

# SO 201 NA SILNICI I/30, MOST MALÉ ŽERNOSEKY ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKA OK SuperCor

**Ing. László Szikora,**  
SUDOP Praha a.s.

**Ing. Jaromír Zouhar, Ing. Marek Šana,**  
Viacon ČR s.r.o.

## **Corrugated Steel Plate Structure on the road I/30 crossing Milesovsky potok stream near Male Zernesecky**

Flexible buried Corrugated Steel Plate Structure (CSPS) of a box shape has been used to replace an old concrete double-pipe culvert crossing Milesovsky potok on the road I/30 near Male Zernesecky. Chosen structure and construction technology has met all the requirements on discharge, fast and low-cost construction. Static load test has proved smaller values of deflection than the calculated ones.

### **1. Původní stav**

Silnice I/30 Lovosice se v obci Malé Žernoseky kříží s Milešovským potokem. Objekt se nachází za odbočkou místní komunikace do centra obce. Původní přemostění (Obr. 1) bylo zřízeno na přelomu 60. a 70. let 20. století ze dvou souběžných betonových trub světlosti 2 x 2000 mm. Osová vzdálenost mezi troubami byla 2500 mm. Čela vtokové i výtokové části byla ukončena svislými železobetonovými stěnami. Výtokové čelo bylo porušeno trhlinou po celé výšce.



*Obr. 1. Původní stav*



*Obr. 2 Nový stav*

### **2. Nový stav**

Na základě objednávky správce komunikace (ŘSD ČR, správa Chomutov), která zajišťovala rekonstrukci objektu, byl proveden hydrotechnický výpočet. Ten stanovil minimální průtokové kapacity vtokové a výtokové strany koryta. Nová mostní konstrukce musela splňovat požadavky všech zúčastněných stran – dostatečný průtok, cenovou dosažitelnost a co nejkratší dobu výstavby. Varianta flexibilní ocelové konstrukce „rámového“ profilu (Obr. 2)

z vlnitého plechu (SuperCor) o světlém rozpětí 5 655 mm s nadnásypem 460 mm na straně vtoku (měřeno od horního vrcholu vlny po niveletu) nejlépe splňovala požadovaná kritéria. Nosnou konstrukci tvoří ocelový tubus montovaný z dílců vlnitého plechu tloušťky 7 mm a vlny 380 x 140 mm „rámového“ profilu, kotvený do železobetonových základových pasů a přesypaný zhutněným štěrko-pískem. Profil je v příčném řezu symetrický a sestává ze tří částí: rovných šikmých stěn po stranách, oblouků v rozích o poloměru 1,02 m a vrcholové klenby, kterou tvoří kruhový oblouk o poloměru 8,82 m a délce 4,06 m. Po obou stranách tohoto profilu byly ještě ve vzdálenosti cca 500 mm od jeho stěn osazeny dvě HDPE trouby Pecor Optima světlosti à 1000 mm pro zvýšení průtočné kapacity při velké vodě. Vnitřní líc vrcholu trub byl osazen do stejné výše jako vnitřní líc vrcholové klenby ocelového tubusu. Protikorozní ochrana ocelového tubusu byla řešena duplexním systémem – žárové zinkování ponorem z výroby tloušťky 85 µm a dvousložkový epoxidový nátěr TEKNOPLAST HS 150 tloušťky 200 µm na rubové i lícové straně, zhotovený ve výrobě OK. Nad vrcholem klenby byla rovněž osazena plovoucí hydroizolace, tvořená HDPE folií chráněnou oboustranně vrstvami geotextilií 500 g/m<sup>2</sup>. Flexibilní konstrukce a okolní zemina působí ve vzájemné interakci. Schopnost plně přenášet účinky vnějšího zatížení vzniká až po zabudování ocelového tubusu do násypu a obsypání zeminou při řádném zhutnění. Část vnějšího zatížení přenáší i obklopující zásyp a ten rovněž významně zvyšuje stabilitu ocelového tubusu s ohledem na boulení.

## 2.1 Postup výstavby

Po odstranění vozovky a veškerého mostního příslušenství byl odtěžen zásyp a proveden výkop stavební jámy. Pravá (ve smyslu směru toku) železobetonová trouba byla odstraněna, levá byla dočasně ponechána pro převádění vody staveništěm. Poté následovalo vytvoření základové spáry a současná betonáž obou základových pasů. Po jejich odbednění byly provedeny asfaltové nátěry a obsyp.



Obr. 3 Montáž OK



Obr. 4 Zásyp

### 2.1.1 Montáž ocelové konstrukce

Nejprve byl smontován první prstenec (tedy celý profil OK délky jednoho dílce – tj. 0,836 m), který sestával v příčném řezu ze třech dílců (Obr. 3), v horizontální poloze na zemi a poté byl jeřábem umístěn na vrch základového pasu a postupně odspodu směrem k vrcholu byly přimontovány další dílce, jeden po druhém. Ve směru osy OK probíhala montáž směrem od vtokového konce směrem k výtakovému. Potom proběhla kontrola dotažení šroubů momentovým klíčem. Bylo zkontrolováno 5 % šroubů, které byly vybrané náhodně tak, aby

byly zastoupeny oblasti po celé délce OK. Kontrolovalo se, aby alespoň 95 % z těchto šroubů bylo utaženo momentem 400 Nm. Samotná montáž a dotahování šroubů trvalo 21 hodin. Po dokončení montáže OK byl proveden její obsyp. Hutnění se provádělo ve vrstvách tloušťky 300 mm. Po dosažení výšky pro osazení HDPE trub byly tyto osazeny a rovněž důkladně obsypány ztuhnutou zeminou (Obr. 4). Čela mostu jsou svislá a tvoří je pohledové prvky ze štípané betonové tvarovky Gravity Stone kotvené do zemního tělesa geomřížemi. Čelní zdi jsou ukončeny železobetonovými monolitickými římsami nesoucími svodidla. Římsy jsou upevněny do betonových bloků zajišťujících jejich stabilitu a bezpečnost proti překlopení.

### 3. Dopravní opatření během výstavby

Vzhledem k zatížení převáděné komunikace, zvolené technologii a neexistující objízdné trase, bylo nutno před započítím vlastních stavebních prací zřídit pod původním objektem (ve směru toku Milešovského potoka) mostní provisorium s příjezdovými rampami. Ocelová konstrukce provisoria typu TMS byla uložena na panelové rovinanině.

### 4. Statická zatěžovací zkouška

Podle požadavku zástupce investora (ŘSD ČR) a projektanta (SUDOP Praha, a.s.) realizoval Kloknerův ústav ČVUT statickou zatěžovací zkoušku této mostní konstrukce před jejím uvedením do provozu. Účelem zatěžovací zkoušky bylo získat jednak podklady pro ověření a zpřesnění výpočtového modelu, jednak ověřit spolehlivost nosné konstrukce (ČSN 73 6209 [1]). V souladu s Podklady statické zatěžovací zkoušky [1-3] a s Programem statické zatěžovací zkoušky [6] byly provedeny celkem 2 zatěžovací stavy:

1. **zatěžovací stav** – zadní nápravy vyvozují symetrické zatížení klenby
2. **zatěžovací stav** – zadní nápravy vyvozují asymetrické zatížení klenby.



Obr. 5 Zatěžovací vozidla



Obr. 6 Rozmístění zatěžovacích vozidel

Jako zkušební zatížení byla využita 4 nákladní vozidla, každé o celkové hmotnosti 22 tun. Hmotnost každého vozidla byla ověřena vážením. Podle doložených vážních lístků se skutečná hmotnost nelišila od požadované hodnoty hmotnosti o více než 0,02 kN. Rozmístění zkušebního zatížení na mostě je patrné z (Obr. 5, 6).

Při zatěžovací zkoušce byly měřeny tyto veličiny:

1. **svislý posun ocelové konstrukce** (strunovými extenzometry celkem 9 měřicích bodů)
2. **sednutí základového pasu nivelačním přístrojem**
3. **poměrná přetvoření konstrukce**-odporovými tenzometry typu C 120 (8 měřicích bodů)

4. pootočení OK v kloubovém uložení-potenciometrickými snímači dráhy (5 měřicích bodů)
5. rychlost větru v úrovni mostu-anemometrem
6. kontinuální měření teploty

Při zkoušce byla použita měřicí technika s charakteristikami přesnosti dle (Tab.1).

Přístroje	Rozlišovací schopnost	Nejistota měření
Strunový extenzometr KÚ	0,05 mm	0,10 mm
Lineární potenciometrický snímač dráhy	0,02 mm	0,05 mm
Nivelační přístroj	0,10 mm	0,30 mm
Odporové tenzometry C 120, měřící můstek Hottinger	$1 \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^{-6}$
Teplotní snímač Commet	$0,1^{\circ} \text{C}$	$0,4^{\circ} \text{C}$
Anemometr Novi	1 m/s	-

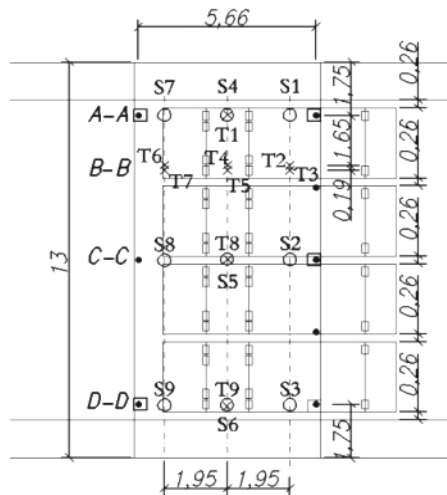


Tab. 1 přesnost měřicích technik

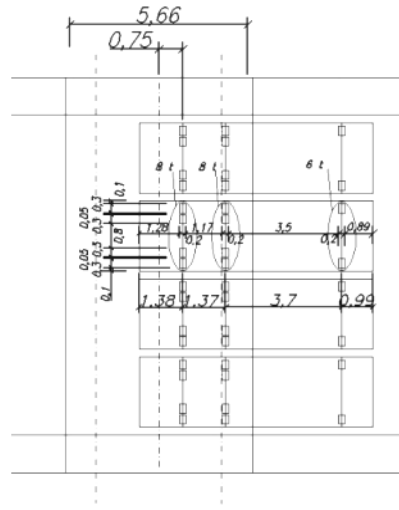
Obr. 7 Měřicí aparatura

ČSN 73 6209 Zatěžovací zkoušky mostů neupravuje zkušební postup pro mostní konstrukce tohoto typu, kde hlavní nosnou konstrukci tvoří oblouk z vlnitého plechu a se spolupůsobící ztuhnou zeminou násypu. Zkušební laboratoř doporučila v programu statické zatěžovací zkoušky postupovat obdobně jako u železobetonových konstrukcí, vzhledem k předpokládané době potřebné k ustálení deformací vyvozených účinkem zkušebního zatížení. Po najetí zatěžovacích vozidel do předepsané polohy i po odlehčení konstrukce se průběžně měřily hodnoty svislých posunů i poměrných deformací v pravidelných intervalech až do ustálení. Každý zatěžovací cyklus trval přibližně 60 minut.

ZATĚŽOVACÍ STAV I



ZATĚŽOVACÍ STAV II



MĚŘICKÉ BODY

- × ODPOROVÉ TENZOMETRY (9 ks)
- STRUNOVÉ EXTENZOMETRY PRO MĚŘENÍ SVISLÝCH POSUNŮ KLENBY (9 ks)
- BODY PRO MĚŘENÍ SEDNUTÍ ZÁKLADOVÝCH PASŮ (8 ks)
- NÁKLONOMĚRY (5 ks)

Obr. 8 Zatěžovací stavy: I – symetrický, II – nesymetrický



V (Tab. 2, 3) jsou uvedeny hodnoty pružných složek posunů  $S_e$ , celkového posunu  $S_{tot}$ , trvalých složek  $S_r$  a teoretických hodnot  $S_{teor}$  stanovených projektantem. Svislé posuny měřicích bodů při statické zatěžovací zkoušce [7] vykázaly výrazně menší hodnoty než hodnoty teoreticky stanovené ve statickém výpočtu (Tab. 2,3). Důvod nedostatečně přesného vystižení skutečnosti spočívá ve zjednodušujícím numerickém modelu, který úlohu řeší jako rovinný problém. Je třeba zdůraznit, že absolutní hodnoty pružných složek naměřených posunů jsou vůči rozměrům mostu zcela nepatrné, max. 1/1700 rozpětí.

Tab. 2 Svislé posuny při statické zatěžovací zkoušce-1. zatěžovací stav

Měř. bod	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
$S_e$ [mm]	0,36	0,76	0,29	0,85	3,27	0,59	0,46	0,19	0,45
$S_{tot}$ [mm]	0,55	0,67	0,38	1,04	4,49	0,69	0,65	0,38	0,64
$S_r$ [mm]	0,18	-0,10	0,10	0,19	1,22	0,10	0,19	0,19	0,18
$S_{teor}$ [mm]	1,0	2,1	1,8	3,8	4,6	3,8	1,0	2,1	1,8
$S_e/S_{teor}$	0,36	0,36	0,16	0,22	0,71	0,16	0,46	0,09	0,25
$S_r/S_{tot}$	0,33	-0,14	0,25	0,18	0,27	0,14	0,29	0,50	0,29

Tab. 3 Svislé posuny při statické zatěžovací zkoušce -2. zatěžovací stav

Měř. bod	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
$S_e$ [mm]	0,18	0,29	0,10	0,57	2,04	0,40	0,46	0,85	0,27
$S_{tot}$ [mm]	0,27	1,33	0,10	0,57	2,35	0,40	0,56	1,13	0,36
$S_r$ [mm]	0,09	0,10	0,00	0,00	0,31	0,00	0,09	0,28	0,09
$S_{teor}$ [mm]	0,4	0,6	0,4	2,2	2,5	2,2	1,6	2,0	1,6
$S_e/S_{teor}$	0,45	0,48	0,24	0,26	0,82	0,18	0,29	0,42	0,17
$S_r/S_{tot}$	0,33	0,08	0,00	0,00	0,13	0,00	0,17	0,25	0,25

Poměrná přetvoření měřená odporovými tenzometry na spodním lici ocelové konstrukce ve vrcholu oblouku dosáhla extrémně  $+150 \cdot 10^{-6}$  a  $-170 \cdot 10^{-6}$  při prvním zatěžovacím stavu,  $-79 \cdot 10^{-6}$  a  $+89 \cdot 10^{-6}$  při druhém zatěžovacím stavu, což odpovídá hodnotám napětí  $+31,5$  MPa a  $-35,7$  MPa. Teoretické hodnoty poměrných přetvoření v místě tenzometrů nebyly v době zkoušky

k dispozici. V měřicích bodech umístěných na základovém pasu byl měřen pokles spodní stavby. Při obou zatěžovacích stavech nebyl zjištěn pokles spodní stavby. Rovněž v uložení ocelové konstrukce nebyla zjištěna měřitelná pootočení. Během zatěžovací zkoušky bylo polojasno a teplota vzduchu se pohybovala od 21 do 24°C.

## 5. Závěr

Náhrada původního přemostění Milešovského potoka na silnici I/30 v Malých Žernosekách flexibilní ocelovou konstrukcí zhotovenou z dílců z vlnitého plechu s následným zásypem hutněnou zeminou umožnila splnit požadavky jak správce toku na průtočný profil, tak i ekonomické požadavky z hlediska rychlosti a ceny výstavby.

Při statické zatěžovací zkoušce se metodicky postupovalo podle ČSN 73 6209 Zatěžovací zkoušky mostů. Svislé posuny v měřicích bodech byly menší než teoretické hodnoty stanovené projektantem ve statickém výpočtu.

### Literatura:

- [1] Székora, L. Mostní objekt Malé Žernoseky – SO 201 – komunikace I/30 Lovosice
- [2] Zouhar, J. Upřesněné hodnoty průhybů pro zatěžovací zkoušku
- [3] Székora, L. Zjednodušené podklady pro statickou zatěžovací zkoušku SO 201 – komunikace I/30 Lovosice
- [4] ČSN 73 6209 Zatěžovací zkoušky mostů, ČSN 1995
- [5] ČSN 73 2030 Zatěžovací zkoušky stavebních konstrukcí. Společná ustanovení, ČSN 1994
- [6] Bouška, P., Záruba, J., Vokáč, M. Program statické zatěžovací zkoušky mostu pozemní komunikace na stavbě I/30 Malé Žernoseky, SO 201 Most Malé Žernoseky, ČVUT KÚ, srpen 2004.
- [7] Bouška, P., Záruba, J., Vokáč, M., Protokol o zkoušce č.174/04 Statická zatěžovací zkouška mostu pozemní komunikace na stavbě I/30 Malé Žernoseky, SO 201 Most Malé Žernoseky, ČVUT KÚ.
- [8] Selig, E. Soil Parameters for Design of Buried Pipelines, Proceedings of Pipeline Infrastructure Conference, Boston, 1988