

Identifikační údaje

Název stavby:	II/110 Sázava most ev.č. 110-008
Stavební objekt:	SO 201- Most přes Sázavu
Název mostu:	Most přes Sázavu
Evidenční číslo mostu:	110-008
Katastrální území:	Sázava a Černé Budy
Obec:	Sázava
Kraj:	Středočeský
Objednatel:	KSÚS Středočeského kraje, příspěvková organizace Zborovská 11 150 21 Praha 5
Správce mostu“	KSÚS Středočeského kraje, příspěvková organizace
Zhotovitel dokumentace:	APIS s.r.o. Ohradní 24 140 00 Praha 4 IČ 61853267 Ing. Jan Turek ČKAIT 0101954
Pozemní komunikace:	II/110
Stupeň dokumentace:	DSP
Předpokládaný termín realizace:	2019

Stručný popis návrhu stavby

Stávající most převádějící silnici II/110 přes Sázavu a přilehlé zatápné území v Sázavě. Most má čtyři prostá pole s horní mostovkou. Most je nepohyblivý, trvalý, přímý a kolmý. Nosnou konstrukci tvoří devět nosníků I73.

Hlavní mostní prohlídka hodnotí stavební stav mostu dle ČSN 73 6221 jako špatný (stupeň V).

Přes netěsné dilatační závěry a nefunkční izolační systém zatéká do nosné konstrukce a dále na pilíře a úložné prahy opěr. Největší poškození je u krajních nosníků v oblastech pod chodníky. Zatéká vždy do krajních dvou spar mezi nosníky. Dochází k degradaci betonu a korozi výztuže. Na spodním líci i na boku nosníků jsou patrné podélné trhliny doprovázené výluhy pojiva. Trhliny kopírují trajektorii předpínací výztuže a signalizují jejich pravděpodobnou poruchu - v kabelových kanálcích může být voda. Na spodním líci je nedostatečné krytí konstrukční a třmínkové výztuže. Ojediněle jsou patrné průsaky i příčnými sparami mezi korálky, kde může dojít k významnému poškození předpínací výztuže.

Z uvedeného plyne, že most je ve špatném stavebním stavu a nevyhovuje z hlediska únosnosti.

Zadavatel požaduje demolici stávajícího mostu včetně spodní stavby a následnou výstavbu nového objektu (založení dle geologického průzkumu). Nový objekt bude navržen dle ČSN EN 1991-2 na skupinu pozemních komunikací 1 pro zatížení modelem LM1.

Pro volbu konstrukce byly rozhodující překračované překážky a nutnost zachovat nebo zvýšit podhled nosné konstrukce proti stávajícímu mostu. Limitujícím předpokladem při návrhu mostu byl požadavek nezasahovat spodní stavbou mostu do prostoru obnoveného koryta a minimalizovat zásah do budovaných protipovodňových opatření. Z tohoto požadavku vychází rozpětí středního pole třípolového mostu 46m. Při tomto rozpětí by bylo obtížné zachovat výšku podhledu stávající konstrukce s rozpětím 26m a proto byl navržen most čtyřpolový. Rozpětí jednotlivých polí je navrženo 27,27+27,0+27,0+27,27m. Toto řešení umožní zvýšit podhled nosné konstrukce. Výška průřezu nad podporou je 1,3m. Výška průřezu v poli je 1,0m. Most má římsy osazené mostním zábradlím.

Zatížení bylo uvažováno modelem LM1. Výpočet byl proveden v programu NEXIS na prutovém modelu.

ČSN EN 1991 (73 0035) Eurokód 1 – Zatížení konstrukcí

ČSN ISO 13822 (73 0038) Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí

ČSN EN 1990 (73 0002) Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-2 (73 6203) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou

ČSN EN 1992-2 (73 6208) Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2: Betonové mosty

Hořejší, J.-Šafka, J.: Statické tabulky. SNTL, Praha 1987.

Klimeš, J.-Zůda, K.: Betonové mosty I. SNTL, Praha 1968.

Stanovení účinků zatížení

Rozměry jsou ve výpočtu uvažovány podle projektové dokumentace mostu.

Zatížení stálé

pole	7,69x26,0	200kN/m
podpora	13,14x26,0	341kN/m

Zatížení ostatní stálé

vozovka + 40% rezerva	0,135x23,0x8,5x1,4	37kN/m
římsy a chodník	0,71x25,0x2	36kN/m
zábradlí	2x0,4	0,8kN/m
Celkem		73,8kN/m

Zatížení dopravou

Rozdělení vozovky do pruhů model LM1

Pruh číslo 1 3,00m

Pruh číslo 2 3,00m

Zbývající plocha 2,50m

Zadavatel požaduje zatížení pro skupinu pozemních komunikací 1

regulační součinitel alfaQ1=0,8

 alfaQ2=0,8

$$\alpha_{q1}=0,8$$

$$\alpha_{q2}=1,0$$

$$\alpha_{qr}=1,0$$

Hodnoty zatížení modelu LM1

$$\text{Zatížení pruh č.1} \quad Q=2 \times 240 \text{ kN} \quad q=7,2 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow 7,2 \times 3,0 = 21,6 \text{ kN/m}$$

$$\text{Zatížení pruh č.2} \quad Q=2 \times 160 \text{ kN} \quad q=2,5 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow 2,5 \times 3,0 = 7,5 \text{ kN/m}$$

$$\text{Zatížení zbývající plocha} \quad q=2,5 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow 2,5 \times 2,5 = 6,25 \text{ kN/m}$$

$$\text{Celkem} \quad = 35,4 \text{ kN/m}$$

Účinky zatížení

Účinky zatížení stálého

$$\text{Pole} \quad 15644 \text{ kNm}$$

$$\text{Podpora} \quad 21708 \text{ kNm}$$

Účinky zatížení ostatního stálého

$$\text{Pole} \quad 4276 \text{ kNm}$$

$$\text{Podpora} \quad 5934 \text{ Nm}$$

Účinky zatížení LM1 - rovnoměrné

$$\text{Pole} \quad 2051 \text{ kNm}$$

$$\text{Podpora} \quad 2846 \text{ kNm}$$

Účinky zatížení LM1 – vozidla

$$\text{Pole} \quad 4198 \text{ kNm}$$

$$\text{Podpora} \quad 2245 \text{ kNm}$$

Maximální ohybové momenty pole

$$M_{d,a} = 1,35 \times (15644 + 4276) + 1,35 \times (0,75 \times 4198 + 0,4 \times 2051) = 32250 \text{ kNm}$$

$$M_{d,b} = 0,85 \times 1,35 \times (15644 + 4276) + 1,35 \times (4198 + 2051) = 31294 \text{ kNm}$$

Mezní stav únosnosti podpora

$$M_{d,a} = 1,35 \times (21708 + 5934) + 1,35 \times (0,75 \times 2846 + 0,4 \times 2245) = 41411 \text{ kNm}$$

$$M_{d,b} = 0,85 \times 1,35 \times (21708 + 5934) + 1,35 \times (2846 + 2245) = 38592 \text{ kNm}$$

Návrh předpínací výztuže

Pro předepnutí nosné konstrukce budou použity kabely 19 lan 15,7mm

$$f_{pk} = 1770 \text{ MPa}$$

$$f_{p01k} = 0,88 \times f_{pk} = 0,88 \times 1770 = 1557 \text{ MPa}$$

Návrhová hodnota napětí v předpínací výztuži

$$f_{pd} = f_{p01k} / \gamma_{adm} = 1557 / 1,15 = 1354 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnost betonářské výztuže

$$f_{yd} = 500 / 1,15 = 434 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnost betonu

$$f_{cd} = 35 / 1,5 = 23,3 \text{ MPa}$$

pole

Průřezové charakteristiky

Plocha průřezu $A = 7,695 \text{ m}^2$

Poloha těžiště $d = 0,578 \text{ m}$

Poloha těžiště $h = 0,422 \text{ m}$

excentricita výztuže $p = 0,428 \text{ m}$

Moment setrvačnosti $I = 0,5144 \text{ m}^4$

Staticky neurčitý moment od předpětí odhadnut $15\% M_{pod} = 0,15 * 41411 = 6211 \text{ kNm}$

$$M = 32250 + 0,5 * 6211 = 35355 \text{ kNm}$$

$$\sigma_d = \frac{N}{A} + \frac{N * e_p}{I} * e_d + \frac{M}{I} * e_d = 0$$

$$N = 39726 / (0,13 + 0,4809) = 65029 \text{ kN}$$

Síla v jednom kabelu

$$N = 19 * 0,00015 * 1354 = 3,858 \text{ MN}$$

Potřebný počet kabelů

$$n = 65029 / 3858 = 16,8$$

Navrženo 18 kabelů. 69460 kN

Mezní únosnost

Napětí v průřezu

$$\text{Napětí od předpětí } (18 * 1354000 * 0,00015 * 19) / 7,695 = 9025 \text{ kPa}$$

$$(69460 * 0,353 * 0,578) / 0,5144 = 27550 \text{ kPa}$$

$$\text{Napětí od zatížení } (35355 * 0,578) / 0,5144 = 39726 \text{ kPa}$$

$$= -9,025 - 27,55 + 39,726 = 3,151 \text{ MPa}$$

$$\text{Základní napětí } 1354 - 195 / 35 * 3,151 = 1352 \text{ MPa}$$

$$\text{delta } F_p = 1352 * 0,0513 = 69,4 \text{ MN}$$

Poloha neutrálné osy

$$x = 0,085 \text{ m} \quad x_c = 0,068 \text{ m}$$

$$F_{cc} = 20,12 \text{ MN}$$

Moment únosnosti

$$M_{rd} = F_c * z_c + F_p * z_p = 20120 * 0,388 + 69400 * 0,353 = 7806 + 24498 = 32304 \text{ kNm}$$

Navrženo 20 kabelů. 77177kN

Napětí od předpětí $(20 \cdot 1354000 \cdot 0,00015 \cdot 19) / 7,695 = 10029 \text{ kPa}$

$(77177 \cdot 0,353 \cdot 0,578) / 0,5144 = 30611 \text{ kPa}$

Napětí od zatížení $(35355 \cdot 0,578) / 0,5144 = 39726 \text{ kPa}$

$= -10,02 - 30,611 + 39,726 = 0,9 \text{ MPa}$

Základní napětí $1354 - 195 / 35 \cdot 6,663 = 1347 \text{ MPa}$

$\Delta F_p = 1347 \cdot 0,057 = 76,8 \text{ MN}$

Poloha neutrálné osy

$x = 0,083 \text{ m}$ $x_c = 0,066 \text{ m}$

$F_{cc} = 19,53 \text{ MN}$

Moment únosnosti

$M_{rd} = F_c \cdot z_c + F_p \cdot z_p = 19530 \cdot 0,39 + 76820 \cdot 0,36 = 7616 + 27117 = 35270 \text{ kNm}$

podpora

Průřezové charakteristiky

Plocha průřezu $A = 9,135 \text{ m}^2$

Poloha těžiště $d = 0,763 \text{ m}$

Poloha těžiště $h = 0,537 \text{ m}$

excentricita výztuže $p = 0,312 \text{ m}$

Moment setrvačnosti $I = 1,168 \text{ m}^4$

Staticky neurčitý moment od předpětí odhadnut $15\% M_{pod} = 0,15 \cdot 41411 = 6211 \text{ kNm}$

$M = 41411 - 6211 = 35200 \text{ kNm}$

Navrženo 20 kabelů. 77177kN

Napětí od předpětí $(20 \cdot 1354000 \cdot 0,00015 \cdot 19) / 9,135 = 8448 \text{ kPa}$

$(77177 \cdot 0,312 \cdot 0,537) / 1,168 = 11070 \text{ kPa}$

Napětí od zatížení $(35200 \cdot 0,537) / 1,168 = 16168 \text{ kPa}$

$= -8,848 - 11,07 + 16,16 = 3,75 \text{ MPa}$

Základní napětí $1354 - 195 / 35 \cdot 3,75 = 1352 \text{ MPa}$

$\Delta F_p = 1352 \cdot 0,057 = 77, \text{ MN}$

Poloha neutrálné osy

$x = 0,86 \text{ m}$ $x_c = 0,68 \text{ m}$

$F_{cc} = 13,65 \text{ MN}$

Moment únosnosti

$M_{rd} = F_c \cdot z_c + F_p \cdot z_p = 13650 \cdot 0,42 + 77000 \cdot 0,312 = 5733 + 24024 = 29757 \text{ kNm}$

Navrženo 22 kabelů. 84894kN

delta $F_p = 1352 \cdot 0,0627 = 84,7 \text{ MN}$

Poloha neutrálné osy

$x = 0,94 \text{ m}$ $x_c = 0,76 \text{ m}$

$F_{cc} = 15,256 \text{ MN}$

Moment únosnosti

$M_{rd} = F_c \cdot z_c + F_p \cdot z_p = 15256 \cdot 0,38 + 84700 \cdot 0,35 = 5843 + 26426 = 35488 \text{ kNm}$

Tento statický výpočet pouze ověřil reálnost navržené konstrukce. V dalších stupních projektové dokumentace je nutné vypracovat podrobný statický výpočet, který zohlední postup výstavby, montážní stavy, stanový skutečný neurčitý moment od předpětí, skutečné ztráty a ověří konstrukci ve všech rozhodujících průřezech..

Praha , duben 2018

Ing. Jan Turek