

Téma 9: Smyk

- Základní vztahy a předpoklady řešení
- Výpočet smykového napětí v prutech vybraných průřezů namáhaných smykem
- Dimenzování nosníků namáhaných smykem
- Výpočet smykových toků a středu smyku
- Složené nosníky

Prvky namáhané smykem

Při **ohybu** prutu vznikají v jeho průřezech ohybové momenty a zpravidla i posouvající síly, které způsobují **namáhání smykem**.

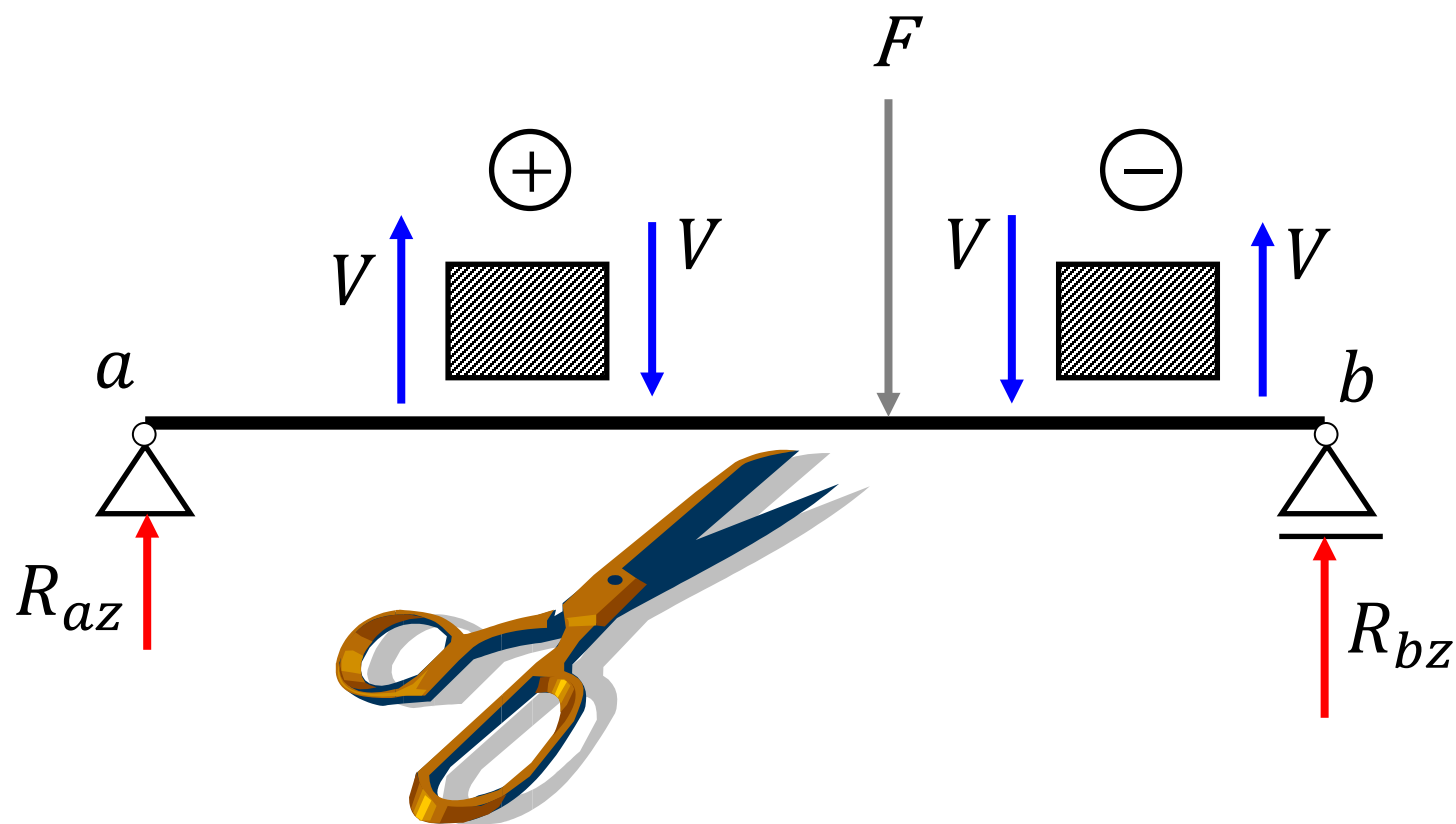
Posouvající síly $V_y, V_z \neq 0$

Rovinný ohyb:

vnitřní a vnější síly leží
v rovině xy ($V_y, M_z \neq 0$)

nebo

v rovině xz ($V_z, M_y \neq 0$) –
hlavní zatěžovací roviny.

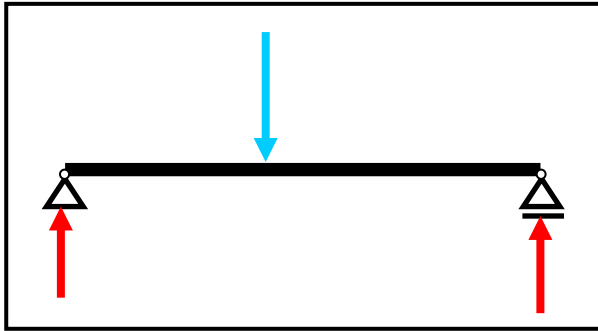


Prvky namáhané smykem

Šroubový spoj
stropních nosníků a sloupu,
foto: doc. Ing. Karel Kubečka, Ph.D.



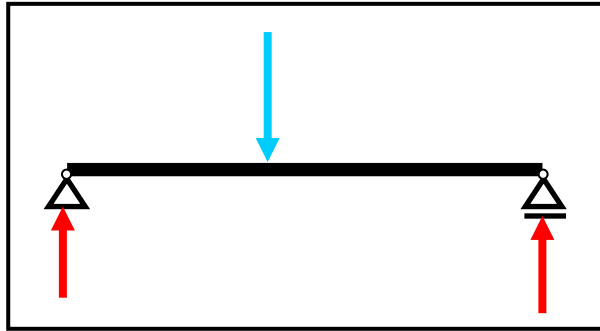
Prvky namáhané smykem



Povodňové poruchy mostů
v roce 2002, Jižní Čechy,
foto: prof. Ing. Vladimír
Tomica, CSc.



Prvky namáhané smykem

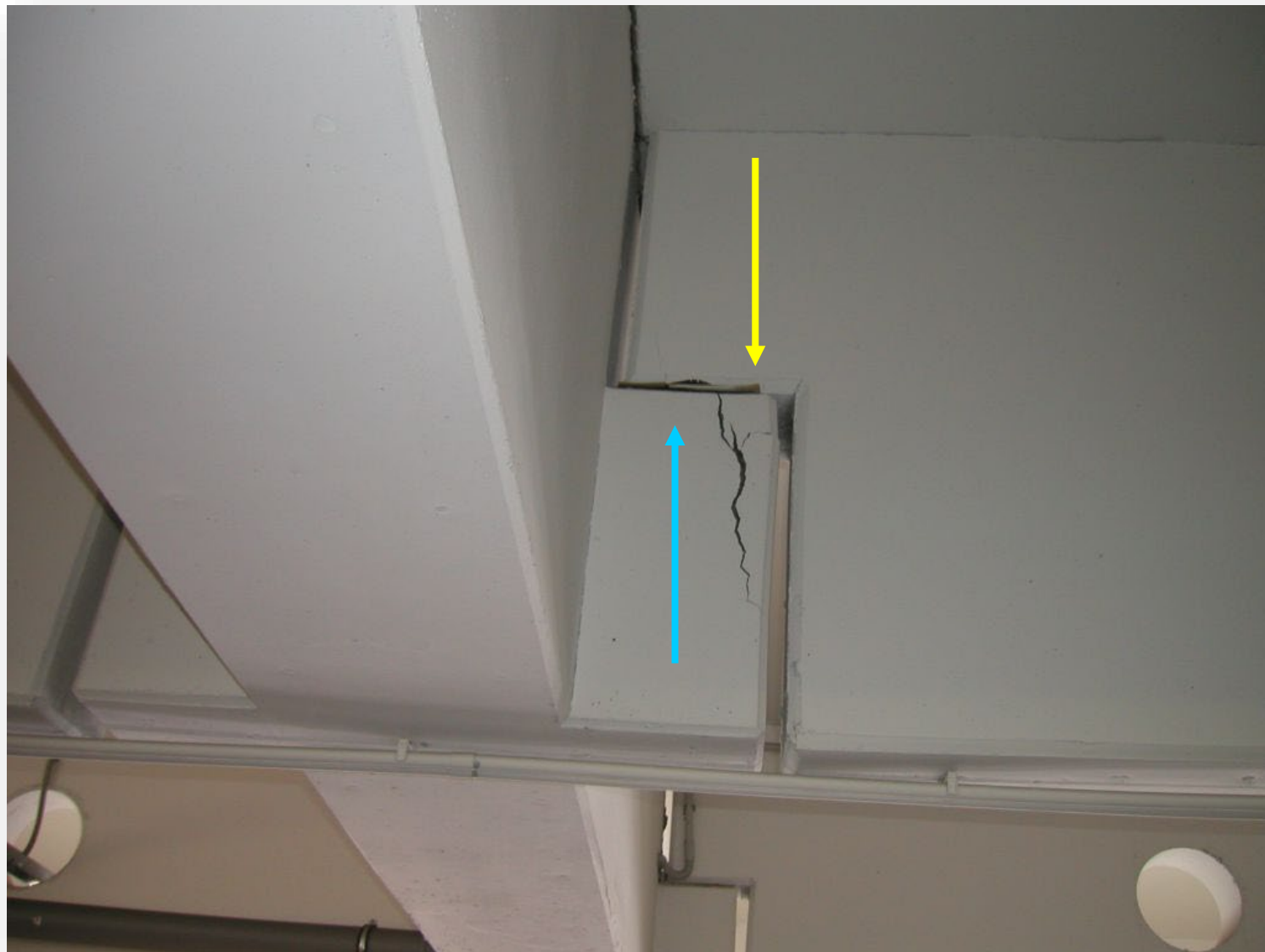


Povodňové poruchy mostů
v roce 2002, Jižní Čechy,
foto: prof. Ing. Vladimír Tomica, CSc.



Prvky namáhané smykem

Porušení konzoly betonového skeletu vlivem nadměrného smykového namáhání
foto: prof. Ing. Radim Čajka, CSc.



Prvky namáhané smykem

Porušení konzoly betonového skeletu vlivem nadměrného smykového namáhání
foto: prof. Ing. Radim Čajka, CSc.



Prvky namáhané smykem

Porušení konzoly betonového skeletu vlivem nadměrného smykového namáhání
foto: prof. Ing. Radim Čajka, CSc.



Prvky namáhané smykem



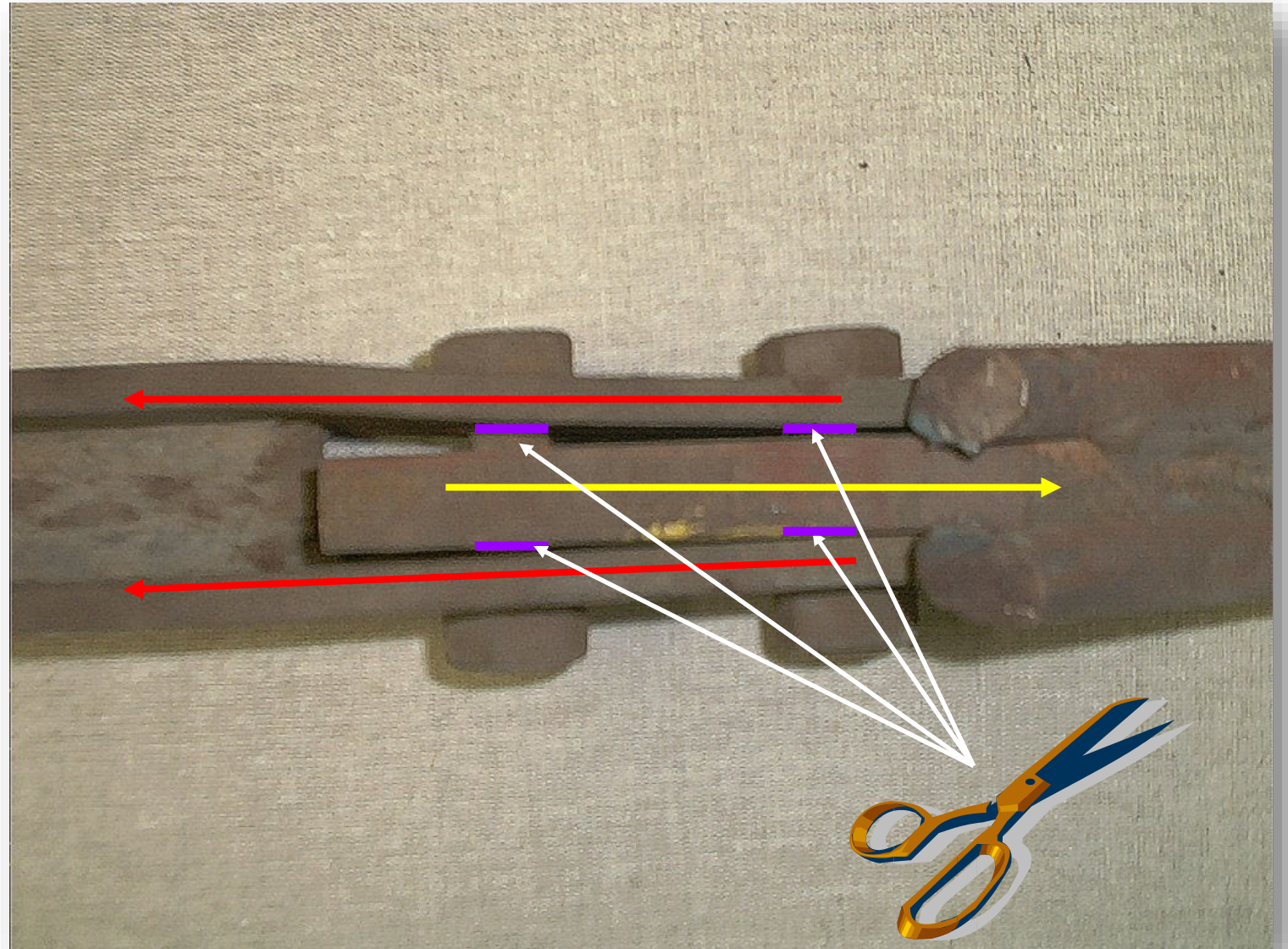
Detail šroubového spoje

Prvky namáhané smykem



Detail šroubového spoje

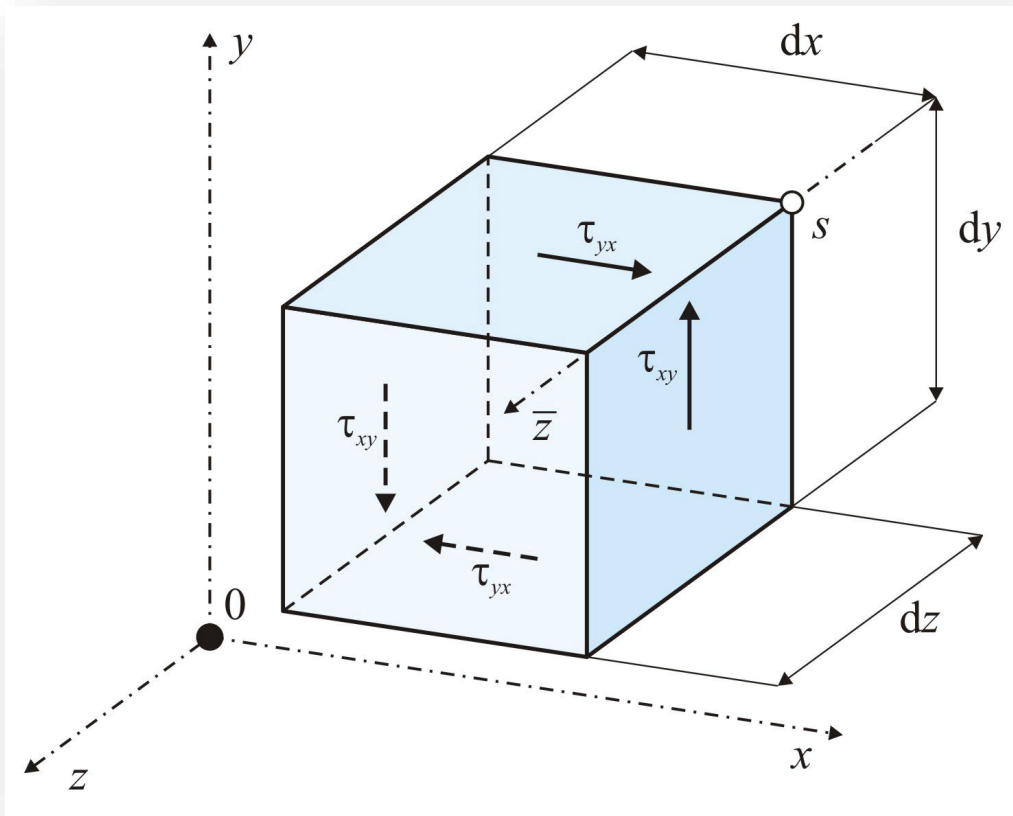
Prvky namáhané smykem



Detail šroubového spoje

Věta o vzájemnosti smykových napětí

$$\tau = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{T}}{\Delta \vec{A}}$$



$$\sum M_z = 0: \quad dQ_{xy} = \tau_{xy} \cdot dA_{yz} = \tau_{xy} \cdot dy \cdot dz$$

$$\begin{aligned} dQ_{xy} \cdot dx - dQ_{yx} \cdot dy &= \\ &= \tau_{xy} \cdot dy \cdot dz \cdot dx - \tau_{yx} \cdot dx \cdot dz \cdot dy = 0 \end{aligned}$$

$$\tau_{xy} = \tau_{yx} \quad \text{obdobně} \quad \begin{aligned} \tau_{yz} &= \tau_{zy} \\ \tau_{zx} &= \tau_{xz} \end{aligned}$$

$$[\sigma] = \begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ & \sigma_y & \tau_{yz} \\ \text{sym.} & & \sigma_z \end{bmatrix}$$

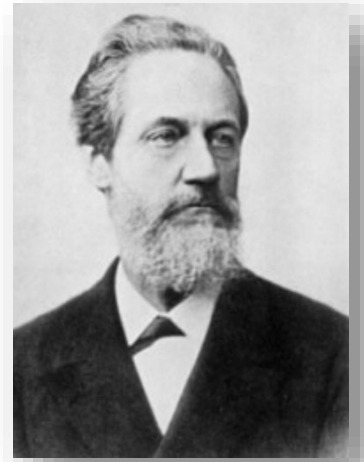
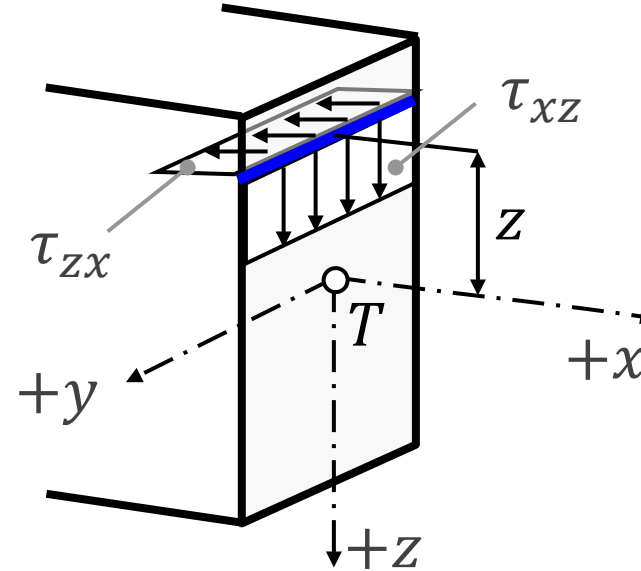
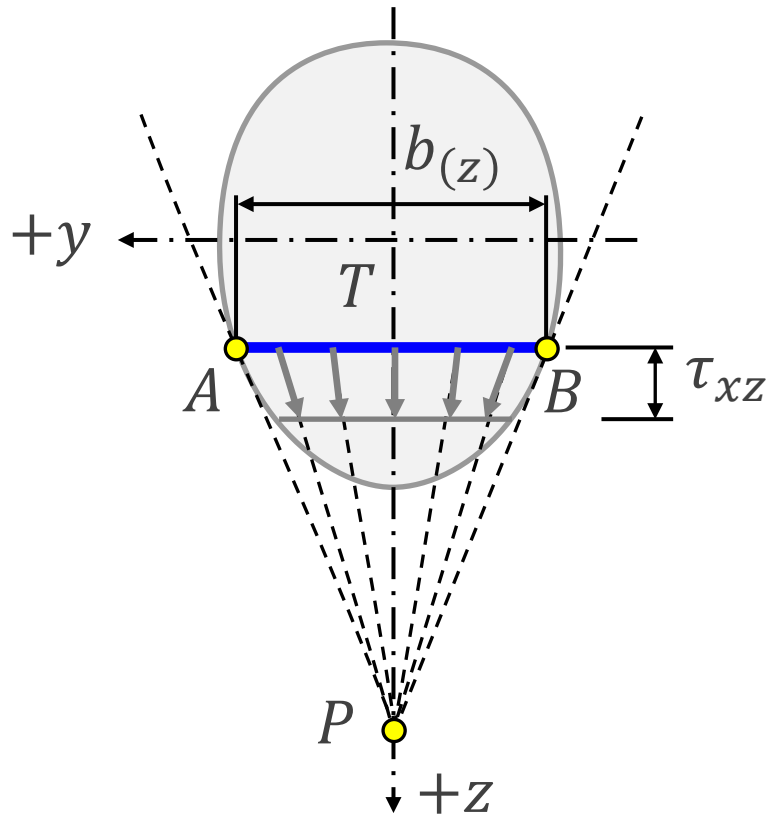
Tenzor napětí tělesa: Pouze 6 složek napětí

Vektor napětí:

$$\{\sigma\} = \{\sigma_x \quad \sigma_y \quad \sigma_z \quad \tau_{yz} \quad \tau_{zx} \quad \tau_{xy}\}^T$$

Základní předpoklady podle Grashofa

- a) Podél rovnoběžky s neutrálnou osou (tj. podél přímky $z = \text{konst.}$) je svislá složka smykového napětí konstantní:
 $\tau_{xz} = \text{konst.}$



Franz Grashof
(1826 –1893)

- b) Vektory výsledných smykových napětí podél této přímky směřují do společného bodu – průsečíku tečen k obrysu průřezu – bod P .

Namáhání smykem (a ohybem)

Zkouška dřevěných trámů,
ČVUT, Praha



Namáhání smykem (a ohybem)



Zkouška dřevěných
trámů, ČVUT, Praha

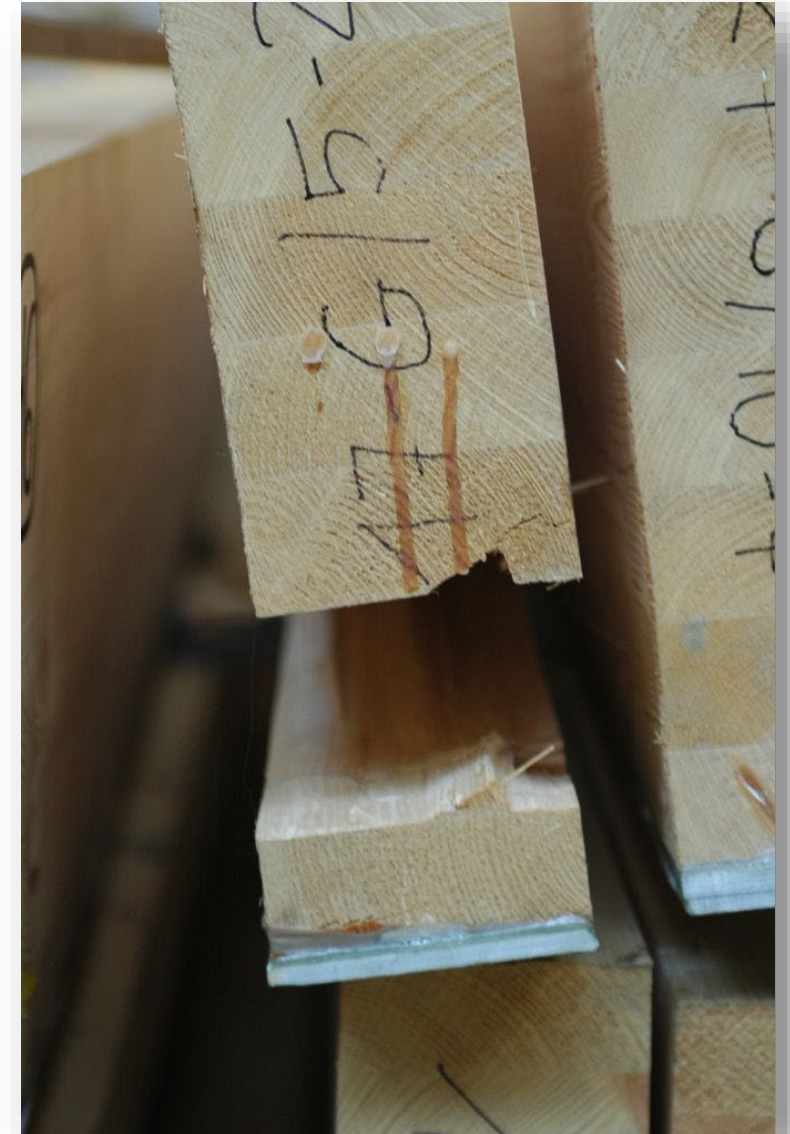
Namáhání smykem (a ohybem)



Zkouška dřevěných
trámů, ČVUT, Praha

Namáhání smykem (a ohybem)

Zkouška dřevěných trámů,
ČVUT, Praha



Namáhání smykem (a ohybem)

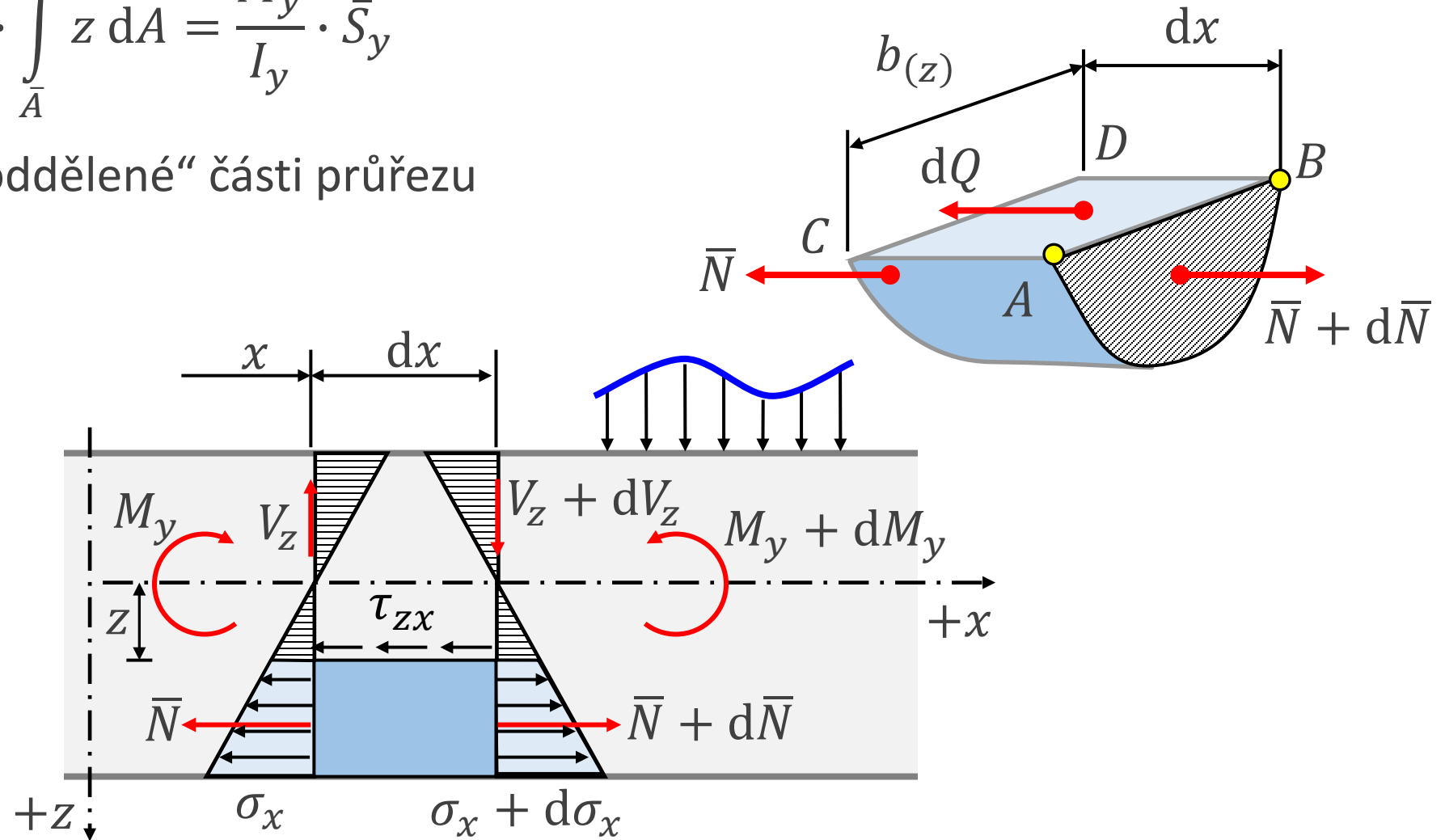
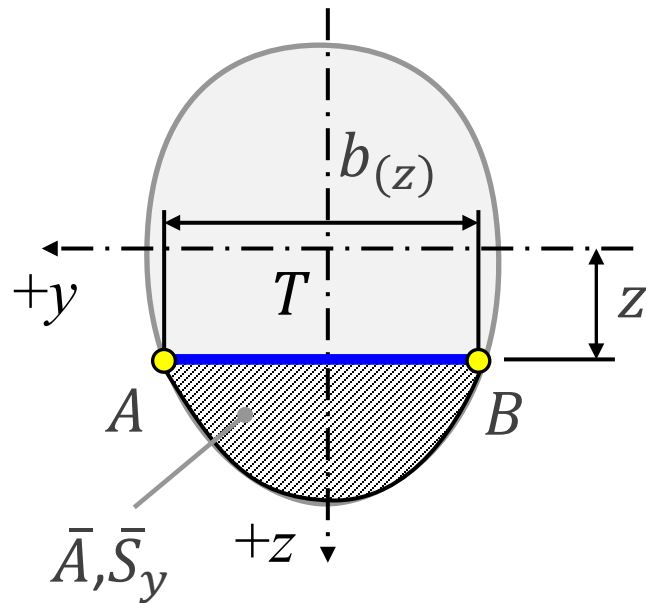


Zkouška dřevěných
trámů, ČVUT, Praha

Základní vztahy pro odvození smykového napětí

$$1. \quad \bar{N} = \int_{\bar{A}} \sigma_x dA = \frac{M_y}{I_y} \cdot \int_{\bar{A}} z dA = \frac{M_y}{I_y} \cdot \bar{S}_y$$

\bar{S}_y ... **statický moment** „oddělené“ části průřezu



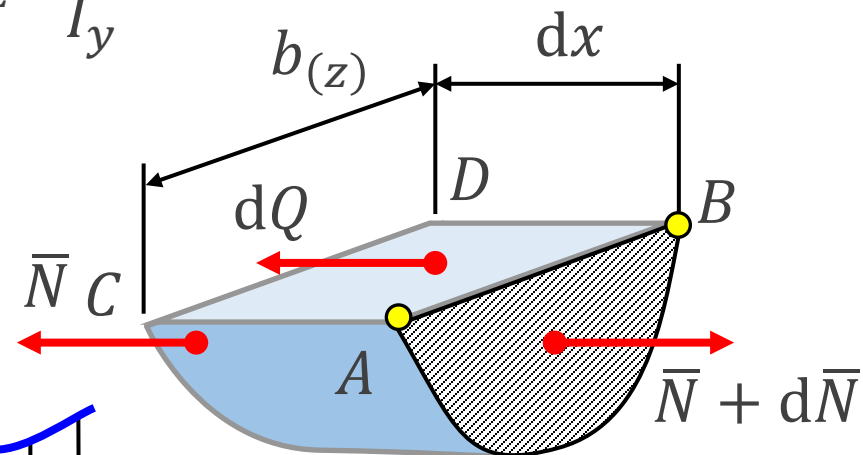
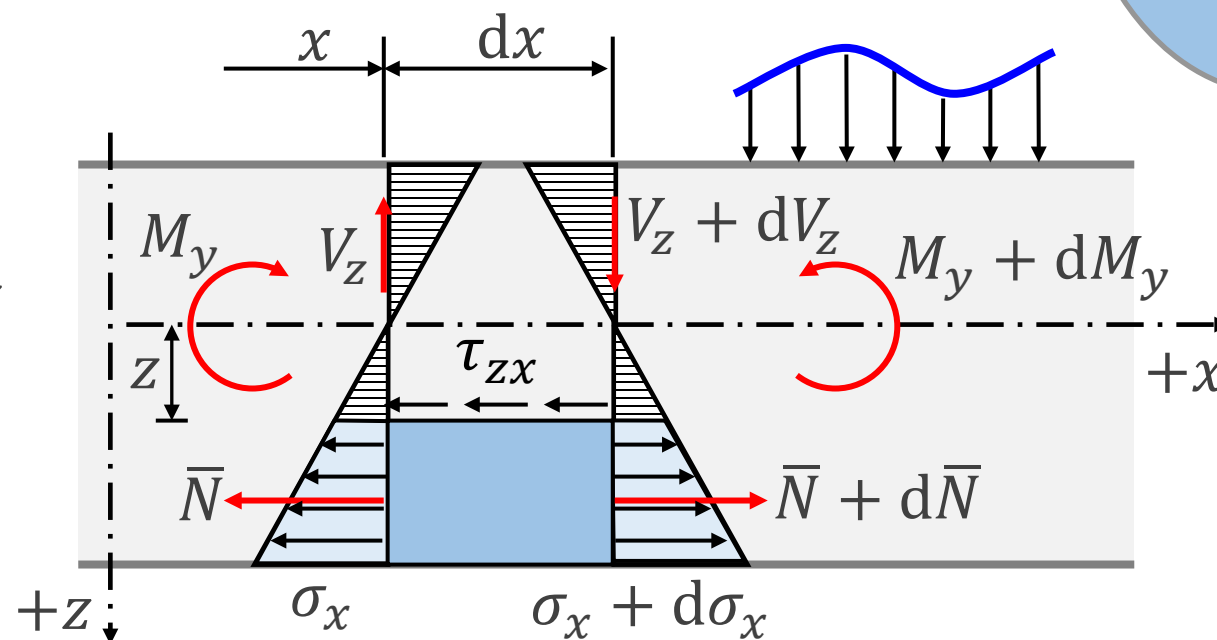
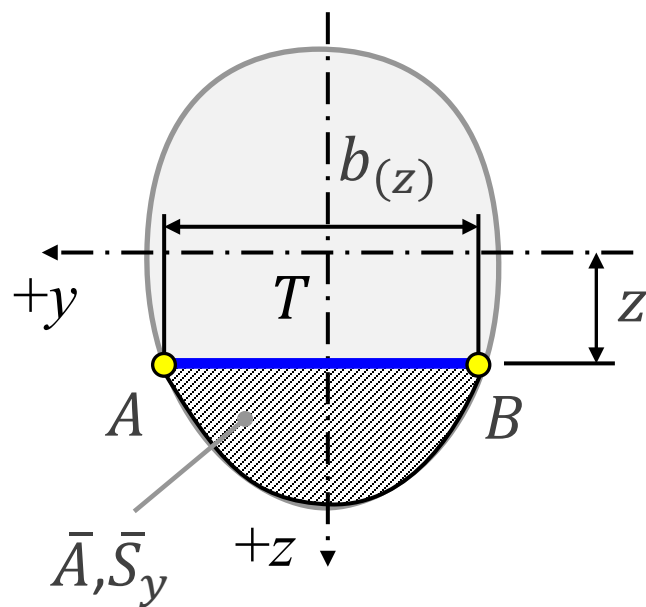
Základní vztahy pro odvození smykového napětí

$$2. \quad d\bar{N} = \frac{d\bar{N}}{dx} \cdot dx = \frac{d}{dx} \cdot \left(\frac{M_y}{I_y} \cdot \bar{S}_y \right) \cdot dx = \frac{dM_y}{dx} \cdot \frac{\bar{S}_y}{I_y} \cdot dx = V_z \cdot \frac{\bar{S}_y}{I_y} \cdot dx$$

Schwedlerova věta:

(diferenciální podmínky rovnováhy)

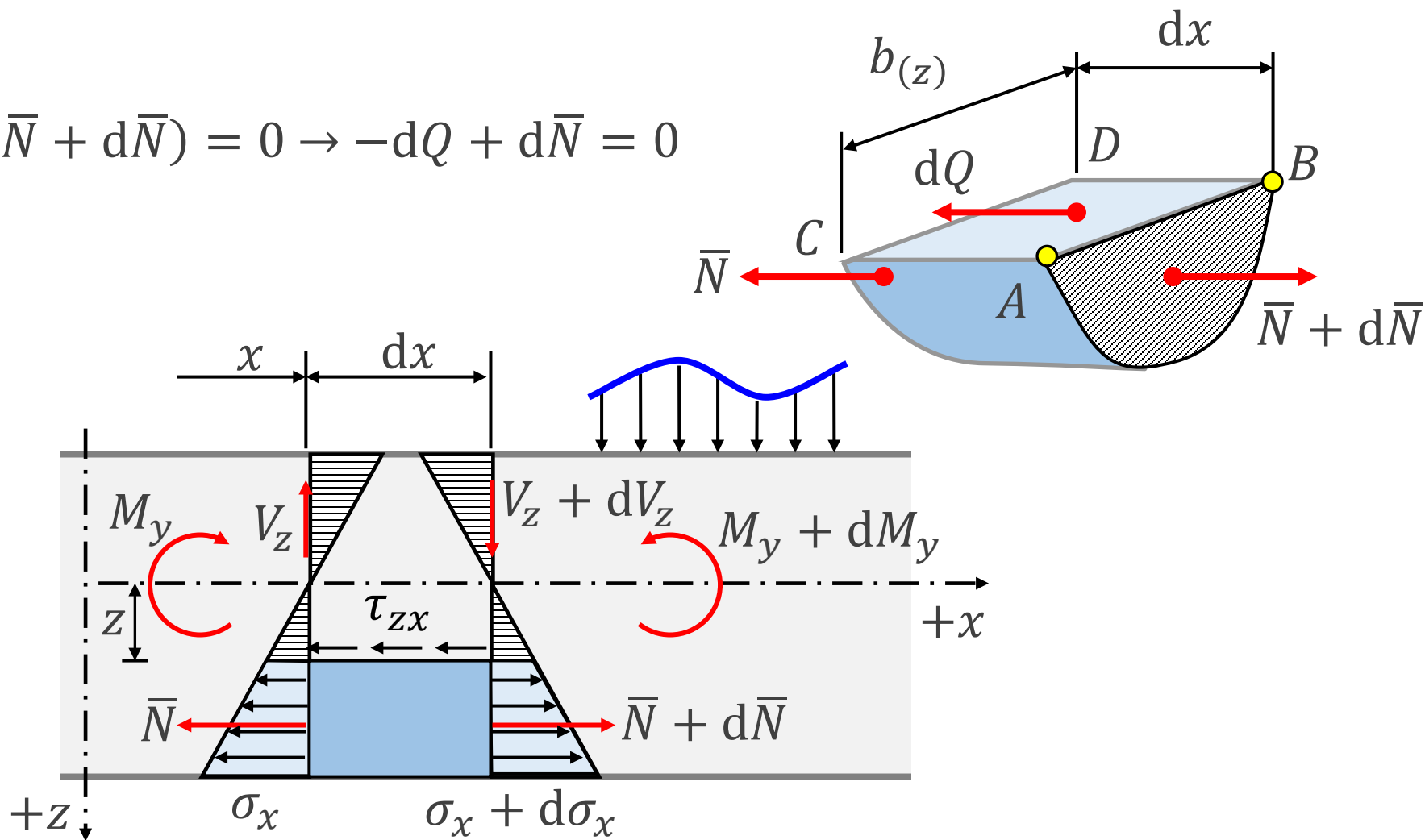
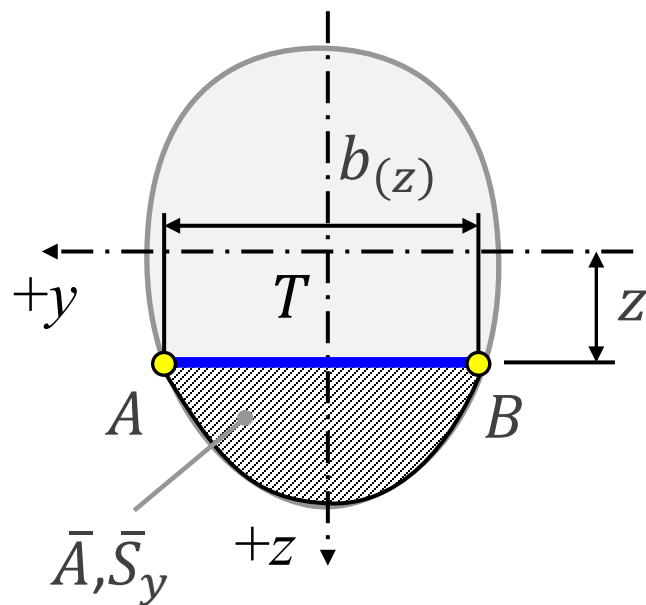
$$\frac{dM_y}{dx} = V_z$$



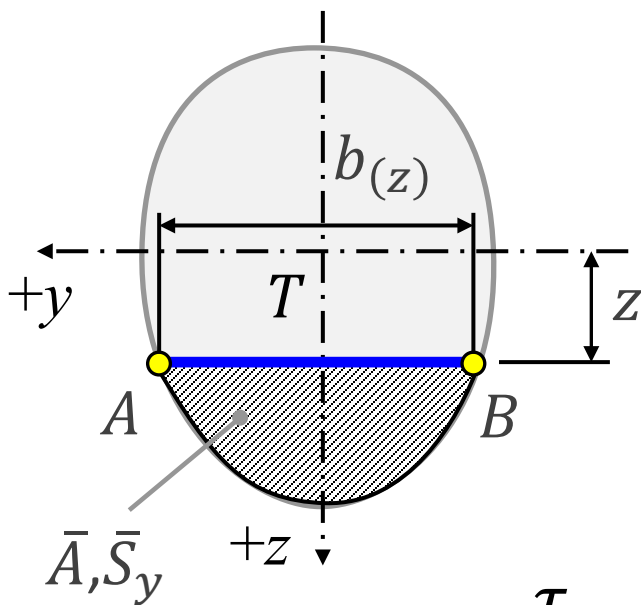
Základní vztahy pro odvození smykového napětí

3. $dQ = \tau_{zx} \cdot b(z) \cdot dx$

$R_x = 0:$ $-dQ - \bar{N} + (\bar{N} + d\bar{N}) = 0 \rightarrow -dQ + d\bar{N} = 0$



Základní vztahy pro odvození smykového napětí



$$-dQ + d\bar{N} = 0$$

$$dQ = d\bar{N}$$

$$dQ = \tau_{zx} \cdot b(z) \cdot dx$$

$$d\bar{N} = V_z \cdot \frac{\bar{S}_y}{I_y} \cdot dx$$

$$\tau_{zx} \cdot b(z) \cdot dx = V_z \cdot \frac{\bar{S}_y}{I_y} \cdot dx \rightarrow$$

Grashofův vzorec

$$\tau_{xz(z)} = \tau_{zx(z)} = \frac{V_z \cdot \bar{S}_y(z)}{I_y \cdot b(z)}$$

V_z ... **posouvající síla** v průřezu

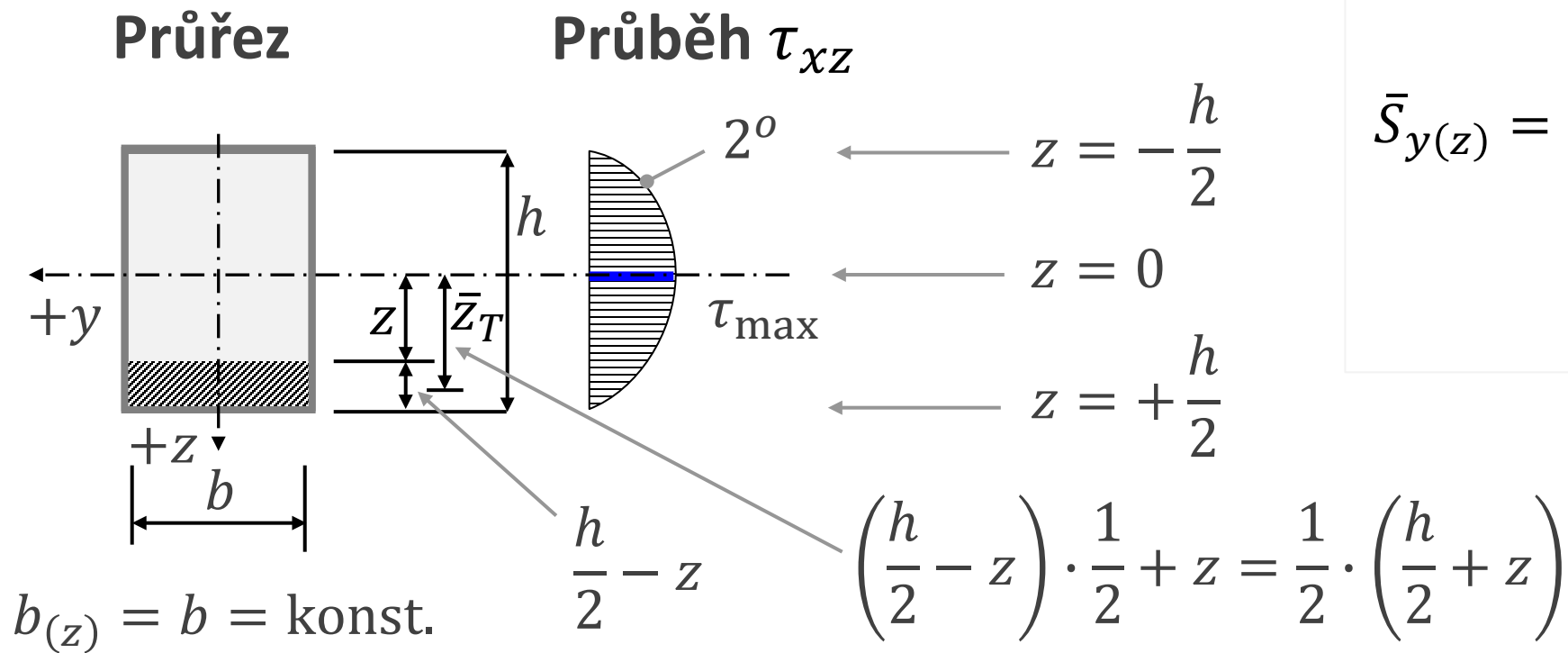
$\bar{S}_y(z)$... **statický moment** „oddělené“ části průřezu

I_y ... **moment setrvačnosti** celého průřezu

$b(z)$... **šířka průřezu** v uvažovaném místě

Smykové napětí v obdélníkovém průřezu

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3$$



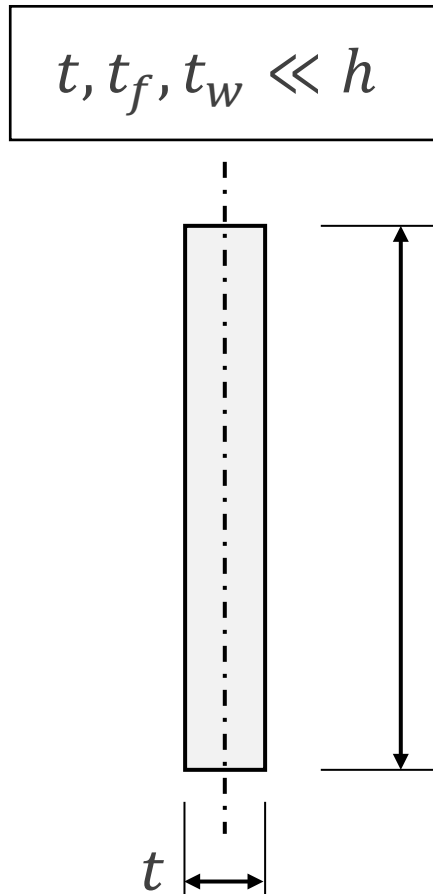
$$\begin{aligned} \bar{S}_y(z) &= b \cdot \left(\frac{h}{2} - z\right) \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{h}{2} + z\right) = \\ &= \frac{b}{8} \cdot (h^2 - 4 \cdot z^2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau_{xz}(z) &= \tau_{zx}(z) = \\ &= \frac{V_z \cdot \frac{b}{8} \cdot (h^2 - 4 \cdot z^2)}{\frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 \cdot b} = \\ &= \frac{3}{2} \cdot \frac{V_z}{b \cdot h} \cdot \left(1 - \frac{4 \cdot z^2}{h^2}\right) \end{aligned}$$

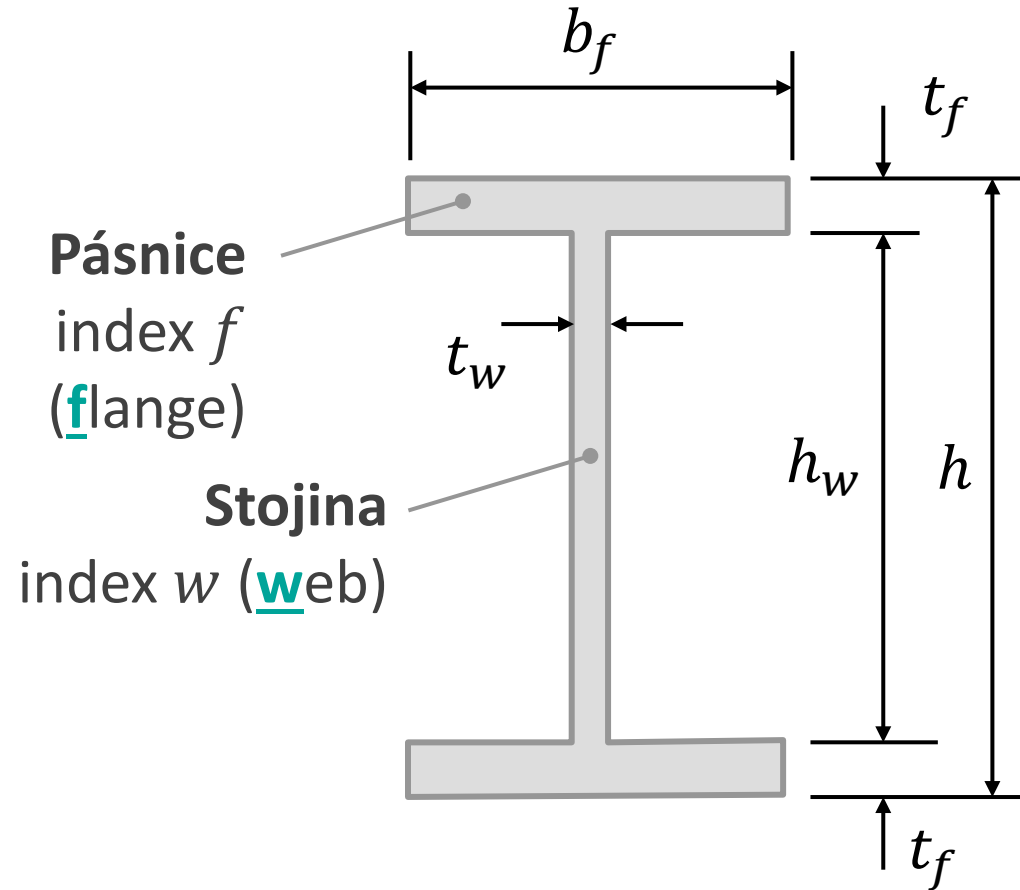
$$\tau_{\max} = \tau_{xz}(z=0) = \tau_{zx}(z=0) = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_z}{b \cdot h} = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_z}{A}$$

Smykové napětí v tenkostěnných průřezech

Tenkostěnný průřez



Symetrický profil typu I

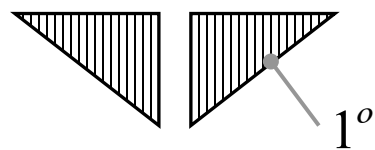
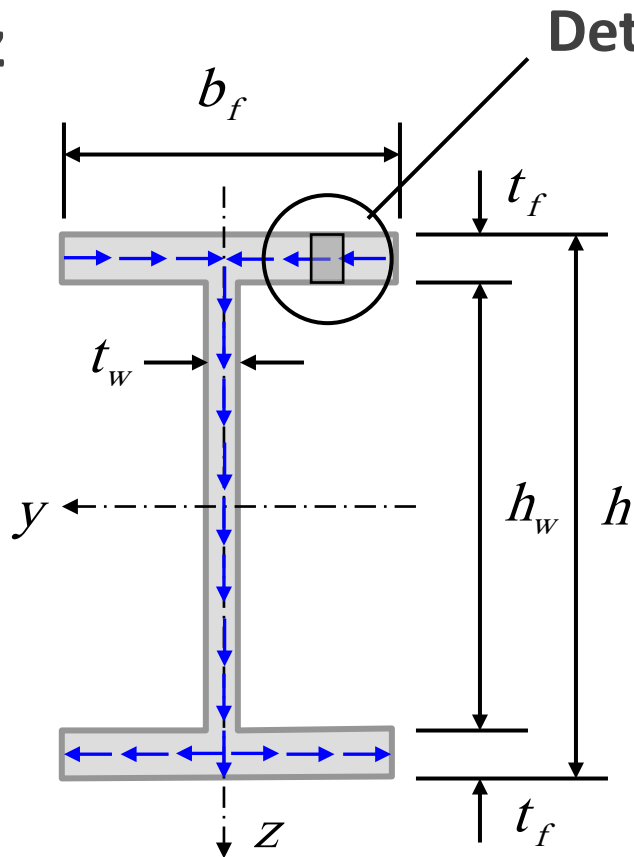


Otevřené průřezy: I, U, T, C, Z

Uzavřené průřezy:  

Smyková napětí v profilu typu I

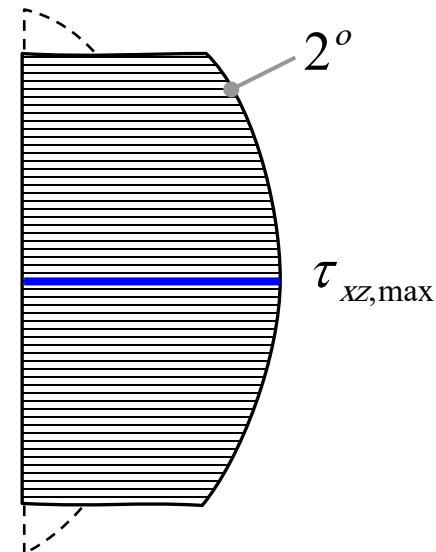
Průřez



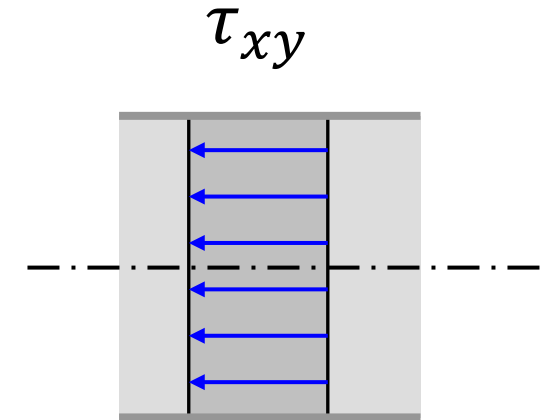
Průběh τ_{xy}

Detail

Průběh τ_{xz}



Detail

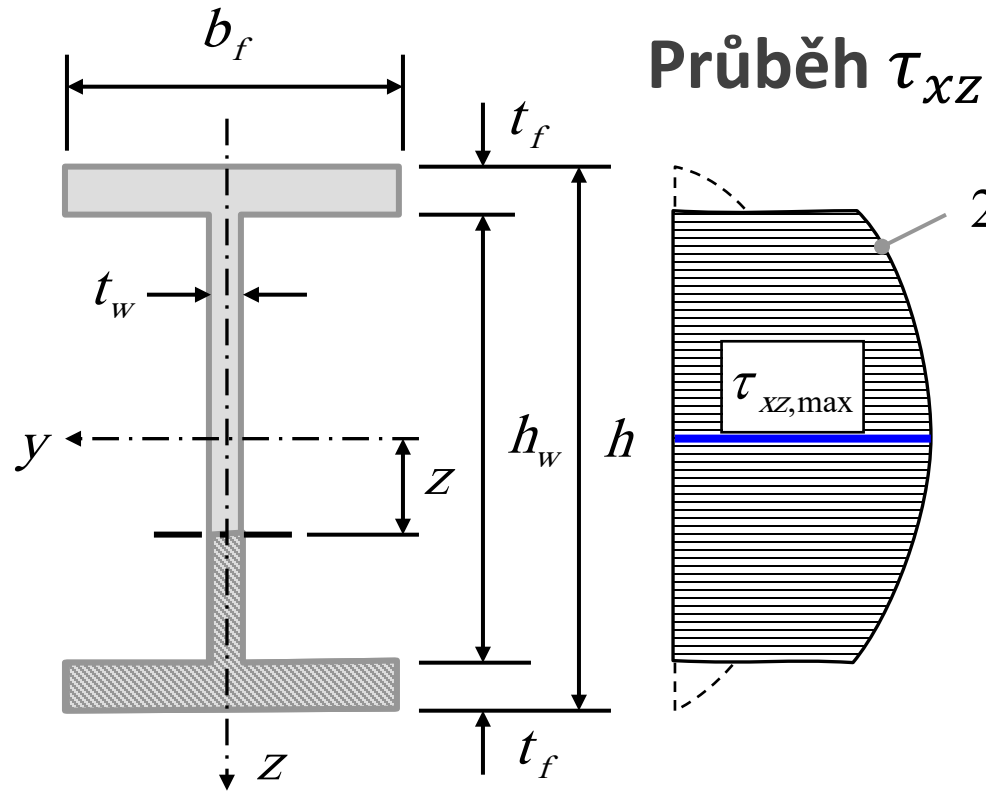


Předpoklady řešení:

- smyková napětí jsou **konstantní** v řezu kolmo k dílčí stěně (vizte **Detail**)
- jsou **rovnoběžná** s obrysem průřezu

Smyková napětí ve stojině profilu typu I

$$\tau_{xz}(z) = \frac{V_z \cdot \bar{S}_y(z)}{I_y \cdot b(z)}$$



Průběh τ_{xz}

Základní vzorec:

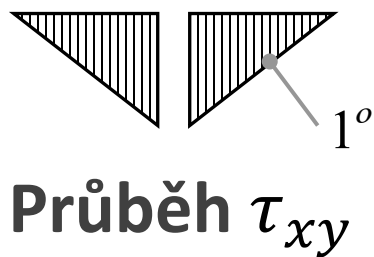
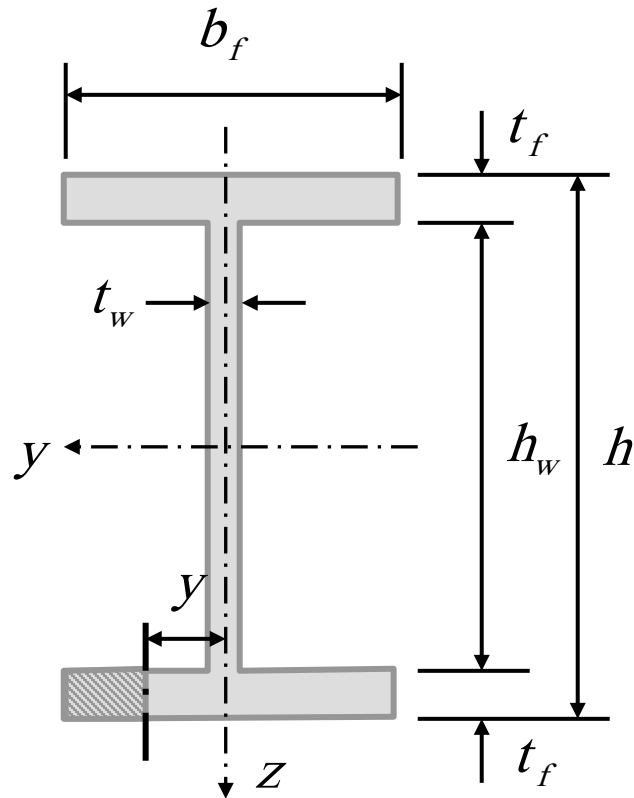
- V_z ... **posouvající síla** v průřezu
- $\bar{S}_y(z)$... **statický moment** plochy oddělené řezem kolmo k obrysu průřezu
- I_y ... **moment setrvačnosti** celého průřezu
- $b(z)$... **tloušťka** t ve vyšetřovaném místě
- τ ... výsledné **smykové napětí** v rovině kolmé k ose x , (τ_{xz} **svislá** část, τ_{xy} **vodorovná** část)

$$\bar{S}_y(z) = t_f \cdot (b_f - t_w) \cdot \frac{1}{2} \cdot (h - t_f) + t_w \cdot \left(\frac{h}{2} - z\right) \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{h}{2} + z\right)$$

$$\tau_{xz}(z) = \frac{V_z}{I_y \cdot t_w} \cdot \frac{1}{8} \cdot [4 \cdot t_f \cdot (b_f - t_w) \cdot (h - t_f) + t_w \cdot (h^2 - 4 \cdot z^2)]$$

Smykové napětí
ve stojině τ_{xz}
(Kvadratická parabola)

Smyková napětí v pásnici profilu typu I



Základní vzorec:
$$\tau_{xy}(y) = \frac{V_z \cdot \bar{S}_{y(y)}}{I_y \cdot b_{(y)}}$$

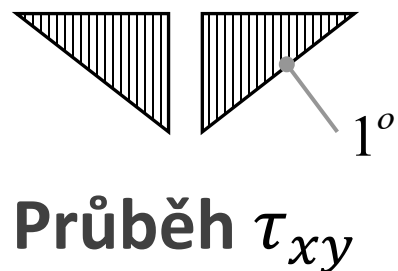
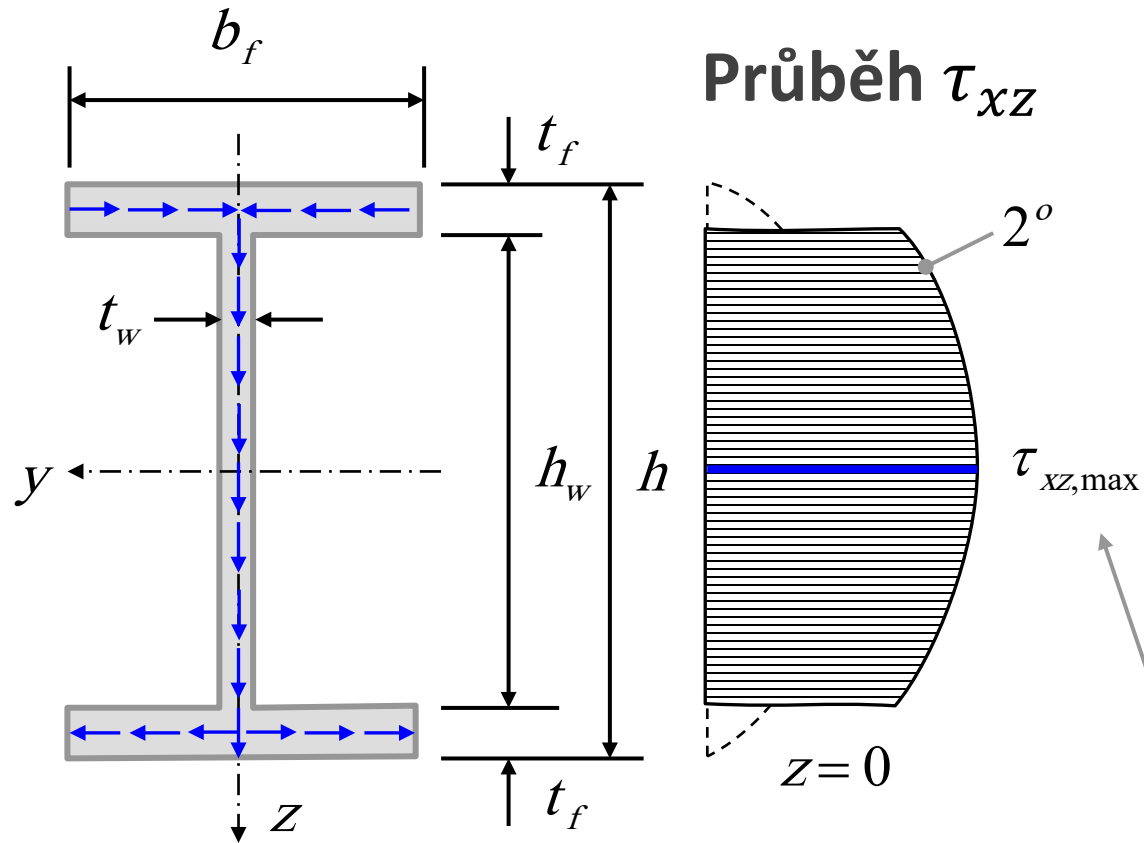
Smykové napětí v pásnici τ_{xy} :
(Lineární funkce)

$$\begin{aligned} \bar{S}_{y(y)} &= \left(\frac{b_f}{2} - y \right) \cdot t_f \cdot \frac{1}{2} \cdot (h - t_f) = \\ &= \frac{1}{4} \cdot t_f \cdot (b_f - 2 \cdot y) \cdot (h - t_f) \end{aligned}$$

$$b_{(y)} = t_f$$

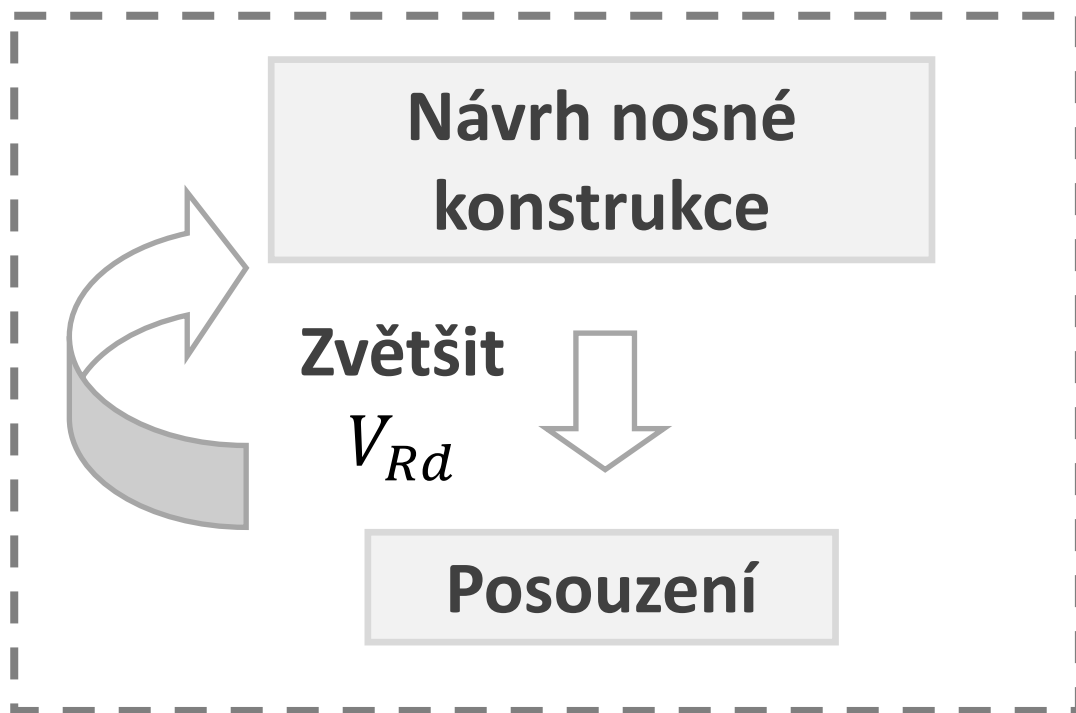
$$\tau_{xy} = \frac{V_z}{I_y} \cdot \frac{1}{4} \cdot (b_f - 2 \cdot y) \cdot (h - t_f)$$

Největší smykové napětí v profilu typu I



$$\tau_{xz,max} = \frac{V_z}{8 \cdot I_y \cdot t_w} \cdot [4 \cdot t_f \cdot (b_f - t_w) \cdot (h - t_f) + t_w \cdot h^2]$$

Dimenzování nosných prvků namáhaných smykem



$$V_{z,Ed}, A_{\min}, f_d$$

$$A_{\min} = \frac{3 \cdot \sqrt{3} \cdot V_{z,Ed}}{2 \cdot f_d}$$

Dimenzování

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M}$$

$$\tau_{\max} = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{z,Ed}}{A} \leq \frac{f_d}{\sqrt{3}}$$

Posouzení spolehlivosti podle MSÚ

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} \leq 1$$



Nová budova Národního muzea, Praha

Vierendeelův (rámový) nosník:

- Realizace 1968 až 1973
- Půdorys 59x83 m
- 6 pilířů



Silniční most přes řeku Olši, Karviná-Darkov

Železobetonový obloukový most z roku 1925:

- Vierendeelův (rámový) nosník
- Unikátní příčné ztužení
- Výška 6,25 m
- Délka mostovky 55,8 m
- Šířka 5,6 m

Foto:
Ing. Renata Zdařilová, Ph.D.



Silniční most přes řeku Olši, Karviná-Darkov

Železobetonový obloukový most z roku 1925:

- Vierendeelův (rámový) nosník
- Unikátní příčné ztužení
- Výška 6,25 m
- Délka mostovky 55,8 m
- Šířka 5,6 m

Foto:
Ing. Renata Zdařilová, Ph.D.



Silniční most přes řeku Olši, Karviná-Darkov

Železobetonový obloukový most z roku 1925:

- Vierendeelův (rámový) nosník
- Unikátní příčné ztužení
- Výška 6,25 m
- Délka mostovky 55,8 m
- Šířka 5,6 m

Foto:
Ing. Renata Zdařilová, Ph.D.



Silniční most přes řeku Olši, Karviná-Darkov

Železobetonový obloukový most z roku 1925:

- Vierendeelův (rámový) nosník
- Unikátní příčné ztužení
- Výška 6,25 m
- Délka mostovky 55,8 m
- Šířka 5,6 m

Foto:

Ing. Renata Zdařilová, Ph.D.



Silniční most přes řeku Olši, Karviná-Darkov

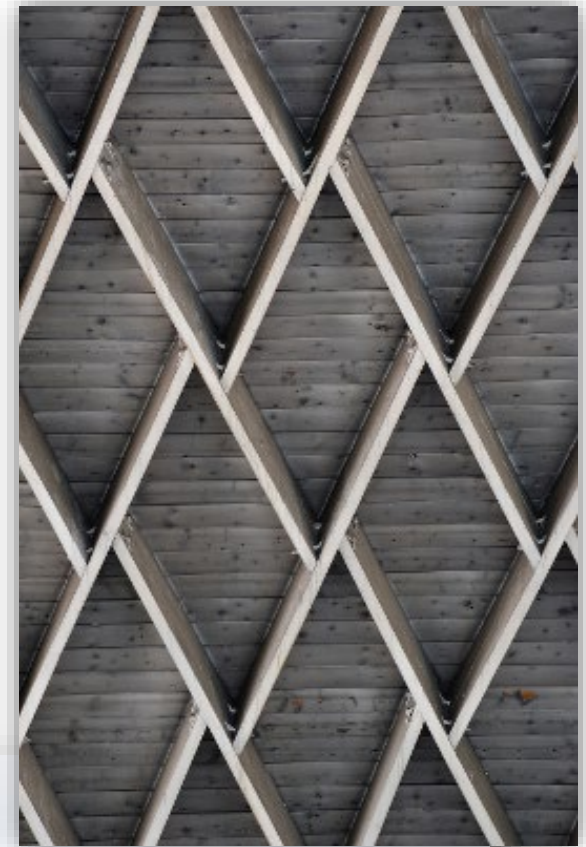
Železobetonový obloukový most z roku 1925:

- Vierendeelův (rámový) nosník
- Unikátní příčné ztužení
- Výška 6,25 m
- Délka mostovky 55,8 m
- Šířka 5,6 m

Foto:
Ing. Renata Zdařilová, Ph.D.

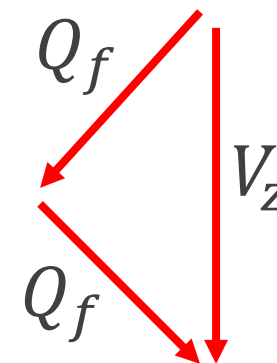
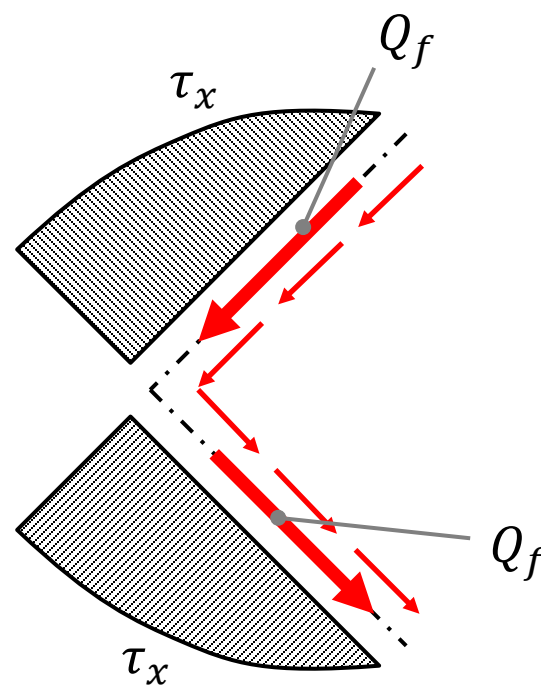
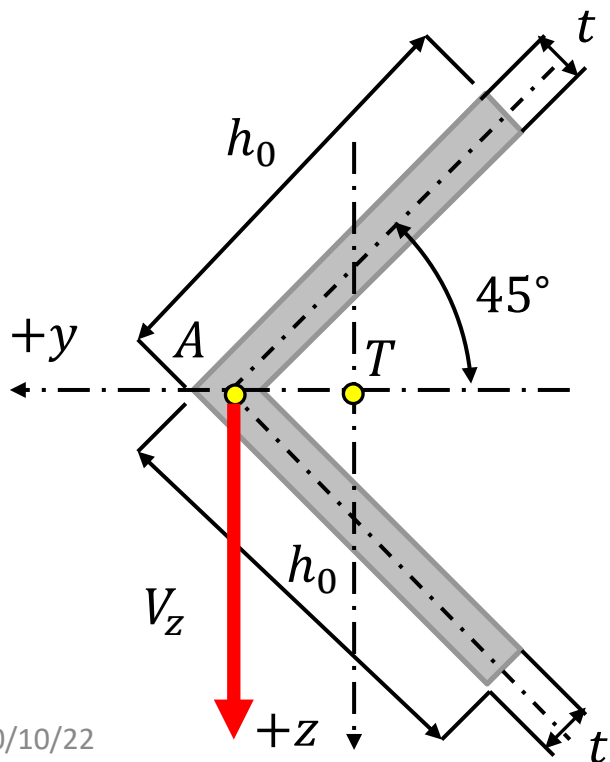


Hala Tatra / Bonver Aréna, Ostrava



Střed smyku

Výsledné smykové síly Q_f lze odvodit integrací smykových napětí podél jednotlivých stěn otevřeného profilu. Jsou ekvivalentní posouvající síle V_z . U oboustranně symetrických průřezů prochází výsledná síla těžištěm, u nesymetrických průřezů je tomu jinak – pokud rovina zatížení není rovinou symetrie, zatížení musí procházet **středem smyku**, aby **nebyl prut kroucen**.

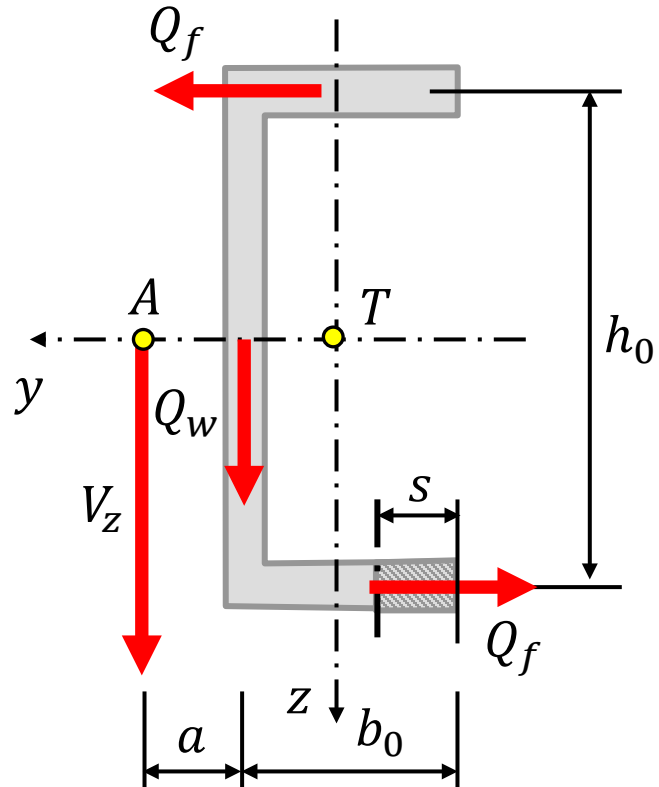
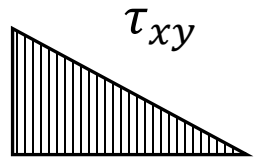


$$Q_f = \frac{V_z}{\sqrt{2}}$$

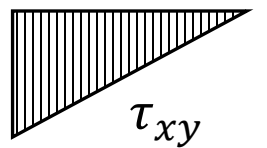
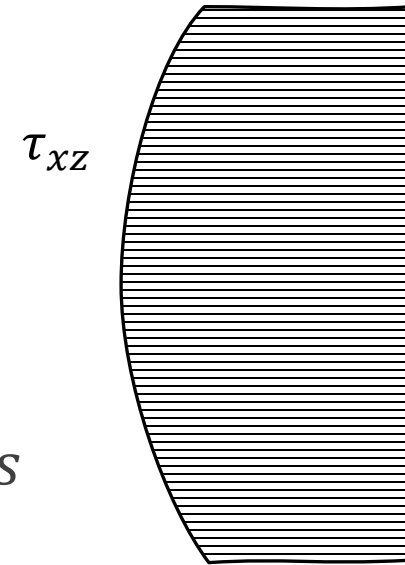
Střed smyku profilů typu U

Profily **UPN**, **UE**, **UPE** – rozměr a v tabulce

$$\tau_{xy} = \frac{V_z \cdot \bar{S}_y}{I_y \cdot t_f} = \frac{V_z \cdot h_0 \cdot s}{2 \cdot I_y}$$



$$\bar{S}_y = t_f \cdot s \cdot \frac{h_0}{2} = \frac{1}{2} \cdot t_f \cdot h_0 \cdot s$$



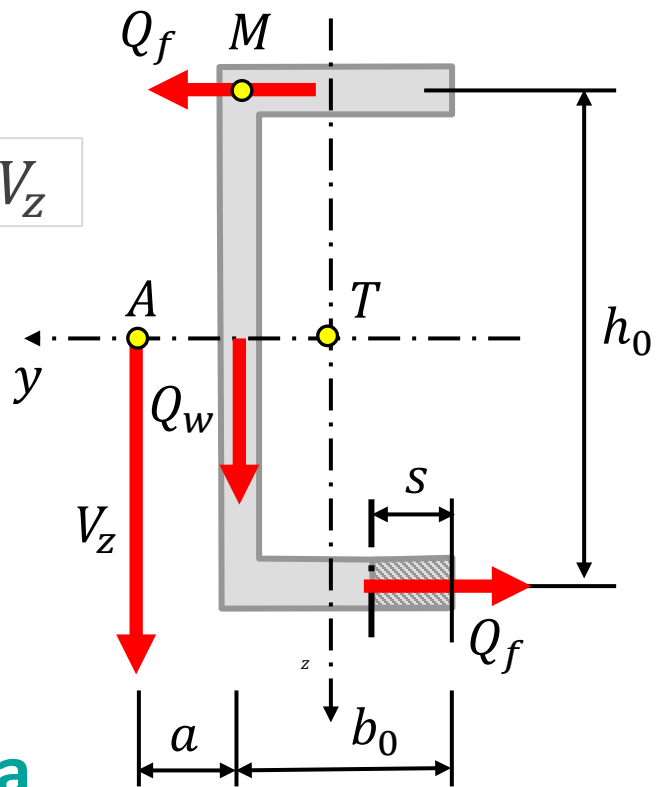
Pásnice

$$Q_f = \int_0^{b_0} \tau_{xy} \cdot t_f \, ds = \frac{V_z \cdot h_0}{2 \cdot I_y} \cdot t_f \cdot \int_0^{b_0} s \, ds = \frac{V_z \cdot h_0}{2 \cdot I_y} \cdot t_f \cdot \left[\frac{s^2}{2} \right]_0^{b_0} = \frac{V_z \cdot t_f \cdot b_0^2 \cdot h_0}{4 \cdot I_y}$$

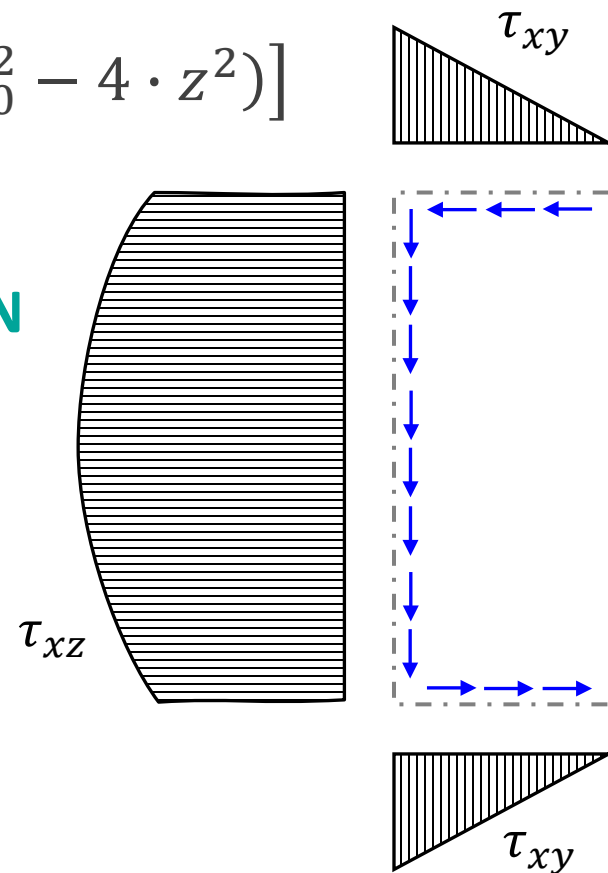
Střed smyku profilů typu U

$$\tau_{xz} = \frac{V_z}{8 \cdot I_y \cdot t_w} \cdot [4 \cdot t_f \cdot b_0 \cdot h_0 + t_w \cdot (h_0^2 - 4 \cdot z^2)]$$

$$Q_w = V_z$$



vizte profil **IPN**

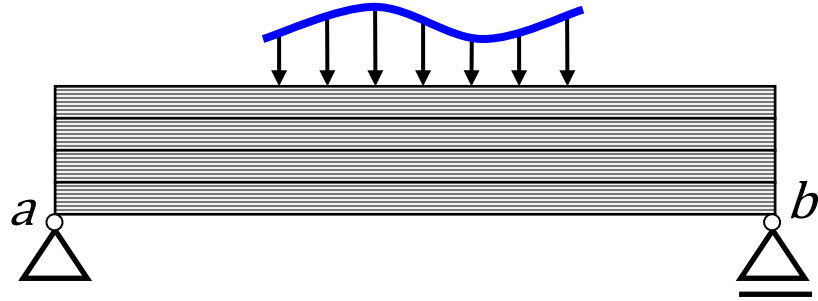


Stojina

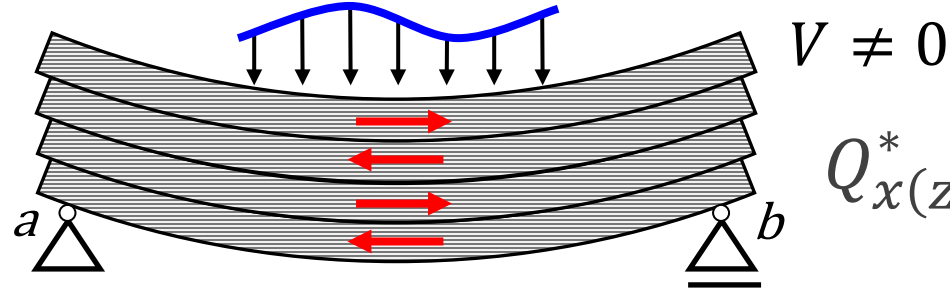
Statické momenty k bodu M : $V_z \cdot a = Q_f \cdot h_0 \rightarrow$

$$a = \frac{Q_f \cdot h_0}{V_z} = \frac{t_f \cdot b_0^2 \cdot h_0^2}{4 \cdot I_y}$$

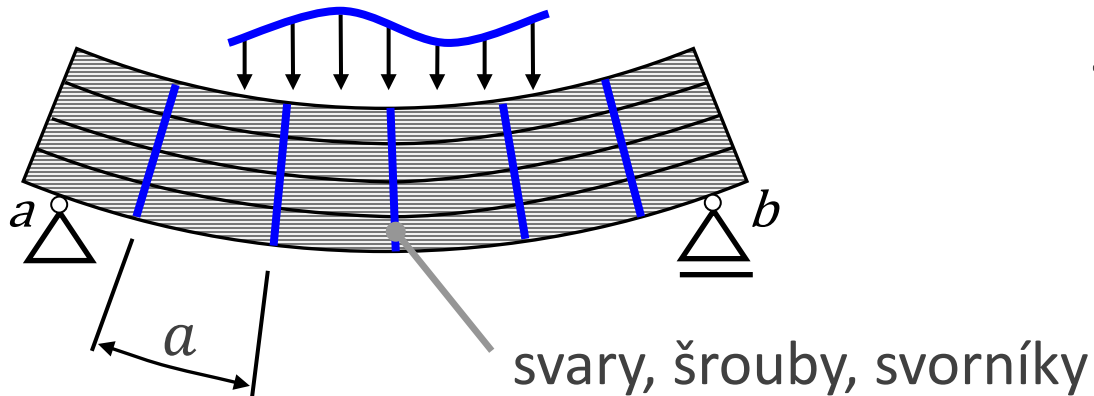
Složené nosníky



$$\tau_{xz}(z) = \tau_{zx}(z) = \frac{V_z \cdot \bar{S}_y(z)}{I_y \cdot b(z)}$$



$$Q_x^*(z) = b(z) \cdot \tau_{zx}(z) = b(z) \cdot \frac{V_z \cdot \bar{S}_y(z)}{I_y \cdot b(z)} = \frac{V_z \cdot \bar{S}_y(z)}{I_y} \text{ [kN/m]}$$



Smyková síla na 1 připojovaný prostředek

$$Q_x(z) = Q_x^*(z) \cdot a = \frac{V_z \cdot \bar{S}_y(z)}{I_y} \cdot a \text{ [kN]}$$

Příklad

Zadání: Smyková síla připadající na 1 šroub

Vstupní údaje:

Průřez

$$A(U160) = 2400 \text{ mm}^2, I_y = 73,482 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Těžiště průřezu, viz schéma

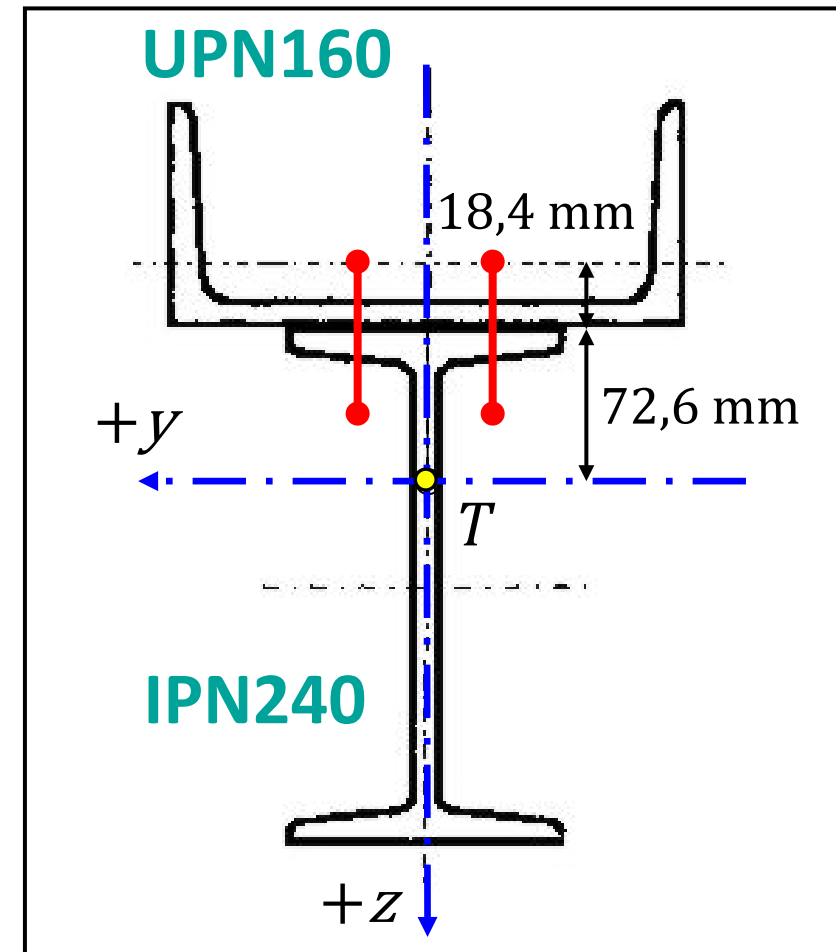
Účinek zatížení $V_z = 200 \text{ kN}$

Vzdálenost mezi šrouby $a = 0,2 \text{ m}$

Řešení: $\bar{S}_y = 2400 \cdot (72,6 + 18,4) = 218,4 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$

$$Q_x = \frac{V_z \cdot \bar{S}_y}{I_y} \cdot a = \frac{200 \cdot 10^3 \cdot 218,4 \cdot 10^{-6}}{73,482 \cdot 10^{-6}} \cdot 200 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} = 118,89 \text{ kN}$$

Na 1 šroub: $\frac{Q_x}{2} = 59,44 \text{ kN}$



Dřevěná krytá lávka přes řeku Svatku ve Švařci



Dřevěná lávka krytá
šindelovou střechou přes
řeku Svatku:

- Pochází z roku 1873
- K lávce vede 11 schodů
- Délka je 22 m a šířka 2 m

Dřevěná krytá lávka přes řeku Svatku ve Švařci

Detail smykového spoje



Dřevěná lávka krytá šindelovou střechou přes řeku Svatku:

- Pochází z roku 1873
- K lávce vede 11 schodů
- Délka je 22 m a šířka 2 m



Složené nosníky



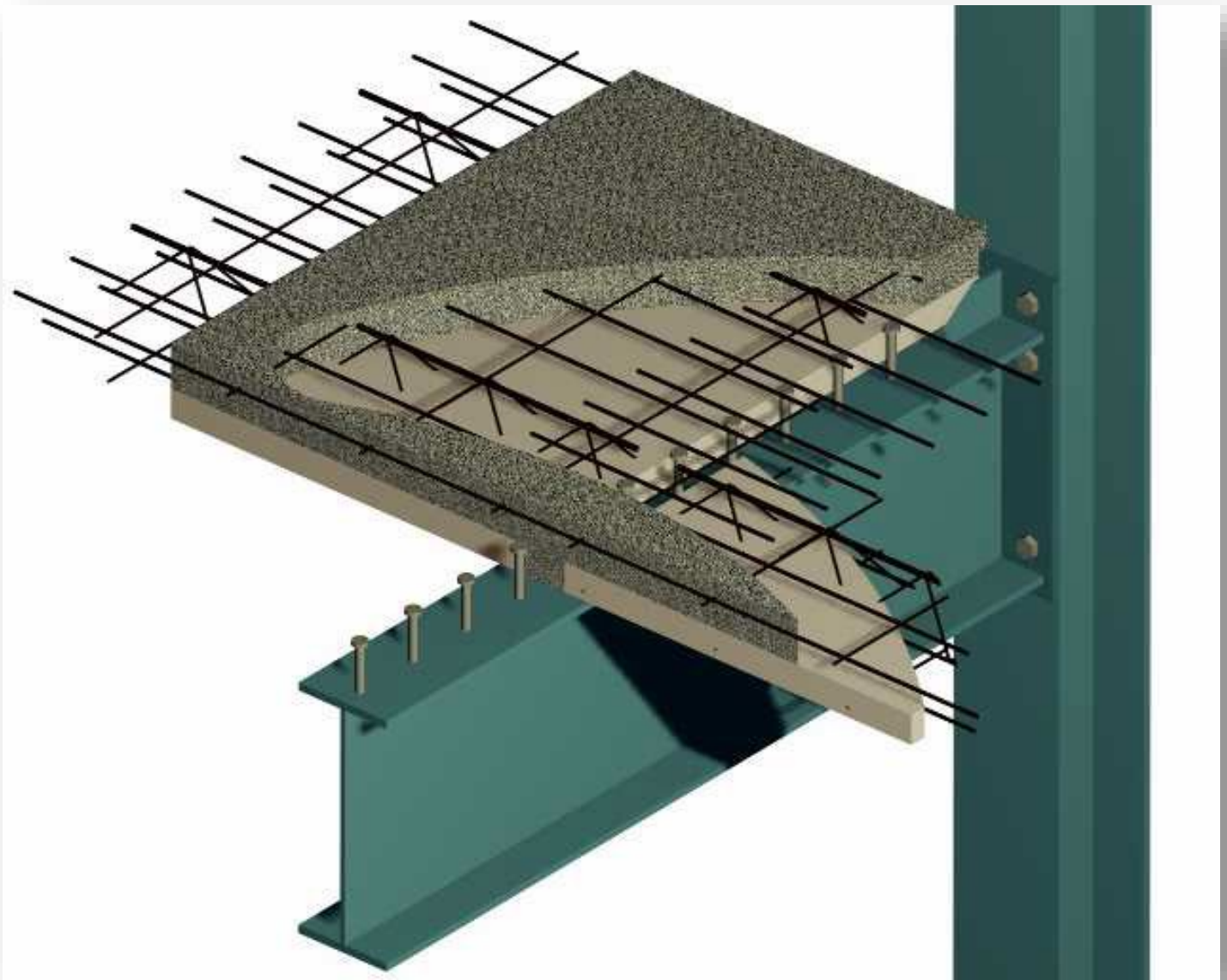
Dřevěná krytá lávka přes řeku Svatku ve Švařci



Dřevěná lávka krytá
šindelovou střechou přes
řeku Svatku:

- Pochází z roku 1873
- K lávce vede 11 schodů
- Délka je 22 m a šířka 2 m

Ocelobetonová deska pro patrové garáže



Detail spřažení

Integrovaný dům České spořitelny, Ostrava - Dubina



Ocelobetonová rámová konstrukce

foto: doc. Ing. Miloš Rieger, Ph.D.

Integrovaný dům České spořitelny, Ostrava - Dubina

Ocelobetonová rámová
konstrukce



foto:
doc. Ing. Miloš Rieger, Ph.D.

Integrovaný dům České spořitelny, Ostrava - Dubina

Ocelobetonová rámová
konstrukce



foto:
doc. Ing. Miloš Rieger, Ph.D.

Integrovaný dům České spořitelny, Ostrava - Dubina

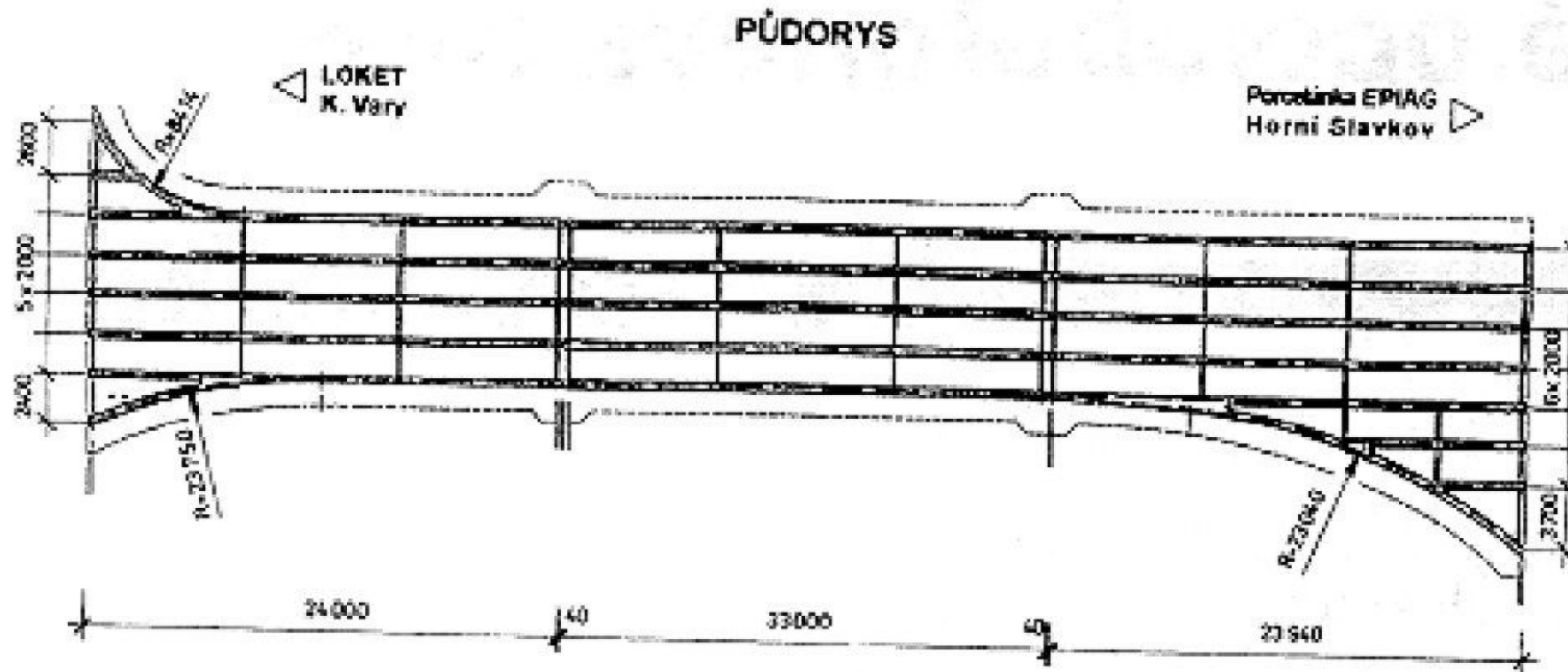
Ocelobetonová rámová
konstrukce

Detail spřahovacích zarážek,
foto: doc. Ing. Miloš Rieger, Ph.D.



Silniční most přes Ohři, Locket

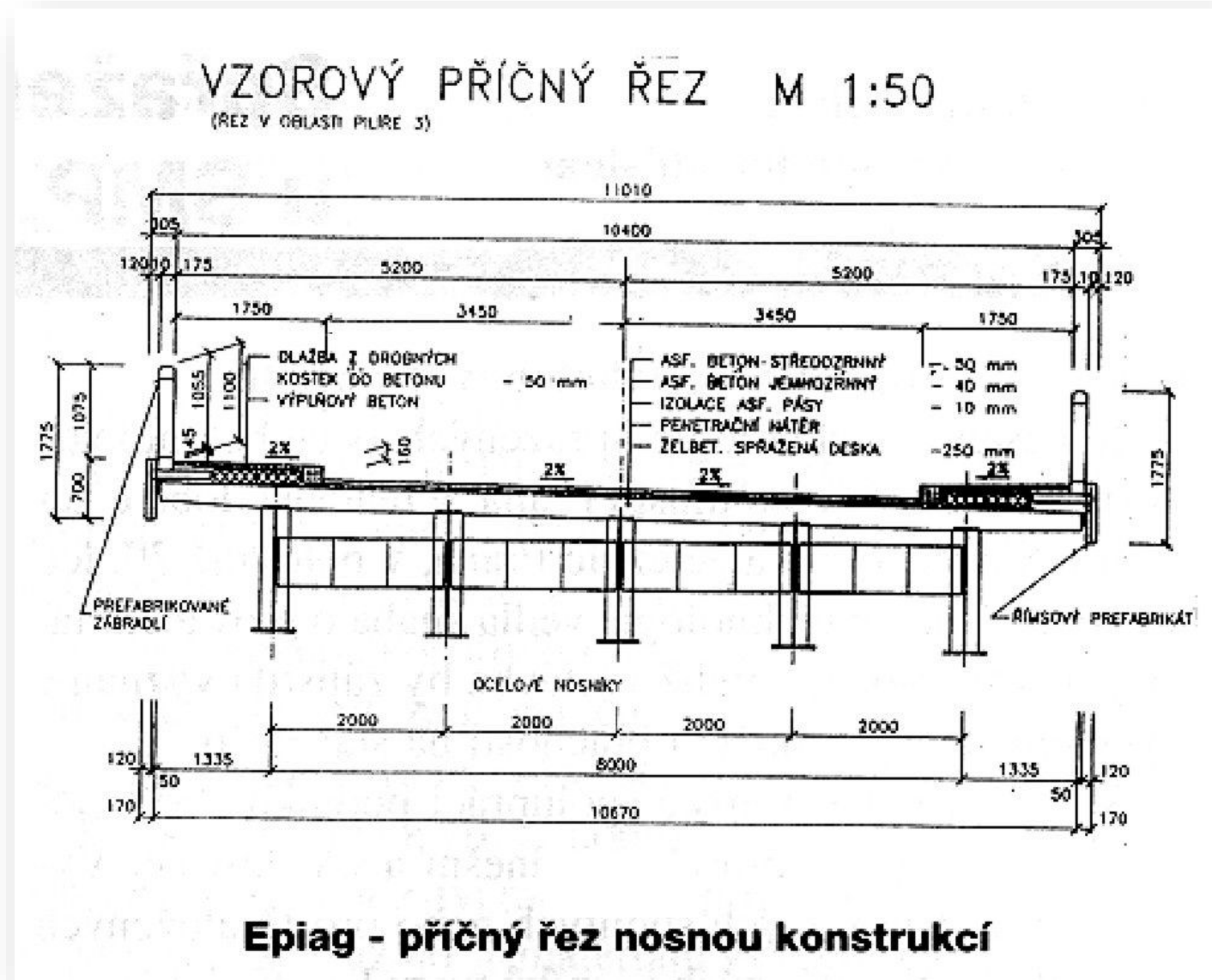
Ocelobetonový
spřažený most
s půdorysně
zakřivenými
hlavními
nosníky



Most Locket - Epiag - Půdorys ocelové konstrukce

Silniční most přes Ohři, Locket

Ocelobetonový spřažený most
s půdorysně zakřivenými
hlavními nosníky



Silniční most přes Ohři, Locket

Ocelobetonový spřažený most
s půdorysně zakřivenými
hlavními nosníky,
detail spřahovacích trnů



Silniční most přes železniční trať, Malešice-Vršovice

Ocelové nosníky spřažené
s betonovou mostovkovou
deskou

Ocelová část mostu
foto:
doc. Ing. Miloš Rieger, Ph.D.



Silniční most přes železniční trať, Malešice-Vršovice

Ocelové nosníky spřažené
s betonovou mostovkovou
deskou



Ocelová část mostu
foto:

doc. Ing. Miloš Rieger, Ph.D.

Silniční most přes železniční trať, Malešice-Vršovice

Ocelové nosníky spřažené
s betonovou mostovkovou
deskou



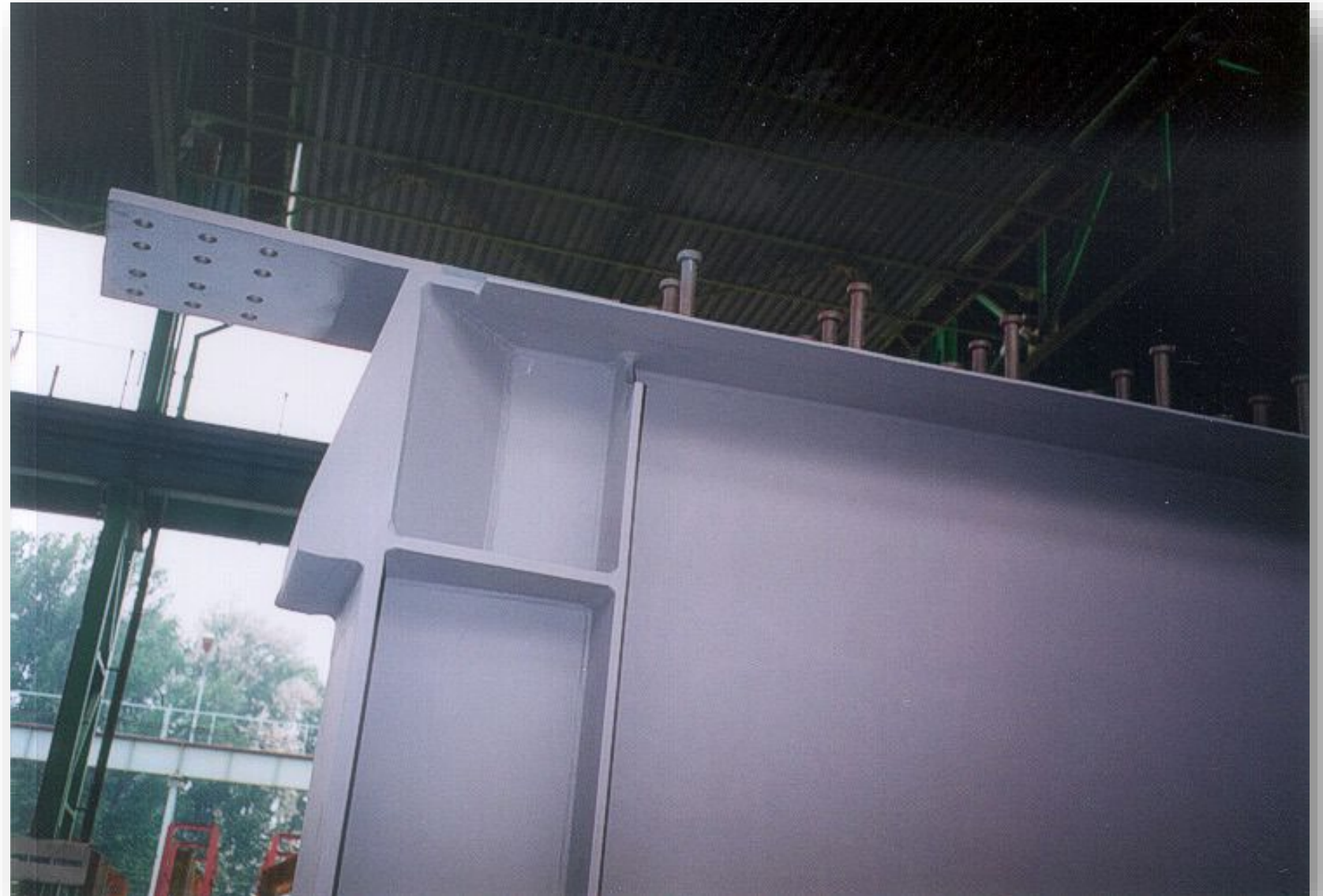
Detail spřahovacích trnů a
filigránových desek
(ztracené bednění)

foto:

doc. Ing. Miloš Rieger, Ph.D.

Silniční most přes železniční trať, Malešice-Vršovice

Ocelové nosníky spřažené
s betonovou mostovkovou
deskou



Detail ocelové části mostu
foto:
doc. Ing. Miloš Rieger, Ph.D.

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

Spojité dvoutrámové
**ocelové nosníky spřažené
s betonovou mostovkovou
deskou**, délka mostní
konstrukce 590 m

Montáž ocelové části
mostu



Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

Spojité dvoutrámové
**ocelové nosníky spřažené
s betonovou mostkovou
deskou**, délka mostní
konstrukce 590 m



Montáž ocelové části
mostu

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

Spojitě dvoutrámové
**ocelové nosníky spřažené
s betonovou mostovkovou
deskou**, délka mostní
konstrukce 590 m

Montáž ocelové části
mostu



Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

Spojité dvoutrámové
**ocelové nosníky spřažené
s betonovou mostovkovou
deskou**, délka mostní
konstrukce 590 m



Detail spřahovacích trnů

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

Spojité dvoutrámové
ocelové nosníky spřažené
s betonovou mostovkovou
deskou, délka mostní
konstrukce 590 m



Detail spřahovacích trnů

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

Spojitě dvoutrámové
**ocelové nosníky spřažené
s betonovou mostovkovou
deskou**, délka mostní
konstrukce 590 m



Detail spřahovacích trnů

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

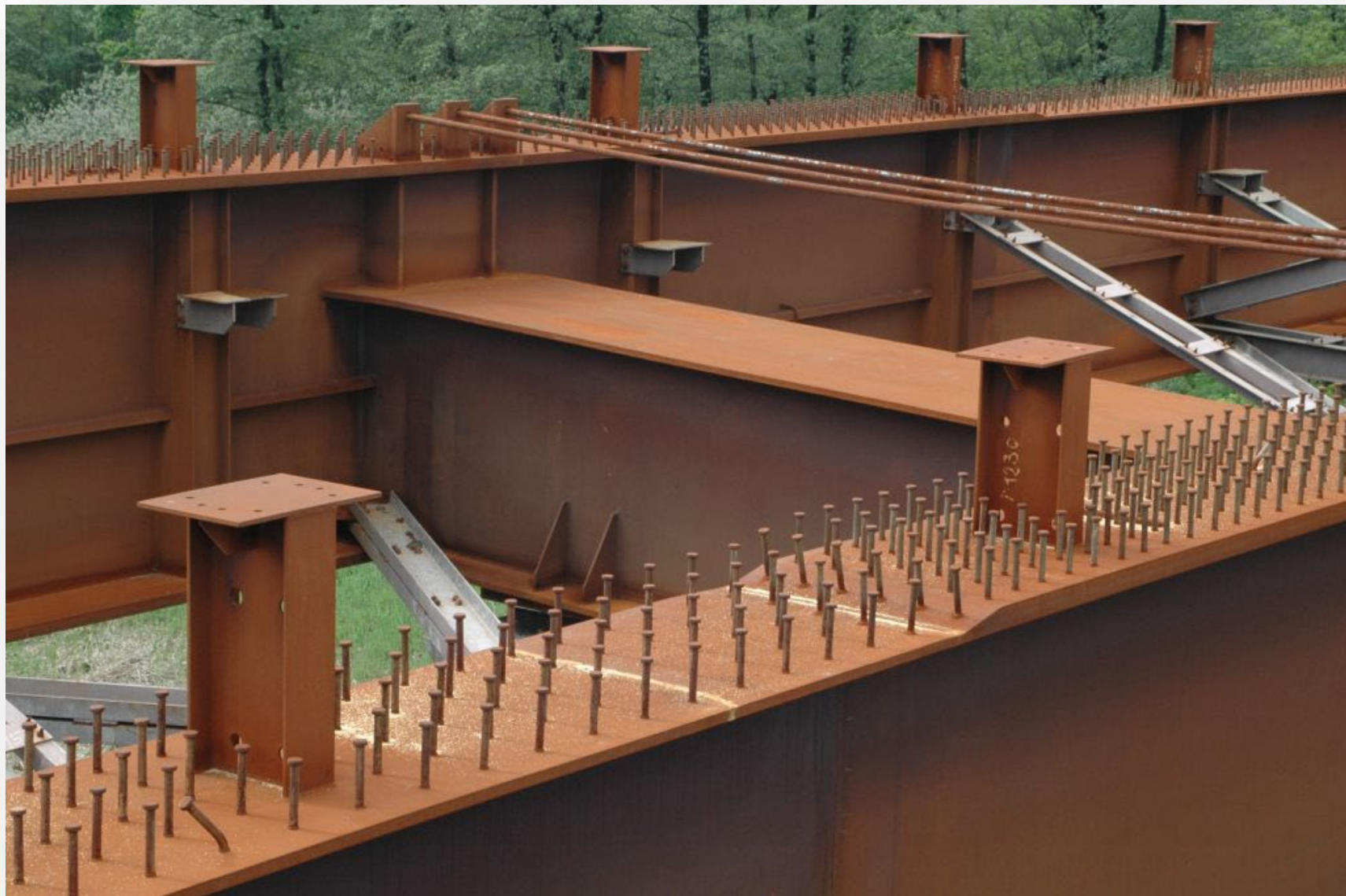
Spojitě dvoutrámové
ocelové nosníky spřažené
s betonovou mostovkovou
deskou, délka mostní
konstrukce 590 m



Detail spřahovacích trnů

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

Spojitě dvoutrámové
ocelové nosníky spřažené
s betonovou mostovkovou
deskou, délka mostní
konstrukce 590 m



Detail spřahovacích trnů

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

Spojitě dvoutrámové
**ocelové nosníky spřažené
s betonovou
mostovkovou deskou,**
délka mostní konstrukce
590 m



Detail spřahovacích trnů

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

Spojitě dvoutrámové
**ocelové nosníky spřažené
s betonovou mostovkovou
deskou**, délka mostní
konstrukce 590 m

Betonáž mostovky
foto:
doc. Ing. Karel Kubečka, Ph.D.



Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

Spojité dvoutrámové
**ocelové nosníky spřažené
s betonovou mostovkovou
deskou**, délka mostní
konstrukce 590 m



Betonáž mostovky

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

Spojité dvoutrámové
**ocelové nosníky spřažené
s betonovou mostovkovou
deskou**, délka mostní
konstrukce 590 m

Betonáž mostovky
foto:
doc. Ing. Karel Kubečka, Ph.D.



Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

Spojité dvoutrámové
ocelové nosníky spřažené
s betonovou mostovkovou
deskou, délka mostní
konstrukce 590 m



Betonáž mostovky,
příprava bednění

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

Spojité dvoutrámové
ocelové nosníky spřažené
s betonovou mostovkovou
deskou, délka mostní
konstrukce 590 m



Betonáž mostovky,
příprava bednění

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

Spojitě dvoutrámové
ocelové nosníky spřažené
s betonovou mostovkovou
deskou, délka mostní
konstrukce 590 m



Betonáž mostovky

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

Spojité dvoutrámové
ocelové nosníky spřažené
s betonovou mostovkovou
deskou, délka mostní
konstrukce 590 m



Betonáž mostovky

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

Spojitě dvoutrámové
ocelové nosníky spřažené
s betonovou mostovkovou
deskou, délka mostní
konstrukce 590 m



Betonáž mostovky

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

Spojité dvoutrámové
ocelové nosníky spřažené
s betonovou mostovkovou
deskou, délka mostní
konstrukce 590 m



Betonáž mostovky