

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA | FAKULTA STAVEBNÍ | KATEDRA STAVEBNÍ MECHANIKY

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

10/10/22 Průžnost a plasticita 0

0

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.

10/10/22 Základní vztahy a předpoklady řešení 1

1


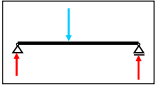
Prvky namáhané smykem

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

10/10/22 Základní vztahy a předpoklady řešení 2

2

Prvky namáhané smykem


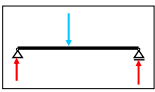


Povodňové poruchy mostů v roce 2002, Jižní Čechy, foto: prof. Ing. Vladimír Tomica, CSc.

10/10/22 Základní vztahy a předpoklady řešení 3

3

Prvky namáhané smykem

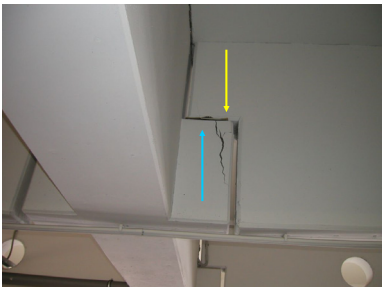



Povodňové poruchy mostů v roce 2002, Jižní Čechy, foto: prof. Ing. Vladimír Tomica, CSc.

10/10/22 Základní vztahy a předpoklady řešení 4

4

Prvky namáhané smykem



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

10/10/22 Základní vztahy a předpoklady řešení 5

5

Prvky namáhané smykem

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



10/10/22

Základní vztahy a předpoklady řešení

6

6

Prvky namáhané smykem

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



10/10/22

Základní vztahy a předpoklady řešení

7

7

Prvky namáhané smykem

Detail šroubového spoje



10/10/22

Základní vztahy a předpoklady řešení

8

8

Prvky namáhané smykem

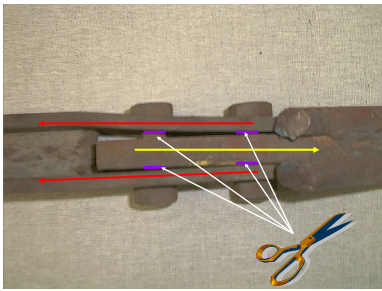


Detail šroubového spoje

10/10/22 Základní vztahy a předpoklady řešení 9

9

Prvky namáhané smykem

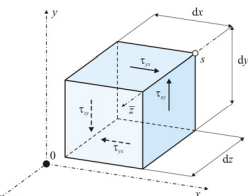


Detail šroubového spoje

10/10/22 Základní vztahy a předpoklady řešení 10

10

Věta o vzájemnosti smykových napětí



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

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

$$dQ_{xy} \cdot dx - dQ_{yx} \cdot dy =$$

$$= \tau_{xy} \cdot dy \cdot dz \cdot dx - \tau_{yx} \cdot dx \cdot dz \cdot dy = 0$$

$\tau_{xy} = \tau_{yx}$ obdobně $\tau_{yz} = \tau_{zy}$
 $\tau_{zx} = \tau_{xz}$

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

Tenzor napětí tělesa: Pouze 6 složek napětí

Vektor napětí:

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

10/10/22 Základní vztahy a předpoklady řešení 11

11

Základní předpoklady podle Grashofa

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

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

10/10/22 Základní vztahy a předpoklady řešení 12

12

Namáhání smykem (a ohybem)

Zkouška dřevěných trámů, ČVUT, Praha

10/10/22 Základní vztahy a předpoklady řešení 13

13

Namáhání smykem (a ohybem)

Zkouška dřevěných trámů, ČVUT, Praha

10/10/22 Základní vztahy a předpoklady řešení 14

14

Namáhání smykem (a ohybem)



Zkouška dřevěných trámů, ČVUT, Praha

10/10/22

Základní vztahy a předpoklady řešení

15

15

Namáhání smykem (a ohybem)



Zkouška dřevěných trámů, ČVUT, Praha

10/10/22

Základní vztahy a předpoklady řešení

16

16

Namáhání smykem (a ohybem)



Zkouška dřevěných trámů, ČVUT, Praha

10/10/22

Základní vztahy a předpoklady řešení

17

17

Základní vztahy pro odvození smykového napětí

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

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

10/10/22 18

18

Základní vztahy pro odvození smykového napětí

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

Schwedlerova věta:
(diferenciální podmínky rovnováhy) $\frac{dM_y}{dx} = V_z$

10/10/22 19

19

Základní vztahy pro odvození smykového napětí

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

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

10/10/22 20

20

Základní vztahy pro odvození smykového napětí

$-dQ + dN = 0$ $dQ = dN$
 $dQ = \tau_{zx} \cdot b(z) \cdot dx$
 $dN = V_z \cdot \frac{\bar{S}_y}{I_y} \cdot dx$
 $\tau_{zx} \cdot b(z) \cdot dx = V_z \cdot \frac{\bar{S}_y}{I_y} \cdot dx \rightarrow \tau_{xz(z)} = \tau_{zx(z)} = \frac{V_z \cdot \bar{S}_y(z)}{I_y \cdot b(z)}$

Grashofův vzorec

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

10/10/22 Vypočet smykového napětí v prutech vybraných průřezů namáhaných smykem 21

21

Smykové napětí v obdélníkovém průřezu

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

$\bar{S}_y(z) = b \cdot \left(\frac{h}{2} - z\right) \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{h}{2} + z\right) = \frac{b}{8} \cdot (h^2 - 4 \cdot z^2)$
 $\tau_{xz(z)} = \tau_{zx(z)} = \frac{V_z \cdot \frac{b}{8} \cdot (h^2 - 4 \cdot z^2)}{\frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 \cdot b} = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_z}{b \cdot h} \cdot \left(1 - \frac{4 \cdot z^2}{h^2}\right)$
 $\tau_{\max} = \tau_{xz(z=0)} = \tau_{zx(z=0)} = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_z}{b \cdot h} = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_z}{A}$

10/10/22 Vypočet smykového napětí v prutech vybraných průřezů namáhaných smykem 22

22

Smykové napětí v tenkostěnných průřezech

Tenkostěnný průřez $t, t_f, t_w \ll h$

Symetrický profil typu I
 Pásnice index f (flange) b_f, t_f
 Stojina index w (web) t_w, h_w

Otevřené průřezy: I, U, T, C, Z Uzavřené průřezy: □ ○

10/10/22 Vypočet smykového napětí v prutech vybraných průřezů namáhaných smykem 23

23

Smyková napětí v profilu typu I

Předpoklady řešení:

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

10/10/22 Vypočet smykového napětí v prutech vybraných průřezů namáhaných smykem 24

24

Smyková napětí ve stojně profilu typu I

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

- V_z ... **posouvající síla** v průřezu
- $\bar{S}_y(z)$... **statický moment** 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)

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

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

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

10/10/22 Vypočet smykového napětí v prutech vybraných průřezů namáhaných smykem 25

25

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)

$$\bar{S}_y(y) = \left(\frac{b_f}{2} - y\right) \cdot t_f \cdot \frac{1}{2} \cdot (h - t_f) = \frac{1}{4} \cdot t_f \cdot (b_f - 2 \cdot y) \cdot (h - t_f) \quad b(y) = t_f$$

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

10/10/22 Vypočet smykového napětí v prutech vybraných průřezů namáhaných smykem 26

26

Největší smykové napětí v profilu typu I

Průběh τ_{xz}

Průběh τ_{xy}

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

10/10/22 Vypočet smykového napětí v prutech vybraných průřezů namáhaných smykem 27

27

Dimenzování nosných prvků namáhaných smykem

Návrh nosné konstrukce

Zvětšit V_{Rd}

Posouzení

Realizace

Dimenzování

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

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

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

Posouzení spolehlivosti podle MSÚ

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

10/10/22 Dimenzování nosníků namáhaných smykem 28

28

Nová budova Národního muzea, Praha

Vierendeelův (rámový) nosník:

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

10/10/22 Ukázky stavebních konstrukcí s nosnými prvky významně namáhaných smykem 29

29

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.



10/10/22 Ukázky stavebních konstrukcí s nosnými prvky významně namáhaných smykem 30

30

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.



10/10/22 Ukázky stavebních konstrukcí s nosnými prvky významně namáhaných smykem 31

31

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.



10/10/22 Ukázky stavebních konstrukcí s nosnými prvky významně namáhaných smykem 32

32

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.



10/10/22 Ukázky stavebních konstrukcí s nosnými prvky významně namáhaných smykem 33

33

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.



10/10/22 Ukázky stavebních konstrukcí s nosnými prvky významně namáhaných smykem 34

34

Hala Tatran / Bonver Aréna, Ostrava



10/10/22 Ukázky stavebních konstrukcí s nosnými prvky významně namáhaných smykem 35

35

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**.

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

10/10/22 Vypočet smykových toků a středů smyku 36

36

Střed smyku profilů typu U

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

10/10/22 Vypočet smykových toků a středů smyku 37

37

Střed smyku profilů typu U

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

$Q_w = V_z$

Stojina
 Statické momenty k bodu M: $V_z \cdot a = Q_f \cdot h_0 \rightarrow a = \frac{Q_f \cdot h_0}{V_z} = \frac{t_f \cdot b_0^2 \cdot h_0^2}{4 \cdot I_y}$

10/10/22 Vypočet smykových toků a středů smyku 38

38

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

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

10/10/22 Složené nosníky 39

39

Příklad

Zadání: Smyková síla připadající na 1 šroub

Vstupní údaje:
 Průřez
 $A(\text{U160}) = 2400 \text{ mm}^2$, $I_y = 73,482 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
 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: $\frac{Q_x}{2} = 59,44 \text{ kN}$

10/10/22 Složené nosníky 40

40

Dřevěná krytá lávka přes řeku Svratku ve Švařci

Dřevěná lávka krytá šindelovou střešou přes řeku Svratku:

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

10/10/22 Složené nosníky 41

41

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

10/10/22 Složené nosníky 42

42

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

10/10/22 Složené nosníky 43

43

Ocelobetonová deska pro patrové garáže



Detail spřažení

10/10/22 Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spojujícím ocelové a betonové části průřezu 44

44

Integrovaný dům České spořitelny, Ostrava - Dubina



Ocelobetonová rámová konstrukce

foto: doc. Ing. Miloš Rieger, Ph.D.

10/10/22

Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu

45

45

Integrovaný dům České spořitelny, Ostrava - Dubina

Ocelobetonová rámová konstrukce



foto:
doc. Ing. Miloš Rieger, Ph.D.

10/10/22

Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu

46

46

Integrovaný dům České spořitelny, Ostrava - Dubina

Ocelobetonová rámová konstrukce



foto:
doc. Ing. Miloš Rieger, Ph.D.

10/10/22

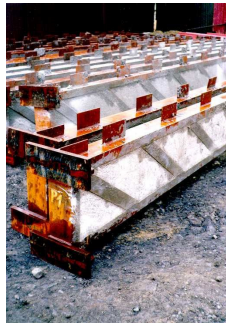
Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu

47

47

Integrovaný dům České spořitelny, Ostrava - Dubina

Ocelobetonová rámová konstrukce



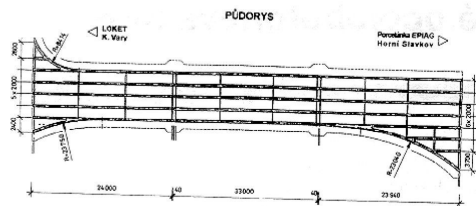
Detail spřahovacích zarážek, foto: doc. Ing. Miloš Rieger, Ph.D.

10/10/22 Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu 48

48

Silniční most přes Ohři, Loket

Ocelobetonový spřažený most s púdorysně zakřivenými hlavními nosníky



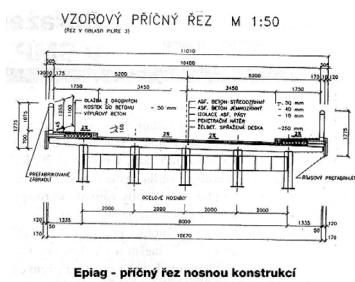
Most Loket - Epiag - Púdorys ocelové konstrukce

10/10/22 Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu 49

49

Silniční most přes Ohři, Loket

Ocelobetonový spřažený most s púdorysně zakřivenými hlavními nosníky



Epiag - příčný řez nosnou konstrukcí

10/10/22 Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu 50

50

Silniční most přes Ohři, Locket



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

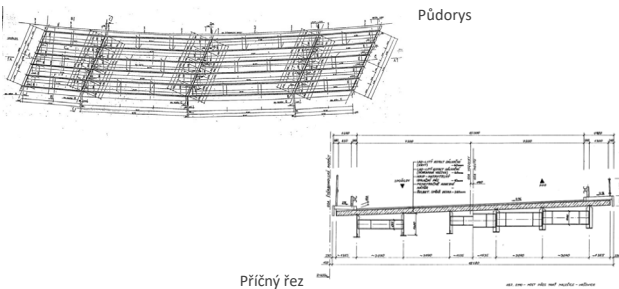
10/10/22

Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu

51

51

Silniční most přes železniční trať, Malešice-Vršovice



10/10/22

Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu

52

52

Silniční most přes železniční trať, Malešice-Vršovice

Ocelové nosníky spřažené s betonovou mostovkovou deskou



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

10/10/22

Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu

53

53

Silniční most přes železniční trať, Malešice-Vršovice

Ocelové nosníky spřažené s betonovou mostovkovou deskou



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

10/10/22

Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu

54

54

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.

10/10/22

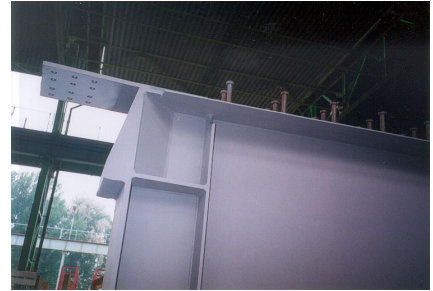
Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu

55

55

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.

10/10/22

Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu

56

56

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

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



Montáž ocelové části mostu

10/10/22

Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu

57

57

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

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



Montáž ocelové části mostu

10/10/22

Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu

58

58

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

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



Montáž ocelové části mostu

10/10/22

Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu

59

59

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

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



Detail spřahovacích trnů

10/10/22 Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu 60

60

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

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



Detail spřahovacích trnů

10/10/22 Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu 61

61

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

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



Detail spřahovacích trnů

10/10/22 Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu 62

62

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

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



Detail spřahovacích trnů

10/10/22 Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu 63

63

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

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



Detail spřahovacích trnů

10/10/22 Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu 64

64

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

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



Detail spřahovacích trnů

10/10/22 Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu 65

65

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

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



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

10/10/22 Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu 66

66

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

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



Betonáž mostovky

10/10/22 Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu 67

67

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

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



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

10/10/22 Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu 68

68

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

Spojité dvoutrémové
**ocelové nosníky spřažené
s betonovou mostkovkou
deskou**, délka mostní
konstrukce 590 m



Betonáž mostovky,
příprava bednění

10/10/22 Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu 69

69

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

Spojité dvoutrémové
**ocelové nosníky spřažené
s betonovou mostkovkou
deskou**, délka mostní
konstrukce 590 m



Betonáž mostovky,
příprava bednění

10/10/22 Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu 70

70

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

Spojité dvoutrémové
**ocelové nosníky spřažené
s betonovou mostkovkou
deskou**, délka mostní
konstrukce 590 m



Betonáž mostovky

10/10/22 Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu 71

71

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

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



Betonáž mostovky

10/10/22 Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu 72

72

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

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



Betonáž mostovky

10/10/22 Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu 73

73

Dálniční most D1 přes Polaneckou železniční spojku a rybník Rojek

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



Betonáž mostovky

10/10/22 Ukázky stavebních konstrukcí se vzájemným spolupůsobením ocelové a betonové části průřezu 74

74
