

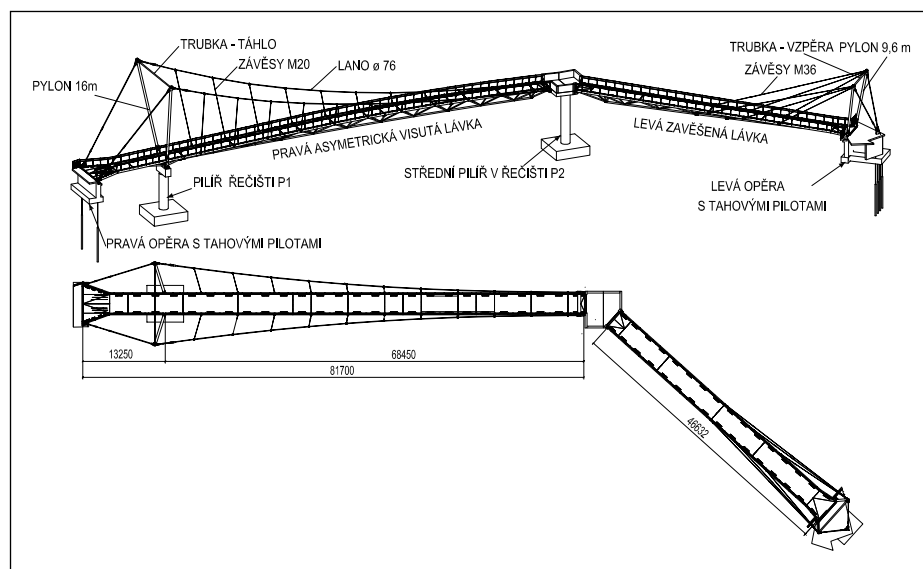
# Nová lávka přes Otavu v Písku

Od září 2018 slouží obyvatelům a návštěvníkům Písku nová lávka přes Otavu. Autorem architektonického a urbanistického řešení je písecký rodák Josef Pleskot, o technické řešení se postaral Vladimír Janata. Lávka spojuje lokality Hradiště a Václavské předměstí a nese jméno Dagmar Šimkové, politické vězeňkyně československého komunistické režimu. Lávka, umístěná nad jezem, je charakteristická svým půdorysným zalomením nad pylonem s plošinou a rozdílným statickým řešením obou ramen – pravobřežní lávka je visutá, levobřežní zavěšená.

## Architektonické řešení

K trasování lávky a jejímu tvaru vedly architektka urbanistické podmínky a souvislosti. „Veškeré složitosti a protiklady prastarého osídleného místa na obou březích Otavy si vyžádaly nestandardní trasování lávky tak, aby byly dány do souvislosti

a oslaveny čtyři fenomény, jejichž středobodem je dané místo,“ uvádí autorská zpráva architekta. Prvním fenoménem je impozantní vstup říčního toku z posledního meandru před Pískem do sféry vlivu města. Při plavbě po Otavě se v jednom okamžiku Písek zjeví jako zázrak. Stejně krásný je



Obr. 1: Axonometrie a půdorys lávky



Obr. 2: Visutá asymetrická lávka směřující ke kostelu sv. Václava

vhled do brány z opačné strany, tedy z lávky. Druhým fenoménem je kostel sv. Václava, dominanta Václavského předměstí, který vede dialog s třetím fenoménem – vrchem Hradiště na protějším pravém břehu Otavy. Čtvrtým fenoménem je samotná veduta Písku ve svém celku viditelná z nejvyššího místa lávky nad řekou ve směru jejího toku.

Lávka se půdorysně láme pod úhlem 135 ° nad pilířem na čtvercové plošině umístěné poblíž václavské strany. Místo lomu je pečlivě zvolené, je výslednicí analýz daných urbanistických os a vnějších prostorových vztahů. Podesta na pilíři tvoří místo pro setkání a zastavení. K pevné plošině podesty vede zavěšené rameno o délce cca 47 metrů od levého břehu a visuté rameno o délce cca 82 metrů od pravého břehu. Jde de facto o dvě samostatné mostní konstrukce.

Pravobřežní visutá lávka se pohledově váže k dominantě kostela svatého Václava a také k ose ulice U Vodárny, levobřežní zavěšená lávka se pohledově upíná k vrchu Hradiště. Trasa lávky má odezvu i v geometrii tvarů jejich pobřežních částí. Velká pozornost byla věnována tvarování pobřežních útvarů s rampami a se schodišti. Bylo dbáno na to, aby útvary s přilehlým okolím co nejvíce splynuly a aby se staly nepozorovatelnou příjemnou součástí promenádní cesty. Zásadní roli také hraje geometrická konstrukce výšek určující siluetu lávky. Výškové parametry byly minimalizovány na nezbytné bezpečnostní minimum s ohledem na průtoky velkých vod. Na soubor všech urbanistických, architektonických a vztahových požadavků pak s nejvyšší citlivostí reagovalo vlastní konstrukční a statické řešení lávky. Také bylo dbáno na to, aby výšky stožárů nepřesáhly limity výšek místa a aby se negativně nekonfrontovaly s jakýmkoliv architektonickými či přírodními dominantami.

## Dispoziční řešení

Pravou část konstrukce tvoří visutá asymetrická lávka s rozpětím 81,7 m, která křížuje jez a směřuje přímo proti kostelu sv. Václava, levou část pak zavěšená lávka s rozpětím 46,7 m směřující k vrchu Hradiště. Předmostí byla vybudována s ohledem na vazby k okolí, bez zásahu do soukromých pozemků a s důrazem na přirozený pohyb a pohodlí chodců. Zavěšení a tvar levé lávky vyplynuly přirozeně z daných podmínek. Základním parametrem je hladina stoleté vody. V části u opěry, kde lávka visí na třech dvojicích závěsů M36, je lávka štíhlá. Kdyby byla zavěšena po celé délce, musela by mít pylony výrazně vyšší. Ve své druhé polovině lávka působí už jako nosník díky tomu, že mostovka stoupá se sklonem 5 % a spodní pas se sklonem pouze 1,5 %. Tuhost tělesa lávky se tak postupně zvyšuje. Pylony z trubek Ø 324 mm, kloubově kotvené do



Obr. 3: Zavěšená lávka směřující k vrchu Hradiště



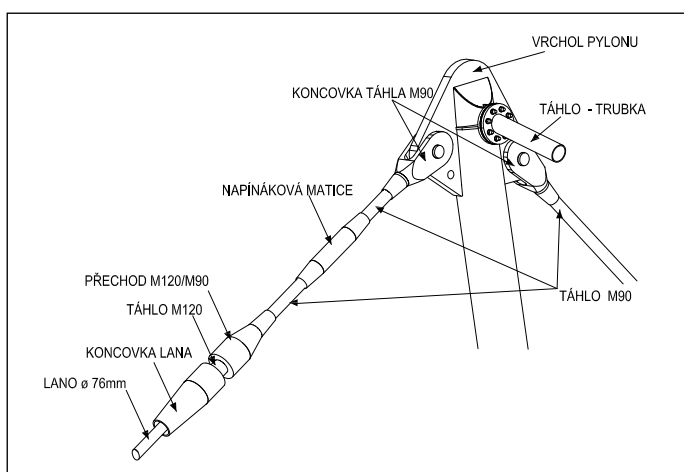
Obr. 4: Pilíř visuté lávky P1 u rybiho přechodu



Obr. 5: Podesta na pilíři a visutá lávka



Obr. 6: Kotvení zadního táhla visuté lávky do horního pasu tělesa lávky



Obr. 7, 8: Kotvení lana a táhel do vrcholu pylonu

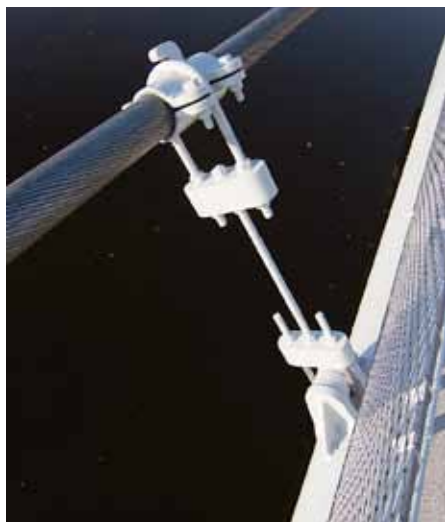


krajních pasů lávky, jsou mírně skloněny směrem k opěře a rozvírají se vně lávky pod vertikálním úhlem 9°. S ohledem na potřeby dispozičního řešení předmostí jsou pylony stabilizovány dvěma zadními táhly M76, kotvenými do jednoho bodu v podélné ose lávky. Ve vrcholu jsou pylony propojeny trubkovou vzpěrou, která zajišťuje jejich

rozteč a přenáší tlakovou sílu, jež je výslednicí sil v závěsech a zadních táhlech. Tvar lávky a poloha táhel umožňují symetrický průhyb její zavěšené a nezavěšené části.

Pro pravou lávku byla zvolena visutá asymetrická konstrukce. Zatímco u standardní visuté lávky směřují lana z pylonu na pylon, v tomto

případě jsou pylony jen na jedné straně a prostorová křivka nosných lan  $\varnothing 76$  mm končí na druhé straně v tečně u mostovky. Efekt zavěšení lávky na lano prostřednictvím tyčových závěsů M20 každých 6 m směrem od opěry opět postupně klesá, a proto tělo lávky díky stoupající mostovce zvyšuje svou tuhost i v tomto případě. Podélný



Obr. 9: Rektifikovatelný závěs M20

vodáka tak má lávka jako celek vrchol uprostřed rozpětí a působí jako jeden integrální celek.

Navíc se ukázalo, že kotvení nosných lan v tečně ke klesající mostovce má příznivý efekt. Osová síla vnesená lanem do horních pasů působí proti průhybu lávky. Pylony jsou kloubově uloženy nad horními pasy lávky, podepřeny na pilíři umístěném v řece 13,25 m od krajní opěry. Pylony z trubek  $\varnothing$  355 mm jsou mírně skloněny směrem k opěře a rozvírají se vně lávky pod vertikálním úhlem  $19^\circ$ . Vrcholy pylonů jsou stabilizovány dvěma zadními táhly M90, kotvenými do horních pasů tělesa lávky přímo nad jejich vertikálním kotvením do opěry. Vodorovná složka síly v zadních táhlech je tak vnesena do pasů mostovky a působí proti vodorovné složce síly od kotveních lan a závěsů. Opěra a pilíře lávky jsou

i dynamicky. Při dynamické zkoušce se ukázalo, že příčně nelze lávky výrazně rozkmitat ani vandalsky. Rozevření zároveň odlehčuje pocity chodce.

### Konstrukční řešení a kotvení lávky

Těleso lávky z materiálu S355 je celosvařované, trojboké, příhradové, proměnné konstrukční výšky, z trubek svařovaných na pronik. Horní pasy lávek v osové vzdálenosti 3300 mm jsou z trubek  $\varnothing$  324 mm, spodní pasy z trubek  $\varnothing$  219 mm. Šikmé stěny jsou tvořeny diagonálami z trubek  $\varnothing$  139 mm. Visutá lávka je kotvena proti vertikální tahové reakci na opěře dvěma kotevními šrouby s T hlavou  $\varnothing$  90 mm do zabetonovaných kotevních roštů. Kotevní rošt tvoří součást svařence, který je spojen s tahovou pilotou. Tábla M76 zavěšené lávky jsou kotvena do společného kotevního roštu.



Obr. 10: Montáž válcové koncovky do boční výztuhy na horním pasu tělesa visuté lávky



Obr. 11: Montáž tělesa lávky na opěru pilíře a montážní podporu v řece



Obr. 12: Napínání táhel hydraulickým zařízením



Obr. 13: Montáž závěsů; lana v horizontální poloze zajištěna stripy

sklon závěsů je navržen tak, že v bočním pohledu směřují paprsky závěsů pod mostovkou do jednoho bodu. Mostovka lávky nejprve stoupá rovnoměrně se sklonem 5 %, poté přechází niveleta do kružnice s vrcholem cca ve třech čtvrtinách délky a následně niveleta zase klesá po kružnici směrem k pilíři v řece. Z čelního pohledu příjezdějícího

tak, kromě třecích sil v ložiscích, zatíženy pouze vertikálními reakcemi.

Ve vrcholu jsou pylony propojeny trubkovým táhlem zajišťujícím jejich rozteč a přenášejícím tahovou sílu, která je výslednicí sil v zadních táhlech a hlavních lanech. Vyklonění pylonů vně mostovky stabilizuje obě lávky v příčném směru staticky

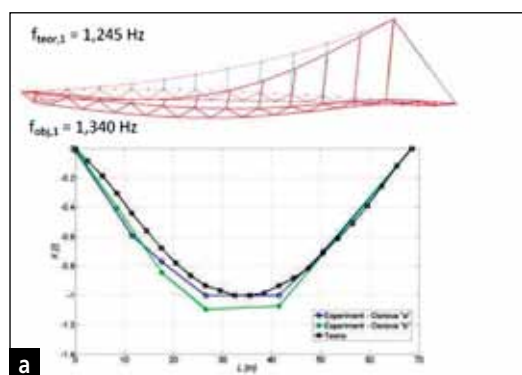
Zavěšená lávka je na opěře kotvena přes konstrukční vahadlová válcová ložiska se záražkami. Visutá lávka je pod pylony uložena na pilíři P1 na elastomerových ložiscích, na pilíři P2 jsou obě lávky uloženy na elastomerových ložiscích s posuvem. Na všech opěrách a pilířích lávku navíc v podélné ose zajišťují příčné záražky. Lávka má



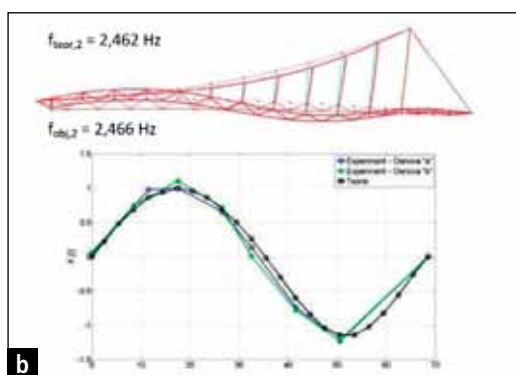
Obr. 14: Kloubové spojení pylonu zavěšené lávky



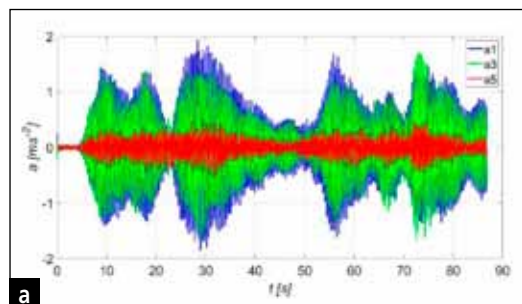
Obr. 15: Kotvení táhel zavěšené lávky



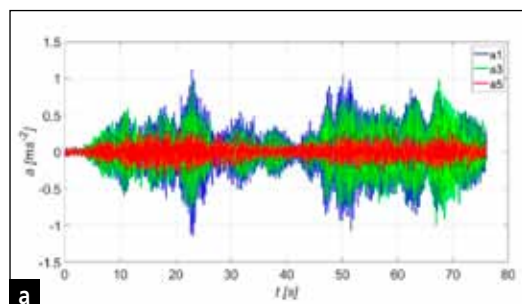
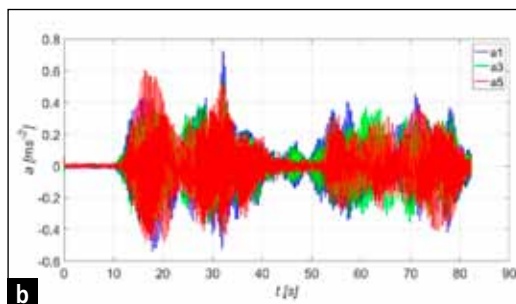
Obr. 17: Srovnání teoreticky stanoveného prvního (a) a druhého (b) vlastního tvaru vertikálního ohybového kmitání s ekvivalentními experimentálně vybudovanými rezonančními tvary



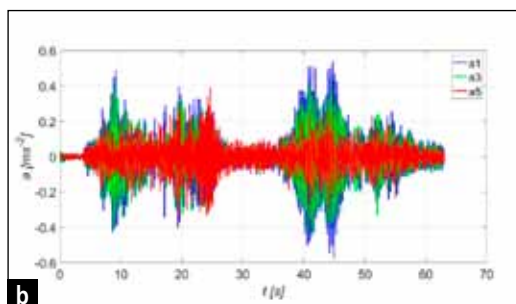
Obr. 16: Kotevní uzel zavěšené lávky



Obr. 18: Časový průběh vertikálního zrychlení mostovky visuté lávky bez pohlcovačů (a) s pohlcovači (b) při běhu čtyř osob synchronizovaně ve 2 vl. frekvenci



Obr. 19: Časový průběh vertikálního zrychlení mostovky visuté lávky bez pohlcovačů (a) s pohlcovači (b) při běhu čtyř osob bez synchronizace



ortotropní mostovku sestávající z plechu, příčniců a podélných výtuh. Mostovka je v příčném směru vyklenutá se středním vzepětím 35 mm, což zajišťuje odvod vody ke krajům do otvorů

v mostovce. Plech mostovky je podélně přivařen k horním pasům tělesa lávky. Mostovka je opatřena přímopochozí hydroizolací s protiskluzovou úpravou. Zábradlí výšky 1300 mm od horní hrany

pasu tvoří sloupky z pásové oceli a nerezové sítě. Madlo zábradlí ve výšce 1100 mm je dřevěné, kotvené na podélném ocelovém hranolu.

### Konstrukční systém táhel a lan

Konstrukční systém táhel Macalloy M20, M36, M76 a M90 sestává z tyčí s mezi kluzu 520 MPa s válcovaným závitem, z napínákových matic, kónických krytek, koncovek a čepů. Pro závěsy M20 visuté lávky byly zkonstruovány rektifikovatelné detaily zakončení s prostorovým kloubovým uložením. Lana o průměru 76 mm jsou vinutá z pozinkovaných drátů a mají uzavřenou konstrukci ve vnějších vrstvách. U tělesa lávky jsou válcové koncovky lan opřeny do boční výtuhy lávky vně pasů. U pylonů jsou lana zakončena koncovkou se závitovou tyčí M120. Dále bylo lano přechodovým dílem převedeno na tyč Macalloy M90 s napínákovou maticí s rektifikací  $\pm 100 \text{ mm}$ , která je zakončena koncovkou s čepem. To umožnilo zjednodušení detailu na vrcholu pylonu (z obou stran stejná koncovka). Zároveň byla zajištěna možnost pohodlného dopnutí lana a tenzometrického měření síly v nosném lanu.

### Založení lávky a betonové konstrukce

Spodní stavbu tvoří dvě opěry na nábřeží a dva pilíře situované v korytě řeky. Obě krabicové opěry jsou založeny hlubinně na mikropilotách zříze-

ných z úrovně terénu. Tvar opěr je přizpůsoben architektonickému řešení přístupů na lávku. Pilíře jsou založeny plošně na skalním podloží. Základy byly budovány v těsných štětovicových jámách. Pilíř P1 je integrován do konstrukce jezu u rybiho přechodu a jeho dířek průměru 1,5 m podpírá pylon visuté části lávky. Pilíř P2 je umístěn soliterně v řece a nese betonovou vyhlídkovou plošinu, na které jsou uloženy konce obou ocelových nosných konstrukcí lávky.

### Montáž ocelové konstrukce lávky

Po svaření dvou přepravních dílců zavěšené lávky na břehu do jednoho celku byla lávka osazena jeřábem na opěru O2 a pilíř P2. Pro eliminaci nadměrných deformací lávky před vlastním osazením táhel byla konstrukce stále uvázána na jeřáb. Teprve po instalaci pylonu s příčlím, zadních táhel a jedné dvojice předních táhel mohla být konstrukce definitivně uvolněna z jeřábu. Po kompletaci všech táhel byla táhla dopnuta k dosažení projektovaného nadvýšení konstrukce a projektovaných sil.

Pravá visutá asymetrická lávka byla smontována z šesti dílů do jednoho celku na břehu, v prostoru opravované cyklostezky. Poté byla osazena mobilním jeřábem na opěru, oba pilíře a provizorní podporu na jezu. Dále byl osazen pylon se zadními táhly a vpředu se čtveřicí provizorních lan Ø 12 mm kotvených do tělesa lávky a předepnutých silou 60 kN, kterými se vrcholy pylonů zafixovaly do projektované polohy. Tím také došlo k eliminaci průhybu lávky mezi pilířem P1 a provizorní podporou v řece a byla vnesena potřebná síla do zadních táhel, aby působila nadále lineárně. Poté byla nosná lana dvojicí jeřábů odložena vně mostovky na předem připravené dřevěné fošny a zatažena do pozice, kdy se koncovka opřela přes boční výtahu do konstrukce lávky. Následně byla koncovka táhla M90 na druhém konci lana zakotvena přes čep do kotevniho

plechu na pylonu. Po vyvěšení zaujala lana svou přirozenou polohu – řetězovku s osovou silou 90 kN. Půdorysně byla nosná lana uvedena čtyřmi vodorovnými montážními stripy (pásky) přibližně do projektované vzájemné vzdálenosti. Závěsy M20 byly nainstalovány v projektovaných délkách a předepnuty tak, aby se síla v lanech zvýšila na 310 kN. Tím došlo k povolení provizorních lan Ø 12 mm, která byla následně odstraněna.

Posledním krokem bylo dopnutí zadních táhel M90 hydraulickým zařízením tak, aby bylo dosaženo nadvýšení konstrukce a projektovaných sil v lanech a táhlech. Výsledné síly v lanech i táhlech a tvar lana se velmi dobře shodují s projektovanými hodnotami. Všechna táhla obou lávek byla pro měření sil osazena tenzometry v konfiguraci plného můstku. Předpínání probíhalo podle předem připraveného postupu s využitím vztahových matic vzájemného ovlivňování sil v táhlech pod vedením projektanta a s podporou trvale přítomného geodeta. Síly byly měřeny současně na všech táhlech přes ústřednu. Na závěr byla všechna táhla změřena frekvenčně.

### Dynamická zkouška lávky a pohlcovače kmitů

Dynamická zkouška lávky proběhla za účelem ověření vypočtených rezonančních frekvencí, příslušných tvarů kmitání a útlumu i měření svislé a vodorovné odezvy (amplitud zrychlení) vyvolané pohybem chodců po konstrukci mostovky lávky. Zkouškou se zjistilo, že vibrace lávky zatížené chodci krácejícími běžnou chůzí nepřekračují mezní hodnoty zrychlení pohybu, takže lávku bylo možno uvést do provozu i bez pohlcovačů. Při běhu více než dvou osob byly překročeny mezní hodnoty zrychlení. Po instalaci pohlcovačů kmitů byl zajištěn maximální komfort chodců i při ojedinělých sportovních aktivitách. Pro visutou asymetrickou lávku byly navrženy dvě dvojice pohlcovačů, každý s hmotou 450 kg, na čtyřech

pružinách, pro zavěšenou lávku jedna dvojice tlumičů s hmotou 400 kg.

### Závěr

Výsledná geometrie obou částí lávky byla navržena tak, aby průběh vnitřních sil a deformací i dynamické charakteristiky byly v daných okrajových podmínkách optimální. Pro asymetrickou visutou ocelovou lávku s vykloněnými osnovami lan a závěsů byly vyvinuty některé detaily kotvení závěsů i lan a byl optimalizován montážní a předpínací postup. Konstrukce výrazně eliminuje dynamickou odezvu v příčném směru i kmitání jednotlivých prvků.

Za architektonicky ojedinělé řešení lávky, které je založeno na netradičním spojení dvou konstrukčních systémů, získala lávka cenu Dopravní stavba roku 2018 v kategorii A4 dopravní stavby ostatní a nominaci na titul Stavba roku 2019.

**Investor:** město Písek

**Autoři:** Josef Pleskot, AP atelier, Vladimír Janata, EXCON, a. s.; spolupráce Andrej Škripeň, Zdeněk Rudolf, Veronika Škardová, AP atelier

**Statika:** ocel – Jan Včelák, Jindřich Beran, EXCON, a. s.; beton a založení – Petr Nehasil, Tomáš Pacík, Mott MacDonald CZ, spol. s r. o.

**Dynamická zkouška:** Stanislav Hračov, ÚTAM AV ČR, v. v. i.

**Generální dodavatel stavby:** Metrostav, a. s., divize 6, oblastní zastoupení pro jižní Čechy

**Zhotovitel ocelové konstrukce:** Metrostav, a. s., divize 3, provoz ocelových konstrukcí

**Dodávka, montáž a předepnutí lan a táhel:** Tension Systems, s. r. o.

**Pohlcovače kmitů:** EXCON, a. s.

ONDŘEJ MIKA  
s využitím podkladů Josefa Pleskota  
a Vladimíra Janaty

foto a obrázky Ondřej Mika (2, 5, 9, 20, 21), Tomáš Malý (3, 4),  
archív firmy EXCON, a. s. (1, 6, 7, 10–19)



Obr. 20: Detail zábradlí a madel



Obr. 21: Celkový pohled na lávku