



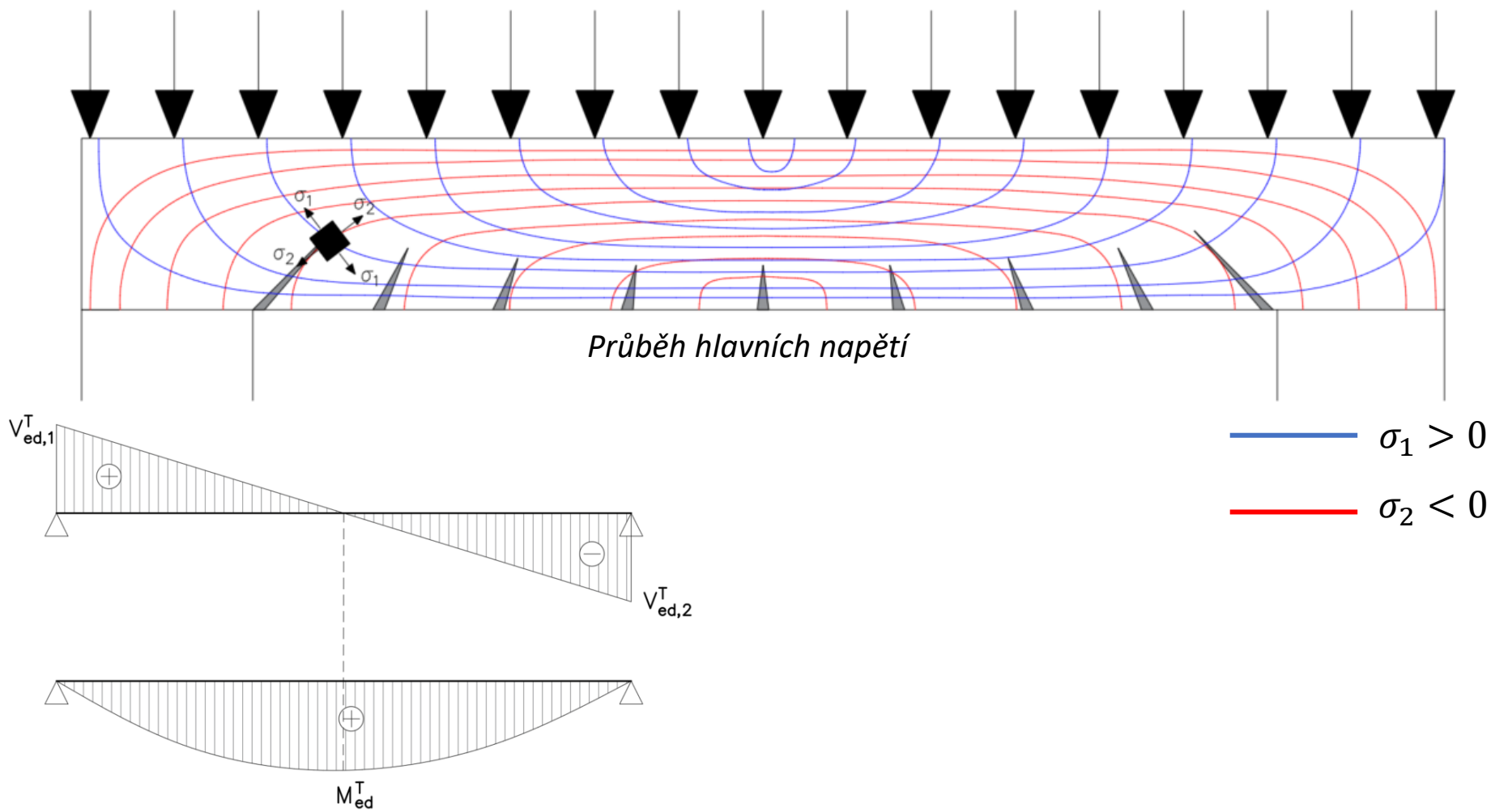
VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



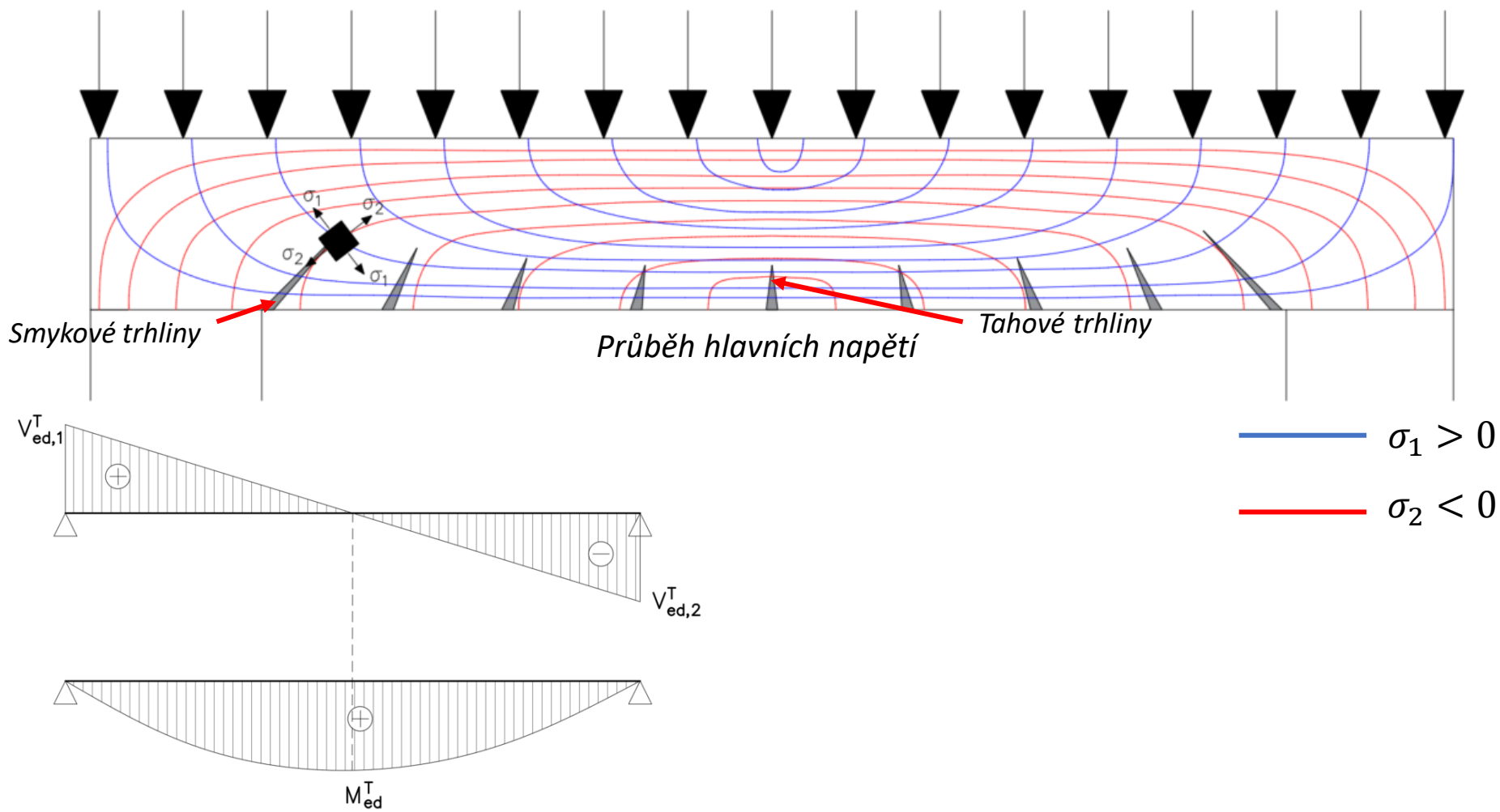
VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



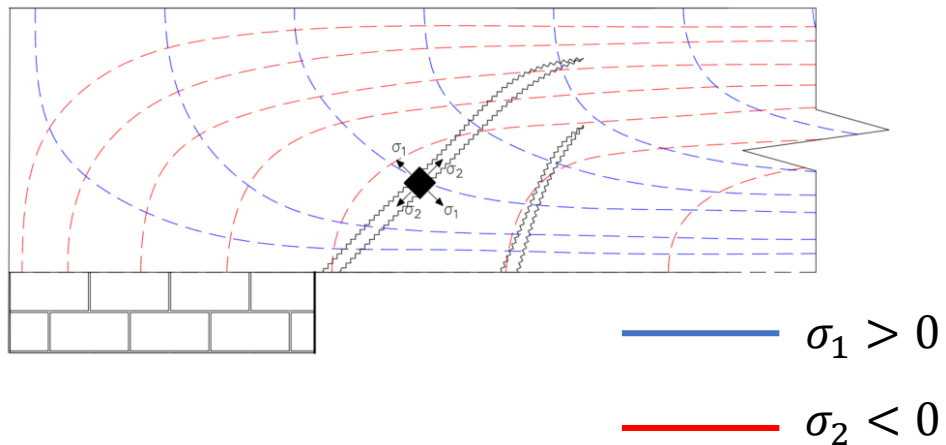
VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



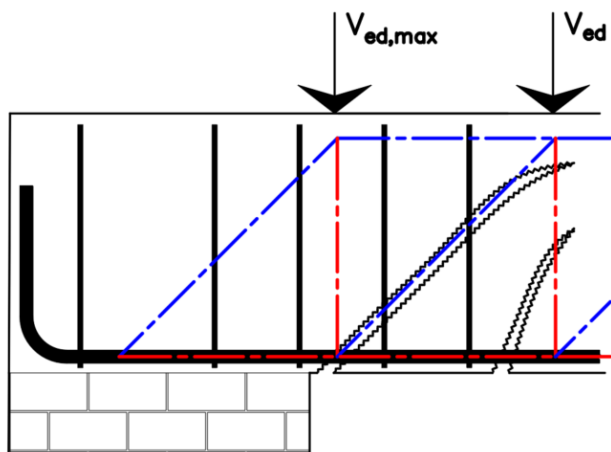
VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



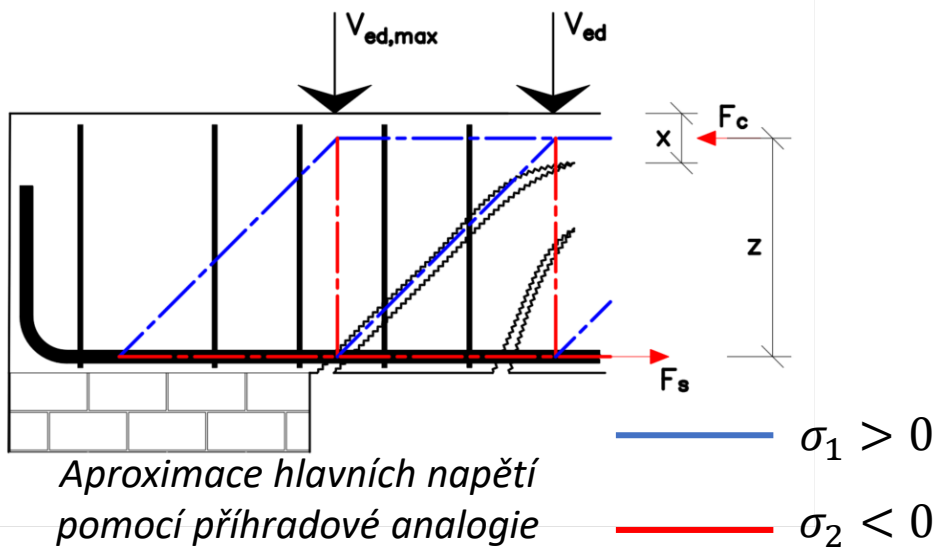
*Aproximace hlavních napětí
pomocí příhradové analogie*

— $\sigma_1 > 0$

— $\sigma_2 < 0$

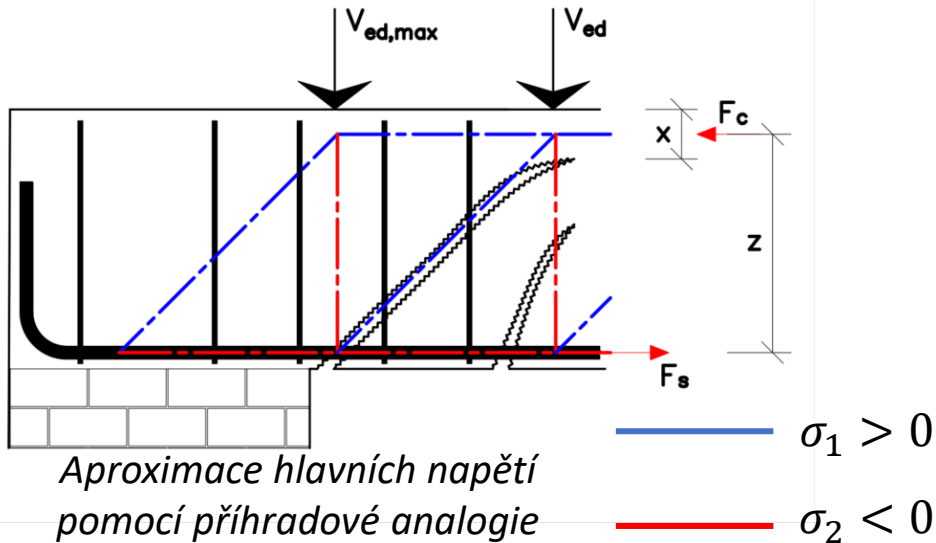
VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



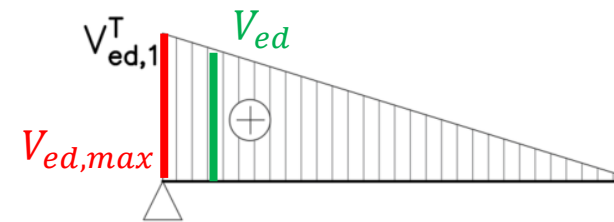
VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



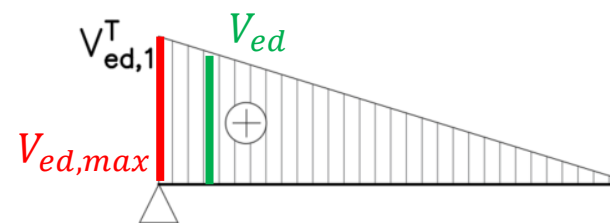
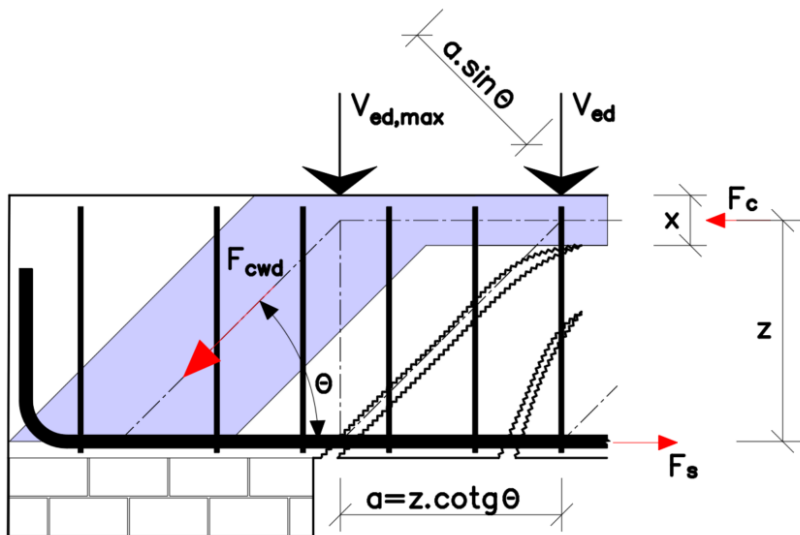
$V_{ed,max}$ - maximální posouvající síla v podpoře

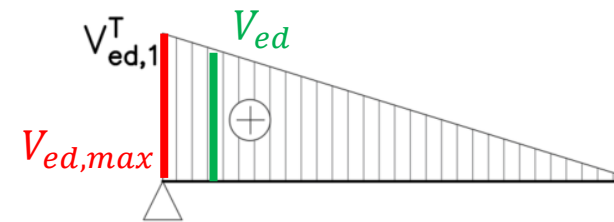
V_{ed} - pro posouzení se uvažuje velikost posouvající síly ve vzdálenosti d od podpory. Beton roznáší zatížení pod úhlem 45°



VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

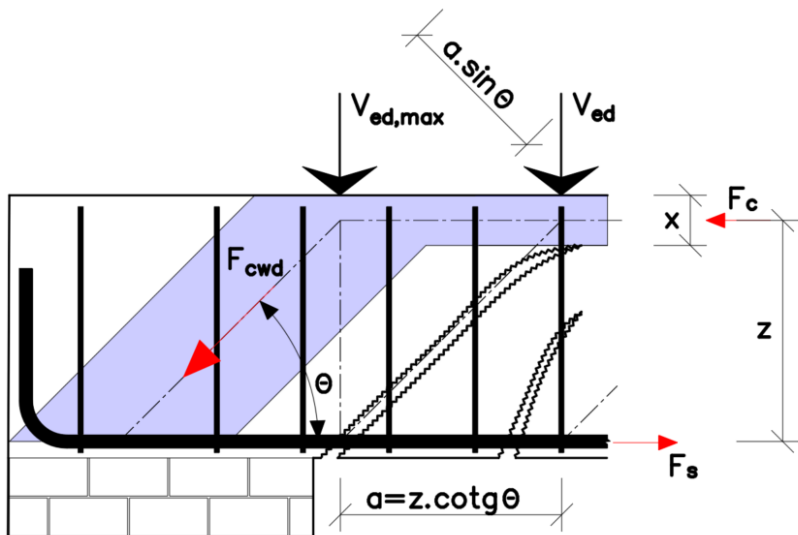
VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP





VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP

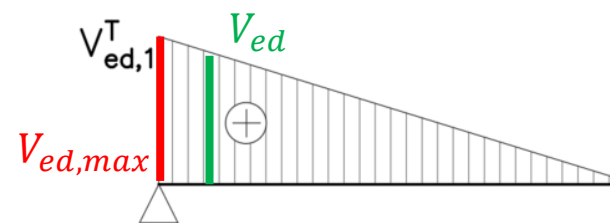


POSOUZENÍ BETONU

Síla v tlačené diagonál $F_{c,d}$

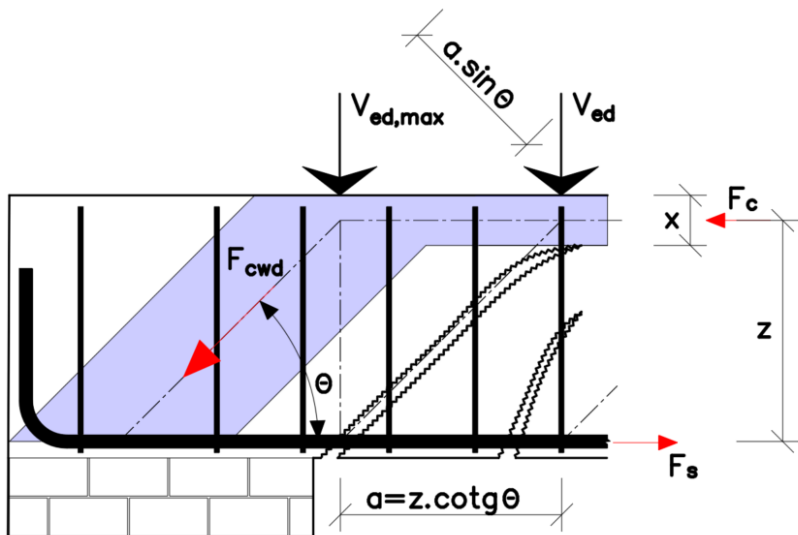
$$F_{c,d} = b \cdot z \cdot \cot \theta \cdot \sin \theta \cdot f_{cd}$$

Se stoupající vzdáleností od podpory klesá hodnota posouvající síly. Vzdálenost třmínků je tak možné zvýšit.



VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



POSOUZENÍ BETONU

Síla v tlačené diagonál F_{cwd}

$$F_{cwd} = b \cdot z \cdot \cotg \theta \cdot \sin \theta \cdot f_{cd}$$

Únosnost betonu $V_{rd,max}$

$$V_{rd,max} = a_{cw} \cdot v \cdot F_{cwd} \cdot \sin \theta$$

Se stoupající vzdáleností od podpory klesá hodnota posouvající síly. Vzdálenost třmínků je tak možné zvýšit.

a_{cw} – součinitel zohledňující napětí v tlačeném pásmu, pro žb. k-ce $a_{cw} = 1$

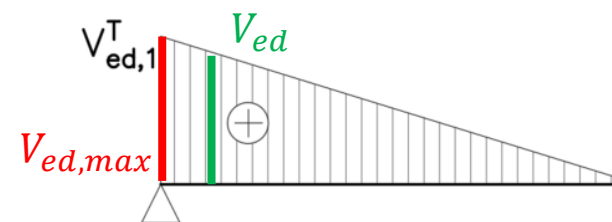
v – redukční součinitel pevnosti betonu při

$$\text{porušení smykem } v = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right]$$

$$1 < \cotg \theta < 2,5$$

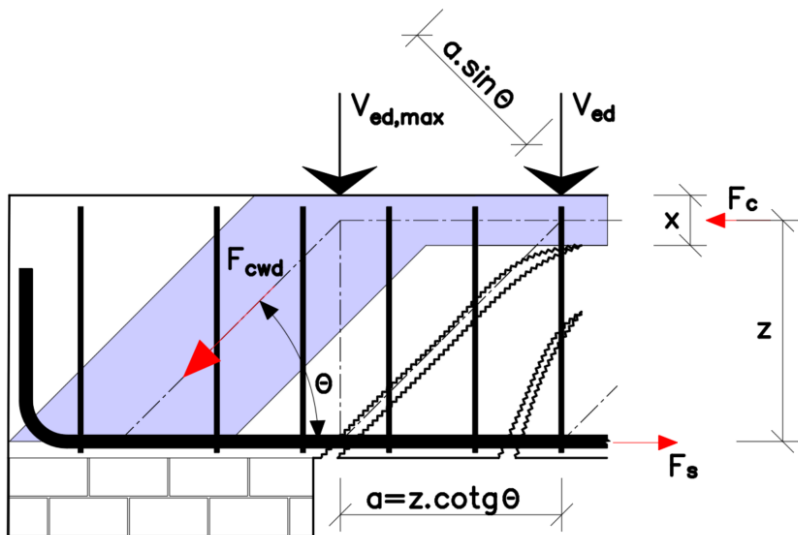
Pro maximální využití smykové výztuže $\cotg \theta = 2,5$

Pro maximální využití tlačeného diagonály $\cotg \theta = 1$



VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



POSOUZENÍ BETONU

Síla v tlačené diagonál $F_{c wd}$

$$F_{c wd} = b \cdot z \cdot \cotg \theta \cdot \sin \theta \cdot f_{cd}$$

Únosnost betonu $V_{rd, max}$

$$V_{rd, max} = a_{cw} \cdot v \cdot F_{c wd} \cdot \sin \theta$$

$$V_{rd, max} = a_{cw} \cdot v \cdot b \cdot z \cdot f_{cd} \cdot \frac{\cotg \theta}{(1 + \cotg^2 \theta)}$$

$$V_{rd, max} > V_{ed, max}$$

Se stoupající vzdáleností od podpory klesá hodnota posouvající síly. Vzdálenost třmínků je tak možné zvýšit.

a_{cw} – součinitel zohledňující napětí v tlačeném pásmu, pro žb. k-ce $a_{cw} = 1$

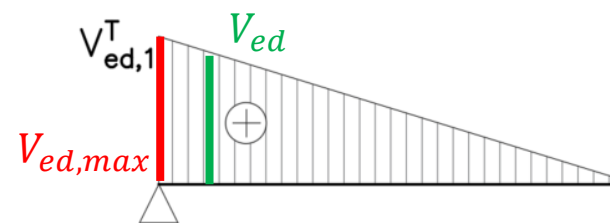
v – redukční součinitel pevnosti betonu při

$$\text{porušení smykem } v = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right]$$

$$1 < \cotg \theta < 2,5$$

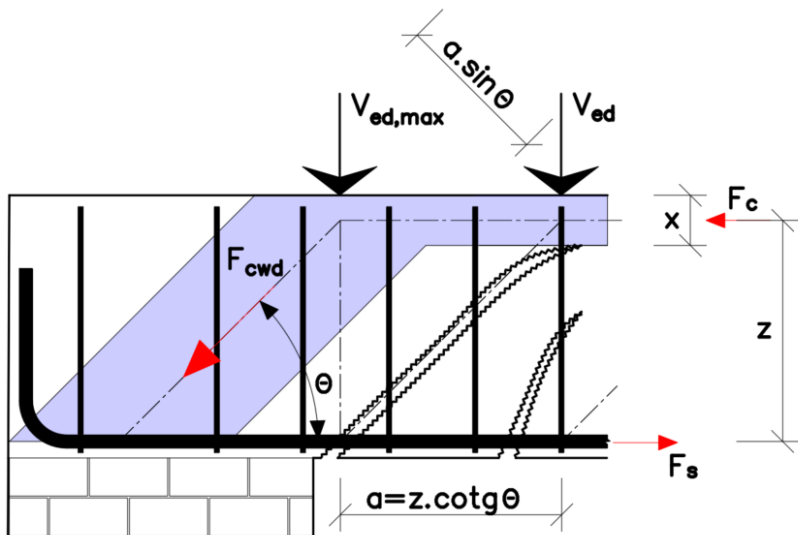
Pro maximální využití smykové výztuže $\cotg \theta = 2,5$

Pro maximální využití tlačeného diagonály $\cotg \theta = 1$



VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



POSOUZENÍ BETONU

Síla v tlačené diagonál F_{cwd}

$$F_{cwd} = b \cdot z \cdot \cotg \theta \cdot \sin \theta \cdot f_{cd}$$

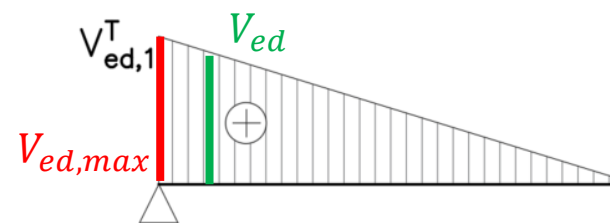
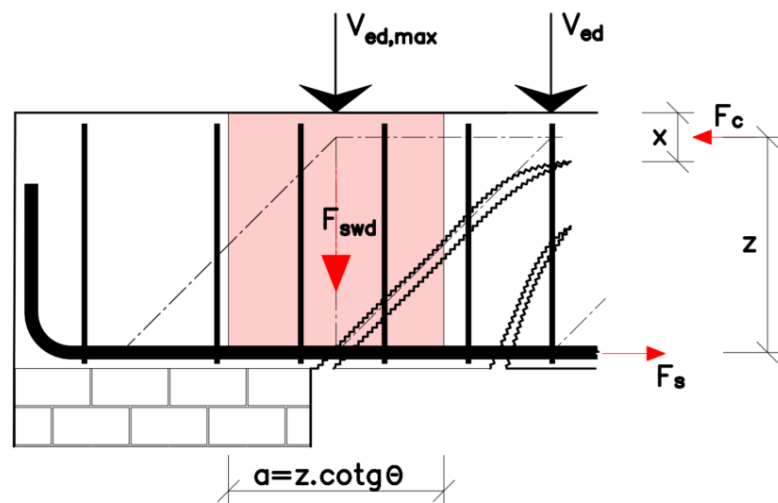
Únosnost betonu $V_{rd,max}$

$$V_{rd,max} = a_{cw} \cdot v \cdot F_{cwd} \cdot \sin \theta$$

$$V_{rd,max} = a_{cw} \cdot v \cdot b \cdot z \cdot f_{cd} \cdot \frac{\cotg \theta}{(1 + \cotg^2 \theta)}$$

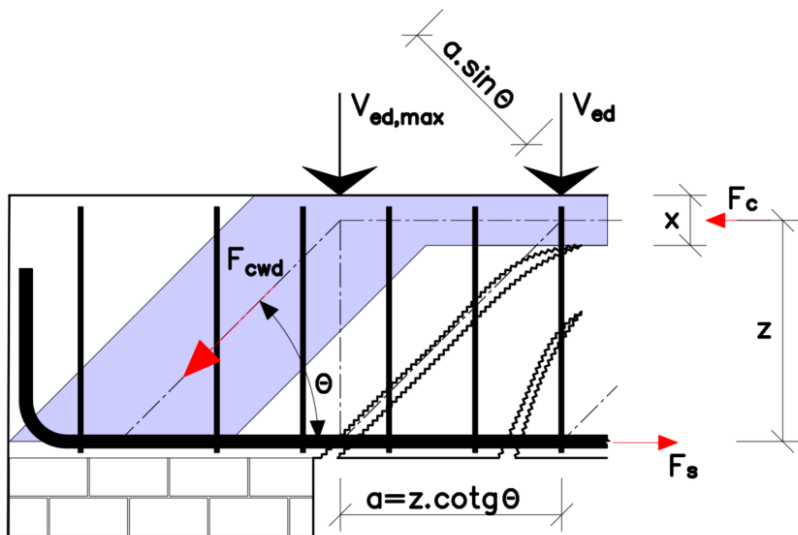
$$V_{rd,max} > V_{ed,max}$$

Se stoupající vzdáleností od podpory klesá hodnota posouvající síly. Vzdálenost třmínků je tak možné zvýšit.



VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



POSOUZENÍ BETONU

Síla v tlačené diagonál $F_{c wd}$

$$F_{c wd} = b \cdot z \cdot \cotg \theta \cdot \sin \theta \cdot f_{cd}$$

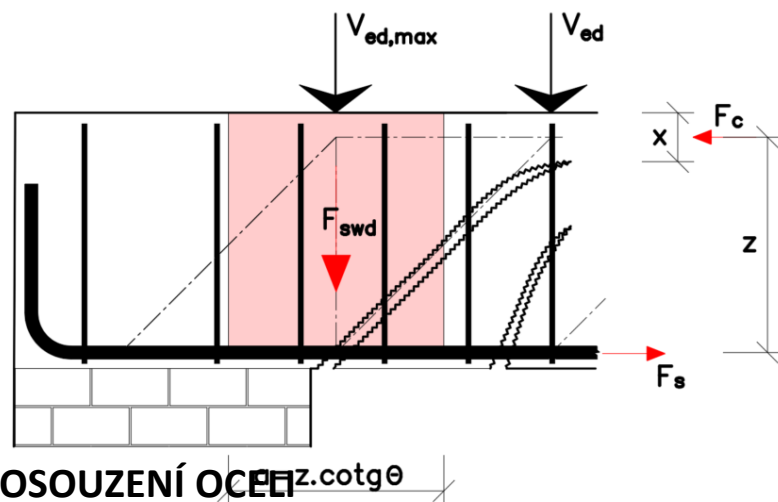
Únosnost betonu $V_{rd, max}$

$$V_{rd, max} = a_{cw} \cdot v \cdot F_{c wd} \cdot \sin \theta$$

$$V_{rd, max} = a_{cw} \cdot v \cdot b \cdot z \cdot f_{cd} \cdot \frac{\cotg \theta}{(1 + \cotg^2 \theta)}$$

$$V_{rd, max} > V_{ed, max}$$

Se stoupající vzdáleností od podpory klesá hodnota posouvající síly. Vzdálenost třmínků je tak možné zvýšit.

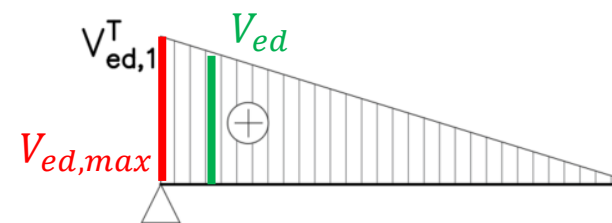


POSOUZENÍ OCELI

Síla v tažené diagonále $F_{s wd}$

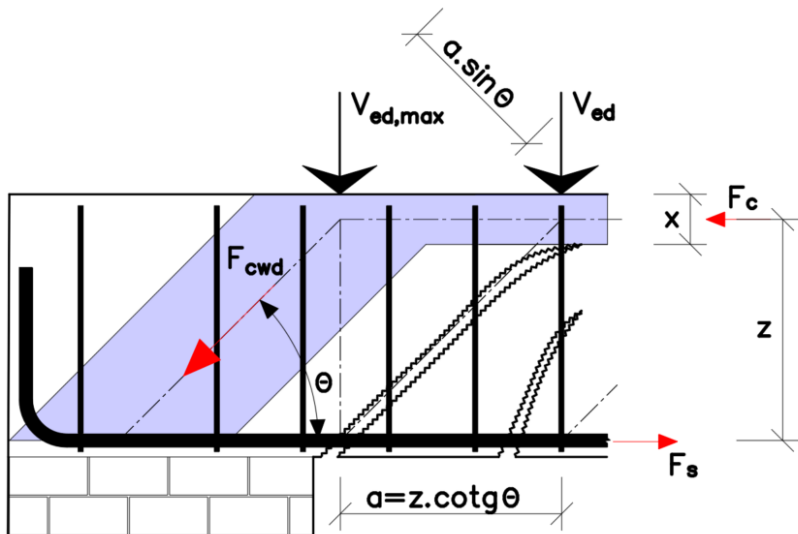
$$F_{s wd} = \frac{A_{sw}}{s} f_{ywd} \cdot z \cdot \cotg \theta$$

s – vzdálenost třmínků



VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



POSOUZENÍ BETONU

Síla v tlačené diagonál $F_{c wd}$

$$F_{c wd} = b \cdot z \cdot \cotg \theta \cdot \sin \theta \cdot f_{cd}$$

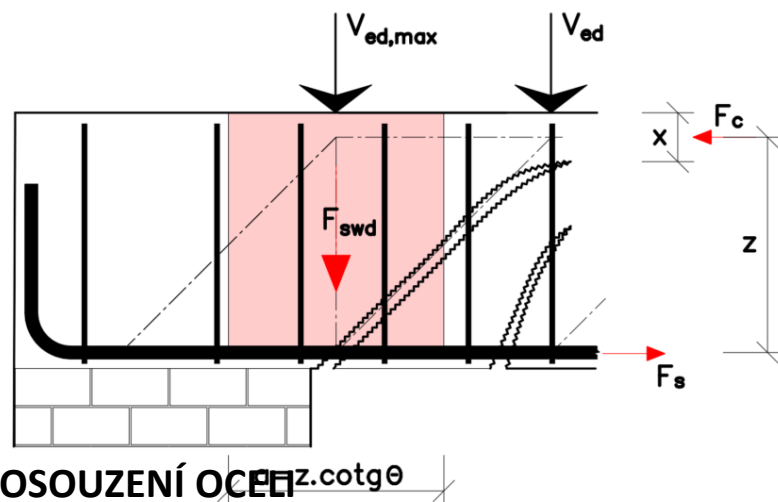
Únosnost betonu $V_{rd, max}$

$$V_{rd, max} = a_{cw} \cdot v \cdot F_{c wd} \cdot \sin \theta$$

$$V_{rd, max} = a_{cw} \cdot v \cdot b \cdot z \cdot f_{cd} \cdot \frac{\cotg \theta}{(1 + \cotg^2 \theta)}$$

$$V_{rd, max} > V_{ed, max}$$

Se stoupající vzdáleností od podpory klesá hodnota posouvající síly. Vzdálenost třmínek je tak možné zvýšit.



POSOUZENÍ OCELI

Síla v tažené diagonále $F_{s wd}$

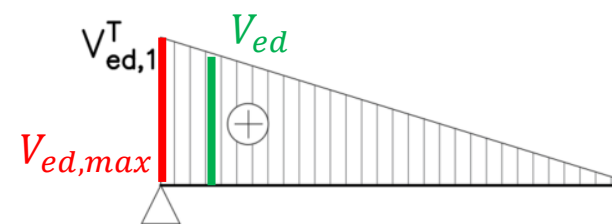
$$F_{s wd} = \frac{A_{sw}}{s} f_{ywd} \cdot z \cdot \cotg \theta$$

s – vzdálenost třmínek

Únosnost třmínek $V_{rd, s}$

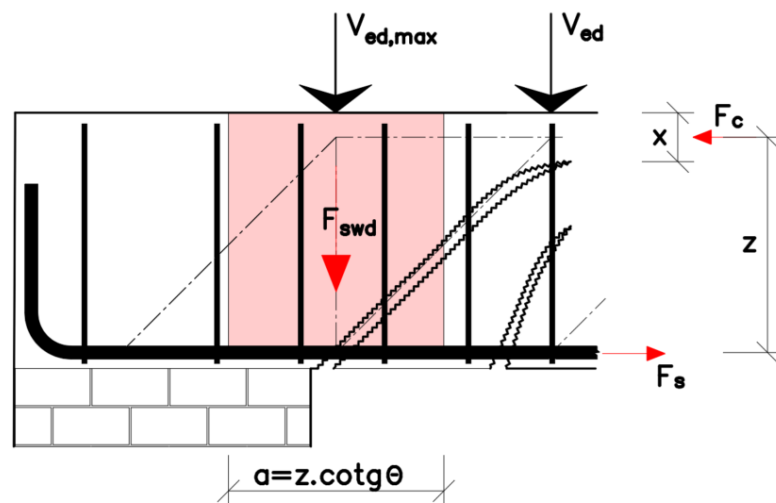
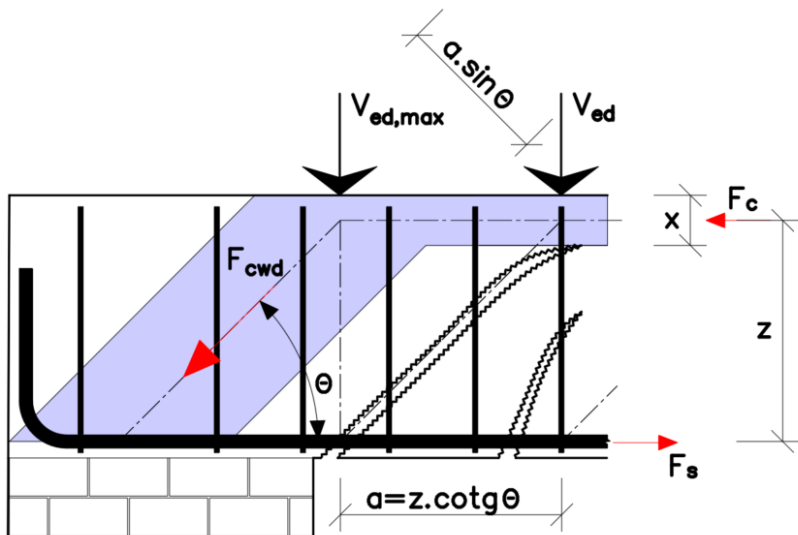
$$V_{rd, s} = F_{s wd}$$

$$V_{rd, s} > V_{ed}$$



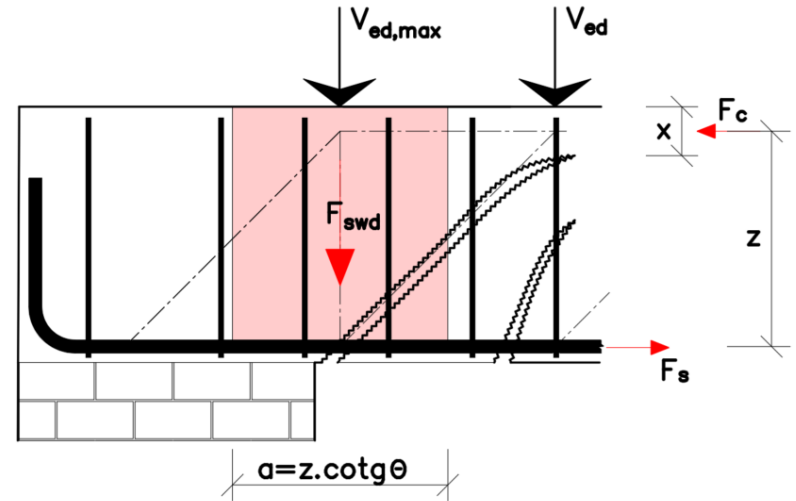
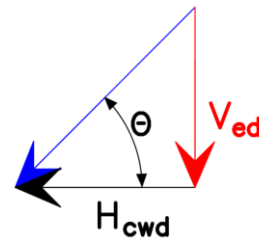
VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP



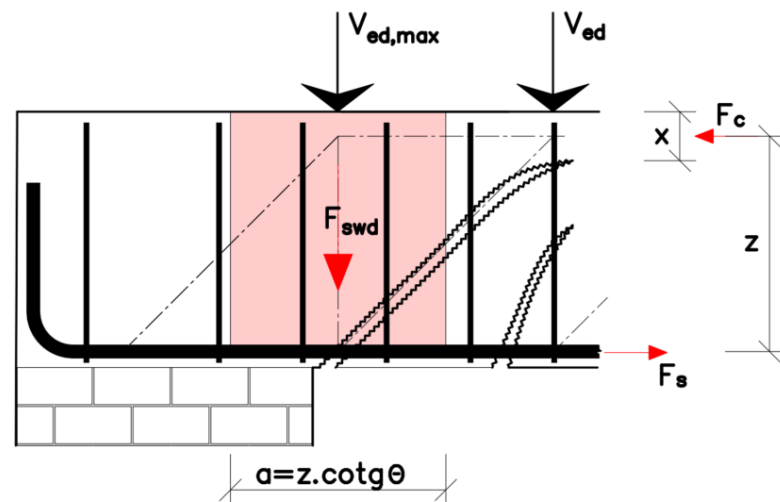
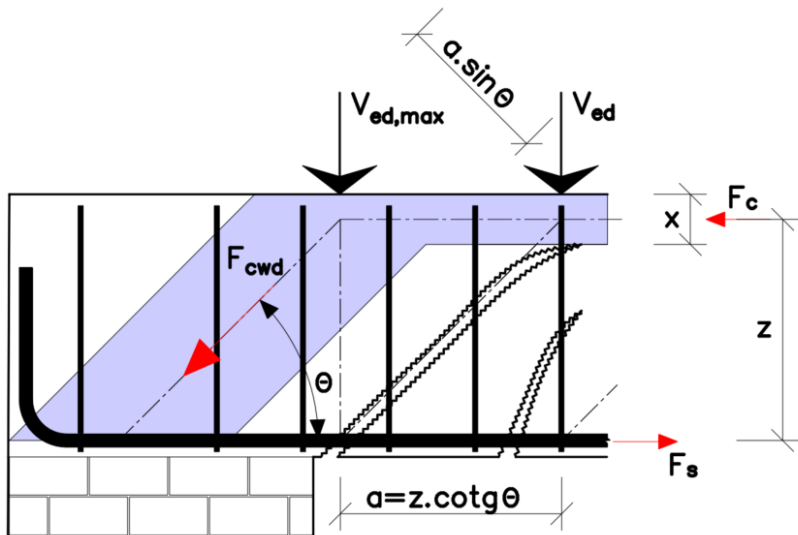
Přírůstek vodorovné síly od smykového zatížení

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP


$$H_{c wd} = V_{ed} \cot \theta$$


VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP

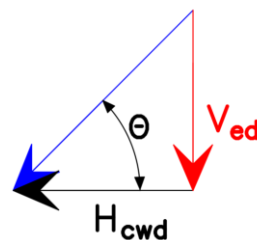
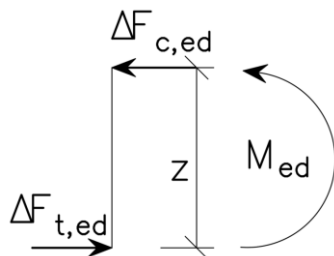


Přírůstek vodorovné síly od smykového zatížení

$$H_{cwd} = V_{ed} \cotg \theta$$

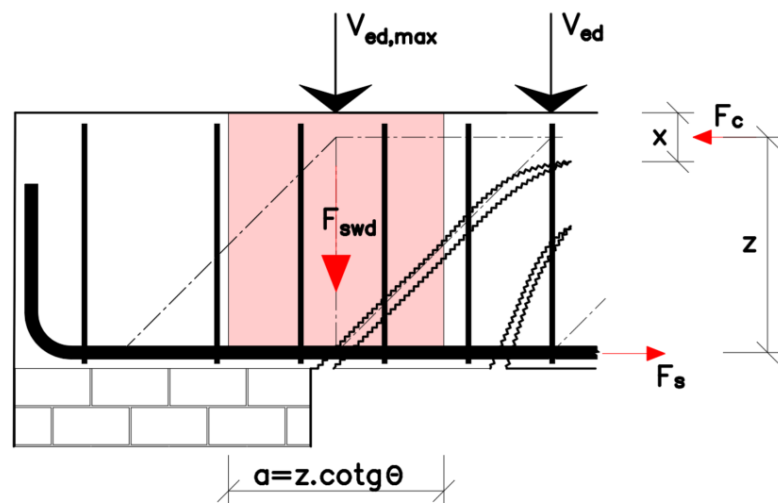
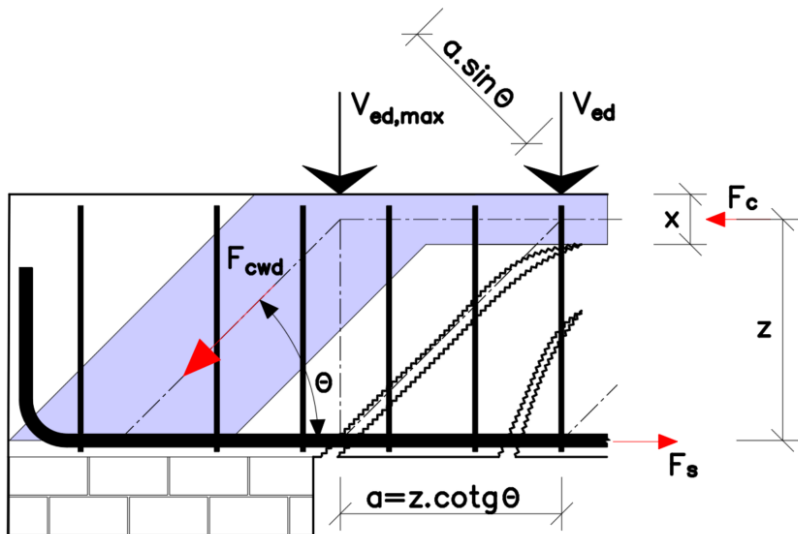
$$F_{t,ed} = \frac{M_{ed}}{z} + \Delta F_{t,ed}$$

$$F_{c,ed} = -\frac{M_{ed}}{z} - \Delta F_{c,ed}$$



VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP

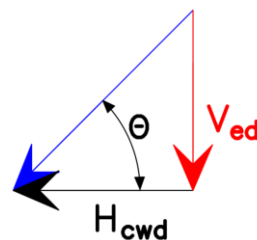
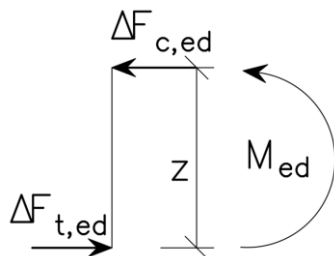


Přírůstek vodorovné síly od smykového zatížení

$$H_{cwd} = V_{ed} \cotg \theta$$

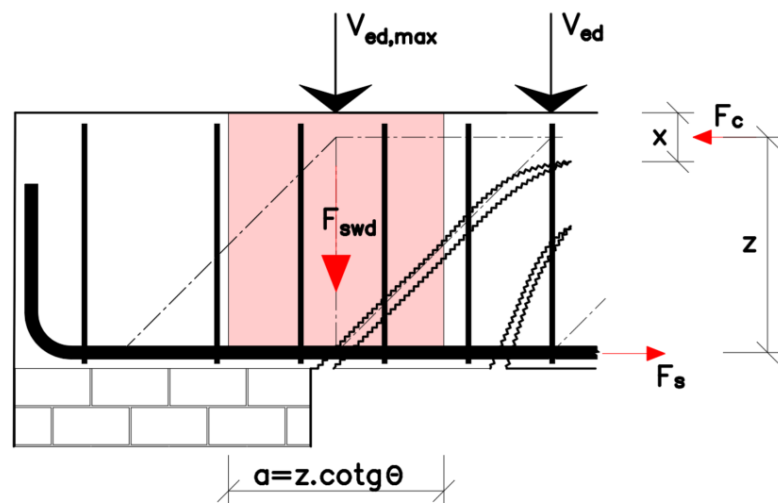
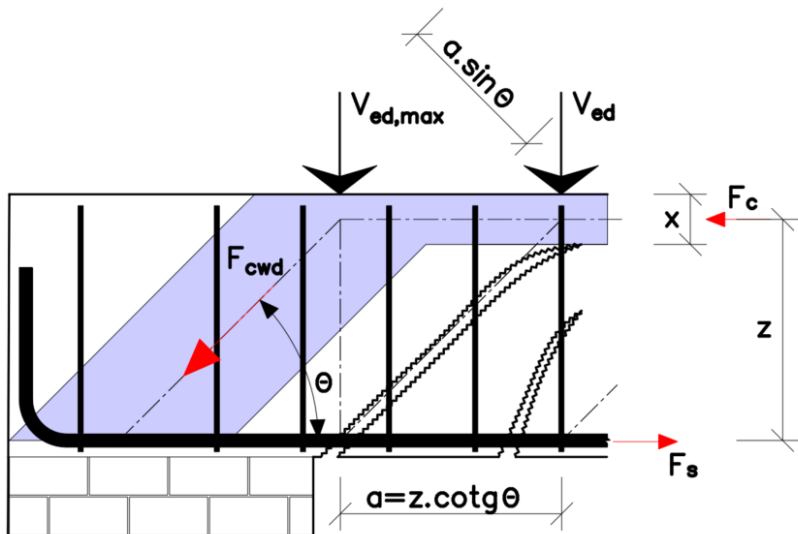
$$F_{t,ed} = \frac{M_{ed}}{z} + \frac{V_{ed} \cotg \theta}{2}$$

$$F_{c,ed} = -\frac{M_{ed}}{z} - \frac{V_{ed} \cotg \theta}{2}$$



VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP

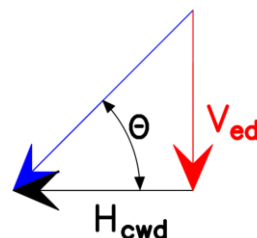
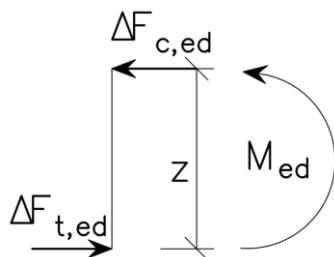


Přírůstek vodorovné síly od smykového zatížení

$$H_{cwd} = V_{ed} \cotg \theta$$

$$F_{t,ed} = \frac{M_{ed}}{z} + \frac{V_{ed} \cotg \theta}{2}$$

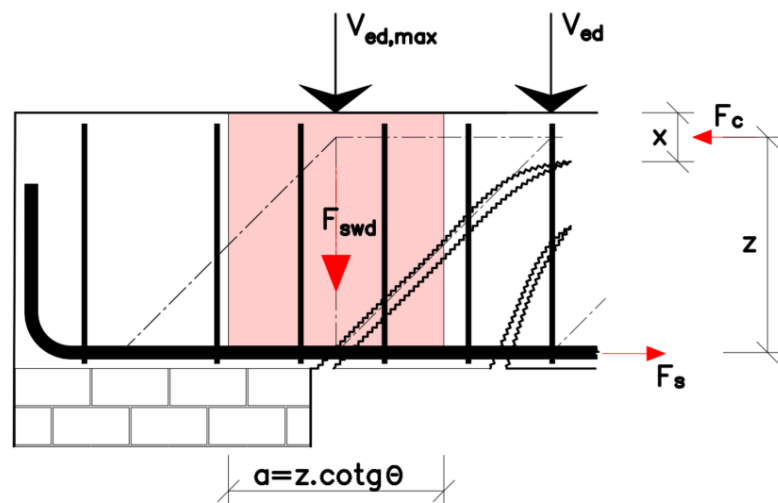
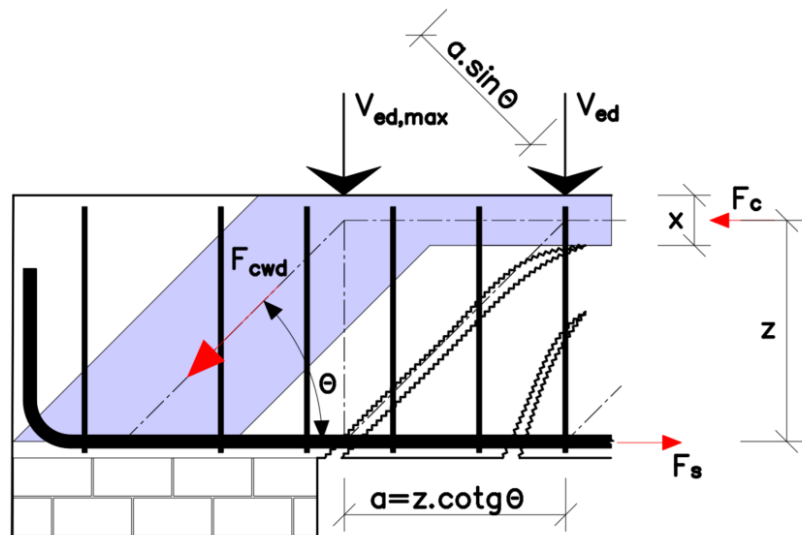
$$F_{c,ed} = -\frac{M_{ed}}{z} - \frac{V_{ed} \cotg \theta}{2}$$



Přírůstek vodorovné síly je nutné zohlednit při posouzení únosnosti navrhované konstrukce

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSÚ – TRÁMOVÝ STROP

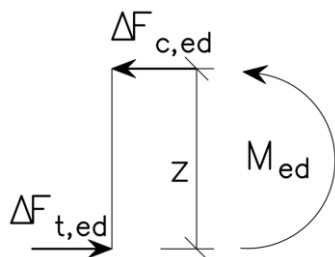


Přírůstek vodorovné síly od smykového zatížení

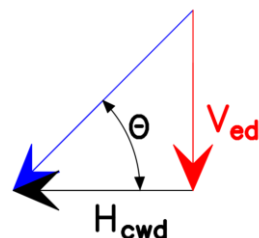
$$H_{cwd} = V_{ed} \cotg \theta$$

$$F_{t,ed} = \frac{M_{ed}}{z} + \frac{V_{ed} \cotg \theta}{2}$$

$$F_{c,ed} = -\frac{M_{ed}}{z} - \frac{V_{ed} \cotg \theta}{2}$$



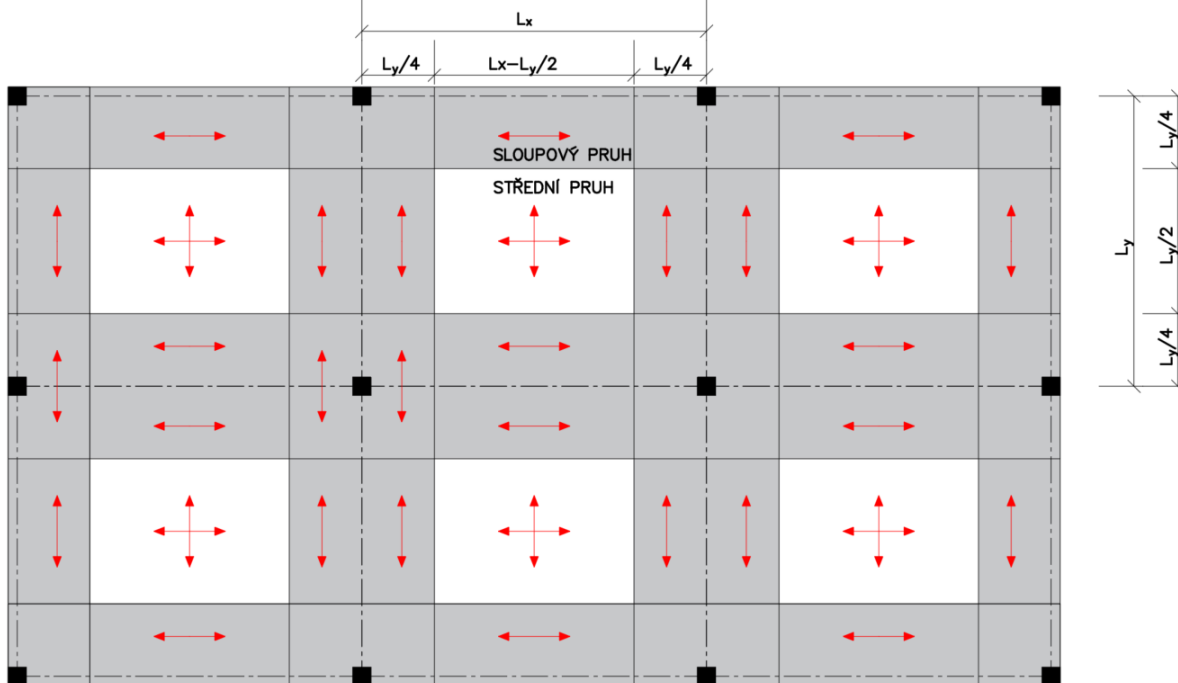
Přírůstek vodorovné síly je nutné zohlednit při posouzení únosnosti navrhované konstrukce



U desek a konstrukcí, u kterých je možná příčná distribuce zatížení, je možné nenavrhovat smykovou výztuž. Je ale nutné ověřit smykovou únosnost betonu $V_{rd,c}$.

VYŽTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

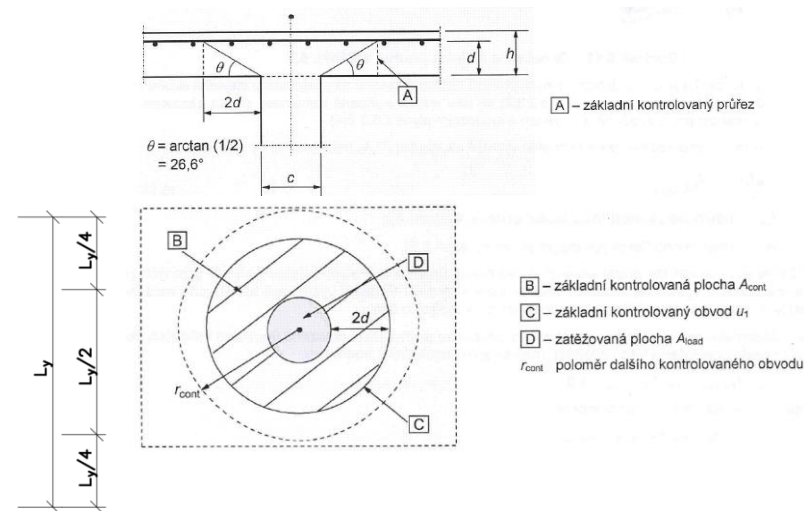
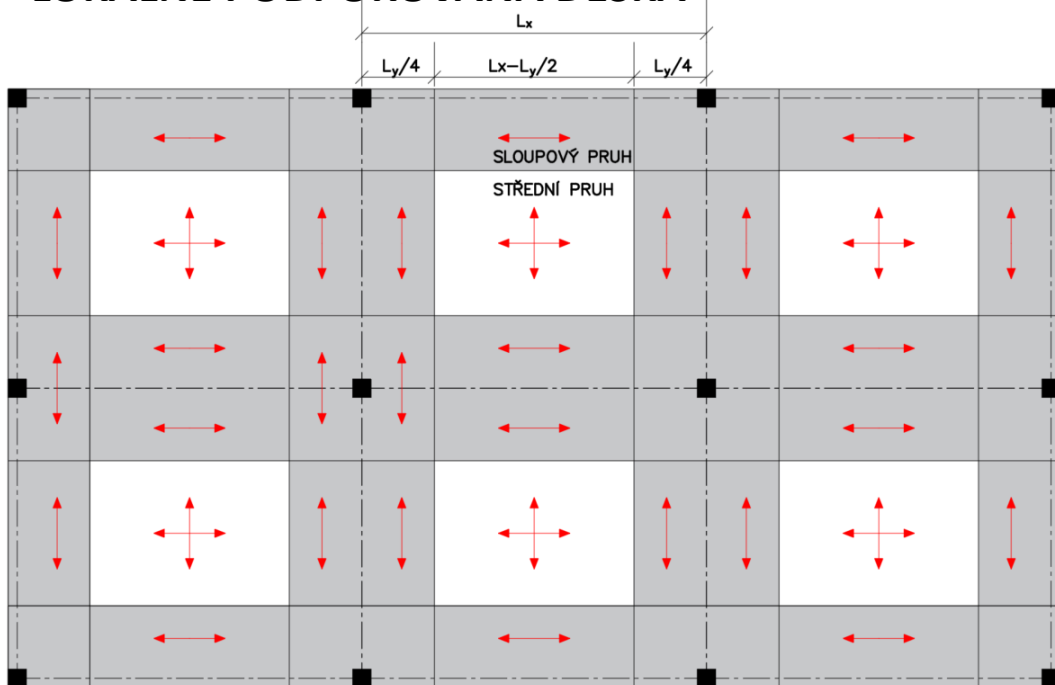
LOKÁLNĚ PODPOROVANÁ DESKA



Pro návrh ohybové výztuže se deska rozdělí na střední a sloupový pruh a výztuž se navrhuje odděleně.

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

LOKÁLNĚ PODPOROVANÁ DESKA



Pro návrh ohybové výztuže se deska rozdělí na střední a sloupový pruh a výztuž se navrhuje odděleně.

Po obvodu sloupu nesmí být překročena pevnost betonu

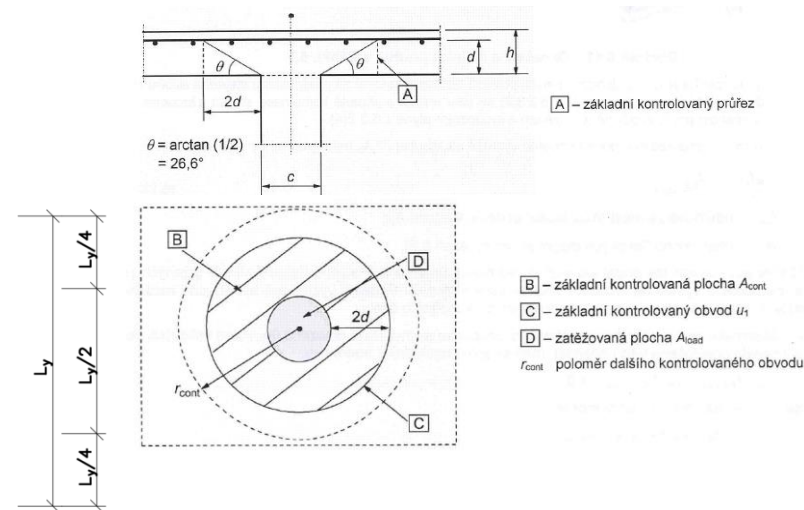
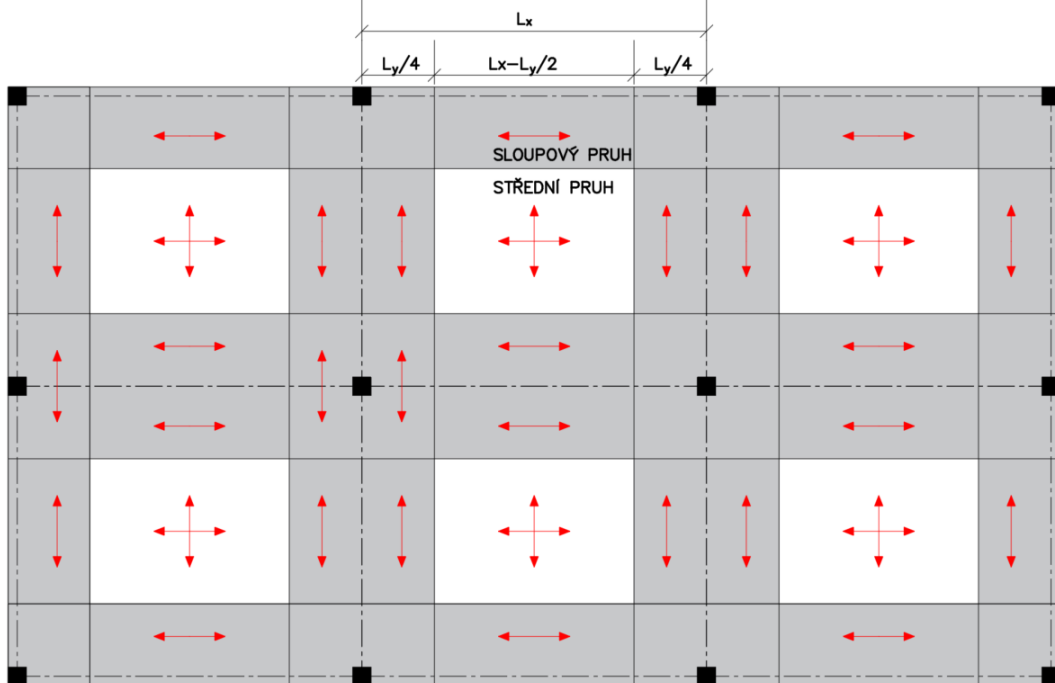
$$V_{ed} < V_{rd,max}$$

V kontrolním průřezu nesmí být překročena podmínka

$$V_{ed} < V_{rd,c} \quad (V_{rd,c} - \text{únosnost betonu bez výztuže proti protlačení})$$

jinak je nutné navrhnout **výztuž proti protlačení**.

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ LOKÁLNĚ PODPOROVANÁ DESKA



Pro návrh ohybové výztuže se deska rozdělí na střední a sloupový pruh a výztuž se navrhuje odděleně.

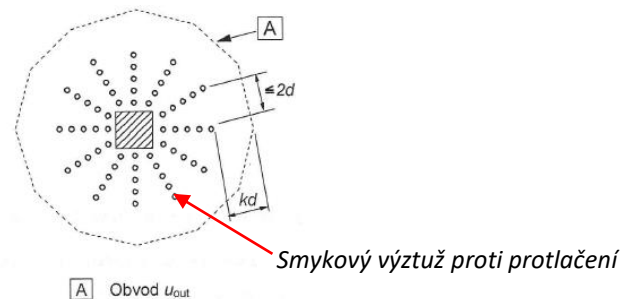
Po obvodu sloupu nesmí být překročena pevnost betonu

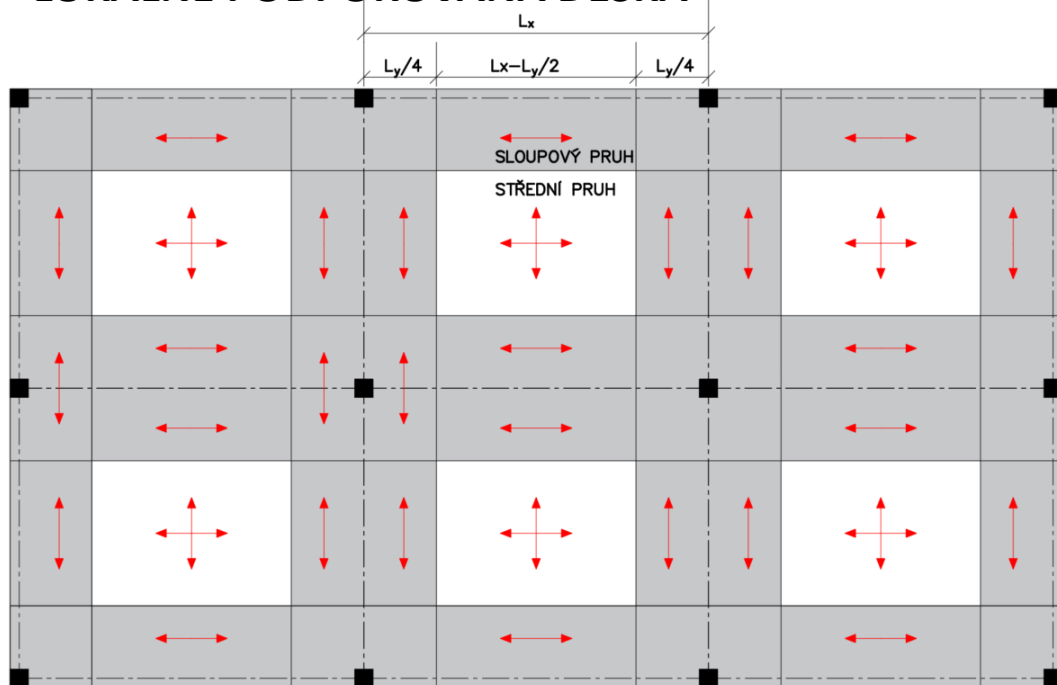
$$V_{ed} < V_{rd,max}$$

V kontrolním průřezu nesmí být překročena podmínka

$$V_{ed} < V_{rd,c} \text{ (} V_{rd,c} \text{ - únosnost betonu bez výztuže proti protlačení)}$$

jinak je nutné navrhnout **výztuž proti protlačení**.





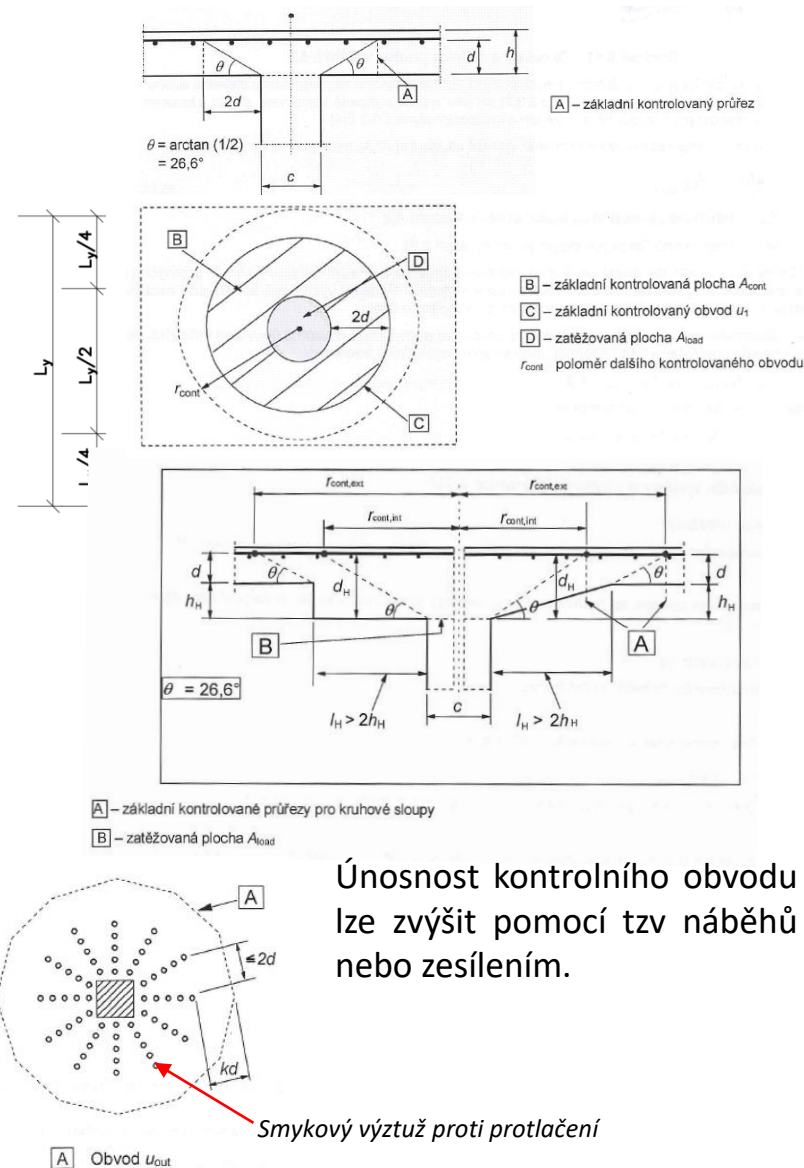
Pro návrh ohybové výztuže se deska rozdělí na střední a sloupový pruh a výztuž se navrhuje odděleně.

Po obvodu sloupu nesmí být překročena pevnost betonu

$$V_{ed} < V_{rd,max}$$

V kontrolním průřezu nesmí být překročena podmínka

$V_{ed} < V_{rd,c}$ ($V_{rd,c}$ - únosnost betonu bez výztuže proti protlačení)
jinak je nutné navrhnout **výztuž proti protlačení**.



Únosnost kontrolního obvodu lze zvýšit pomocí tzv náběhů nebo zesílením.

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSP

Mimo splnění podmínky únosnosti pro MSÚ (mezní stav únosnosti), musí průřez rovněž splnit podmínky použitelnosti pro MSP (mezní stav použitelnosti). Mezi podmínky použitelnosti patří:

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSP

Mimo splnění podmínky únosnosti pro MSÚ (mezní stav únosnosti), musí průřez rovněž splnit podmínky použitelnosti pro MSP (mezní stav použitelnosti). Mezi podmínky použitelnosti patří:

- Maximální průhyb
 - konstrukce musí odolat zatížení aniž by došlo k překročení povoleného průhybu za Charakteristické kombinace zatížení

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSP

Mimo splnění podmínky únosnosti pro MSÚ (mezní stav únosnosti), musí průřez rovněž splnit podmínky použitelnosti pro MSP (mezní stav použitelnosti). Mezi podmínky použitelnosti patří:

- Maximální průhyb
 - konstrukce musí odolat zatížení aniž by došlo k překročení povoleného průhybu za Charakteristické kombinace zatížení
- Maximální povolené napětí
 - pro zamezení zhoršení vzhledu konstrukce vlivem vzniku trhlin se požaduje omezení napětí v betonu při **Kvazistálé kombinaci zatížení** na $\sigma < 0,45f_{ck}$ a v oceli při **Charakteristické kombinaci zatížení** na $\sigma < 0,8f_{yk}$

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSP

Mimo splnění podmínky únosnosti pro MSÚ (mezní stav únosnosti), musí průřez rovněž splnit podmínky použitelnosti pro MSP (mezní stav použitelnosti). Mezi podmínky použitelnosti patří:

- Maximální průhyb
 - konstrukce musí odolat zatížení aniž by došlo k překročení povoleného průhybu za Charakteristické kombinace zatížení
- Maximální povolené napětí
 - pro zamezení zhoršení vzhledu konstrukce vlivem vzniku trhlin se požaduje omezení napětí v betonu při **Kvazistálé kombinaci zatížení** na $\sigma < 0,45f_{ck}$ a v oceli při **Charakteristické kombinaci zatížení** na $\sigma < 0,8f_{yk}$
- Omezení trhlin
 - týká se zejména omezení velikosti trhlin, kvůli splnění vodotěsnosti a nebo trvanlivost konstrukce v nepříznivém prostředí. Velikost trhliny se posuzuje při **Kvazistálé kombinaci zatížení**

VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

VYZTUŽENÍ PRO MSP

Mimo splnění podmínky únosnosti pro MSÚ (mezní stav únosnosti), musí průřez rovněž splnit podmínky použitelnosti pro MSP (mezní stav použitelnosti). Mezi podmínky použitelnosti patří:

- Maximální průhyb
 - konstrukce musí odolat zatížení aniž by došlo k překročení povoleného průhybu za Charakteristické kombinace zatížení
 - Maximální povolené napětí
 - pro zamezení zhoršení vzhledu konstrukce vlivem vzniku trhlin se požaduje omezení napětí v betonu při **Kvazistálé kombinaci zatížení** na $\sigma < 0,45f_{ck}$ a v oceli při **Charakteristické kombinaci zatížení** na $\sigma < 0,8f_{yk}$
 - Omezení trhlin
 - týká se zejména omezení velikosti trhlin, kvůli splnění vodotěsnosti a nebo trvanlivost konstrukce v nepříznivém prostředí. Velikost trhliny se posuzuje při **Kvazistálé kombinaci zatížení**
- * U vodorovných železobetonových konstrukcí často rozhoduje MSP. Větší vyztužení je tak třeba navrhnout například pro splnění podmínky maximálního povoleného průhybu.

- **VYZTUŽOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ**
- **PŘEDPJATÝ BETON**

PŘEDPJATÝ BETON

PŘEDPJATÝ BETON

- Beton má v tahu cca 10x menší pevnost než v tlaku. Pro přenos ohybových napětí se používá tahová výztuž, vzniká železobeton. V betonu vlivem tahových napětí i tak vznikají trhliny, které snižují trvanlivost konstrukce. Tahová napětí se do konstrukce vnáší až po zatížení konstrukce. Rozpětí železobetonové konstrukce je značně limitováno pro jeho velkou objemovou hmotnost.

PŘEDPJATÝ BETON

- Beton má v tahu cca 10x menší pevnost než v tlaku. Pro přenos ohybových napětí se používá tahová výztuž, vzniká železobeton. V betonu vlivem tahových napětí i tak vznikají trhliny, které snižují trvanlivost konstrukce. Tahová napětí se do konstrukce vnáší až po zatížení konstrukce. Rozpětí železobetonové konstrukce je značně limitováno pro jeho velkou objemovou hmotnost.
- Podstatou předpjatého betonu je vnést do betonového prvku tlakové napětí, které sníží nebo zcela odstraní tahové napětí. Posuzovaný betonový průřez se chová jako lineárně pružný, jelikož se vyloučí tahová porušení.

PŘEDPJATÝ BETON

- Beton má v tahu cca 10x menší pevnost než v tlaku. Pro přenos ohybových napětí se používá tahová výztuž, vzniká železobeton. V betonu vlivem tahových napětí i tak vznikají trhliny, které snižují trvanlivost konstrukce. Tahová napětí se do konstrukce vnáší až po zatížení konstrukce. Rozpětí železobetonové konstrukce je značně limitováno pro jeho velkou objemovou hmotnost.
- Podstatou předpjatého betonu je vnést do betonového prvku tlakové napětí, které sníží nebo zcela odstraní tahové napětí. Posuzovaný betonový průřez se chová jako lineárně pružný, jelikož se vyloučí tahová porušení.
- Předpětí v průřezu definujeme jako:

PŘEDPJATÝ BETON

- Beton má v tahu cca 10x menší pevnost než v tlaku. Pro přenos ohybových napětí se používá tahová výztuž, vzniká železobeton. V betonu vlivem tahových napětí i tak vznikají trhliny, které snižují trvanlivost konstrukce. Tahová napětí se do konstrukce vnáší až po zatížení konstrukce. Rozpětí železobetonové konstrukce je značně limitováno pro jeho velkou objemovou hmotnost.
- Podstatou předpjatého betonu je vnést do betonového prvku tlakové napětí, které sníží nebo zcela odstraní tahové napětí. Posuzovaný betonový průřez se chová jako lineárně pružný, jelikož se vyloučí tahová porušení.
- Předpětí v průřezu definujeme jako:

- Plné předpětí



PŘEDPJATÝ BETON

- Beton má v tahu cca 10x menší pevnost než v tlaku. Pro přenos ohybových napětí se používá tahová výztuž, vzniká železobeton. V betonu vlivem tahových napětí i tak vznikají trhliny, které snižují trvanlivost konstrukce. Tahová napětí se do konstrukce vnáší až po zatížení konstrukce. Rozpětí železobetonové konstrukce je značně limitováno pro jeho velkou objemovou hmotnost.
- Podstatou předpjatého betonu je vnést do betonového prvku tlakové napětí, které sníží nebo zcela odstraní tahové napětí. Posuzovaný betonový průřez se chová jako lineárně pružný, jelikož se vyloučí tahová porušení.
- Předpětí v průřezu definujeme jako:

- Plné předpětí

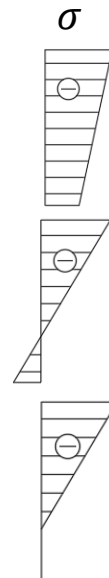
- Omezené předpětí



PŘEDPJATÝ BETON

- Beton má v tahu cca 10x menší pevnost než v tlaku. Pro přenos ohybových napětí se používá tahová výztuž, vzniká železobeton. V betonu vlivem tahových napětí i tak vznikají trhliny, které snižují trvanlivost konstrukce. Tahová napětí se do konstrukce vnáší až po zatížení konstrukce. Rozpětí železobetonové konstrukce je značně limitováno pro jeho velkou objemovou hmotnost.
- Podstatou předpjatého betonu je vnést do betonového prvku tlakové napětí, které sníží nebo zcela odstraní tahové napětí. Posuzovaný betonový průřez se chová jako lineárně pružný, jelikož se vyloučí tahová porušení.
- Předpětí v průřezu definujeme jako:

- Plné předpětí
- Omezené předpětí
- Částečné předpětí



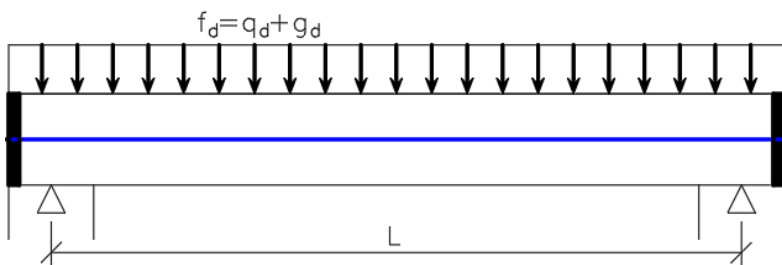
PŘEDPJATÝ BETON

- Smyslem předpětí P je vložit do betonového prvku takové vnitřní síly, které omezí nebo plně vyrovnají tahové účinky od vnějšího zatížení.

PŘEDPJATÝ BETON

- Smyslem předpětí P je vložit do betonového prvku takové vnitřní síly, které omezí nebo plně vyrovnají tahové účinky od vnějšího zatížení.

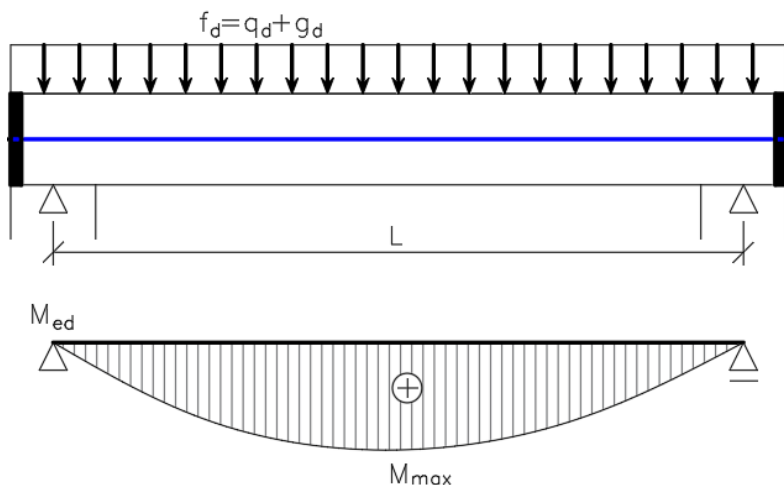
CENTRICKÉ VEDENÍ PŘEDPĚTÍ



PŘEDPJATÝ BETON

- Smyslem předpětí P je vložit do betonového prvku takové vnitřní síly, které omezí nebo plně vyrovnej tahové účinky od vnějšího zatížení.

CENTRICKÉ VEDENÍ PŘEDPĚTÍ

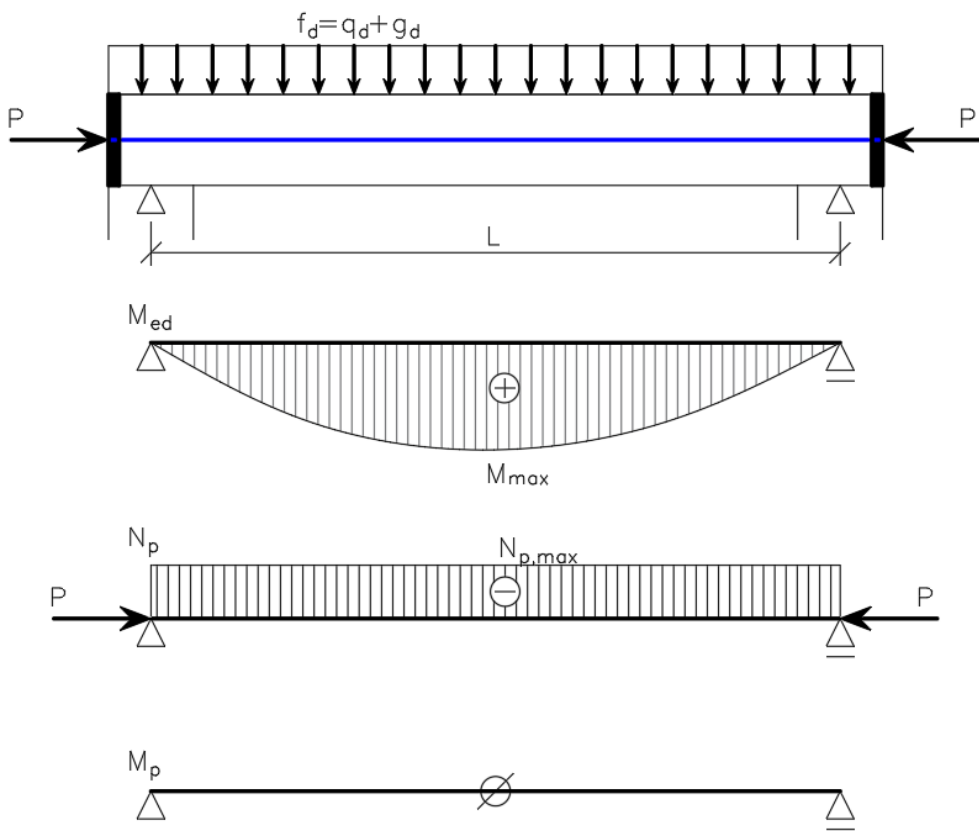


$$M_{\max} = \frac{1}{8} f_d L^2$$

PŘEDPJATÝ BETON

- Smyslem předpětí P je vložit do betonového prvku takové vnitřní síly, které omezí nebo plně vyrovnají tahové účinky od vnějšího zatížení.

CENTRICKÉ VEDENÍ PŘEDPĚTÍ

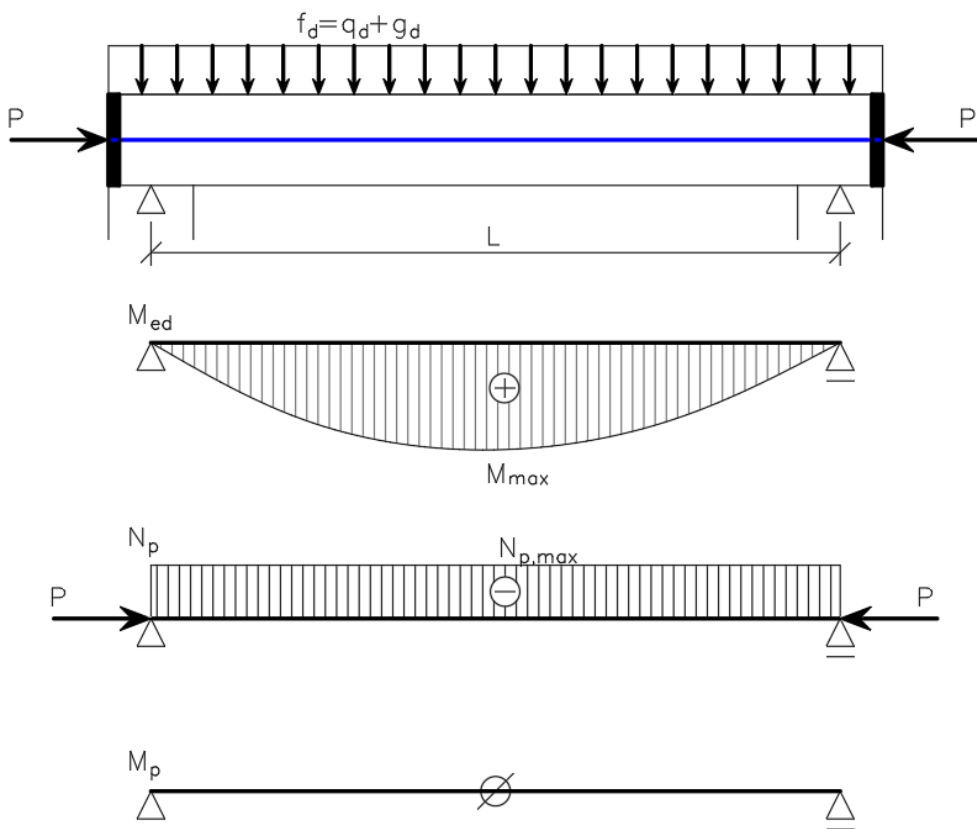


$$M_{max} = \frac{1}{8} f_d L^2$$

PŘEDPĚTÝ BETON

- Smyslem předpětí P je vložit do betonového prvku takové vnitřní síly, které omezí nebo plně vyrovnají tahové účinky od vnějšího zatížení.

CENTRICKÉ VEDENÍ PŘEDPĚTÍ



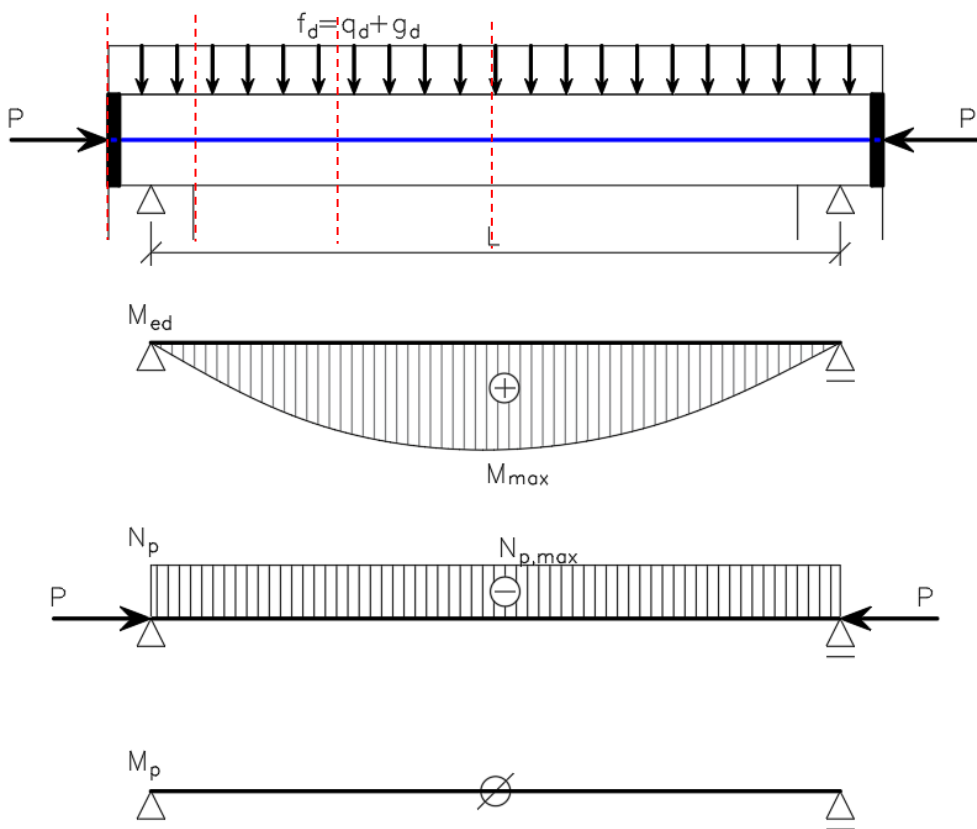
$$M_{max} = \frac{1}{8} f_d L^2$$

$$\sigma_x = \frac{N_p}{A} + \frac{M_{max}}{I_y} z + \frac{N_p \cdot e_p}{I_y} z$$

PŘEDPJATÝ BETON

- Smyslem předpětí P je vložit do betonového prvku takové vnitřní síly, které omezí nebo plně vyrovnejahí tahové účinky od vnějšího zatížení.

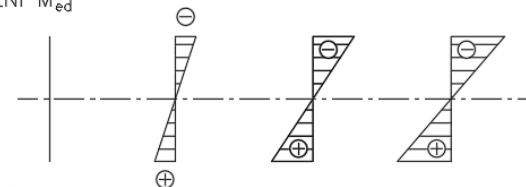
CENTRICKÉ VEDENÍ PŘEDPĚTÍ



$$M_{max} = \frac{1}{8} f_d L^2$$

$$\sigma_x = \frac{N_p}{A} + \frac{M_{max}}{I_y} z + \frac{N_p \cdot e_p}{I_y} z$$

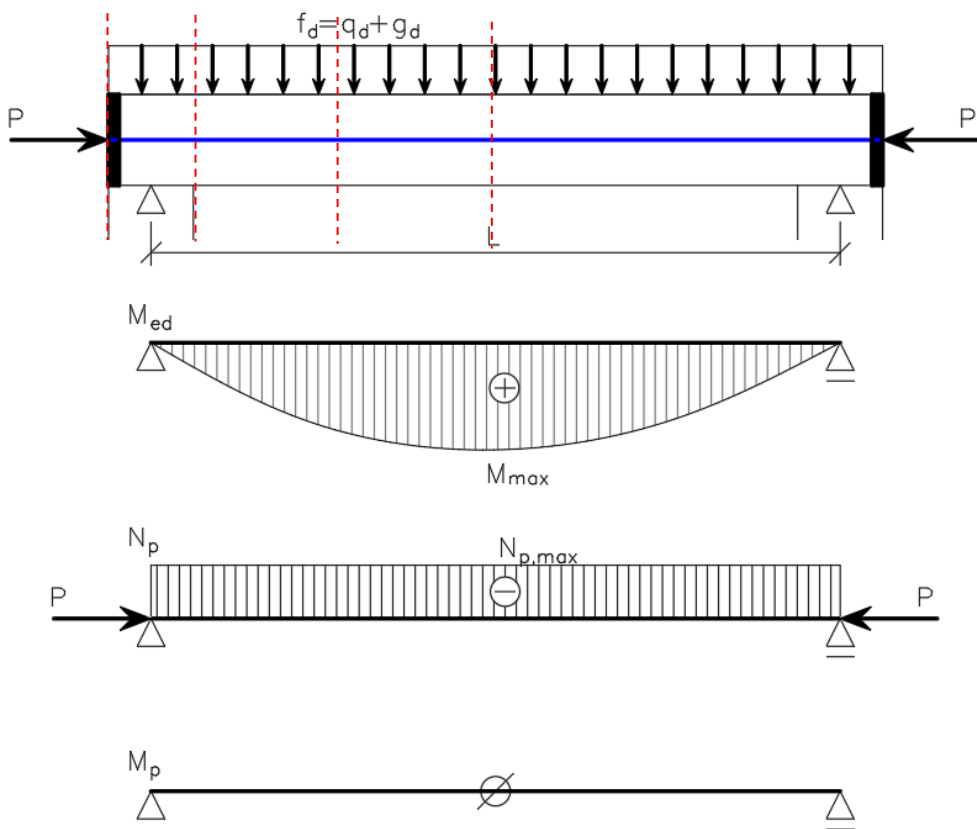
ZATÍŽENÍ M_{ed}



PŘEDPJATÝ BETON

- Smyslem předpětí P je vložit do betonového prvku takové vnitřní síly, které omezí nebo plně vyrovnejahí tahové účinky od vnějšího zatížení.

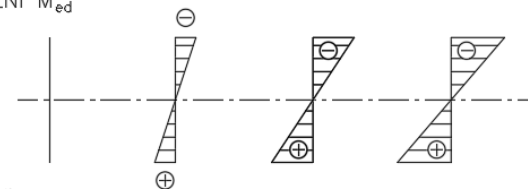
CENTRICKÉ VEDENÍ PŘEDPĚTÍ



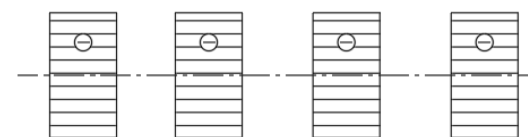
$$M_{max} = \frac{1}{8} f_d L^2$$

$$\sigma_x = \frac{N_p}{A} + \frac{M_{max}}{I_y} z + \frac{N_p \cdot e_p}{I_y} z$$

ZATÍŽENÍ M_{ed}



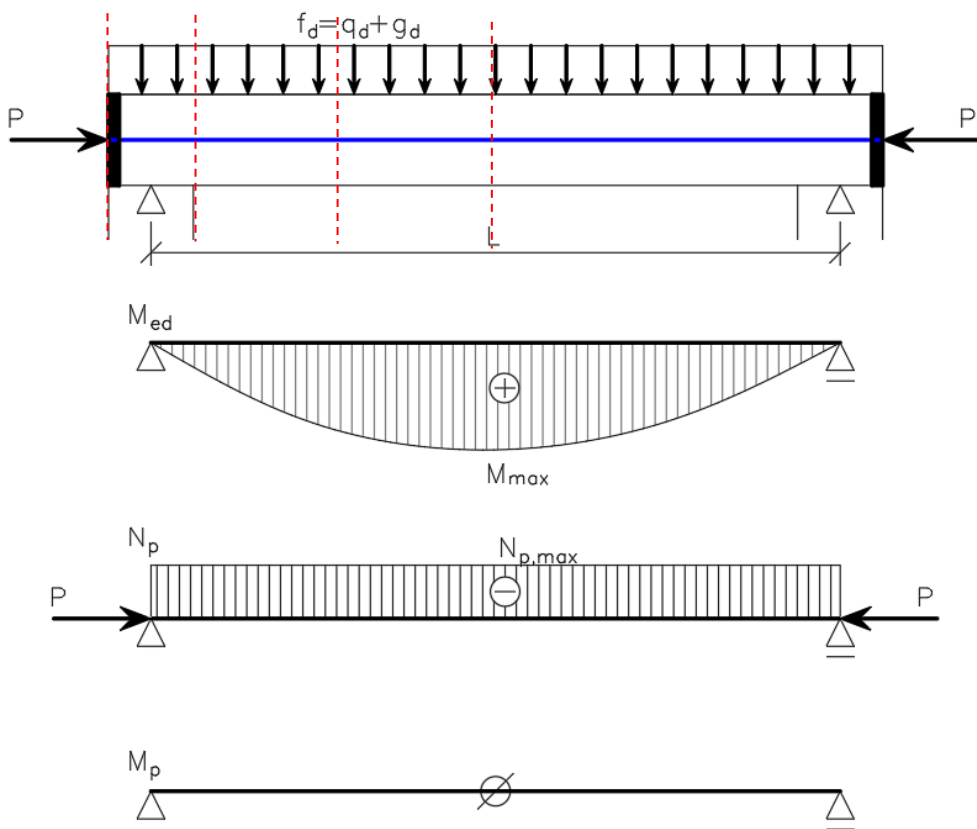
PŘEDPĚTÍ N_p



PŘEDPJATÝ BETON

- Smyslem předpětí P je vložit do betonového prvku takové vnitřní síly, které omezí nebo plně vyrovnaají tahové účinky od vnějšího zatížení.

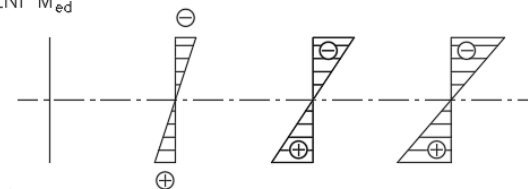
CENTRICKÉ VEDENÍ PŘEDPĚTÍ



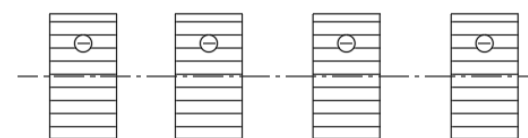
$$M_{max} = \frac{1}{8} f_d L^2$$

$$\sigma_x = \frac{N_p}{A} + \frac{M_{max}}{I_y} z + \frac{N_p \cdot e_p}{I_y} z$$

ZATÍŽENÍ M_{ed}



PŘEDPĚTÍ N_p



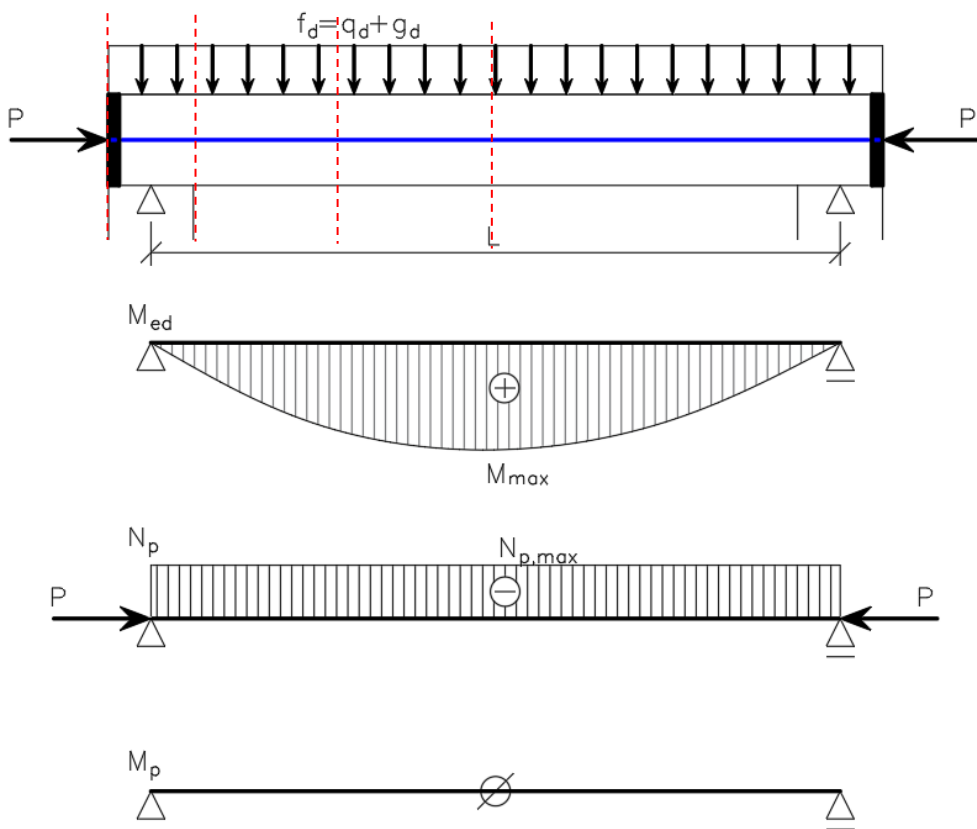
PŘEDPĚTÍ M_p



PŘEDPJATÝ BETON

- Smyslem předpětí P je vložit do betonového prvku takové vnitřní síly, které omezí nebo plně vyrovnej tahové účinky od vnějšího zatížení.

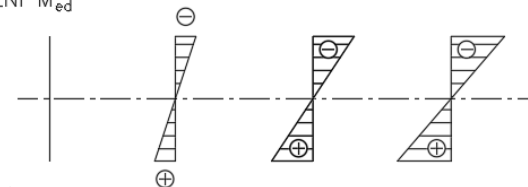
CENTRICKÉ VEDENÍ PŘEDPĚTÍ



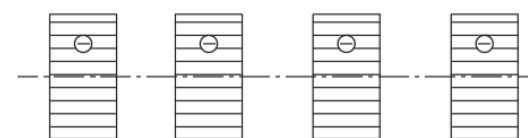
$$M_{max} = \frac{1}{8} f_d L^2$$

$$\sigma_x = \frac{N_p}{A} + \frac{M_{max}}{I_y} z + \frac{N_p \cdot e_p}{I_y} z$$

ZATÍŽENÍ M_{ed}



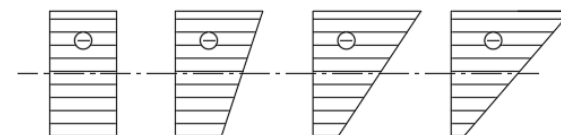
PŘEDPĚTÍ N_p



PŘEDPĚTÍ M_p



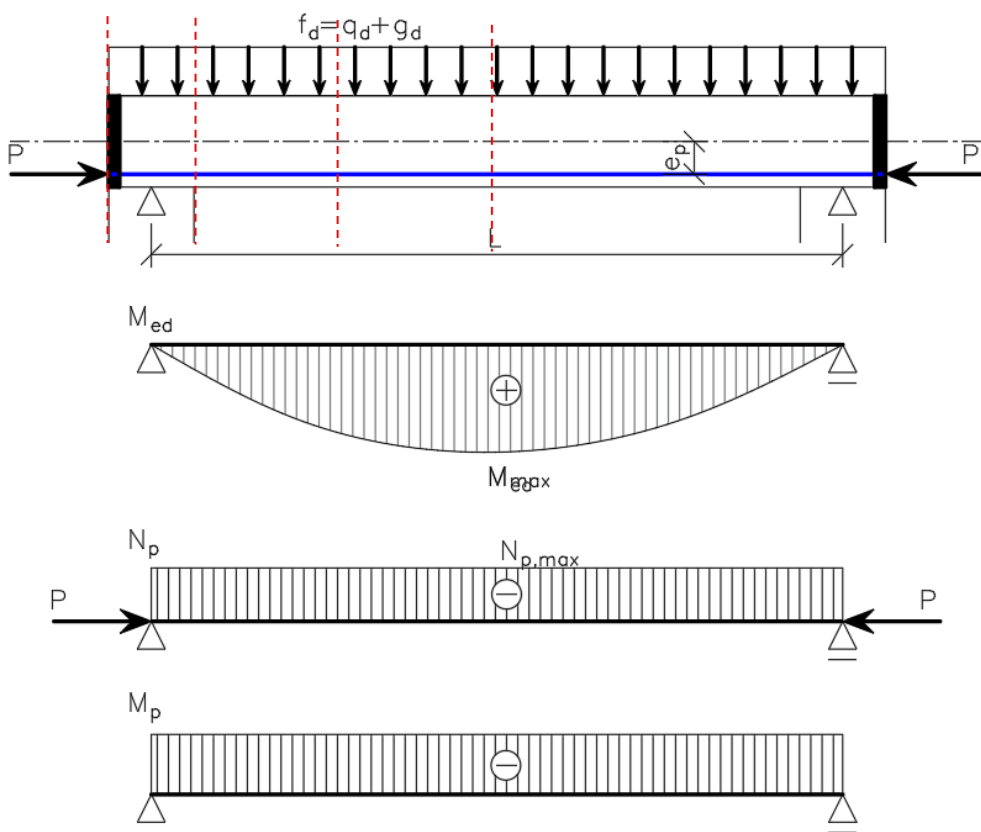
KOMBINACE $M_{ed} + N_p + M_p$



PŘEDPJATÝ BETON

- Smyslem předpětí P je vložit do betonového prvku takové vnitřní síly, které omezí nebo plně vyrovnejahí tahové účinky od vnějšího zatížení.

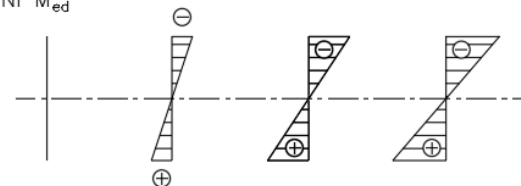
PŘÍME VEDENÍ PŘEDPĚTÍ



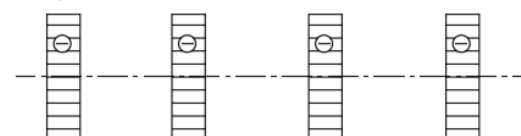
$$M_{max} = \frac{1}{8} f_d L^2$$

$$\sigma_x = \frac{N_p}{A} + \frac{M_{max}}{I_y} z + \frac{N_p \cdot e_p}{I_y} z$$

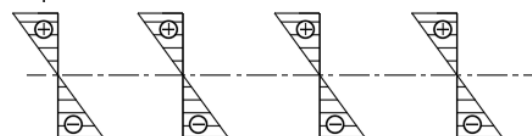
ZATÍŽENÍ M_{ed}



PŘEDPĚTÍ N_p



PŘEDPĚTÍ M_p



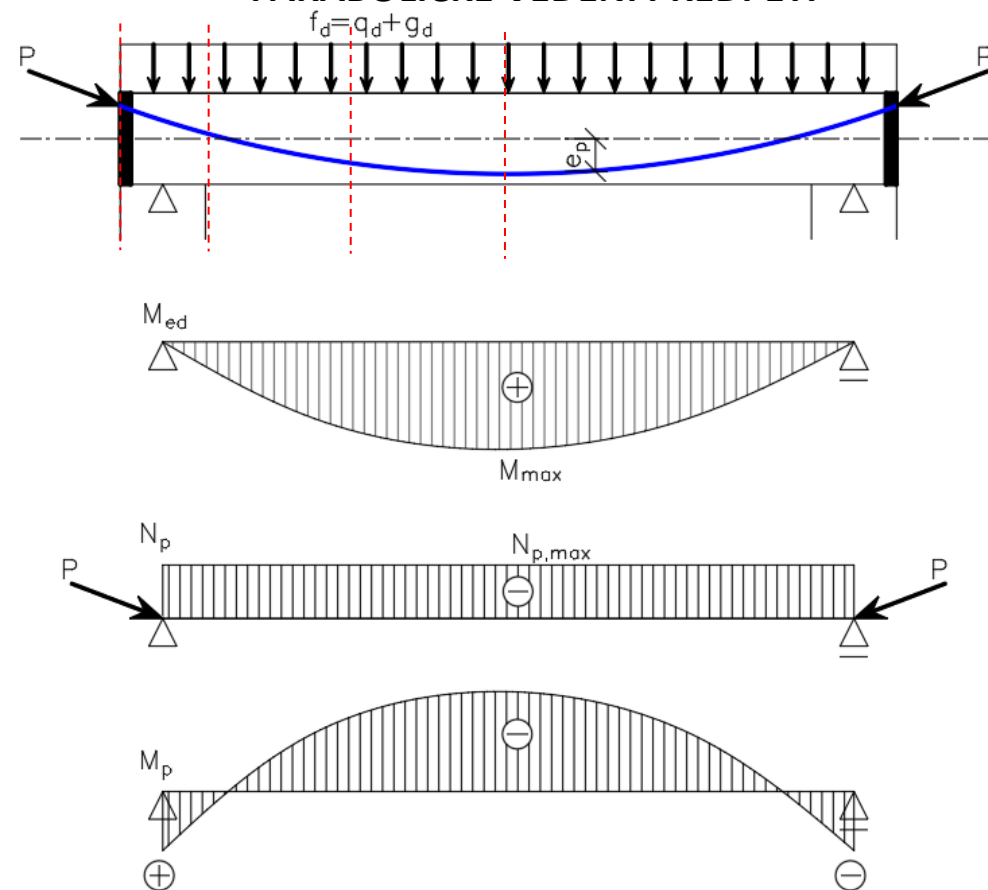
KOMBINACE $M_{ed} + N_p + M_p$



PŘEDPJATÝ BETON

- Smyslem předpětí P je vložit do betonového prvku takové vnitřní síly, které omezí nebo plně vyrovnají tahové účinky od vnějšího zatížení.

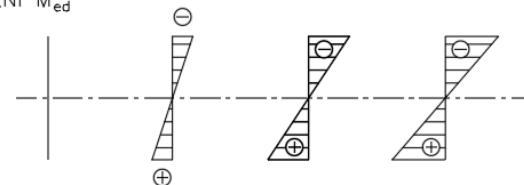
PARABOLICKÉ VEDENÍ PŘEDPĚTÍ



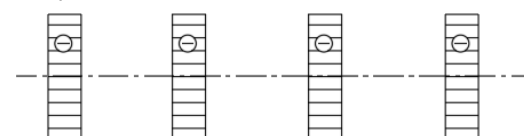
$$M_{max} = \frac{1}{8} f_d L^2$$

$$\sigma_x = \frac{N_p}{A} + \frac{M_{max}}{I_y} z + \frac{N_p \cdot e_p}{I_y} z$$

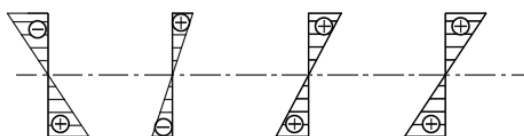
ZATÍŽENÍ M_{ed}



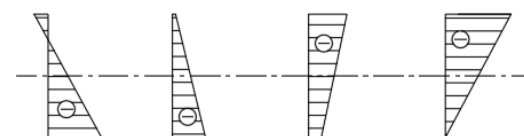
PŘEDPĚTÍ N_p



PŘEDPĚTÍ M_p



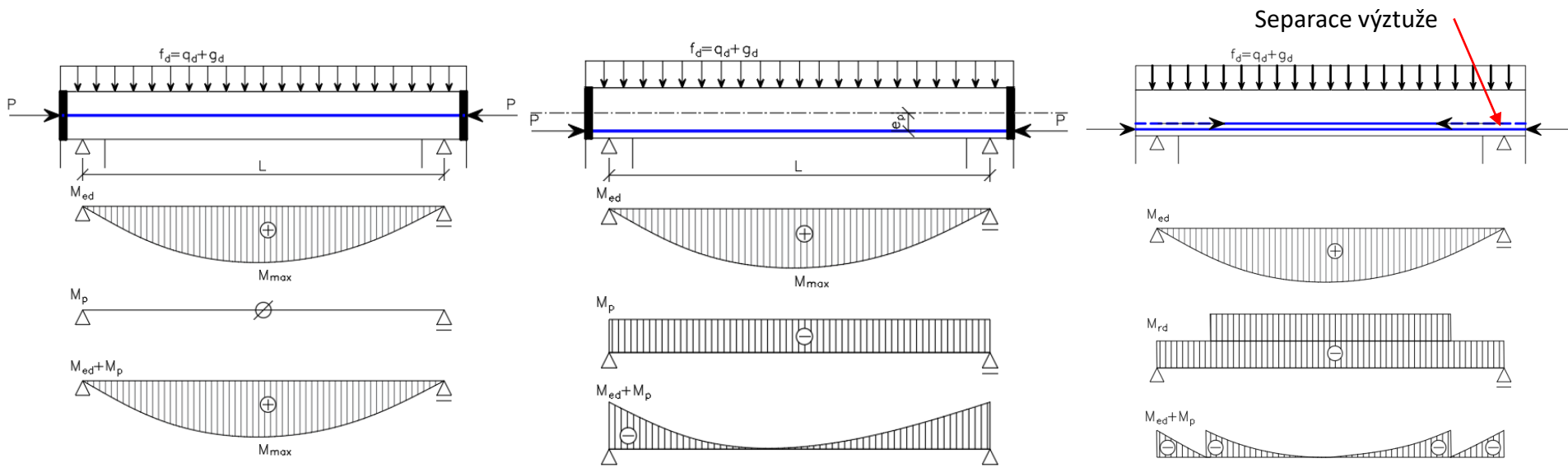
KOMBINACE $M_{ed} + N_p + M_p$



PŘEDPJATÝ BETON

- Tahová napětí vznikající v podporách lze vyrovnat tzv. separací výztuže. Separace lze dosáhnout osazením části délky předpínací výztuže do plastových trubek.

SEPAROVANÁ PŘEDPÍNAČÍ VÝZTUŽ

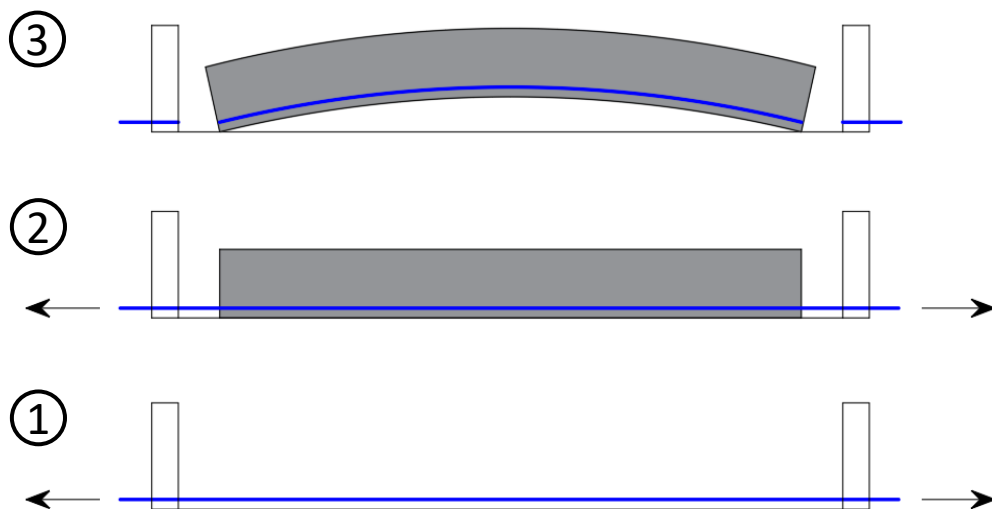


PŘEDPJATÝ BETON

- Dle způsobu vnesení předpětí se předpjatý beton rozděluje na:

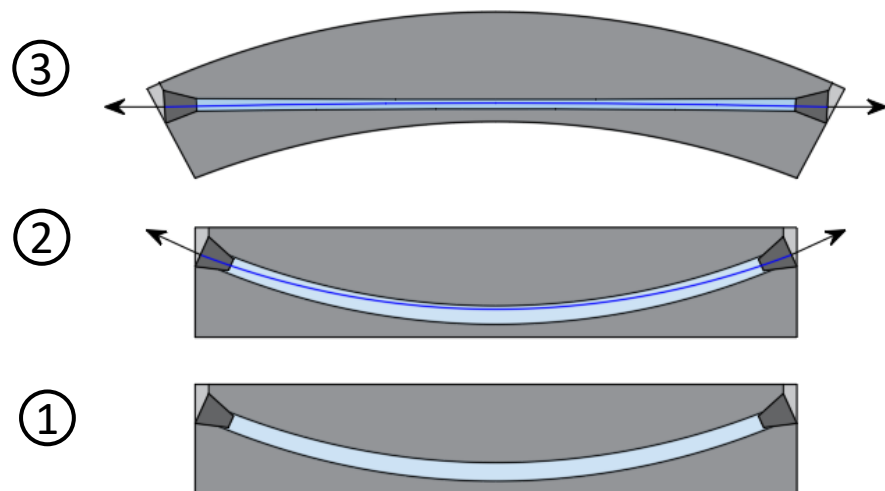
PŘEDEM PŘEDPJATÝ BETON (STRUNOBETON)

U předem předpjatého betonu se nejdříve napnou a ukotví předpínací lana ①. Následně se provede betonáž dílce ②. Po dostatečném zatvrdnutí betonu se lana přestříhnou a tím dojde k vnesení předpjetí. Předpětí se tedy do prvku vnáší soudržností betonu a výztuže ③.



DODATEČNĚ PŘEDPJATÝ BETON (KABELOBETON)

U dodatečně předpjatého betonu se nejdříve vybetonuje konstrukce, ve které je již osazen kanálek pro předpínací výztuž ①. Následně se provede napnutí kabelu kotevním zařízením ②③. Kabel se často skládá z 3-19 lan. Posledním krokem je injektáž kánálků injektážní maltou.

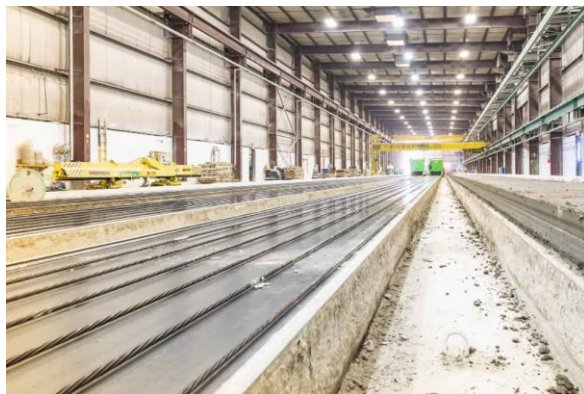


PŘEDPJATÝ BETON

PŘEDEM PŘEDPJATÝ BETON



Napnutá lana



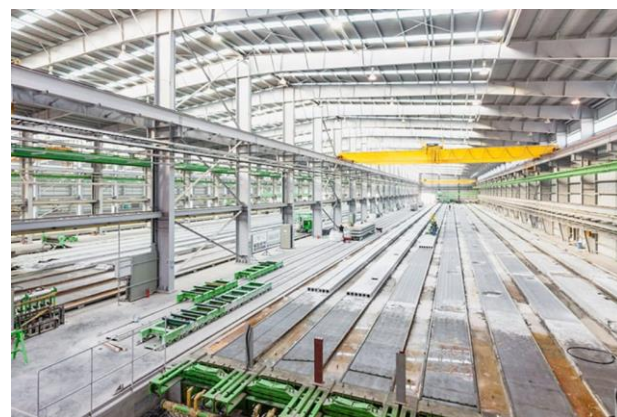
Napnutá lana



Betonáž



Řezání



Připravené prefabrikáty

Zdroj: elematic.com

PŘEDPJATÝ BETON

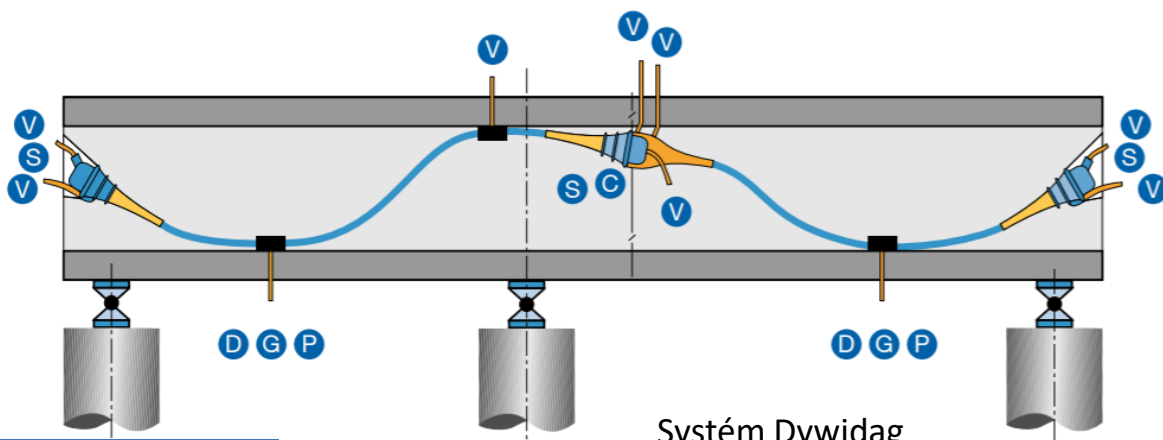
PŘEDEM PŘEDPJATÝ BETON



Prefabrikované nosníky
Zdroj: prefa-technology.cz

PŘEDPJATÝ BETON

DODATEČNĚ PŘEDPJATÝ BETON



Systém Dywidag
Zdroj:dywidag-systems.fr



Kanálek
Zdroj:dywidag-systems.fr

C – spojka
D – čištění
C – spojka
G,P – injektáž
V – odvětrání
S – kotva



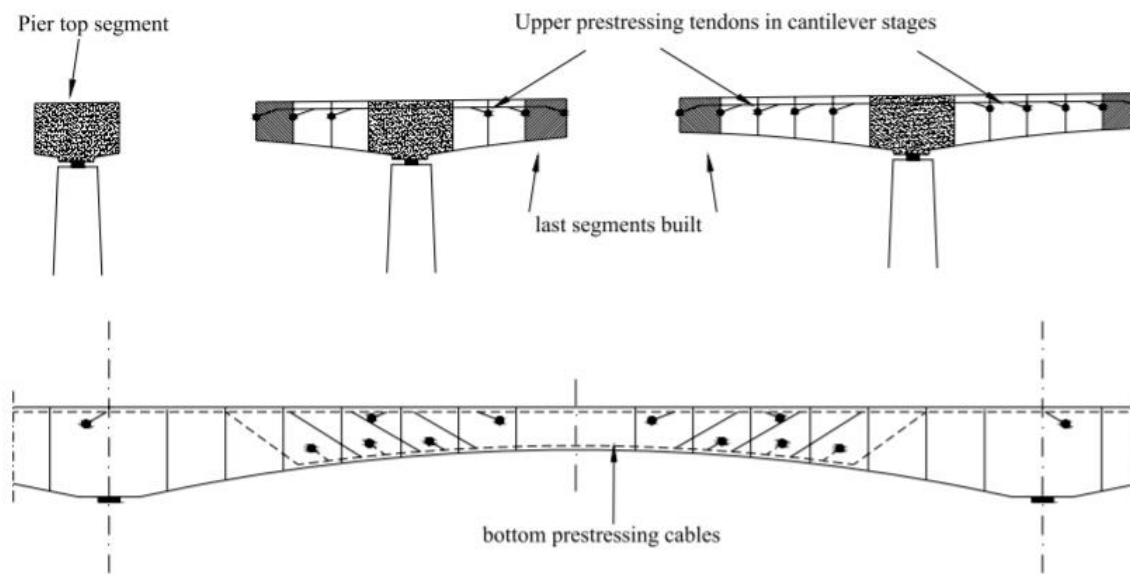
Kotva
Zdroj:dywidag-systems.fr



Spojka
Zdroj:dywidag-systems.fr

PŘEDPJATÝ BETON

DODATEČNĚ PŘEDPJATÝ BETON



Způsob budování mostní konstrukce pomocí symetrické konzoly
(Marcello Arici, 2008)

Konstrukce se začíná stavět přidáváním prefabrikovaných dílců nebo pomocí letmé betonáže na obě strany od podpory. Jelikož statické schéma odpovídá konzole, osazují se předpínací kabely při horním povrchu konstrukce. Při dokončení stavby se však statické schéma mění na spojitý nosník a proto je třeba předeptnout konstrukci při jejím dolním okraji.

PŘEDPJATÝ BETON

ZTRÁTA PŘEDPĚTÍ

Předpětí vnesené do betonové konstrukce nezůstává v betonu konstantní ani po celou dobu její životnosti ani po celé její délce a je ovlivněna reologickými vlastnostmi betonu a oceli a geometrií vedení předpínací výztuže.

PŘEDPJATÝ BETON

ZTRÁTA PŘEDPĚTÍ

Předpětí vnesené do betonové konstrukce nezůstává v betonu konstantní ani po celou dobu její životnosti ani po celé její délce a je ovlivněna reologickými vlastnostmi betonu a oceli a geometrií vedení předpínací výztuže.

Jako **okamžité/výrobní** ztráty předpětí jsou označovány takové ztráty, ke kterým dochází v okamžiku nebo těsně po vnesení předpětí. Mezi okamžité ztráty předpětí řadíme tyto:

- Ztráta třením o stěny kabelového kanálku
- Prokluz v kotě
- Okamžité pružné přetvoření betonu
- Rozdílnost teplot mezi opěrnou konstrukcí a předpínací výztuží
- Ztráta otlačením betonu

PŘEDPJATÝ BETON

ZTRÁTA PŘEDPĚTÍ

Předpětí vnesené do betonové konstrukce nezůstává v betonu konstantní ani po celou dobu její životnosti ani po celé její délce a je ovlivněna reologickými vlastnostmi betonu a oceli a geometrií vedení předpínací výztuže.

Jako **okamžité/výrobní** ztráty předpětí jsou označovány takové ztráty, ke kterým dochází, v okamžiku nebo těsně po vnesení předpětí. Mezi okamžité ztráty předpětí řadíme tyto:

- Ztráta třením o stěny kabelového kanálku
- Prokluz v kotě
- Okamžité pružné přetvoření betonu
- Rozdílnost teplot mezi opěrnou konstrukcí a předpínací výztuží
- Ztráta otlačením betonu

Jako **dlouhodobé/provozní** ztráty předpětí jsou označovány ztráty, ke kterým dohází v průběhu užívání konstrukce. Mezi dlouhodobé ztráty předpětí řadíme tyto:

- Relaxace oceli
- Smršťování betonu
- Dotvarování betonu
- Ztráta předpětí vlivem působícího zatížení

PŘEDPJATÝ BETON

PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽ

Ocelová předpínací výztuž se vyrábí z nelegovaných nebo nízkolegovaných ocelí s vyšším obsahem uhlíku (0,9%), pro zvýšení pevnosti v tahu.

Pro předpínání konstrukcí se používají ocelové tyče, dráty a lana. K předpínání lze použít i méně tradiční materiály z uhlíkových vláken, které mají pevnost 2 000 – 7 000 MPa.

PŘEDPJATÝ BETON

PŘEDPÍNAČÍ VÝZTUŽ

Ocelová předpínací výztuž se vyrábí z nelegovaných nebo nízkolegovaných ocelí s vyšším obsahem uhlíku (0,9%), pro zvýšení pevnosti v tahu.

Pro předpínání konstrukcí se používají ocelové tyče, dráty a lana. K předpínání lze použít i méně tradiční materiály z uhlíkových vláken, které mají pevnost 2 000 – 7 000 MPa.

PŘEDPÍNAČÍ TYČE

- Mez kluzu 800 MPa, mez pevnosti 1000 MPa
- Legované, žebírkované nebo hladké tyče, válcované za tepla.
 - *Legování – přidávání dalších kovových materiálů do ocelí, pro zlepšení jejich vlastností
- Vlastnosti se dále zlepšují kalením a popouštěním
 - *Kalení
 - Ohřátí až na 1000°C a rychlé ochlazení.
 - Zvýšení pevnosti v tahu.
 - Vznikají vnitřní pnutí
 - *Popouštění – Pomalé ohřátí oceli až na 500 °C pro odstranění vnitřní pnutí po kalení



PŘEDPJATÝ BETON

PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽ

PŘEDPÍNACÍ LANA

- Lana se vyrábí z patentovaných drátů válcovaných za tepla. Drát je dále tažen za studena čímž se zvyšuje jeho pevnost na 1500 až 1800 MPa, mez kluzu $f_{y,02}$ odpovídá cca 75% pevnosti.
*Patentování – ohřátí na cca 900°C s následným pozvolným chlazením v olověné lázni pro odstranění vnitřního pnutí