



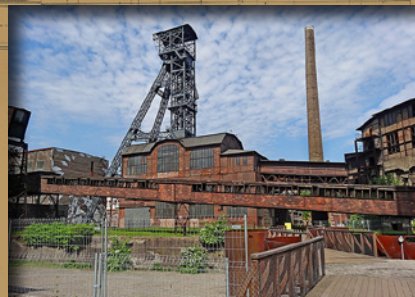
**CTU**

CZECH TECHNICAL  
UNIVERSITY  
IN PRAGUE

# Metody pro zajištění udržitelnosti ocelových mostních konstrukcí industriálního kulturního dědictví

## Methods for Achieving Sustainability of Industrial Heritage Steel Bridges

Pavel Ryjáček et al.



# Metody pro zajištění udržitelnosti ocelových mostních konstrukcí industriálního kulturního dědictví

## Methods for Achieving Sustainability of Industrial Heritage Steel Bridges



FAKULTA  
STAVEBNÍ  
ČVUT V PRAZE

Pavel Ryjáček  
Tomáš Rotter  
Vojtěch Stančík  
Martin Macho  
Jakub Vůjtěch  
Jakub Štěpán  
Filip Kramoliš



FAKULTA  
ARCHITEKTURY  
ČVUT V PRAZE

Martin Pospíšil  
Benjamin Fragner  
Sophie Eberhardt  
Jan Juřena  
Radek Mišanec



FAKULTA  
STROJNÍ  
ČVUT V PRAZE

Jan Kudláček  
Michal Zoubek  
Jakub Svoboda



KLOKNERŮV  
ÚSTAV  
ČVUT V PRAZE

Miroslav Sýkora

Autoři / Authors:

- **Pavel Ryjáček, Tomáš Rotter, Vojtěch Stančík, Martin Macho, Jakub Vůjtěch, Jakub Štěpán, Filip Kramoliš**
- **Martin Pospíšil, Benjamin Fragner, Sophie Eberhardt, Jan Juřena, Radek Míšanec**
- **Jan Kudláček, Michal Zoubek, Jakub Svoboda**
- **Miroslav Sýkora**

Název díla / Title of the work:

**Metody pro zajištění udržitelnosti ocelových mostních konstrukcí industriálního kulturního dědictví / Methods for Achieving Sustainability of Industrial Heritage Steel Bridges**

Zpracovala / Prepared by:

Fakulta stavební ČVUT v Praze /

Faculty of Civil Engineering, CTU in Prague

s finančním příspěvím / with financial support of:

Fakulta architektury ČVUT v Praze /

Faculty of Architecture, CTU in Prague

Vydalo / Published by:

České vysoké učení technické v Praze /

Czech Technical University in Prague

Zpracovala / Prepared by:

Fakulta stavební ČVUT v Praze /

Faculty of Civil Engineering, CTU in Prague

Kontaktní adresa / Contact address:

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

Tel.: +420 602 250 860

Fotografie a vyobrazení bez uvedených zdrojů pocházejí z archivů autorů. / Photographs and images without mentioned sources come from archives of the authors.

Kniha byla vypracována v rámci řešení projektu DG18P02OVV033 „Metody pro zajištění udržitelnosti ocelových mostních konstrukcí industriálního kulturního dědictví podporovaném Ministerstvem kultury ČR“. / This monograph has been supported by the Ministry of Culture of the Czech Republic under Grant DG18P02OVV033 “The Methods for Achieving the Sustainability of Industrial Heritage Steel Bridges”.

Grafická úprava a sazba / Graphic design:

© Roman Werner, 2022

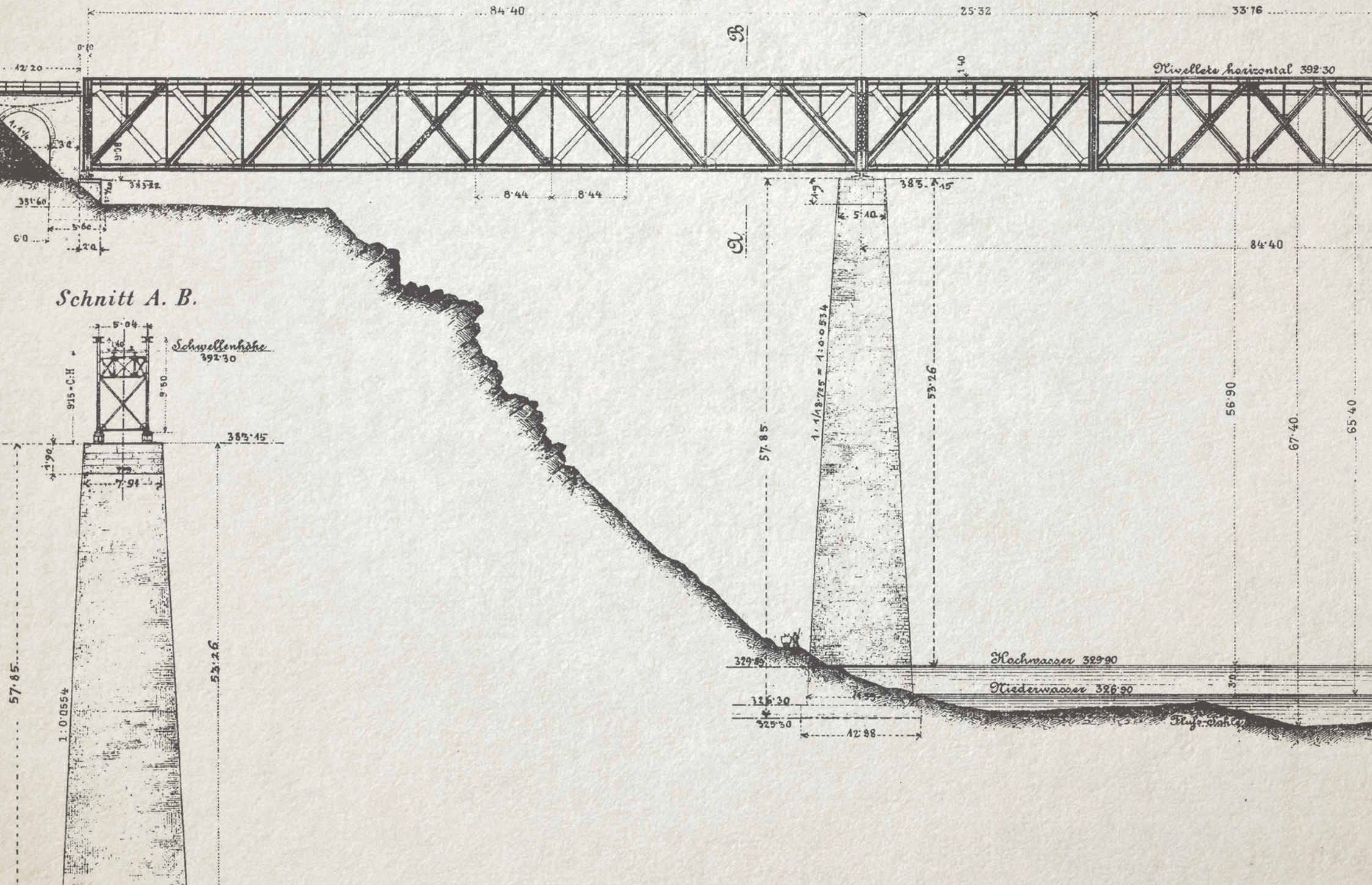
Tisk / Printing: HART PRESS, spol. s r.o.

Počet stran / Number of pages: 240

Náklad / Print run: 500 ks / copies

Pořadí vydání / Order of publication: 1.

ISBN 978-80-01-06990-5



Schnitt A. B.

Schwellenhöhe  
392.30

Hochwasser 329.90

Niederwasser 326.90

Flusslinie

## Obsah

<b>1. ÚVOD</b> .....	7
1.1. Výzkumný projekt „Metody pro zajištění udržitelnosti ocelových mostních konstrukcí“ .....	8
1.2. K historii stavitelství kovových mostů v České republice .....	12
1.3. Typologie mostů .....	20
1.4. Protikorozní ochrana ocelových mostů – odkazy minulosti a trendy současnosti .....	28
1.5. Památková hodnota mostní konstrukce .....	35
1.6. Cesta k zachování hodnot .....	37
1.7. Moderní přístupy k udržitelnosti mostů s památkovou hodnotou .....	39
1.8. Hlavní výsledky projektu „Metody pro zajištění udržitelnosti ocelových mostních konstrukcí industriálního kulturního dědictví“ .....	43
1.9. Mapa mostů podle úrovně jejich památkové ochrany .....	47
1.10. Mapa mostů podle jejich účelu .....	48
<b>2. KATALOG STUDOVANÝCH MOSTŮ</b> .....	49
2.1. Železniční mosty .....	49
01 – Ivančický viadukt .....	50
02 – Znojemský viadukt .....	51
03 – Hrob – železniční most .....	52
04 – Červená nad Vltavou – železniční most .....	53
05 – Chrást u Plzně – železniční most .....	54
06 – Brno – most přes Svatku, silnice a vlečku .....	55
07 – Brno – most přes ulici Nádražní/Benešova .....	56
08 – Brno – most nad ulicí Křídlovická .....	57
09 – Brno – obloukový most přes ulici Hybešova .....	58
10 – Bečov – mosty přes řeku Teplou .....	59
11 – Strachovice – železniční most .....	60
12 – Strakonice – železniční most .....	61
13 – Praha – železniční most pod Vyšehradem .....	62
14 – Pňovany – most přes přehradu Hracholusky .....	63
15 – Lohet – železniční most .....	64
16 – Střelice – most přes silnici a říčku Bobrava .....	65
17 – Vlastějovice – most přes Sázavu .....	66
18 – Tábor – most přes Lužnici .....	67
19 – Železná – most přes Blšanku .....	68
20 – ZLubočany u Žatce – most přes Ohři .....	69
21 – Trutnov – železniční most .....	70
22 – Vyšší Brod – železniční most .....	71
23 – Praha – most nad ulicí U Slavie .....	72

## Table of Content

<b>1. INTRODUCTION</b> .....	7
1.1 Research project Methods for Achieving Sustainability of Industrial Heritage Steel Bridges .....	8
1.2 On the history of metal bridge construction in the Czech Republic .....	12
1.3 Typology of bridges .....	20
1.4 Corrosion protection of steel bridges – heritage of the past and trends of the present .....	28
1.5 Heritage value of a bridge structure .....	35
1.6 The path to preserving values .....	37
1.7 Advanced Approaches to Sustainability of Bridges with Heritage Values .....	39
1.8 Main results of the project “The Methods for Achieving the Sustainability of Industrial Heritage Steel Bridges” .....	43
1.9 Topography of bridges according to the level of their heritage protection .....	47
1.10 Topography of bridges according to their purpose .....	48
<b>2. CATALOGUE OF STUDIED BRIDGES</b> .....	49
2.1 Railway bridges .....	49
01 – Ivančice – railway viaduct .....	50
02 – Znojmo – railway viaduct .....	51
03 – Hrob – railway bridge .....	52
04 – Červená nad Vltavou – railway bridge .....	53
05 – Chrást u Plzně – railway bridge .....	54
06 – Brno – bridge over the River Svatka, roads and factory railway .....	55
07 – Brno – bridge over Nádražní/Benešova street .....	56
08 – Brno – bridge over Křídlovická street .....	57
09 – Brno – arch bridge over Hybešova street .....	58
10 – Bečov – bridges over the River Teplá .....	59
11 – Strachovice – railway bridge .....	60
12 – Strakonice – railway bridge .....	61
13 – Prague – railway bridge below Vyšehrad .....	62
14 – Pňovany – bridge over the Hracholusky reservoir .....	63
15 – Lohet – railway bridge .....	64
16 – Střelice – bridge over road and the River Bobrava .....	65
17 – Vlastějovice – bridge over the River Sázava .....	66
18 – Tábor – bridge over the River Lužnice .....	67
19 – Železná – bridge over the River Blšanka .....	68
20 – Libočany u Žatce – bridge over the River Ohře .....	69
21 – Trutnov – railway bridge .....	70
22 – Vyšší Brod – railway bridge .....	71
23 – Prague – bridge over U Slavie Street .....	72

24 – Praha-Vršovice – železniční most .....	73	24 – Prague-Vršovice – railway bridge .....	73
25 – Prostřední Žleb – most přes Labe .....	74	25 – Prostřední Žleb – railway bridge .....	74
26 – Svijany – železniční most.....	75	26 – Svijany – railway bridge .....	75
27 – Skochovice – most přes Vltavu .....	76	27 – Skochovice – bridge over the River Vltava .....	76
28 – Libeč – železniční most .....	77	28 – Libeč – railway bridge .....	77
29 – Bernartice – most přes silnici a potok Ličná .....	78	29 – Bernartice – bridge over road and Ličná brook .....	78
<b>2.2. Silniční mosty .....</b>	<b>79</b>	<b>2.2 Road bridges .....</b>	<b>79</b>
30 – Stádlec – řetězový most přes Lužnici – „Stádlecký most“ .....	80	30 – Stádlec – suspension chain bridge over the River Lužnice .....	80
31 – Zámek Kozel – most přes Úslavu .....	81	31 – Chateau Kozel – bridge over the River Úslava .....	81
32 – Stanovice – most přes Labe .....	82	32 – Stanovice – bridge over the River Labe .....	82
33 – Sušice – most přes Otavu .....	83	33 – Sušice – bridge over the River Otava .....	83
34 – Putim – most přes Blanici .....	84	34 – Putim – bridge over the River Blanice .....	84
35 – Pamětník – silniční most .....	85	35 – Pamětník – road bridge .....	85
36 – Jablonec nad Jizerou – most přes Jizeru na místní komunikaci .....	86	36 – Jablonec nad Jizerou – bridge over the River Jizera on local road .....	86
37 – Vodná u Bečova nad Teplou – silniční most .....	87	37 – Vodná u Bečova nad Teplou – road bridge .....	87
38 – Týn nad Vltavou – silniční most .....	88	38 – Týn nad Vltavou – road bridge .....	88
39 – Kuks – most přes Labe .....	89	39 – Kuks – bridge over the River Labe .....	89
40 – Žatec – příhradový most – „Železný most“ .....	90	40 – Žatec – bridge over the River Ohře .....	90
41 – Kyselka – most přes Ohři .....	91	41 – Kyselka – bridge over the River Ohře .....	91
42 – Bohumín – most na hranici s Polskem .....	92	42 – Bohumín – bridge at the border with Poland .....	92
43 – Krnov – most přes Opavu .....	93	43 – Krnov – bridge over the River Opava .....	93
44 – Jeseník – silniční most – „Ovčí most“ .....	94	44 – Jeseník – road bridge – “Sheep bridge” .....	94
45 – Dačice – most přes Moravskou Dyji .....	95	45 – Dačice – bridge over the River Moravská Dyje .....	95
46 – Davle – most přes Vltavu .....	96	46 – Davle – bridge over the River Vltava .....	96
47 – Hradec Králové – most plukovníka Šrámka .....	97	47 – Hradec Králové – bridge of Colonel Šrámek .....	97
48 – Praha – Čechův most .....	98	48 – Prague – bridge of Svatopluk Čech .....	98
49 – Frýdlant – most přes řeku Smědou .....	99	49 – Frýdlant – bridge over the River Smědá .....	99
50 – Roudnice nad Labem – most přes Labe .....	100	50 – Roudnice nad Labem – bridge over the River Labe .....	100
51 – Hradec Králové – Pražský most přes Labe .....	101	51 – Hradec Králové – Prague bridge over the River Labe .....	101
52 – Litoměřice – Tyršův most přes Labe .....	102	52 – Litoměřice – Tyrš bridge over the River Labe .....	102
53 – Obříství – Štěpánský most .....	103	53 – Obříství – bridge over the River Labe .....	103
54 – Kojetín – most přes Moravu .....	104	54 – Kojetín – bridge over the River Morava .....	104
55 – Hradec Králové – Moravský most a elektrárna .....	105	55 – Hradec Králové – Moravian bridge and power plant .....	105
56 – Praha – příhradový most v pod Bohdalcem .....	106	56 – Prague – truss bridge under Bohdalec .....	106
57 – Ostrava – most Miloše Sýkory .....	107	57 – Ostrava – bridge of Miloš Sýkora .....	107
58 – České Budějovice – „Zlatý most“ .....	108	58 – České Budějovice – „Golden bridge“ .....	108
59 – Kostelany nad Moravou – silniční most .....	109	59 – Kostelany nad Moravou – road bridge .....	109
60 – Plzeň – most v závodě Škoda .....	110	60 – Plzeň – bridge in Škoda factory .....	110
61 – Brandýs nad Orlicí – obloukový most .....	111	61 – Brandýs nad Orlicí – arch bridge .....	111
62 – Plzeň – „Tyršův most“ .....	112	62 – Plzeň – Tyrš bridge .....	112
63 – Děčín – most Miroslava Tyrše .....	113	63 – Děčín – bridge of Miroslav Tyrš .....	113
64 – Kunětice – most systému Bailey .....	114	64 – Kunětice – Bailey bridge .....	114
65 – Žďákov – obloukový most – „Žďákovský most“ .....	115	65 – Žďákov – arch bridge .....	115

<b>2.3. Lávky pro pěší</b> .....	116	<b>2.3 Footbridges</b> .....	116
66 – Děčín – řetězová lávka nad výtokem ze Zámeckého rybníka .....	117	66 – Děčín – suspension chain footbridge over Zámecký pond .....	117
67 – Brandýs nad Orlicí – příhradová lávka .....	118	67 – Brandýs nad Orlicí – truss footbridge .....	118
68 – Česká Lípa – pokloповý jez mostový .....	119	68 – Česká Lípa – hatched weir with bridge .....	119
69 – Praha – lávka přes Smíchovské nádraží .....	120	69 – Prague – footbridge over the Smíchov railway station .....	120
70 – Brodce – lávka přes Jizeru .....	121	70 – Brodce – footbridge over the River Jizera .....	121
71 – Ostrava-Vítkovice – dopravníkový most .....	122	71 – Ostrava-Vítkovice – conveyor bridge .....	122
<b>3. TYPOLOGICKÉ STUDIE MOSTŮ</b> .....	123	<b>3. TYPOLOGICAL STUDIES OF BRIDGES</b> .....	123
<b>3.1. Železniční mosty</b> .....	123	<b>3.1 Railway bridges</b> .....	123
04 – Červená nad Vltavou – železniční most .....	124	04 – Červená nad Vltavou – railway bridge .....	124
09 – Železniční most přes ulici Hybešova v Brně .....	130	09 – Railway bridge over Hybešova Street in Brno .....	130
13 – Praha – železniční most pod Vyšehradem .....	136	13 – Prague – railway bridge below Vyšehrad .....	136
23 – Praha – most nad ulicí U Slavie .....	144	23 – Prague – bridge over U Slavie Street .....	144
25 – Prostřední Žleb – most přes Labe .....	149	25 – Prostřední Žleb – railway bridge .....	149
29 – Bernartice – most přes silnici a potok Ličná .....	155	29 – Bernartice – bridge over road and Ličná brook .....	155
<b>3.2. Silniční mosty</b> .....	162	<b>3.2 Road bridges</b> .....	162
30 – Stádlec – řetězový most přes Lužnici – „Stádecký most“ .....	163	30 – Stádlec – suspension chain bridge over the River Lužnice .....	163
36 – Jablonec nad Jizerou – most přes Jizeru na místní komunikaci .....	169	36 – Jablonec nad Jizerou – bridge over the River Jizera on local road .....	169
39 – Kuks – most přes Labe .....	174	39 – Kuks – bridge over the River Labe .....	174
40 – Žatec – příhradový most – „Železný most“ .....	178	40 – Žatec – bridge over the River Ohře .....	178
43 – Krnov – most přes Opavu .....	183	43 – Krnov – bridge over the River Opava .....	183
48 – Praha – most Svatopluka Čecha .....	188	48 – Prague – bridge of Svatopluk Čech .....	188
53 – Obříství – Štěpánský most .....	194	53 – Obříství – bridge over the River Labe .....	194
57 – Ostrava – most Miloše Sýkory .....	200	57 – Ostrava – bridge of Miloš Sýkora .....	200
62 – Plzeň – „Tyršův most“ .....	206	62 – Plzeň – Tyrš bridge .....	206
64 – Kunětice – most systému Bailey .....	211	64 – Kunětice – Bailey bridge .....	211
65 – Žďákov – obloukový most – „Žďákovský most“ .....	217	65 – Žďákov – arch bridge .....	217
<b>3.3. Lávky</b> .....	227	<b>3.3 Footbridges</b> .....	227
69 – Praha – lávka přes Smíchovské nádraží .....	228	69 – Prague – footbridge over the Smíchov railway station .....	228
71 – Ostrava-Vítkovice – dopravníkový most .....	233	71 – Ostrava-Vítkovice – conveyor bridge .....	233
<b>Poznámky</b> .....	239	<b>Notes</b> .....	239

# 1. Úvod

## 1. Introduction



1



## 1. Úvod

### 1.1. Výzkumný projekt Metody pro zajištění udržitelnosti ocelových mostních konstrukcí

Mosty jsou součástí každé dopravní cesty, ať železniční, dálniční, silniční nebo stezky pro cyklisty a chodce. Jsou velkými stavbami, které dotvářejí ráz krajiny nebo urbanismus města. V druhé polovině 19. století nastal rozmach železniční dopravy. Právě v té době vzniklo mnoho železničních mostů. Pro malá rozpětí to byly mosty kamenné nebo cihelné. V případě potřeby větších rozpětí to byly ocelové mosty. Jistá část těchto mostů slouží dopravě dodnes. Převážně se s nimi setkáme na lokálních tratích či méně zatížených komunikacích.



Obr. 1.1. (a, b) Železniční most pod Vyšehradem

a

Přibližně 400 z nich je památkově chráněno, čtyři mosty jsou národními kulturními památkami a další spadají pod památkově chráněná území. Stáří však na mostech zanechává své stopy, a to zejména v podobě koroze nebo rozvoje trhlin. Mnoho cenných kovových mostů není památkově chráněno, a v důsledku jejich rychle ubývajících hmotných podstaty se nenávratně ztrácí významná stopa našeho průmyslového dědictví devatenáctého a první poloviny dvacátého století.

Tyto mosty již splnily svoji úlohu z hlediska požadované životnosti, ale není možno je ve větším počtu nahradit mosty novými. Z hlediska zachování industriálního kulturního dědictví je naopak žádoucí alespoň vybrané reprezentanty zachovat a udržet v náležitém stavebním stavu.

## 1. Introduction

### 1.1 Research project Methods for Achieving Sustainability of Industrial Heritage Steel Bridges

Bridges are part of every route, whether for rail, highway, cycle or pedestrian traffic. They are large structures that complement the landscape or urban character of cities. The second half of the 19th century brought a boom in railway transport. It was at this time that many railway bridges were built. They were stone or brick bridges with small spans. For larger spans, steel bridges were made. Some of them are still in use today. Mostly they are found on local lines or less frequented routes.



Fig. 1.1 (a, b) Railway bridge under Vyšehrad

b

Approximately 400 bridges are protected, four bridges are national cultural monuments and others within urban heritage protection areas. However, age has left its mark on many bridges, particularly in the form of corrosion or the development of cracks. Many valuable metal bridges are not listed and, as a result of their rapidly declining physical integrity, an important footprint of our nineteenth and early to mid-twentieth century industrial heritage is in danger of being irretrievably lost.

These bridges have fulfilled their purpose in terms of their required service life, but by no means all of them can be replaced by new bridges. From the point of view of preserving our industrial heritage, it is, on the other hand, desirable to conserve at least some of them, and to maintain them in a worthy condition.



Obr. 1.2. (a, b) Visutý most ve Stádlci

a



Fig. 1.2 (a, b) Suspension bridge in Stádlce

b

V mnoha případech se jedná o nádherné a ojedinělé mostní konstrukce, se kterými se ve světě již běžně nesetkáme. Jsou chloubou našeho mostního stavitelství z období Rakousko-Uherska a první republiky. Vysoká odbornost tehdejších inženýrů, rozvinutý průmysl a kvalita práce při výrobě a stavbě ocelových mostů byla předpokladem k tomu, že se nám tyto mosty v úctyhodném počtu dochovaly dodnes.

Je proto naší povinností toto industriální kulturní dědictví v přiměřené míře zachovat pro další generace. To však znamená, že se o vybrané reprezentanty starých ocelových mostů musíme postarat tak, aby mohly sloužit dopravě, byť s omezeními, po několik dalších desetiletí. Jednou z možností je například transformace již nepoužitelného mostu na lávku pro cyklisty.

Ocelové mosty uvedené do provozu před 100 lety a dříve mají jiné konstrukční řešení než moderní mosty. Hlavní charakteristikou starých ocelových mostů je nýtování. Jednotlivé pruty, které nebylo možno vyrobit válcováním, byly zhotoveny pomocí nýtování. Ale i spoje v celé nosné konstrukci byly nýtované. Technologie svařování nastoupila do výroby ocelových mostů až v druhé polovině 20. století.

In many cases, these are beautiful and unique structures that are no longer commonly encountered in the contemporary world. They are the pride of our bridge engineering from the Austro-Hungarian period and from Czechoslovakia before WWII. The high level of expertise of the engineers of that time, the extent of developed industry, and the quality of work in the production and construction of steel bridges were the prerequisites for the fact that some of these bridges have survived until now.

It is, therefore, our duty to preserve this industrial and cultural heritage to an appropriate extent for future generations. However, this means that we must take care of selected representatives of old steel bridges so that they can serve their main purpose – carrying traffic, albeit with some restrictions in usage, for several decades to come. One option, for example, is to transform an inoperative road or railway bridge into a bridge carrying foot-paths and cycle tracks.

Steel bridges that came into service 100 years ago and earlier do have a different structural design compared to modern bridges. The main characteristic of old steel bridges is the practice of riveting. Individual members that could not be made by rolling were at that time made by riveting. Even the joints in the main structure were riveted. It was not until the second half of the 20th century that welding technology became customarily used in the construction of steel bridges.



Obr. 1.3. Detaily nýtovaných mostů – Holubov (a), Mokropsy (b)

a

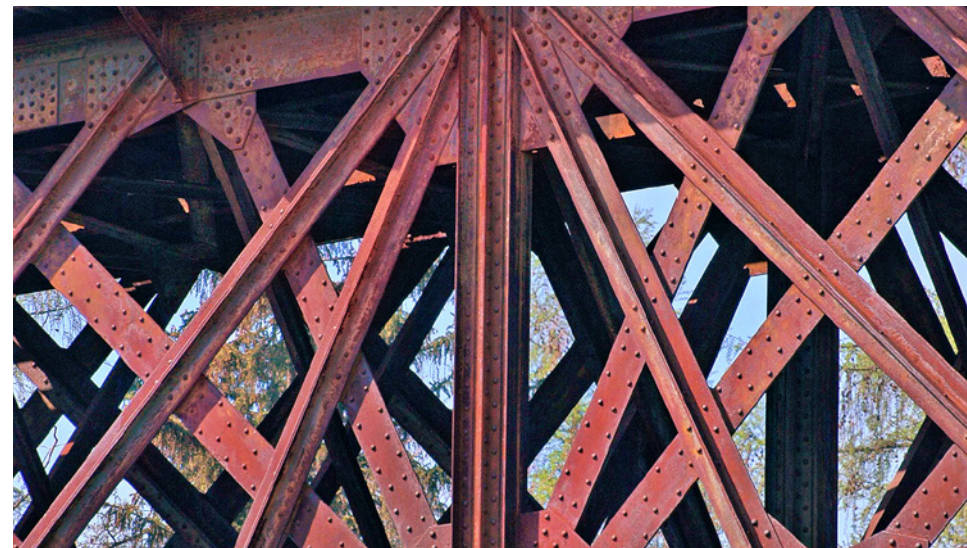


Fig. 1.3 Details of riveted bridges – Holubov (a), Mokropsy (b)

b

Dalším specifickým znakem starých ocelových příhradových mostů je skutečnost, že každý prut má jiný průřez, protože se v tehdejší době v maximální míře šetřilo ocelovým materiálem bez ohledu na pracnost.

Při návrhu příhradových ocelových mostů se používaly zjednodušené statické modely, které byly zvládnutelné tehdejšími výpočetními prostředky. Pro řešení vnitřně staticky mnohonásobně neurčitých konstrukcí byly používány přibližné statické modely, které v sobě obsahovaly jisté rezervy, jichž dnes dokážeme účelně využívat. Obdobně dnes dokážeme stanovit spolupůsobení jednotlivých nosných prvků ocelové konstrukce, což dříve nebylo možné. Pro zachování funkčnosti, bezpečnosti i pro zajištění ochrany těchto objektů při rostoucí intenzitě dopravy je nezbytné vyvinout nové metody diagnostiky, hodnocení i zesilování těchto konstrukcí. Proto v letech 2018–2022 podpořilo Ministerstvo kultury ČR projekt DG18P02OVV033 Metody pro zajištění udržitelnosti ocelových mostních konstrukcí industriálního kulturního dědictví.

Ve spolupráci s Národním památkovým ústavem a provozovateli železničních a silničních mostů byly v projektu zpracovány metody a technologie pro diagnostiku a hodnocení historických litinových a ocelových konstrukcí se zaměřením na poruchy korozního a únavového charakteru. Byly připraveny neinvazivní a reverzibilní postupy zesilování prvků a styčnic, nové technologie pro úpravy povrchů historických mostů a inovativní systémy protikorozní ochrany s využitím nanotechnologií. V rámci projektu byly provedeny technické prohlídky ocelových mostů navazující na výsledky srovnávacího mapování průmyslo-

Another specific feature of the old steel truss bridges is the fact that each member has a different cross-section, because at that time maximum savings were made on the amount of steel material used, regardless of labour requirements.

The design of steel truss bridges used simplified structural models that were compatible with the computational means of the time. Approximate static models were used to deal with statically indeterminate structures, which contained certain reserves that can still be used effectively today. Similarly, we can better describe the interaction of the individual load-bearing elements of a steel structure, which was impossible to do until recently. In order to maintain the functionality, safety, and protection of these structures in the face of increasing traffic volumes, it is necessary to develop new methods of survey, assessment, and strengthening of these structures. Therefore, from 2018 to 2022, the Ministry of Culture of the Czech Republic supported project DG18P02OVV033: The Methods for Achieving the Sustainability of Industrial Heritage Steel Bridges.

In cooperation with the National Heritage Institute and the operators of railway and road infrastructure, the project developed methods and technologies for the surveying and assessment of historic cast iron and steel structures, with a focus on failures due to corrosion and fatigue. Non-invasive and reversible strengthening procedures for elements and connectors, new technologies for surface treatment of historic bridges, and innovative corrosion protection systems using nanotechnologies were developed. Technical inspections of steel bridges were carried out as part of the project, following the results of the



Obr. 1.4. (a, b) Most ve Skochovicích

a



Fig. 1.4 (a, b) Bridge in Skochovice

b

vého dědictví. Následně byly výsledky projektu pilotně aplikovány na případových studiích typických mostů i na reálných mostech.

Multidisciplinární projekt se opírá o spolupráci předních expertů z Fakulty stavební, Fakulty architektury (včetně Výzkumného centra průmyslového dědictví), Fakulty strojní a Kloknerova ústavu ČVUT s předními experty NPÚ a zástupci provozovatelů (ŘSD ČR, SŽ a TSK Praha). Poznatky se uplatňují ve stavební praxi, ale i při výuce na vysokých školách a v celoživotním vzdělávání odborné veřejnosti. Výsledky jsou ověřovány na skutečných konstrukcích. Cílová skupina zahrnuje odborníky na ochranu památkových staveb, projektanty, stavební firmy, zaměstnance odpovědných úřadů i studenty SPŠ a VŠ.

Předkládaný kritický katalog je výsledkem tohoto pětiletého výzkumu a rekapituluje jednak jeho výsledky, ale i současný stav a výhled na budoucí údržbu a využití historických nýtovaných mostů v České republice.

comparative mapping of industrial heritage. Subsequently, the results of the project were applied in pilot case studies of typical existing bridges.

The multidisciplinary project is based on the cooperation of leading experts from the Faculty of Civil Engineering, Faculty of Architecture (including the Industrial Heritage Research Centre), Faculty of Mechanical Engineering, and the Klokner Institute of the Czech Technical University with leading experts from the National Conservation Agency and representatives of operators (ŘSD ČR, SŽ and TSK Praha). The achieved findings are being applied not only in construction practice, but also in university lectures and in the lifelong education of civil engineers. The results are verified on existing steel bridges. The target group includes experts in the field of heritage structure protection, designers, construction companies, employees of the responsible authorities, and students at secondary schools and universities.

The critical catalogue herein presented is the result of this five-year period of research, and recapitulates both its results and the state and outlook of historic riveted bridges in the Czech Republic.

## 1.2. K historii stavitelství kovových mostů v České republice

Kovové mosty se začaly stavět v Českých zemích od poloviny 19. století, což souviselo s rozvojem železnic. Z doby výstavby Severní dráhy Ferdinandovy pocházely nejstarší kovové mosty u nás. Na Moravě mezi Brnem, Přerovem a Olomoucí bylo postaveno několik litinových mostů, které převáděly silniční dopravu přes železniční tratě. Jedním z nich byl obloukový most u Nemilan z roku 1868 (obr. 1.5.a). Byl to trojkloubový most o rozpětí mezi klouby 12,88 m. Most měl 4 hlavní nosníky, na kterých byly uloženy cihelné klenbičky jako nosný podklad pro vozovku. Hlavní nosník byl stavebnicové konstrukce a skládal se z jednotlivých prutů spojovaných ve styčnicích svorníky. Při elektrifikaci tratě bylo nutné zvětšit podjezdnou výšku pod mostem, a proto byl v roce 1964 snesen a nahrazen novým ocelovým trémovým mostem. Podobný osud měl i most u obce Hostěrádky-Řešov z roku 1869 (obr. 1.5.b). Opět se jednalo o litinový most stejné konstrukce. Rozpětí tohoto mostu bylo 13,5 m a byl snesen přibližně v polovině 80. let minulého století.



Obr. 1.5 Litinový most u Nemilan (a) a Hoštěrádek-Řešova (b)

a

Při výrobě oceli ze surového železa se oxidací odstraňují nežádoucí příměsi, zvláště pak C, Si, P a S. Roku 1784 byla Angličanem Cortem zavedena výroba **svářkové oceli**. Výroba probíhala v pudlovací peci, v níž se surové železo a šrot zpracovávají za přítomnosti vzduchu a stálého míchání (pudlování) v těstovitém stavu. Ocel svěřková je značně prostoupena struskou, protaženou válcováním do délky, a je proto vrstevnatá. Svářková ocel má malý obsah uhlíku, je proto měkká. Ve směru válcování má pevnost 330 až 400 MPa a tažnost 12 až 25%. V příčném směru je pevnost a tažnost podstatně nižší. Svářková ocel je tvárná a kovářsky svařitelná.

## 1.2 On the history of metal bridge construction in the Czech Republic

Metal bridges began to be built in the Czech lands in the middle of the 19th century, a process that was related to, and in conjunction with, the development of the railway network. The oldest metal bridges in the Czech Republic date back to the construction of the Ferdinand Northern Railway. Several cast-iron bridges were built in Moravia between Brno, Přerov and Olomouc in order to carry road traffic over the railway tracks. One of them was the arched bridge near Nemilany, which dates from 1868 (Fig. 1.5a). It was a three-hinge arch bridge with a span of 12.88 m. The bridge had 4 main girders on which brick arches were placed as a supporting deck for the road. The main girder was of modular construction and consisted of individual members connected at the abutments by bolts. When the railway line was electrified, it was necessary to increase the underpass height beneath the bridge. Therefore, it was taken down in 1964 and replaced with a new steel girder bridge. The bridge at Hostěrádky-Řešov, dating from 1869 (Fig. 1.5b), had a similar history. Again, it was a cast-iron bridge of the same construction. The span of this bridge was 13.5 m and it was demolished around the mid-1980s.



Fig. 1.5 Cast iron bridge near Nemilany (a) and Hoštěrádky-Řešov (b)

b

In the production of steel from pig iron, oxidation removes undesirable elements, especially C, Si, P and S. In 1784, the production of **wrought steel** was introduced by the Englishman Cort. Production was carried out in a puddling furnace, in which pig iron and scrap are processed in a doughy state with air and constant stirring (puddling). Wrought steel is heavily saturated with slag, which is stretched by rolling to length, and is therefore layered. Welding steel has a low carbon content and is therefore mild. In the rolling direction it has a strength of 330 to 400 MPa and a ductility of 12 to 25%. In the transverse direction the strength and ductility are considerably lower. Wrought steel is ductile and forge-weldable.

Později byla svářková ocel zcela vytlačena **ocelí plávkovou**. Jedná se o souborný název všech ocelí vyrobených v tekutém stavu. Plávková ocel má minimální pevnost v tahu i tlaku 370 MPa, minimální tažnost 20%, velkou houževnatost a téměř stejné vlastnosti ve všech směrech namáhání. Podle způsobu výroby se rozeznává ocel konvertorová (vynálezci Angličané, roku 1855 Bessemer a roku 1878 Thomas), ocel martinová, resp. Siemens-Martinová (vynálezci P. E. Martin roku 1864) a elektrická ocel vyráběná přetavením surové oceli v elektrických pecích, výsledkem jsou pak ušlechtilé konstrukční oceli uhlíkové nebo legované.

Mikrostrukturu oceli lze zkoumat na hladce obroušeném a vyleštěném povrchu vzorku. Po případném naleptání se vytvoří na povrchu jemný reliéf krystalických složek, který lze zkoumat mikroskopem. Na obr. 6 je mikrofotografie výbrusu ocelí různého obsahu uhlíku:

- ocel o obsahu 0,1% C; větší krystaly feritu a menší tmavé krystaly perlitu
- ocel o obsahu 0,15% C; větší obsah perlitu, méně čistá ocel, odmíšeniny protaženy ve směru válcování
- ocel o obsahu 0,2% C; znatelně větší obsah perlitu než u a), mírně vyjádřená řádkovitá struktura
- ocel o obsahu 0,4% C; velké krystaly perlitu
- ocel o obsahu 0,2% C; zřetelná řádkovitá struktura

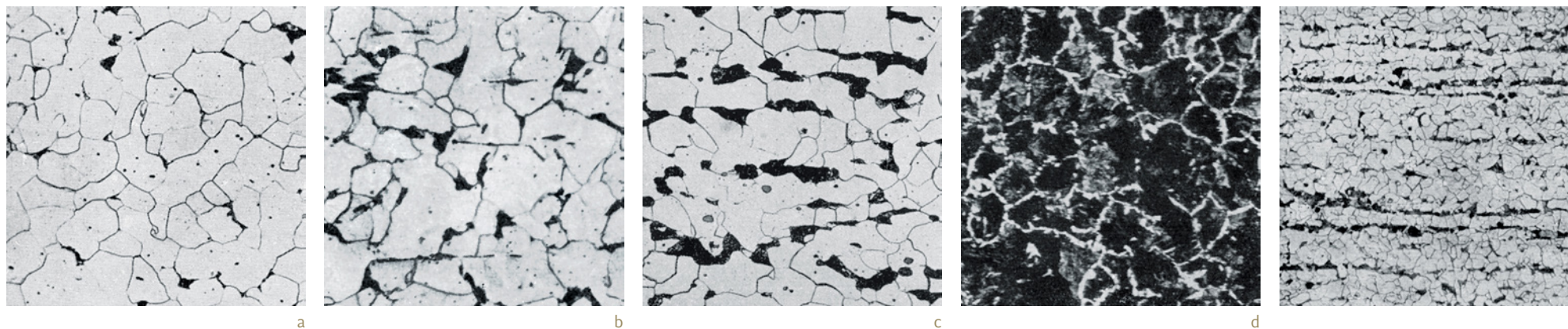
Z porovnání obr. 1.6(a) až 1.6(d) je zřejmé, jak se mění struktura oceli v závislosti na obsahu uhlíku. Na obr. 1.6(e) je zřejmá řádkovitá struktura, která je charakteristická pro svářkovou ocel. Svářková ocel je navíc charakteristická nižším obsahem uhlíku než ocel plávková.

Later, wrought steel was completely replaced by **mild steel**. This is the collective name for all steels made in the liquid state. Mild steel has a minimum tensile and compressive strength of 370 MPa, a minimum ductility of 20%, high toughness and almost the same properties in all stress directions. According to the method of production, a distinction is made between converter steel (invented by the Englishmen Henry Bessemer in 1855, and Sidney Thomas in 1878), Martin steel or Siemens-Martin steel (invented by Pierre-Émile Martin in 1864) and electrical steel, produced by melting raw steel in electric furnaces, resulting in carbon or alloy high-grade structural steels.

The microstructure of the steel can be examined on a smoothly ground and polished sample surface. After possible etching, a fine relief of crystalline components is formed on the surface, which can be examined under a microscope. Figure 1.6 shows a microphotograph of a cut-out of steels of different carbon content:

- 0,1% C steel; larger ferrite crystals and smaller dark perlite crystals
- 0,15% C steel; higher perlite content, less pure steel, refinements stretched in the rolling direction
- steel with 0,2% C; perlite content noticeably higher than (a), slightly marked row structure
- 0,4% C steel; large perlite crystals
- 0,2% C steel; distinct row structure.

Comparison of Figures 1.6(a) to 1.6(d) shows how the structure of the steel changes with carbon content. In Figure 1.6(e), the linear structure characteristic of wrought steel is evident. In addition, wrought steel is characterised by a lower carbon content than mild steel.



Obr. 1.6. Mikrofotografie výbrusu ocelí různých pevností

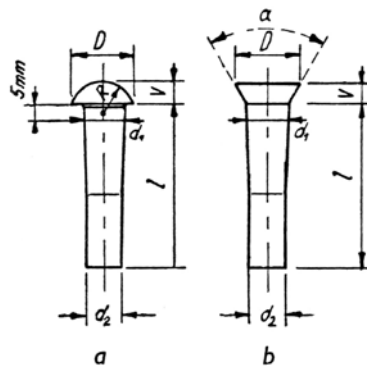
Fig. 1.6 Microphotographs of the cut of steels of different strengths

Pro výrobu ocelové konstrukce se nejdříve používala svářková ocel, později, zhruba od počátku 20. století, ocel plávková. Prvním předpisem pro navrhování ocelových mostů byl „Mostní řád c. k. ministerstva železnic“ z roku 1887. Mostní řády byly později nahrazeny státními normami. Pro spojování jednotlivých prvků se používalo až do poloviny 20. století výhradně nýtování. Nýtované ocelové mostní konstrukce se skládají z velkého množství subtilních prvků, jsou proto vzdušné a mají specifický vzhled.

V České republice existuje velké množství ocelových nýtovaných mostů, které jsou dosud v provozu. Jsou to mosty železniční, mosty na pozemních komunikacích a lávky. V některých případech se jedná o mosty velkých rozpětí vedoucí přes hluboká údolí, které jsou dominantou krajiny, např. železniční most přes Vltavu u obce Červená, a mají také svoji historickou kvalitou, např. Čechův most v Praze. Nebo to jsou velké mosty, které dotvářejí pohledy ve městě, např. železniční most pod Vyšehradem v Praze. Většinou se jedná o příhradové nýtované mosty, které za dobu své životnosti splnily svoji dopravní funkci. V případě, že tyto mosty vyhovují z hlediska provozu a stavebního stavu, je potřebné se o ně náležitě starat, tedy zajišťovat jejich pravidelnou údržbu a provádět specifické a citlivé opravy. Je dobře známo, že za těchto podmínek nám mohou ocelové nýtované mosty sloužit i podstatně déle než 100 let.

**Nýtování** je nejstarší způsob spojování ocelových prvků, a to jednak za účelem vytvoření požadovaného průřezu, a dále při výrobě a montáži celé mostní konstrukce. Výchozím materiálem pro výrobu ocelových mostních konstrukcí je hutní materiál válcovaný za tepla. Základním hutním materiálem jsou plechy, široká ocel, tvarové tyče (úhelníky, I profily a U profily), případně železa Zorés nebo žlabiny a puklovky (speciálně tvarované profily dříve často používané na mostovkách silničních a železničních mostů). Tvary a rozměry válcovaných výrobků byly většinou normalizovány. Válcovny vydávaly tzv. válcovní programy, které obsahovaly jednotlivé průřezy, jejich rozměry a statické veličiny. Nýtování se používalo od druhé poloviny 19. století až do konce 50. let 20. století. V současné době se nýtování používá při opravách a rekonstrukcích starých nýtovaných mostů z důvodu zachování historické hodnoty a vzhledu konstrukce.

Nýt je válcové těleso na jedné straně s kulovou hlavou, příp. se zápusťnou hlavou (obr. 1.7.). Nýty se vyrábějí z kulatiny lisováním za tepla. Pro ocelové mosty se nejčastěji používaly nýty průměru  $d_1 = 20$  a 24 mm. Průměr nýtového otvoru (vrtání) je o 1 mm větší.



Obr. 1.7. Nýt s kulovou hlavou a nýt se zápusťnou hlavou

Wrought steel was first used for the production of the steel structure. Later, from the beginning of the 20th century, mild steel was used. The first regulation for the design of steel bridges was the “Bridge Regulations of the Ministry of Railways” of 1887. Later, the bridge regulations were replaced by state standards. Until the middle of the 20th century, riveting was used exclusively for joining the individual elements. Riveted steel bridge structures consist of a large number of subtle elements and are therefore airy and have a specific appearance.

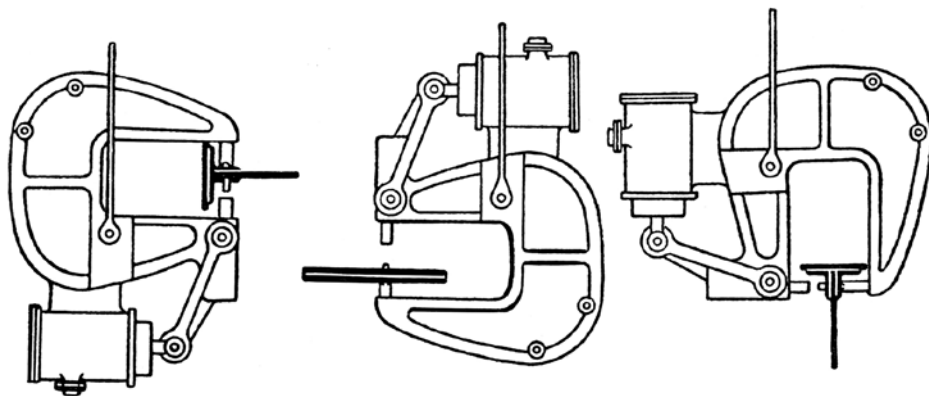
There are a large number of riveted steel bridges still in use in the Czech Republic. These include railway bridges, road bridges and footbridges. In some cases, these are bridges with large spans over deep valleys that dominate the landscape, e.g. the railway bridge over the Vltava River near Červená, and they have a historic quality, e.g. the Čech Bridge in Prague; or they are large bridges that enhance the views in the city, e.g. the railway bridge below Vyšehrad in Prague. These are mostly riveted truss bridges that have fulfilled their purpose during their lifetime. Where these bridges comply with operational and safety requirements, they need to be properly maintained, i.e. regular maintenance accompanied by specific repairs respecting their heritage value. It is well-known that, under these conditions, steel riveted bridges can serve us for well for over 100 years.

**Riveting** is the oldest method of joining steel elements, both to create the required cross-section and to assemble the whole bridge structure. The starting material for the manufacture of steel bridge structures is hot-rolled steel material. The basic metallurgical material is sheet metal, wide steel, shaped bars (angles, I-sections and U-sections), or Zorés profiles, gutters and buckle plates (specially shaped sections formerly often used on road and railway bridge decks). The shapes and dimensions of the rolled products were mostly standardised. Rolling mills issued so-called rolling programmes, which contained individual cross-sections, their dimensions and static quantities. Riveting was used from the second half of the 19th century until the end of the 1950s. Today, riveting is used in the repair and reconstruction of old riveted bridges to preserve the historic value and appearance of the structure.

A rivet is a cylindrical body with a ball head or countersunk head on one side (Figure 1.7). Rivets are made from round profiles by hot pressing. Rivets with diameters  $d_1 = 20$  and 24 mm were most commonly used for steel bridges. The diameter of the rivet hole (drilling) is 1 mm larger.

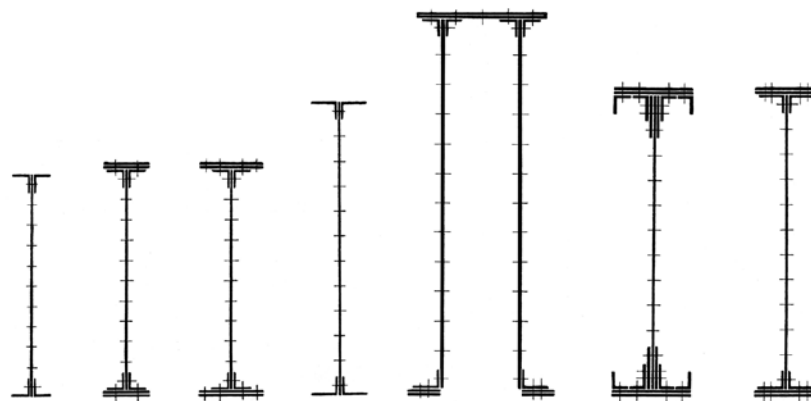
Fig. 1.7 Ball head rivet and countersunk head rivet

Nýty se zahřívají buď v koksově výhni, nebo elektrickým odporem. Nýty zahřáté do bílého žáru, tj. na teplotu 1000 až 1100°C, se vkládají do nýtového otvoru. Nejdříve se spěchuje dřív, aby dobře vyplnil otvor, následně se vykove závěrná hlava buď pneumatickou nýtovačkou (obr. 1.8.), nebo ručně tepáním kladivem. Při ručním kování se pro vytvoření kulové hlavy (obr. 1.9.) používá hlavičkář. Po zanýtování nýt vychladne a smrštěním těsně sevře jednotlivé spojované plechy. Právě proto je technologie nýtování vhodná pro mostní konstrukce, které jsou vystaveny povětrnosti.



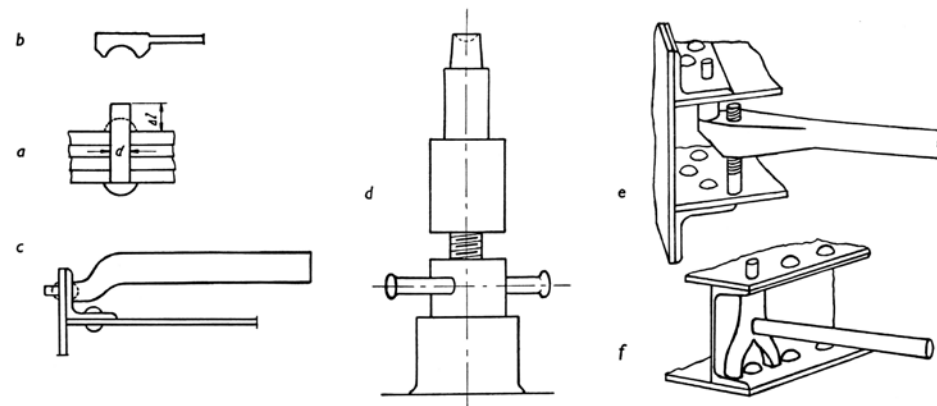
Obr. 1.8. Různé polohy pneumatického nýtovacího lisu  
Fig. 1.8 Different positions of the pneumatic riveting press

Příklady plnostěnných nýtovaných nosníků, které se používaly buď jako hlavní nosníky silničních a železničních mostů malých rozpětí, nebo jako příčníky a podélníky na mostovku železničních a silničních mostů, jsou na obr. 1.10.



Obr. 1.10. Plnostěnné nýtované nosníky

Rivets are heated either in a coke oven or by electrical resistance. Rivets heated to white heat, i.e. to a temperature of 1000 to 1100°C, are inserted into the rivet hole. First the shank is pushed into the hole to ensure a tight fit, then the rivet head is forged, either by a pneumatic riveter (Fig. 8) or by hand hammering. When hand-forging, a header is used to form the ball head (Figure 5). After riveting, the rivet cools and shrinks to tightly clamp the individual sheets that are to be joined. This is why riveting technology is suitable for bridge structures that are exposed to aggressive environmental conditions.



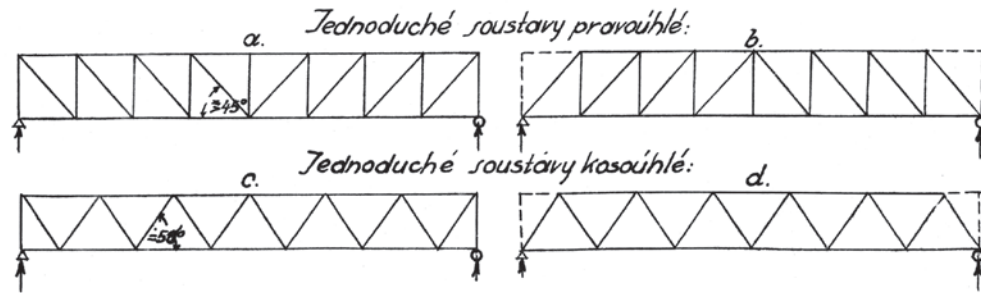
Obr. 1.9. Nýtování a opření nýtovací hlavy  
Fig. 1.9 Riveting and support of the riveting head

Examples of plate riveted girders that have been used either as main girders for small span road and railway bridges, or as crossbeams and stringers for the bridge deck of railway and road bridges, are shown in Fig. 1.10.

Fig. 1.10 Plate riveted girders

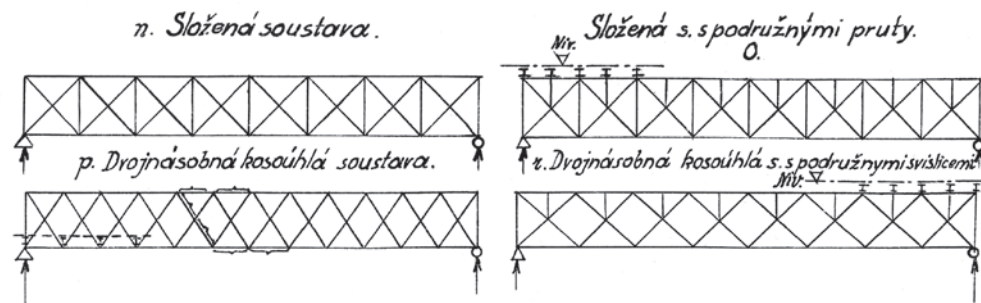


Hlavní příhradové nosníky mohou mít rovnoběžné pásy nebo jeden, příp. oba pásy zakřivené. Na obr. 1.11. jsou uvedeny příklady jednoduchých soustav nosníků s rovnoběžnými pásky. Jedná se o soustavy, které jsou staticky určité. Soustavy na obr. 1.11e a 1.11f se používaly pro mosty s dolní mostovkou, naopak soustavy na obr. 1.11g a 1.11h pro mosty s horní mostovkou.



Obr. 1.11. Jednoduché soustavy nosníků s rovnoběžnými pásky

Na obr. 1.12. jsou složené soustavy nosníků s rovnoběžnými pásky. Složené soustavy jsou vnitřně staticky neurčité. U starých železničních mostů se nejčastěji setkáváme se soustavami podle obr. 1.12n, 1.12p a 1.12s.



Obr. 1.12. Složené soustavy nosníků s rovnoběžnými pásky

Soustavy se zakřivenými pásky vycházely z průběhu ohybových momentů na prostém nosníku. Uprostřed rozpětí, v místě největšího ohybového momentu, měly nosníky největší výšku. Pro mosty s dolní mostovkou byl předurčen nosník se zakřiveným horním pásem, naopak pro mosty s horní mostovkou nosník se zakřiveným dolním pásem. Podle tvaru zakřiveného pásu rozlišujeme pás poloparabolický (obr. 1.13a, obr. 1.13a') nebo pás parabolický (obr. 1.13d, 1.13d').

Main truss girders may have straight chords, or one or both chords may be curved. Examples of simple girder systems with parallel chords are shown in Fig. 1.11. These are systems that are statically determined. The systems in Figures 1.11e and 1.11f were used for bridges with a half-through bridge deck, while the systems in Figures 1.11g and 1.11h were used for deck-type bridges.

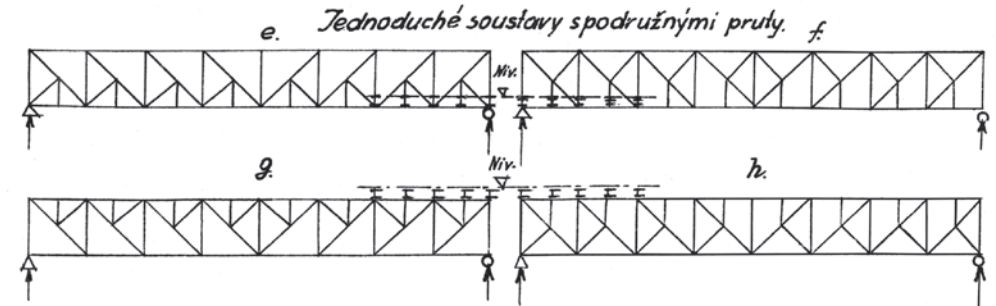


Fig. 1.11 Simple girder systems with straight chords

Figure 1.12 shows complex girder systems with parallel flanges. The complex systems are statically indeterminate. For old railway bridges, the most common systems are those shown in Figs. 1.12n, 1.12p, and 1.12s.

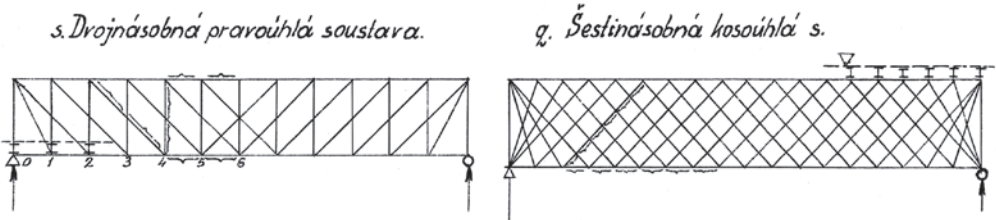
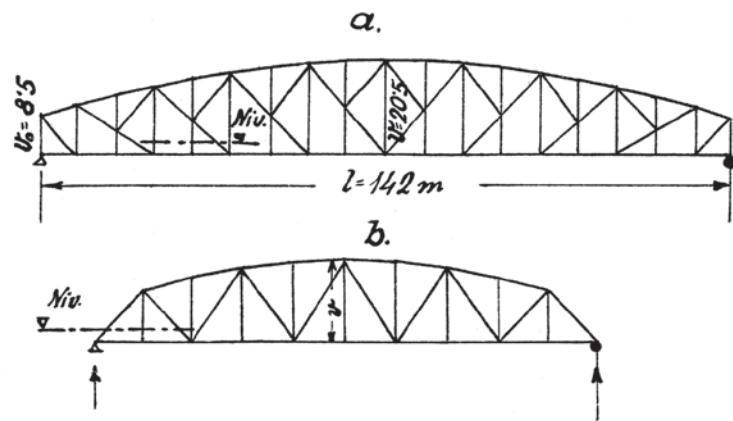


Fig. 1.12 Complex girder systems with parallel chords

Systems with curved chords were based on the bending moments on a simple beam. In the middle of the span, at the point of the highest bending moment, the beams achieved maximum height. For half-through bridges, a beam with a curved upper chord was predetermined, whereas a beam with a curved lower chord was predetermined for deck-type bridges. Depending on the shape of the curved chord, a semi-parabolic chord (Fig. 1.13a, Fig. 1.13a') or a parabolic chord (Fig. 1.13d, 1.13d') can be defined.



Obr. 1.13. Nosníky se zakřiveným pásem

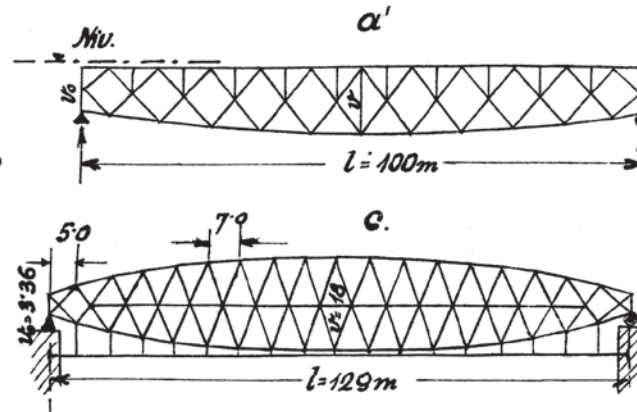


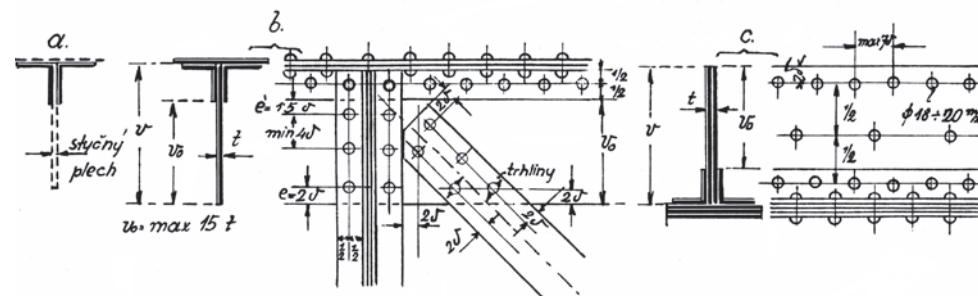
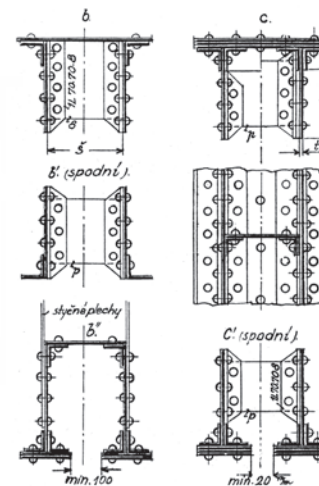
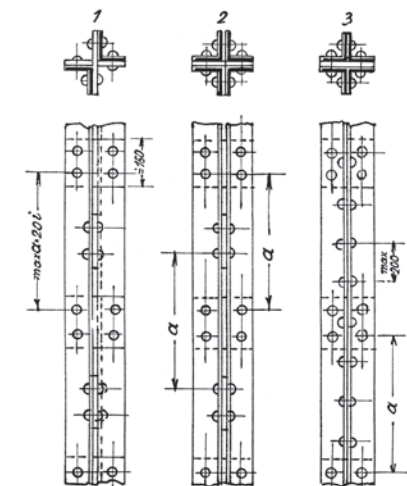
Fig. 1.13 Girders with curved chord

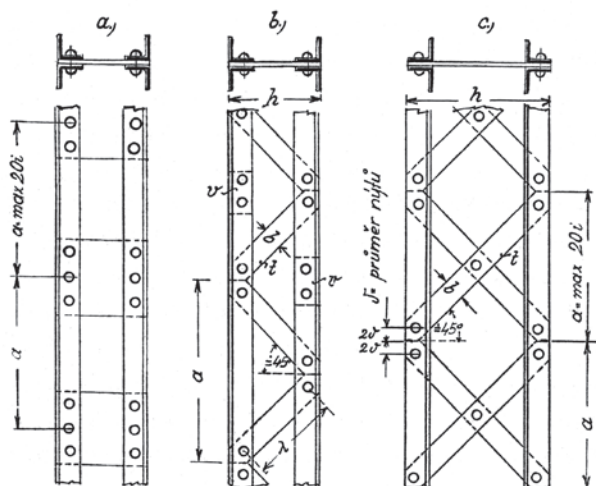
Pásově pruty mohou být jednostěnné (obr. 1.14.) nebo dvoustěnné (obr. 1.15.). Jednostěnné pásově pruty se vyskytují u starších mostů, jsou konstrukčně jednodušší, avšak méně tuhé. Dvoustěnné pásově pruty jsou tužší, konstrukčně složitější. Dolní pás dvoustěnného prutu má z důvodu odvodnění podélnou mezeru mezi dílčími pruty.

Mezipásově členěné pruty složené ze dvou nebo čtyř úhelníků mohou mít mezi dílčími pruty pouze mezeru na styčnickový plech (obr. 1.14.). Dílčí pruty jsou pak vzájemně spojeny plochými spojkami, nejčastěji ve třetinách délky prutu. Mezipásově členěné pruty konstrukčně provedené podle obr. 1.16. mají buď rámové, nebo příhradové spojení dílčích prutů.

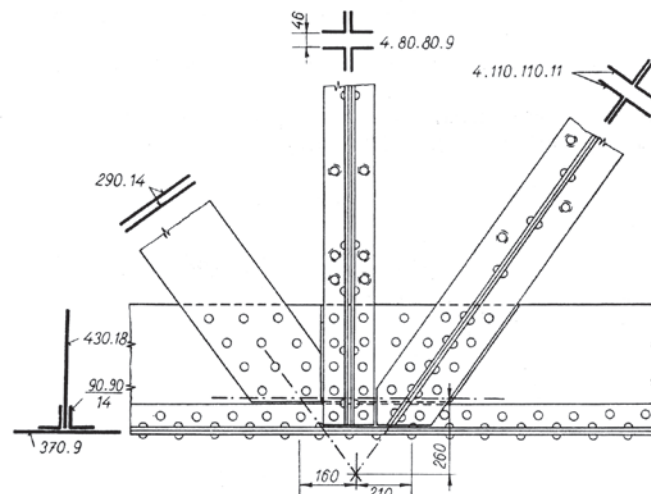
The chords can be single-walled (Fig. 1.14) or double-walled (Fig. 1.15). Single-walled chord members are found in older bridges and are simpler in construction, but are less stiff. Double-walled web members are stiffer and structurally more complex. The lower flange of a double-wall member has a longitudinal gap between the members due to drainage requirements.

Built-up members composed of two or four angles (L-profiles) may have only a contact plate gap between the members (Fig. 1.16). They are then connected to each other by lacings or battens.


 Obr. 1.14. Jednostěnné pásově pruty  
 Fig. 1.14 Single-walled chord members

 Obr. 1.15. Dvoustěnné pásově pruty  
 Fig. 1.15 Double-walled chords

 Obr. 1.16. Mezipásově členěné pruty s mezerou pro styčnickový plech  
 Fig. 1.16 Built-up members with a gap for the connecting plate



Obr. 1.17. Mezipásové členěné pruty s rámovými spojkami (a) nebo s příhradovými spojkami (b), (c)  
Fig. 1.17 Built-up members with battens (a) or lacings (b), (c)



Obr. 1.18. Příklad styčnicku příhradového nýtovaného nosníku  
Fig. 1.18 Example of a riveted truss joints



Obr. 1.19. Styčnick příhradového nosníku s dvoustěnným dolním pásem  
Fig. 1.19 Truss joint with double-walled lower chord

Na obr. 1.18. je příklad styčnicku s jedностěnným dolním pásem. Na obr. 1.19. je foto styčnicku s dvoustěnným dolním pásem.

Z uvedeného popisu konstrukčního řešení nýtovaných příhradových mostů je zřejmá velká variabilita tvarů nosníků a konstrukčního řešení jednotlivých prutů a styčnicků. Nýtované příhradové mosty se vyznačovaly lehkostí a subtilností, na druhé straně však velkou pracností při výrobě a montáži. Konstrukční řešení starých nýtovaných příhradových mostů obsahuje množství detailů, které jsou obtížné pro dlouhodobou údržbu a obnovu protikorozní ochrany.

**Nejstarší ocelové nýtované mosty** u nás pocházejí z 2. poloviny 19. století, z období rozvoje železnic. Jedná se především o příhradové železniční mosty. Impozantní byl Ivančický viadukt z roku 1870, který byl součástí doplňovací sítě Rakouské společnosti státní dráhy v trase Vídeň – Hrušovany nad Jevišovkou – Střelice – Brno přes údolí řeky Jihlavy (obr. 1.20.). Po více než 100 letech provozu nýtovaného viaduktu byl v roce 1978 postaven nový souběžný svařovaný most. Původní most byl demontován, zůstalo z něj pouze jedno pole jako kulturní památka.

Druhým velkým viaduktem z téže doby byl Znojmský viadukt z roku 1871, který na trati Vídeň–Retz–Znojmo trati Rakouské severozápadní dráhy (ÖNWB) překračoval údolí řeky Dyje (obr. 1.21.). Tato konstrukce sloužila až do roku 1992, kdy byla nahrazena mostním provizoriem ŽM 16. V roce 2009 došlo k výměně mostního provizoria za trvalý most.

Fig. 1.18 shows an example of a joint with a single-walled lower chord. Figure 1.19 is a photo of a member joint with a double-walled lower chord.

An examination of the structural design of riveted truss bridges shows that there is a large amount of variability in the shapes of the girders and the structural design of the individual members and joints. Riveted truss bridges were characterised by their lightness, but also, on the other hand, by the intensive labour needed for manufacturing and assembly. The structural design of early riveted truss bridges contains many details that are difficult to maintain and to restore corrosion protection in the long term perspective.

**The oldest steel riveted bridges** in Czechia date back to the second half of the 19th century, the period of railway development. These are mainly railway-carrying truss bridges. An impressive example was the Ivančice viaduct dating from 1870, which was a part of the Ferdinand railway on the route Vienna – Hrušovany nad Jevišovkou – Střelice – Brno over the Jihlava river valley (Fig. 1.20). After more than 100 years of operation of the riveted viaduct, a new parallel welded bridge was built in 1978. The original bridge was dismantled, leaving only one span as a cultural monument.

The second large viaduct from that time was the Znojmo Viaduct (1871), which crossed the valley of the river Dyje on the Vienna–Retz–Znojmo line (Fig. 1.21). This structure served until 1992, when it was replaced by the temporary bridge structure ŽM 16. In 2009, the temporary bridge was replaced by a permanent one.



Obr. 1.20. Ivančický viadukt  
Fig. 1.20 Ivančice Viaduct

Z hlediska železniční dopravy byl důležitý Železniční most pod Vyšehradem z roku 1871, který propojil tehdejší pražská nádraží na obou březích Vltavy. Příhradový most s rovnoběžnými pásy se posléze stal významnou dominantou Prahy. Jednokolejný most však postupně přestal splňovat zvýšené dopravní nároky a v roce 1901 byl nahrazen novým dvukolejným příhradovým mostem s horním poloparabolickým pásem.

Mezi další významné železniční mosty z poslední čtvrtiny 19. století je nutno zařadit Prostřední Žleb, most přes Labe z roku 1874, který byl součástí Rakouské severozápadní dráhy mezi stanicemi Děčín východ a Prostřední Žleb. Dále pak most přes vodní nádrž Orlík z roku 1889 u obce Červená nad Vltavou nebo most přes Vltavu u obce Skochovice z roku 1897.

Nejstarší ocelové nýtované silniční mosty u nás vznikaly až koncem 19. a počátkem 20. století, např. most přes Vltavu v Týně nad Vltavou z roku 1892, most na Císařskou louku přes rameno Vltavy v Praze z roku 1901, Čechův most přes Vltavu v Praze z roku 1908 nebo most přes železniční tratě v Praze pod Bohdalcem z roku 1915.

Všechny uvedené příklady ocelových nýtovaných mostů, železničních i silničních, jsou dokladem vzrůstající technické vyspělosti českých zemí již v průběhu 19. století.



Obr. 1.21. Znojenský viadukt  
Fig. 1.21 Znojmo Viaduct

From the point of view of rail transport, the 1871 railway bridge below Vyšehrad, which connected the Prague railway stations on both banks of the Vltava River, was important. This truss bridge with parallel chords later became an important Prague landmark. However, the single-track bridge gradually ceased to meet the increased traffic demands, and in 1901 it was replaced by a new double-track truss bridge with an upper parabolic chord.

Other important railway bridges from the last quarter of the 19th century include Prostřední Žleb, a bridge over the River Labedating from 1874, which was part of the Austrian Northwestern Railway between the stations of Děčín and Prostřední Žleb. Then there is the 1889 bridge over the Orlík reservoir near Červená nad Vltavou, and the bridge over the River Vltava near Skochovice, which dates from 1897.

The oldest steel riveted road bridges were built in the Czech Republic at the end of the 19th and the beginning of the 20th century, e.g.: the bridge over the Vltava in Týn nad Vltavou from 1892, the bridge to Císařská louka over the Vltava arm in Prague from 1901, the Čech Bridge over the Vltava in Prague from 1908 and the bridge over the railway tracks in Prague below Bohdalec from 1915.

All these examples of steel riveted bridges, both railway and road, are proof of increasing technical sophistication of the Czech lands during the 19th century.

### 1.3. Typologie mostů

Od nepaměti vznikaly na stezkách a cestách mosty pro překonání překážek. Ve středověku to byly dřevěné mosty nebo kamenné a cihelné klenbové mosty. Velkým impulsem pro mostní stavitelství byl rozvoj železnic koncem první poloviny 19. století. V té době již bylo možno pro stavbu mostu použít kovový materiál. Nejříve to byla litina a později ocel. Železový beton pro stavbu mostů se začal používat až na přelomu 19. a 20. století.

Ocelové mosty se rozlišují podle hlavních nosníků, které vytvářejí osobitý pohled na most a které přenášejí veškeré zatížení do podpor. Jde o **trámové mosty** o jednom nebo více polích, s hlavními nosníky plnostěnnými nebo příhradovými, s nosníky konstantní nebo proměnné výšky, s dolní nebo horní mostovkou, případně mezilehlou mostovkou.



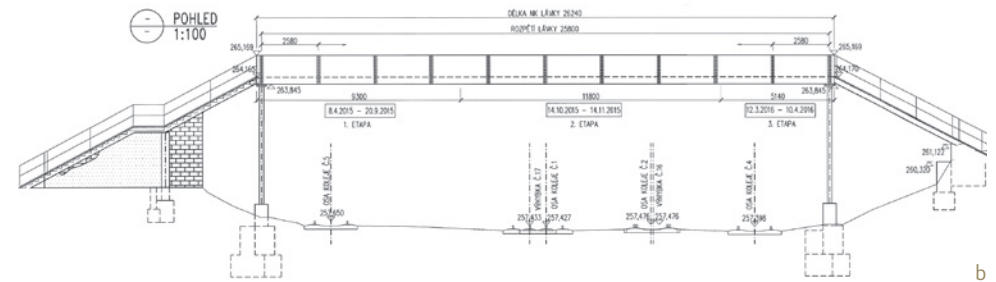
Obr. 1.22. (a, b) Plnostěnný most s dolní mostovkou (lávka v Praze Hostivaři z roku 1937)

a

### 1.3 Typology of bridges

Since the dawn of time, bridges have been built on pathways and roads to overcome obstacles. In the Middle Ages, bridges were built with timber, or were arch bridges made of brick and stone. The development of the railways at the end of the first half of the 19th century was a major stimulus for bridge engineering and bridge construction. At that time, it was already possible to use metals for bridge-building purposes. First it was cast iron, and later steel. It was not until the turn of the 19th and 20th centuries that reinforced concrete began to be used for bridge construction.

Steel bridges are distinguished by the main girders, which create the distinctive look of the bridge and which transfer all the load to the supports. These are **girder bridges** with one or more spans, with plate or truss main girders, with constant or variable girder height, deck-type or half-through and semi-through bridges.



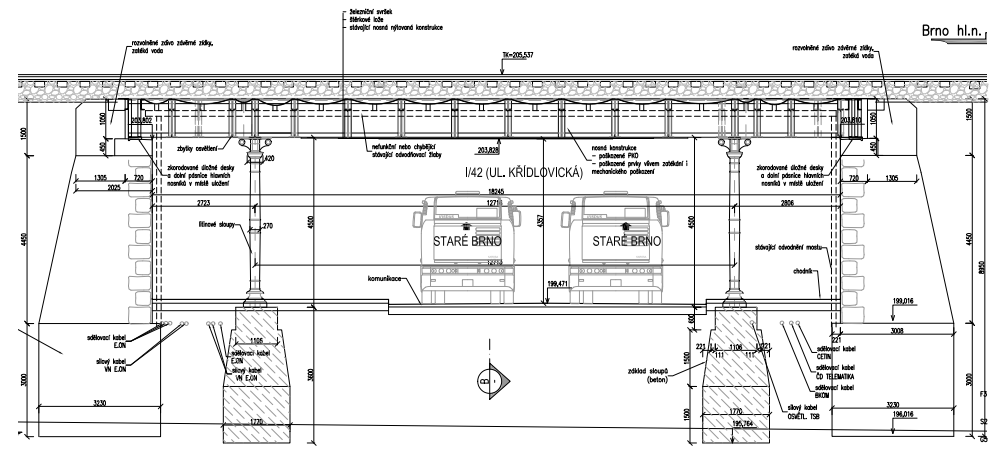
b

Fig. 1.22 (a, b) Plate girder bridge with half-through bridge deck (footbridge in Prague Hostivař from 1937)



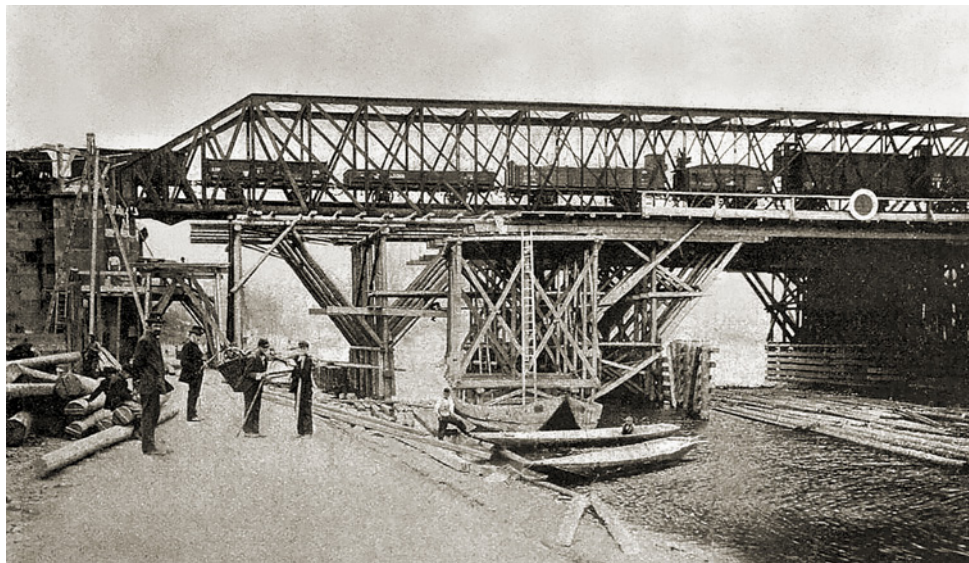
Obr. 1.23. (a, b) Plnostěnný most s horní mostovkou (železniční most Křídlovická v Brně z roku 1895)

a



b

Fig. 1.23 (a, b) Plate girder deck-type bridge (Křídlovická railway bridge in Brno from 1895)



Obr. 1.24. (a, b) Příhradový most s dolní mostovkou s rovnoběžnými pásy (železniční most v Praze pod Vyšehradem z roku 1871)



Fig. 1.24 (a, b) Truss half-through bridge with straight chords (railway bridge in Prague under Vyšehrad from 1871)



Obr. 1.25. (a, b) Příhradový most s dolní mostovkou s horním parabolickým pásem (silniční most v Praze-Bohdalci z roku 1915)

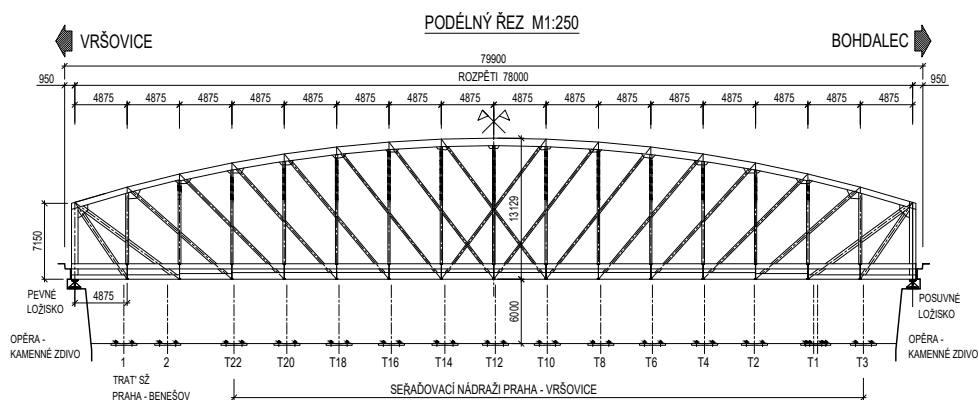


Fig. 1.25 (a, b) Truss bridge with lower bridge deck with upper parabolic chord (road bridge in Prague-Bohdalec from 1915)



Obr. 1.26. (a, b) Příhradový most s dolní mostovkou s horním parabolickým pásem (silniční most na Císařské louce z roku 1901)

a

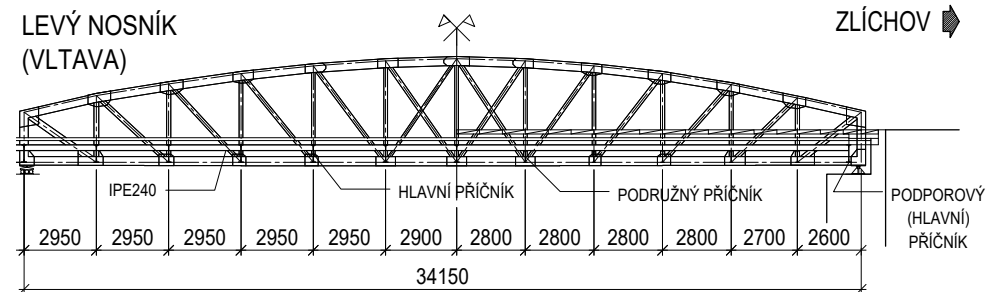


Fig. 1.26 (a, b) Truss half-through bridge with upper parabolic chord (road bridge to Císařská louka from 1901)

b



Obr. 1.27. (a, b) Příhradový most s horní mostovkou s rovnoběžnými pásy (železniční most ve Znojmě z roku 1871 a po rekonstrukci z roku 2009)

a

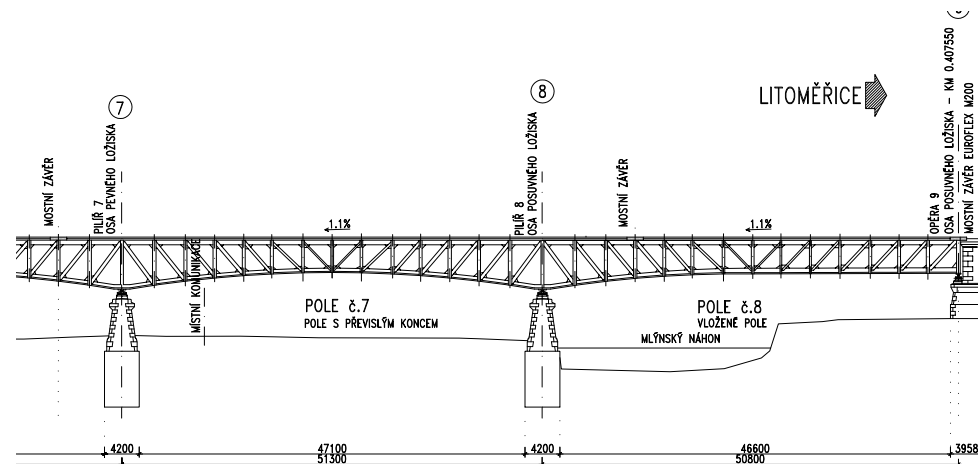


Fig. 1.27 (a, b) Truss deck-type bridge with straight chords (railway bridge in Znojmo from 1871 and after reconstruction in 2009)

b



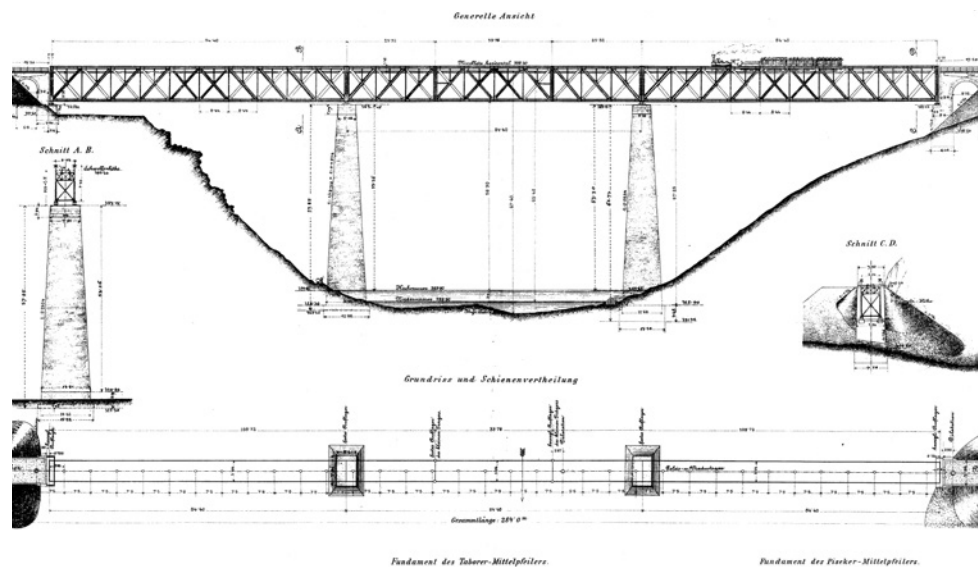
Obr. 1.28. (a, b) Příhradový most se zapuštěnou mostovkou s proměnnou výškou hlavních nosníků. Most s vloženými poli (silniční Tyršův most přes Labe v Litoměřicích z roku 1910)



a Fig. 1. 28 (a, b) A truss semi-through bridge with variable height of main girders (Gerber beam). (Tyrš road bridge over the River Labe in Litoměřice dating from 1910) b



Obr. 1.29. (a, b) Příhradový most s mezilehlou mostovkou. Most s vloženým polem (železniční most u Červené nad Vltavou z roku 1889)



a Fig. 1.29 (a, b) Truss bridge with semi-through bridge deck (Gerber beam) (railway bridge at Červená nad Vltavou from 1889) b



**Obloukové mosty** se dělí hlavně podle polohy mostovky na mosty s horní, dolní nebo mezi-lehlou mostovkou. Dále se dělí podle tvaru a statické funkce na dvoukloubové, trojkloubové nebo vetknuté oblouky. Další dělení závisí na počtu obloukových nosníků; z tohoto hlediska rozlišujeme mosty se dvěma oblouky, s jedním obloukem, případně se třemi oblouky.



Obr. 1.30. (a, b) Obloukový most s horní mostovkou. Dvoukloubové příhradové oblouky (Čechův most v Praze z roku 1908)

a

**Arch bridges** are mainly categorized according to the position of the bridge deck into bridges that are half-through, semi-through or deck types. They are further subdivided according to their shape and static function into double-hinged, triple-hinged or fixed arches. Further subdivision depends on the number of arch girders.

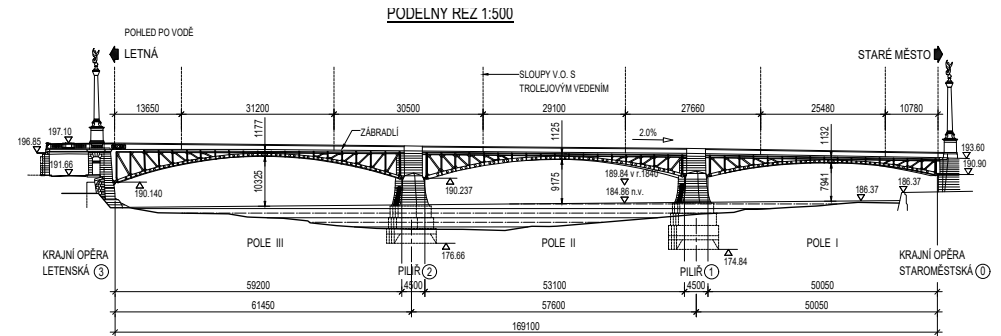


Fig. 1.30 (a, b) Arch deck-type bridge. Two-hinged truss arches. (Čechův most in Prague from 1908)

b



Obr. 1.31. (a, b) Obloukový most s horní mostovkou. Dvoukloubové plnostěnné oblouky (Žďákovský most přes Vltavu z roku 1967)

a

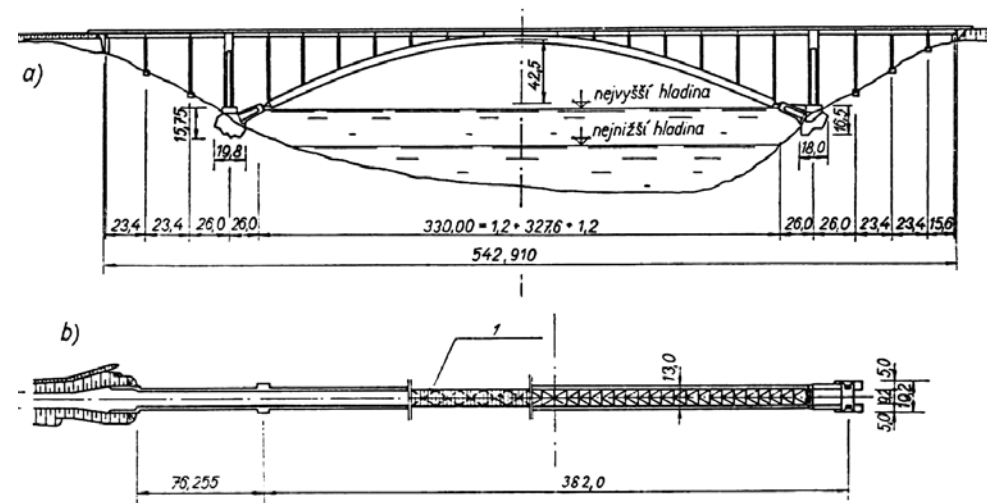


Fig. 1.31 (a, b) Arch deck-type bridge. Two-hinged plate arches. (Žďákov Bridge over the Vltava River from 1967)

b



Obr. 1.32. (a, b) Obloukový most s mezilehlou mostovkou (lávka přes dálnici D1 v Praze–Chodově z roku 1995)

a

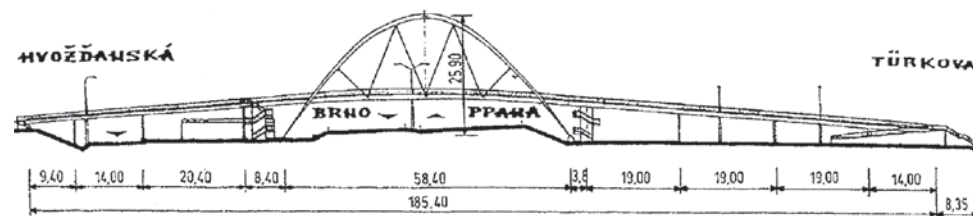


Fig. 1.32 (a, b) Arch bridge with semi-through deck (footbridge over D1 motorway in Prague–Chodov from 1995)

b



Obr. 1.33. (a, b) Tuhý trám vyztužený obloukem, tzv. Langerův trám (železniční most přes Ostravici na trati Ostrava–Kunčice – Polanka nad Odrou z roku 1964)

a

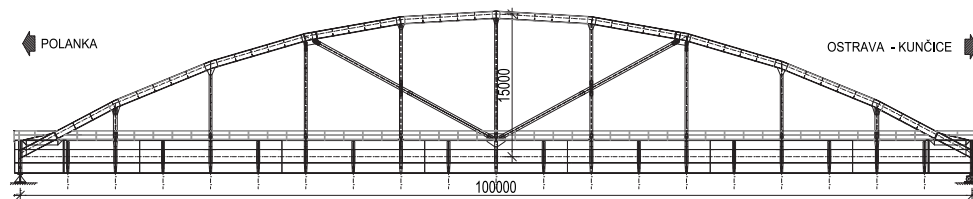


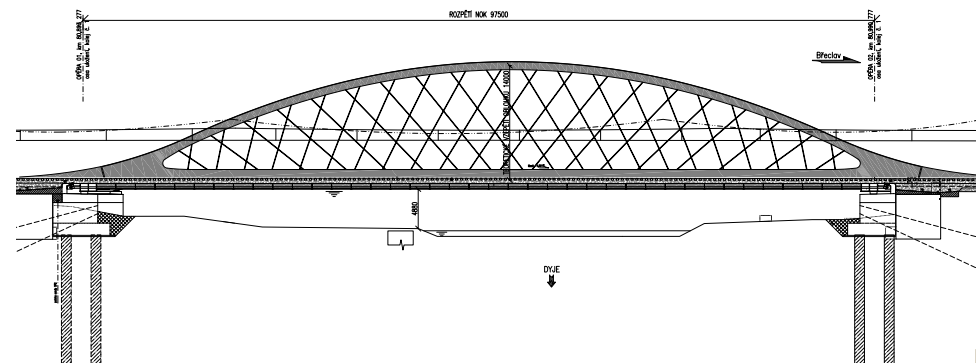
Fig. 1.33 (a, b) Rigid beam reinforced with an arch, the so-called Langer beam (railway bridge over the River Ostravice on the Ostrava–Kunčice – Polanka nad Odrou line from 1964)

b



Obr. 1.34. (a, b) Tuhý trám vyztužený obloukem, tzv. Langerův trám, se síťovými závěsy (železniční most přes Dyji na trati Hohenau–Přerov z roku 2016, tzv. Oskar, foto David Rose)

a



b

Fig. 1.34 (a, b) Rigid beam reinforced with an arch, the so-called Langer beam, with net hangers (Railway bridge over the River Dyje on the Hohenau–Přerov line from 2016, so-called Oskar, photo by David Rose)

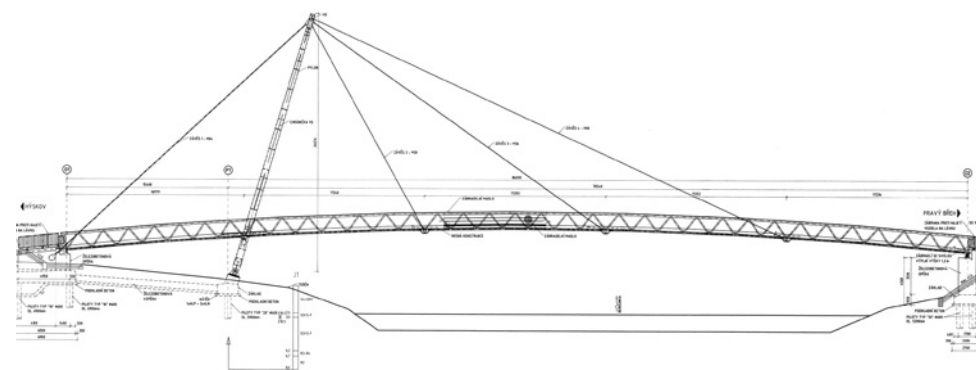
**Zavěšené mosty** se používají pro překonání větších překážek. Mají jeden nebo dva pylony. Rozlišují se podle uspořádání závěsů na mosty vějířové, harfové nebo poloharfové. Pylony jsou buď svislé, nebo šikmé.

**Cable-stayed bridges** are used to cross larger obstacles. They have one or two pylons. They are distinguished according to the arrangement of the hangers into fan, harp or half-harp bridges. The pylons are either vertical or inclined.



Obr. 1.35. (a, b) Most s vějířovým uspořádáním závěsů (lávka v Hýskově přes Berounku z roku 2014)

a



b

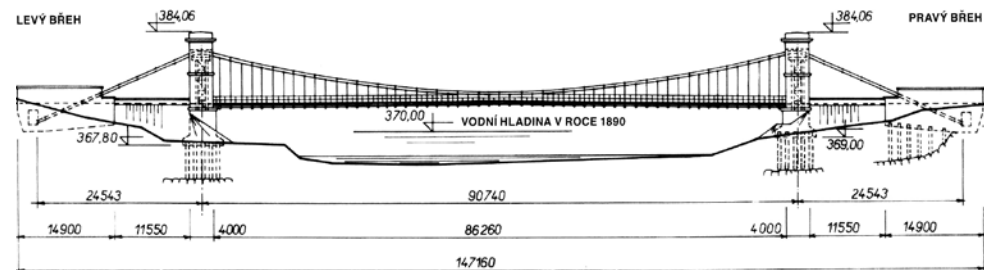
Fig. 35 (a, b) Bridge with fan arrangement of hangers (footbridge in Hýskov over the Berounka River from 2014)

**Visuté mosty** se používají pro překonání největších překážek. Hlavním nosným prvkem je lano, dříve to byly řetězy.



Obr. 1.36. (a, b) Řetězový silniční most, původní most v Podolsku přes Vltavu byl z roku 1848, v roce 1960 byl rozebrán a přemístěn do Stádlce přes Lužnici, uveden do provozu byl v roce 1974.

**Suspension bridges** are used to overcome the largest obstacles. The main load-bearing element is a cable, whereas previously chains were used.



b

Fig. 1.36 (a, b) Chain road bridge, the original bridge was built in Podolsko over the River Vltava in 1848. It was dismantled in 1960 and moved to Stádlce over the River Lužnice, where it was put into service in 1974.

## 1.4. Protikorozní ochrana ocelových mostů – odkazy minulosti a trendy současnosti

Optimální protikorozní ochrana ocelové konstrukce zabezpečuje požadovanou funkci a životnost v podmínkách odpovídající výroby, montáže a především použití.

Současná protikorozní ochrana je ve většině aplikací na ocelové konstrukce zaměřena na využití kombinovaných protikorozních systémů, tzv. systémů duplexních. Pro méně agresivní prostředí se ale vhodně využívá i samotných povlaků zhotovených z organických nátěrových hmot či žárovým zinkováním ponorem.

Protikorozní ochrana ocelových mostních konstrukcí byla historicky řešena pouze organickými povlaky (nátěry), které poskytovaly především pasivní bariérovou ochranu. Aktivní ochrana s využitím ochrany elektrochemické (katodické) byla uplatněna až na vybrané svařované mostní konstrukce.

### 1.4.1 Protikorozní ochrana pomocí organických nátěrových hmot

Obecně lze konstatovat, že používané organické povlaky byly vhodně pigmentovány korozními inhibitory, a tím byla zvýšena účinnost protikorozní ochrany. V případě aplikace organických povlaků byly používány především lněné oleje (fermeže; v polovině 19. stol. prakticky jediná možnost) pigmentované suříkem ( $Pb_3O_4$ ).

Suřík byl velmi efektivní korozní inhibitor, používaný ve významném poměru mísení do základových nátěrů (primerů) až do 70. let 20. století. Na většinu mostních konstrukcí i na našem území se užívaly k protikorozní ochraně organické povlaky pigmentované dominantně suříkem ( $Pb_3O_4$ ) nebo jinými sloučeninami olova, např. olovičitanem divápenatým, kyanamidem olovnatým nebo benzoanem olovnatým.

Suříkem pigmentované základní nátěrové hmoty byly přednostně používány na nýtované mostní konstrukce. Nejčastěji se používala suspenze suříku ve lněném oleji, méně často směs suříku a alkydu (zpravidla alkydy modifikované mastnými kyselinami rostlinných olejů).

Suříkem pigmentované nátěrové hmoty se nesměly aplikovat jako vrchní nátěry, a to z toho důvodu, že suřík je nestabilní vlivem působení vzdušného  $CO_2$ ,  $H_2S$  a rovněž degraduje vlivem expozice UV záření. Proto bylo vždy doporučováno provádět vrchní vrstvy nátěrového systému ihned po vytvrzení suříkem pigmentovaného základního nátěru.

Suříkem pigmentovaný základní nátěr byl například zjištěn na:

- Negrelliho viaduktu v Praze (ocelová část z r. 1935),
- mostě přes přehradu Hracholusky, tzv. Pňovanském mostě (konstrukce z r. 1899),
- lávce pro chodce v Plzni-Lochotíně (konstrukce z r. 1930),
- Žďákovském mostě – vnitřní plochy (konstrukce z r. 1967).

## 1.4 Corrosion protection of steel bridges – heritage of the past and trends of the present

Optimum corrosion protection of the steel structure ensures the required function and service life under conditions of appropriate production, assembly and, most importantly, usage.

The current state of the art in corrosion protection in most steel construction applications is focused on the use of combined corrosion protection systems, the so-called duplex systems. For less aggressive environments, however, it is also appropriate to use coatings made from organic materials, or hot-dip galvanizing without any further coating.

Historically, corrosion protection of steel bridge structures was only provided by organic coatings, which provided mainly passive barrier protection. Active protection using electrochemical protection (cathodic protection) has only been applied to selected welded bridge structures.

### 1.4.1 Corrosion protection with organic coatings

In general, it can be stated that the organic coatings used were suitably pigmented with corrosion inhibitors, thus increasing the effectiveness of the corrosion protection. In the case of the application of organic coatings, mainly linseed oils (varnish – practically the only option in the mid-19th century) pigmented with red lead ( $Pb_3O_4$ ) were used.

Red lead was a very effective corrosion inhibitor, used in significant proportions in primers until the 1970s. Likewise, most bridges built in the Czech lands used organic coatings pigmented predominantly with red lead ( $Pb_3O_4$ ) or with other lead compounds, such as lead divalent, lead cyanamide or lead benzoate, for corrosion protection.

Primers with red lead pigmentation were the primers of choice for riveted steel bridge structures. The most commonly used was a suspension of red lead in linseed oil; less often, a mixture of red lead and alkyd was used (usually alkyds modified with the fatty acids of vegetable oils).

Red lead-pigmented paints were not allowed to be applied as an upper coating, since red lead is unstable due to exposure to airborne  $CO_2$  and  $H_2S$ , and also degrades when exposed to UV radiation. Therefore, it has always been recommended that upper coatings be applied immediately after the curing of the red lead-pigmented primer.

For example, a red lead-pigmented primer has been found on:

- Negrelli Viaduct in Prague (steel structure from 1935),
- the bridge over the Hracholusky reservoir, the so-called Pňovanský Bridge (built in 1899),
- the footbridge in Plzeň-Lochotín (built in 1930),
- Žďákov Bridge – internal surfaces (built in 1967).

V době realizace historických ocelových konstrukcí na území dnešní ČR byly k dispozici kromě široce používaných pigmentů na bázi olova rovněž pigmenty chromanové. Oba typy pigmentů jsou však toxické, a tudíž nejsou v současnosti používány pro pigmentaci základních nátěrů.

Protikorozní ochrana nýtovaných mostních konstrukcí postavených na území dnešní ČR v 19. století byla prováděna výhradně olejovými nátěrovými hmotami. Tyto nátěrové hmoty byly na bázi vysychavých olejů ryze přírodních a následně i částečně technologicky upravených (tepelně zpracovaných). Byly široce rozšířené jako obvyklá protikorozní ochrana ocelových prvků proti atmosférické korozi. Bylo jich využíváno samozřejmě i jako vrchních povlaků pigmentovaných mletým vápencem, plavenou křídou, kaolinem, sazemi, mletým sádrovcem, mastkem. K pigmentaci byly rovněž používány barevné hlinky (především železité), asfaltové podíly a dehty. Využití našly i prášky jemně mletého hnědého a černého uhlí. Méně často byly používány syntetické anorganické pigmenty na bázi Pb, Cr, Zn aj.

Koncem 19. stol. se rychle rozšiřovaly alkydové pryskyřičné nátěrové hmoty. Jednalo se obvykle o estery funkčních alkoholů (glycerolu nebo pentaerythritolu) s organickými kyselinami nebo jejich anhydridy (především ftalanhydrid). Obecně lze konstatovat, že alkydy na bázi pentaerythritolu vykazují vyšší odolnost a menší propustnost pro soli a kondenzát. V oblasti protikorozní ochrany oceli doznaly širokého uplatnění alkydové pryskyřičné nátěry modifikované rostlinnými oleji, respektive jejich mastnými kyselinami. Tyto nátěrové hmoty byly dostupnější než klasické olejové nátěry a rychleji vysychaly (obvyklá aplikační rozpouštědla byla alifatické uhlovodíky, benzin, xylén apod.).

Počátkem 20. stol. byly rostlinné oleje nahrazeny syntetickými mastnými kyselinami vzniklými řízenou oxidací parafínu. V roce 1910 se objevuje na trhu fenolformaldehydová pryskyřice jakožto první čistě syntetická pryskyřice a v roce 1931 se pro změnu objevuje první alkydová pryskyřice. Dále probíhala modifikace obvyklých formulací alkydových nátěrových hmot např. vinylovými uhlovodíky a kyselinou benzoovou pro vylepšení jejich vlastností a urychlení jejich zasychání. Alkydové nátěrové hmoty se vyznačovaly velmi dobrou přílnavostí k ocelovému podkladu.

Obvyklým konceptem aplikace organických povlaků na ocelové (nýtované) mostní konstrukce za použití alkydových nátěrů bylo použití základního nátěru na bázi lněného oleje pigmentovaného vysokým podílem suříku a následná aplikace dvou vrstev alkydu, jehož složení odpovídalo době a dostupným zdrojům surovin s dodatečným vypalováním nátěrového systému.

Před druhou světovou válkou se rozšířily ryze syntetické nátěrové hmoty na bázi chlorokaučuků a polyesterů. Tyto nátěrové hmoty svojí stabilitou vůči UV záření, působení vody, působení kyselin (kyselá dešť) a alkálií (např. výluhy z betonové mostovky) značně převyšovaly vlastnosti modifikovaných variant alkydů.

At the time of the construction of historic steel structures in the Czech lands, besides widely used lead-based pigments, chromate pigments were also available. However, both types of pigments are toxic and therefore are not currently used for the pigmentation of primers.

Corrosion protection of riveted bridge structures built in the Czech lands in the 19th century was carried out exclusively with oil-based paints. These paints were based on drying oils that were purely natural and subsequently partially technologically modified (heat-treated), and were widely used as the customary anti-corrosion protection of steel elements against atmospheric corrosion. Of course, they were also used as top coatings pigmented with ground limestone, floating chalk, kaolin, soot, ground gypsum, talc. Coloured clays (mainly ferric), asphalt fractions and tars were also used for pigmentation, as were powders derived from finely ground brown and black coal. Synthetic inorganic pigments based on Pb, Cr, Zn, etc. were used less frequently.

By the end of the 19th century, the use of alkyd resin paints was spreading rapidly. These were usually esters of functional alcohols (glycerol or pentaerythritol) with organic acids or their anhydrides (especially phthalic anhydride). In general, pentaerythritol-based alkyds exhibit higher resistance and lower permeability to salts and condensate. In terms of corrosion protection of steel, alkyd resin coatings modified with vegetable oils or their fatty acids were widely used. These coatings were more available than conventional oil paints and dried more quickly (common application solvents were aliphatic hydrocarbons, petrol, xylene, etc.).

At the beginning of the 20th century, vegetable oils were replaced by synthetic fatty acids produced by the controlled oxidation of paraffin. In 1910, phenol formaldehyde resin appeared on the market as the first purely synthetic resin, and in 1931 alkyd resin started to be used. In addition, modifications were made to the usual formulations of alkyd coatings, e.g. with vinyl hydrocarbons and benzoic acid, to improve its inherent stability and to speed up its drying. The alkyd paints were characterized by highly efficient adhesion to the steel substrate.

The usual concept for the application of organic coatings to steel (riveted) bridge structures using alkyd paints was to use a linseed oil-based primer pigmented with a high proportion of crude oil, followed by the application of two coats of alkyd, the composition of which was appropriate at that time, considering the availability of raw material sources, with an additional firing of the coating system.

Prior to World War II, purely synthetic paints based on chlorinated rubber and polyesters came into common usage. These coatings, due to their stability when exposed to UV radiation, water, acids (acid rain) and alkalis (e.g. leachates from concrete bridge decks), were far more efficient when compared to modified alkyd variants.

V 50. letech 20. století přichází rozvoj epoxidových pryskyřic, polyakrylátů a dalších syntetických nátěrů. Epoxidové nátěry obsahují epoxidovou pryskyřici a tvrdidlo, které dává těmto nátěrům elastické, a přitom velmi tvrdé vlastnosti povrchu. Nátěr odolává odírání, vlhkosti a neagresivním chemikáliím.

V současné době je protikorozní ochrana pomocí nátěrových hmot u ocelových mostních konstrukcí založena především na bázi kombinace vícevrstevných epoxidových nátěrových hmot a vrchní polyuretanové nátěrové hmoty. Pro korozně agresivnější prostředí se používají základní epoxidové nátěrové hmoty s vysokým obsahem zinku či zinksilikátové nátěrové hmoty se středním obsahem zinku. Výrobci nátěrových hmot pro ocelové konstrukce a typů těchto nátěrových hmot je dnes veliké množství a zvolit vhodnou nátěrovou hmotu není jednoduché, a to s ohledem na řadu faktorů, které mají vliv na protikorozní ochranu ocelové konstrukce v prostředí přímé expozice.

#### 1.4.2 Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí pomocí povlaku zinku

Samotný zinkový povlak vytvořený například technologií žárového zinkování ponorem poskytuje zcela uspokojivou protikorozní ochranu. Schopnost zinku ochránit ocel proti korozi byla objevena již v roce 1741 a od roku 1837, kdy byl získán první patent na žárové zinkování ponorem, se metoda ochrany oceli pokovením zinkem používá průmyslově.

V současné době se žárové zinkování ponorem u ocelových mostních konstrukcí využívá spíše pro vedlejší (nenosné) části konstrukce, jako jsou zábradlí, mostní závěry a podobně. Avšak není výjimkou využití samotného povlaku žárového zinku i pro nosné části mostní ocelové konstrukce. Příkladem je Komenského most v Jaroměři.



Obr. 1.37. Komenského most v Jaroměři 1886  
Fig. 1.37 Komenský Bridge in Jaroměř 1886

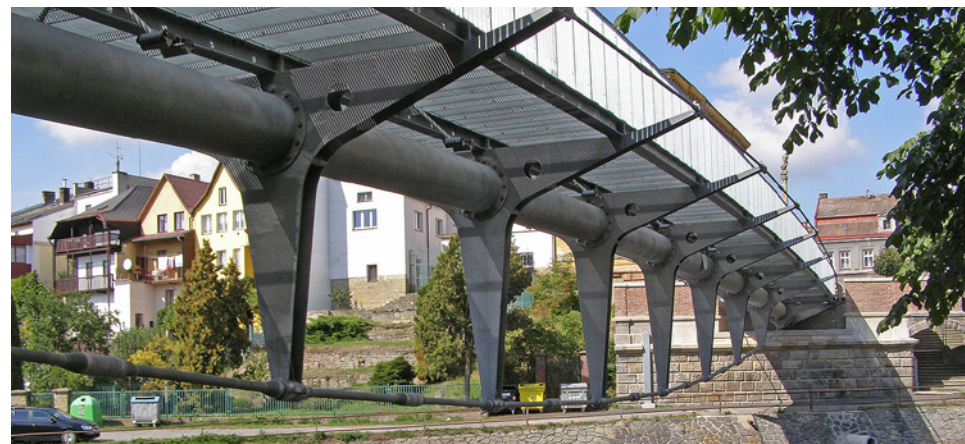
In the 1950s came the development of epoxy resins, polyacrylates and other synthetic paints. Epoxy paints contain an epoxy resin and a hardener that gives these coatings very hard, yet elastic, surface properties. The epoxy paints resist abrasion, moisture and non-aggressive chemicals.

At present, corrosion protection using coatings for steel bridge structures is based mainly on a combination of multilayer epoxy paints and a polyurethane upper coating. For more corrosive environments, epoxy primers with high zinc content or zinc-silicate primers with medium zinc content are used. There are many types and manufacturers of paints for steel structures today, and selecting a suitable coating is difficult, given the many factors that affect the corrosion protection of a steel structure in a direct exposure environment.

#### 1.4.2 Corrosion protection of steel structures with zinc coating

Zinc coating itself, created, for example, by hot-dip galvanizing technology, provides quite satisfactory corrosion protection. The ability of zinc to protect steel against corrosion had already been discovered in 1741, and since 1837, when the first patent for hot-dip galvanizing was obtained, this method of protecting steel with zinc plating has been used industrially.

Nowadays, hot dip galvanizing of steel bridge structures is used more for secondary (non-load bearing) parts of the structure, such as railings, expansion joints, etc. However, the use of hot-dip zinc coating for load-bearing parts of the structure is not uncommon. An example of this is the Komenský Bridge in Jaroměř.



Obr. 1.38. Ochrana Komenského mostu v Jaroměři žárovým zinkováním ponorem, rok 2015  
Fig. 1.38 Protection of the Komenský Bridge in Jaroměř by hot-dip galvanizing, 2015

Větší využití zinkových povlaků pro protikorozní ochranu ocelových konstrukcí je však využití v kombinaci s následnou aplikací nátěrových hmot, kdy hovoříme o tzv. duplexním systému.

Duplexní systémy jsou kombinované protikorozní ochranné systémy, které se skládají z povlaku zinku a nátěrových hmot. Zinkový povlak je na povrch aplikován buď žárovým nástřikem (metalizací), či žárovým ponorem. Tyto systémy protikorozní ochrany se obvykle používají u protikorozní ochrany hlavních nosných ocelových konstrukcí. Hlavním důvodem je jejich schopnost zajistit povrchu základního kovu, v případě drobných poškození, katodickou ochranu, a prodloužit tak životnost protikorozní ochrany. Duplexní systém má zpravidla mnohem delší životnost než jeden i druhý povlak samostatně. Předpokladem je dobrá a trvalá přilnavost organického povlaku k povrchu zinku, což znamená, aby byl povrch zinku pečlivě očištěn a zvolen správný typ nátěrového systému.

Prvotní zmínky o duplexních systémech jsou z roku 1965. Systém byl tvořen zinkovým povlakem zhotoveným metalizací a vrchním organickým nátěrem. Konkrétně v Norsku se využíval pro ochranu povlakový systém tvořený termickým nástřikem zinku (100  $\mu\text{m}$ ), utěšňovací nátěrem a vícevrstevným organickým povlakem (200 až 300  $\mu\text{m}$ ). Most Rombak Bridge (otevřený v roce 1964) přes Rombak Fjord v severním Norsku je příkladem úspěšného dlouhodobého ochranného systému.

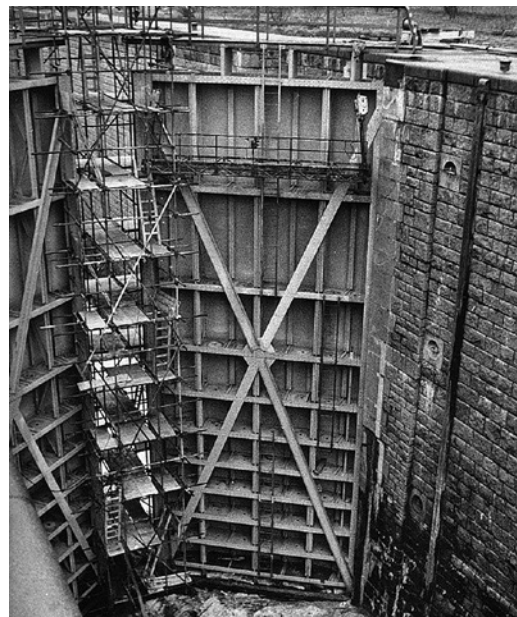


Obr. 1.39. Korunový uzávěr – přehrada Orlick  
Fig. 1.39 Crown closure – Orlick dam

However, zinc coatings have become widely used for corrosion protection of steel structures in combination with the subsequent application of a paint coating, according to the so-called Duplex system.

Duplex systems are corrosion protection systems consisting of a zinc coating combined with a top coating of paint. The zinc coating is applied to the surface either by hot spraying (metallization) or by hot dipping. These systems are usually used for corrosion protection of main load-bearing steel structures. They provide cathodic protection to the base metal surface in the event of minor damage, thus extending the life of the corrosion protection. A duplex system generally has a much longer life than either of the coatings alone. A prerequisite is effective and permanent adhesion of the organic coating to the zinc surface, which means that the zinc surface must be carefully cleaned and the right type of upper coating chosen.

The earliest references to duplex systems date back to 1965. The system consisted of a zinc coating made by metallization and a top organic coating. An example of this would be the Rombak Bridge in Norway. Here, a coating system consisting of a thermal sprayed zinc coating (100  $\mu\text{m}$ ), a sealing coating and a multi-layer organic coating (200 to 300  $\mu\text{m}$ ) was used for protection. The Rombak Bridge over Rombak Fjord in Northern Norway (opened in 1964) is an example of a successful long-term protection system.



Obr. 1.40. Plavební komora ve Vraném nad Vltavou v době PKO – 60. léta 20. století  
Fig. 1.40 The lock in Vrané nad Vltavou in the 1960s



Mezi první konstrukce opatřené žárovým antikoročním nástřikem v Čechách patřily ocelové konstrukce vodních děl. Pokud začneme nejstarší přehradou z 30. let 20. století na Vltavě ve Vraném nad Vltavou, žárový nástřik zde byl aplikován na vratech plavebních komor v 60. letech. Systém byl v té době prováděn otryskáním křemičitým pískem, žárovým nástřikem 40 $\mu$ m zinkové vrstvy jako vazného povlaku a 160 až 200  $\mu$ m hliníku, uzavíracím a penetračním nátěrem a vrchní vrstvou v tomto případě asfaltového nátěru. Dalším dílem, kde se po montáži dodatečně prováděl žárový nástřik, byla přehrada Slapy budovaná v letech 1952 až 1955. V roce 1962 zde byla provedena oprava povrchové úpravy ocelových konstrukcí žárovým nástřikem Zn40AL160 s uzavřením syntetickou barvou.

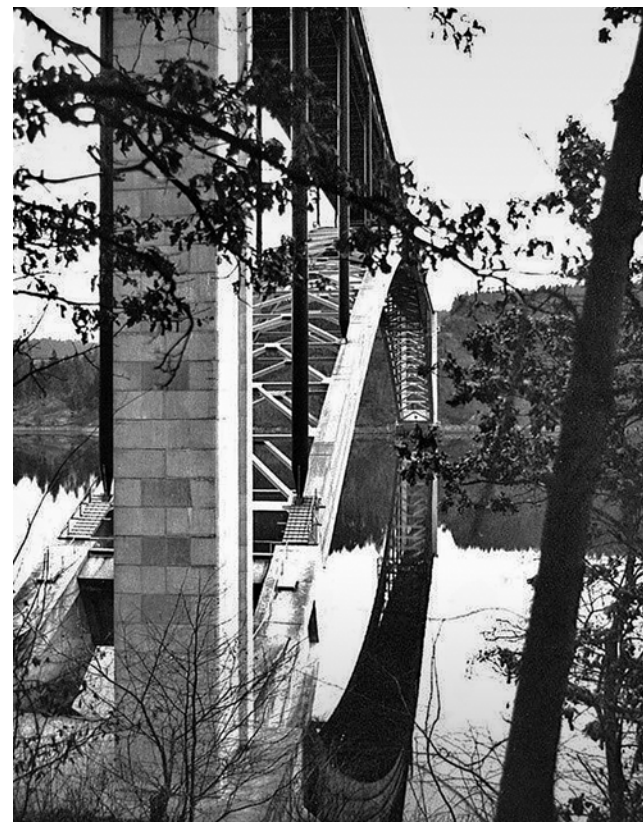
Velkým mostním dílem je Žďákovský most, který byl stavěn s přestávkami v letech 1960 až 1967. Povrchová úprava byla navržena jako kombinovaný povlak se specifikací Zn40Al160 + L, nátěrová hmota syntetická na bázi alkydových pryskyřic základní a vrchní typu S2013.

Among the first structures in the Czech Republic to be treated with an anticorrosive coating were steel dam structures. Starting with the oldest dam, which dates from the 1930s, and is situated on the River Vltava in Vraný nad Vltavou, the hot spray coating was applied in the 1960s to the system of lock gate valves. The technique at that time consisted of blasting with silica sand, hot spraying 40  $\mu$ m of zinc as a bonding coat with 160 to 200  $\mu$ m of aluminium, a sealing and priming coat and finally an upper coat of asphalt. Another example, where an additional hot-coat coating was applied after installation, was the Slapy dam, built between 1952 and 1955. In 1962, the steel structures were repaired with Zn40AL160 hot spray coating with synthetic paint sealing.

A major bridge work is the Žďákov Bridge, which was built intermittently between 1960 and 1967. The surface treatment was designed as a combined coating with a specification of Zn40Al160 + L, a synthetic alkyd resin-based base and an upper coating of type S2013.



Obr. 1.41. Žďákovský most – pohled zdola na mostovku (1967)  
Fig. 1.41 Žďákov Bridge – view of the bridge deck (1967)



Obr. 1.42. Žďákovský most – pohled z břehu na obloukovou konstrukci (1967)  
Fig. 1.42 Žďákov Bridge – view from the bank of the arch structure (1967)



Obr. 1.43. Severojižní magistrála – spojení mostovek s tepelnou dilatací (1978)  
Fig. 1.43 North-South Main Line – connection of bridge decks with thermal expansion of the roadway (1978)

V 70. letech 20. století byla v rámci dopravní koncepce hlavního města vybudována napříč celou Prahou komunikace, tzv. Severojižní magistrála. Její součástí je přemostění vedoucí od Muzea až k Hlávkovu mostu. Přemostění je sestaveno z ocelových nosníků podepřených železobetonovými sloupy. Most má ocelovou ortotropní mostovku s žárovým nástřikem. Do celého komplexu přemostění byla zahrnuta i odbavovací hala Hlavního nádraží, jejíž ocelová konstrukce je rovněž opatřena žárovým nástřikem.

Celá konstrukce byla vyrobena po dílech, které byly schopné přepravy včetně povrchové úpravy a po montáži na stavbě byla provedena dometalizace v místech svarových spojů. Žárový nástřik Zn40Al160 byl uzavřen základovou barvou na lehké kovy S2003 a krycí vrstvou syntetické barvy S2014 s předpokladem životnosti povlaku 30 let. Tento předpoklad potvrdil i diagnostický průzkum z let 2008 až 2010. Obdobné výsledky byly shledány u dalších stavebních děl. Při většině kontrol po cca 30 letech bylo potvrzeno naprosté nepoškození žárově stříkaných povlaků. Vždy byla konstatována částečná, nebo prakticky úplná degradace nátěrového systému a jen v ojedinělých případech poškození metalizované vrstvy. To nastalo buď při mechanickém porušení povlaku, nebo při nadměrném korozním napadení povlaku.



Obr. 1.44. Severojižní magistrála – letecký pohled od Hlavního nádraží směrem k Hlávkovu mostu (1975 až 1977)  
Fig. 1.44 North-South Main Line – aerial view from the Main Railway Station in the direction of the Hlávkov Bridge (1975 to 1977)

In the 1970s, as part of the transport concept of Prague, the so-called North-South Main Road was built across the entire city. It includes a bridge leading from the National Museum to Hlávkov. The bridge is made of steel beams supported by reinforced concrete columns. The bridge deck consists of an orthotropic hot-coated steel structure. The bridge complex includes the hall of Prague main railway station, whose steel structure is also hot-sprayed.

The structure was fabricated in transportable parts, including the surface treatment, and the welds were metalized after assembly on site. The Zn40Al 160 hot spray coating was sealed with S2003 light metal primer and S2014 synthetic paint overcoat with a coating life expectancy of 30 years. This assumption was confirmed by surveys lasting from 2008 to 2010. Similar results were noted for other applications. In most cases, the inspections after approximately 30 years confirmed that the hot-sprayed coatings were completely undamaged. Partial or complete degradation of the coating system was always noted and only rarely was there any local damage to the metallized coating. This was caused either by mechanical damage to the coating or by excessive corrosion attack of the coating.



Obr. 1.45. Odbavovací hala Hlavního nádraží; (a) točité schodiště po provedení žárového nástřiku v roce 1977, (b) dokončená hala

Ve srovnání s minulostí, kdy převládaly povlaky hliníku a zinek byl používán jako vazná mezivrstva, je tomu dnes naopak. Dříve běžný předpis Zn40/Al160, tzn. celková tloušťka bariérového povlaku byla 200  $\mu\text{m}$ , je v současnosti nahrazován povlakem slitiny ZnAl 85/15 v tloušťkách kolem 100  $\mu\text{m}$ . Slitina ZnAl 85/15 s obchodním názvem ZINACOR má svou historii již v 70. letech minulého století, kdy byla vyvinuta pro povlaky v přímořských oblastech pro svou vyšší korozní odolnost než čistý zinek.

V posledních letech si začínají investoři uvědomovat, že investiční prostředky vynaložené do staveb či zařízení by měly být natolik efektivní, abychom nemuseli vydávat další finanční prostředky do jejich oprav a údržby. Zkušenosti v praxi ukazují, že dlouhodobá ochrana OK je pouze v kombinaci žárově stříkaného povlaku zinku nebo hliníku (či jejich kombinací) a nátěrového systému, i za cenu vyšších nákladů. Je třeba si uvědomit, že cena protikorozní ochrany představuje nemalou částku. V řadě případů se jedná o 10 až 15 % ceny u těžkých konstrukcí, případně až 40 % ceny u konstrukcí lehkých a členitých. Je proto zásadní vždy uvážit vhodnost dané technologie povrchové úpravy v závislosti na typu mostu, jejím účelu a požadované životnosti. Návrhu by měl vždy předcházet důkladný průzkum korozních a provozních podmínek.



Fig. 1.45 Prague Main Railway Station; (a) spiral staircase after hot spraying in 1977, (b) finalized station

Compared to the past, when aluminium coatings predominated and zinc was used as a bonded interlayer, the opposite is true today. The formerly common prescription of Zn40/Al160, i.e. the total thickness of the barrier coating was 200  $\mu\text{m}$ , is now being replaced by ZnAl 85/15 alloy coatings with thicknesses of around 100  $\mu\text{m}$ . The ZnAl 85/15 alloy with the trade name ZINACOR has a history dating back to the 1970s, when it was developed for coatings in coastal areas due to its higher corrosion resistance in comparison with pure zinc.

In recent years, investors have begun to realise that the initial expenditure on buildings and equipment should include a reasonable proportion dedicated to structural protection. That way, we do not have to waste money on repair work and maintenance at a later date. In practice, experience shows that long-term protection of steel structures is only possible with a combination of hot-sprayed zinc or aluminium coating or a combination of these and a coating system, even if the cost is higher. In many cases, it is 10 to 15% of the structural cost of heavy structures, and up to 40% of the structural cost of light and rugged structures. It is therefore essential to always consider the suitability of the coating technology depending on the type of bridge, its purpose and the required service life. The design should always be preceded by a thorough investigation of corrosion and service conditions.

## 1.5. Památková hodnota mostní konstrukce

Požadavek zachovat architektonické dědictví pro budoucí generace formulovalo mezinárodní společenství již před mnoha desítkami let v Benátské chartě (1964), která dala v roce 1965 vzniknout Mezinárodní radě pro památky a sídla (ICOMOS), hlavnímu poradnímu orgánu UNESCO pro světové dědictví. (Tehdejší Československo se v osobě historika umění a památkáře Dr. Jakuba Pavla účastnilo jak přípravy Benátské charty, tak bylo i zakládajícím členem ICOMOS.) Zásadami péče o architektonické dědictví formulovanými Benátskou chartou a dalšími dokumenty přijatými ICOMOS se institucionální památkové péče v jednotlivých signatářských zemích řídí až do současnosti.

Jedním ze základních požadavků při výběru staveb a sídel k institucionální památkové ochraně je co nejpečlivější poznání jejich památkové hodnoty, na jejímž základě pak celý proces prohlášení probíhá. Jak již z tohoto samotného kroku vyplývá, památková hodnota se nerodí až okamžikem právního aktu prohlášení stavby nebo sídla památkou. Památkovou hodnotu mohou vykazovat i stavby, konstrukce či sídla, která pod institucionální památkovou ochranu zahrnuta nejsou.

Památková hodnota je ve své podstatě souborem několika hodnot, které vycházejí ze stupně poznání daného objektu. Správná údržba zvyšuje pravděpodobnost jejího zachování, nedostatečnou údržbou naopak dochází k degradaci a ztrátě autentické hmoty a může vést až k jejímu zániku. Památkovou hodnotu lze degradovat také necitlivým zásahem.

Specifickým úkolem památkáře v tomto projektu je sledovat vliv diagnostických a sanačních (popř. zesilovacích) metod na památkovou hodnotu konstrukce. Při aplikaci těchto metod totiž dochází k určitému paradoxu, kdy památkářsky šetrnější postup při diagnostice materiálu přináší méně spolehlivou informaci o jeho fyzikálních a chemických vlastnostech, a tím nutí projektanty navrhnout větší zesílení konstrukce. Tím ale může dojít k většímu poškození památkové hodnoty. Obdobně památkářsky šetrnější postup zesílení konstrukce může vyústit v její kratší budoucí životnost. Úroveň diagnostického i sanačního zásahu je proto nutné optimalizovat tak, aby bylo dosaženo maximální efektivity zásahu při minimalizaci poškození památkové hodnoty konstrukce.

Pro hodnocení památek průmyslového dědictví byla Metodickým centrem průmyslového dědictví v Ostravě Národního památkového ústavu vypracována Metodika hodnocení a ochrany průmyslového dědictví z pohledu památkové péče.<sup>1</sup> Pro vyhodnocení vlivu diagnostických a sanačních zásahů na zachování památkové hodnoty historických mostů, které jsou specifickým typem průmyslového dědictví, pak byla navržena speciální E-P metoda<sup>2</sup>, která se stejně jako citovaná metodika opírá o skutečnost, že památková péče je typickým

<sup>1</sup> Miloš Matěj & Michaela Ryšková: Metodika hodnocení a ochrany průmyslového dědictví z pohledu památkové péče. NPÚ 2018, ISBN 978-80-88240-06-8

<sup>2</sup> E-P Metoda (Evaluation by Parts Method) pro posouzení citlivosti památkové hodnoty nosných konstrukcí, viz též: Sophie Eberhardt & Martin Pospisil (2021): E-P Heritage Value Assessment Method Proposed Methodology for Assessing Heritage Value of Load-Bearing Structures, International Journal of Architectural Heritage, DOI: 10.1080/15583058.2021.1901160

## 1.5 Heritage value of a bridge structure

The desire to preserve architectural heritage for future generations was formulated by the international community several decades ago. The Venice Charter of 1964 gave birth a year later to the International Council on Monuments and Sites (ICOMOS), UNESCO's main advisory body on World Heritage (former Czechoslovakia, represented by art historian and conservationist Dr. Jakub Pavel, participated in the drafting of the Venice Charter and was also a founding member of ICOMOS). The principles of care for architectural heritage formulated by the Venice Charter and other documents adopted by ICOMOS have guided institutional conservation in the signatory countries to the present day.

One of the basic requirements for the selection of buildings and settlements for institutional heritage preservation is a detailed knowledge of their heritage value, which is then the basis for the whole process of designation. As this step itself illustrates, the heritage value is not only born at the moment of the legal act of declaring a building or a site a "monument". Buildings, structures or settlements that are not included in the institutional heritage protection can also have a heritage value.

Heritage value essentially consists of several values derived from the degree of knowledge about the building or bridge. Adequate maintenance increases the chances of its preservation; in contrast, lack of maintenance leads to degradation and the loss of authentic substance, and may lead to the extinction of the heritage value. Heritage value can also be negatively affected by an insensitive structural intervention.

The specific task of this project is to monitor the effect of survey and repair (or strengthening) methods on the heritage value of the structure. The application of these methods leads to a certain dilemma. More conservation-friendly procedures of structural surveys provide imperfect information about the physical and chemical properties of the material, thus forcing structural engineers to design stronger reinforcement of the structure. However, this may increase the damage to its heritage value. Similarly, a more conservation-friendly approach to strengthening may result in a reduced remaining service life of the structure. Therefore, survey methods and strengthening interventions must be optimised to achieve maximum intervention effectiveness, while minimising damage to the heritage value of the structure.

To assist the assessments of industrial heritage monuments, the Methodological Centre of Industrial Heritage (based in Ostrava) of the National Heritage Institute has developed the Methodology of Assessment and Protection of Industrial Heritage According to Heritage Conservation Principles.<sup>1</sup> For the assessment of the effect of surveys and repairs on the preservation of the heritage value of historic bridges, being a specific type of industrial heritage, a special E-P method<sup>2</sup> was proposed. Both methodology and E-P method rely on the fact that heritage conservation is a typical multidisciplinary field with a very broad

<sup>1</sup> Miloš Matěj & Michaela Ryšková: Methodology of Assessment and Protection of Industrial Heritage According to Heritage Conservation Principles. National Heritage Institute, Ostrava 2018, ISBN 978-80-88240-06-8

multidisciplinárním oborem s velmi širokým spektrem vědních oblastí od přírodních a technických věd přes vědy společenské, humanitní až po vědy o umění; obsahuje ale i umělecké obory, a to včetně jejich spojení s příslušnými řemesly. Nesnadnost stanovení památkové hodnoty pak pramení z různých logických prostředí jednotlivých vědních oblastí a oborů. Jiné metodologické postupy se používají v přírodních a technických vědách, jiné ve vědách společenských a jiné ve vědách humanitních; zásadně odlišné pak je hodnocení uměleckých disciplín. Hodnotit je proto nutné každou skupinu oborů zvlášť, a to metodami, které jsou pro danou skupinu vlastní. Na tomto postulátu je postavena i E-P metoda.

Prostřednictvím E-P metody nejprve analyzujeme památkovou hodnotu konstrukce pomocí předem nastavené struktury, která památkovou hodnotu rozdělí na jednotlivé složky (segmenty). Základními přednastavenými segmenty pro mosty analyzované v tomto výzkumném projektu jsou jak tradiční, tak vybrané specifické hodnotící kategorie průmyslového dědictví, které jsou doplněny o kategorie a hodnotící kritéria historických mostních konstrukcí: hodnota stáří, historická hodnota, tvůrčí hodnota (umělecká a technická), řemeslná hodnota, užitná hodnota, vědecká hodnota, společensko-kulturní hodnota, duchovní hodnota, symbolická hodnota, urbanistická hodnota, krajinná hodnota, hodnota typičnosti, hodnota jedinečnosti, hodnota autenticity hmotné a nehmotné, hodnota integrity a hodnota transformovatelnosti. Tyto segmenty jsou následně vyhodnoceny každý zvlášť. To poskytuje, kromě již zmíněné možnosti aplikace metod příslušných danému vědnímu oboru, rovněž i možnost svěřit hodnocení každého segmentu odborníkovi na danou problematiku (např. obecnou historii, historii vědy a techniky, historii architektury, historii umění, architekturu, urbanismus, sociologii, krajinnou architekturu, technologii, stavební mechaniku atd.), který stanoví úroveň hodnoty v příslušném segmentu v rozsahu 1–5 (slabá – podprůměrná – průměrná – nadprůměrná – vynikající). Pro každý segment je pak přednastavena jeho citlivost na diagnostický nebo sanační zásah. Po výpočtu (vážená hodnota spočtená z úrovní hodnoty segmentů a jejich citlivostí) je stanovena celková citlivost konstrukce na diagnostický nebo sanační zásah s určením kritických oblastí. Následuje rozdělení diagnostických metod do skupin podle jejich invazivity (žádná nebo nízká invazivita – mírná invazivita – střední invazivita – vysoká invazivita).<sup>3</sup> Příkladem žádné nebo nízké invazivity jsou některé globální testy (např. statické zatěžovací zkoušky, lokální nebo globální dynamické zkoušky, sledování deformací – geodetické, fotogrammetrické, laserové skenování atd.) a některé místní průzkumy (např. metody vyžadující pouze očištění povrchu: metoda vířivých proudů (ET), detekce kovové magnetické paměti materiálu (MPM), magnetická zkouška (MT) nebo metody bez kontaktu s povrchem: metody akustické emise (AE), radiografie (RT)). Příkladem mírné invazivity jsou metody způsobující lokální poškození nátěrů a povrchů materiálů (např. nedestruktivní (NDT) zkoušky tvrdosti, ultrazvukové metody (UT) a UT difrakční metody (UT-TOFD), Phased Array metoda (PA), průzkumy nátěrů – stratigrafie – tloušťka, chemické složení, analýza vrstev, zkoušky adheze, barviva). Střední invazivitu představují metody založené na odběru vzorků o velikosti jednotek cm<sup>2</sup>, případně vrtání malých otvorů o průměru do 1 cm (např. odběr vzorků

spectrum of disciplines ranging from the natural and technical sciences, to the social sciences, humanities and arts; but it also includes the arts themselves, including their connection with the relevant crafts. The difficulty of determining heritage value then stems from the different traditions and backgrounds of the various disciplines and fields. Different methodological approaches are used in the natural and technical sciences compared with the social sciences and/or the humanities; the evaluation of artistic values is fundamentally different. It is therefore necessary to evaluate differently within each particular discipline, using methods that are specific to each. This is the guiding principle of the E-P method.

Using the E-P method, the heritage value of the structure is first analysed using a defined system that divides the heritage value into individual segments. The basic segments for the bridges under investigation in this research project cover the segments common to all types of heritage structures and the segments specific for industrial heritage assessment and historic bridges: age value, historic value, creative value (artistic and technical), craftsmanship value, use value, scientific value, socio-cultural value, spiritual value, symbolic value, urbanistic value, landscape value, typicality value, uniqueness value, tangible and intangible authenticity value, integrity value, and transformability value. These segments are then evaluated separately. This provides, in addition to the aforementioned possibility of applying the methods appropriate to the discipline, the possibility of assigning the evaluation of each segment to a specialist (e.g. in general history, history of science and technology, history of architecture, history of art, architecture, urbanism, sociology, landscape architecture, technology, structural mechanics, etc.) who determines the level of value in the respective segment on a scale of 1–5 (poor – below average – average – above average – excellent). The sensitivity of each segment to the survey method or strengthening intervention is then specified. After the calculation (weighted value summed over the segment value levels and their sensitivities), the overall sensitivity of the structure to survey methods or strengthening interventions is determined, identifying the critical (i.e. the most sensitive) parts of the structure. The survey methods are then grouped according to the invasiveness of each method (zero or low invasiveness – mild invasiveness – moderate invasiveness – high invasiveness). Examples of zero or low invasiveness are various types of global test (e.g. static load tests, local or global dynamic tests, strain monitoring – geodetic, photogrammetric, laser scanning, etc.) and some local surveys (e.g. methods requiring only surface cleaning: eddy current (ET), magnetic metal memory (MPM), magnetic testing (MT) or methods without surface contact: acoustic emission (AE), radiography (RT)). Examples of moderate invasiveness are methods causing local damage to coatings and material surfaces (e.g. non-destructive (NDT) hardness testing, ultrasonic methods (UT) and UT diffraction methods (UT-TOFD), phased array methods (PA), coating surveys – stratigraphy – thickness, chemical composition, layer analysis, adhesion testing, dye testing). Medium invasiveness is represented by methods based on sampling in units of cm<sup>2</sup> or drilling small holes up to 1 cm in diameter (e.g. sampling for chemical composition analysis, metallography, endoscopic surveys). High

<sup>3</sup>Eberhardt, S.; Pospíšil, M.; Ryjáček, P.; Sýkora, M. Heritage Value Assessment Method – Application to Historic Steel Bridge in Prague (invited contribution at STREMAH 2021 – 17th International Conference on Studies, Repairs and Maintenance of Heritage Architecture Conference, 26–28 May 2021); In: International Journal of Computational Methods and Experimental Measurements 9(4): 309–326, 2021, DOI: 10.2495/CMEM-V9-N4-309-326

<sup>2</sup>E-P Method (Evaluation by Parts Method) for assessment of sensitivity of cultural heritage value of load bearing structures; see also: Sophie Eberhardt & Martin Pospíšil (2021): E-P Heritage Value Assessment Method Proposed Methodology for Assessing Heritage Value of Load-Bearing Structures, International Journal of Architectural Heritage, DOI: 10.1080/15583058.2021.1901160

pro analýzu chemického složení, metalografie, endoskopický průzkum). Do vysoké invazivity jsou řazeny odběry vzorků přesahujících jednotky cm<sup>2</sup> (typicky vzorky 10×3 cm, odběr vzorků pro tahové zkoušky a zkoušky lomové houževnatosti, ve statisticky přiměřeném množství). Na závěr probíhá optimalizace, jejímž cílem je stanovení nejvhodnějších diagnostických metod pro maximalizaci získané informace o konstrukci a zároveň zajišťujících minimalizaci negativního dopadu diagnostiky na památkovou hodnotu konstrukce. Obdobným způsobem probíhá optimalizace sanačních a zesilovacích metod.

## 1.6. Cesta k zachování hodnot

Když začátkem devadesátých let Sekce ochrany průmyslového dědictví Národního technického muzea shromažďovala informace pro stručný přehled, přesněji průvodce po industriálním dědictví Čech a Moravy, autoři tehdy v úvodu s obavou glosovali: „... je ale možné, že leccos z toho, co ještě letos uvidíte, napřesrok už nebude stát.“<sup>4</sup>

Bylo to při příležitosti pražského setkání s představiteli Mezinárodní organizace pro ochranu průmyslového dědictví TICCIH (The International Committee for the Conservation of the Industrial Heritage), ale odpovídalo to především dobové atmosféře a stavu společnosti. Téma průmyslového dědictví a ohrožených technických památek nabývalo na aktuálnosti. Přitahovalo pozornost.

Také proto tehdy zadní stranu obálky improvizovaného industriálního průvodce tvořil snímek s průhledem historickou mostní konstrukcí směrem k typickému pražskému panoramatu. Připomínal teprve objevenou a ještě nezvyklou historickou vrstvu města. Významnou a nezaměnitelnou, na niž by se už propříště nemělo zapomínat.

Památky techniky a průmyslového dědictví u nás dosud zůstávaly neudržované a chátraly. Je pro ně však charakteristické, že zpočátku vzbuzovaly obdiv, když byly nové, reprezentovaly technický pokrok a napomáhaly průmyslovému rozvoji, kterému nicméně po čase už přestaly stačit.

Ale také platí, že „průmyslové dědictví dokládá činnost, jež měla a má hluboké historické důsledky“ a „v dějinách výroby, strojírenství a stavitelství představuje hodnotu technickou a vědeckou a svým architektonickým a urbanistickým řešením může představovat i výraznou hodnotu estetickou“, jak argumenty o několik let později shrnuje Charta průmyslového dědictví TICCIH. Její text představuje obecně platné a lapidární zásady pro další výzkum, památkovou ochranu a udržitelné užití průmyslového dědictví, které – jak připomíná – „prohlubuje potřebné vědomí identity“.<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Eva Dvořáková et al.: Industriální skanzen Čechy a Morava. In.: T92, Praha 1992, č. 5-6

<sup>5</sup> Charta průmyslového dědictví TICCIH, překlad Výzkumné centrum průmyslového dědictví FA ČVUT, jako součást projektu MK ČR v programu aplikovaného výzkumu NAKI (podle The Nizhny Tagil Charter for Industrial Heritage, in: James Douet (ed.), Industrial Heritage Re-tooled, Lancaster 2012, Praha 2013

invasiveness includes sampling in excess of units of cm<sup>2</sup> (typically 10×3 cm samples, sampling for tensile and fracture toughness tests, in statistically reasonable quantities). Finally, optimization is performed to determine the most appropriate survey methods to maximize the information obtained about the structure while ensuring that the negative impact of the survey methods on the heritage value of the structure is minimized. Optimisation of rehabilitation and strengthening methods is carried out in a similar way.

## 1.6 The path to preserving values

When at the start of the 1990s the Department for the Protection of Industrial Heritage at the National Technical Museum was gathering information for the overview, or more accurately the guide to the industrial heritage of Bohemia and Moravia, the concerns of the authors were noted: “But it is possible that much of what can still be seen today will be gone by tomorrow”.<sup>4</sup>

This statement was made at the meeting of the board of The International Committee for the Conservation of Industrial Heritage (TICCIH) in Prague. Importantly, it reflected contemporary attitudes and a wider social context. The topics of industrial heritage and endangered technical heritage were becoming more popular. They started to attract attention.

This is why a photograph showing a historic bridge construction, framing the view towards the typical Prague panorama, was chosen for the rear cover page of the improvised guide to industrial heritage. It characterised the contemporary approach towards what were then the recently discovered layers of the city’s history. It is a unique and important history that should never again be forgotten.

At that time, technical heritage and industrial heritage sites were left unprotected and in a state of deterioration. Characteristic for technical and industrial objects is that as new they represented technical advances and supported pioneering industrial growth, while at present they fail to comply with the requirements of modern industry.

Importantly, “The industrial heritage is the evidence of activities which had and continue to have profound historical consequences.” and “it is of technological and scientific value in the history of manufacturing, engineering and construction, and it may have considerable aesthetic value for the quality of its architecture, design or planning.” This was outlined in the Charter of industrial heritage TICCIH a couple of years later. The Charter represents fundamental principles for further research, conservation, protection, and sustainable usage of industrial heritage, and that – as such – “it provides an important sense of identity”.<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Dvořáková, Eva et al.: Industriální skanzen Čechy a Morava. In.: T92, Praha 1992, No. 5-6

<sup>5</sup> The Nizhny Tagil Charter for Industrial Heritage, in: James Douet (ed.), Industrial Heritage Re-tooled, Lancaster 2012, p. 236

Mnohé z objektů, na něž přehled z roku 1992 upozorňoval, zanikly. Některé jsou změněné, jiné nově využité. Dost jich ovšem dosud dál chátá. Mezi nimi i řada ocelových mostů, pro něž tento projekt hledá řešení. Například i pro historickou konstrukci mostu přes Vltavu pod pražským Vyšehradem, která mezitím získala status chráněné kulturní památky podle zákona č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči. Patří k těm nejsledovanějším a pro technické památky, především pokud jde o dopravní stavby, v mnohém typickým, přesto mezním příkladům. S nejistou budoucností.

Dnes už je přítom možné opřít se o výsledky výzkumu, k dispozici jsou ověřovací studie, srovnávací databáze, včetně Industriální topografie České republiky. Také odkazy a doporučení nyní již dostupné Metodiky hodnocení a ochrany průmyslového dědictví z pohledu památkové péče<sup>6</sup>, kterou zpracoval Národní památkový ústav. Je užitečná nejen při posuzování objektů průmyslového dědictví prohlášených za kulturní památky podle zákona o památkové péči.

Zachování provozuschopnosti mostu, vzhledem k nárokům na dopravu, bezpečnost, rostoucí provoz, může být a také ve velké míře je „v kolizi s autenticitou jeho hmotné podstaty“ a pak nezbývá než zvažovat, jak naložit se zařízením, které někdy dokonce už ztratilo svou funkci, jak se vyrovnat s požadavky na modernizaci. Tedy volit kompromis mezi ochranou památkových hodnot a požadavky provozu, vyplývajícími z technologického vývoje oboru nebo platných norem. A hledat odpověď s podporou výzkumu a „při respektování původního technického řešení a maximálním zachování původních prvků“.

Řešení může být inspirací a vodítkem i při rozhodování o mnoha dalších, možná sice méně významných či zatím nedocenených historických mostních konstrukcích, které – jak o tom přesvědčuje stručný výběr připojeného katalogu mostů – patří k charakteristickým dominantám českých a moravských měst a krajinným symbolům.

Many of the structures that were included in the 1992 guide have ceased to exist. Others have been altered, converted, some have been repurposed. Yet many still remain unprotected and in a state of deterioration. Among them are many steel bridges, the main focus of this project. A notable example is the historic bridge over the River Vltava near Vysehrad in Prague, which has been listed as a heritage monument. Discussion about its upgrade or replacement is one of the most publicly followed cases; such public attention being, however, rather uncommon and atypical for industrial monuments.

The future of the bridge is uncertain. Finding a permanent, sustainable technical solution that would mitigate destructive impacts and enhance the recognized values would help to solve the issue. Nowadays, we can rely on the outcomes of research and comparisons that are recorded in databases, including the Industrial Topography of the Czech Republic. Furthermore, we can also refer to the methodology of the preservation of industrial heritage, as outlined by the National Heritage Institute.

The methodology developed in the project is useful not only for officially listed cultural heritage monuments but also to less known, unprotected structures.

The strategy of sustainable maintenance of steel bridges, with consideration of its transport function, safety, and increasing usage taken into account, is often “...in conflict with the authenticity of its tangible value”. Then, it is necessary to consider how to approach technology that has become obsolete and how to approach its required modernization; to search for a compromise between the protection of heritage values and the requirements for function, especially those that are caused by situational changes or current regulations; to explore new possibilities by looking at existing research “...with respect to the original technology and the preservation of original features”, for a function that can be an inspiration when approaching other constructions, even structures that are less well known, that have not yet acquired heritage status. The catalogue lists examples, and shows that historic bridges, often undervalued or not even particularly significant, are an integral part of the notable heritage of Czech and Moravian towns and villages.

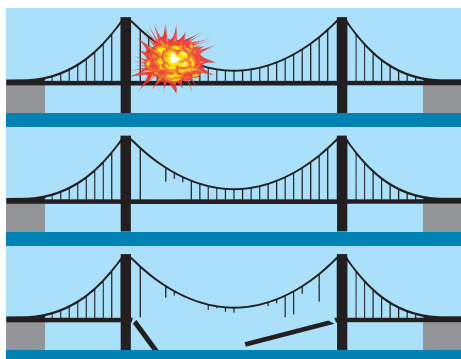
<sup>6</sup>Miloš Matěj & Michaela Ryšková: Metodika hodnocení a ochrany průmyslového dědictví z pohledu památkové péče. Národní památkový ústav, Metodické centrum průmyslového dědictví, Ostrava 2018

<sup>6</sup>Miloš Matěj & Michaela Ryšková: Methodology for the Evaluation and Protection of Industrial Heritage from the Perspective of Heritage Management. National Heritage Institute, Ostrava 2018.

## 1.7. Moderní přístupy k udržitelnosti mostů s památkovou hodnotou

Udržitelnost stavebních konstrukcí zahrnuje řadu dílčích kritérií týkajících se různých fází, kterými konstrukce po dobu své životnosti procházejí – od návrhu přes výstavbu, provoz, údržbu, opravy a modernizaci až k demolici a případnému nahrazení novou konstrukcí. Při posuzování historických mostů se v souladu s ČSN 730038 a Eurokódy zohledňují především následující kritéria:

- **společenská**, která sledují bezpečnost uživatelů mostu, časové ztráty na objízdných trasách a zachování kulturně-historických hodnot mostu,
- **technicko-ekonomická**, pro vyhodnocení technických možností zajištění dostatečné spolehlivosti a životnosti existujícího mostu na základě konkrétních požadavků na přepravu osob a zboží a s přihlédnutím k jejich ekonomické náročnosti (doplňně o kritické porovnání s alternativou nahrazení existujícího mostu novým),
- **ekologická**, která cílí na opětovné využití materiálů a vycházejí zpravidla z uhlíkové stopy (produkce CO<sub>2</sub> související s výrobou a transportem stavebních materiálů, ale i s využíváním objízdných tras v případě dočasného uzavření mostu apod.).

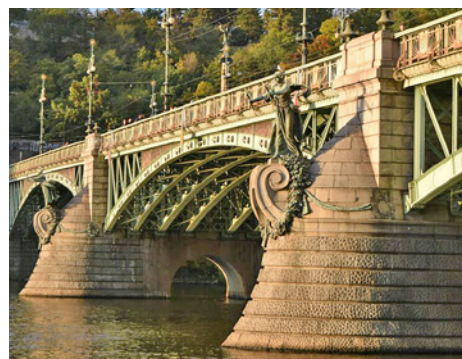


### Společenská kritéria

(Je zajištěna bezpečnost uživatelů?)

### Social criteria

(Is users' safety ensured?)



### Ztráty kulturně-historických hodnot

(Je nutné historickou konstrukcí nahradit?)

### Loss of cultural and heritage values

(Is it necessary to replace the historic structure?)

## 1.7 Advanced Approaches to Sustainability of Bridges with Heritage Values

The sustainability of structures encompasses a number of sub-criteria related to the different phases of service life of structures – from design through execution, operation, maintenance, repair and upgrading, to demolition and replacement with a new structure. In the assessment of historic bridges, the following criteria are predominantly taken into account in accordance with ČSN 730038 for assessment of existing structures including heritage structures and with Eurocodes:

- **societal**: criteria related to the safety of bridge users, time lost on detour routes, and preservation of the heritage values of the bridge;
- **technical and economic**: criteria evaluating the technical possibilities of ensuring sufficient reliability and durability of the existing bridge based on the specific requirements for the transport of people and goods and taking into account associated economic requirements (complemented by a critical comparison with the alternative of replacing the existing bridge with a new structure);
- **ecological**: criteria which target the re-use of materials, generally based on the carbon footprint theory (CO<sub>2</sub> production related to the production and transport of construction materials, but also to the use of detours in the event of temporary closure of the bridge, etc.).



### Technicko-ekonomická kritéria

(Dokážeme dostupnými prostředky historickou konstrukcí zachránit?)

### Technical and economic criteria

(Can we save the historic structure with the available means?)



### Ekologická kritéria

(Jaké jsou dopady objízdných tras, jaká je spotřeba materiálu?)

### Ecological criteria

(What are the impacts of detour routes, what is the material consumption?)

Obr. 1.46. Ilustrace hledisek aplikovaných při hodnocení udržitelnosti

Fig. 1.46 Examples of criteria applied in sustainability assessment



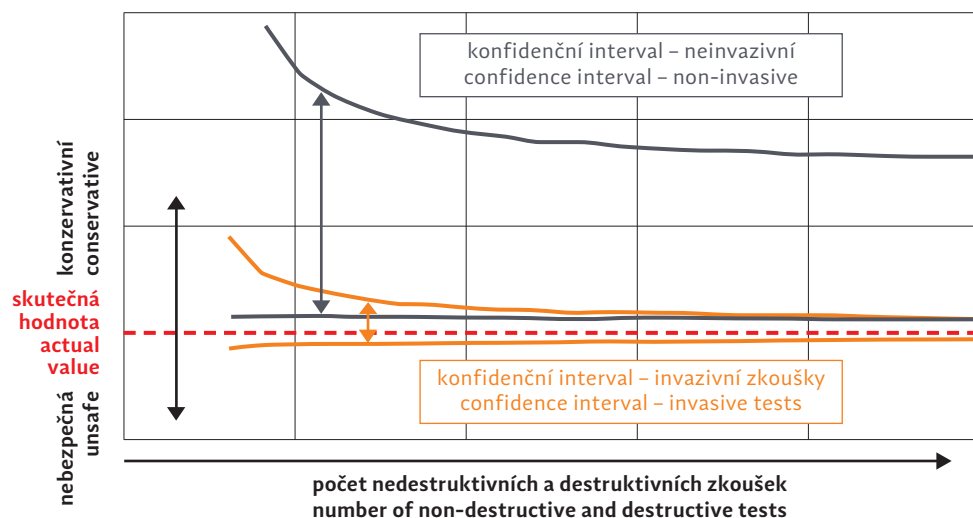
Většinu faktorů ovlivňujících udržitelnost existujících mostů lze vyjádřit finančně ve výši ztrát. Odhadují se ztráty související s poruchou mostu, časové ztráty v důsledku zdržení na objízdných trasách i ekologické dopady v důsledku produkce CO<sub>2</sub>. Často je nutné rozhodnout, zda opravíme či zesílíme existující most, nebo jej nahradíme novým. V těchto případech lze často zvažovat pouze některá kritéria. Pak hodnotíme, zda a jak je třeba omezit dopravu v případě zachování existující konstrukce, jaká bude její životnost, případně jaké budou dopady na životní prostředí při opravě i budoucí údržbě.

Zvlášť se pak pro jednotlivé alternativy zvažují ztráty kulturně-historických hodnot. Rozhodnutí by mělo být přijato ve snaze minimalizovat kvantitativně vyjádřené ztráty a zároveň minimalizovat dopad na kulturně-historickou hodnotu (obvykle vyjádřený kvalitativně).

Projekt cílí k zajištění udržitelnosti historických ocelových mostů zdokonalením následujících metod a metodik:

1. Metodika pro provádění šetrných diagnostických průzkumů ocelových mostů vycházející ze vztahu mezi nejistotami měření a invazivitou průzkumu a z optimalizace počtu destruktivních zkoušek v závislosti na výsledku nedestruktivních zkoušek. Neinvazivní metody bývají zatíženy velkými nejistotami měření, které mohou vést k podhodnocení způsobilosti konstrukce, a tedy ke zbytečným nebo nepřiměřeným opravám. Metody průzkumu jsou proto vybírány s ohledem na požadovanou přesnost posouzení. Hodnocení musí být přesnější v situacích, kdy se únosnost konstrukce blíží limitům normových požadavků. Obvykle se při hodnocení volí adaptivní strategie – nejprve se aplikují neinvazivní metody a poté, je-li to nutné, probíhá podrobnější posouzení za použití invazivnějších postupů.

#### Chyba odhadu pevnosti / Error in strength estimate



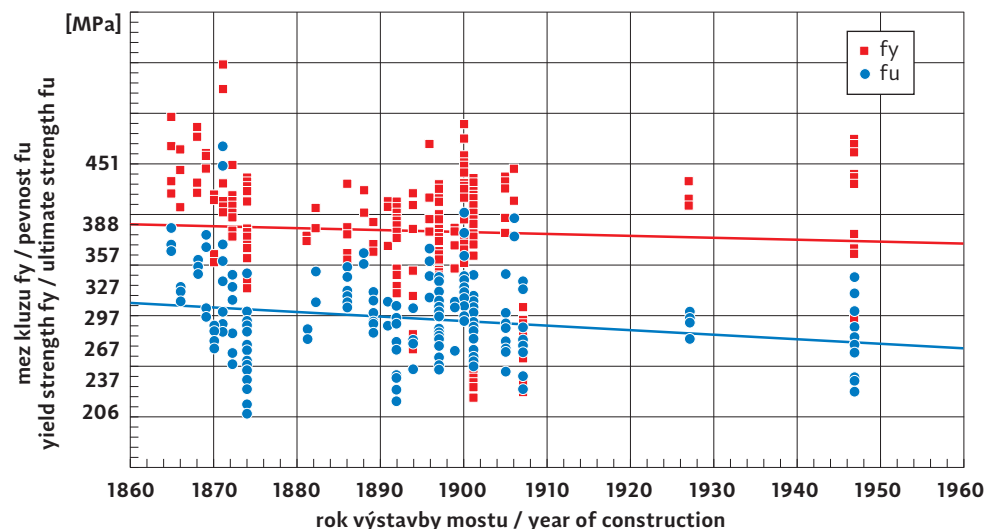
The factors affecting the sustainability of existing bridges can mostly be quantified in terms of monetary units. These estimates include losses related to bridge failure or malfunction, losses due to delays on detours, and environmental impacts due to increased CO<sub>2</sub> production. It is often necessary to decide whether to repair or upgrade an existing bridge or replace it with a new one. An assessment should always be made regarding whether and how traffic should be reduced if the existing structure is retained, what its service life will be, and what environmental impacts are expected when it is repaired and maintained in the future.

In particular, the loss of cultural and heritage values is carefully considered for each alternative. The decision should be made in an effort to minimize quantitative losses while minimizing the impact on cultural and heritage value (usually expressed qualitatively).

The project aims to ensure the sustainability of historic steel bridges by improving the following methods and methodologies:

1. Methodology for decision-making about surveys of steel bridges considering the relationship between measurement uncertainties and survey invasiveness and optimising a number of destructive tests depending on the result of non-destructive tests. Non-invasive methods are associated with large measurement uncertainties that can lead to underestimating the load-bearing capacity of the structure and therefore to unnecessary or inadequate upgrades. The survey methods thus need to be selected with regard to the required accuracy of the assessment. In particular, the assessment must be accurate in situations where the capacity of the structure is close to the limits provided by the requirements of the standards. Typically, an adaptive strategy is adopted in the assessment: non-invasive methods are applied first and then, if necessary, a more detailed assessment is carried out using more invasive procedures.

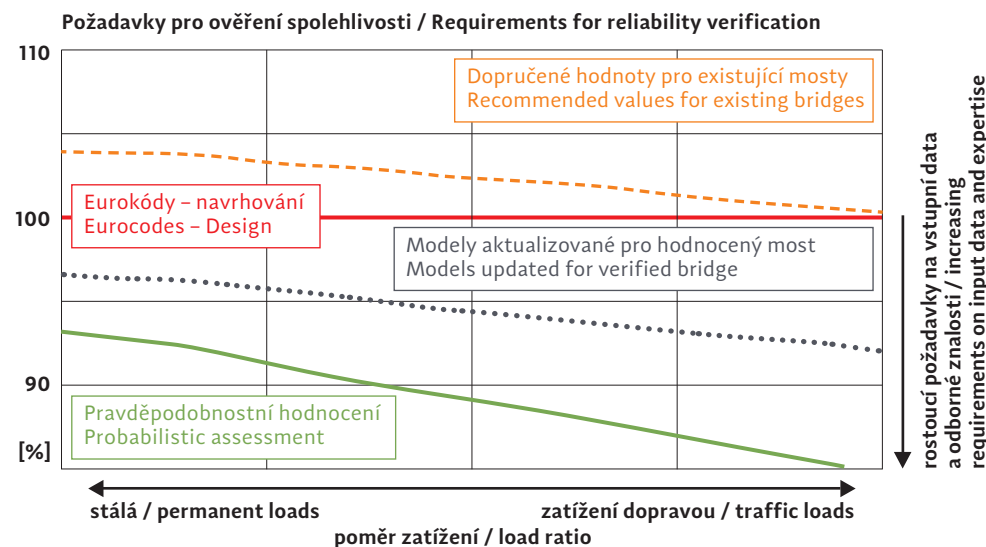
Obr. 1.47. Ukázka vztahu mezi nejistotami průzkumu a počtem zkoušek  
Fig. 1.47 Illustration of relationship between survey uncertainties and number of tests



Obr. 1.48. Závislost meze kluzu a meze pevnosti na roku výstavby mostu  
Fig. 1.48 Variability of yield strength and ultimate strength depending on year of construction

2. Metody pro hodnocení spolehlivosti a životnosti mostů – detailní rozbor nejistot různých metod pro ověřování spolehlivosti ocelových mostů ukazuje, že oproti běžným konzervativním postupům podle norem lze při využití pokročilejších metod snížit požadavky na únosnost (při zachování stejné úrovně spolehlivosti) přibližně o:
  - 5–10% při využití aktualizovaných modelů pro únosnost a zatížení s ohledem na měření a informace o konkrétním mostu,
  - 10–15% při využití pravděpodobnostních metod.
3. Metodologie posuzování památkové hodnoty staveb je obecně popsána v příslušných metodikách<sup>7</sup>. Podle ČSN 730038 je při hodnocení památkových konstrukcí třeba zohlednit technické možnosti průzkumu, aspekty spolehlivosti (včetně bezpečnosti uživatelů) i dodržení zásad pro zachování kulturně-historické hodnoty těchto objektů. Metodika poskytuje klíčové informace o invazivitě průzkumů a o možných dopadech na památkovou hodnotu konkrétního mostu.

<sup>7</sup> např.: Miloš Matěj & Michaela Ryšková: Metodika hodnocení a ochrany průmyslového dědictví z pohledu památkové péče. NPÚ 2018, ISBN 978-80-88240-06-8



Obr. 1.49. Porovnání požadavků při ověřování spolehlivosti (vyjádřené například návrhovou únosností) s využitím různě pokročilých metod  
Fig. 1.49 Comparison of reliability verification requirements (expressed e.g. in terms of load-bearing capacity) using different advanced methods

2. Methods for assessing reliability and service life of bridges – a detailed analysis of the uncertainties of the various methods for verifying the reliability of steel bridges shows that, compared to the usual conservative procedures according to the standards, the load capacity requirements (while maintaining the same level of reliability) can be reduced by approximately:
  - 5–10% when using updated models for load capacity and loads taking into account measurements and information on the specific bridge,
  - 10–15% using probabilistic methods.
3. The basis of the methodology of heritage value assessment of buildings and bridges is provided in relevant methodologies<sup>7</sup>. When assessing heritage structures, it is necessary in accordance with ČSN 730038 to take into account the technical possibilities of the survey, reliability criteria (including the safety of users) and compliance with the principles for preserving the cultural and heritage value of these objects. The methodology provides key information on the invasiveness of surveys and the potential impacts on the heritage value of a particular bridge.

<sup>7</sup> For example: Miloš Matěj & Michaela Ryšková: Methodology for the Evaluation and Protection of Industrial Heritage from the Perspective of Heritage Management. National Heritage Institute, Ostrava 2018.



Obr. 1.50. Ukázka zásahu do historické konstrukce podle invazivnosti průzkumu;  
(a) neinvazivní průzkum – místo pro tvrdoměrnou zkoušku,  
(b) invazivní průzkum – místo odběru vzorku pro tahovou zkoušku



Fig. 1.50 Example of intervention into historic structure according to invasiveness of survey. b  
(a) Non-invasive survey – hardness test  
(a) Invasive survey – specimen for tensile test

4. Metodika pro hodnocení ekologických dopadů zohledňuje následky nefunkčnosti mostu včetně zvýšených emisí a zvýšeného hluku na objízdných trasách i zatížení silniční dopravy přesunem nákladů z železniční dopravy.

Metodika pro zajištění udržitelnosti umožňuje využití dodatečných informací z monitoringu, zatěžovacích zkoušek a studijních zkoušek pro validaci výpočetních modelů a poskytuje zásady pro údržbu a zesilování mostů s památkovou hodnotou.

4. The methodology for assessing the ecological impacts takes into account the consequences of the non-functioning of the bridge, including increased emissions and noise on the detour routes as well as increasing road traffic by shifting cargoes from railway traffic.

The sustainability methodology allows the use of additional information obtained from monitoring, load testing and study tests to validate the calculation models and provides guidelines for the maintenance and strengthening of heritage bridges.

## 1.8. Hlavní výsledky projektu „Metody pro zajištění udržitelnosti ocelových mostních konstrukcí industriálního kulturního dědictví“

Uvedený výzkumný projekt byl řešen po dobu 5 let v celkem šesti etapách projektu:

- E1 – Metody pro diagnostiku ocelových mostů
- E2 – Analýza invazivnosti postupů a technické průzkumy typových mostních objektů
- E3 – Metody pro zesilování a renovaci prvků
- E4 – Metody pro ošetření a ochranu povrchů
- E5 – Metody pro zesilování spojů a styčnic
- E6 – Metodika hodnocení konstrukcí s ohledem na jejich udržitelnost

Tato kapitola stručně rekapituluje nejvýznamnější výsledky projektu a jejich praktický dopad.

V etapě E1 – Metody pro diagnostiku ocelových mostů byla vypracována podrobná „Metodika pro diagnostiku ocelových mostních konstrukcí kulturního dědictví“, kde jsou shrnuty všeobecné požadavky na provedení diagnostického průzkumu a vizuálního a degradačního průzkumu konstrukce, průzkum korozního oslabení, zkoušky materiálových vlastností a korozní průzkum PKO. Metodika definuje kvalitativní rozsah průzkumu, který následně umožní kvalitní hodnocení mostu a zvýší díky zpřesnění vstupních hodnot její možnosti pro další využití.

V etapě E2 – Analýza invazivnosti postupů a technické průzkumy typových mostních objektů byly provedeny prohlídky celkem 73 mostů.

Dalším výsledkem byla metodika kvantifikace citlivosti památkové hodnoty tak, aby bylo možné co nejpřesněji popsat a analyzovat památkovou hodnotu jednotlivých mostních konstrukcí. Ke stanovení památkové hodnoty byla použita metoda E-P (Heritage Value Assessment Method), na jejímž základě byl testován postup stanovení citlivosti památkové hodnoty na invazivitu diagnostických metod.

Třetí oblastí a výsledkem je vývoj metod pro hodnocení únavové životnosti, popř. zbytkové životnosti. Pro stanovení a analýzu únavové životnosti byl vyvinut nástroj pro predikci únavového chování degradovaných ocelových mostů FALCom. Program byl vytvořen pro výpočet únavového poškození konstrukčních prvků, které jsou (či nejsou) oslabeny korozí, a pro odhad jejich zbytkové životnosti.

V etapě E3 – Metody pro zesilování a renovaci prvků byla navázána velice významná spolupráce s pracovníky z Empa, Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology. Pro zesílení prvků byla ověřena a aplikována technologie SMA. Jako výsledek projektu byla v červnu 2019 provedena zkušební aplikace prvního zesílení technologií SMA na mostě na světě. Úspěšné uskutečnění a výsledky tohoto experimentu na reálné konstrukci potvrdily veliký potenciál technologie SMA pro zesilování historických ocelových mostů.

## 1.8 Main results of the project “The Methods for Achieving the Sustainability of Industrial Heritage Steel Bridges”

This research project was carried out over a period of 5 years in a total of six project phases:

- E1 – Methods for surveys of steel bridges
- E2 – Analysis of invasive procedures and technical surveys of typical bridge structures
- E3 – Methods for strengthening and renovation of members.
- E4 – Methods for surface treatment and protection
- E5 – Methods for strengthening of joints and connectors
- E6 – Methodology for the assessment of structures with regard to their sustainability

This chapter briefly summarises the most important results of the project and their practical impact.

In Phase E1 – Methods for Surveys of Steel Bridges, a detailed methodology was developed, summarising the general requirements for carrying out surveys and a visual and deterioration survey of the structure, a corrosion damage survey, material tests and a survey of the coating. The methodology defines qualitatively the scope of the survey, which subsequently allows a well-informed assessment of the bridge to be made, and to utilise its potential for further use.

A total of 73 bridges were inspected in Stage E2 – Analysis of Invasive Procedures and Technical Surveys of Typical Bridge Structures.

A further outcome was the development of a methodology for quantifying sensitivity of heritage value, so that the heritage value of individual bridge structures could be effectively described and carefully analysed. The Heritage Value Assessment Method (E-P) was used to assess the sensitivity of the heritage value in relation to the invasiveness of the survey methods used.

Concerning the third topic, various methods for assessing fatigue life or residual life were developed. A fatigue behavior prediction tool for degraded steel bridges, FALCom, was developed for fatigue life determination and analysis. The software was developed to calculate the fatigue damage of structural elements that are possibly weakened by corrosion and to estimate their residual life.

A very important collaboration was established in the E3 phase with the researchers from EMPA, the Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology – i.e. Methods for strengthening and renovation of elements. The SMA technology was verified and applied for the reinforcement of the elements. As a result of the project, a pilot application of the world’s first SMA technology strengthening of a bridge was carried out in June 2019. The successful implementation and results of this experiment on a real structure confirmed the great potential of the SMA technology for strengthening historic steel bridges.

Jedná se o zesilování pomocí **SMA** nebo též „**shape memory alloys**“ pro zvýšení statické únosnosti a únavové životnosti konstrukce využitím speciální materiálové vlastnosti, tzv. efektu tvarové paměti. Zesilování historických ocelových mostů s sebou nese řadu specifík. Členitost těchto konstrukcí komplikuje možnost upevnění dodatečného zesílení. Zároveň je kvůli technické a kulturní hodnotě těchto objektů vhodné redukovat nutné zásahy do konstrukce na minimum. V případě zesílení dosud známými metodami za využití předpínacích tyčí, kabelů, či lamel na bázi uhlíkových vláken je mnohdy nutné použití složitých kotvení oblastí. A také vyřešení upevnění hydraulických lisů.

V rámci výzkumu byla též provedena laboratorní zkouška zesílení pomocí materiálu SMA. Po ověření experimentem byla provedena aplikace zesílení na skutečnou konstrukci historického ocelového mostu v Petrově nad Desnou. Pro zesílení byly použity pásy SMA kotvené ke konstrukci příčnicku dvojicí úhelníků upevněných HRC šrouby.



Obr. 1.51. Zesílení příčnicku historického ocelového mostu pomocí SMA  
Fig. 1.51 Strengthening the crossbeam of a historic steel bridge with SMA

V roce 2020 a 2021 bylo zesílení SMA aplikováno za pomoci ocelových tyčí i pro reálné zesílení mostu Kapitána Jaroše v Karlových Varech. To mělo za cíl snížení trvalého průhybu nosné konstrukce a zvýšení její statické únosnosti. Aplikace jako taková je unikátním projektem, jednalo se o **první reálnou aplikaci trvalého zesílení pomocí SMA na nosnou konstrukci mostu**. Přestože předmětný most je poměrně novou konstrukcí, vyvinuté zesílení bude plně použitelné i pro historické mosty. Je zde tedy jednoznačná synergie cílů řešení.

The strengthening with **SMA – shape memory alloys** – should increase the static load capacity and fatigue life of a structure by using its special material property, the so-called shape memory effect. Reinforcement of historic steel bridges has a number of specifics. The irregularity of these structures complicates the possibility of fixing additional strengthening. At the same time, due to the technical and cultural value of these structures, it is advisable to keep the necessary structural interventions to a minimum. In the case of strengthening by well-known methods using tension rods, cables or carbon fibre slats, the use of complex anchorage areas is often necessary. In such cases hydraulic presses must also be affixed.

The research also included a laboratory test of strengthening using SMA material. After verification by experiment, the strengthening was applied to the actual construction of the historic steel bridge in Petrov nad Desnou. SMA strips anchored to the crossbeam structure by a pair of angles fixed with HRC bolts were used.



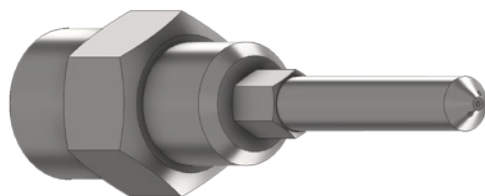
Obr. 1.52. Finální konfigurace aktivovaného zesílení  
Fig. 1.52 Final configuration of the activated reinforcement

In 2020 and 2021, SMA strengthening was also applied using steel bars for the real strengthening of the Captain Jaroš Bridge in Karlovy Vary. This was aimed at reducing the permanent deflection of the structure and increasing its structural capacity. The application as such is a unique project, it was **the first real application of permanent reinforcement using SMA on the bridge structure**. Although the subject bridge is a relatively new structure, the developed reinforcement will be fully applicable to historic bridges.

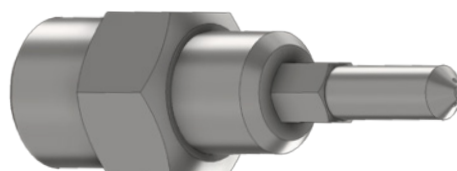
V rámci etapy E4 – Metody pro ošetření a ochranu povrchů byl výzkum směřován na zlepšení kvality úpravy povrchu a aplikace nátěrových hmot v úzkých štěrbinách, které jsou u historických mostů časté.

Hlavním výsledkem je užitečný vzor UV 34780 – Tryska pro vysokotlaké tryskání vodním paprskem do obtížně přístupných míst. Její primární využití je pro čištění a odstraňování nečistot v těžko dostupných místech, jako jsou úzké štěrby ocelových konstrukcí. Tuto trysku lze využít i v dalších těžko dostupných místech při čištění strojních součástí a celků, jako jsou dutiny či úzké prostory.

Výhoda řešení spočívá zejména v možnosti výměny tryskové části. Tryskovou část je možné zasunout do úzké štěrby a provést otryskání přímo ve štěrbině. Podle dané hloubky, popř. šířky štěrby je možné zvolit příslušně velkou (dlouhou) tryskovou část.



Obr. 1.53. Sestava vyrobené trysky  
Obr. 1.53 Assembly of the manufactured nozzle



Obr. 1.54. První test trysky  
Obr. 1.54 First nozzle test

Dalším významným výsledkem byla ověřená technologie – Technologie oprav protikorozní ochrany historických ocelových konstrukcí s využitím kombinovaných povlaků.

Ověřená technologie má za cíl zajistit vhodnou protikorozní ochranu menších ocelových částí, jako jsou demontovatelné prvky zábradlí a dekorativní části historických a technických památek. Cílem bylo aplikovat takovou protikorozní ochranu, která poskytne ochranu i na velice exponovaných a mechanicky namáhaných částech zábradlí ocelové mostní konstrukce, kde by mohlo docházet k rychlému koroznímu napadení a ztrátě životnosti protikorozní ochrany. Protikorozní ochranný systém byl navržen v kombinaci žárového pokovení Zn ponorem s ochranným nátěrovým systémem. Jedná se o provedení celkové protikorozní ochrany segmentu zábradlí Čechova mostu, která splňuje požadované vlastnosti a zaručuje dlouhou životnost ve vysoce korozně namáhaném prostředí. Protikorozní ochrana tak bude zaručovat požadovanou životnost (více než 25 let) v korozním prostředí C4 (korozní agresivita atmosféry).

Within the framework of Stage E4 – Methods for surface treatment and protection – the research was directed towards improving the quality of surface treatment and the application of coating in narrow crevices, which are common in historic bridges.

The main result is the utility model UV 34780 – Nozzle for high-pressure water jetting in hard-to-reach areas. Its primary use is for cleaning and debris removal in hard-to-reach areas such as narrow crevices in steel structures. This nozzle can also be used in other hard-to-reach areas when cleaning machine parts and assemblies such as cavities or narrow spaces.

The advantage of the solution lies mainly in the possibility of replacing the nozzle part. The nozzle part can be inserted into a narrow space and blasted directly into the gap. Depending on the depth or width of the slot, the appropriate length of the nozzle section can be selected.



Another important result was a certified technology: Technology of corrosion protection and repair of historic steel structures using combined coatings.

The certified technology aims to provide suitable corrosion protection for smaller steel parts such as demountable railing elements and the decorative parts of historic and technical monuments. The aim was to apply corrosion protection that would provide protection even on very exposed and mechanically stressed sections of the railings of a steel bridge structure, where rapid corrosion attack and loss of lifetime corrosion protection could occur. The corrosion protection system was designed using a combination of a Zn hot-dip coating with a protective coating system. It is included in the design of the overall corrosion protection system of the railing segment of the Čech Bridge, which is in accordance with the required properties and guarantees a long service life in a highly corrosive environment. The corrosion protection will thus guarantee the required service life (more than 25 years) in a C4 corrosive environment (corrosivity of the atmosphere).



Obr. 1.55. Aplikace systému protikorozní ochrany segmentu zábradlí Čechova mostu  
Fig. 1.55 Application of the corrosion protection system for the railing segment of the Čech Bridge

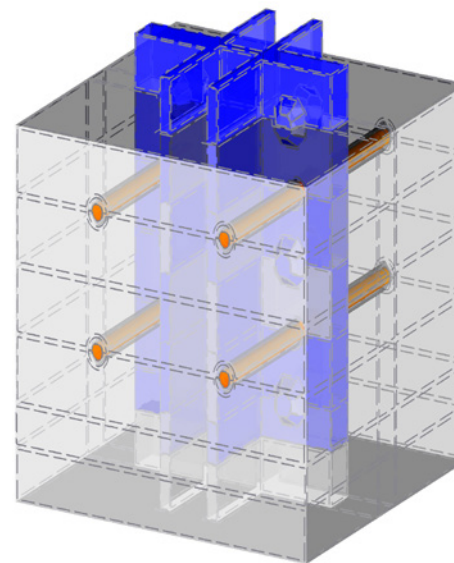
V rámci etapy E5 – Metody pro zesilování spojů a styčnicků byl výzkum zaměřen na zesilování často silně degradovaných podporových míst ocelových mostů za pomoci pouzdra z ultra-vysokohodnotného betonu (UHPC), čímž dojde k zastavení koroze a k zesílení korozně oslabené části. Pro toto zesílení vznikl jak funkční vzorek, tak byl zapsán užitečný vzor.

Výsledkem etapy E6 – Metodika hodnocení konstrukcí s ohledem na jejich udržitelnost je zejména metodika hodnocení udržitelnosti, která umožní přihlídnout k výsledkům:

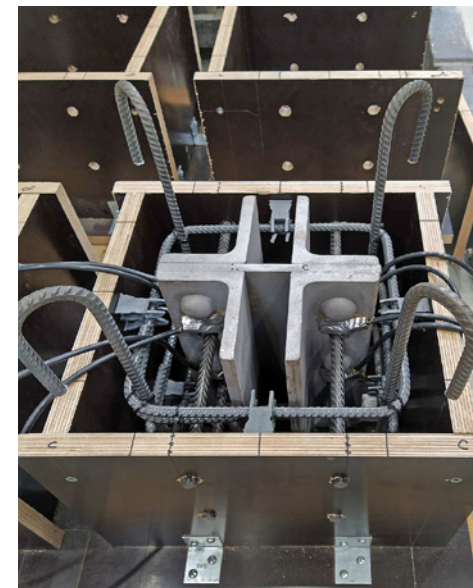
- zatěžovacích a studijních zkoušek k validaci výpočetních modelů,
- hodnocení mostů s ohledem na jejich zatížitelnost, přechodnost a únavovou životnost,
- hodnocení citlivosti památkové hodnoty

a poskytuje doporučení pro provádění dlouhodobého monitoringu mostů, obnovu a zesilování ocelových mostů s ohledem na památkovou hodnotu, obnovu PKO historických mostních konstrukcí a zhodnocení ekologických kritérií.

Dalším výstupem je výstava o mostních památkách a kritický katalog k ní.



Obr. 1.56. Výpočetní prostorový model v programu RFEM  
Fig. 1.56 RFEM numerical model



Obr. 1.57. Vzorek na pilotní protlačovací zkoušky před betonáží  
Fig. 1.57 Specimen for pilot test samples before concreting

In the framework of Stage E5 – Methods for strengthening joints and connections – the research focused on the strengthening of often severely deteriorated support points of steel bridges, using Ultra-High Performance Concrete (UHPC) casing, thereby stopping corrosion and strengthening the corroded section. Both a functional specimen and a utility model have been registered for this strengthening process.

In particular, Stage E6 – Methodology for the evaluation of structures with regard to their sustainability – resulted in a sustainability evaluation methodology to take into account the results:

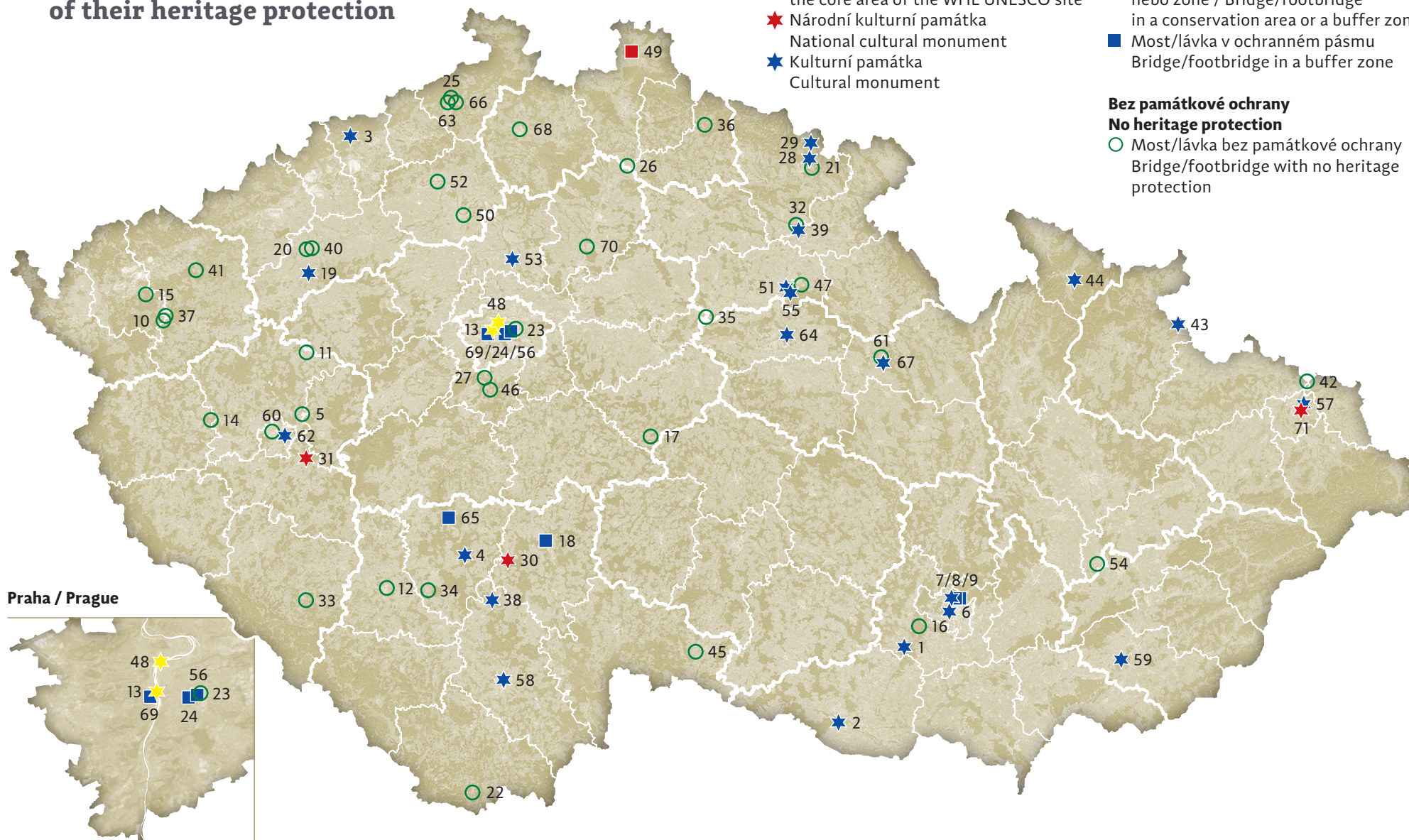
- load and study tests to validate the computational models,
- evaluation of bridges with regard to their load capacity, transient and fatigue life,
- assessment of the sensitivity of the heritage value,

and provides recommendations for conducting long-term monitoring of bridges; rehabilitation and strengthening of steel bridges with respect to heritage value; rehabilitation of historic bridge structures; evaluation of environmental criteria.

Another deliverable is an exhibition on significant bridge monuments and a critical catalogue to accompany it.

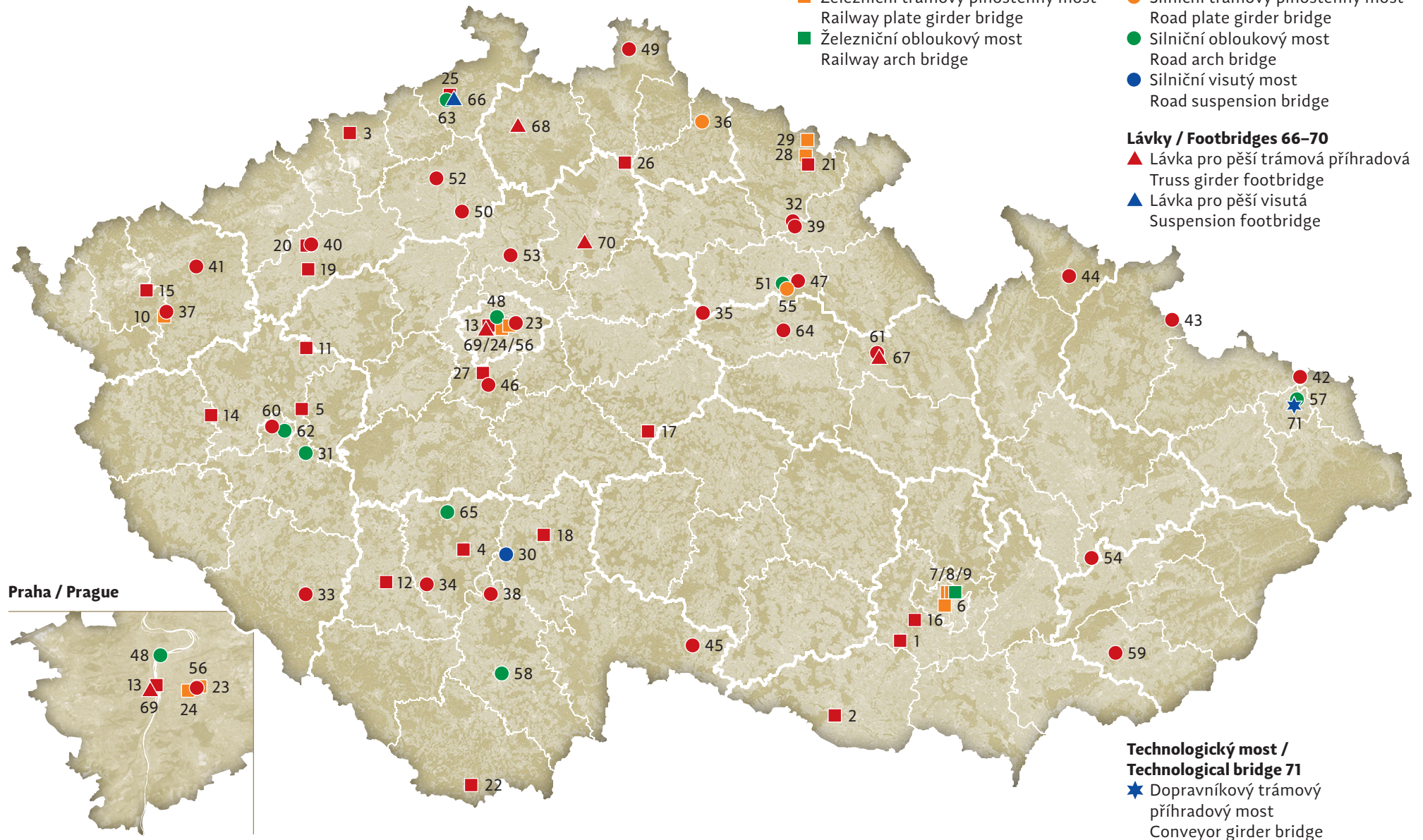
## 1.9. Mapa mostů podle úrovně jejich památkové ochrany

### 1.9 Topography of bridges according to the level of their heritage protection





## 1.10. Mapa mostů podle jejich účelu 1.10 Topography of bridges according to their purpose



## 2. Katalog studovaných mostů

### 2.1. Železniční mosty

## 2. Catalogue of Studied Bridges

### 2.1 Railway bridges



## 01 – Ivančický viadukt / Ivančice – railway viaduct

železniční trémový příhradový most (1870)	railway truss girder bridge	GPS
Jihomoravský kraj, okres Brno-venkov	South Moravia Region, Brno-Country district	49°04'56.2" N
kulturní památka	cultural monument	16°24'41.6" E

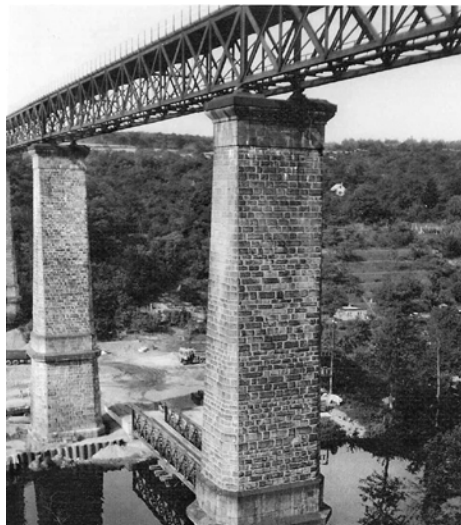


V roce 1870 byl dokončen první Ivančický viadukt, který byl součástí trasy Vídeň – Hrušovany nad Jevišovkou – Střelice – Brno Rakouské společnosti státní dráhy (StEG). Most je trémový příhradový s rovnoběžnými pásy s horní mostovkou. Nosníky mají vícenásobně staticky neurčitou soustavu se svislicemi a zkříženými diagonálami. Pásové pruty jsou jednostěnné. Most má podélné ztužení v úrovni horního a dolního pásu a příčná ztužidla v každém styčnicku. Stavba mostu na kamenných pilířích probíhala v letech 1868 až 1870 podle návrhu státní železniční společnosti ve Vídni. Ocelová konstrukce byla zhotovena ze svářkového železa a montáž mostu provedla francouzská firma Cail et comp. Bylo spotřebováno 1238 tun svářkového železa a 206 tun litiny. Původní pilíře byly zhotoveny ze čtyř litinových trub vyplněných betonem. V roce 1892 byly trouby pilířů, které vykazovaly trhliny, vyměněny za příhradové pilíře z válcovaných profilů. V dalších letech byly prováděny různé opravy, bylo vloženo horní ztužení, byly opravovány trhliny v diagonálách hlavních nosníků, byly opravovány jednotlivé podélníky a příčníky, byly doplňovány nýty apod. Most byl ve špatném stavu. V roce 1978 byl uveden do provozu nový souběžný trémový komorový svařovaný most. Z původního mostu zůstalo pouze jedno pole a jeden pilíř jako technická památka.

In 1870, the first viaduct at Ivančice was completed, which was an integral part of the route Vienna – Hrušovany nad Jevišovkou – Střelice – Brno Austrian State Railways (StEG). The bridge is a deck type lattice truss with straight chords and verticals. The structure is of a statically indeterminate system with verticals and crossed diagonals. The chord members are single-walled. The bridge has longitudinal bracings at the level of the top and bottom chords and transverse bracing at each abutment. The bridge was constructed between the years 1868 and 1870, and was designed by the state railway company in Vienna. The steel structure was made of wrought iron and the bridge was assembled by the French firm Cail & Co., using 1,238 tons of wrought iron and 206 tons of cast iron. Originally, the piers were made of four cast-iron tubes filled with concrete. In 1892, the pier tubes, on which cracks had appeared, were replaced with truss piers made of rolled sections. In the following years various repairs were carried out, an upper bracing was inserted, cracks in the diagonals of the main beams were repaired, individual stringers and crossbeams were strengthened, rivets were replaced, etc. The bridge was in poor overall condition. In 1975 a new parallel welded box girder bridge was put into service. Only one span and one pier remain of the original 1870 bridge as an engineering monument.

## 02 – Znojemský viadukt / Znojmo – railway viaduct

železniční trémový příhradový most (1871)	railway truss girder bridge	GPS
Jihomoravský kraj, okres Znojmo	South Moravia Region, Znojmo district	48°50'52.3" N
kulturní památka*	cultural monument*	16°03'05.9" E



Železniční most přes Dyji ve Znojmě má čtyři pole o rozpětí cca 50 + 60 + 60 + 50 m. Původní most z roku 1871 zajistil spojení Rakouské severozápadní dráhy mezi Vídní a Znojmem, a tím i spojení mezi Šatovem a Retzem. Ocelová konstrukce mostu byla provedena jako spojitý příhradový nosník na kamenných pilířích. Jednalo se o výjimečnou stavbu, která byla realizována ve výšce více než 50 m nad hladinou řeky Dyje. Tato konstrukce sloužila až do roku 1992, kdy došlo k její náhradě mostním provizoriem ŽM 16. Stará mostní konstrukce byla příčně přesunuta na vysoké provizorní pilíře a konstrukce ŽM 16 byla podélně zasunuta. Kamenné pilíře byly sanovány injektáží a přespárováním. V roce 2008 byl dokončen projekt na trvalý most, jehož hlavní nosnou konstrukcí byly dva ocelové příhradové nosníky kosoúhlé soustavy bez svislic s ocelovou ortotropní mostovkou, která vytvářela žlab pro kolejové lože. Výměna mostního provizoria za trvalý most probíhala v letech 2008 a 2009. Provizorní most byl podélně vysouván na stávajících pilířích směrem na Šatov a současně nový trvalý most byl vysouván na pilíře směrem od Znojma. Po dokončení montáže byl nejvyšší most Jihomoravského kraje uveden do provozu.

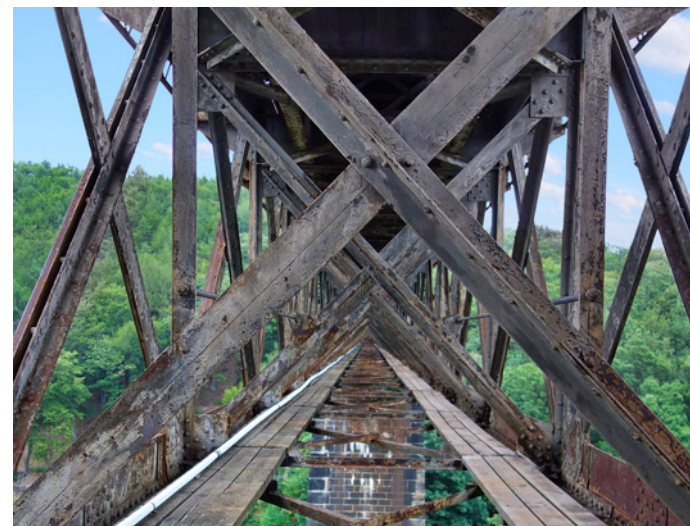
\* kulturní památka, ochranné pásmo Městské památkové rezervace Znojmo

The railway bridge over the River Dyje in Znojmo has 4 spans of approximately 50+60+60+50 m. The original bridge from 1871 was an integral part of the railway connection between Vienna and Znojmo (Austrian North-Western Railway), and thus the connection between Šatov and Retz. The steel structure of the bridge was made as a continuous truss beam on stone piers. It was a unique structure, which was realized at a height of more than 50 m above the level of the River Dyje. This structure remained in service until 1992, when it was replaced by the temporary bridge structure ŽM 16. The stone piers were rehabilitated by injecting and re-pairing. In 2008, the permanent bridge project was completed. The main load-bearing structure consists of two steel trusses of a rhomboid system without verticals, with a steel orthotropic bridge deck that forms a gutter for the track bed. The replacement of the temporary bridge with a permanent bridge took place in 2008 and 2009. The temporary bridge was incrementally launched longitudinally on the existing piers in the direction of Šatov, and at the same time the new permanent bridge was launched on the piers in the direction of Znojmo. After the assembly was completed, the highest bridge in the South Moravian Region was put into service.

\* cultural monument, buffer zone of the urban conservation area of the town of Znojmo

## 03 – Hrob – železniční most / Hrob – railway bridge

železniční trémový příhradový most (1884)	railway truss girder bridge	GPS
Ústecký kraj, okres Teplice	Ústí nad Labem Region, Teplice district	50°39'48.54" N
kulturní památka	cultural monument	13°43'46.73" E



Železniční most o třech polích přes hluboké údolí s výškou pilířů až 27m. Trémový spojitý příhradový most se zapuštěnou mostovkou celkové délky 128 m. Příhradová konstrukce je přímopásová svislicová se zkříženými diagonálami. Most má dva hlavní nosníky a má podélné vodorovné příhradové ztužení v úrovni horních i dolních pásů. V každém styčnicku je svislé příčné příhradové ztužidlo. Pásky nosníku jsou jednostěnné, horní pás je průřezu T a dolní pás obráceného průřezu T. Diagonály a svislice jsou členěné pruty s rámovými spojkami. Příčníky a podélníky jsou pruty průřezu I. Podélníky jsou zapuštěné do příčníků. Všechny pruty jsou nýtované. Hlavní nosná konstrukce je uložena na ocelová ložiska, pohyblivá ložiska mají 6, 7 nebo 8 válců. Pilíře a opěry jsou kamenné.

Most tzv. Moldavské dráhy byl navržen vrchním státním inženýrem Janem Bydžovským. Ocelovou mostní konstrukci dodala Pražská akciová strojírna, dříve Ruston a spol., v roce 1884.

A railway bridge with three spans over a deep valley with piers up to 27m high. A semi through truss bridge with a total length of 128 m. The truss structure is a straight-span vertical with crossed diagonals. The bridge has two main girders and has longitudinal horizontal truss bracing at the level of the upper and lower chords. There is a vertical truss bracing at each joint. The upper chord is in the form of a T-section and the lower flange of an inverted T-section. The crossbeams and stringers are I-section members. The stringers are recessed into the crossbeams. All members are riveted. The superstructure is supported by steel bearings, and the movable bearings have 6, 7 or 8 rollers. The piers and abutments are of stone masonry.

The bridge, an integral part of the so-called Moldova Railway, was designed by the chief state engineer Jan Bydžovský. The steel bridge structure was supplied by the Prague Joint Stock Engineering Works, formerly Ruston & Co., in 1884.

## 04 – Červená nad Vltavou – železniční most Červená nad Vltavou – railway bridge

železniční trémový příhradový most (1889)	railway truss girder bridge	GPS
Jihočeský kraj, okres Písek	South Bohemia Region, Písek district	49°22'54.42" N
kulturní památka	cultural monument	14°15'15.71" E



Železniční most Českomoravské transversální dráhy přes řeku Vltavu je o třech polích rozpětí 84,4 m. Ocelová konstrukce překračující vnitřní tři pole byla navržena jako nýtovaný příhradový nosník rombické soustavy se svislicemi a mezilehlou prvkovou mostovkou. Hlavní nosníky v osové vzdálenosti 5,04 m jsou vysoké 9,9 m. Staticky se jedná o spojitý nosník o třech polích s klouby ve středním poli – Gerberův nosník (vyložení konzoly 25,32 m a rozpětí vloženého pole 33,76 m).

Stávající most je z roku 1889. Stavebními pracemi byla pověřena firma Redlich a Berger, výrobou ocelové konstrukce První českomoravská továrna na stroje v Praze-Libni a montáží firma Ruston a spol. Dvě krajní pole ocelové konstrukce byla montována na dřevěném lešení a derikovým jeřábem nosnosti 4 tuny, který pojížděl po smontované konstrukci. Montáž probíhala symetricky od obou opěr. Konstrukce středního pole byla montována letmo, přičemž klouby vloženého pole byly provizorně zafixovány.



The railway bridge over the River Vltava, an integral part of Bohemian-Moravian Diagonal Railway, has three spans of 84.4 m. The steel structure crossing the inner three spans was designed as a riveted truss rhombic structure with verticals and a half-through bridge deck. The main girders, at an axial distance of 5.04 m, are 9.9 m high. Structurally, it is a continuous beam of three spans with hinges in the middle span – a Gerber beam (cantilever 25.32 m and span of the inserted structure 33.76 m).

The existing bridge dates from 1889. The construction work was entrusted to the Redlich and Berger company, the production of the steel structure to the První českomoravská machine factory in Prague-Libeň, and the assembly to Ruston Ltd. The two outermost spans of the steel structure were assembled on timber scaffolding using a derrick crane with a capacity of 4 t, which travelled over the assembled structure. The assembly was symmetrical from both abutments. The middle span was assembled by the cantilever method, with the joints of the inserted span being temporarily fixed.

## 05 – Chrást u Plzně – železniční most Chrást u Plzně – railway bridge

železniční trémový příhradový most (1892)	railway truss girder bridge	GPS
Plzeňský kraj, okres Plzeň-město	Pilsen Region, Plzeň-City district	49°48'11.75" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	13°30'20.64" E



Železniční most vede přes údolí Klabavy. Ocelový trémový příhradový most s parabolickým dolním pásem a mezilehlou mostovkou. Most má tři prostá pole o rozpětí cca 35 m. Příhradová konstrukce je svislicová se zkříženými diagonálami. V úrovni dolního pásu a pod podélníky je podélné vodorovné příhradové ztužení. V každém styčnicku je svislé příčné ztužení. Pásky nosníku jsou jednostěnné, horní pás je průřezu T, dolní pás obráceného průřezu T. Svislice a tažené diagonály jsou celistvého průřezu, tlačené diagonály jsou členěného průřezu s rámovými spojkami. Příčníky jsou příhradové a jsou připojeny do svislic hlavního nosníku. Podélníky jsou plnostěnné I průřezu a jsou zapuštěné do příčníků. Všechny pruty a styčníky jsou nýtované. Hlavní nosná konstrukce je uložena na ocelových ložiskách, pohyblivá ložiska mají 5 válců.

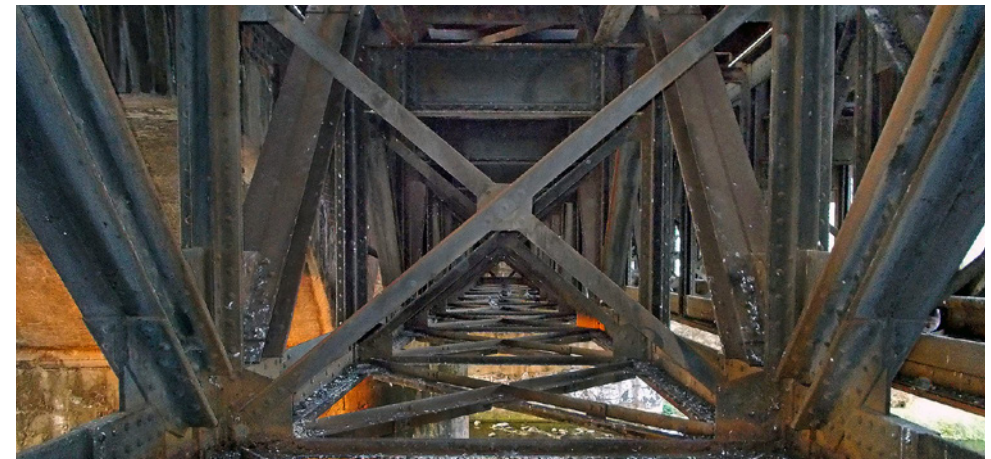
Původní most („Schifkornova konstrukce“) byl nahrazen stávající ocelovou konstrukcí mostu v roce 1892, kterou dodala Pražská mostárna.

Railway bridge over the Klabava valley. Steel semi-through truss bridge with parabolic lower chord. The bridge has three spans of about 35 m. The truss structure is vertical with crossed diagonals. There is a longitudinal horizontal truss bracing at the level of the bottom chord and under the stringers. There is a vertical transverse bracing in each joint. The chords of the truss are single-web, the upper chord is a T-section, and the lower chord is an inverted T-section. The crossbeams are trussed and connected to the verticals of the main beam. The stringers are I-sections and are recessed into the crossbeams. All members and connections are riveted. The superstructure is supported by steel bearings, the movable bearings have 5 cylinders.

The original bridge (of Schifkorn-type) was replaced by the present steel structure in 1892.

## 06 – Brno – most přes Svatku, silnice a vlečku Brno – bridge over the River Svatka, roads and factory railway

železniční trémový plnostěnný a příhradový most	railway plate girder and truss girder bridge	GPS
Jihomoravský kraj, okres Brno-město	South Moravia Region, Brno-City district	49°11'00.5"N
kulturní památka*	cultural monument*	16°36'26.8"E



Železniční most přes Svatku má sedm polí. V 1., 5., 6. a 7. poli jsou klenbové kamenné nebo betonové konstrukce. Ve 2. a 4. poli jsou ocelové trémové plnostěnné konstrukce bez mostovky rozpětí 10,70 m. Hlavní nosníky výšky 1,8 m jsou v osové vzdálenosti 1,81 m a jsou nýtované. Konstrukce mají podélné vodorovné příhradové ztužení u dolních i u horních pásů hlavních nosníků a příčná příhradová ztužidla. Styčníky jsou nýtované nebo šroubované. Hlavní nosníky jsou uloženy na ocelová ložiska. Ve 3. poli je ocelová trémová příhradová konstrukce s rovnoběžnými pásy rozpětí 35,2 m. Mostovka je zapuštěná. Příhradové nosníky jsou jednostěnné, příčníky i podélníky jsou plnostěnné nýtované. Podélníky jsou nasazené na příčníky. Mezi podélníky je ztužení. Hlavní nosná konstrukce má podélné vodorovné příhradové ztužení v úrovni horních i dolních pásů a příčná příhradová ztužidla. Ložiska jsou ocelová vahadlová, stolicová nebo dvouválečková. Spodní stavba je kamenná.

Viadukt Severní dráhy císaře Ferdinanda, původně zděný klenutý, pochází z roku 1838, v roce 1869 byl rozšířen o druhou kolej. Krajiní ocelové konstrukce jsou z roku 1895, resp. 1902, střední konstrukce je z roku 1951.

The railway bridge over the River Svatka has 7 spans. In the 1st, 5th, 6th and 7th spans there are stone or concrete arches. In the 2nd and 4th spans there are steel beam plate girder structures without bridge deck with a span of 10.70 m. The main riveted beams of 1.8 m in height are at an axial distance of 1.81 m. The structures have longitudinal horizontal truss bracing at the lower and upper chords of the main girders and transverse truss bracing. The connections are riveted or screwed. The main beams are placed on steel bearings. In the 3rd span there is a steel beam truss structure with parallel chords of span 35.2 m. It is a semi through type truss. The truss girders are single-web, and the crossbeams and stringers are riveted plate girders. The stringers are mounted on the crossbeams. There is bracing between the stringers. The main load-bearing structure has longitudinal horizontal truss bracing at the level of the upper and lower chords, and also transverse truss bracing. The bearings are steel roller, table or double roller bearings. The substructure is made of stone masonry.

The Vienna viaduct – an integral part of the Northern Railway of Emperor Ferdinand, originally brick vaulted – dates from 1838. In 1869 it was extended to accommodate a second track. Steel structures K2 and K4 are from 1895 and 1902 respectively, while the construction of K3 dates from 1951.

\*součást areálu kulturní památky Brno hlavní nádraží, ochranné pásmo Městské památkové rezervace Brno, nárazníková zóna Víla Tugendhat (WHL UNESCO)

\*part of the cultural monument Brno main railway station, buffer zone of the urban conservation area of the city of Brno, buffer zone of Villa Tugendhat (WHL UNESCO)



## 07 – Brno – most přes ulici Nádražní/Benešova Brno – bridge over Nádražní/Benešova street

železniční trémový plnostěnný most (1895)	railway plate girder bridge	GPS
Jihomoravský kraj, okres Brno-město	South Moravia Region, Brno-City district	49°11'30.7"N
kulturní památka*	cultural monument*	16°36'52.1"E



Železniční most přes ulici Nádražní/Benešova má čtyři otvory. Rozpětí v krajních polích je 8,80, resp. 7,54 m, ve středních polích 13,88 m. Na mostě jsou dvě koleje a pod každou kolejí jsou 4 samostatné ocelové trémové plnostěnné nýtované konstrukce. Pod kolejí č. 1 jsou konstrukce s horní mostovkou. Hlavní nosníky výšky 0,98 m jsou v osové vzdálenosti 5,38 m. Příčníky jsou v osové vzdálenosti 1,70 m a mezi nimi jsou cihelné klenby. Podélníky tudíž nejsou a není ani žádné podélné ztužení u dolních pásů hlavních nosníků. Pod kolejí č. 2 jsou konstrukce se zapuštěnou mostovkou. Hlavní nosníky výšky 1,02 m jsou v osové vzdálenosti 2,85 m. Příčníky jsou v osové vzdálenosti 2,38 m a mezi nimi jsou plnostěnné podélníky výšky 0,41 m ve vzdálenosti po 1,80 m. Uložení všech konstrukcí je ložiskové. Spodní stavba se skládá ze dvou opěr a z litinových pilířů. Pod každým hlavním nosníkem jsou na obou koncích samostatné pilíře.

Kamenný viadukt do výtopny Severní státní dráhy byl postaven v roce 1848. V roce 1868 bylo kolejiště rozšířeno paralelním mostem neseným litinovými sloupy. Mostní konstrukce pod kolejí č. 1 byla zhotovena v roce 1895, pod kolejí č. 2 v roce 1936.

The railway bridge over Nádražní and Benešova Streets has 4 bay openings. The reach of the outermost spans is 8.80 m and 7.54 m respectively, while in the middle spans it is 13.88 m. There are two tracks on the bridge and under each track there are 4 separate steel riveted plate girders. Under track number 1 there are deck structures. The main girders with a height of 0,98 m are at an axial distance of 5,38 m. The crossbeams are at an axial distance of 1.70 m and there are brick arches between them. Therefore, there are no stringers and there is no longitudinal bracing at the lower flanges of the main girders. Under track number 2 there are semi-through structures. The main girders with a height of 1.02 m are at an axial distance of 2.85 m. The crossbeams are at an axial distance of 2,38 m and between them there are plate stringers of 0,41 m height at a distance of 1,80 m. All structures are supported by bearings. The substructure consists of two abutments and cast-iron piers. There are separate piers under each main beam at each end.

Stone viaduct to the heating plant of the Northern State Railway was completed in 1848. In 1868 it was widened by a parallel bridge supported by cast iron columns. The bridge structures under track number 1 were constructed in 1895 and under track number 2 in 1936.

\*součást areálu kulturní památky Brno hlavní nádraží, Městská památková rezervace Brno

\*part of the cultural monument Brno main railway station, urban conservation area of the city of Brno, buffer zone of Villa Tugendhat (WHL UNESCO)

## 08 – Brno – most nad ulicí Křídlovická / Brno – bridge over Křídlovická street

železniční trémový plnostěnný most (1895)	railway plate girder bridge	GPS
Jihomoravský kraj, okres Brno-město	South Moravia Region, Brno-City district	49°11'20.1"N
ochranné pásmo*	buffer zone*	16°36'33.9"E



Železniční most přes ulici Křídlovická sestává ze dvou částí, každou tvoří spojitá konstrukce o třech polích, délce přemostění cca 19 m a šířce cca 24 m. Jedná se o trémový most s horní mostovkou. Mostovku tvoří mostovkové plechy zvané „puklovka“. Puklovka je vyduťtý plech obdélníkového či lichoběžníkového tvaru fungující na základě membránové napjatosti. Mostovkové plechy jsou přinýtovány mezi hlavní nosníky a příčníky.

Most byl uveden do provozu v roce 1895 po zaspání viaduktu Severní dráhy císaře Ferdinanda pro stavbu uhelného nádraží. Rekonstrukce proběhla v roce 2018 a zahrnovala zejména výměnu některých puklovek, provedení nových vrstev hydroizolace a obnovu protikorozi ochrany.



The railway bridge over Křídlovická Street consists of two parts. Each part is a continuous beam with three spans and a suspended length of about 19 m and a width of about 24 m. It is a deck-type girder bridge. The bridge deck consists of steel plates called buckle plates. A buckle plate is a concave plate of rectangular or trapezoidal shape which resists loads by functioning as a membrane in tension. The bridge plates are riveted to the main girders and the crossbeams.

The bridge construction was finished in 1895 after the original bridge of the Northern Railway of Emperor Ferdinand had been overwhelmed and the goods (coal) station was constructed. Reconstruction was carried out in 2018 and mainly included the replacement of some of the buckle plates and the implementation of new layers of waterproofing, as well as the renewal of anti-corrosion coating.

\*ochranné pásmo Městské památkové rezervace Brno, nárazníková zóna Vila Tugendhat (WHL UNESCO)

\*buffer zone of the urban conservation area of the city of Brno, buffer zone of Villa Tugendhat (WHL UNESCO)

## 09 – Brno – obloukový most přes ulici Hybešova Brno – arch bridge over Hybešova street

železniční obloukový příhradový most (1897)	railway truss arch bridge	GPS
Jihomoravský kraj, okres Brno-město	South Moravia Region, Brno-City district	49°11'19.8" N
ochranné pásmo*	buffer zone*	16°36'35.7" E



Železniční most přes ulici Hybešova má jedno pole o rozpětí 15,2m. Most se skládá ze čtyř konstrukcí ležících vedle sebe. Jde o obloukový most s horní mostovkou. Hlavní nosník má 11 sekcí, v krajních třech sekcích má příhradovou svislivou konstrukci, v pěti uprostřed má plnostěnnou konstrukci. Počet hlavních nosníků se liší podle šířky mostní konstrukce, je jich buď 5, nebo 6. Vzdálenost mezi nosníky je 2,80m. Všechny příhradové nosníky jsou stejné. Výška nosníku je 2,70 m v uložení, 0,50 m uprostřed rozpětí. Hlavní nosníky jsou nýtované jednostěnné. Horní pás má průřez T, dolní pás obrácený T průřez. Diagonály jsou z členěných prutů s rámovými spojkami. Příčníky jsou v osové vzdálenosti 1,5 m, jsou plnostěnné nýtované průřezu I. V jednom případě jsou příčníky příhradové. Na příčnicích jsou uloženy puklovky. Příčná příhradová ztužidla jsou mezi třemi krajními svislivými. U dvou konstrukcí je podélné vodorovné ztužení u horních pásů příčniců. Uložení hlavních nosných konstrukcí je příčně pohyblivé na ocelových stolicových ložiskách. Spodní stavba je kamenná.

Most byl zhotoven v roce 1897.

\*most je v řízení o prohlášení kulturní památkou, ochranné pásmo Městské památkové rezervace Brno, nárazníková zóna Vila Tugendhat (WHL UNESCO)

The railway bridge over Hybešova Street has one span of 15.2 m. The bridge consists of four structures lying side by side. It is an arch deck-type bridge. The main girder has 11 sections, the outermost three spans have a trussed vertical structure, and the five sections in the middle have a plated structure. The number of main girders varies from 5 to 6, according to the width of the bridge structure. The distance between the girders is 2.80 m. All the trusses are the same. The height of the girder is 2.70 m in the bearing, 0.50 m in the middle of the span. The main beams are riveted single web. The upper chord has a T cross-section, the lower chord an inverted T cross-section. The diagonals are of segmented members with frame connections. The crossbeams are at an axial distance of 1.5 m, and are plated riveted of cross-section I. In one case, the crossbeams are trussed. The curved metal plates (called "puklovka") forming the bridge deck are placed on the crossbeams. The transverse truss bracings are located between the three end verticals. For two structures, there is longitudinal horizontal bracing at the upper chords of the crossbeams. The bearing of the superstructures is transversely movable on steel table bearings. The substructure is made of stone masonry. The bridge was constructed in 1897.

\*the bridge is in the administrative process of the declaration of a cultural monument, buffer zone of the urban conservation area of the city of Brno, buffer zone of Villa Tugendhat (WHL UNESCO)

## 10 – Bečov – mosty přes řeku Teplou / Bečov – bridges over the River Teplá

železniční trémový plnostěnný a příhradový most	railway plate girder and truss girder bridge	GPS
Karlovarský kraj, okres Karlovy Vary	Karlovy Vary Region, Karlovy Vary district	50°05'23.64" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	12°50'25.29" E



Železniční most přes řeku Teplou má tři pole a tři různé konstrukce. V 1. poli je ocelová trémová plnostěnná konstrukce s dolní mostovkou o rozpětí 16,4 m. Hlavní nosníky výšky 1,68 m jsou ve vzdálenosti 4,52 m a jsou nýtované průřezu I. Konstrukce je otevřená, má dolní příhradové ztužení. Příčníky i podélníky jsou plnostěnné nýtované. V uložení na spodní stavbu jsou ložiska hlavní a podružná. V 2. poli je kamenná klenbová konstrukce o rozpětí 5,1 m. Ve 3. poli je ocelová trémová příhradová konstrukce s rovnoběžnými pásy o rozpětí 27,15 m se zapuštěnou mostovkou. Hlavní nosník má 10 příhrad se svislicemi a se zkříženými diagonálami. Pásy jsou jednoděnné, svislice a tlačené diagonály jsou z členěných prutů, tažené diagonály jsou z ploché oceli. Všechny pruty a styčníky jsou nýtované. Příčníky i podélníky jsou plnostěnné nýtované nosníky průřezu I. Podélníky jsou spojitě a jsou nasazené na příčníky. Příčná příhradová ztužidla jsou u každé svislice. Podélné vodorovné ztužení je u dolních pásů hlavních nosníků a pod podélníky. Hlavní nosná konstrukce je uložena na ocelová vahadlová ložiska. Spodní stavba je kamenná.

Nosná konstrukce mostu byla postavena v roce 1898.

The railway bridge over the River Teplá has three spans and three different structures. The 1st span is a steel half-through beam structure with a span of 16.4 m. Its I-section main girders of 1.68 m height are at a transversal distance of 4.52 m. There is a lateral truss-bracing at the level of the bottom flanges. The bridge deck consists of I-section crossbeams and stringers. The 1st span is supported by main and secondary steel bearings. The 2nd span is a stone vaulted arch structure with a span of 5.1 m. In the 3rd span, there is a steel deck-type quadrangular truss structure with verticals spanning 27.15 m. The main girder has 10 truss panels with verticals and crossed diagonals. The chords are single-walled T-Sections, the verticals and compressed diagonals are made of built-up members, the tensile diagonals are made of steel flat bars. All members and connections are riveted. The bridge deck is formed by I-shaped crossbeams and continuous stringers. Transverse truss bracings are at each vertical. Longitudinal horizontal bracings are at the truss bottom chords level and under the stringers. The main structure is supported by steel bearings on a stone substructure.

The bridge superstructure was built in 1898.

## 11 – Strachovice – železniční most / Strachovice – railway bridge

železniční trémový příhradový most (1898)	railway truss girder bridge	GPS
Středočeský kraj, okres Rakovník	Central Bohemian Region, Rakovník district	50°01'05.7" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	13°31'59.6" E



Železniční most na trati Místní dráhy Rakovník–Mladotice u obce Čistá přes potok Javornice o třech polích o rozpětí 12,5 + 57,0 + 12,5 m. V krajních polích jsou kamenné klenbové konstrukce. Ve středním poli je ocelový trémový příhradový most s dolním parabolickým pásem. Příhradový nosník o 12 příhradách je svislicové konstrukce se vzestupnými diagonálami. Osová vzdálenost hlavních nosníků je 3,6 m. Horní pásy jsou průřezu  $\Pi$ , dolní pásy jsou ze dvou obrácených T průřezů. Svislice i diagonály jsou z členěných prutů s příhradovými spojkami. Most má dvě podélná vodorovná ztužení: u horních pásů a u dolních pásů. V místě každé svislice je příčné svislé příhradové ztužení. Nad ložiska jsou svislé příhradové portály. Příčníky jsou plnostěnné nýtované, podélníky jsou plnostěnné svařované a jsou nasazené na příčníky. Mezi podélníky je příčné ztužidlo uprostřed jejich rozpětí. Ložiska jsou ocelová vahadlová, stolicová nebo dvouválečková. Spodní stavba je kamenná.

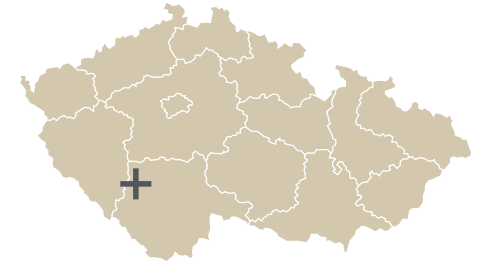
Most je z roku 1898, v roce 2010 byla provedena jeho rekonstrukce.

The railway bridge over Javornice brook near the village of Čistá, an integral part of the local railway Rakovník–Mladotice, has three spans of 12.5+57.0+12.5 m. In the outermost spans there are stone arch structures. In the mid-span there is a steel beam truss bridge with a lower parabolic chord. The 12-span truss is of the Howe truss-type. The axial distance of the main girders is 3.6 m. The upper chords are of a  $\Pi$ -section, the lower chords are of two inverted T-sections. The verticals and diagonals are made of segmental members with truss connectors. The bridge has two levels of horizontal bracing at the upper and lower chords. There is a transverse truss stiffening at each vertical. The crossbeams are riveted plate girders, the stringers are welded plate girders and are mounted on top of the crossbeams. The stringers have vertical bracing placed in the mid-span. The superstructure is supported by steel fixed and roller bearings. The substructure is from stone masonry.

The bridge was built in 1898 and underwent reconstruction in 2010.

## 12 – Strakonice – železniční most / Strakonice – railway bridge

železniční trémový příhradový most (1899)	railway truss girder bridge	GPS
Jihočeský kraj, okres Strakonice	South Bohemia Region, Strakonice district	49°15'53.59" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	13°55'4.29" E



Železniční most přes řeku Otavu o třech prostých polích o rozpětí 32,5 + 53,4 + 32,5 m. Ve středním poli je trémová příhradová konstrukce s horním poloparabolickým pásem s dolní mostovkou. Konstrukce má 11 příhrad se svislicemi a se zkříženými diagonálami. Konstrukce je uzavřeně uspořádaná. Ve střední části pole je v úrovni horních pásů příhradové ztužidlo. Hlavní nosníky výšky 8,0 m jsou v osové vzdálenosti 4,65 m. Pásové pruty jsou jednostěnné. V krajních polích je trémová příhradová konstrukce s rovnoběžnými pásy s dolní mostovkou. Konstrukce jsou otevřeně uspořádané. Stabilitu tlačného pásu zajišťují příčné polorámy v rovině každé svislice. Hlavní nosníky jsou v osové vzdálenosti 4,9 m a jsou 3,35 m vysoké. Pásové pruty jsou jednostěnné. Ve všech polích jsou příčníky i podélníky plnostěnné nýtované průřezu I. Podélníky jsou zapuštěné do příčníků. Uprostřed rozpětí podélníků je příčné ztužidlo. Ve všech polích je v úrovni dolních pásů podélné vodorovné příhradové ztužení. Ložiska jsou ocelová vahadlová, stolicová nebo tříválcová. Spodní stavba je kamenná.

Most byl zhotoven v roce 1899, v roce 1985 byl opraven. V roce 2009 byla obnovena protikorozní ochrana ocelové konstrukce.

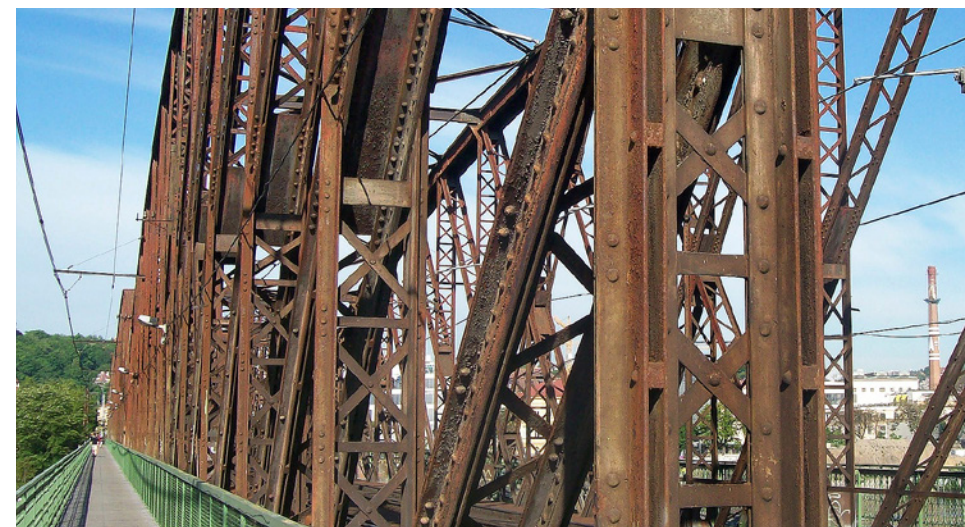


A railway bridge over the River Otava with three spans of 32.5+53.4+32.5 m. In the middle span there is a through truss structure with an upper semi-parabolic chord. The structure consists of 11 trusses with verticals and crossed diagonals. The structure is closed arranged. There is a truss bracing in the middle of the span at the level of the upper chords. The main girders of 8.0 m height are at an axial distance of 4.65 m. The chord members are single-web. In the outer spans there is a through truss structure with parallel chords. The structures are openly arranged. The compression chord is braced by transverse half-frames in the plane of each vertical. The main girders are at an axial distance of 4.9 m and are 3.35 m high. The chord members are single-web. In all spans, the crossbeams and stringers are riveted I-section plated girders. The stringers are embedded in the crossbeams. There is a transverse bracing in the middle of the longitudinal span. In all spans there is longitudinal horizontal truss bracing at the level of the lower chords. The bearings are steel rocker, table or three-cylinder. The substructure is made of stone masonry.

The bridge was built in 1899, and it was repaired in 1985. In 2009, the anti-corrosion protection of the steel structure was renewed.

## 13 – Praha – železniční most pod Vyšehradem Prague – railway bridge below Vyšehrad

železniční trémový příhradový most (1901)	railway truss girder bridge	GPS
Hlavní město Praha	Capital City of Prague	50°04'00.52" N
kulturní památka*	cultural monument*	14°24'48.35" E



Železniční most přes Vltavu má tři prostá pole o rozpětí 71,72 m. Je to trémový příhradový most s dolní mostovkou s horním poloparabolickým pásem. Most má dva hlavní nýtované nosníky výšky 12,25 m uprostřed rozpětí, resp. 6,25 m nad pilířem. Nosníky jsou nýtované a jsou vyrobeny z plávkové oceli. Příhradový nosník má 16 příhrad a skládá se z dolního pásu, horního poloparabolického pásu, ze svislic a z tažených diagonál. Mostovka se skládá z nýtovaných plnostěnných příčníků a podélníků. Na mostě jsou po obou stranách lávky pro chodce o šířce 1,8 m.

Původní jednokolejný železniční most z roku 1871 byl v roce 1901 nahrazen novým, dvoukolejným mostem. Projektovou dokumentaci pro výrobu a montáž mostu vypracovala mostárna Bratří Prášilů v roce 1900. Za 120 let provozu nebyla provedena žádná větší oprava hlavní nosné konstrukce mostu. Most se stal výraznou dominantou Prahy.

The railway bridge over the River Vltava consists of three simple spans of 71.72 m. It is a through Whipple truss bridge with top parabolic chord. The main load-bearing structure consists of two riveted trusses with a height of 12.25 m in the mid-span and 6.25 m above the pier. It involves 16 truss panels and consists of bottom and top parabolic chords, verticals, and tensile diagonals. All members and connections are riveted and made of mild steel. The bridge deck consists of riveted crossbeams and stringers. The bridge has 1.8 m wide cantilevered footbridges on both sides.

The original single-track railway bridge from 1871 was replaced by a new double-track bridge in 1901. The bridge design plans and assembly were conducted by the Prášil Brothers bridge factory in 1900. In 120 years of service, no major reconstruction has been made to the main bridge structure. The bridge has become a distinctive landmark of Prague.

\*kulturní památka, ochranné pásmo Městské památkové rezervace Praha, ochranné pásmo Národní kulturní památky Vyšehrad, Historické centrum Praha (jádrové území C 616-001 WHL UNESCO)

\*cultural monument, buffer zone of the urban conservation area of the city of Prague, buffer zone of the national cultural monument Vyšehrad, Historic Centre of Prague (core zone C 616-001 of the WHL UNESCO)

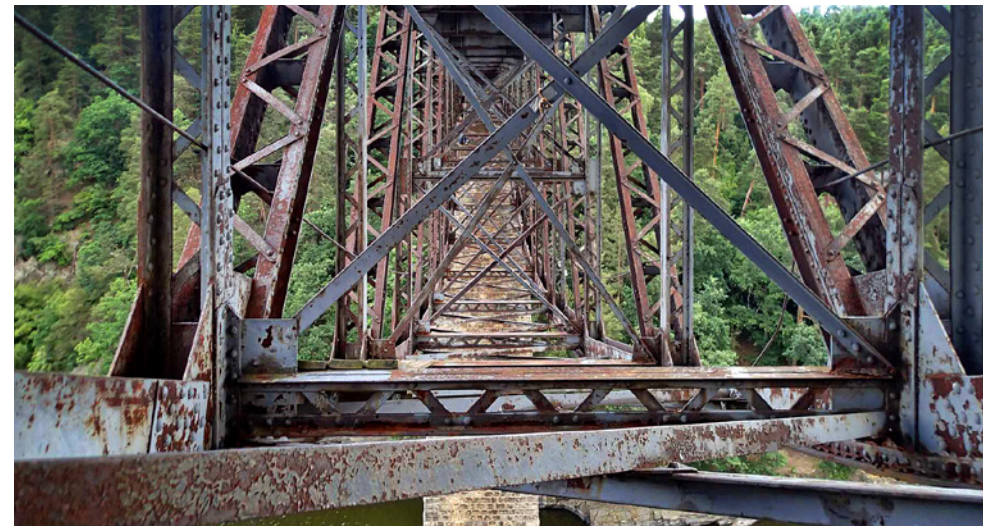
## 14 – Pňovany – most přes přehradu Hracholusky Pňovany – bridge over the Hracholusky reservoir

železniční trémový příhradový most (1901)	railway truss girder bridge	GPS
Hlavní město Praha	Capital City of Prague	49°47'10.59" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	13°04'26.42" E



Železniční most o pěti polích na trati Pňovany–Bezručice. V krajních polích jsou kamenné klenby, ve středních polích o rozpětí  $3 \times 57,0$  m jsou trémové příhradové mosty s dolním parabolickým pásem se zapuštěnou mostovkou. Příhradové nosníky výšky 8,8 m uprostřed rozpětí mají 11 příhrad. Nosníky jsou svislicové soustavy se vzestupnými diagonálami. Konstrukce má horní a dolní podélné příhradové ztužení. Všechny pruty a styčníky jsou nýtované. Příčníky i podélníky jsou plnostěnné nýtované. Hlavní nosná konstrukce je uložena na litinových ložiskách. Kamenné pilíře jsou 37,3 m vysoké.

Most byl uveden do provozu v roce 1901. Hlavní nosná konstrukce ve vnitřních polích byla v roce 2019 vyměněna za novou konstrukci. Výměna konstrukcí proběhla unikátním způsobem montáže, a to otáčením sepnuté nové a staré konstrukce okolo podélné osy.



A five-span railway bridge with stone arches in the approach spans, an integral part of railway Pňovany–Bezručice. The  $3 \times 57.0$  m long middle spans are three deck-type Howe truss bridges with bottom parabolic chords. The 8.8 m high middle span bridges have 11 trusses. The structure has top and bottom longitudinal truss bracings. All members and connections are riveted. The bridge deck consists of I-section stringers and crossbeams. The main structure is supported by cast iron bearings. The stone piers are 37.3 m in height.

The bridge was put into operation in 1901. The main supporting structure in the middle spans was replaced with a new structure in 2019. The structures were replaced using a unique method of assembly, i.e. by rotating the new and old structures joined together around the longitudinal axis.



## 15 – Loket – železniční most / Loket – railway bridge

železniční trémový příhradový most (1901)	railway truss girder bridge	GPS
Karlovarský kraj, okres Sokolov	Karlovy Vary Region, Sokolov district	50°11'10.60" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	12°45'31.48" E



Železniční most přes řeku Ohře o dvou shodných polích s rozpětím  $2 \times 46,74$  m. Nosná konstrukce je tvořena dvěma hlavními příhradovými nosníky v násobné svislicové soustavě a dolní prvkovou mostovkou. V úrovni dolního pásu je příhradové ztužení. Mostovka se skládá z příčníků, podélníků a dřevěných mostnic. Staticky konstrukce působí jako dva samostatné prosté nosníky s posuvnými ložisky na krajních opěrách a pevnými ložisky na středním pilíři. Celá ocelová konstrukce je nýtovaná.

Most pochází z roku 1901 a dodnes je provozován v rámci lokální železnice v TÚ 0251 Krásný Jez – Nové Sedlo u Lokte. Traťová třída B2/30, stavební stav NOK: stupeň K3 (2018), stavební stav spodní stavby: S2 (2018). Poslední obnova PKO v roce 1965, NOK bez rekonstrukce.

A railway bridge over the River Ohře with a single span of  $2 \times 46,74$  m. The main supporting structure consists of two steel trusses and the open deck bridge. The lower lateral bracing is attached to the lower chord. The deck bridge consists of steel floor beams, stringers and railway timber sleepers. The structure interacts as a simple beam with a multiple roller bridge bearing at the abutment and a pin bridge bearing at the middle pier. The main supporting structure is riveted.

The railway bridge was built in 1901, and is still operating as a part of the regional railway line Krásný Jez – Nové Sedlo u Lokte. The railroad class is B2/30, the structure rating K3/S2 (2018). The last corrosion-resistant protective coating was applied in 1965, and the main structure has never been repaired.

## 16 – Střelice – most přes silnici a říčku Bobrava Střelice – bridge over road and the River Bobrava

železniční trémový příhradový most (1902)	railway truss girder bridge	GPS
Jihomoravský kraj, okres Brno-venkov	South Moravia Region, Brno-Country district	49°08'46.8" N
bez památkové ochrany*	no heritage protection*	16°27'56.2" E



Železniční most přes říčku Bobrava má tři pole o rozpětí 11,5 + 25,3 + 11,4 m. V krajních polích jsou kamenné klenbové konstrukce. Ve středním poli je ocelový trémový příhradový most s rovnoběžnými pásy se zapuštěnou mostovkou. Příhradový nosník má 11 příhrad se svislicemi a se zkříženými diagonálami. Příhradové nosníky jsou v osové vzdálenosti 2,6 m. Horní pás hlavního nosníku je průřezu T, dolní pás obráceného průřezu T. Svislice a tlačené diagonály jsou z členěných prutů s rámovými spojkami, tažené diagonály jsou z ploché oceli. Podélné vodorovné příhradové ztužení mostu je v úrovni dolních pásů a pod příčníky. V místě každé svislice je svislé příhradové ztužení. Příčníky jsou příhradové nýtované, podélníky jsou plnostěnné nýtované a jsou zapuštěné do příčníků. Ložiska jsou ocelová vahadlová, stolicová nebo pětivalcová. Spodní stavba je kamenná.

Ocelová konstrukce pochází z roku 1902, umístěna je na místě původní konstrukce z roku 1870, kdy byla postavena jako součást trati Brno-Vídeň v úseku Hrušovany nad Jevišovkou – Brno trati Rakouské společnosti státní dráhy (StEG).

\*chráněno jako kulturní památka: 3. 5. 1958 – 31. 12. 1987



The railway bridge over the River Bobrava has three spans of 11.5+25.3+11.4 m. The outermost spans are stone arch structures. In the mid-span there is a steel truss bridge with parallel chords with a recessed bridge deck. The main girder has 11 trusses with verticals and crossed diagonals. The trusses are at an axial distance of 2.6 m. The upper chord of the main girder is of T-section, the lower chord is of inverted T-section. The superstructure has two levels of horizontal bracing, one at the level of the lower chords and another below the crossbeams. There is a vertical perpendicular bracing truss at each vertical span. The crossbeams are riveted truss girders, and the stringers are riveted plate girders and recessed into the crossbeams. Steel roller and fixed bearings support the superstructure. The substructure is stone masonry.

The steel structure dates from 1902. It is located on the site of the original structure from 1870, when it was built as an integral part of the Brno-Vienna line, section Hrušovany nad Jevišovkou – Brno, Austrian State Railway (StEG).

\*protected as a cultural monument in the period from 1958/05/03 to 1987/12/31

## 17 – Vlastějovice – most přes Sázavu Vlastějovice – bridge over the River Sázava

železniční trémový příhradový most (1903)	railway truss girder bridge	GPS
Středočeský kraj, okres Kutná Hora	Central Bohemian Region, Kutná Hora district	49°43'52.77" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	15°09'47.19" E



Železniční most přes Sázavu o dvou polích o rozpětí  $2 \times 36,3$  m. Trémový příhradový most s dolním poloparabolickým pásem s mezilehlou mostovkou. Příhradový nosník má 9 příhrad se svislicemi a se vzestupnými diagonálami. Pásově pruty jsou jednoděnné. Horní pás je nýtovaný průřezu T, dolní pás je nýtovaný obráceného průřezu T. Svislice a diagonály jsou nýtované z úhelníků. Ocelová konstrukce má dvě podélná vodorovná ztužidla: jedno v úrovni dolních pásů a druhé pod příčníky. Všechny styčníky jsou nýtované. Příčníky jsou příhradové nýtované. Podélníky jsou plnostěnné nýtované a jsou zapuštěné do příčníků. Mezi podélníky je vodorovné příhradové ztužení o dvou polích a se svislou příhradovou příčkou uprostřed rozpětí podélníků. Ložiska jsou ocelová vahadlová, stolicová a čtyřválcová. Spodní stavba je kamenná.

Most je z roku 1903 a jeho konstrukci zajistily Škodovy závody v Plzni.

The railway bridge over the River Sázava has two spans of  $2 \times 36.3$  m. The superstructure is truss beam with lower parabolic chord and of a semi through deck type system. The main girder has 9 Howe trusses with verticals. The chords are single-walled. The upper chord is made of T-section member, the lower chord has the same section but is inverted. The verticals and diagonals consist of L-profiles. The steel structure has two levels of horizontal bracing: one at the level of the lower chords and the other just below the crossbeams. All members and connections are riveted. The cross beams are riveted truss girders. The stringers are riveted plate girders. Stringers are stiffened with horizontal truss bracing and a mid-span connection. The superstructure is supported by steel fixed and roller bearings. The substructure is made of stone masonry.

The bridge was built in 1903 and its construction was ensured by the Škoda Works in Pilsen.

## 18 – Tábor – most přes Lužnici / Tábor – bridge over the River Lužnice

železniční trémový příhradový most (1903)	railway truss girder bridge	GPS
Jihočeský kraj, okres Tábor	South Bohemia Region, Tábor district	49°24'28.9" N
ochranné pásmo*	buffer zone*	14°40'12.1" E



Železniční most přes Lužnici má pět polí. Ve 2. a 3. poli jsou ocelové příhradové konstrukce s dolním poloparabolickým pásem se zapaštěnou mostovkou, v 1., 4. a 5. poli jsou kamenné klenbové konstrukce s horní mostovkou. Konstrukce ve 2. poli má rozpětí 37,5 m, má 9 příhrad svislicové soustavy se vzestupnými diagonálami. Konstrukce ve 3. poli má rozpětí 61,5 m, má 11 příhrad svislicové soustavy se vzestupnými diagonálami. U obou konstrukcí jsou pásové pruty jednostěnné, horní pás je tvořen průřezem T, dolní pás je obráceného průřezu T, svislice a diagonály jsou z členěných prutů s rámovými spojkami. U obou konstrukcí je dolní podélné příhradové ztužení v úrovni dolních pásů hlavních nosníků. Horní podélné ztužení je v úrovni horních pásnic příčniců. Všechny pruty a styčníky jsou nýtované. Příčnicíky i podélníky jsou plnostěnné nýtované průřezu I. Podélníky jsou nasazené na příčnicíky. Mezi podélníky je v polovině rozpětí svislé příhradové ztužení. Ložiska jsou ocelová vahadlová, stolicová nebo čtyřválcová.

Most na první elektrizované trati u nás Tábor–Bechyně byl zhotoven v roce 1903.

The railway bridge over the River Lužnice has 5 spans. In the 2nd and 3rd spans there are steel semi-through truss structures with a lower parabolic chord. In the 1st, 4th and 5th spans there are stone arch deck structures. The structure in the 2nd span has a span of 37.5 m, with 9 trusses of vertical system with ascending diagonals. The structure in the 3rd span has a reach of 61.5 m, and has 11 trusses of vertical system with ascending diagonals. For both structures, the chord members are single-web, the upper chord is of T-section, the lower chord is of inverted T-section, and the verticals and diagonals are of segmental members with frame connections. In both structures, the lower longitudinal truss bracing is at the level of the lower chords of the trusses. The upper longitudinal bracing is at the level of the upper flanges of the crossbeams. All members and connections are riveted. The crossbeams and stringers are of riveted plate I-section girders. The stringers are fitted on the crossbeams. Between the stringers there is a vertical truss stiffener in the middle part of the span. The bearings are steel roller, table or four-roller bearings. The bridge, an integral part of the first Czech electrified line Tábor–Bechyně, was constructed in 1903.

\*ochranné pásmo národní kulturní památky Tábor a Městské památkové rezervace Tábor

\* buffer zone of the national cultural monument Tábor and of the urban conservation area of the town of Tábor

## 19 – Železná – most přes Blšanku / Železná – bridge over the River Blšanka

železniční trémový příhradový most (1907)	railway truss girder bridge	GPS
Ústecký kraj, okres Louny	Ústí na Labem Region, Louny district	50°15'35.84" N
kulturní památka	cultural monument	13°31'29.35" E



Železniční most přes řeku Blšanku má tři pole. Ve středním poli je trémový ocelový most se zapuštěnou mostovkou o rozpětí 50,5 m a v krajních polích jsou cihelné klenbové konstrukce z konce 19. století. Hlavní nosnou konstrukcí starého mostu jsou dva nýtované příhradové přímopásové nosníky násobné soustavy se sestupnými diagonálami. Horní pás je  $\Pi$  průřezu, dolní pás je ze dvou obrácených T průřezů, diagonály a svislice jsou příhradové průřezu I. Mostovka se skládá z plnostěnných nýtovaných příčnic, plnostěnných nýtovaných podélníků a z příhradového ztužení mezi podélníky.

Původní most, po němž zbyla pouze spodní stavba plánovaná pro dvojkolejně rozšíření, pocházel z roku 1870, nahrazen byl stávající dožívající konstrukcí v roce 1907. V 70. letech minulého století byla do vedlejší koleje, na společné spodní stavbě, vložena nová ocelová konstrukce s vyšší únosností. Ocelová konstrukce z roku 1907 přestala být využívána a nebyla udržována. Kolej byla v roce 2017 snesena. Ocelová konstrukce mostu je v havarijním stavu.

A three-span railway bridge over the River Blšanka. In the middle span there is a steel deck-type Whipple truss with a span of 50.5 m. In the approach spans, there are brick arch structures, constructed at the end of the 19th century. The height of the steel trusses is constant, and all its members and connections are riveted. The top chord is of  $\Pi$ -section, the bottom chord is of two inverted T-sections, the diagonals and verticals are of truss I-section. The bridge deck consists of crossbeams, continuous stringers and a truss bracing between the stringers.

The original double-track bridge consisting of two separate structures sharing the same abutments was built in 1870. In 1907 the bridge was replaced by the present bridge. In the 1970s, one of the structures was replaced by a new one with a higher load-bearing capacity to support the neighbouring track. The original 1907 steel structure had not been maintained and therefore deteriorated. The track was removed in 2017 and the bridge has been out of use, but it has been retained as an industrial monument (industrial heritage). The steel structure of the bridge is severely deteriorated.

## 20 – Libočany u Žatce – most přes Ohři Libočany u Žatce – bridge over the River Ohře

železniční trémový příhradový most (1907)	railway truss girder bridge	GPS
Ústecký kraj, okres Louny	Ústí na Labem Region, Louny district	50°19'51.75" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	13°31'06.48" E



Železniční most přes Ohři má dvě prostá pole o rozpětí 2 × 58,0 m. Trémový příhradový most s rovnoběžnými pásy s mezilehlou mostovkou. Příhradová konstrukce je násobné soustavy se svislicemi a sestupnými diagonálami. Most má 20 příhrad, je otevřený, v místě každé svislice jsou polorámy. Hlavní příhradové nýtované nosníky jsou 6,2 m vysoké. Horní pás je průřezu  $\Pi$ , dolní pás je ze dvou obrácených T průřezů. Svislice a diagonály jsou z členěných prutů s rámovými spojkami. Všechny pruty a styčníky jsou nýtované. Příčníky i podélníky jsou plnostěnné nýtované. Podélníky jsou zapuštěné do příčníků. Uprostřed podélníků je příčné příhradové ztužidlo. U dolních pásů je podélné vodorovné příhradové ztužení. Nad uložení hlavní nosné konstrukce jsou masivní příhradové portály. Ložiska jsou ocelová vahadlová, stolicová nebo čtyřválcová. Spodní stavba je kamenná.

Most byl postaven v roce 1907.



The railway bridge over the River Ohře has two simple spans of 2×58.0 m, consisting of semi-through constant height Whipple trusses. The bridge has 20 truss panels, with half-frames being formed at the position of each vertical. The main riveted trusses are 6.2 m high. The top chords are made of  $\Pi$ -sections, the bottom chords are of two inverted T-sections. The verticals and diagonals are built-up sections with frame batten plates. All members and connections are riveted. Crossbeams and stringers consist of I-sections. There is a lateral truss bracing at the level of the stringers and bottom chords to prevent excessive stresses of horizontal loads. There are massive portal half-frames at the faces of each structure. The bridge is supported by fixed and movable four-cylinder steel bearings on a stone masonry substructure.

The superstructure was built in 1907.

## 21 – Trutnov – železniční most / Trutnov – railway bridge

železniční trémový příhradový most (1908)	railway truss girder bridge	GPS
Královéhradecký kraj, okres Trutnov	Hradec Králové Region, Trutnov district	50°34'40.99" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	15°57'50.19" E



Šikmý železniční most o jednom poli. Trémový příhradový most s rovnoběžnými pásy s dolní mostovkou. Příhradová konstrukce má 10 příhrad se svislicemi a se zkříženými diagonálami. Konstrukce je otevřeně uspořádaná. Horní pásy jsou nýtované průřezu T, dolní pásy jsou nýtované obráceného průřezu T. Svislice jsou plnostěnné nýtované proměnného průřezu po výšce. V dolní části svislice je náběh, který je součástí příčného polorámu. Diagonály jsou nýtované z dvojic úhelníků. Příčníky i podélníky jsou nýtované průřezu I. Podélníky jsou zapuštěné do příčníků. Mezi podélníky je podélné vodorovné ztužení se svislou příhradovou příčkou. Všechny styčníky ocelové konstrukce jsou nýtované. Na mostě je provedeno dolní podélné příhradové ztužení. Hlavní nosná konstrukce je uložena na ocelových ložiskách. Opěry jsou kamenné.

Příhradový most na trati Teplice nad Metují – Poříčí pochází z roku 1908. Nad tímto mostem je na trati ze Svatoňovic do Královce umístěn plnostěnný nýtovaný most s horní mostovkou z roku 1942, který nahradil předchozí most z roku 1871, jenž byl postaven na místě původní Schifkornovy konstrukce z roku 1868.

A skewed half-through truss bridge with one span carrying a railway track. The truss structure has 10 truss panels with verticals and crossed diagonals. The upper chords are riveted T-sections, the bottom chords are riveted inverted T-sections. The bottom of the verticals incorporates a haunch which is a part of the transverse half-frame. The diagonals are riveted pairs of angles (L-profiles). The bridge deck consists of riveted I-shaped crossbeams and stringers. The bottom flanges of the stringers are set level with the crossbeam bottom flanges. Between the stringers, there is a secondary lateral bracing formed by diagonals (L-profiles) and a trussed vertical. All connections are riveted. The main lateral truss bracing is located at the bottom chord level. The main load-bearing structure is supported by steel bearings on stone masonry. The abutments are made of stone.

The truss bridge on the railway line Teplice nad Metují – Poříčí dates back to 1908. Above, on the line from Svatoňovice to Královce, is another bridge, a riveted plate girder deck-type bridge dating from 1942. This in turn replaced the previous bridge from 1871, which was built on the site of the original Schifkorn-type structure from 1868.

## 22 – Vyšší Brod – železniční most / Vyšší Brod – railway bridge

železniční trémový příhradový most (1910)	railway truss girder bridge	GPS
Jihočeský kraj, okres Český Krumlov	South Bohemia Region, Český Krumlov district	48°37'05.56" N
bez památkové ochrany*	no heritage protection*	14°19'08.42" E



Železniční most z roku 1910 je o jednom poli, konstrukce je trémová příhradová s dolní mostovkou. Most je šikmý. Hlavní nosnou konstrukcí jsou dva příhradové přímopásové nosníky. Most je uzavřeně uspořádaný. Hlavní nosníky mají 10 příhrad ze zkřížených diagonál a svislic. Horní pásy jsou průřezu  $\pi$ , dolní pásy jsou ze dvou obrácených T průřezů. Diagonály a svislice jsou z členěných příhradových prutů. V místě každé svislice jsou svislé uzavřené rámy. Horní příčka rámu je zalomená z důvodu zvětšení průjezdné výšky na mostě. Všechny pruty a styčníky jsou nýtované. Příčníky jsou plnostěnné nýtované nosníky průřezu I. Podélníky jsou rovněž nýtované plnostěnné a jsou zapuštěny do příčníků. Ve třetinách rozpětí podélníků jsou svislá příhradová ztužidla. V úrovni dolních pásů hlavních nosníků je vodorovné podélné ztužení. Na obou koncích mostu jsou šikmé rámové portály.

A railway bridge dating from 1910, it has one span with a through-type deck. The bridge is skewed. Its superstructure has two main truss straight girders and is closed-span. The main girders have 10 trusses of crossed diagonals and verticals. The top chords are of  $\pi$ -section, the lower chords are of two inverted T-sections. The diagonals and verticals are made of segmental truss members. There are vertical closed frames at the location of each vertical bar. The perpendicular bracing of the upper chords is curved for greater ground clearance. All members and connections are riveted. The crossbeams are riveted I-section plate girders. The stringers are also plate riveted and are recessed into the cross beams. There are vertical truss stiffeners at one-third of the spans of the stringers. There is horizontal longitudinal bracing at the level of the lower chords of the main girders.

\*chráněno jako kulturní památka: 3. 5. 1958 – 31. 12. 1987

\* protected as a cultural monument from 1958/05/03 to 1987/12/31



## 23 – Praha – most nad ulicí U Slavie / Prague – bridge over U Slavie Street

železniční trémový plnostěnný most (1914)	railway plate girder bridge	GPS
Hlavní město Praha	Capital City of Prague	50°03'58.8" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	14°28'10.2" E

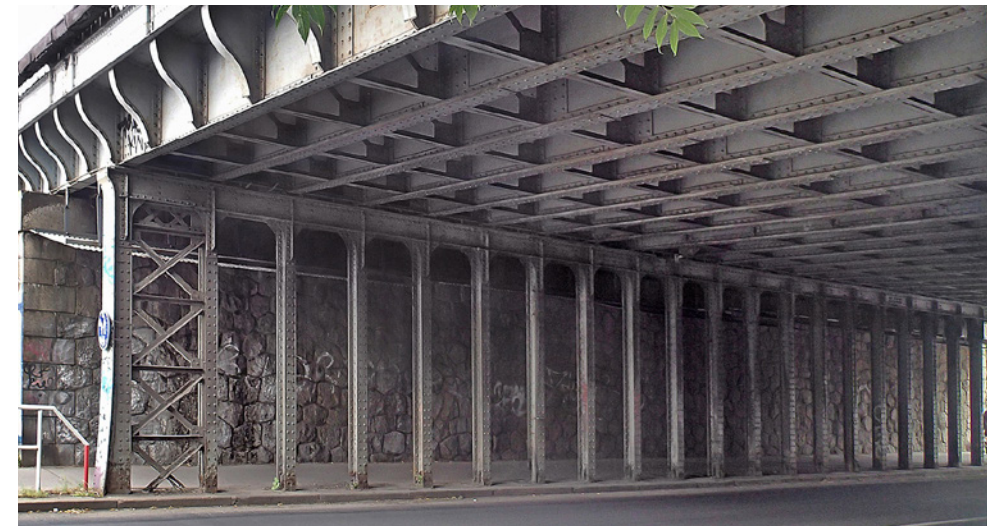


Železniční most se nachází v Praze v katastrálním území Vršovice a překonává třípruhovou směrově nerozdělenou místní komunikaci U Slavie. Je z roku 1914 o jednom poli, trémový s horní mostovkou. Projektovou dokumentaci ocelové konstrukce zpracovala firma Bratři Prášilů v roce 1913. Rozpětí mostu je 15,12 m, světlost 14,0 m a šířka 10,7 m. Most má 9 hlavních ocelových plnostěnných nýtovaných nosníků průřezu I, z toho 7 nosníků vnitřních a dva nosníky krajní. Osová vzdálenost nosníků je 1195 mm. Na původně drážním mostě bude umístěna cyklostezka, tzv. Drážní promenáda. Původně železniční most se tak stane lávkou.

This railway bridge is located in Prague, in the administrative area of Vršovice. It crosses the three-lane local road U Slávie. It dates back to 1914 and it is a simply supported deck bridge. The steel structure was designed by the Prášil Brothers company in 1913. The bridge has a span of 15.12 m, a clearance of 14.0 m, and a width of 10.7 m. The bridge has 9 main steel riveted I-section girders, 7 of which are inner girders and two outer girders. The axial distance of the girders is 1195 mm. A bicycle route is being planned, the so-called Railway Promenade, which will utilize and include the former bridge. The bridge will also continue to be used as a footbridge.

## 24 – Praha-Vršovice – železniční most / Prague-Vršovice – railway bridge

železniční trémový plnostěnný most (1915)	railway plate girder bridge	GPS
Hlavní město Praha	Capital City of Prague	50°03'45.6" N
ochranné pásmo	buffer zone	14°27'16.0" E



Železniční most přes potok a ulici Bartoškovu a ulici Nad Vinným potokem ve Vršovcích má 5 polí o rozpětí 10,3 + 15,12 + 3,05 + 10,8 + 3,05 m. Most má horní mostovku. Skládá se z 9 prostě uložených konstrukcí, z nichž 5 je ocelových a 4 jsou deskové konstrukce menších rozpětí se zabetonovanými nosníky. Ocelové konstrukce rozpětí 10,3 až 15,12 m jsou nosníkové rošty, které se skládají z hlavních nosníků a z roštových ztužidel. Hlavní nosníky výšky 0,86 až 0,99 m jsou plnostěnné nýtované nosníky průřezu I a jsou v osové vzdálenosti 1,2 m. Roštová ztužidla výšky cca 0,8 až 0,9 m jsou příhradová. Dolní pás ztužidla je z dvojice úhelníků, diagonály jsou z jednoho úhelníku, horní pás je jednostěnný se zakřiveným horním pásem pro uložení žlabin a svislice jsou z dvojice úhelníků a zároveň vytvářejí svislé výztuhy stěny hlavních nosníků. Žlabiny jsou uloženy v podélném směru na horní pásnice hlavních nosníků a v příčném směru na horní pásnice roštových ztužidel. Na žlabinách je kolejové lože tloušťky 0,72 m. Ložiska jsou ocelová desková. Spodní stavba je kamenná, ve dvou řadách jsou ocelové plnostěnné pilíře.

Most byl zhotoven v roce 1915.

\*ochranné pásmo Městské památkové rezervace Praha

The railway deck-type bridge over the brook and Bartoškovu and Nad Vinným potokem Streets in Vršovice has 5 spans with lengths of 10.3+15.12+3.05+10.8+3.05 m. It consists of 9 simply supported structures, five of which are steel and four of which are concrete deck structures of smaller spans. The steel structures of spans 10.3 to 15.12 m form grids consisting of main beams and lateral bracing. The main beams, 0.86 to 0.99 m high, are riveted I-sections and are at an axial spacing of 1.2 m. The lateral bracing, approximately 0.8 to 0.9 m high, is trussed. The bracing bottom chord is made of pairs of L-profiles, the diagonals are made of a single L-profile, the top chord is single-walled with a curved upper flange to accommodate the steel buckle deck plates, and the verticals are made of pairs of angles, simultaneously stiffening the main beams' webs. The buckle deck plates are longitudinally supported by the top flanges of the main beams and transversely by the bracing top chords. The ballasted bed on the buckle deck is 0,72 m thick. The bearings are steel plate bearings. The stone masonry substructure is supplemented by steel piers in two rows.

The bridge was built in 1915.

\*buffer zone of the urban conservation area of the city of Prague

## 25 – Prostřední Žleb – most přes Labe / Prostřední Žleb – railway bridge

železniční trémový příhradový most (1916)	railway truss girder bridge	GPS
Ústecký kraj, okres Děčín	Ústí nad Labem Region, Děčín district	50°47'18.96" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	14°13'35.56" E



Železniční most přes řeku Labe je o čtyřech polích a přemostuje řeku Labe, železniční vlečku Děčín – Loubí a místní komunikaci. V otvorech 1 a 4 jsou ocelové nýtované plnostěnné konstrukce s mezilehlou mostovkou o rozpětí 25,0 m a 25,7 m. V otvorech 2 a 3 jsou prosté ocelové nýtované příhradové přímopasové konstrukce s dolní mostovkou o rozpětí 2 × 99,4 m. Celková délka přemostění je 239,1 m. Vzhledem k místním podmínkám je most extrémně šikmý – šikmost 44°.

Most byl vybudován jako součást železničního uzlu v Děčíně společností Rakouské severozápadní dráhy. Přemostění Labe bylo v tehdejší době největším mostem na našem území. Most byl otevřen roku 1874. V roce 1916 došlo k osazení nové konstrukce souběžně s původní, byla převedena doprava, avšak původní konstrukce byla demontována až v letech 1927–1928. V roce 1972 došlo k výměně inundačních polí (pole 1 a 4).

The railway bridge over the River Labe in Děčín has four spans, and carries the railway line from Děčín to Loubí as well as a local road. Spans 1 and 4 are steel riveted I-beam structures with a semi-through deck. In spans 2 and 3 there are steel riveted truss half-through structures spanning 2 × 99.4 m. The total length of the bridge is 239.1 m. Due to local conditions, the bridge is extremely skewed with a 44° angle.

The bridge was built as part of the railway junction in Děčín by the Austrian North-Western Railway. At that time, the River Labe Bridge was the largest bridge in the Czech lands. The bridge was opened in 1874. In 1916, a new structure was installed parallel to the original one, and the traffic was transferred, but the original structure was not dismantled until 1927–1928. Spans 1 and 4 in floodplains were replaced in 1972.

## 26 – Svijany – železniční most / Svijany – railway bridge

železniční trémový příhradový most (1923)	railway truss girder bridge	GPS
Liberecký kraj, okres Liberec	Liberec Region, Liberec district	50°34'16.83" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	15°03'44.37" E



Železniční most o dvou prostých polích rozpětí  $2 \times 49,2$  m. Trémový příhradový most s dolní mostovkou. Příhradové nosníky přímopásové svislicové soustavy se zkříženými diagonálami a s podružnými svislicemi. Nosníky mají 9 příhrad. Most je uzavřeně uspořádaný. Horní i dolní ztužidla jsou příhradová rombické soustavy. V místě každé svislice je uzavřený rám. Nad podporami jsou zesílené portály. Horní pás hlavního nosníku je průřezu  $\Pi$ , dolní pás je ze dvou obrácených T průřezů. Svislice a diagonály jsou z členěných prutů s příhradovými spojkami. Příčníky i svislice jsou nýtované plnostěnné nosníky průřezu I. V polovině rozpětí podélníků jsou příčná svislá příhradová ztužidla. Ložiska jsou ocelová pevná vahadlová, pohyblivá čtyřválcová. Spodní stavba je kamenná.

Nosná konstrukce byla osazena v roce 1923, říční pole dodala Českomoravská-Kolben Praha a inundační pole Škodovy závody v Plzni. Na jedné opěře jsou zaznamenány stavy vody v roce 1875, 1888, 1898.



Railway bridge with two  $2 \times 49.2$  m long simple spans. Each span consists of a through subdivided quadrangular truss structure with verticals. The truss structures are of constant height with straight chords, verticals, sub-verticals, and crossed diagonals. The main girders have 9 trusses with top and bottom longitudinal bracing of the quadrangular truss system. Each vertical, together with the bracing systems, forms a closed frame. Portal frames above the supports are reinforced. Main truss top chord of the is of  $\Pi$ -section, the bottom chord is of two inverted T-sections. Verticals and diagonals are made of built-up truss members. The crossbeams and verticals are riveted I-sections. Bearings are steel-made, fixed on one side and movable four-roller on the other side. The substructure is made of stone masonry.

The superstructure was built in 1923, the river span by Českomoravská-Kolben Prague, the flooding span by Škoda plant in Pilsen. One abutment is marked with high-water levels from 1875, 1888, 1898.

## 27 – Skochovice – most přes Vltavu / Skochovice – bridge over the River Vltava

železniční trémový příhradový most (1897)	railway truss girder bridge	GPS
Středočeský kraj, okres Praha-západ	Central Bohemian Region, Praha-West district	49°55'04.29" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	14°22'38.13" E



Železniční most přes Vltavu ve Skochovicích má pět polí o rozpětí 83,50 + 36,69 + 37,26 + 37,30 + 12,90 m. Nosná konstrukce mostu je ocelová příhradová s poloparabolickým horním pásem v poli 1, resp. přímopásová v polích 2 až 4 s dolní mostovkou a v poli 5 plnostěnná s mezilehlou mostovkou. V poli 1 jsou příhradové nosníky v osové vzdálenosti 4,75 m a jsou násobné soustavy se svislicemi a sestupnými diagonálami. Výška hlavního nosníku je 3,54 až 11,07 m. Konstrukce je uzavřeně uspořádaná. Horní pás je průřezu  $\Pi$ , dolní pás je složen ze dvou obrácených T průřezů. Diagonály a svislice jsou z členěných prutů s příhradovými spojkami. Příčnický i podélníky jsou plnostěnné nýtované, jsou zapuštěné do stěny příčnicku a v polovině jejich rozpětí je svislé příhradové ztužidlo. V polích 2 až 4 jsou nosníky v osové vzdálenosti 5,1 až 5,3 m a výšky 3,75 m. Konstrukce je otevřeně uspořádaná. V poli 5 jsou nosníky v osové vzdálenosti 2,5 m a výšky 1,07 m. Hlavní nosná konstrukce je uložena na ocelových ložiskách. Spodní stavba je masivní z kamenného zdiva.

Konstrukce byla zprovozněna v roce 1897, v roce 1936 zvednuta o 2,75 m. Konstrukci v hlavním otvoru zhotovila firma Bratři Prášilové, dvě menší mostní pole První českomoravská a dvě nejmenší pole Pražská akciová strojírna, dříve Ruston a spol.

The railway bridge over the River Vltava in Skochovice has five spans of 83.50+36.69+37.26+37.30+12.90 m. The load-bearing structure is a steel through truss with a semi-parabolic top chord in span 1, and with a straight top chord in spans 2 to 4. In span 5, the load-bearing structure is a steel semi through plate girder. In span 1, the trusses are at an axial distance of 4.75 m and are multiple systems with verticals and descending diagonals. The height of the main girder is 3.54 to 11.07 m. The overall cross-section of the structure is closed. The upper chord is of  $\Pi$ -section, the lower chord is composed of two inverted T-sections. The diagonals and verticals are made of segmental members with truss links. The crossbeams and stringers are riveted plate members. Stringers are embedded in the crossbeam web, with a vertical truss bracing in the middle of the span. In spans 2 to 4, the beams are at an axial distance of 5.1 to 5.3 m and a height of 3.75 m. The structure is openly arranged. In span 5, the beams are at an axial distance of 2.5 m and a height of 1.07 m. The main load-bearing structure is supported by steel bearings. The substructure is from stone masonry.

The structure was put into operation in 1897, in 1936 it was raised by 2.75 m. The structure in the mainspan was made by the Prášilové Brothers company, two smaller spans by První českomoravská and two smallest spans by Pražská akciová strojírna, formerly Ruston.

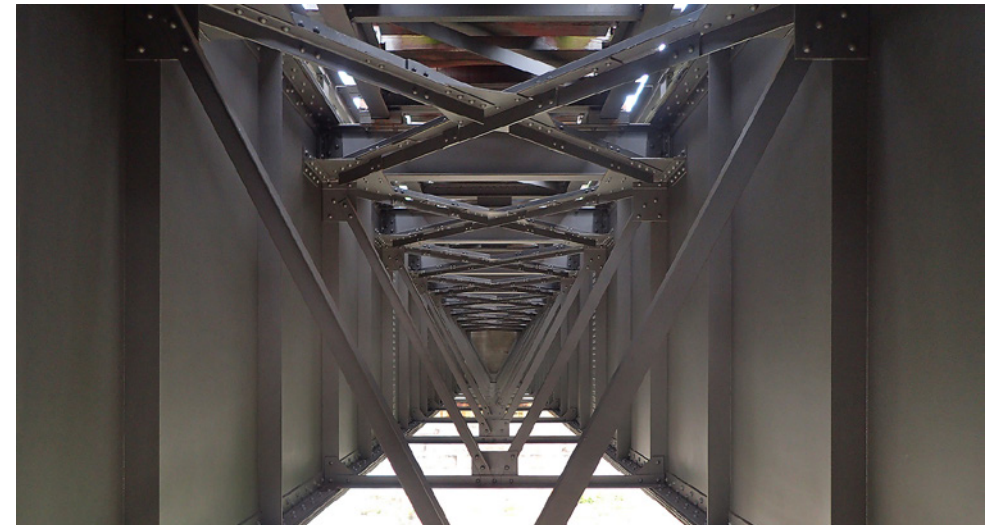
## 28 – Libeč – železniční most / Libeč – railway bridge

železniční trémový plnostěnný most (1940)	railway plate girder bridge	GPS
Královéhradecký kraj, okres Trutnov	Hradec Králové Region, Trutnov district	50°35'53.40" N
kulturní památka	cultural monument	15°56'46.44" E



Železniční most v Libči má jedno pole. Je to trémový plnostěnný nýtovaný most s horní mostovkou. Most má dva hlavní nosníky, které mají podélné vodorovné ztužení pouze pod horními pásy. Stěny nosníků jsou vyztuženy svislými přivařenými výztuhami. Pod horními pásy jsou válcované příčníky a na nich jsou nasazené válcované podélníky. Mezi podélníky je vodorovné ztužení. Na podélnících jsou uloženy mostnice pomocí centrovací lišty. Vně hlavních nosníků jsou konzoly průřezu I zaobleného tvaru pro uložení lávky. Hlavní nosná konstrukce je uložena na ocelových ložiskách, pevná ložiska vahadlová, pohyblivá ložiska dvouválcová. Spodní stavba je členitá, v dolní části je řádkové kamenné zdivo, v horní části zdivo z kamenných bloků.

Tato konstrukce byla uvedena do provozu v roce 1940, nahradila konstrukci z roku 1871. Opěry jsou původní, z roku 1868, kdy byl postaven první most.



The railway bridge in Libeč has one span. It is a riveted deck-type girder bridge. The bridge has two main beams with the longitudinal truss bracing at the level of the main beam top flange. Main beam webs are reinforced with vertical welded stiffeners. The bridge deck is made up of rolled stringers, mounted on the crossbeam's top flange. There is a horizontal bracing between the stringers. The bridge sleepers are connected to the stringers using a centring bar. The sidewalks are supported by I-section rounded cantilevers. The main load-bearing structure rests on steel bearings – fixed ones and movable double roller ones. The substructure is made of stone masonry with a regular pattern at the bottom and stone rubble masonry at the top.

This structure was put into service in 1940. It replaced the 1894 structure. The abutments come from 1868 when the first bridge was built.

## 29 – Bernartice – most přes silnici a potok Ličná Bernartice – bridge over road and Ličná brook

železniční trémový plnostěnný most (1942)	railway plate girder bridge	GPS
Královéhradecký kraj, okres Trutnov	Hradec Králové Region, Trutnov district	50°38'52.54" N
kulturní památka	cultural monument	15°57'37.50" E



Železniční most přes silnici III. třídy a přes potok Ličná o jednom poli s rozpětím 30,1m. Trémový plnostěnný most s horní mostovkou. Hlavní nosníky jsou ocelové nýtované plnostěnné konstantní výšky 2,8 m. Mostovka je prvková tvořená podélníky a příčnický válcovaného I průřezu. Hlavní vodorovné ztužení je příhradové složené z rovnoramenných úhelníků, umístěné v rovině dolní pásnice příčnicků. Nosná konstrukce je uložena na kamenných opěrách. Dolní část spodní stavby tvoří dvě rozpěrné kamenné klenby.

Železniční most se nachází na trati původní Jiho-severoněmecké spojovací dráhy z Trutnova do Královce a jeho stávající ocelová nosná konstrukce byla vyrobena v roce 1942. Kamenné opěry mostu jsou však starší a pocházejí již z roku 1868. Nosná konstrukce byla opravena v roce 1964. Poslední obnova protikorozní ochrany ocelové konstrukce společně s opravami kamenných opěr proběhla v roce 2015.

Railway bridge over a 3rd category road and the Ličná brook. Plate girder deck bridge of one span of 30.1 m. The main girders are steel riveted plate girders of a constant height of 2.8 m. The bridge deck is elemental, consisting of stringers and crossbeams of rolled I-section. The main horizontal bracing is a truss composed of isosceles angles placed in the plane of the lower flange of the crossbeams. The superstructure is supported by stone abutments. The lower part of the substructure consists of two stone vaults.

The railway bridge is located on the former Southern-Northern German Railway, section from Trutnov to Královec and its existing steel bearing structure was manufactured in 1942. However, the stone abutments of the bridge are older and date back to 1868. The load-bearing structure was repaired in 1964. The most recent renewal of corrosion protection of the steel structure of the bridge was carried out in 2015 together with repair of the stone abutments.

## 2.2. Silniční mosty

### 2.2 Road bridges





## 30 – Stádlec – řetězový most přes Lužnici – „Stádlecký most“ Stádlec – suspension chain bridge over the River Lužnice

silniční visutý most (1848)	road suspension bridge	GPS
Jihočeský kraj, okres Tábor	South Bohemia Region, Tábor district	49°22'02.28" N
národní kulturní památka	national cultural monument	14°30'52.54" E



Silniční řetězový visutý most přes řeku Lužnici se dvěma zděnými pylony. Nosný systém mostu sestává ze dvou párů řetězů sestavených z plochých pásů. Řetězy probíhají bočními otvory pylonů na kluzných ložiskách a ukotveny jsou za pylony do vyzděných bloků. Mostovka je tvořena dřevěnými příčnicí, podélníky a mostinami. Délka mostu činí 147 metrů, světlá délka mezi pylony 86 metrů.

Řetězový most postavený v letech 1847–1848 původně překonával řeku Vltavu mezi obcemi Podolsko a Temešvár. Jako silniční most spojoval Tábor s Pískem. Postaven byl podle projektu Ing. Bedřicha Schnircha pražskou firmou Lanna. Před stavbou Orlické přehrady na počátku šedesátých let byl most rozebrán a přenesen k obci Stádlec, aby nedošlo k jeho zatopení. Zde byl v květnu roku 1975 znovu vybudován na silnici přes řeku Lužnici.

Railway bridge over a 3rd category road and the Ličná brook. Plate girder deck bridge of one span of 30.1 m. The main girders are steel riveted plate girders of a constant height of 2.8 m. The bridge deck is elemental, consisting of stringers and crossbeams of rolled I-section. The main horizontal bracing is a truss composed of isosceles angles placed in the plane of the lower flange of the crossbeams. The superstructure is supported by stone abutments. The lower part of the substructure consists of two stone vaults.

The railway bridge is located on the former Southern-Northern German Railway, section from Trutnov to Královec and its existing steel bearing structure was manufactured in 1942. However, the stone abutments of the bridge are older and date back to 1868. The load-bearing structure was repaired in 1964. The most recent renewal of corrosion protection of the steel structure of the bridge was carried out in 2015 together with repair of the stone abutments.

## 31 – Zámek Kozel – most přes Úslavu Chateau Kozel – bridge over the River Úslava

silniční obloukový most (1879)	road arch bridge	GPS
Plzeňský kraj, okres Plzeň-město	Pilsen Region, Plzeň-City district	49°40'4.943" N
národní kulturní památka*	national cultural monument*	13°31'39.81" E



Most při Lopateckém rybníku přes inundaci řeky Úslavy spojuje areál zámku Kozel se silnicí k obci Štáhlavy. Mezi jeho kamenná předpolí o dvou a třech klenutých polích jsou na rozpětí třiceti metrů vetknuty čtyři oblouky trubkového profilu příhradově spojené s horní mostovkou. Oblouky jsou snýtovány ze dvou polokruhových ocelových segmentů. Dal jej postavit majitel panství Arnošt František hrabě Waldstein-Wartenberg (1821–1904) poté, co roku 1876 povodeň strhla předchozí dřevěný most. Konstrukci vyrobila kladenská mostárna Pražské železářské společnosti. Model mostu společnost roku 1879 představila na pražské výstavě Německého polytechnického spolku v Čechách, zemský výbor pak ještě roku 1898 na Výstavě architektury a inženýrství. Roku 1969 byl most spolu se zámkem Kozel a jeho parkem zahrnut pod památkovou ochranu a slouží jako lávka pro pěší.

The bridge over the River Úslava floodplain at Lopatecký Pond connects the Kozel Chateau area with the road to the village of Štáhlavy. Four arches of a tubular profile and span of thirty meters are connected to the upper bridge deck by a truss; they are embedded between its stone piers of two and three arched spans. The arches appear to be made mostly of cast iron. However, the use of Zores section profiles cannot be excluded. The bridge was built by the owner of the estate, Arnošt František Count Waldstein-Wartenberg (1821–1904) after the destruction of the former timber bridge by a flood in 1876. The construction was made by the bridge division of the Prague Ironworks Company, based in Kladno. A model of the bridge was presented by the company at the Prague exhibition of the German Polytechnic Association in Bohemia in 1879, and by the Provincial Committee at the Exhibition of Architecture and Engineering in 1898. In 1969 it was recognised as a cultural heritage monument together with Kozel Chateau and its park. At present, the bridge serves as a foot-bridge.

\*součást areálu národní kulturní památky Zámek Kozel

\*part of the national cultural monument Chateau of Kozel

## 32 – Stanovice – most přes Labe / Stanovice – bridge over the River Labe

silniční trémový příhradový most (1898)	road truss girder bridge	GPS
Královéhradecký kraj, okres Trutnov	Hradec Králové Region, Trutnov district	50°24'02.48" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	15°52'14.37" E



Silniční most přes Labe má dvě prostá pole různého rozpětí. Jsou to trémové příhradové konstrukce s horním lomeným parabolickým pásem s dolní mostovkou. Větší konstrukce má 8 příhrad a ve dvou polích uprostřed rozpětí jsou příčné svislé rámy. Horní pás je nýtovaný průřezu T, dolní pás je nýtovaný obráceného průřezu T. Svislice jsou z členěných prutů proměnného průřezu po výšce s příhradovými spojkami. Tažené diagonály jsou z ploché oceli, tlačené diagonály jsou z úhelníků. Menší konstrukce má 4 příhrady a je otevřeně uspořádaná. Je provedená obdobně, s tím rozdílem, že horní pás je křížového průřezu ze dvou úhelníků. Všechny styčníky obou konstrukcí jsou nýtované. Příčníky i podélníky jsou válcované nosníky průřezu I. Podélníky jsou nasazené na příčníky. Na podélnících jsou železa Zorés a na nich makadam. Deska mostovky je po obou stranách ukončena římsovým nosníkem. Pevné uložení hlavní nosné konstrukce je na dřevěné desce, pohyblivé uložení je jednoválcové. Spodní stavba je kamenná.

Původní konstrukce byla vyrobena v roce 1882, avšak při povodni v roce 1897 došlo k jejímu stržení. V roce 1898 byla osazena konstrukce současná.

The road bridge over the River Labe consists of two simple spans of different lengths and arrangement. There is a through bowstring truss in the first span, followed by a half-through bowstring truss in the second span. The longer structure has 8 truss panels with top chord bracing, which, together with the verticals, forms two transversal frames in the mid-span. The top chord is a riveted T-section, the bottom chord is a riveted inverted T-section. The verticals are built-up members of variable cross-section height with lacing. The tensile diagonals are made of flat steel and the compressed diagonals are built-up members placed at angles. The shorter span structure has 4 truss panels and is similarly constructed, except that the top chord cross-section is made up of two angles. All connections of both structures are riveted. The crossbeams and stringers are rolled I-beams. The asphalt roadway is supported by transversely spanned Zores section beams and the bridge deck has cornice beams along both sides. The bridge is supported by steel bearings on stone masonry abutments.

The original structure was made in 1882, it was torn down during the flood of 1897. In 1898, the current construction was installed.

### 33 – Sušice – most přes Otavu / Sušice – bridge over the River Otava

silniční trémový příhradový most (1882)	road truss girder bridge	GPS
Plzeňský kraj, okres Klatovy	Pilsen Region, Klatovy district	49°14'11.64" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	13°31'28.86" E



Silniční most přes Otavu má dvě pole. V krajním poli je malý železobetonový rám. V hlavním poli přes řeku je ocelový trémový most s horním poloparabolickým pásem o rozpětí 28,5 m s dolní mostovkou. Příhradová konstrukce má 9 polí svislicové soustavy se sestupnými diagonálami. Konstrukce je otevřeně uspořádaná. Hlavní nosníky jsou v osové vzdálenosti 6,2 m a jejich výška se mění od 2,02 do 3,14 m. Pásové pruty jsou jednoděnné, svislice jsou členěné pruty, diagonály jsou z pásové oceli. U dolních pásů hlavních nosníků je podélné vodorovné příhradové ztužení. Všechny pruty a styčníky jsou nýtované. Příčníky jsou příhradové o výšce 0,6 m. Podélníky jsou válcované nosníky průřezu I. Na podélnících jsou upevněny podélné dřevěné hranoly výšky 180 mm a na nich jsou příčné mostiny 120/160 mm. Ložiska jsou ocelová vahadlová, stolicová nebo čtyřválcová. Spodní stavba je betonová.

Most byl zhotoven v roce 1882, v roce 1959 byl rozebrán a přemístěn na stávající místo.



The road bridge over the River Otava has two spans. In the approach span, there is a small reinforced concrete frame. In the main span over the river, there is a steel half-through Pratt truss bridge with a top semi-parabolic chord; its span is 28.5 m. The main girders consist of 9 truss panels that are at a transversal distance of 6.2 m and their height varies from 2.02 to 3.14 m. The chord members are single-walled, the verticals are built-up members, and the diagonals are made of flat steel. There is a longitudinal horizontal truss bracing at the level of the bottom chords of the main trusses. All members and connections are riveted. The crossbeams are 0.6 m high truss beams. The stringers are rolled I-section beams. Longitudinal 180 mm thick timber prisms are fixed to the stringers, and 120/160 mm transversal timber bridge deck members are in turn fixed to them. The bridge is supported by steel fixed and movable four-roller bearings. The substructure is made of concrete.

The bridge was built in 1882 and dismantled in 1959, before being moved to its current location.

## 34 – Putim – most přes Blanici / Putim – bridge over the River Blanice

silniční trémový příhradový most (1884)	road truss girder bridge	GPS
Jihočeský kraj, okres Písek	South Bohemia Region, Písek district	49°15'51.57" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	14°06'52.44" E



Silniční ocelový příhradový most s dolní mostovkou o jednom prostém poli. Most převádí místní pozemní komunikaci v obci Putim přes řeku Blanici. Hlavní nosnou konstrukci tvoří dvojice příhradových ocelových nýtovaných nosníků s parabolicky zakřiveným horním pásem. Rozpětí nosníků je 26,75 m. Mostovka se skládá z plnostěnných nýtovaných příčníků tvaru I a válcovaných podélníků tvaru IPN240. Desku mostovky tvoří zabetonované válcované podlažnicové profily „Zorés 21“.

Na místě dnešního mostu stála původně dřevěná lávka pro pěší. Most byl postaven v roce 1884, ocelovou konstrukci zhotovila firma L. G. Bondy a synové z Prahy. Před otevřením byl most 22. listopadu 1884 slavnostně vysvěcen. Tento historicky cenný most byl v srpnu roku 2002 poškozen povodní. Hladina vzduté vody se v té době přelévala přes horní povrch mostovky. Roku 2003 byla provedena oprava.

Road steel through truss bridge of a single span. The bridge carries the local road in the village of Putim over the River Blanice. The main load-bearing structure consists of a pair of riveted steel truss girders with a parabolically curved upper flange. The span of the girders is 26.75 m. The bridge deck consists of I-shaped plate girder riveted crossbeams and IPN240 rolled stringers. The bridge deck slab is made up of concreted steel rolled profiles "Zorés 21".

A timber footbridge originally stood on the site of the current bridge. The bridge was built in 1884, the steel structure was made by the L. G. Bondy & Sons company of Prague. Before opening, the bridge was consecrated on the 22nd of November 1884. This historically valuable bridge was damaged by a flood in August 2002, when the level of rising water spilled over the upper surface of the bridge deck. The bridge was repaired in 2003.

## 35 – Pamětník – silniční most / Pamětník – road bridge

silniční trémový příhradový most (1886)	road truss girder bridge	GPS
Středočeský kraj, okres Kolín	Central Bohemian Region, Kolín district	50°07'30.17" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	15°26'41.19" E



Původně silniční most o dvou prostých polích rozpětí  $2 \times 19$  m přes řeku Cidlinu je snesený. Trémový příhradový most má dva hlavní nosníky konstantní výšky a mezilehlou mostovku. Příhradové nosníky mají 9 příhrad a zkřížené diagonály, svislice a podružné svislice. Most je otevřeně uspořádaný. Horní pásy jsou průřezu T, dolní pásy obráceného průřezu T. Diagonály, svislice a podružné svislice jsou ze dvou úhelníků. Všechny pruty a styčníky jsou nýtované. Mostovka se skládá z příčníků a želez Zorés. Deska mostovky byla z makadamu a z asfaltové vozovky. Příčnický jsou připojeny ke svislicím a k podružným svislicím cca v polovině výšky svislic. V úrovni dolních pásů hlavních nosníků je podélné vodorovné příhradové ztužení. Most byl původně uložen na betonových opěrách a betonovém pilíři v řece.

Ocelovou mostní konstrukci vyrobila v roce 1886 strojírna Frič & Macháček z Chlumce nad Cidlinou. Most byl v roce 2018 nahrazen novou konstrukcí.

The road bridge over the River Cidlina with two  $2 \times 19$  m long simple spans has been removed. The bridge structure is of a constant height, semi-through sub-divided quadrangular truss system. The main girders have 9 truss panels, crossed diagonals, verticals, and sub-verticals. The top chords are of a T-section, the bottom chords of inverted T-section. All members and connections are riveted. The bridge deck consists of crossbeams and longitudinally spanned Zores section members. The bridge deck slab was made of macadam and asphalt pavement. The crossbeams are connected to the verticals and to the sub-verticals at approximately half the height of the verticals. There is longitudinal horizontal truss bracing at the level of the bottom chords of the main trusses. The bridge was originally supported by concrete abutments and concrete piers in the river.

The steel bridge structure was manufactured in 1886 by the Frič & Macháček engineering plant from Chlumec nad Cidlinou. The bridge was replaced by a new structure in 2018.

## 36 – Jablonec nad Jizerou – most přes Jizeru na místní komunikaci Jablonec nad Jizerou – bridge over the River Jizera on local road

silniční trémový plnostěnný most (1888)	road plate girder bridge	GPS
Liberecký kraj, okres Semily	Liberec Region, Semily district	50°42'26.12" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	15°25'29.47" E



Silniční most přes řeku Jizeru je o jednom poli o rozpětí cca 20 m a průjezdné šířce cca 3,8 m. Trémový plnostěnný most je kolmý s dolní mostovkou. Most byl uveden do provozu v roce 1888. Materiálové zkoušky prokázaly použití svářkové oceli na nosné konstrukci.

Hlavní nosníky jsou ocelové plnostěnné se svislými výztuhami příčného polorámu nosné konstrukce vždy v místě příčnicku. Ocelová konstrukce je nýtovaná. Mostovka se skládá z příčníků a železobetonové desky mostovky. Deska mostovky je betonová s hladkou výztuží. Beton desky mostovky není s ocelovými příčnickami spřažen. Most není vybaven žádnými svodily či zábradlím, a tak jsou nejexponovanější místa svislé výztuhy polorámu. Lokálně jsou patrné deformace těchto výztuh vlivem nárazu vozidla.

The road bridge over the River Jizera has one 20 m span with a clearance of 3.8 m. The bridge deck is half-through. The bridge was put into service in 1888. Material tests revealed the use of welded steel on the superstructure.

The main girders are plate steel girders with vertical bracing of the transverse half-frame of the superstructure, always at the transversal beams. The steel structure is riveted. The bridge deck consists of the cross members and the reinforced concrete bridge deck slab. The bridge deck slab itself is concrete reinforced by plain bars. The concrete of the bridge deck slab is not bonded to the steel cross members. Neither is the bridge equipped with any abutments or railings, so the most exposed parts are the vertical bracings of the half-frame. Locally, deformations of these reinforcements are visible, due to the impact of vehicular traffic.

## 37 – Vodná u Bečova nad Teplou – silniční most Vodná u Bečova nad Teplou – road bridge

silniční trémový příhradový most (1891)	road truss girder bridge	GPS
Karlovarský kraj, okres Karlovy Vary	Karlovy Vary Region, Karlovy Vary district	50°06'18.32" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	12°50'50.82" E



Silniční most ve Vodné u Bečova nad Teplou má jedno pole o rozpětí 19,5 m a není používán. Trémový příhradový most s dolní mostovkou je otevřeně uspořádaný. Konstrukce má 10 příhrad, je přímopásová svislicová a se zkříženými diagonálami. Horní pás je jednoděnný nýtovaný průřezu T, dolní pás průřezu obráceného T je snýtovaný ze dvou úhelníků. Svislice a diagonály jsou snýtované ze dvou úhelníků. Příčníky jsou plnostěnné nýtované průřezu I, podélníky jsou válcované průřezu I. Podélníky jsou zapuštěné do příčníků. Na podélnících jsou železa Zorés a štěrkový zásyp. Most má dolní příhradové ztužení, které je v úrovni dolních pásů hlavních nosníků. Zábradlí je umístěné v rovině hlavních nosníků a je z pásoviny. Hlavní nosná konstrukce je uložena na opěry prostřednictvím kluzné lišty. Opěry jsou kamenné. Na konci mostu je zábrana proti vjezdu vozidel.

Konstrukce byla vyrobena v roce 1891 Pražskou mostárnou.



The road bridge in the village of Vodná near Bečov nad Teplou has one span of 19.5 m and is out of service. The main load-bearing structure is a half-through truss with 10 truss panels, verticals and with crossed diagonals. The top chord is a single-wall riveted T-section, the bottom chord is of inverted riveted T-section. The verticals and diagonals are riveted built-up members set at angles. The crossbeams are riveted I-section beams, the stringers are rolled I-section beams. The roadway with a gravel backfill is supported by transverse Zores - section members. The bridge is braced against the horizontal loads at the level of the main truss bottom chords. The flat steel-made guardrail is set at the level of the main girders. The main superstructure is placed on the stone masonry abutments using sliding strip bearings. There is a barrier to prevent vehicle access.

The structure was built in 1891 by the Prager Bruckenbau steel factory.



## 38 – Týn nad Vltavou – silniční most / Týn nad Vltavou – road bridge

silniční trémový příhradový most (1892)	road truss girder bridge	GPS
Jihočeský kraj, okres České Budějovice	South Bohemia Region, České Budějovice district	49°13'22.07" N
kulturní památka*	cultural monument*	14°25'01.94" E



Silniční most přes řeku Vltavu o dvou polích o rozpětí 59,6 m. V současné době slouží jako lávka pro chodce. Hlavní nosnou konstrukcí je ocelový příhradový přímopásový trám s dolní mostovkou. Tvoří ji 2 ocelové nýtované nosníky násobné soustavy výšky 6,10 m v osové vzdálenosti 7,00 m. Hlavní nosníky jsou uloženy na ocelových ložiskách. Na příčnicích jsou nasazeny válcované podélníky a na nich pak železobetonová deska mostovky tl. 0,14 m a vyrovnávka spádovou deskou tl. 0,05–0,07 m. Chodníky a římsy jsou rovněž železobetonové monolitické. Zábradlí je ocelové. Pod mostovkou jsou uloženy inženýrské sítě.

Stávající most je z roku 1892 a zhotovila jej Pražská mostárna, pobočka První českomoravské továrny na stroje v Praze. V roce 1948–1949 proběhla zásadní rekonstrukce mostu, kdy byla původní mostovka z mostnic Zorés se štěrkovou výplní nahrazena monolitickou železobetonovou deskou mostovky. Rovněž byla částečně opravena a zesílena nosná konstrukce. Při rekonstrukci v roce 1996 byla zejména sanována mostovka a provedena kompletní protikorozní ochrana nátěrovým systémem. K opravám vlastní nosné konstrukce nedošlo.

\*kulturní památka, Městská památková zóna Týn nad Vltavou

The road bridge over the River Vltava with two spans of 59.6 m currently serves as a footbridge. The main load-bearing structure is a steel truss half-through girder. It consists of 2 steel-riveted beams of multiple systems with a height of 6.10 m, at an axial distance of 7.00 m. The main girders are supported by steel bearings. Rolled stringers are mounted on the crossbeams and support a reinforced concrete bridge deck slab with a thickness of 0.14 m and a levelling slab with a thickness of 0.05–0.07 m. The sidewalks and parapets are also made from reinforced concrete. The sidewalks and cornices are likewise made from in-situ cast reinforced concrete. The railings are steel. Utility cables are laid under the bridge deck.

The existing bridge dates back to 1892 and was made by the Pražská mostárna (Prague bridge factory), a branch of the První českomoravská machine factory in Prague. In 1948–1949 the bridge underwent a major reconstruction, when the original bridge deck, made of Zorés profile, was replaced by an in-situ cast reinforced concrete bridge deck slab. The superstructure was also partially repaired and strengthened. During the reconstruction of 1996, the bridge deck underwent major rehabilitation and complete corrosion protection was carried out with a coating system. No repair work was carried out on the superstructure.

\*cultural monument, urban heritage zone Týn nad Vltavou

## 39 – Kuks – most přes Labe / Kuks – bridge over the River Labe

silniční trémový příhradový most (1894)	road truss girder bridge	GPS
Královéhradecký kraj, okres Trutnov	Hradec Králové Region, Trutnov district	50°24'02.5" N
kulturní památka	cultural monument	15°53'22.5" E



Silniční most přes řeku Labe v obci Kuks je o jednom poli o rozpětí 19 m. Jedná se o trémový příhradový most s dolní mostovkou. Hlavní nosníky jsou ocelové příhradové se sestupnými diagonálami a se svislicemi o celkové výšce 2 m. Mostovka se skládá z nýtovaných příčníků, z válcovaných podélníků a z desky mostovky z dřevěných trámů. Hlavní příhradové nosníky ocelové konstrukce jsou nýtované.

Most byl uveden do provozu v roce 1894 jako propojení obce Kuks s areálem hospitálu Kuks. Most je zapsán ve státním seznamu nemovitých kulturních památek. V roce 2017 prošla nosná konstrukce globální rekonstrukcí s výměnou desky mostovky a obnovou protikorozní ochrany ocelových prvků.



The road bridge over the River Labe in the village of Kuks has one span of 19 m. It is a beam truss bridge of half-through deck-type. The main girders are steel Pratt trusses of 2 m height. The bridge deck consists of riveted cross members and rolled stringers with a bridge deck slab of timber beams. The main steel trusses are riveted.

The bridge was put into service in 1894 as a connection between the village of Kuks and the Kuks Hospital area. The bridge is registered as a national heritage monument. In 2017, the supporting structure underwent major repair work, with replacement of the concrete slab and an upgrade in corrosion protection with renewed coating of the steel elements.

## 40 – Žatec – příhradový most – „Železný most“ Žatec – bridge over the River Ohře

silniční trémový příhradový most (1895)	road truss girder bridge	GPS
Ústecký kraj, okres Louny	Ústí nad Labem Region, Louny district	50°20'04.91" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	13°32'20.39" E



Silniční most přes řeku Ohři o jednom poli o rozpětí cca 62 m. Trémový příhradový most s horním poloparabolickým pásem s dolní mostovkou. Hlavní nosníky jsou ocelové příhradové násobné soustavy se sestupnými diagonálami a se svíslíci. V úrovni horních pásů je příhradové ztužení. Mostovka se skládá z příčníků, podélníků a desky mostovky. Ocelová konstrukce je nýtovaná.

Most byl uveden do provozu v roce 1895, aby nahradil již nevyhovující původní řetězový most. Rekonstrukce proběhly v letech 1932, 1938 a po druhé světové válce a zahrnovaly zejména opravu poškozeného mostního svršku a obnovu PKO. Od počátku 70. let most sloužil z důvodu špatného stavu pouze pro pěší provoz. Automobily se na konstrukci vrátily po generální rekonstrukci v roce 2001. Poslední obnova PKO společně s drobnými opravami proběhla v roce 2015.



Road bridge over the River Ohře with one span of about 62 m. A through Whipple truss bridge with top parabolic chords. There is a lateral truss bracing at the level of the top chords. The bridge deck consists of the crossbeams, stringers and bridge deck slab. The steel structure is riveted.

The bridge was put into operation in 1895 in order to replace the original chain bridge, which was severely deteriorated. Reconstruction work took place in 1932, 1938 and after World War II, and consisted mainly of repair of the damaged bridge superstructure, as well as the re-application of the corrosion protection coating. Since the early 1970s the bridge has been used only for pedestrian traffic due to its poor condition. Road traffic returned to the structure after major reconstruction work in 2001. The most recent corrosion protection renewal, along with minor repairs, took place in 2015.

## 41 – Kyselka – most přes Ohři / Kyselka – bridge over the River Ohře

silniční trémový příhradový most (1895)	road truss girder bridge	GPS
Karlovarský kraj, okres Karlovy Vary	Karlovy Vary Region, Karlovy Vary district	50°15'42.06" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	12°59'57.64" E



Silniční most přes řeku Ohři má dvě prostá pole o rozpětí cca 82 m. Trémový příhradový most s horním poloparabolickým pásem s dolní mostovkou. Most je uzavřeně uspořádaný. Příhradový nosník má 12 příhrad se svislicemi a se zkříženým diagonálami. Most má dolní příhradové ztužení. Horní ztužení je ve střední části mostu pěti příhradovými příčkami proměnné výšky. Všechny styčníky hlavního nosníku jsou nýtované. Příčníky jsou svařované I průřezy, podélníky jsou válcované I nosníky. Na podélnících je betonová deska mostovky. Hlavní nosná konstrukce je uložena na ocelových ložiskách vahadlových nebo tříválečkových. Opěry a pilíř jsou kamenné.

Konstrukce byla vyrobena v roce 1895 a původně sloužila jako železniční most na vleče z Vojkovic do závodu Mattoni v Kyselce. Raritou bylo osazení konstrukce třemi kolejnicemi, což umožnilo jak normální rozchod 1435 mm, tak úzký rozchod 480 mm. Konstrukce byla v roce 1968 přestavěna na sdružený most pro železniční i silniční dopravu. Poslední velká rekonstrukce proběhla v roce 2007, kdy byly vyměněny zkorodované části konstrukce a obnovena PKO.



The road bridge over the River Ohře has two simple spans of 2×82 m. The main load-bearing structure consists of through truss bridges with 12 truss panels, top semi-parabolic chords, verticals, and crossed diagonals. The bridge has a bottom chord truss bracing and a top chord bracing of variable cross-section. The bridge deck is made up of I-section welded crossbeams and rolled I-section stringers. The bridge deck slab, made of concrete, is supported by stringers. The bridge is supported by steel bearings, fixed ones on the one side and movable three-cylinder ones on the other side. The abutments and pier are from stone masonry.

The bridge structure dates to 1895 and originally served as a railway bridge on the siding from Vojkovic to the Mattoni company in Kyselka. The arrangement of the bridge deck with three rails, allowing the accommodation of both a normal 1435 mm gauge and a narrow 480 mm gauge, was quite rare. The structure was rebuilt in 1968 as a combined bridge for rail and road traffic. The last major reconstruction took place in 2007, when corroded parts of the structure were replaced and the corrosion protection was renewed.

## 42 – Bohumín – most na hranici s Polskem Bohumín – bridge at the border with Poland

silniční trémový příhradový most (1898)	road truss girder bridge	GPS
Moravskoslezský kraj, okres Karviná	Moravian-Silesian Region, Karviná district	49°55'12.0" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	18°19'36.8" E



Silniční most o třech polích na hranici do Polska. Ve dvou polích jsou trémové příhradové konstrukce s horním poloparabolickým pásem, v jednom krajním poli je kratší trémový most. Příhradová konstrukce má 12 příhrad svislicové soustavy. Ve čtyřech středních příhradách jsou zkřížené diagonály. Most je uzavřeně uspořádaný. Ve střední části nosníku v úrovni horních pásů je podélné vodorovné příhradové ztužení s příhradovými příčkami. Pásky hlavního nosníku jsou dvoustěnné, horní pás je průřezu  $\Pi$ , dolní pás složený ze dvou obrácených T průřezů. Svislice i diagonály jsou z členěných prutů s příhradovými spojkami. Všechny pruty a styčníky jsou nýtované (s výjimkou opravovaných styčníků). Příčníky jsou plnostěnné nýtované I průřezy, podélníky jsou z válcovaných nosníků průřezu I, některé byly zesíleny přidáním pásnic nebo přivařením dalším I průřezem pod dolní pásnici původního podélníku. Na podélnících je betonová deska mostovky. Pod dolním pásem hlavního nosníku je podélné vodorovné příhradové ztužení. Ložiska jsou ocelová vahadlová, stolicová nebo čtyřválcová. Spodní stavba je kamenná.

Most z roku 1898 nese název Jubilejní most císaře Františka Josefa.

A three span road bridge on the border with Poland. Two spans are through Pratt truss bridges with top semi-parabolic chords, while in the approach span there is a short girder bridge. The truss structure has 12 truss panels. There are crossed diagonals in the four central trusses. In the truss mid span, there is a longitudinal horizontal truss bracing at the level of the top chords. The chords of the main trusses are double-walled, the upper chord being of  $\Pi$ -section, the bottom chord consisting of two inverted T-sections. The verticals and diagonals are built-up members with lacing. All members and connections are riveted (except for the strengthened connections). The bridge deck is formed with riveted I-shaped crossbeams and rolled stringers of I-section, and some have been strengthened with added plates or welded additional I-section below the bottom flange of the original stringers. The concrete bridge deck slab is supported by the stringers. There is a lateral truss bracing at the level of the bottom chords of the main trusses. The bridge is supported by steel fixed and movable four-roller bearings. The substructure is from stone masonry.

The bridge was built in 1898 and was referred to as the Jubilee Bridge of Emperor Franz Joseph.

## 43 – Krnov – most přes Opavu / Krnov – bridge over the River Opava

silniční trémový příhradový most (1900)	road truss girder bridge	GPS
Moravskoslezský kraj, okres Bruntál	Moravian-Silesian Region, Bruntál district	50°05'18.98" N
kulturní památka	cultural monument	17°42'28.99" E



Silniční most přes řeku Opavu o jednom poli s rozpětím cca 25 m. Trémový příhradový most s horním parabolickým pásem a mezilehlou mostovkou. Uložení mostu je šikmé. Hlavní nosníky jsou ocelové příhradové násobné soustavy se svislicemi. Mostovka je tvořena betonovou deskou podepřenou spojitými podélníky nasazenými na příčníky. Ocelová konstrukce je nýtovaná.

Konstrukce mostu byla realizována v secesním stylu roku 1900 v mostárně bratří Kleinů v Sobotíně a jako jediná v okolí přečkala neporušená obě světové války. V době otevření byl most znám pod názvem Říšský most. V roce 2015 prošel kompletní rekonstrukcí, v rámci které byly sanovány konzolové lávky, nevyhovující oslabené detaily a také byla obnovena PKO.



Road bridge over the River Opava with one span of about 25 m. A quadrangular semi-through truss bridge with verticals and top parabolic chords. The bridge is skew and rests on two fixed and two sliding bearings. The bridge deck consists of a concrete slab supported by continuous stringers set on the crossbeams. The steel structure is riveted.

The bridge was constructed in the Art Nouveau style in 1900 at the Klein Brothers bridge factory in Sobotín. It was the only bridge in the area to survive both World Wars intact. It used to be known as the Imperial Bridge (Říšský most in Czech). In 2015, it underwent a reconstruction, which involved renewal of corrosion protection, rehabilitation of the cantilevered footbridges, and restoration work on the extensively corroded details.

## 44 – Jeseník – silniční most – „Ovčí most“ Jeseník – road bridge – “Sheep bridge”

silniční trémový příhradový most (1902)	road truss girder bridge	GPS
Olomoucký kraj, okres Jeseník	Olomouc Region, Jeseník district	50°13'54.69" N
kulturní památka	cultural monument	17°12'26.55" E



Silniční most přes řeku Bělou o jednom poli o rozpětí 15,4m. Trémový příhradový most s rovnoběžnými pásy s dolní mostovkou. Hlavní nosnou konstrukcí mostu jsou dva příhradové nosníky výšky 2,4m se svislicemi a sestupnými diagonálami. Most má 7 příhrad a je otevřeně uspořádaný. Dolní pás hlavního nosníku je obráceného T průřezu, horní pás, svislice a diagonály jsou členěné pruty s rámovými spojkami. Všechny pruty a styčníky jsou nýtované. Mostovka se skládá z příčníků výšky 0,72 m a podélníků. Most má dolní příhradové ztužení. Hlavní nosníky jsou uloženy na ocelová ložiska, pohyblivé ložisko je dvouválcové, pevné ložisko má trn. Spodní stavba je z tesaných kamenných kvádrů.

Most se nachází na bývalé říšské cestě z Červenohorského sedla do Zlatých hor. Dříve zde býval dřevěný most, po kterém byly hnány ovce, proto byl nazýván Ovčí most. Mostní ocelovou konstrukci vyrobila společnost Vítkovické horní a hutní těžířstvo ve Vítkovicích, stavba byla dokončena v roce 1902. V roce 2005 byl most prohlášen kulturní památkou.

Road bridge over the River Bělá with one span of 15.4m. Through truss bridge with parallel spans. The main load-bearing structure of the bridge consists of two trusses 2.4 m in height with verticals and descending diagonals. The bridge has 7 trusses and is of an open arrangement. The lower chord of the main girder is of inverted T-section, the upper chord, verticals and diagonals are segmented members with frame connections. All members and connections are riveted. The bridge deck consists of 0.72 m high crossbeams and stringers, and the structure has a lower truss bracing. The main girders are supported by steel bearings, the movable bearing is double roller, the fixed bearing has a mandrel. The substructure is of hewn stone blocks.

The bridge is located on the former imperial road from Červenohorské sedlo to Zlaté hory. There used to be a timber bridge on the site, where sheep were driven across the river by shepherds. Because of this, the bridge subsequently became known as the “Sheep Bridge”. The steel structure was made by the Vítkovice Mining and Metallurgical Company of Vítkovice, and the construction was completed in 1902. In 2005 the bridge was declared a cultural monument.

## 45 – Dačice – most přes Moravskou Dyji Dačice – bridge over the River Moravská Dyje

silniční trémový příhradový most (1902)	road truss girder bridge	GPS
Jihočeský kraj, okres Jindřichův Hradec	South Bohemia Region, Jindřichův Hradec district	49°05'09.3" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	15°26'16.5" E



Silniční most přes Moravskou Dyji měl jedno pole. Most byl trémový s horním parabolickým pásem se svislicemi a se sestupnými diagonálami. Most měl mezilehlou mostovku. Pásové pruty byly jednodílné, horní pásy byly průřezu T, dolní pásy obráceného průřezu T. Diagonály byly z členěných prutů, svislice byly z pásové oceli. Všechny pruty a styčníky byly nýtované. V úrovni dolních pásů bylo podélné vodorovné ztužení.

Most z roku 1902 byl po 117 letech provozu odstraněn. Z podnětu jednoho dačického zastupitele se podařilo zachovat část ocelové příhrady s dochovaným výrobním štítkem s rokem stavby mostu a s údaji o výrobci ocelové konstrukce, kterým byly dřívější železárny v Sobotíně. Dotyčný artefakt je uložen v městském muzeu. Nový most byl zhotoven z prefabrikovaných předpjatých železobetonových nosníků s betonovou deskou mostovky. Kromě vozovky je na novém mostě 2 m široký chodník. Při rekonstrukci mostu došlo k úpravě koryta řeky pod mostem.



The road bridge over the Moravian Dyje had one span. The load-bearing structure was a semi-through Pratt truss with a top parabolic chord, verticals, and descending diagonals. The chord members were single-walled, the top chords were of T-section, the bottom chords of inverted T-section. All members and connections were riveted. There was a lateral horizontal bracing at the level of the bottom chords.

The bridge from 1902 was removed after 117 years in service. On the initiative of a local councillor, a part of the truss was preserved, together with a label giving the date of manufacture, and information about the manufacturer, which was the former Sobotín Ironworks. The artefact is stored in the town museum. A new bridge was made of precast prestressed reinforced concrete girders with a concrete bridge deck slab. It carries the roadway and a 2 m wide sidewalk. During the reconstruction, the riverbed under the bridge was modified.



## 46 – Davle – most přes Vltavu / Davle – bridge over the River Vltava

silniční trémový příhradový most (1905)	road truss girder bridge	GPS
Středočeský kraj, okres Praha-západ	Central Bohemian Region, Praha-West district	49°53'20.87" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	14°23'58.82" E



Silniční most přes Vltavu v Davli má tři pole. Ve dvou polích jsou trémové příhradové konstrukce s horním poloparabolickým pásem o rozpětí cca 56 m. V jednom poli u pravého břehu je trémová příhradová konstrukce konstantní výšky o rozpětí 25 m. Konstrukce s horním parabolickým pásem mají jednostěnné nýtované pásy. Horní pás je průřezu T, dolní pás obráceného průřezu T. Svislice jsou příhradového průřezu, diagonály plnostěnného průřezu. Ve dvou středních polích je v úrovni horních pásů podélné vodorovné příhradové ztužení. Dnes je most využíván pouze jako lávka pro chodce, vozovka má omezenou šířku. Mostovka se skládá z nýtovaných plnostěnných příčníků průřezu I a z plnostěnných podélníků průřezu I. Všechny styčníky jsou nýtované.

Most je z roku 1905. Ocelovou konstrukci dodala Pražská mostárna, pobočka První českomoravské továrny na stroje v Praze. V roce 1968 se u něj natáčel americký film *Most u Remagenu*. V 70. letech byla silniční doprava převedena na nový betonový most, který je v blízkosti starého ocelového mostu.

The road bridge over the River Vltava in Davle has three spans of lengths 56+56+25 m. In the two longer spans, there are through Pratt truss structures with top semi-parabolic chords. The top chord is of T-section, the lower chord of inverted T-section. There is a longitudinal horizontal truss bracing connected at the level of the top chords. In the shorter span, near the right bank, there is a constant half-through truss structure. Today, the bridge is used only by pedestrians, and the width of the former roadway has been reduced. The bridge deck consists of riveted I-section crossbeams and I-section stringers. All connections are riveted.

The bridge dates from 1905. The steel structure was manufactured by Pražská mostárna (Prague bridge factory), a branch of the První českomoravská machine factory in Prague. In 1968, the American movie *The Bridge at Remagen* was filmed there. In the 1970s, road traffic was transferred to a new concrete bridge built nearby.

## 47 – Hradec Králové – most plukovníka Šrámka Hradec Králové – bridge of Colonel Šrámek

silniční trémový příhradový most (1907)	road truss girder bridge	GPS
Královéhradecký kraj, okres Hradec Králové	Hradec Králové Region, Hradec Králové district	50°12'56.99" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	15°54'29.11" E



Silniční most z roku 1907 převádějící dopravu přes řeku Orlici byl o dvou polích a délce přemostění cca 70 m. Jednalo se o trémový příhradový přímopásový most s dolní mostovkou. Hlavní nosníky byly ocelové příhradové násobné soustavy se svislicemi. Mostovka se skládá z příčniců, podélníků a desky mostovky tvořené podlažnicemi z ocelových svodidel a živičné vrstvy vozovky. Most byl v roce 2018 snesen.

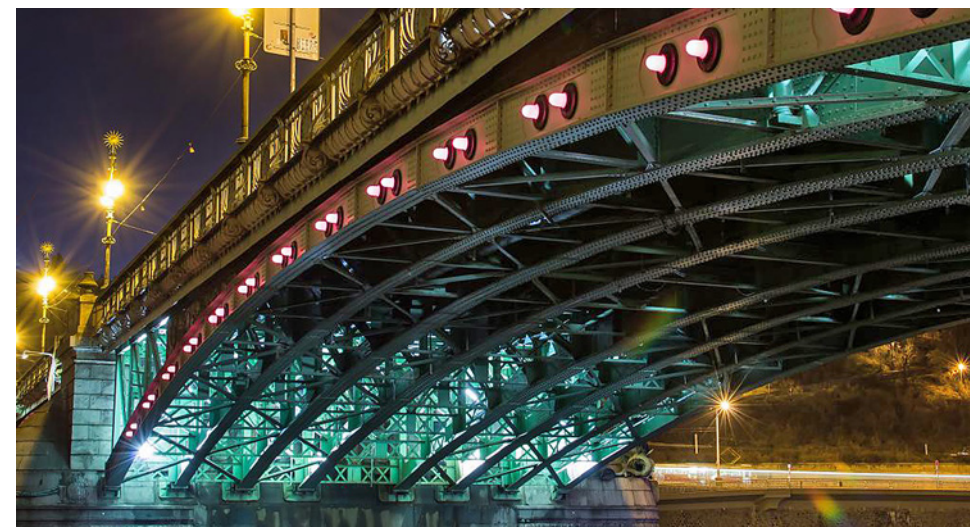
V rámci demolice se naskytla možnost prozkoumat stav prvků mostovky po odstranění vrstev vozovky. Bylo zjištěno, že podlažnice o průřezu tvaru písmene „U“ uložené hranami na horní pásnici podélníků způsobily kompletní úbytek průřezu celé horní pásnice, a to vždy pod hranou profilu.

A road bridge dating from 1907 used to carry traffic over the River Orlice and had two spans with a total bridge length of about 70 m. It was a beam truss, of a half-through bridge deck-type. The main girders were steel brown trusses with vertical members. The bridge deck consisted of crossbeams, stringers and a decking of steel crash barrier U-profiles, and carried an asphalt pavement. The bridge was demolished in 2018.

The demolition gave engineers an opportunity to investigate the condition of the bridge deck members after the removal of the roadway layers. The visual inspection revealed a significant reduction of the top flange area on nearly all the stringers. This defect can be attributed to the inappropriate detail of the U-profiles laying edgewise along the top flange of the stringer.

## 48 – Praha – Čechův most / Prague – bridge of Svatopluk Čech

silniční sdružený obloukový most (1908)	road and tram arch bridge	GPS
Hlavní město Praha	Capital City of Prague	50°05'33.48" N
kulturní památka*	cultural monument*	14°25'02.83" E



Most Svatopluka Čecha z roku 1908 převádí tramvajovou a automobilovou dopravu přes řeku Vltavu mezi Staroměstským a Malostranským nábřežím v Praze. Most má celkem 4 pole. Hlavní nosná ocelová konstrukce v přemostění Vltavy má v každém poli 8 oblouků. Jednotlivé oblouky jsou vyztuženy příhradovými příčnými ztužidly umístěnými ve styčnicích oblouků. Hlavní nosníky jsou uloženy na opěry a na pilíře pomocí ocelolitinových kloubů.

Secesní bohatě zdobený most propojující Staré Město a Holešovice byl navržen roku 1904 J. Koulou a postaven za spolupráce J. Soukupa a F. Mencla. Most s celkovou délkou 170 m navazoval na nově proraženou hlavní uliční třídu (Mikulášskou), dnešní Pařížskou, která vznikla asanací Josefova. Na letenské straně měl pokračovat letenským průkopem, tento urbanistický záměr však zůstal nedokončen.

The Svatopluk Čech Bridge dating from 1908 carries tram and car traffic over the River Vltava between the Old Town and Lesser Town embankments in Prague. The bridge has a total of 4 spans. The main load-bearing steel structure in the River Vltava bridge has 8 arches in each span. The individual arches are stiffened with truss stiffeners placed at the intersections of the arches. The main girders are fixed to the abutments and piers by means of steel/ cast-iron joints.

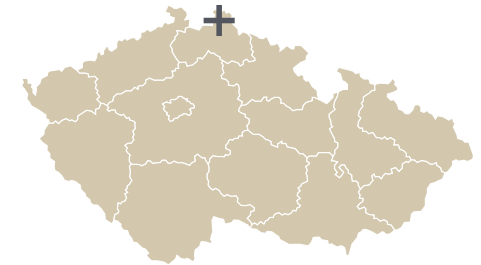
This sumptuously decorated Art Nouveau bridge connecting the Old Town with Holešovice was designed in 1904 by J. Koula and built with the cooperation of J. Soukup and F. Mencl. The bridge, with a total length of 170 m, connected with the newly built main street, known today as Pařížská. On the Letná side, the bridge was supposed to continue through the Letná cut but to date this urban plan remains unfinished.

\*kulturní památka, Městská památková rezervace Praha, Historické centrum Praha (jádrové území C 616-001 WHL UNESCO)

\* cultural monument, urban conservation area of the city of Prague, Historic Centre of Prague (core zone C 616-001 of the WHL UNESCO)

## 49 – Frýdlant – most přes řeku Smědou / Frýdlant – bridge over the River Smědá

silniční trémový příhradový most (1908)	road truss girder bridge	GPS
Liberecký kraj, okres Liberec	Liberec Region, Liberec district	50°55'14.8" N
památková zóna*	heritage zone*	15°04'24.2" E



Silniční most přes řeku Smědou o jednom poli o rozpětí 26,2 m. Trémová příhradová ocelová konstrukce s horním zakřiveným pásem spřažená s železobetonovou deskou mostovky. Mezi hlavními nosníky je umístěna vozovka, vně jsou na konzolách chodníky. Most je otevřeně uspořádaný, stabilitu horního pásu zajišťují příčné polorámy v místě každé svislíce. Hlavní nosníky mají 10 příhrad svislícové soustavy a jsou v osové vzdálenosti 7,6 m. Pásové pruty jsou jednostěnné, horní pás průřezu T, dolní pás obráceného T průřezu. Svislice jsou plnostěnné po výšce proměnného průřezu, diagonály jsou z členěných prutů s rámovými spojkami. Všechny pruty a styčníky jsou nýtované. Příčníky jsou nýtované plnostěnné průřezu I, podélníky jsou válcované plnostěnné nosníky I. Nad podélníky jsou krátké náběhy betonové desky. Podélníky i příčníky jsou spřažené s betonovou deskou mostovky, která byla zhotovena z lehčeného betonu tloušťky 150 až 220 mm.

Most je z roku 1908. Po povodni v roce 2010 byla provedena kompletní rekonstrukce mostu.

\*Městská památková zóna Frýdlant v Čechách



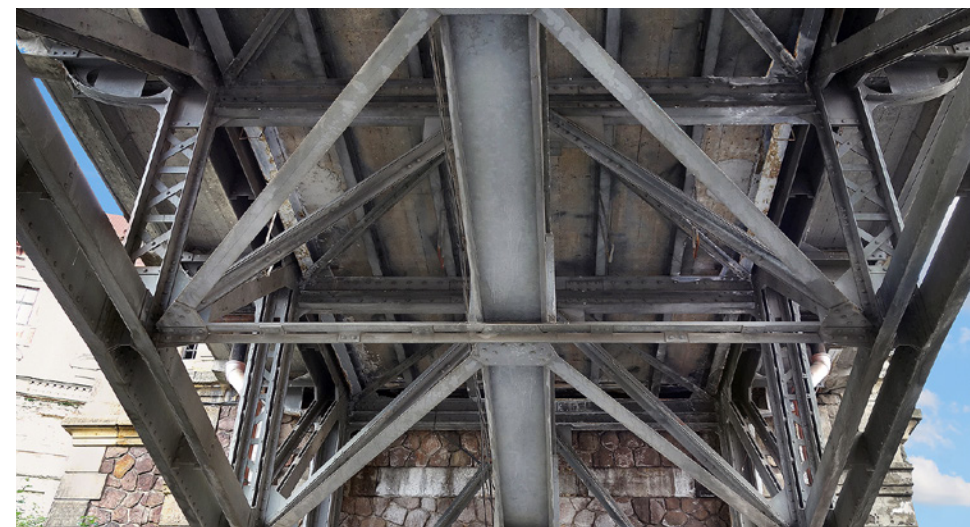
Road bridge over the River Smědá with one span of 26.2 m. A steel truss structure with an upper curved chord coupled to the reinforced concrete slab of the bridge deck. There is a roadway between the main girders, with sidewalks on the outside built on cantilevers. The bridge is openly arranged, and the upper chord is braced by transverse half-frames at each vertical. The main girders have 10 vertical trusses and are at an axial distance of 7.6 m. The chord members are single-web, the upper chord of T-section, the lower chord of inverted T-section. The verticals are plated along the height of the variable cross-section, the diagonals are of segmental members with frame connections. All members and connections are riveted. The crossbeams are riveted plate I-section girders, while the stringers are of rolled plate I-section girders. Short concrete slab ramps are positioned above the stringers. The stringers and crossbeams are bonded to the concrete slab of the bridge deck, which was made of lightweight concrete with a thickness of 150 to 220 mm.

The bridge dates from 1908. After the 2010 flood, the bridge was completely reconstructed.

\*urban heritage zone Frýdlant v Čechách

## 50 – Roudnice nad Labem – most přes Labe Roudnice nad Labem – bridge over the River Labe

silniční trémový příhradový most (1910)	road truss girder bridge	GPS
Ústecký kraj, okres Litoměřice	Ústí nad Labem Region, Litoměřice district	50°25'42.45" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	14°15'41.91" E



Silniční most o pěti otvorech přes Labe o rozpětí polí 35,4 + 46,8 + 58,0 + 46,8 + 35,4 m. Trémový příhradový most s náběhy dolního pásu nad pilíři a s horní mostovkou. Most má dva hlavní nosníky, v úrovni dolních i horních pásů je vodorovné příhradové ztužení a v každém styčnicku je svislé příhradové ztužení. Příhradový nosník je svislicové soustavy se sestupnými diagonálami. Horní pás je průřezu  $\Pi$  a dolní pás je ze dvou obrácených T průřezů. Diagonály a svislice jsou členěné pruty s příhradovými spojkami. Všechny pruty a styčníky jsou nýtované. Mostovka se skládá z nýtovaných příčniců, na kterých jsou uloženy válcované podélníky I průřezu. Hlavní nosná konstrukce je uložena na ocelových ložiskách. Pilíře jsou kamenné oválného průřezu a jsou vylehčeny klenbovými otvory.

Most byl postaven v letech 1906 až 1910. Zhlaví pilířů je zdobené.

Road deck truss bridge with five openings over the River Labe with spans of 35.4+46.8+58.0+46.8+35.4 m. The bridge has two main girders, with horizontal truss bracing at the level of the lower and upper chords and vertical truss bracing at each joint. The truss is a vertical system with descending diagonals. The upper flange is of  $\Pi$  section and the lower flange is of two inverted T-sections. The diagonals and verticals are articulated members with truss connections. All members and connections are riveted. The bridge deck consists of riveted crossbeams on which rolled I-section stringers are placed. The superstructure is supported by steel bearings. The piers are stone of oval cross-section, vaulted.

The bridge was built between 1906 and 1910. The heads of the piers are decorated.

## 51 – Hradec Králové – Pražský most přes Labe Hradec Králové – Prague bridge over the River Labe

silniční obloukový most (1910)	road arch bridge	GPS
Královéhradecký kraj, okres Hradec Králové	Hradec Králové Region, Hradec Králové district	50°12'35.65" N
kulturní památka	cultural monument	15°49'41.33" E



Silniční ocelový obloukový most s horní mostovkou. Hlavní nosnou konstrukcí mostu je pět plochých příhradových obloukových nosníků. Horní pás je T průřezu, dolní pás obráceného T průřezu, svislice a diagonály jsou křížového průřezu ze dvou úhelníků. Všechny pruty a styčníky jsou nýtované. V úrovni dolních pásů dvou krajních oblouků je podélné příhradové ztužení. V příčném řezu jsou svislá příhradová ztužidla v každém poli. Hlavní nosná konstrukce je uložena na litinových kloubech. Na mostě je dvoupruhová vozovka a oboustranné chodníky.

Pražský most je z roku 1910 a nahradil původní most z roku 1768. V roce 1912 byl vyzdoben drobnými kiosky na obou předpolích mostu, zvláště pak byla vyzdobena náplavka na pravém břehu Labe, to vše podle návrhu architekta Jana Kotěry.



Road bridge with steel arch. The deck-type superstructure consists of five main truss arch girders. The upper flange is of T-section, the lower flange of inverted T-section, the verticals and diagonals consist of two angles. All members and connections are riveted. There is longitudinal truss bracing at the level of the lower chords of the two outermost arches. Transversal bracing is placed in each truss of the main girders. The main structure is supported by cast iron joints. The bridge has a two-lane roadway and double-sided sidewalks.

The Prague Bridge dates from 1910 when it replaced the original bridge built in 1768. In 1912 the bridge and its surroundings were decorated, based on a design by the architect Jan Kotěra. The decorative aspect of the design was further enhanced by a pair of kiosks placed on both abutments.

## 52 – Litoměřice – Tyršův most přes Labe Litoměřice – Tyrš bridge over the River Labe

silniční trémový příhradový most (1910)	road truss girder bridge	GPS
Ústecký kraj, okres Litoměřice	Ústí nad Labem Region, Litoměřice district	50°31'46.23" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	14°08'05.09" E



Silniční most přes Labe celkové délky cca 399 m má 8 polí. Trémový příhradový most s dolním poloparabolickým pásem se zapuštěnou mostovkou. Staticky se jedná o kloubový nosník s rozpětím vnitřního pole 51,3 m a 36,0 m vloženého pole. Příhradové nosníky mají 14 příhrad svslícové soustavy se sestupnými diagonálami. Výška hlavního nosníku nad podporami je 6,2 m a uprostřed rozpětí 4,12 m. Hlavní nosníky jsou v osové vzdálenosti 8,1 m. Všechny pruty a styčníky jsou nýtované. Mostovka se skládá z plnostěnných nýtovaných příčníků, z nasazených válcovaných podélníků a z betonové desky mostovky. Na konzolách vně hlavních nosníků je ocelová ortotropní mostovka. Hlavní nosná konstrukce je uložena na ocelových stolicových ložiskách vahadlových a pětiválcových. Opěry a pilíře jsou obloženy kamennými kvádry. Zhlaví pilířů je zdobné.

Most byl uveden do provozu v roce 1910. V roce 1985 byla provedena rekonstrukce mostu a most byl rozšířen.

The road bridge over the River Labe at Litoměřice has a total length of about 399 m and has 8 spans. A semi-through truss bridge with a lower semi-parabolic chord. In terms of statics, the inner span is a hinge girder with a span of 51.3 m and 36.0 m of the embedded span. The trusses have 14 vertical trusses with descending diagonals. The height of the main beam is 6.2 m above the supports and 4.12 m in the mid-span. The main girders are at an axial distance of 8.1 m. All members and connections are riveted. The bridge deck consists of riveted plate I-section girders crossbeams, rolled stringers and a concrete bridge deck slab. There is a steel orthotropic bridge deck on the cantilevers outside the main girders. The main load-bearing structure is supported by steel bearings. The abutments and piers are faced with stone blocks. The heads of the piers are decorative.

The bridge was put into service in 1910. In 1985 it was reconstructed and widened.

## 53 – Obříství – Štěpánský most / Obříství – bridge over the River Labe

silniční trémový příhradový most (1912)	road truss girder bridge	GPS
Středočeský kraj, okres Mělník	Central Bohemian Region, Mělník district	50°17'28.71" N
kulturní památka	cultural monument	14°29'49.46" E



Silniční most přes řeku Labe o dvou polích o rozpětí 48,40 m. Hlavní nosnou konstrukcí je ocelový příhradový trém s dolní mostovkou s proměnnou výškou horního pásu, nejvyšší nad pilířem. Tvoří ji vždy 2 ocelové nýtované nosníky v osové vzdálenosti 7,60 m. Hlavní nosníky jsou uloženy na ocelových ložiskách. Na příčnicích jsou osazeny válcované podélníky a na nich pak železobetonová deska mostovky a vyrovnávka spádovou deskou. Římsy jsou rovněž železobetonové monolitické. Na obou stranách je lávka pro pěší s propustnou podlahou z porořstů.

Stávající most je z roku 1912 a zhotovila ho Pražská mostárna. Při zakládání středního pilíře zde pražská firma Kapsa & Müller poprvé v Čechách použila keson ze železobetonu. V roce 1959 proběhla zásadní rekonstrukce mostu, kdy byla původní mostovka nahrazena monolitickou železobetonovou deskou mostovky, na most byly osazeny konzoly s chodníky. Rovněž byla částečně opravena a zesílena nosná konstrukce. Při rekonstrukci v roce 2003 byla zejména obnovena protikorozní ochrana a vybavení mostu.



Road bridge over the River Labe with two spans of 48.40 m. The main load-bearing structure is a steel truss beam with a half-through bridge deck with a variable height upper chord, the highest point being above the pier. It consists of 2 steel riveted beams at an axial distance of 7.60 m. The main beams are supported by steel bearings. Rolled stringers are mounted on the crossbeams and support a reinforced concrete bridge deck slab and a levelling slab. The parapets are also made of reinforced concrete. On either side, there is a pedestrian walkway with a steel grid floor.

The existing bridge dates from 1912 and was made by the Pražská mostárna (Prague bridge factory). When founding the middle pillar, the Prague company Kapsa & Müller used a reinforced concrete caisson for the first time. In 1959, the bridge underwent a major reconstruction, when the original bridge deck was replaced with an in-situ cast reinforced concrete bridge deck slab, and cantilevers with walkways were installed on the bridge. The superstructure was also partially repaired and strengthened. In particular, the coating and the bridge equipment were renewed during the reconstruction of 2003.



## 54 – Kojetín – most přes Moravu / Kojetín – bridge over the River Morava

silniční trémový příhradový most (1911)	road truss girder bridge	GPS
Olomoucký kraj, okres Přerov	Olomouc Region, Přerov district	49°21'24.23" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	17°18'54.00" E



Silniční most přes Moravu v Kojetíně má tři pole, světlost otvorů je 18 + 34,3 + 18 m. Ve středním poli je trémový příhradový most s horním parabolickým pásem s mezilehlou mostovkou. V krajních polích je trémový příhradový most s rovnoběžnými pásy s mezilehlou mostovkou. Příhradový nosník ve středním poli má 12 příhrad svislicové soustavy střídavě se vzestupnými a sestupnými diagonálami. Jedná se o staticky určitou konstrukci. Most je uzavřeně uspořádaný, ve čtyřech středních polích jsou u horního pásu rámové příčky. Pásové pruty jsou jednostěnné, horní pás má průřez T, dolní pás průřez obráceného T. Všechny pruty a styčníky jsou nýtované. Příhradový nosník v krajních polích má 6 příhrad svislicové soustavy obdobně jako nosník středního pole. V krajních polích je most otevřeně uspořádaný. Mostovka má ocelové příčníky připojené do svislic hlavního nosníku a betonovou desku mostovky. Ložiska jsou ocelová, spodní stavba je betonová.

Most byl postaven v roce 1911 a byl pojmenován po čestném občanovi města Kojetín JUDr. Václavovi Šíleném.

The road bridge over the Morava River in Kojetín has three spans, with clearances of 18+34.3+18 m. In the middle span there is a beam truss bridge with an upper parabolic chord and semi-through deck. In the outermost spans there are truss beam structures with parallel chords, also with a semi through deck. The superstructure in the middle has crossed diagonals with verticals. It is a structurally determinate structure. The bridge has horizontal bracing at the upper chord in the four middle spans of the truss. The chords are single-walled, the upper one having a T-shaped cross-section, the lower flange having an inverted T-shaped cross-section. All members and connections are riveted. The outer superstructures are Warren truss-type. The bridge deck consists of crossbeams and a concrete deck. The superstructure is supported by steel bearings. The substructure is made of concrete.

A bridge named after JUDr. Václav Šílený, an honorary citizen of Kojetín. The bridge was built in 1911.

## 55 – Hradec Králové – Moravský most a elektrárna Hradec Králové – Moravian bridge and power plant

silniční trémový plnostěnný most (1914)	road plate girder bridge	GPS
Královéhradecký kraj, okres Hradec Králové	Hradec Králové Region, Hradec Králové district	50°12'23.01" N
kulturní památka*	cultural monument*	15°49'54.69" E



Silniční most přes řeku Orlici je o třech polích a o délce přemostění cca 54 m. Trémový plnostěnný most má čtyři hlavní nosníky a horní mostovkou. Původní dva hlavní nosníky jsou ocelové nýtované, dva krajní nosníky jsou ocelové šroubované. Vnitřní dva hlavní nosníky a jejich mezilehlé příčníky jsou zesíleny vzpínadlovým systémem táhel. Mostovka se skládá z příčníků, podélníků a železobetonové desky mostovky.

Most byl uveden do provozu v roce 1914, aby nahradil již nevyhovující most kamenný. Most byl vystavěn spolu s vodní elektrárnou, ta byla dokončena o tři roky později. Stavidlový jez prošel v roce 1956 rekonstrukcí, v jejímž rámci byly pilíře osazeny kontrolními kabinami. V roce 1994 byla provedena celková rekonstrukce, při níž byl most rozšířen o necelé 3 m a doplněn o krajní šroubované nosníky, zároveň byly původní nosníky zesíleny systémem táhel.

\*kulturní památka, Městská památková zóna Hradec Králové



The road bridge over the River Orlice has three spans with a total bridge length of approximately 54 m. It is a deck-type girder bridge with four main girders. The two main inner girders are riveted, the outermost two bolted. The two main inner girders and the crossbeams between them are reinforced with a tie-rod system. The bridge deck consists of crossbeams, stringers and a concrete slab.

The bridge was put into service in 1914 to replace a stone bridge that was no longer fit for purpose. The bridge was built together with a hydroelectric power station, which was completed three years later. The piers of the bridge were fitted with control cabins during the reconstruction of the weir in 1956. In 1994 a complete reconstruction was carried out during which the bridge was widened by almost 3 m and the outermost bolted girders were added. At the same time, the original girders were reinforced with the aforementioned system of rods.

\* cultural monument, urban heritage zone Hradec Králové

## 56 – Praha – příhradový most v pod Bohdalcem Prague – truss bridge under Bohdalec

silniční trémový příhradový most (1914)	road truss girder bridge	GPS
Hlavní město Praha	Capital City of Prague	50°03'54.40" N
ochranné pásmo*	buffer zone*	14°27'53.12" E



Most má jedno pole o rozpětí 78 m a má dolní mostovku. Hlavní nosnou konstrukcí mostu jsou dva ocelové příhradové nosníky s horním poloparabolickým pásem. Konstrukce je uzavřeně uspořádaná a je nýtovaná. Osová vzdálenost hlavních nosníků je 9,7 m. Výška hlavních nosníků se mění od 7,15 m na kraji mostu do 13,15 m uprostřed rozpětí. Šířka vozovky na mostě je 8,0 m. Po obou stranách je umístěn chodník šířky 1,9 m. Jedná se o jednu z posledních konstrukcí tohoto typu v hlavním městě. Opěry jsou masivní tížné monolitické, v líci s kyklopským kamenným zdivem.

Ocelovou konstrukci vyprojektovala v roce 1912 mostárna bratří Prášilové a v roce 1914 zhotovila Pražská akciová strojírna. Ocelová konstrukce mostu Bohdalec má vysokou autentickou hodnotu, protože hlavní nosná konstrukce mostu zůstala ve 100% původním stavu. V roce 2005 byla provedena rekonstrukce mostovky. Došlo k opravě nebo výměně některých podélníků a příčniců, byla zhotovena nová deska mostovky a byla obnovena protikorozní ochrana ocelové konstrukce.

The bridge has one span of 78 m and has a through-type bridge deck. The main load-bearing members are two steel truss girders with a parabolic upper chord. The members and connections of the superstructure are riveted. The axial distance of the main girders is 9,7 m. The height of the main girders varies from 7.15 m at the edge of the bridge to 13.15 m in the middle of the span. The roadway clearance on the bridge is 8.0 m. There is a 1.9 m wide pavement on either side. It is one of the last superstructures of its type in Prague. The abutments are massive, made from in-situ cast concrete, with stone masonry encasing the surfaces.

The steel structure of the bridge was designed by Prášil Brothers in 1912 and manufactured by Pražská akciová strojírna in 1914. The steel structure of the Bohdalec Bridge is highly valued because of its authenticity. Its main truss girders have remained in their original configuration and have not been repaired in any way. The bridge deck was reconstructed in 2005. Several stringers and crossbeams were repaired or replaced, a new bridge deck slab was installed and the corrosion protection layers of the steel structure were restored.

\*ochranné pásmo Městské památkové rezervace Praha

\*buffer zone of the urban conservation area of the city of Prague

## 57 – Ostrava – most Miloše Sýkory / Ostrava – bridge of Miloš Sýkora

silniční obloukový most (1914)	road arch bridge	GPS
Moravskoslezský kraj, okres Ostrava-město	Moravian-Silesian Region, Ostrava-City district	49°50'15.02" N
kulturní památka	cultural monument	18°17'46.72" E



Třípolový most typu Gerberova nosníku s nosným vnitřním polem a dvěma předpolími s vloženými klouby o rozpětí 16 + 60 + 16 m. Vnitřní pole tvoří příhradový oblouk s mezilehlou mostovkou a ztužením v úrovni horních pásů. Předpolí vynáší příhradové nosníky svislicové soustavy konstantní výšky. Mostovka je tvořena příčnicí, podélníky a deskou s ocelovým ztraceným bedněním. Konstrukce je nýtovaná, v detailech kloubů se šrouby.

Na místě současného mostu ve 30. letech 19. století nejprve stával dřevěný most, který byl kvůli nevyhovujícímu stavu brzy nahrazen řetězovým mostem z dílny bratří Kleinů. Ten se po 30 letech provozu zřítíl při průjezdu oddílu hulánů. Za necelý rok, v roce 1887, již na místě stál nový ocelový říšský most. I jeho stav se však brzy zhoršil, a byl tak v roce 1914 nahrazen současným mostem. Most získal svůj název po Miloši Sýkorovi, který zemřel poté, co se mu podařilo zabránit nacistům v odstřelu konstrukce, čímž výrazně urychlil postup Rudé armády při bojích o Ostravsko.



The Miloš Sýkora Bridge over the River Ostravice in Ostrava is a three-span bridge of the Gerber beam-type, featuring a load-bearing middle span and two suspended approach spans with span lengths of 16+60+16 m. The main span consists of a semi-through truss arch and lateral bracing at the level of the top chords. The approach spans are quadrangular trusses of a constant height with verticals. The bridge deck is formed by crossbeams, stringers, and a slab with a steel plate of lost formwork. The structure is riveted, with bolted and embedded hinges.

On the site of the current bridge, there used to be a timber structure, which was built in the 1830s. Due to its poor condition, it was replaced after eleven years by a chain bridge, manufactured by the Klein Brothers' Ironworks in Kladno. Even this bridge did not last very long. After 30 years, it collapsed on the 15th of September 1886, when a squadron of Hulan cavalry troops attempted to cross the bridge. Less than a year later, in 1887, a new bridge was in place, but its condition rapidly deteriorated too. It was replaced by the present bridge in 1914. The bridge was named after Miloš Sýkora, the legendary 24-year-old resistance fighter, who died while preventing the Nazis from blowing up the structure, thus enabling the Red Army's rapid advance during the battle for Ostrava.

## 58 – České Budějovice – „Zlatý most“ / České Budějovice – „Golden bridge“

silniční obloukový most (1915)	road arch bridge	GPS
Jihočeský kraj, okres České Budějovice	South Bohemia Region, České Budějovice district	48°58'19.31" N
kulturní památka*	cultural monument*	14°28'28.09" E



Silniční most přes řeku Malši o jednom poli o rozpětí cca 40 m. Hlavní nosnou konstrukcí je ocelový trám vyztužený obloukem. V současné době slouží jako lávka pro chodce. Mezi hlavními nosníky je dlážděná vozovka a vně nosníků jsou chodníkové konzoly s dřevěnou mostovkou. Hlavní trám, horní obloukový pás i svislice jsou nýtované průřezy tvaru I. Uprostřed mostu ve třech polích jsou svislé rámové portály. Mostovka se skládá z nýtovaných příčnicků průřezu I, z válcovaných podélníků průřezu I a z desky mostovky uložené na trapézových plechách. Hlavní nosná konstrukce je uložena na ocelových ložiskách.

Most dostal svoje jméno již ve středověku, kdy před Rožnovskou bránou stával most, po kterém přijížděli do města kupci. Stávající most je z roku 1915 a zhotovila ho firma Bratři Prášilů v Praze-Libni. V roce 2001 byl most opraven.

A road bridge over the River Malše with one span of approximately 40 m. The main load-bearing structure is a steel-tied arch. Currently it serves as a footbridge. There is a paved roadway between the arch-beams. Outside the tied arch, there are cantilevered sidewalks with a bridge deck made of timber. The main beam, upper arch chord, and vertical ties are riveted I-sections. There are three vertical frame portals in the mid-spans. The bridge deck consists of riveted I-section crossbeams, rolled I-section stringers and a bridge deck slab supported by trapezoidal plates. The bridge is supported by steel bearings.

The bridge acquired its name during the Middle Ages, when a bridge stood in front of the Rožnov Gate, which was used by merchants when entering the town. The current bridge dates from 1915 and was built by the Prášil Brothers company of Prague-Libeň. The bridge was repaired in 2001.

\*Městská památková rezervace České Budějovice

\*urban conservation area of the city of České Budějovice

## 59 – Kostelany nad Moravou – silniční most Kostelany nad Moravou – road bridge

silniční trémový příhradový most (1921)	road truss girder bridge	GPS
Zlínský kraj, okres Kroměříž	Zlín Region, Kroměříž district	49°02'38.77" N
kulturní památka	cultural monument	17°24'38.24" E



Silniční most přes řeku Moravu má tři pole o rozpětí 24 + 36 + 24 m. Jedná se o trémový most se zakřiveným horním pásem s dolní mostovkou. Hlavní nosnou konstrukcí je spojitý příhradový nosník se svislicemi a sestupnými diagonálami. Výška nosníku nad pilíři je 5 m, postupně do středu hlavního pole a k opěrám se snižuje. Nad pilíři jsou rámové portály, horní příčka portálu je příhradová se zaobleným dolním pásem. Horní pás je celistvý, svislice a diagonály jsou z členěných prutů. Všechny pruty a styčníky jsou nýtované z plávkové oceli. Mostovka je dřevěná.

Most svým tvarem připomíná řetězové mosty. Stavba mostu byla zahájena okolo roku 1910, ale dokončena byla až po první světové válce v roce 1921. Most je jedinečný svým tvarem a konstrukcí. V obci Kostelany nad Moravou je středem kulturních slavností, při kterých dochází k osvětlení mostu stovkami zapálených svíček. V roce 1997 byl vyhlášen kulturní památkou.



This road bridge over the River Morava has three spans of 24+36+24 m. It is a girder bridge with a curved upper span with a through-type deck. The main load-bearing structure is a continuous truss with verticals and descending diagonals. The height of the girder above the piers is 5 m, gradually decreasing to the centre of the main span and to the abutments. Above the piers are framed portals, and the upper portal truss is trussed with a rounded lower flange. The upper flange is solid, the verticals and diagonals are of segmental members. All members and connections are made of mild steel and are riveted. The bridge deck is made from timber.

The shape of the bridge is reminiscent of chain bridges. It is usually dated to 1910, but was not completed until 1921, three years after the end of World War I. The bridge is unique in its shape and construction. In the village of Kostelany nad Moravou, it is the focus of cultural festivities, during the course of which the bridge is illuminated by hundreds of candles. The bridge was declared a cultural heritage monument in 1997.

## 60 – Plzeň – most v závodě Škoda / Plzeň – bridge in Škoda factory

silniční trémový příhradový most (1931)	road truss girder bridge	GPS
Plzeňský kraj, okres Plzeň-město	Pilsen Region, Plzeň-City district	49°44'33.96" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	13°21'00.36" E



Silniční most ve Škodových závodech spojoval severní a jižní část závodu, které byly rozděleny železniční tratí. Most měl jedno pole o rozpětí 49,2 m. Hlavní nosnou konstrukcí mostu byly dva trémové příhradové přímopásové nosníky se svislicemi s dolní mostovkou. Nosníky měly výšku 6,4 m a byly v osové vzdálenosti 8,35 m. Most měl 8 příhrad. V úrovni horních pásů bylo podélné vodorovné příhradové ztužení romboické soustavy. Průřez horního pásu byl tvaru  $\Pi$ , dolní pás byl ze dvou obrácených T průřezů. Diagonály a svislice byly průřezu I. V úrovni dolních pásů hlavních nosníků byla mostovka, která se skládala z příčníků a zapuštěných podélníků. Pod podélníky bylo podélné vodorovné příhradové ztužení. Celá ocelová konstrukce byly svařovaná, včetně styčnicků a montážních styků.

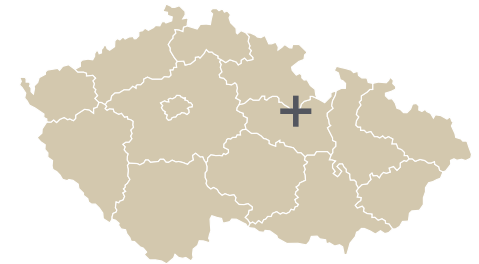
Most byl uveden do provozu v roce 1931 a byl prvním celosvařovaným mostem u nás. Smontovaly ho Škodovy závody v Plzni. V roce 2019 byl most snesen a hledá se jeho případné využití jako lávky.

The road bridge inside the grounds of the Škoda factory at Plzeň connected the northern and southern sections of the plant, which were separated by a railway line. The bridge had one span of 49.2 m. The main load-bearing structure of the bridge was created by two through trusses. The trusses were 6.4 m high and had an axial distance of 8.35 m. The bridge had 8 trusses. There was longitudinal horizontal truss bracing with a rhombus-shaped support system at the level of the upper chords. The cross-section of the upper chord was of a  $\Pi$  shape, the lower chord was of two inverted T-sections. The diagonals and verticals were of I cross-section. At the level of the lower chords of the trusses was the bridge deck, which consisted of crossbeams and stringers. Longitudinal and horizontal truss bracing was placed below the stringers. The entire steel structure was welded, including the connections and assembly joints.

The bridge was put into operation in 1931 and was the first all-welded bridge in the country. It was manufactured by Škoda plants in Pilsen. The bridge was removed in 2019 and is being assessed for possible use as a footbridge.

## 61 – Brandýs nad Orlicí – obloukový most / Brandýs nad Orlicí – arch bridge

silniční obloukový/příhradový most (1931)	road arch/truss bridge	GPS
Pardubický kraj, okres Ústí nad Orlicí	Pardubice Region, Ústí nad Orlicí district	50°00'04.69" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	16°16'45.78" E



Silniční most přes řeku Orlici má jedno pole o rozpětí cca 40 m, má mezilehlou mostovku a do provozu byl uveden v roce 1931. Hlavní nosnou konstrukcí je trám vyztužený obloukem. Trám je zavěšen prostřednictvím svislic pod trámem mostovky. Trám mostovky je zavěšen pod obloukem pomocí příhradové konstrukce pravoúhlé soustavy se zkříženým diagonálami. Vodorovné příhradové ztužení v úrovni dolních pásů je pouze při krajích nosné konstrukce. Stabilita oblouku je zajištěna příčnými polorámy. Mostovka se skládá z příhradových příčnic, válcovaných podélnic, svodidlových profilů a sličkových plechů. Na ocelových prvcích mostovky jsou značné korozní úbytky.



The road bridge over the River Orlice, with one span of about 40m and a semi-through bridge deck, was put into service in 1931. The main structural member is the longitudinal girder supported by an arch. The main girder is suspended by hangers beneath the girder of the bridge deck. The latter is suspended under the arch by a truss with crossed diagonals. At the level of lower chords, the superstructure is horizontally braced only at its edges. The arch is braced transversal half-frames. The bridge deck system consists of truss crossbeams, rolled stringers, road barrier profiles and of drop-shaped plates. Steel members of the bridge deck exhibit significant corrosion losses.



## 62 – Plzeň – „Tyršův most“ / Plzeň – Tyrš bridge

silniční obloukový most (1933)	road arch bridge	GPS
Plzeňský kraj, okres Plzeň-město	Pilsen Region, Plzeň-City district	49°43'04.83" N
kulturní památka	cultural monument	13°22'55.06" E



Silniční most přes Radbuzu má pět polí o rozpětí 5,65 + 6,25 + 50,60 + 6,25 + 5,65 m. Ve středním poli je obloukový most s horní mostovkou. Hlavní nosnou konstrukcí obloukového mostu jsou dva plnostěnné svařované dvoukloubové oblouky o rozpětí 50,6 m, vzepětí 10,4 m, v osové vzdálenosti 6,3 m. Příčným řezem oblouku je svařovaný I průřez se stěnou proměnné výšky 540 až 900 mm. Dílenské a montážní styky byly provedeny tupými svary. V ose oblouků je podélné příhradové ztužení. Klouby oblouků jsou litinové. Na obloucích jsou uloženy stojky svařovaného I průřezu. Ke stojkám jsou přivařeny příčnice průřezu I o výšce 840 mm. V původním stavu, do rekonstrukce v roce 1995, byly na příčnicích přivařeny válcované podélníky I 340. Na podélnících byla železobetonová deska mostovky s krátkými náběhy nad podélníky. Při rekonstrukci v roce 1995 byly odstraněny podélníky a železobetonová deska mostovky a na stávající příčnice byly osazena nová lehká ortotropní mostovka.

Most z roku 1933, jehož autorem byl prof. František Faltus, byl prvním celosvařovaným obloukovým mostem na světě a smontovaly ho Škodovy závody v Plzni.

The Tyrš road bridge over the Radbuzka River in Plzeň has five spans of 5.65+6.25+50.60+6.25+5.65 m. In the middle span there is an arched deck bridge. The main load-bearing structure of the arch bridge is two plate welded double-jointed arches with a span of 50.6 m, a rise of 10.4 m and an axial distance of 6.3 m. The cross-section of the arch is a welded I-section with a web of variable height of 540 to 900 mm. There is longitudinal truss bracing in the axis of the arches. The joints of the arches are of cast iron. The arches are supported by welded I-section stands. The crossbeams of I cross-section with a height of 840 mm are welded to the stands. In the original state, that is until the 1995 reconstruction, the crossbeams were welded to I 340 rolled stringers. Placed on the stringers was a reinforced concrete bridge deck slab with short ramps that covered the stringers. During the 1995 reconstruction, the stringers and reinforced concrete bridge deck slab were removed and a new lightweight orthotropic bridge deck was installed over the existing stringers.

The bridge (built in 1933) was the first all-welded arch bridge in the world, designed by Prof. František Faltus.

## 63 – Děčín – most Miroslava Tyrše / Děčín – bridge of Miroslav Tyrš

silniční obloukový most (1933)	road arch bridge	GPS
Ústecký kraj, okres Děčín	Ústí nad Labem Region, Děčín district	50°46'52.30" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	14°12'28.10" E



Most přes Labe o třech polích o rozpětí 30,5 + 118,1 + 30,5 m. Ve středním poli je ocelový trám vyztužený obloukem, v krajních polích je trámový most s dolní mostovkou. Podélné hlavní trámy jsou nýtované plnostěnné nosníky průřezu I. Mezi trámy je mostovka, která se skládá z nýtovaných plnostěnných příčníků průřezu I, z válcovaných podélníků průřezu I a z betonové desky. Vně trámů jsou chodníkové konzoly. Horní pás oblouku je nýtovaný dvoustěnný průřezu  $\Pi$ , do kterého jsou zasunuty svislice průřezu I. V úrovni horního pásu je příhradové ztužení, které je zakončeno svislým portálem. Hlavní nosná konstrukce je uložena na ocelových ložiskách.

Most pochází z roku 1933, smontovaly ho Škodovy závody v Plzni a nahradil původní řetězový most z roku 1855 s kamennými zdobnými pylony.



A continuous bridge over the River Labe with three spans of 30.5+118.1+30.5 m. In the middle span is a steel tied-arch structure. The adjacent approach spans are made up by half-through girder bridges. The longitudinal main beams are riveted I-section beams. The bridge deck consists of riveted I-section crossbeams, I-section rolled stringers and a concrete slab. Outside the beams there are cantilevered sidewalks. The arch top chord is a riveted double-walled  $\Pi$ -section to which the vertical I-section ties are connected. There is a longitudinal truss bracing at the level of the arch top chord, which is topped by a vertical portal frame on both sides of the arch. The main structure is supported by steel bearings.

The bridge dates to 1933, when it replaced the original chain bridge from 1855 with decorative stone pylons.

## 64 – Kunětice – most systému Bailey / Kunětice – Bailey bridge

silniční trémový příhradový most (1948)	road truss girder bridge	GPS
Pardubický kraj, okres Pardubice	Pardubice Region, Pardubice district	50°04'09.31" N
kulturní památka*	cultural monument*	15°49'47.38" E



Silniční most přes Labe v Kuněticích je soustavy BB (tzv. Bailey Bridge). Soustava BB je považována za nejstarší mostní provizorium, na konci padesátých let byla tato soustava předlohou k tvorbě dnešních provizorií. Most v Kuněticích je o třech polích, každé totožného rozpětí 27,45 m. Jedná se o ocelovou příhradovou konstrukci s dolní mostovkou tvořenou příčníky a podélnými rošty. Délka jedné příhrady je 3,05 m. Deska mostovky je tvořena dřevěnými fošny ve dvou úrovních. První fošny jsou kladeny příčně, druhá vrstva pak podélně ke směru jízdy. Po krajích je vozovka opatřena dřevěnými obrubníky. Průjezdová šířka mezi obrubami činí 3280 mm, světlá šířka mezi hlavními nosníky je 3760 mm.

Dnes je most využíván pouze pro jednosměrný provoz, vozovka má omezenou šířku. Most je vybaven jednostranným chodníkem, ten je umístěn na konzolách z hlavního nosníku na podvodní straně mostu.

The road bridge over the River Labe in Kunětice is an example of the Bailey bridge system (BB). The BB system is considered to be the most practical and manageable portable truss bridge system ever designed, and was developed during WW2. Since the end of the 1950s, the Bailey bridge has been the standard model for many temporary bridge designs. The bridge in Kunětice is of three identical spans of 27.45 m. It is a steel through-type truss structure with a deck of crossbeams and stringers and wooden decking. The length of each truss is 3.05 m. The deck is made of two levels of perpendicularly laid wooden planks. Each side of the road is provided with a wooden curb. The clearance for passing vehicles is 3280 mm, while the overall width between the main girders is 3760 mm.

Today, the bridge is only used for one-way traffic, as the carriageway is of limited width. The bridge is equipped with a single-sided sidewalk placed on cantilevers of the main girder.

\*kulturní památka, ochranné pásmo národní kulturní památky státní hrad Kunětická hora

\* cultural monument, buffer zone of the national cultural monument Castle of Kunětická hora

## 65 – Žďákov – obloukový most – „Žďákovský most“ / Žďákov – arch bridge

silniční obloukový most (1967)	road arch bridge	GPS
Jihočeský kraj, okres Písek	South Bohemia Region, Písek district	49°30'18.77" N
ochranné pásmo*	buffer zone*	14°11'1.902" E



Silniční obloukový most přes hluboké údolí Vltavy celkové délky 541 m. Hlavní nosná konstrukce středního pole je tvořena dvěma dvoukloubovými ocelovými plnostěnnými oblouky o rozpětí 330 m a vzepětí 42,5 m, uloženými na železobetonových konzolách. Oblouky mají komorový průřez o výšce 5,0 m a šířce 1,0 m. Mostovka tvoří dva podélné nosníky, příčné a železobetonová deska. Mostovka je podpírána stojkami délky až 41,4 m ze svařovaných trubek.

Potřeba silničního spojení mezi Plzní a Táborem vznikla v první polovině minulého století. Výsledné řešení mostu vzešlo z veřejné soutěže roku 1954. Projekt byl zpracován v Hutním projektu Praha pod vedením Ing. J. Zemana. Hlavním statikem byl Ing. A. Schindler. Expertem projektu byl prof. Dr. Ing. F. Faltus, DrSc. Ocelová konstrukce byla vyrobena ve Vítkovicích, montáž provedly Hutní montáže Ostrava. Most byl uveden do provozu v roce 1967.

\*ochranné pásmo národní kulturní památky zámek Orlík



A road arch bridge over a deep part of the River Vltava valley, with a total length of 541 m. The main load-bearing structure of the central span consists of two double-jointed steel plate arches with a span of 330 m and a rise of 42.5 m, placed on reinforced concrete brackets. The arches have a chamber cross-section of 5,0 m high and 1,0 m wide. The bridge deck consists of two longitudinal girders, crossbeams and a reinforced concrete slab. The bridge deck is supported by up to 41.4 m of welded tubes.

The need for a road connection between Plzeň and Tabor became evident in the first half of the 20th century. The final design of the bridge was the result of a public competition held in 1954. The project was conceived by "Hutní projekt Praha" under the direction of Ing. J. Zeman. The main structural engineer was Ing. A. Schindler. The project expert was Prof. F. Faltus. The steel structure was manufactured in Vítkovice and was assembled by Hutní montáže of Ostrava. The bridge was opened in 1967.

\*buffer zone of the national cultural monument Chateau of Orlík

## 2.3. Lávky pro pěší

## 2.3 Footbridges



## 66 – Děčín – řetězová lávka nad výtokem ze Zámeckého rybníka Děčín – suspension chain footbridge over Zámecký pond

lávka pro pěší – visutý most (1831)	suspension footbridge	GPS
Ústecký kraj, okres Děčín	Ústí nad Labem Region, Děčín district	50°46'42.6" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	14°12'28.9" E



Řetězová o jednom poli rozpětí 21,9 m. Visutá ocelová lávka má dva řetězy, na kterých je zavěšena mostovka. Řetězy jsou na jedné straně podpírány ocelovým portálem a kotveny do skály, na druhé straně jsou vedeny přes kamenný portál a kotveny do terénu. Řetězy mají dlouhé články, které se skládají ze dvou pásků 45/20 mm s mezerou 60 mm. Jednotlivé články jsou spojeny čepy. Na řetězech jsou upevněny závěsy ve vzdálenosti 2,19 m. Závěsy jsou z tyčí kruhového průřezu. Ocelový pylon je rámové konstrukce, svislice jsou nýtované ze dvou polokruhových profilů. Na druhé straně je kamenný portál s klenutým podchodem. Řetězy jsou kotveny do terénu pomocí ocelových tyčí kruhového průřezu. Hlavním nosníkem je uzavřený svařovaný profil ze dvou U průřezů. Závěsy prochází uzavřeným profilem a zezdola jsou zakončeny maticí. Mezi hlavními nosníky jsou ocelové příčné průřezy U 150 v osové vzdálenosti 1,095 m. Na příčnicích jsou uloženy tři dřevěné podélníky z fošen, na kterých leží fošny podlahy tloušťky 50 mm. Lávka má dolní podélné vodorovné příhradové ztužení z pásovin 100/10 mm. Spodní stavba je kamenná.

Odhaduje se, že konstrukce byla vyrobena v roce 1831.



This single-span steel footbridge has a span of 21.9 m. The footbridge is suspended and has two chains holding a suspended deck. The chains are supported by a steel portal and anchored into the rock on one side, while the other side is supported by a stone portal that is anchored into the ground. The chains have long links consisting of two 45/20 mm strips with a 60 mm gap. The individual links are connected by pins. The main chains have suspenders attached at a distance of 2.19 m. The suspenders are made of steel bars. The steel portal is a frame whose verticals are riveted from two semi-circular profiles. On the other side, there is an arched stone portal with a walkway. The chains are anchored to the ground by steel bars of circular cross-section. The main girder is a closed welded profile of two U-sections. The suspender bars go through the closed profile and are anchored with a bolt connection from below. The crossbeams are made of U150 profiles and their axial distance is 1.095 m. The crossbeams support three timber stringers with 50 mm thick floor planks. The footbridge has horizontal bracing of 100/10 mm steel plates, located under the deck. The substructure is made of stone masonry.

This chain suspension footbridge was constructed in about 1831.

## 67 – Brandýs nad Orlicí – příhradová lávka Brandýs nad Orlicí – truss footbridge

lávka pro pěší – trámový příhradový most (1902)	truss girder footbridge	GPS
Pardubický kraj, okres Ústí nad Orlicí	Pardubice Region, Ústí nad Orlicí district	49°59'53.2" N
kulturní památka	cultural monument	16°17'15.3" E



Lávka pro pěší je o jednom poli rozpětí cca 30 m. Trámový příhradový most má horní parabolický pás a dolní mostovku. Hlavní nosníky jsou ocelové příhradové trojúhelníkové pravoúhlé soustavy se svislícemi. V úrovni horních pásů jsou propojené příčným vodorovným ztužením. Přestože je protikorozní ochrana konstrukce lávky v dobrém stavu, jsou patrná místa s úbytkem plochy průřezu z důvodu korozního oslabení, ke kterému patrně došlo již před poslední obnovou nátěru. Mostovka je tvořena příčně pokládanými dřevěnými fošnami. Nosná konstrukce lávky je obecně v dobrém stavu.

Ocelová nýtovaná lávka z roku 1902 původně byla o dvou polích a převáděla pěší dopravu přes nádraží v České Třebové. V roce 1925 bylo jedno z polí lávky odkoupeno a instalováno přes řeku v Brandýs nad Orlicí během rekonstrukce stanice Česká Třebová.

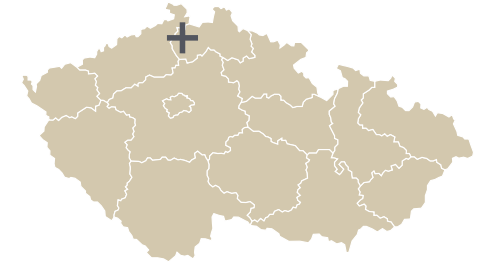


The footbridge has a single span of about 30 m. The beam truss bridge has an upper parabolic chord and a through deck. The main girders are steel warren trusses with verticals. Although the corrosion protection of the superstructure is in good condition, there are many local details with visible corrosion depletion of the parent member. The corrosion progress must have happened before the application of new anti-corrosion coating. The bridge deck is made up of perpendicularly laid timber planks. The supporting structure of the footbridge is generally in good condition.

The riveted steel footbridge from 1902 originally had two spans and carried pedestrian traffic over the railway station in Česká Třebová; in 1925 one of the spans was bought and installed over the River in Brandýs nad Orlicí during the reconstruction of Česká Třebová station.

## 68 – Česká Lípa – pokloповý jez mostový Česká Lípa – hatched weir with bridge

lávka pro pěší – trémový příhradový most (1914)	truss girder footbridge	GPS
Liberecký kraj, okres Česká Lípa	Liberec Region, Česká Lípa district	50°40'58.50" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	14°32'15.64" E



Pokloповý jez mostový s vloženou lávkou pro chodce. Ocelová mostní konstrukce má jedno pole rozpětí 18,85 m. Jedná se o trémovou příhradovou přímopásovou konstrukci kosoúhlé soustavy s dolní mostovkou. Most je uzavřeně uspořádaný. Most má dva hlavní nosníky v osové vzdálenosti 3310 mm výšky 2665 mm. Dolní pás hlavního nosníku je průřezu U, horní pás je složen ze dvou úhelníků. Diagonály jsou křížového průřezu ze dvou úhelníků. Hlavním prvkem mostovky jsou příčníky, na kterých je uloženo strojní zařízení pro ovládní pokloповého, jezu a v prostřední části příčníků jsou podélné nosníky nesoucí lávku pro chodce z profilu U 200. Příčníky jsou ze dvou profilů U 140 s mezerou mezi stěnami. Příčníky jsou v osové vzdálenosti 1450 mm. Hlavní nosná konstrukce je uložena na ocelových nosnících na úložném prahu.

Konstrukce pokloповého jezu mostového je od prof. Jana Záhorského z let 1910 až 1914. Jez není od roku 1984 využíván.



A hatched bridge weir with an embedded footbridge. The steel bridge structure has one span of 18.85 m. It is a Warner through truss bridge. The bridge is of closed arrangement. The bridge has two main girders with an axial distance of 3310 mm and a height of 2665 mm. The lower chord of the main girder is U-shaped, while the upper chord is composed of two angles. The diagonals are cross-sections of the two angles. The main elements of the bridge deck are the crossbeams, which support the machinery for operating the hatch weir, and the longitudinal girders of U 200 section in the middle of the crossbeams which support the footbridge. The crossbeams are made of two U 140 sections with a gap between the walls. The crossbeams are at an axial distance of 1450 mm. The main load-bearing structure is supported by steel beams on a storage sill.

The structure of the hatch bridge weir was designed by Prof. Jan Záhorský between 1910 and 1914. The dam has been out of use since 1984.



## 69 – Praha – lávka přes Smíchovské nádraží Prague – footbridge over the Smíchov railway station

lávka pro pěší – trémový příhradový most (1921)	truss girder footbridge	GPS
Hlavní město Praha	Capital City of Prague	50°03'47.1" N
ochranné pásmo*	buffer zone*	14°24'26.4" E



Lávka přes Smíchovské nádraží o délce přes 165 m je o šesti polích. Jedná se o trémový příhradový most s přímými pásy a dolní mostovkou. Hlavní nosníky jsou ocelové příhradové. Mostovka se skládá z ocelových příčniců spřažených s betonovou deskou se ztraceným bedněním z trapézového plechu. Ocelová konstrukce je nýtovaná. Lávka převádí pěší provoz ze Smíchova do Radlic přes Smíchovské nádraží, uprostřed je na lávku připojeno schodiště, které umožňuje přístup na nástupiště.

Lávka byla uvedena do provozu roku 1930, kdy nahradila původní konstrukci lávky z roku 1900. Konstrukce lávky prošla během let řadou oprav a zesílení a došlo k prodloužení i zkrácení nosné konstrukce.

The footbridge over “Smíchovské nádraží” railway station has six spans and is over 165 m long in total. Its superstructure is a truss bridge of through deck-type. The bridge deck consists of steel cross members and a concrete slab in trapezoidal steel decking. The steel members and connections of the superstructure are riveted. The footbridge carries pedestrian traffic from Smíchov to Radlice above Smíchovské nádraží; in the middle of the structure there is a staircase connecting the footbridge with the platform.

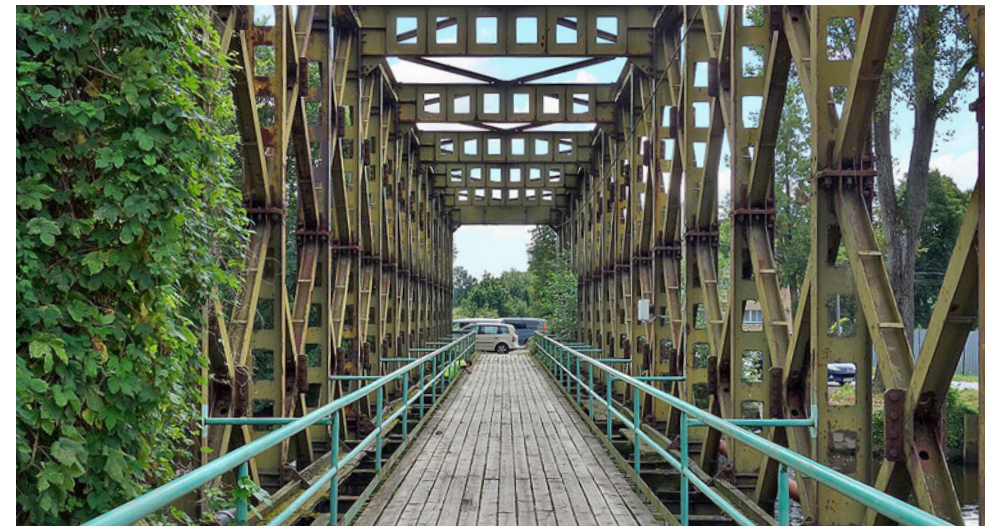
The footbridge was built in 1929, replacing the original footbridge from 1900. The footbridge superstructure has undergone a number of repairs and reinforcements over the years. Among other things, the superstructure has been extended at one end and shortened at the other.

\*ochranné pásmo Městské památkové rezervace Praha

\*buffer zone of the urban conservation area of the city of Prague

## 70 – Brodce – lávka přes Jizeru / Brodce – footbridge over the River Jizera

lávka pro pěší – trémový příhradový most	truss girder footbridge	GPS
Středočeský kraj, okres Mladá Boleslav	Central Bohemian Region, Mladá Boleslav district	50°19'30.88" N
bez památkové ochrany	no heritage protection	14°51'30.67" E



Původně železniční most o jednom otvoru o rozpětí 46,5 m slouží dnes jako lávka pro chodce. Jedná se o příhradovou rozebíratelnou konstrukci soustavy ŽM 16. Soustava ŽM 16 byla vyvinuta po druhé světové válce. Její dílce jsou svařované a montážní spoje jsou šroubované, základní příhradový dílec měří 3 m. Hlavní nosná konstrukce byla vyrobena z oceli 11523 (ekvivalentní dnešní oceli S355). Hlavní nosník je dvoupatrový a jednostěnný, skládá se z 15 normálních prvků, jednoho koncového prvku a z pásových prvků dolního a horního pásu. U horních pásů jsou prvky horního ztužení, u dolních pásů jsou příčníky, podélníky a podélné vodorovné ztužidlo. V daném případě jsou podélníky zapuštěné do příčníků. Hlavní nosná konstrukce je uložena na ocelová inventární ložiska. Lávka pro chodce je na dřevěných hranolech uložených na podélnících. Podlaha lávky je z fošen.

Původně železniční vlečka k cukrovaru z roku 1881. Původní most byl po roce 1950 nahrazen stávajícím provizorním mostem. V roce 1973 byla vlečka zrušena a most je používán jako pěší lávka.

A temporary railway bridge with a single span of 46.5 m serves today as a footbridge. The bridge is of the ŽM 16 system-type, which was developed after the Second World War. Its parts are welded and the assembly joints are bolted, and the basic truss member measures 3 m. The main superstructure was made of 11523 steel (equivalent to modern S355 steel). The main girder is two-storey and single-walled, consisting of 15 basic truss members and one end member. There is horizontal bracing at the level of the upper and lower chords. The upper chords have upper stiffening elements, the lower chords have cross members, stringers and longitudinal horizontal stiffening. In this case, the stringers are embedded in the cross members. The main structure is supported by steel bearings. The pedestrian sidewalk is made of small wood beams supported by the stringers. The pavement of the sidewalk is made of timber planks.

Originally a railway siding to the sugar factory from 1881. The original bridge was replaced after 1950 by this temporary bridge. In 1973, the siding was canceled and the bridge is used as a footbridge.

## 71 – Ostrava-Vítkovice – dopravníkový most Ostrava-Vítkovice – conveyor bridge

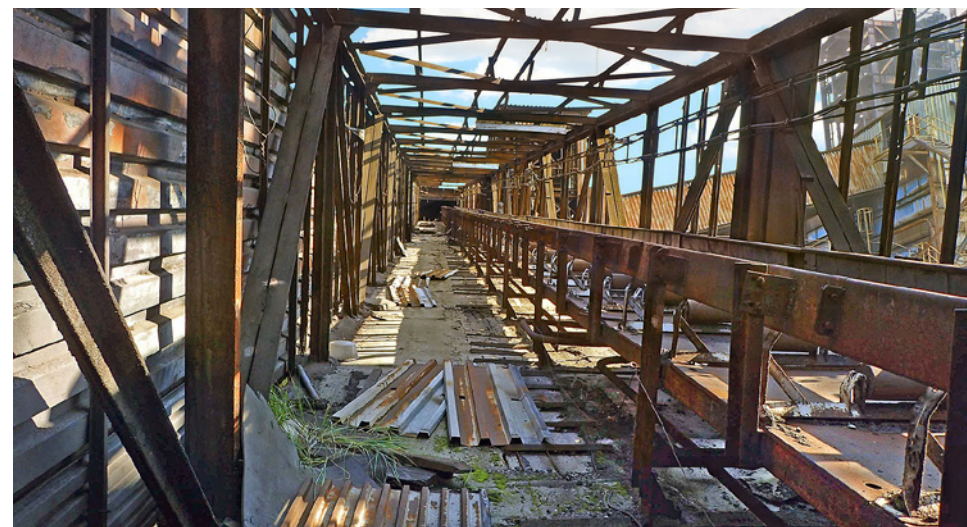
technologický trémový příhradový most (1951)	truss girder conveyor	GPS
Moravskoslezský kraj, okres Ostrava-město	Moravian-Silesian Region, Ostrava-City district	49°49'09.6" N
národní kulturní památka*	national cultural monument*	18°16'41.8" E



Spojitý dopravníkový most o třech polích s rozpětím 6 + 33, 8 + 21 m v průmyslovém areálu Dolní Vítkovice. Nosná konstrukce je rámová příhradovina svislicové soustavy integrovaná do příhradové stojky. Konstrukce stoupá v jednotném spádu 19° a je z jedné strany podepřena na betonové opěře a ze strany druhé na budově koksovny. Mostovka je tvořena betonovými panely podélně pnutými mezi příčníky. Styčníky konstrukce jsou šroubované, v některých detailech svařované.

Historie Dolní oblasti Vítkovice sahá až do roku 1836, kdy zde byla zapálena první vysoká pec na koks. Doba realizace a stáří samotného dopravníkového mostu však nejsou přesně známy. S ohledem na použité technologie je pravděpodobné, že byl most realizován v období 1951 až 1958 při výstavbě hutního komplexu.

\*součást národní kulturní památky Vítkovické železářny



A continuous conveyor bridge with three spans of 6+33,8+21 m at the “Dolní Vítkovice” industrial site. The load-bearing structure is a through Warren truss frame integrated into a truss pier. The structure rises in a uniform slope at an angle of 19° and is supported on one side by a concrete abutment and on the other side by the coke plant building. The bridge deck is made up of concrete panels, longitudinally spanned between the crossbeams. The connections are bolted, in some places welded.

The history of the “Dolní Vítkovice” site dates to 1836, when the first coke blast furnace was put into operation there. However, the date of erection and the age of the conveyor bridge are not known. Given the technology used, it is likely that it was built between 1951 and 1958 during the construction of the steelworks.

\*part of the national cultural monument Vítkovice ironworks

### 3. Typologické studie mostů

#### 3.1. Železniční mosty


### 3. Typological Studies of Bridges

#### 3.1 Railway bridges



3

## 04 – Červená nad Vltavou – železniční most Červená nad Vltavou – railway bridge

železniční trémový příhradový most	railway truss girder bridge
Jihočeský kraj, okres Písek	South Bohemia Region, Písek district
kat. území Červená nad Vltavou	cad. territory Červená nad Vltavou
kulturní památka	cultural monument
	TÚ 1811 <sup>1</sup>
	DÚ 14 <sup>2</sup>
	evd. km 41,791
	49°22'54.42" N
	14°15'15.71" E

Obr. 3.1. Pohled na most od severozápadu



Fig. 3.1 View of the bridge from the northwest

Železniční ocelový příhradový most přes Vltavu (přehradní nádrž Orlík) na trati Tábor–Písek je v současnosti nejvyšším železničním mostem v České republice a byl i prvním železničním mostem v Čechách, kde byla použita letmá montáž bez lešení.

Most přes hluboké údolí Vltavy převádí jednokolejnou železniční trať z Tábora do Písku. Stavba mostu byla zahájena na konci roku 1886. Projekt vypracovala technická kancelář generálního ředitelství státních drah ve Vídni. Založení mostu provedla firma Kiss a Lobb, spodní stavbu vídeňská firma Bratři Redlichové a Berger. Na konstrukci se podílelo hned několik v té době již osvědčených ocelářských firem. Píseckou část příhradové konstrukce, střední pole a montáž zajistila Pražská mostárna První českomoravské továrny na stroje. Táborskou část příhradové konstrukce pak dodala Pražská akciová strojírna, dříve Ruston a spol. Na projektu posuvného lešení a jeřábů se podílel tehdejší hlavní konstruktér První českomoravské továrny na stroje v Praze František Prášil. Část ocelové konstrukce dodala firma Emil Škoda v Plzni. Materiál pro opěry a pilíře pocházel z místních zdrojů. Most byl dokončen v roce 1889.

The railway steel truss bridge over the River Vltava (Orlík dam) on the Tábor–Písek line is currently the tallest railway bridge in the Czech Republic and was the first railway bridge in Bohemia to be built using a scaffold-free assembly.

The bridge over the deepest part of the Vltava valley carries the single-track railway line from Tábor to Písek. Construction of the bridge began at the end of 1886. The project was designed by the technical office of the General Directorate of State Railways in Vienna. The foundations were laid by the Kiss and Lobb company, the substructure made by the Viennese company Redlich & Berger Brothers. Several well-known steel companies were involved in the construction. The Písek part of the truss structure, the middle span and the assembly were provided by the Prague Bridge Factory of the První českomoravská Machine Factory. The Tábor part of the truss structure was supplied by Pražská akciová strojírna, formerly Ruston & Co. František Prášil, then chief designer of the První českomoravská Machine Factory in Prague, participated in the design of the sliding scaffold and cranes. Part of the steel structure was supplied by Emil Škoda of Pilsen. The material for the supports and pillars came from local sources. The bridge was completed in 1889.

The five span bridge has a total length of 284.2 m. The first and fifth spans are stone arch structures and the second to fourth spans are steel semi-through trusses.

<sup>1</sup>TÚ – Traťový úsek, <sup>2</sup>DÚ – Definiční úsek

<sup>1</sup>TÚ – Track section, <sup>2</sup>DÚ – Track definition section

Most o pěti mostních otvorech má celkovou délku 284,2 m. V prvním a pátém otvoru jsou kamenné klenbové konstrukce a ve druhém až čtvrtém otvoru je ocelová trámová konstrukce.

Kamenné klenby jsou polokruhové, jedna o světlosti 6,0, druhá o světlosti 8,0 m. Klenby jsou zhotoveny z tesaných kamenů s nepravidelným řádkováním. Věnce tvoří kamenné klenáky, římsy kamenné kvádry. Kamenná křídla opěr jsou rovnoběžná s římsou z kamenných kvádrů. Ve druhém až čtvrtém otvoru je ocelová příhradová konstrukce o rozpětí polí 3 × 84,4 m. Ve středním poli jsou vloženy dva klouby, takže se jedná o staticky určitý Gerberův nosník. Krajiní pole mají převísle konce o vyložení 25,32 m a vložené pole má rozpětí 33,76 m. Hlavní příhradové nýtované nosníky jsou rombické soustavy se svislicemi a s podružnými svislicemi. Nosníky mají konstantní výšku 9,87 m a jsou v osové vzdálenosti 5,05 m. Délka příhrady po celé délce ocelové konstrukce je 8,44 m. Pásové pruty jsou dvoustěnné. Horní pás má „Pi“ průřez základní výšky 529 mm. Dolní pás je složený z dvojice obrácených T průřezů. Svislice jsou z plnostěnných nebo příhradových I profilů, diagonály jsou ze širokopřírubových plnostěnných nebo příhradových I profilů. Vložené pole je uloženo posuvně v podélném směru. Na povodních pilířích je hlavní nosná konstrukce uložena na pevných ocelových ložiskách, na pilířích na terénu jsou pohyblivá pětivalcová ocelová ložiska. Mostovka je mezilehlá prvková tvořená příčníky a podélníky. Příčníky jsou v osové vzdálenosti 4,22 m a jsou příhradové výšky 1,6 m. Podélníky jsou plnostěnné nýtované v osové vzdálenosti 1,8 m a výšky 0,6 m. Ocelová konstrukce je ztužena v úrovni dolního pásu vodorovným příhradovým ztužením a v příčném řezu svislými příhradovými ztužidly. Ocelová konstrukce se montovala symetricky od opěr směrem ke středu mostu. Krajiní pole se montovala na dřevěné skruži. Konzoly a vložené pole se montovaly letmo s použitím derikového jeřábu, který pojezděl po již smontované konstrukci. Spodní stavba je kamenná. Opěry a krajiní pilíře navazují na klenbové konstrukce v krajiních otvorech. Návodní pilíře mají celkovou výšku 59,5 m, jsou cca 34,3 m nad hladinou nádrže a jsou obdélníkového průřezu 7,9 × 5,0 m. Pilíře se rozšiřují směrem k patě pilíře. V roce 1960 byla provedena přízdívka kamenným zdívkem tloušťky 0,95 m do poloviny výšky pilíře jako ochrana před účinky vody nádrže Orlík. V roce 1870 se realizovalo zesílení koncových svislic a revizní lávka. V roce 1980 byly zesíleny styčnickové plechy táhla vloženého pole a byly vyměněny mostnice a pozednice. Poslední obnova protikorozní ochrany byla realizována v letech 1979–1981 podnikem Zograf Skopje SFRJ, bohužel v nevalné kvalitě (nedostatečné odstranění koroze a následné zapouzdření korozí poškozených míst nátěrem).<sup>1</sup>

V současné době probíhá zvláštní pozorování mostního objektu podle vyhlášky MD č. 11/1995 Sb. a předpisu SŽ S5 Správy mostních objektů a probíhá výstavba nového železničního mostu v blízkosti.

The stone vaults are semi-circular, one with a clearance of 6.0 m and the other with a clearance of 8.0 m. The vaults are made of hewn stones with irregular rows. Load bearing rings are from bond stone, while the cornices are made of stone blocks. The stone-made wing-walls of the abutments are parallel to the cornices. In the second to fourth spans there are steel truss structures with spans of 3 × 84.4 m. Two hinges are embedded in the middle span, making it a statically determinate Gerber beam. The adjacent cantilever spans have 25.32 m long overhanging ends. The suspended span length is 33.76 m. The main riveted trusses are quadrangular systems with verticals and sub-verticals. The trusses have a constant height of 9.87 m and are at an axial transversal distance of 5.05 m. The length of each truss along the structure is 8.44 m. The chord members are double walled. The top chord has a „Pi“ section of 529 mm base height. The bottom chord is composed of a pair of inverted T-sections. The verticals are made of plate or truss I-sections, the diagonals are made of wide flange beams or truss I-sections. The middle span, incorporating the sliding suspended span, is supported with fixed steel bearings on both sides. The adjacent spans are supported by steel five-cylinder sliding bearings. The bridge structure is a semi-through truss with a bridge deck consisting of crossbeams and stringers. The crossbeams are 1.6 m high and are at a longitudinal spacing of 4.22 m. The stringers are 0.6 m high riveted beams at a transversal distance of 1.8 m. The steel structure is braced at the level of the lower flange by horizontal truss bracing and cross-section distortion is prevented by vertical truss bracing. The steel structure was assembled symmetrically from the abutments towards the centre of the bridge. The approach spans were constructed on a timber truss. The cantilevers and suspended spans were assembled in a scaffold-free fashion using a derrick crane that travelled over the pre-assembled structure. The substructure is stone-made, involving the middle piers and abutments, supporting the steel structure, and the adjacent vaulted arch structures at the approach spans. The middle piers have a total height of 59.5 m, are approximately 34.3 m above the water level and are rectangular in cross-section, 7.9 × 5.0 m. The piers widen towards the pier footing. In 1960, a 0.95 m thick stone reinforcement was added up to half the height of the middle piers to protect them from the weathering effects of the water of the Orlík reservoir. In 1870, the end verticals were reinforced and an inspection footbridge built. In 1980, the hinge members of the suspended span were strengthened, and the wooden sleepers of the bridge were replaced. The last renewal of the corrosion protection coating was carried out in 1979–1981 by the Zograf Skopje SFRJ company, unfortunately poor in quality (insufficient removal of corrosion and subsequent covering-over of corrosion-damaged areas with paint).<sup>1</sup>

The bridge is currently being monitored in accordance with the Decree of the Ministry of Transport No. 11/1995 Coll. and SŽ Regulation S5, together with the construction of a new railway bridge nearby.

<sup>1</sup> Správa železnic, OŘ Plzeň, Projektová dokumentace k mostu přes Vltavu v Červené nad Vltavou, TÚ 1811, DÚ 14, eskm 41,791. K mostu stručně Hana HLUŠIČKOVÁ (ed.), *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*, II. díl, Praha 2001, s. 496; Dušan JOSEF, *Encyklopedie mostů v Čechách, na Moravě a ve Slezsku* (Encyclopedia of Bridges in Bohemia, Moravia, and Silesia; in Czech), Praha 199, s. 77.

<sup>1</sup> Správa železnic, OŘ Plzeň, Projektová dokumentace k mostu přes Vltavu v Červené nad Vltavou (Documentation Related to Bridge over River Vltava at Červená nad Vltavou; in Czech), TÚ 1811, DÚ 14, řkm 41,791. Further info about the bridge - Hana HLUŠIČKOVÁ (ed.), *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*, II. díl (Industrial Heritage in Bohemia, Moravia, and Silesia, Part II; in Czech), Praha 2001, s. 496; Dušan JOSEF, *Encyklopedie mostů v Čechách, na Moravě a ve Slezsku* (Encyclopedia of Bridges in Bohemia, Moravia, and Silesia; in Czech), Praha 199, s. 77.



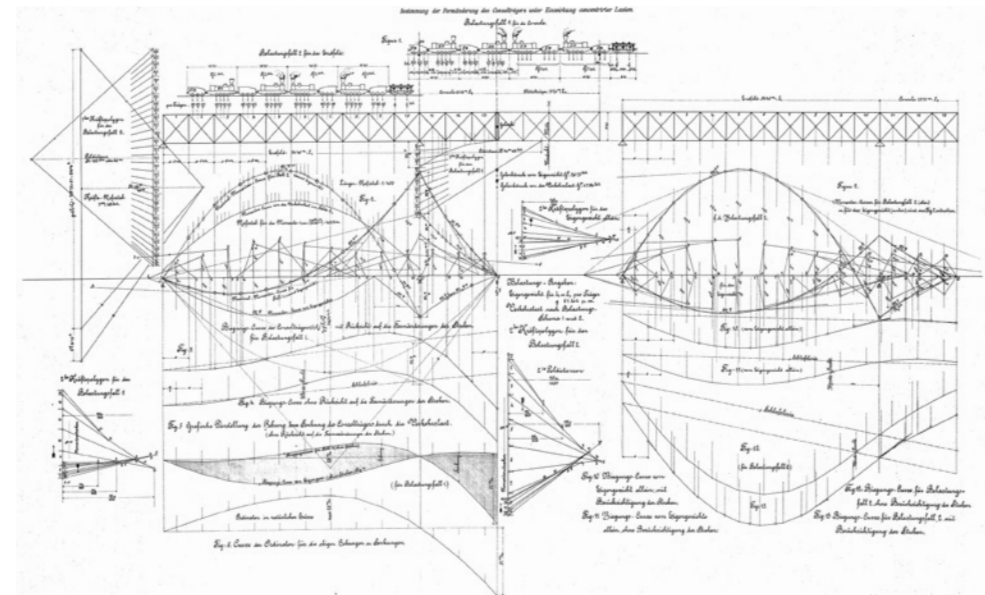
Obr. 3.2. Novinová reprodukce fotografie s pohledem na rozestavěný most před rokem 1889 (Meltzer, O.: Der Moldau-Viadukt bei Červena, in.: Allgemeine Bauzeitung, Wien 1892, pp. 65-71).  
Fig. 3.2 Newspaper reproduction of a photograph with a view of the bridge under construction before 1889 (Meltzer, O.: Der Moldau-Viadukt bei Červena, in.: Allgemeine Bauzeitung, Wien 1892, pp. 65-71)

### Materiálový průzkum konstrukce

Na mostě byla provedena sada zkoušek za účelem stanovení parametrů základního materiálu konstrukce. Průzkum zahrnoval destruktivní zkoušky. Pro destruktivní testování bylo odebráno 10 vzorků z konstrukce. Z odebraných vzorků byly zhotoveny zkušební vzorky, na kterých byly provedeny zkoušky tahem, rázové zkoušky za ohybu při teplotě 20 °C, spektrální analýzy chemického složení a metalografické zkoušky mikrostruktury.

Zkušební vzorek Test specimen	Podélná zkouška tahem Longitudinal tensile test		
	$R_{eH}$ [MPa]	$R_m$ [MPa]	A [%]
1	242	348	40,5
2	326	393	34,8

Tab. 3.1. Materiálové parametry použité oceli – vybrán nejhorší a nejlepší vzorek (SUDOP Praha)  
Tab. 3.1 Steel properties – worst and best specimen (SUDOP Praha)



Obr. 3.3. Výpočet únosnosti pomocí grafické statiky (Meltzer, O.: Der Moldau-Viadukt bei Červena, in.: Allgemeine Bauzeitung, Wien 1892, pp. 65-71).  
Fig. 3.3 Load-bearing capacity calculation using graphic statics (Meltzer, O.: Der Moldau-Viadukt bei Červena, in.: Allgemeine Bauzeitung, Wien 1892, pp. 65-71)

### Material survey of the structure

In-situ tests were carried out to determine properties of the structural material. The survey included destructive tests. For destructive testing, 10 samples were taken. Test specimens were prepared from the collected samples and subjected to tensile tests, notch toughness impact tests at 20 °C, spectral analysis of chemical composition and metallographic microstructure tests.

Označení vzorku Test specimen	Chemické složení Chemical composition								Uhlíkový ekvivalent Carbon equivalent
	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cr [%]	Al [%]	CEV [-]	
1	0,09	0,0	0,22	0,06	0,025	0,01	0,001	0,133	
2	0,07	0,0	0,20	0,015	0,018	0,01	0,001	0,110	

Tab. 3.2. Chemické složení vzorků (SUDOP Praha)  
Tab. 3.2 Chemical composition of samples (SUDOP Praha)

Spektrální analýza chemického složení potvrdila nízký obsah uhlíku a dalších příměsí, což odpovídá plávkové oceli.

### Provedená měření a zatěžovací zkoušky

Na mostní konstrukci byla provedena celá řada měření a zkoušek, v roce 2015 šlo o statickou zatěžovací a dynamickou informativní zkoušku, kdy jako břemeno byla použita lokomotiva řady 751 „Bardotka“. V rámci statické zatěžovací zkoušky byla provedena řada tenzometrických měření pro zjištění napjatosti v prvcích mostu. Výsledkem dynamické zkoušky byly vlastní tvary a frekvence. Výsledky zkoušek sloužily zejména pro validaci numerického modelu a i díky nim bylo možné alespoň po omezenou dobu zachovat železniční provoz.



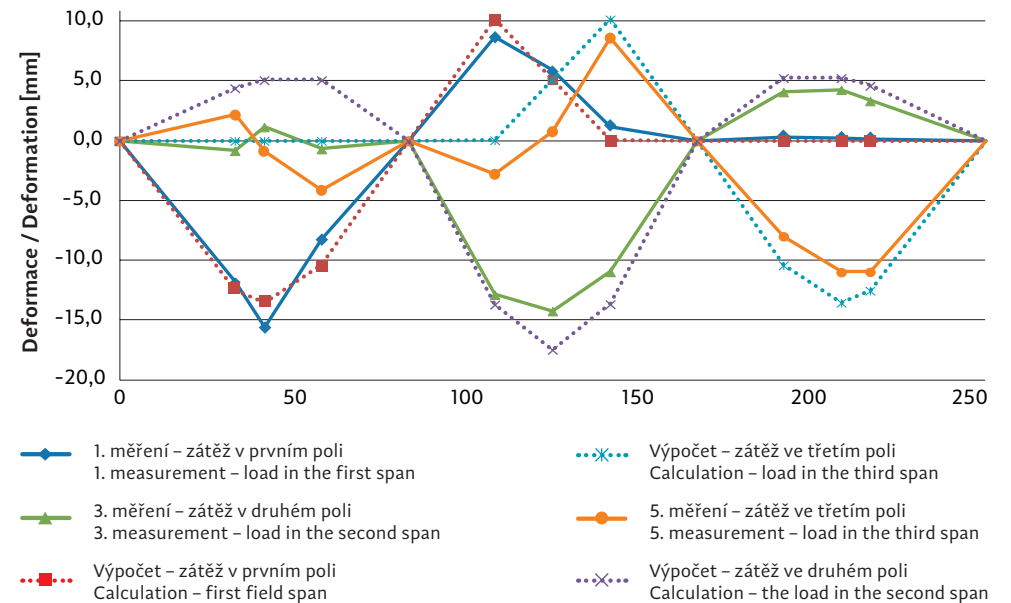
Obr. 3.4. Pohled na břemeno na mostě při SZZ  
Fig. 3.4 View of the locomotive on the bridge during SLT

Na mostě byla dále provedena analýza skutečného působícího tlaku větru na most, a to v rámci projektu Správy železnic. Cílem bylo získat upřesňující a pokud možno nižší součinitele tlaku větru na most s různými typy vlaků. Pohled na model mostu je na obr. 3.6. a 3.7.

Spectral analysis of the chemical composition confirmed a low content of carbon and other impurities, which is indicative of mild steel.

### Measurements and load tests performed

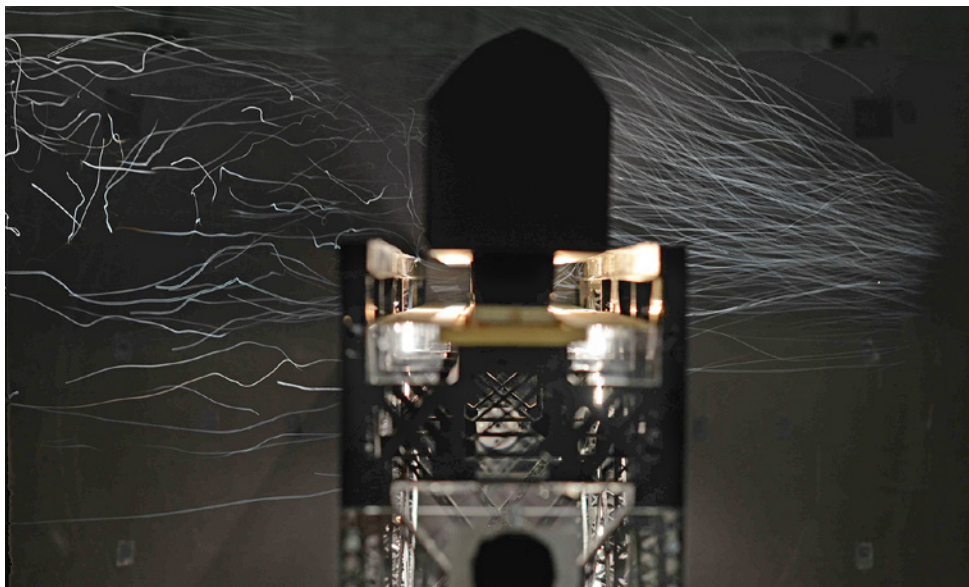
A number of measurements and tests were carried in-situ in 2015. These included a static load test (SLT) and a dynamic informative test using 751 series “Bardot” locomotives. As part of the static load test, a series of strain measurements were carried out to determine the stresses in the bridge members. The results of the dynamic test were the natural modes and frequencies (see Figure 3.4). The results of the tests were used to validate the numerical model and subsequently contributed to maintaining railway operations, at least for a limited time period.



Obr. 3.5. Průhyb mostu v jednotlivých zatěžovacích stavech  
Fig. 3.5 Bridge vertical deflection in particular load cases

The bridge was further analysed to obtain the actual wind pressure values acting on the bridge as part of the Railway Administration research project. The aim was to refine and if possible reduced wind pressure coefficients for this specific bridge with different types of passing trains. A view of the bridge model is shown in Figures 3.6 and 3.7.



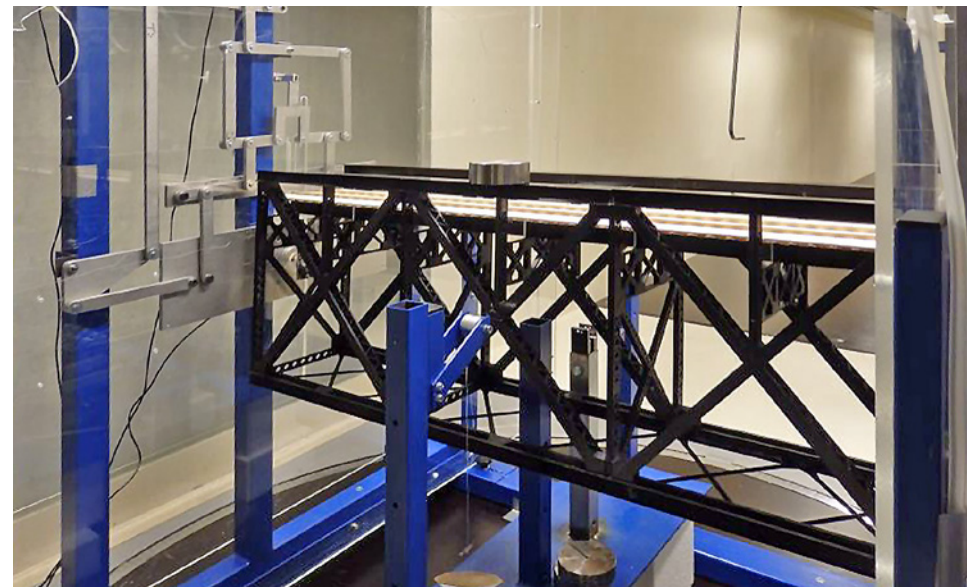


Obr. 3.6. Vizualizace obtékání mostu s vlakem větrem  
 Fig. 3.6 Visualisation of the bridge with the train being blown around by the wind

## Popis poruch a korozního oslabení

Při podrobné prohlídce byly zjištěny poruchy, které jsou limitující pro životnost mostu. Zejména se jedná o detail v místě připojení příhradové spojky členěného prutu mezi dvojicí krčných úhelníků. V úzkém prostoru štěrbiny mezi krčnými úhelníky se usazuje nečistota a stálou vlhkostí dochází k prokorodování celých přírub krčných úhelníků. Týká se prakticky všech pilířových svislic a převážně všech tažených diagonál. Dalším prvkem, který je výrazněji oslaben korozí, jsou podélníky. Zde dochází ve styčné spáře v uložení na horní pásnici příčníku ke korozním úbytkům. Rozsah je patrný na obr. 3.8. a 3.9.

Na základě přepočtu zpracovaného firmou SUDOP Praha byly u mostní konstrukce zjištěny konstrukční nedostatky, které zásadním způsobem ovlivňují její chování. Tyto nedostatky jsou dány poznáním a možnostmi v době vzniku konstrukce roku 1889 a lze je označit jako „vrozené vady“. V mnoha případech není jejich úprava konstrukčně vůbec možná. Zejména se jedná o absenci brzděného ztužení, nedostatečnou prostorovou tuhost (nízká tuhost v kroucení) a konstrukční řešení členěných prutů. Dalšími konstrukčními nedostatky, které prakticky znemožňují účelný návrh konstrukčních úprav mostní konstrukce, jsou mezilehlá mostovka a statické řešení konstrukce mostu s vloženým polem.



Obr. 3.7. Pohled na model mostu ve větrném tunelu  
 Fig. 3.7 View of the bridge model in the wind tunnel

## Deterioration and corrosion weakening

The detailed inspection revealed failures that are limiting the service life of the bridge. In particular, the detail at the connection point of the riveted built-up member lacing between the pair of angles. In the narrow space of the gap between the angles, dirt is settling and the constant moisture accelerates the corrosion process, thus weakening the entire flange system. This affects all pier verticals and most of the tensile diagonals. Other members that are significantly weakened by corrosion are the stringers. Here, corrosion weakening occurs at the top flange connection to the built-up crossbeam. The extent of corrosion-weakening is demonstrated in Figures 3.8 and 3.9.

Based on the recalculation prepared by SUDOP Praha, structural deficiencies were found in the bridge structure, which significantly affect its behaviour. These are due to the lack of knowledge and possibilities at the time of its construction in 1889, and can be described as “inherent defects”. In many cases, structural modification is impossible due to technical reasons. In particular, the lack of horizontal bracing, the insufficiency of spatial stiffness (low torsional stiffness) and the design of the built-up members. Other structural deficiencies that make it impossible (considering state-of-the-art technology) to design a conversion of the bridge structure in any meaningful way are the bridge deck design and the structural design of the suspended span details.



Obr. 3.8. Detail poškození nad opěrou  
Fig. 3.8 Detail of damage above the abutment

Z hlediska přechodnosti je kritickým prvkem ocelové konstrukce koncový příčník, jehož horní pás je namáhán převážně vodorovným ohybovým momentem. Dalším limitujícím prvkem jsou svislice, jejichž zesílení však není prakticky možné s ohledem na konstrukční řešení styčnicku příčník/svislice a z důvodu mezilehlé mostovky.

### Zhodnocení stavu mostu

V současné době je most v poměrně špatném stavu a je provozován s omezenou přechodností v režimu zbytkové životnosti. Rozsah poruch je takový, že je prakticky nereálné uvažovat o dalším využití pro železniční provoz. Vedle mostu bude v roce 2022 zahájena stavba nového železničního mostu, stávající most byl prohlášen kulturní památkou a bude pravděpodobně zachován. Je možné jeho využití například pro cyklistickou dopravu.




Obr. 3.9. Svislice 30 – prorezivění přírub krčních úhelníků (SUDOP Praha)  
Fig. 3.9 Vertical no. 30 – corrosion of angle flanges (SUDOP Praha)

Regarding load-bearing capacity, the critical member of a steel structure is the end crossbeam, the upper flange of which is loaded predominantly by the horizontal bending moment. Another weak member is the verticals, which in practice cannot be reinforced due to the arrangement of the crossbeam/vertical joint and the bridge deck.

### Assessment of the bridge condition

The bridge is currently in a poor condition and is operated only with a limited service life and a limited permissible load. The extent of the defects makes it unrealistic (in practical terms) to consider its further use for rail traffic. Construction of a new railway bridge alongside the old one shall commence in 2022. The existing bridge has been declared a cultural monument and it is likely to be retained. It is possible to use it, for example, for pedestrian and bicycle traffic.

## 09 – Železniční most přes ulici Hybešova v Brně Railway bridge over Hybešova Street in Brno

železniční obloukový příhradový most	railway truss arch bridge
Jihomoravský kraj, okres Brno	South Moravian Region, Brno district
kat. území Brno-město / Staré Brno	cad. territories Brno-City, Staré Brno
ochranné pásmo*	buffer zone*
	TÚ 2001
	DÚ J1
	evd. km 143,143
	49°11'19.8" N
	16°36'35.7" E

Obr. 3.10. Pohled na most z východu v roce 2021



Fig. 3.10 View of the bridge from the south in 2021

**Původní ocelový příhradový most z roku 1897 převádí kolejiště brněnského hlavního nádraží přes ulici Hybešova/Úzká. Během let 2018–2020 byl most rekonstruován.**

Jedná se o obloukový nýtovaný příhradový most s horní mostovkou s puklovkami v km 143,143 tehdejší Severní dráhy císaře Ferdinanda. Most sestává z jednoho otvoru a tvoří ho čtyři nosné konstrukce, které dnes převádí kolejiště zhlaví brněnského hlavního nádraží nad místní komunikací (ulice Hybešova/Úzká). Délka mostu činí 22,10 m, šířka 56,20 m a výška objektu je pak 6 m. Celková délka přemostění představuje 92,23 m s úhlem křížení 83°. Spodní stavbu tvoří dvě opěry (ve spodní části kamenné, v horní betonové s omítkou). Ocelové konstrukce jsou uloženy na opěrách na příčných pohyblivých ložiskách.

Most je zajímavý zejména použitím tzv. puklovek (též puklic). Puklovky představují obdélníkové (nebo též čtvercové či lichoběžníkové) plechy, které jsou prohnuté a vydutím připomínají tvar obrácené klenby. Rozměry puklovek bývaly od 1 do 4 m<sup>2</sup> s tloušťkou plechu 8–10 mm. Na ocelové konstrukce se puklovky připevňovaly do rámců mezi příčníky a podélníky. V nejhlubším místě puklovky se pak nacházel otvor pro odvodnění.

\*most je v řízení o prohlášení kulturní památkou, ochranné pásmo Městské památkové rezervace Brno, nárazníková zóna Vila Tugendhat (WHL UNESCO)

**The original steel truss bridge from 1897 carries the tracks of the Brno main railway station over Hybešova/Úzká Street. During 2018–2020, the bridge was reconstructed.**

It is an arched, riveted, truss bridge consisting of an upper bridge deck with buckle plates, located at km 143,143 of the Emperor Ferdinand Northern Railway. The bridge consists of a single span and is made up of four supporting structures, which today carry the tracks of the Brno Main Station over a local road (Hybešova/Úzká Street). The span of the bridge is 22.10 m long, 56.20 m wide and 6 m high. The total length of the bridge is 92.23 m with a crossing angle of 83°. The lower structure consists of two abutments (stone in the lower part, concrete with plaster in the upper part). The steel structures are supported by the abutments on transverse movable bearings.

The bridge is particularly interesting because of the use of the so-called “buckle plates” (“puklovka” in Czech). The buckle plates are rectangular (also square or trapezoidal) plates, which are bent and bulged to resemble the shape of an inverted arch. The size of the buckle plates used to vary from 1 to 4 m<sup>2</sup> with a plate thickness of 8–10 mm. The purlins were attached

\*the bridge is in the administrative process of the declaration of a cultural monument, buffer zone of the urban conservation area of the city of Brno, buffer zone of Villa Tugendhat (WHL UNESCO)

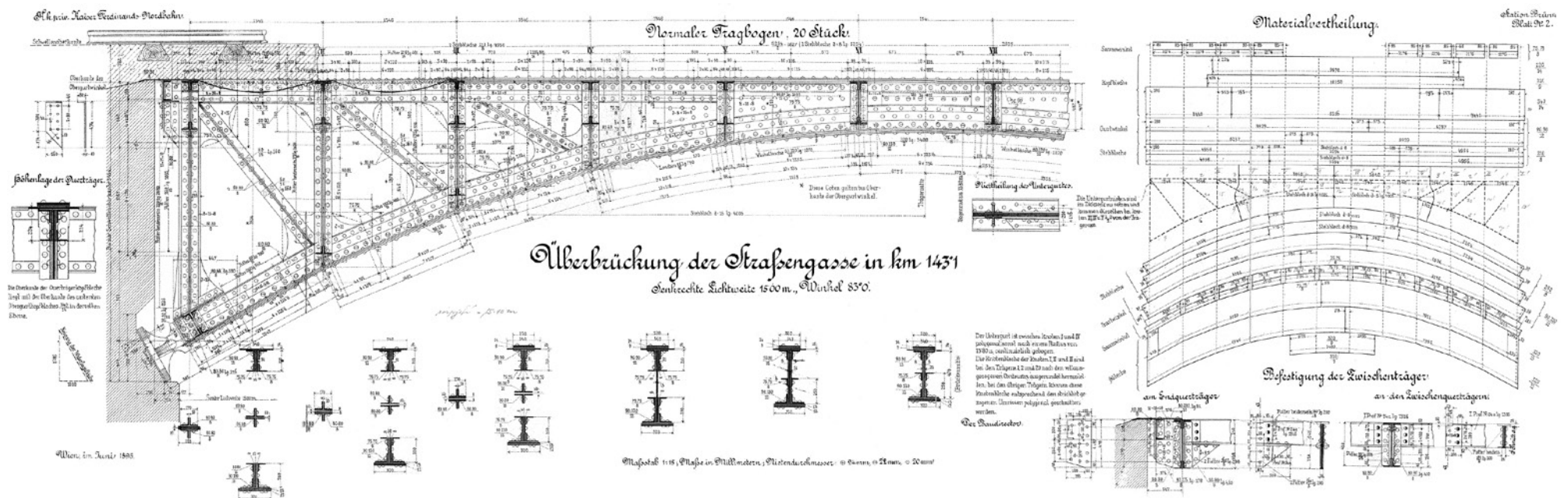
Ocelovou konstrukci mostu dodala Pražská akciová strojírna, dříve Ruston a spol. Kolaudace proběhla 17. listopadu 1897, resp. 14. července 1898. Most je v procesu řízení o prohlášení za kulturní památku. V letech 2018–2020 prošel celkovou rekonstrukcí v hodnotě více než 255 mil. Kč.

Paralelně překonává ulici Hybešovu příjezdový viadukt skladiště VI a VII, zv. Amerika, který je součástí památkově chráněného areálu železniční stanice Brno. Mosty leží na hranici městské památkové rezervace Brno.

ched to the steel structures in the frames between the transoms and stringers. A drainage hole was then located at the deepest point of the purlin.

The steel structure of the bridge was supplied by Pražská akciová strojírna, formerly Ruston & Co. It was approved on the 17th of November 1897 and the 14th of July 1898. The bridge is a listed heritage structure. The process of the declaration of the bridge as a cultural monument has been initiated. In 2018–2020 it underwent a complete reconstruction costing more than 255 million CZK.

In parallel, another bridge spans over the Hybešova street. This bridge provides a connection to the Storage Areas VI and VII (called America) and it is an integral part of the cultural monument – the Brno railway station. Both bridges are located at the border of the Brno city conservation area.



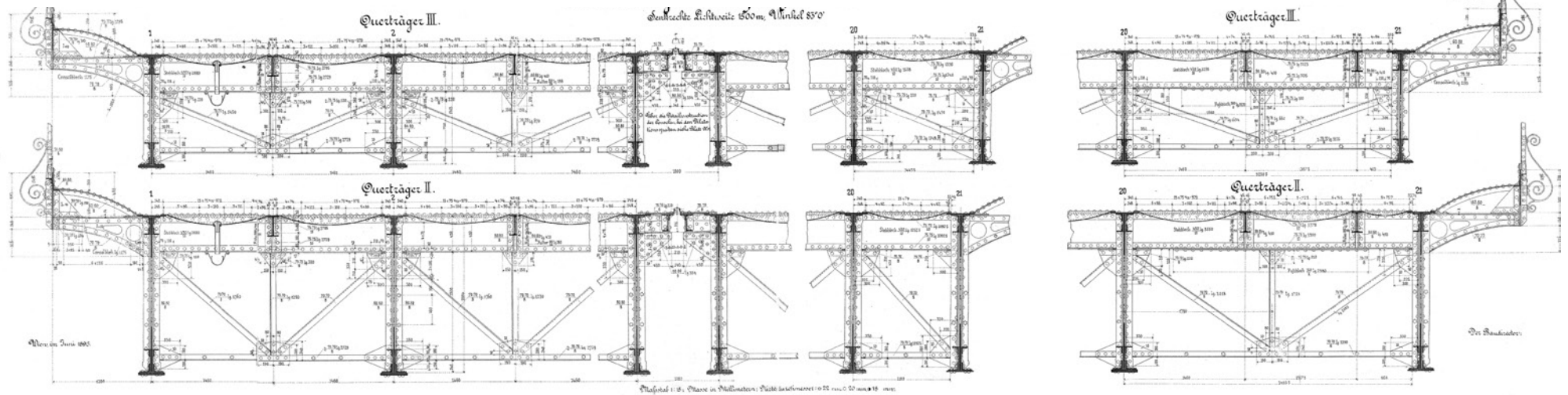
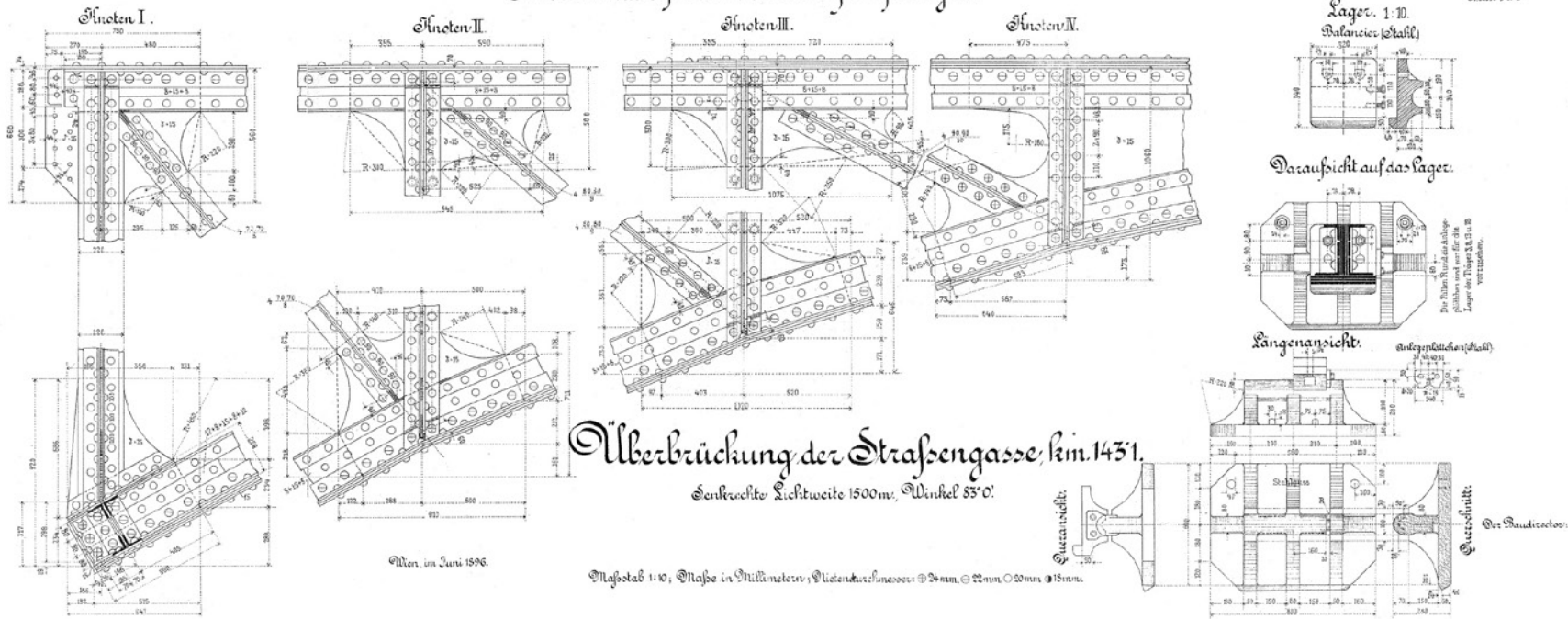
Obr. 3.11. Původní výkresy: běžný nosník a rozdělení materiálu (archiv SŽ)

Fig. 3.11 Original drawings: Standard beam and material distribution (SŽ archive)

Elektronische Festungs-Verkaufsbüro.

Knotendetails für die normalen Stausträger.

Station Brunn  
Blatt Nr. 3.



Obr. 3.12. Původní výkresy: styčníky (archív SŽ)  
Fig. 3.12 Original drawings: joint plates (SŽ archive)

Obr. 3.13. Původní výkresy: příčné řezy (archív SŽ)  
Fig. 3.13 Original drawings: Cross sections (SŽ archive)

## Experimentální a numerická analýza

Série zkoušek byla provedena na části konstrukce, na puklovce. Cílem bylo zjistit její skutečný stav a zbytkovou životnost současně s jejím reálným působením. Průzkum zahrnoval jak nedestruktivní, tak destruktivní zkoušky, dále pak laboratorní zkoušky únosnosti a chování původní a nově vyrobené puklovky.



Obr. 3.14. Pohled na dolní líc puklovky s odvodněním v nejnižším místě  
Fig. 3.14 View of the lower face of the buckle plate with drainage at the lowest point

Dále byly provedeny zkoušky tahem, zkoušky chemického složení a metalografický rozbor materiálu puklovek. Tyto zkoušky ukázaly na vysoce kvalitní ocel s mezí kluzu min.  $R_{eH} = 282$  MPa. Ocel má jiné, lepší vlastnosti, než je běžné pro plávkovou či svářkovou ocel. To je důsledkem kování a tváření plechu puklovky za tepla. Nedestruktivní zkoušení zahrnovalo stanovení tvrdosti metodou dle Leebe. Tvrdost materiálu puklovek je relativně nízká, to je zapříčiněno odlišností oceli, která byla volena tak, aby byla co nejlépe tvarovatelná.

Po těchto zkouškách byla provedena statická a dynamická zatěžovací zkouška. Pro zatěžovací zkoušku byla vytvořena zkušební sestava. Zkušební sestava sestávala z ocelového rámu, do kterého byl přinýtován plech stávající historické puklovky a následně byl vyplněn štěrkem. Na štěrk byl uložen pražec, přes který bylo vnášeno zatížení. Zatěžování bylo provedeno v podmínkách odpovídajících reálnému působení puklovky na mostě. Během zatěžování bylo měřeno napětí a svislá a vodorovná deformace plechu.

## Experimental and numerical analysis

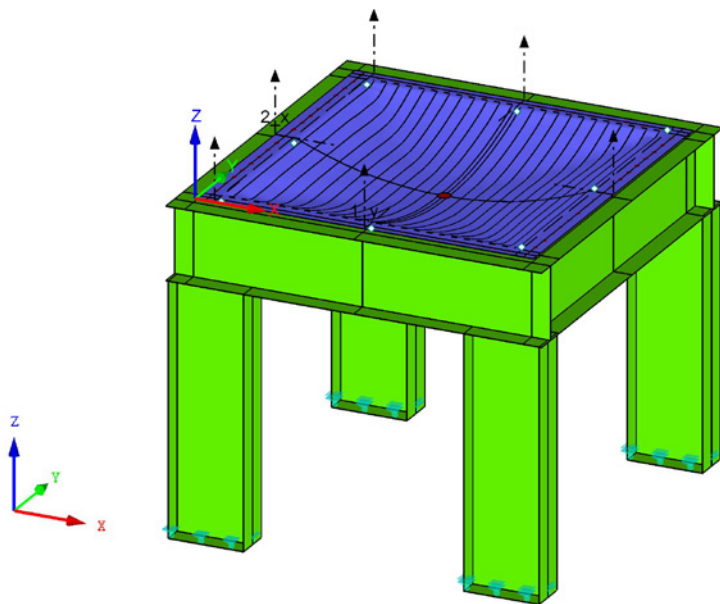
In-situ tests were carried out as part of the reconstruction, focusing mainly on the historic member of the bridge deck, the so-called "buckle plate". The aim of the analysis was to determine the real condition of the historic buckle plates and their subsequent service life. The survey included both destructive and non-destructive tests, as well as static and dynamic laboratory testing of the historic and new buckle plates formed according to current procedures.



Obr. 3.15. Pohled na demontovanou puklovku  
Fig. 3.15 View of the removed buckle plate

Furthermore, tensile tests, chemical composition and metallographic analysis of the material were carried out. These tests showed high quality steel, with a yield strength of min.  $R_{eH} = 282$  MPa. The steel has different, better properties than is common for mild or wrought steel. This is a consequence of the forging and hot forming of the buckle plate. Non-destructive testing included hardness determination using the Leeb method. The hardness of the material of the buckle plates is low. This is due to the difference in the quality of the steel, which was chosen to be as formable as possible.

After these tests, static and dynamic loading tests were carried out. A test set-up was created for the load test. The test assembly consisted of a steel frame, into which the plates of the existing historic buckle plates were riveted and then filled with gravel. A sleeper was placed on top of the gravel, through which the load was imposed. The loading was carried out under conditions corresponding to the actual loading of the buckle plate in the bridge. During the loading, the stresses and the vertical and horizontal deformation of the plate were measured.



Obr. 3.16. Numerický model zkušební sestavy  
Fig. 3.16 Numerical model of the test setup.

Kromě experimentu byla pro určení chování puklovky využita i numerická analýza. Byl vytvořen podrobný a komplexní numerický model z prostorových desko-stěnových a solid prvků, a to včetně kontaktních ploch. Výsledné účinky zatěžování byly porovnávány s výsledky měření při laboratorní zkoušce a model byl takto dále validován, aby co nejlépe vystihoval skutečné chování plechu puklovky.

Následně byla provedena experimentální a numerická analýza nové puklovky vyrobené tvářením za studena a svařováním. Výsledky experimentální a numerické analýzy ukázaly odlišnosti v chování konvenčního numerického modelu a reálné konstrukce. Rozdíly jsou dány roznosem zatížení a spolupůsobením kolejového lože. Oproti původnímu předpokladu projektu rekonstrukce, který uvažoval o výměně převážné části puklovek na mostě, bylo možno v naprosté většině zachovat původní puklovky. Experimentální analýza nové puklovky prokázala velice malou odlišnost od chování historické puklovky. Kontrolována byla i únavová pevnost na svarech plechu nové puklovky. Na základě výsledků experimentální a numerické činnosti byla stanovena minimální přípustná tloušťka plechu puklovky, a to na  $t_{\min} = 6,35$  mm.



Obr. 3.17. Zkušební sestava se štěrkovým ložem a roznášecím prážcem  
Fig. 3.17 Test assembly with gravel bed and sleeper

In addition to the experiment, numerical analysis was used to determine the behaviour of the buckle plates. A detailed and comprehensive numerical model was created from spatial, plate-wall and solid elements, including contact surfaces. The resulting loading effects were compared with the measurement results from the laboratory test and the model was further validated in this way to best represent the actual behaviour of the buckle plate.

Subsequently, experimental and numerical analyses were also performed on new plates produced by cold-forming and welding. The results of the experimental and numerical analyses showed differences in the behaviour of the conventional numerical model and the real structure. The differences are due to the load distribution and the interaction of the track bed. In contrast to the original assumption of the reconstruction project, which considered the replacement of the vast majority of the purlins, it was, for the most part, possible to retain the original purlins. Experimental analysis of the new buckle plates showed very little difference when compared with the behaviour of the historic buckle plates. The fatigue strength at the plate welds of the new truss was also checked. Based on the results of the experimental and numerical work, the minimum allowable thickness of the ductile steel plate was set at 6.35 mm.



Obr. 3.18. Deska mostovky po odkrytí štěrkového lože  
Fig. 3.18 The bridge deck after the ballast removal

### Zhodnocení stavu mostu

Údržba mostu je na dobré úrovni. V roce 2018 byla provedena kompletní rekonstrukce, v rámci které došlo k výměně některých mostovkových plechů puklovek a k obnově protikoroziční ochrany. Po rekonstrukci lze konstatovat, že most je nyní v dobrém stavu. O dalším užívání mostu rozhodne způsob úpravy brněnského hlavního nádraží.



Obr. 3.19. Odhalení desky mostovky a obnova protikoroziční ochrany koncových příčníků  
Fig. 3.19 The bridge deck and coating of the end cross beam

### Assessment of the bridge condition

The bridge is well maintained; a complete repair carried out in 2018 included the replacement of some bridge plates and the restoration of corrosion protection. After this repair, the bridge is in good condition. The future use of the bridge will be decided by the Brno city administration in conjunction with the renovation of the main railway station.



## 13 – Praha – železniční most pod Vyšehradem Prague – railway bridge below Vyšehrad

železniční trémový příhradový most	railway truss girder bridge
Hlavní město Praha	Capital City of Prague
kat. území Vyšehrad, Smíchov	cad. territories Vyšehrad, Smíchov
kulturní památka*	cultural monument*
	TÚ 0201
	DÚ 04
	evd. km 3,706
	50°04'00.52" N
	14°24'48.35" E

Obr. 3.20. Pohled na most od jihovýchodův roce 2021



Fig. 3.20 View of the bridge from the southeast in 2021

Soubor železničních mostů pod Vyšehradem byl postaven jako součást tzv. Pražské spojovací dráhy, která propojovala nádraží na Smíchově s dnešním Hlavním nádražím. Dominantním byl most přes Vltavu. Původní most o pěti polích z let 1871–1872 byl nahrazen v letech 1900–1901 novým mostem o třech polích. Přestavuje vysoce hodnotnou technickou stavbu v duchu pozdního klasicismu.

Současně s budováním hlavní tratě Dráhy císaře Františka Josefa (KFJB) a vinohradského tunelu se stavěla i tzv. Pražská spojovací dráha, která měla být součástí sítě povolené koncesí. Jednalo se o krátkou, ale stavebně poměrně náročnou trať, která spojila nádraží České západní dráhy (BWB) a Buštěhradské dráhy (BEB) na Smíchově se stanicí KFJB a Turnovsko-kralupsko-pražské dráhy (TKPE) pod Vinohrady včetně strmé spojky ke státní dráze na Hrabovku. Projekt vypracoval Jan Šebek a o realizaci se postaralo konsorcium bratří Kleinů a Vojtěcha Lanny.

The series of railway bridges below Vyšehrad was built as a part of the so-called Prague Connecting Railway, which connected the railway station in Smíchov with today's Main Railway Station. The dominant one was the bridge over the River Vltava. The original five-span bridge from 1871–1872 was replaced in 1900–1901 by a new three-span bridge. It is a masterpiece amongst technical structures built in the style of late classicism.

Contemporaneous with the construction of the main line of the Emperor Franz Joseph Railway (KFJB) and the Vinohrady Tunnel, the so-called Prague Connecting Railway was being built. This was to be part of a new private concession network. It was a short but technically demanding line that connected the station of the Czech Western Railway (BWB) and the Buštěhrad Railway (BEB) in Smíchov with the KFJB station and the Turnov-Kralupy-Prague Railway (TKPE) under Vinohrady, including a steep connecting section to the state railway at Hrabovka. The project was designed by Jan Šebek and implemented by the consortium of the Klein brothers and Vojtěch Lanna.

After the Vinohrady tunnel, the railway turns right and crosses the Botič valley with an arched stone viaduct. In order to allow the line to cross the River Vltava, a second Prague

\*ochranné pásmo Městské památkové rezervace Praha, ochranné pásmo Národní kulturní památky Vyšehrad, Historické centrum Praha (jádrové území C 616-001 WHL UNESCO)

\*buffer zone of the urban conservation area of the city of Prague, buffer zone of the national cultural monument Vyšehrad, Historic Centre of Prague (core zone C 616-001 of the WHL UNESCO)

Za vinohradským tunelem odbočuje dráha vpravo a přechází údolí Botiče klenutým kameným viaduktem. Aby trať mohla překonat Vltavu, byl pod Vyšehradem postaven druhý pražský železniční most přes Vltavu o celkové délce 296 m. Nosná konstrukce nového typu měla 5 polí o rozpětí 58 m, jejichž nýtovanou konstrukci vyrobila v roce 1871 Harkortova (J. C. Harkort) strojírna v Duisburgu podle návrhu Ing. Augusta Köstlina. Ten byl veden snahou o úsporu materiálu. Výsledkem byly ocelové přímopásové příhradové nosníky se zkosenými lichoběžníkovými konci, které byly v tomto období v železničním stavitelství oblíbené.<sup>2</sup>

Dráha i samotný vyšehradský most byly otevřeny 15. srpna 1872, zatím pouze pro nákladní dopravu. Osobní vlaky začaly jezdit na Smíchov až 1. října 1888, ale to už byla KFJB zestátněna. Postupně však přestával původní jednokolejný most stačit vzrůstajícímu provozu (přestože střední pilíře byly postaveny pro zvažovanou druhou kolej). Použitá Harkortova konstrukce ze zrnitého svářkového železa neměla dostatečnou pevnost, a navíc zde byl požadavek říční správy, aby byl most přestaven z původních čtyř otvorů umístěných v řece na tři většího rozpětí. V letech 1900–1901 proto došlo k výstavbě nového, tentokrát dvojkolejného mostu z plávkové oceli. Most má tři pole o rozpětí po 72 m, je příhradový s horním poloparabolickým pásem s dolní mostovkou. Výměna mostů přes Vltavu se stala bezesporu nejpozoruhodnější událostí českého mostního stavitelství své doby.

Způsob výměny mostů navrhl mostárna Bratří Prášilů a spol. v Libni v roce 1899 (projekt Ing. František Prášil, spolujednatel mostárny, a způsob výměny Ing. Jan Kolář, pozdější profesor na pražské technice). Pět nových pilířů (z toho tři návodní) stavěla za plného provozu firma Georg Gregersen & Söhne pomocí pneumatického založení. Každé ze tří ocelových polí dodala jedna z pražských mostáren. První českomoravská strojírna, Pražská akciová strojírna (dříve Ruston a spol.) a Bratři Prášilové a spol., kteří byli zároveň hlavním dodavatelem montáže.<sup>3</sup> Ocelová konstrukce nového mostu byla smontována na dřevěném montážním lešení vedle stávajícího mostu na protivodní straně. Dále bylo zhotoveno demontážní lešení na povodní straně pro výsuv staré konstrukce. Tato lešení provedla firma Frant. Schön v Praze.

Po vysunutí původních nosníků na demontážní lešení byly na jejich místo zasunuty nové nosníky, každý o váze 560 t. Kvůli usazení na pilíře byla niveleta mostovky nového mostu o půl metru výš. Vysouvání a zasouvání se provádělo pomocí hydraulických zvedáků, jeřábů a kladkostrojů na příčných zasouvacích drahách s použitím vozíků nebo litinových koulí. Výměna celého mostu zabrala prakticky pouze dva dny (30. září – 1. října 1901). Samotné vysunutí staré konstrukce o 7,5 m trvalo 5 hodin. Už po poledni téhož dne byly na své místo sunuty nové nosníky během pouhých 25 minut.

<sup>2</sup>Hana HLUŠIČKOVÁ (ed.), *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*, III. díl, Praha 2003, s. 242–243; Jiří SOUKUP, *Obrazy z pražských břehů a vod, díl I – Pražské mosty. Studie se zřetelem na současné podniky*, Praha 1904, s. 44–48; Dušan JOSEF, *Encyklopedie mostů v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*, Praha 1999, s. 309–310.

<sup>3</sup>Státní oblastní archiv Praha (dále SOA Praha), f. Ředitelství státních drah Praha (dále ŘSD Praha), k. 106, sign. 66298 Kolaudace stavební firmy Georg Gregersen & Söhne při rekonstrukci mostu přes Vltavu; Památkový katalog – heslo Soubor železničních mostů na trati Praha hl. n. – Praha Smíchov; H. HLUŠIČKOVÁ (ed.), *Technické památky*, s. 243, J. SOUKUP, *Obrazy z pražských břehů a vod, díl I – Pražské mosty*, s. 44–48.

railway bridge was built under Vyšehrad with a total length of 296 m. The supporting structure of the new type had 5 spans with a span of 58 m, the riveted construction of which was manufactured in 1871 by the Harkort (J.C. Harkort) Engineering Works in Duisburg according to the design of Ing. August Köstlin. This was driven by the wish to save material. The result was the steel straight-band trusses with tapered trapezoidal ends that were popular in railway construction at this time.<sup>2</sup>

The railway and the Vyšehrad Bridge were both opened on the 15th of August 1872, to be used provisionally for freight traffic only. Passenger trains did not begin to run to Smíchov until 1 October 1888, but by then the KFJB had been nationalised. Gradually, however, the original single-track bridge became insufficient for the increasing amount of traffic (although the central piers were built for an envisioned second track). The grain wrought steel construction used by Harkort was not strong enough, and there was also a requirement from the River Authority that the bridge be rebuilt from the original four spans located in the river to three, larger spans. Therefore, in 1900–1901, a new double-track bridge was built of mild steel. The bridge has three spans of 72 m each and is trussed with an upper semi-parabolic span with a lower bridge deck. The bridge replacement over the River Vltava was undoubtedly the most remarkable event in contemporary Czech bridge construction.

This method of bridge replacement was conceived and designed in 1899 by the bridge-building factory of Prášil Brothers & Co. in Libeň (project by Ing. František Prášil, co-owner of the bridgeworks, and the method of replacement by Ing. Jan Kolář, later a professor at Prague Technical University). Five new piers (three of them guide piers) were built by Georg Gregersen & Söhne using a pneumatic foundation. Each of the three steel spans was supplied by one of the Prague bridge works. The První českomoravská Machine Factory, Pražská akciová strojírna (formerly Ruston & Co.) and Prášil Brothers & Co., who were also the main assembly contractor.<sup>3</sup> The steel structure of the new bridge was assembled on a wooden assembly scaffold on one side of the existing bridge. In addition, a dismantling scaffold was constructed on the flood side for the removal of the old structure. This scaffolding was made by Frant. Schön in Prague.

After the original girders were slid out onto the dismantling scaffold, new girders, each weighing 560 tonnes, were inserted in their place. The level of the bridge deck of the new bridge was one and a half metres higher to allow for placement on the piers. Extension

<sup>2</sup>Hana HLUŠIČKOVÁ (ed.), *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*, III. díl (Industrial Heritage in Bohemia, Moravia, and Silesia, Part III; in Czech), Praha 2003, p. 242–243; Jiří SOUKUP, *Obrazy z pražských břehů a vod, díl I – Pražské mosty. Studie se zřetelem na současné podniky* (Views of Prague Riverbanks and Rivers, Part I – Prague bridges. Study Focused on Current Factories; in Czech), Praha 1904, p. 44–48; Dušan JOSEF, *Encyklopedie mostů v Čechách, na Moravě a ve Slezsku* (Encyclopedia of Bridges in Bohemia, Moravia, and Silesia; in Czech), Praha 1999, p. 309–310.

<sup>3</sup>Státní oblastní archiv Praha (dále SOA Praha), f. Ředitelství státních drah Praha (dále ŘSD Praha), k. 106, sign. 66298 Kolaudace stavební firmy Georg Gregersen & Söhne při rekonstrukci mostu přes Vltavu; Památkový katalog – heslo Soubor železničních mostů na trati Praha hl. n. – Praha Smíchov (Authorisation by Georg Gregersen & Söhne Company – Repair of Bridge over River Vltava; Monuments Catalogue – keyword Railway Bridges on the railway line Prague Main Station – Prague Smíchov; in Czech); H. HLUŠIČKOVÁ (ed.), *Technické památky* (Industrial Heritage; in Czech), p. 243, J. SOUKUP, *Obrazy z pražských břehů a vod, díl I – Pražské mosty* (Views of Prague Riverbanks and Rivers, Part I – Prague bridges. Study Focused on Current Factories; in Czech), p. 44–48.

Druhého dne proběhla úspěšná zatěžovací zkouška třemi lokomotivami s plně vyzbrojenými tendry a dvěma naloženými čtyřosými nákladními vozy. Plánovaná třídní výluka tak mohla být díky mimořádnému výkonu všech zúčastněných firem zkrácena o celý den.<sup>4</sup>

Po zprovoznění nového mostu se mohlo přistoupit k rozebírání původních pilířů. Bloky základů byly pod hladinou drceny pod ochranou potápěčích zvonů. Zvažovalo se i druhotné využití původní konstrukce její koupí městem a instalací v Libni, ale k tomu nakonec nedošlo.<sup>5</sup>

Most je příhradový uzavřený s dolní mostovkou s horním parabolickým pásem. Most má dva hlavní nosníky, je nýtovaný a byl vyroben z plávkové oceli. Každý příhradový nosník má 16 příhrad a skládá se z dolního pásu, horního parabolického pásu, ze svislic a z tažených diagonál. Výška nosníku uprostřed rozpětí činí 12,25 m, nad pilířem 6,25 m. Délka příhrady ve střední části nosníku je 4,8 m, u podpory se snižuje až na 3,46 m. Most má dolní vodorovné ztužidlo v úrovni dolního pásu hlavního nosníku a horní vodorovné ztužidlo v úrovni horního parabolického pásu. V obou případech se jedná o příhradová ztužidla se zkříženými diagonálami. Příčky horního ztužidla jsou umístěné ve svislých rovinách, jsou příhradové a jejich výška je proměnná. Pro přenos vodorovných příčných reakcí z horního vodorovného ztužidla do spodní stavby slouží koncové portály na obou koncích každého pole. Dolní pás hlavního nosníku je dvoustěnný ve tvaru dvou obrácených T průřezů spodem otevřený. Horní pás je také dvoustěnný, ve tvaru  $\Pi$  průřezu. Diagonály a svislice jsou členěné pruty s příhradovými spojkami. Všechny pruty jsou nýtované. Ve styčnicích jsou diagonály a svislice připojeny na styčnickové plechy. Ocelová konstrukce je uložena na ocelová ložiska. Pohyblivá ložiska jsou pětivalcová.

V úrovni dolního pásu hlavního nosníku je otevřená mostovka, která se skládá z nýtovaných plnostěnných příčniců, z nýtovaných plnostěnných podélníků zapuštěných do příčniců a z příhradového ztužení mezi podélníky.

Na mostě byly zřízeny po obou stranách lávky pro pěší o šířce 1,8 m, a to společným nákladem obcí pražské a smíchovské. K lávkám ještě 10 let po stavbě mostu vedlo z Podskalského nábřeží pouze provizorní dřevěné schodiště, které bylo v roce 1912 nahrazeno schodištěm ocelovým. Zároveň most přenášel vodovodní a plynové potrubí.<sup>6</sup>

V roce 1913 byla poprvé zadána obnova nátěru v zelenošedém odstínu, a sice pražské firmě Antonín & Václav Kilián ze Smíchova s dobou ručení dalších pěti let. Firma ocelové

and retraction were carried out by hydraulic jacks, cranes and hoists on transverse retraction tracks using trolleys or cast-iron balls. The entire bridge took only two days to replace (30 September – 1 October 1901). The extension of the old structure by 7.5 m took 5 hours, while it took only 25 minutes for the replacement girders to be slid into place.

The following day a successful load test was carried out by three locomotives with fully armed tenders and two loaded four-axle trucks. The planned three-day shutdown could thus be shortened by a full day, due to the exceptional performance of all the companies involved.<sup>4</sup>

Once the new bridge was operational, the original piers could be dismantled. The foundation blocks were crushed underwater with the aid and protection of diving bells, and although the city considered a proposition for reinstalling the original structure in Libeň, this never happened.<sup>5</sup>

The bridge is a truss enclosed bridge with a lower bridge deck with an upper parabolic span. The bridge has two main girders, and is riveted and made of mild steel. Each truss has 16 trusses and consists of a lower chord, an upper parabolic chord, verticals and drawn diagonals. The height of the truss in the middle of the span is 12.25 m, and 6.25 m above the pier. The length of the mid-span truss is 4.8 m, decreasing to 3.46 m at the support. The bridge has a lower horizontal stiffener at the level of the lower flange of the main girder, and an upper horizontal stiffener at the level of the upper parabolic flange. In both cases, these are truss stiffeners with crossed diagonals. The upper bracing members are located in vertical planes. They are trussed and their height is variable.

End gables at all bay ends are used to transfer the horizontal transverse reactions from the upper horizontal bracing to the lower structure. The lower flange of the main girder is double-walled, in the form of two inverted T-sections, open at the bottom. The upper flange is also double-walled, in the shape of a  $\Pi$ -section. The diagonals and verticals are articulated members with truss connections. All members are riveted. In the contact members, the diagonals and verticals are connected to the contact plates. The steel structure is supported by steel bearings. The movable bearings are five-cylinder bearings.

There is an open bridge deck at the level of the lower flange of the main girder, which consists of riveted plate cross members, riveted plate stringers embedded in the cross members and truss bracing between the stringers.

<sup>4</sup> SOA Praha, f. ŘSD Praha, k. 802, inv. č. 1431, Dodatek – stavební dokumentace, Výstavba mostu přes Vltavu Pražské spojovací dráhy; SOA Praha, f. ŘSD Praha, k. 66, inv. č. 17, sign. 3264 Lávka pro pěší na novém mostě Pražské spojovací dráhy přes Vltavu, záležitosti přestavby mostu; SOA Praha, f. ŘSD Praha, k. 91, inv. č. 19, sign. 62342 Protokoly z kolaudace nového mostu přes Vltavu na Pražské spojovací dráze; Růžena BAŤKOVÁ (ed.), *Umělecké památky Prahy. Nové Město – Vyšehrad – Vinohrady*, Praha 1998, s. 176; Hana HLUŠIČKOVÁ (ed.), *Technické památky*, s. 310.

<sup>5</sup> Jiří SOUKUP, *Obrazy z pražských břehů a vod*, díl I – Pražské mosty, s. 48.

<sup>6</sup> SOA Praha, f. ŘSD Praha, k. 377, inv. č. 1388, sign. 1607 Schody k lávce mostu Pražské spojovací dráhy z Vyšehradu přes Vltavu.

<sup>4</sup> SOA Praha, f. ŘSD Praha, k. 802, inv. č. 1431, Dodatek – stavební dokumentace, Výstavba mostu přes Vltavu Pražské spojovací dráhy (Supplement to Project Documentation; Bridge over River Vltava in the Prague Connecting Line; in Czech); SOA Praha, f. ŘSD Praha, k. 66, inv. č. 17, sign. 3264 Lávka pro pěší na novém mostě Pražské spojovací dráhy přes Vltavu, záležitosti přestavby mostu (Sidewalk of New Bridge of the Prague Connecting Line over River Vltava, repair of the bridge; in Czech); SOA Praha, f. ŘSD Praha, k. 91, inv. č. 19, sign. 62342 Protokoly z kolaudace nového mostu přes Vltavu na Pražské spojovací dráze (Protocols of Authorisation of New Bridge over River Vltava in the Prague Connecting Line; in Czech); Růžena BAŤKOVÁ (ed.), *Umělecké památky Prahy. Nové Město – Vyšehrad – Vinohrady* (Cultural Monuments of Prague. New Town – Vyšehrad – Vinohrady; in Czech), Praha 1998, p. 176; Hana HLUŠIČKOVÁ (ed.), *Technické památky*, p. 310.

<sup>5</sup> Jiří SOUKUP, *Obrazy z pražských břehů a vod*, díl I – Pražské mosty (Views of Prague Riverbanks and Rivers, Part I – Prague bridges; in Czech), p. 48.

konstrukce o celkové váze 1 925,92 tun včetně ložisek a zábradlí natřela kvalitně, ve dvou vrstvách, a správa drah nátěr v roce 1918 definitivně převzala.<sup>7</sup>

V roce 1928 byl na mostě zaveden elektrický provoz. Za celou dobu existence nebyla prováděna žádná oprava na hlavní nosné konstrukci. Od roku 2004 je most pod památkovou ochranou. Nejvýznamnějším mostem ze souboru mostních konstrukcí pod Vyšehradem z hlediska architektonického, urbanistického a konstrukčního je most přes Vltavu. Lze říci, že to je výrazná stavba, která dotváří v mnoha pohledech tvář Prahy. Mostní konstrukce z roku 1901 byla navržena a zhotovena vysoce odborně a kvalitně. Dokázala tak naplnit svoji dopravní funkci po dobu 120 let bez závažnějších oprav, což je i z hlediska evropského srovnání skutečně výjimečné. Proto je současná veřejná zakázka na architektonicko-konstrukční řešení železničních mostů pod Vyšehradem středem pozornosti technické i laické veřejnosti. Lze si jen přát, aby výsledkem bylo elegantní a technické řešení, které bude novou dominantou Prahy.



Obr. 3.21. Pohled od jihozápadu na předchozí most postavený roku 1871–1872 (dobová ocelorytina)  
Fig. 3.21 View from the southwest of the previous bridge built in 1871–1872 (period steel engraving)

Pathways of 1.8 m width were built on both sides of the bridge at the joint expense of the municipalities of Prague and Smíchov. For 10 years after completion of the bridge, the only access to the pathways from Podskalské nábřeží was a temporary wooden staircase. This was replaced in 1912 by a steel staircase. In the same year, the bridge was modified to enable it to carry water and gas pipes.<sup>6</sup>

In 1913, the first renovation of the green-grey paintwork was contracted out to the Prague firm Antonín & Václav Kilián of Smíchov. The contract stipulated a guarantee period of five years. The entire structure weighed a total of 1 925.92 tonnes (including bearings and railings), and the company painted it with two coats of paint. Finally, in 1918, the railway administration took over the painting work.<sup>7</sup>

In 1928, electric power lines were installed on the bridge. No repairs have been carried out on the main superstructure during its entire existence. Since 2004, the bridge has been under heritage protection. From an architectural, urban planning and structural point of view, the most important bridge of the series of bridges under Vyšehrad is the bridge over the River Vltava. It can even be said that this distinctive structure completes the face of Prague. The bridge structure dating from 1901 was designed and constructed in a highly

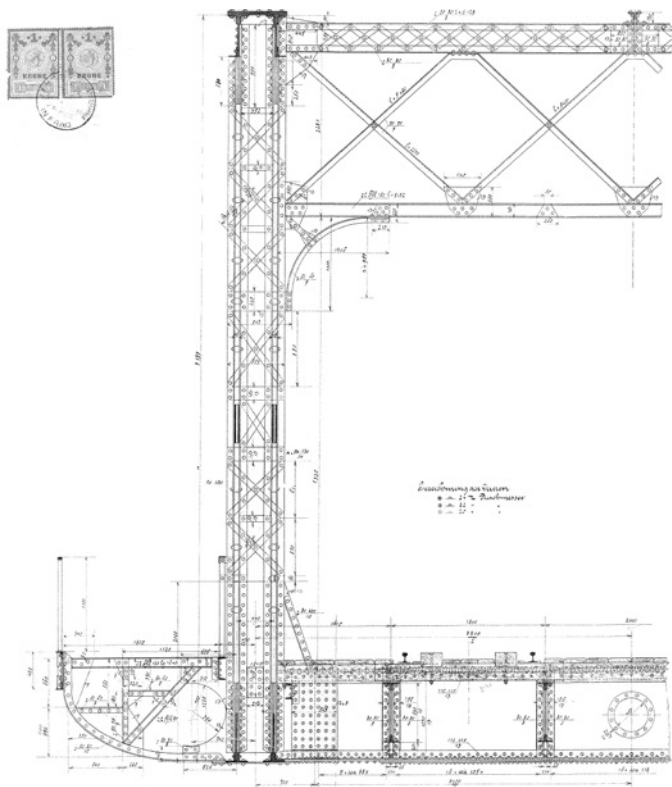


Obr. 3.22. Výměna mostu v roce 1901 (soudobá fotografie)  
Fig. 3.22 Replacement of the bridge in 1901 (contemporary photo)

<sup>7</sup> SOA Praha, f. ŘSD Praha, inv. č. 390, k. 406, sign. 1360 Obnova nátěru Vltavského mostu v km 3,5.

<sup>6</sup> SOA Praha, f. ŘSD Praha, k. 377, inv. č. 1388, sign. 1607 Schody k lávce mostu Pražské spojovací dráhy z Vyšehradu přes Vltavu (Staircase to Sidewalk of Bridge in the Prague Connecting Line; in Czech).

<sup>7</sup> SOA Praha, f. ŘSD Praha, inv. č. 390, k. 406, sign. 1360 Obnova nátěru Vltavského mostu v km 3,5 (Renewal of Coating of Bridge over River Vltava, km 3,5; in Czech).



## Materiálový průzkum konstrukce

Poloha míst odběru vzorků byla stanovena dle statických a konstrukčních možností. Odběr byl proveden z válcovaných plechů a z válcovaných úhelníků ze všech tří hlavních nosných konstrukcí. Z tahových zkoušek bylo zjištěno, že mez kluzu odpovídá charakteristickým hodnotám dle Metodického pokynu pro plávkovou ocel. Byla dosažena vysoká tažnost a vlastnosti v příčném a podélném směru se nelišily. Byla naměřena hodnota modulu pružnosti od 192 do 207 GPa. Hodnoty nárazové práce při zkoušce vrubové houževnatosti se pohybovaly od 8 do 42 J u plechů a od 18 do 155 J u válcovaných profilů, což přibližně odpovídá oceli JR, která je však pro dynamicky namáhané konstrukce nevhodná z důvodu náchylnosti ke křehkému lomu. Pomocí tvrdoměrných zkoušek bylo potvrzeno, že ocel odpovídá oceli plávkové. Nebylo objeveno místo s výrazně menší hodnotou pevnosti, které by znamenalo riziko použití oceli horší kvality.

Z výsledků metalografických zkoušek plechů a úhelníků byla vyhodnocena feriticko-perlitická struktura s cementitem, což odpovídá plávkové oceli.

Označení vzorku Test specimen	Chemické složení Chemical composition							Uhlíkový ekvivalent Carbon equivalent
	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Al [%]	Fe [%]	CEV [-]
1 – plech 1 – plate	0,08	0,002	0,12	0,010	0,020	0,006	0,005	0,20
2 – úhelník 2 – angle	0,10	0,002	0,16	0,007	0,014	0,026	0,004	0,23

Tab. 3.3. Chemické složení vzorků (Sudop Praha)  
Tab. 3.3 Chemical composition of specimens (SUDOP Prague)

Obr. 3.23. Příčný řez mostem na archívním výkrese (Archiv ČVUT v Praze)  
Fig. 3.23 Cross section of the bridge

professional and high-quality manner. It has thus been able to fulfil its transport function for 120 years without the need of major repair work, which is truly exceptional in Europe. That is why the current public works contract for the architectural and structural upgrading of the railway bridge below Vyšehrad is the focus of attention for both the technical community and the wider general public. One can only hope that the final result will be an elegant and technical solution befitting such an iconic landmark of Prague.

## Material survey of the structure

The location of the sampling points was determined according to static and structural possibilities. Samples were taken from rolled plates and rolled angles from all three main load-bearing structures. The tensile tests showed that the yield strength corresponded to the characteristic values given by the Methodological Guideline for mild steel. High ductility was achieved and the properties in the transverse and longitudinal direction did not differ. Elastic modulus values ranging from 192 to 207 GPa were measured. The impact energy values for the notch toughness impact test ranged from 8 to 42 J for plates and from 18 to 155 J for rolled sections, which corresponds approximately to JR grade steel, but which is unsuitable for dynamically stressed structures because of its tendency to brittle fracture. It has been confirmed by Leeb hardness tests that the steel corresponds to mild steel. No location with a significantly lower strength value, implying a lower quality steel, was found in the structure.

From the results of the plates and angles metallographic tests, a ferritic-perlitic structure with cementite was evaluated, which corresponds to mild steel properties.

## Provedené zatěžovací zkoušky

Na mostním objektu byla v roce 2017 provedena ověřovací statická a dynamická zatěžovací zkouška. Účelem bylo ověření shody měřených veličin s veličinami stanovenými na výpočetním modelu mostu pro jeho případnou úpravu (kalibrace modelu). Dalším cílem bylo stanovení únavových účinků dopravy na mostě (stanovení spekter zatížení). Při statické zkoušce bylo měřeno:

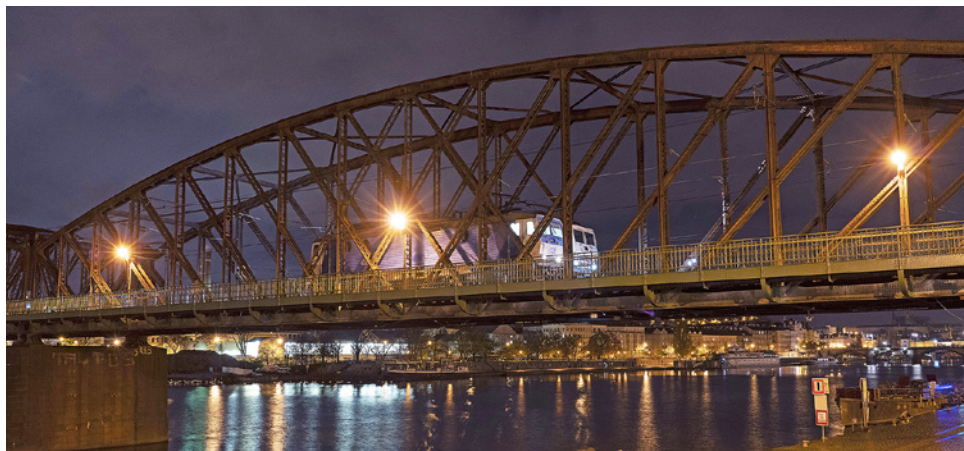
- svislý průhyb
- deformace koncového příčníku
- normálové napětí na vybraných prvcích (horní a dolní pásy, diagonály, příčníky, podélníky).

Při dynamické zkoušce byla měřena odezva konstrukce na dynamické účinky od zkušebních přejezdů:

- zrychlení svislé a příčné deformace ve středu rozpětí a v cca 1/4 rozpětí
- normálová napětí na vybraných prvcích shodně se statickou zkouškou.

Pro snímání měřených veličin byla použita frekvence 50 Hz. Při dynamické zatěžovací zkoušce bylo také provedeno vyhodnocení frekvencí a tvarů vlastního kmitání, které byly porovnány s vypočtenými frekvencemi a tvary vlastního kmitání z dynamického výpočtu mostu. Vyhodnocení dynamické odezvy skutečné konstrukce bylo podkladem pro verifikaci dat z výpočetního modelu.

Podkladem pro vytvoření spekter napětí byla data získaná z monitoringu mostu, který probíhal po dobu 18 dní. Data byla zjištěna pomocí tenzometrických snímačů poměrných deformací umístěných na nosné konstrukci mostu.



Obr. 3.24. Zatěžovací zkouška mostu  
Fig. 3.24 Load test of the bridge

## Measurements and load tests performed

Static and dynamic load tests were carried out in-situ in 2017. The purpose was to verify the conformity of the measured quantities with the quantities determined on the finite element model of the bridge for its possible adjustment (model calibration). Another objective was to determine the traffic fatigue effects on the bridge (determination of load spectra). During the static test the following variables were measured:

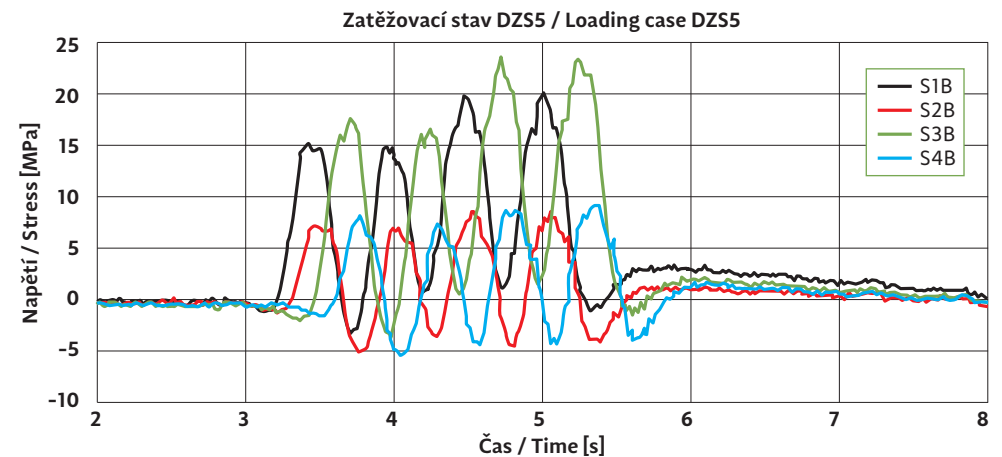
- vertical deflection
- deformation of the end crossbeam
- normal stresses on selected members (top and bottom chords, diagonals, crossbeams, stringers).

During the dynamic load test, the response of the structure to dynamic effects induced by the test vehicle was measured:

- acceleration of vertical and transverse deformation at mid-span and at approximately a quarter of the span
- the normal stresses on selected members, in agreement with the static test.

A sampling frequency of 50 Hz was used to capture the measured quantities. During the dynamic load test, the frequencies and shapes of the natural vibration were also evaluated and compared with the calculated frequencies and shapes of the natural vibration from the dynamic calculation of the bridge. The evaluation of the dynamic response of the actual structure provided the basis for the verification of the data from the computational model.

The stress spectra were determined from the data obtained by the bridge-monitoring over a period of 18 days. The data were obtained using strain gauge sensors.



Obr. 3.25. Časový průběh napětí na podélnících při přejezdu zkušebního vozidla  
Fig. 3.25 The time development of stringers stresses induced by the test vehicle

## Popis poruch a korozního oslabení

V rámci korozního průzkumu oslabení jednotlivých prvků nosné konstrukce byly zjištěny typické vady, které nelze opravit jinak než výměnou celého prvku nebo jeho části. Zvýšená pozornost při prohlídkách byla věnována taženým prvkům (dolní pás, diagonály a části svislic), u kterých dochází k vyšší kumulaci únavového poškození a k většímu riziku vzniku křehkého lomu. U dolního pásu jsou poruchy v oblasti styčnicků, kde se hromadí nečistoty a působením vlhkosti a stékající vody z prvků nad styčnickem dochází ke korozi. Nedostatečná mezera mezi jednotlivými pásy dolního pásu neumožňuje samovolný spad nečistot. Nejpoškozenějšími částmi jsou příruby krčních úhelníků. Dále dochází k velkým poškozením vodorovných styčnickových plechů.

Nejvážnější poruchou je štěrbinová koroze pásnic diagonál a svislic v přípoji ke styčnickovému plechu a dále v místech spojek členěných prutů. Tato vada je opravitelná pouze výměnou prutu v celé jeho délce.



Obr. 3.26. Koroze dolního pásu  
Fig. 3.26 Bottom chord corrosion

## Deterioration and corrosion weakening

The comprehensive corrosion weakening survey of all load-bearing members revealed typical failures that cannot be repaired, other than by replacing the whole or part of the member. Higher attention was paid during the inspections of the members in tension (bottom chord, diagonals and parts of the verticals), which are at higher risk of fatigue damage accumulation and brittle fracture. For the bottom chord, failures are in the area of the gusset plates where debris accumulates, and corrosion occurs due to moisture and water run-off from the members above. The insufficient gap between the individual sub-sections of the built-up bottom chord does not allow dirt to fall away naturally. The most corroded parts are the flange angles. Furthermore, the horizontal gusset plates also exhibit extensive corrosion loss.

The most serious defect is crevice corrosion of diagonal and vertical flanges in the connection to the gusset plate and connections of the built-up members. This can only be repaired by replacing the entire length of the member.



Obr. 3.27. Štěrbinová koroze  
Fig. 3.27 Crevice corrosion



Obr. 3.28 Štěrbina mezi plechy diagonály – před tryskáním  
Fig. 3.28 The gap between diagonal plates – before blasting

### Zhodnocení stavu mostu

Nosná konstrukce mostu byla ve všech třech polích hodnocena stupněm 3 z následujících důvodů:

- trhliny v horní pásnici podélníků
- značné korozní oslabení jednotlivých částí konstrukce, prokorodování prvků
- nárůst štěrbinové koroze
- chybějící šrouby v upevnění ložisek
- porušená PKO ocelové konstrukce.

Od prohlídky mostní konstrukce v roce 2014 došlo ke zhoršení stavu nosné konstrukce mostu. Za 120 let existence mostu nebyla provedena žádná větší oprava hlavních nosníků mostu. Zbytková životnost celé mostní konstrukce je časově omezená.



Obr. 3.29 Štěrbina mezi plechy diagonály – po tryskání ocelovým abrazivem  
Fig. 3.29 The gap between diagonal plates – after steel shot blasting

### Assessment of the bridge condition


The condition of all three bridge spans were rated “3 – the object requires major structural intervention” (according to SŽ Regulation S5 Management of Bridge Objects) due to the following:

- cracks in the stringer’s top flanges
- significant corrosion weakening of individual parts of the structure, corrosion of members
- excessive crevice corrosion
- missing bolts in the bearing fastening
- damaged corrosion protection of steel structure.

Since the inspection of 2014, the bridge has deteriorated. No major repairs have been made to the main truss beams in the 120 years of the existence of the bridge. The remaining service life of the entire bridge structure is limited.



## 23 – Praha – most nad ulicí U Slavie Prague – bridge over U Slavie Street

železniční trémový plnostěnný most	railway plate girder bridge
Hlavní město Praha, Praha 10	Capital City of Prague, Prague 10
kat. území Vršovice	cad. territory Vršovice
bez památkové ochrany	no heritage protection
	TÚ 1704
	DÚ 16
	evd. km 181,532
	50°03'58.8" N
	14°28'10.2" E

Obr. 3.30. Pohled na most od severu v roce 2021



Fig. 3.30 View of the bridge from the north in 2021

**Ocelový plnostěnný trémový most (s použitím žlabin) z roku 1914, původně převádějící kolejiště tratě Gmünd–Praha. V současnosti je zahrnut do projektu tzv. Drážní promenády.**

Jedná se o plnostěnný nýtovaný trémový most s horní mostovkou v km 181,532 tehdejší tratě Gmünd–Praha (dnes most č. X-708 ve správě TSK Praha). Most sestává z jednoho otvoru, je dlouhý cca 18 m s délkou přemostění 14 m a celkovou šířkou 10,78 m. Převáděl část zmiňovaného kolejiště přes ulici U Slavie. Ocelovou konstrukci tvoří 9 hlavních plnostěnných nýtovaných nosníků průřezů I, z toho 7 nosníků vnitřních a dva nosníky krajní. Osová vzdálenost nosníků je 1195 mm. Vnitřní nosníky mají proměnnou výšku po délce (836–1036 mm), vnější nosníky pak mají konstantní výšku 1032 mm. Mezi všemi hlavními nosníky probíhá příčné příhradové ztužení. Nosným podkladem pro kolejové lože jsou ocelové plechy tloušťky 9 mm, tzv. žlabiny. Konstrukce je uložena na 2 × 9 tangenciálních ložiskách (pohyblivá a pevná). Obě opěry jsou masivní zděné s betonovým základem a dvěma křídly na severní straně.

Most je zajímavý zejména použitím tzv. žlabin. Jedná se o válcovitě prohnuté plechy s rovnými přírubami, které se používaly jako podklad pro vozovku silničních nebo ocelových mostů od roku 1867. Prohnutí plechu se provádělo válcováním za studena, přičemž příruby se zhotovovaly za tepla. Žlabiny se vyráběly z plechu tloušťky 6–10 mm, rozpětí žlabin se

**A steel plate girder bridge with a system of gutters from 1914, originally carrying the track of the Gmünd–Prague line. It is currently included in the project of the so-called Railway Promenade.**

Contemporaneous with the construction of the main line of the Emperor Franz Joseph Railt is a riveted plate girder bridge with an upper bridge deck located at km 181.532 of the former Gmünd–Prague line (today bridge no. X-708 under the administration of TSK Praha). The bridge consists of one span, is about 18 m long with a bridge span length of 14 m, and a total width of 10.78 m. It carried the aforementioned track over U Slavie Street. The steel structure consists of 9 main riveted plate I-section girders, of which 7 are inner beams and two are outer beams. The axial distance of the beams is 1195 mm. The inner beams have a variable height along their length (836–1036 mm), while the outer beams have a constant height of 1032 mm. There is transverse truss bracing between all the main beams. The supporting substructure for the track bed is 9 mm thick steel plates, the so-called gutter plates. The structure is supported by 2 × 9 tangential bearings (movable and fixed). Both abutments are solid masonry, with a concrete base and two wings on the north side.

The bridge is particularly interesting due to the use of the aforementioned gutter plates. These are cylindrically bent plates with straight flanges, which have been used as a substructure for

pohybovalo v rozmezí 1,5–2 m, délka pak 2–2,2 m. Odvodnění žlabin se realizovalo nejčastěji otvory vyvrtanými na dně nebo mezerami mezi nimi.

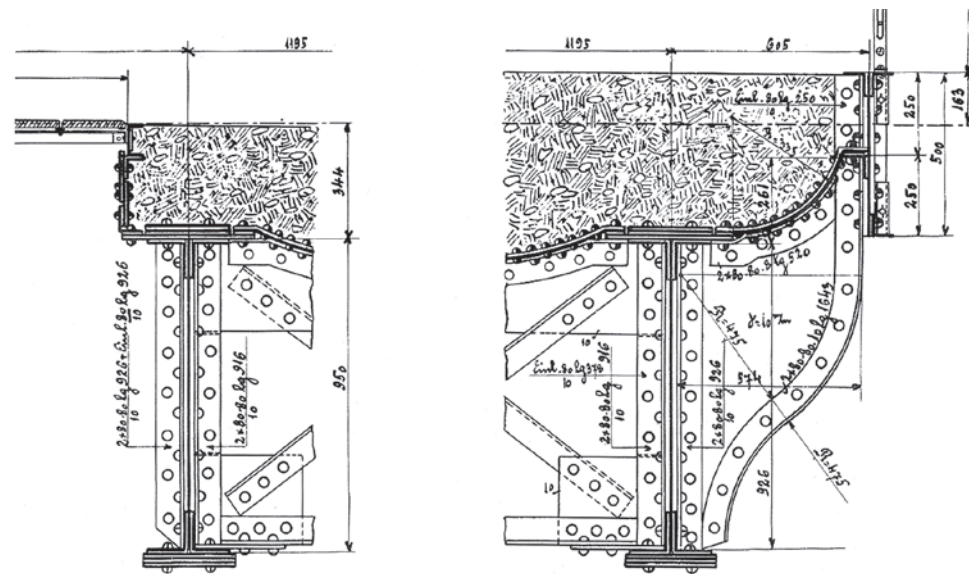
Ocelovou konstrukci mostu vyprojektovala podobně jako v případě sousedního mostu na Bohdalci v roce 1912 mostárna bratří Prášilů v Libni. Původní benešovská trať (221) je v současnosti přeložena. Aktuálně je most zahrnut do projektu tzv. Drážní promenády, jež má za cíl iniciovat revitalizaci území železničních brownfields na území Vršovic, a počítá se s ním jako s lávkou.

### Technické zvláštnosti konstrukce

Na mostě byl v roce 2021 proveden podrobný průzkum stavu, vad a poruch. Materiálově lze s ohledem na stáří konstrukce předpokládat použití plávkové oceli.

Zajímavostí mostu je, že nosným podkladem pro kolejové lože mezi hlavními nosníky jsou ocelové žlabiny z plechu tloušťky 9 mm. Původní výška kolejového lože uprostřed rozpětí byla 0,35 m, na koncích mostu 0,55 m. Žlabiny jsou válcovitě prohnuté plechy s rovnými přírubami (obr. 3.33).

Žlabiny jsou podepřeny na obou podélných okrajích a na nosníky se připojovaly nýty průměru  $d = 13$  až 18 mm. Na žlabinách byla umístěna vrstva šterku nebo betonu. Protikorozní ochrana byla provedena olejovými nátěry.



Obr. 3.31. Příčný řez mostem na archivní dokumentaci (Archiv ČVUT v Praze)  
 Fig. 3.32 Cross-section of the bridge on archive documents

road or steel bridges since 1867. The bending of the plate was carried out by cold rolling, while the flanges were made by hot rolling. The gutter plates were made of 6–10 mm thick plate, the span of the gutters ranging from 1.5–2 m and the length from 2–2.2 m. Drainage of the gutter plates was most often achieved by drilling holes in the bottom, or by gaps between the plates.

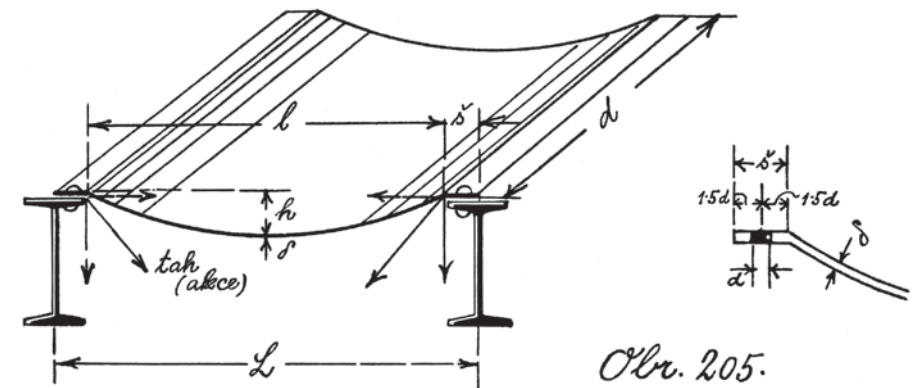
The steel structure of the bridge was designed by the Prášil Brothers' bridge factory in Li-beň in 1912, as was the neighbouring bridge on Bohdalec. The original Benešov line (221) is in 2022 re-routed. The bridge is included in the so-called Railway Promenade project, which aims to initiate the revitalisation of the railway brownfield areas in Vršovice. The bridge is envisaged as a footbridge.

### Technical features of the structure

A detailed survey was carried out in 2021. In terms of materials, given the age of the structure, the use of mild steel can be assumed.

An interesting feature of the bridge is that the supporting substructure for the track bed between the main girders is made of 9 mm thick plate steel gutters. The gutter plates are riveted to the top flanges of the main girders. The original height of the track bed in the middle of the span was 0,35 m, and 0,55 m at the ends of the bridge. Gutter plates have been used as the substructure for road or railway steel bridges since 1867.

The bending of the plate was done by cold rolling; the flanges were made by hot rolling. The gutters were made of plates with a thickness of 6 to 10 mm. The span of the gutters ranged from 1.5 to 2.0 m. The gutters were supported along both longitudinal edges, and rivets with a diameter of  $d = 13$  to 18 mm were attached to the beams. A layer of gravel or concrete was placed over the gutter plates. Corrosion protection was carried out with oil coatings.



Obr. 3.33. Princip působení žlabiny  
 Fig. 3.33 Principle of action of the gutter plate

## Popis poruch a korozního oslabení

Průzkum v roce 2021 obsahoval zmapování stávajícího stavu konstrukce a rozsahu poruch, studium dostupných podkladů, ověření vlastností oceli tvrdoměrnými zkouškami, stanovení korozního oslabení NK, zjištění stavu PKO s ohledem na její obnovu. Cílem prací bylo získat obraz o aktuálním stavu konstrukce a poskytnout podklad pro zpracování projektové dokumentace opravy mostu.

Zhodnocení dimenzí nosné konstrukce proběhlo na základě zaměření zbytkových tlouštěk žlabin ultrazvukovým tloušťkoměrem. Původní tloušťka žlabin byla dle statického výpočtu 9 mm, lze konstatovat, že oslabení je poměrně nízké a stoupá směrem se stékající vodou k opěrám. Ve středu mostu lze žlabiny označit za téměř nepoškozené, u opěr se oslabení pohybuje okolo 12%, v některých místech bylo naměřeno lokální oslabení zdola až 33%. Průměrné oslabení se ale pohybuje maximálně do 10%.

Rozsáhlejší poškození NK lze nalézt nikoliv v ploše NK, ale jednak na římsě, a to konkrétně na vodorovných plochách úhelníků, a dále pak na přesahu NK přes závěrnou zídku. Na tomto přesahu nebylo z důvodu nemožného přístupu oslabení měřeno, bylo ale patrné místní celkové prokorodování konce NK a silná koroze příčného plechu zakončujícího NK.



Obr. 3.34. Ukázka rozsáhlého poškození NK na přesahu přes závěrnou zídku  
Fig. 3.34 Example of extensive damage to the superstructure at the overlap over the end wall

## Description of failures and corrosion weakening

The scope of the 2021 survey included mapping the existing condition of the structure and the extent of the failures, studying the available documentation, verifying the steel properties by hardness testing, determining the corrosion weakening of the superstructure, and determining the condition of the coating with respect to its rehabilitation. The aim of the work was to get an idea of the current condition of the structure and to provide a basis for the preparation of the design documentation for the repair of the bridge.

The assessment of the dimensions of the structure was based on the measurement of the residual thicknesses of the gutter plates with an ultrasonic thickness gauge. The original thickness according to the structural calculation was 9 mm; it can be stated that the weakening is low and increases towards the abutments with the flow of water. In the centre of the bridge, the gutter plates can be described as being almost undamaged, at the abutments the weakening is around 12%, while in some places localized weakening from below of up to 33% was measured. However, the average weakening is less than 10%.

More extensive damage to the superstructure can be found on the cornice, specifically on the horizontal surfaces of the angles, and then on the superstructure overlap over the end wall. At this overlap – the location of restricted access – the weakening was not measured, but local general corrosion at the end of the superstructure, as well as severe corrosion of the cross plate of the superstructure ending was apparent.



Obr. 3.35. Ukázka rozsáhlého poškození NK na vodorovných prvcích přírub  
Fig. 3.35 Example of extensive damage to the superstructure on the horizontal flanges

Celkově lze konstatovat, že NK je obecně využitelná pro další užívání bez větších problémů. Při rekonstrukci je nutné nahradit římsu novým prvkem nebo minimálně přenýtovat vodorovné výztužné úhelníky. Dále doporučujeme z důvodu poškození odříznout přesah NK přes závěrnou zídku a dilatační závěr osadit mezi hlavní nosník a novou závěrnou zídku. Tak bude možné vyhnout se složité opravě silně poškozených prvků.

Diagnostický průzkum také zahrnoval posouzení stavu PKO. Dále byla provedena fotodokumentace vad a jejich klasifikace. Pro vyhodnocení stavu PKO bylo provedeno stanovení celkové tloušťky PKO nedestructivním způsobem, stanovení tloušťky povlaku a skladby nátěrového systému. Dále byly provedeny zkoušky přilnavosti pomocí zkoušky mřížkou, odtrhem a křížovým řezem. Na základě šetření byla klasifikována skladba PKO o 2 až 3 vrstvách. Z naměřených hodnot vyplývá, že tloušťka nátěrového systému ocelové konstrukce mostu není na celé mostní ocelové konstrukci rovnoměrná a pohybuje se v průměru od 200 do 250  $\mu\text{m}$ . Lokálně se však na konstrukci vyskytují i místa s hodnotami nižšími než 150  $\mu\text{m}$ , což bylo ve většině zjištění způsobeno při aplikaci nátěrových hmot a nedůslednou kontrolou během aplikace. Protikorozi ochrana v současné době neplní správně svoji funkci.

It can be summarised that the superstructure can generally serve its purpose without major problems. In the case of reconstruction, the parapets must be replaced with new members or at least the horizontal bracing angles must be replaced. It is also recommended to cut off the superstructure overlap over the end wall due to the corrosion damage and to place the expansion joint between the main beam and the new end wall. This will avoid the complicated repair of severely damaged members.

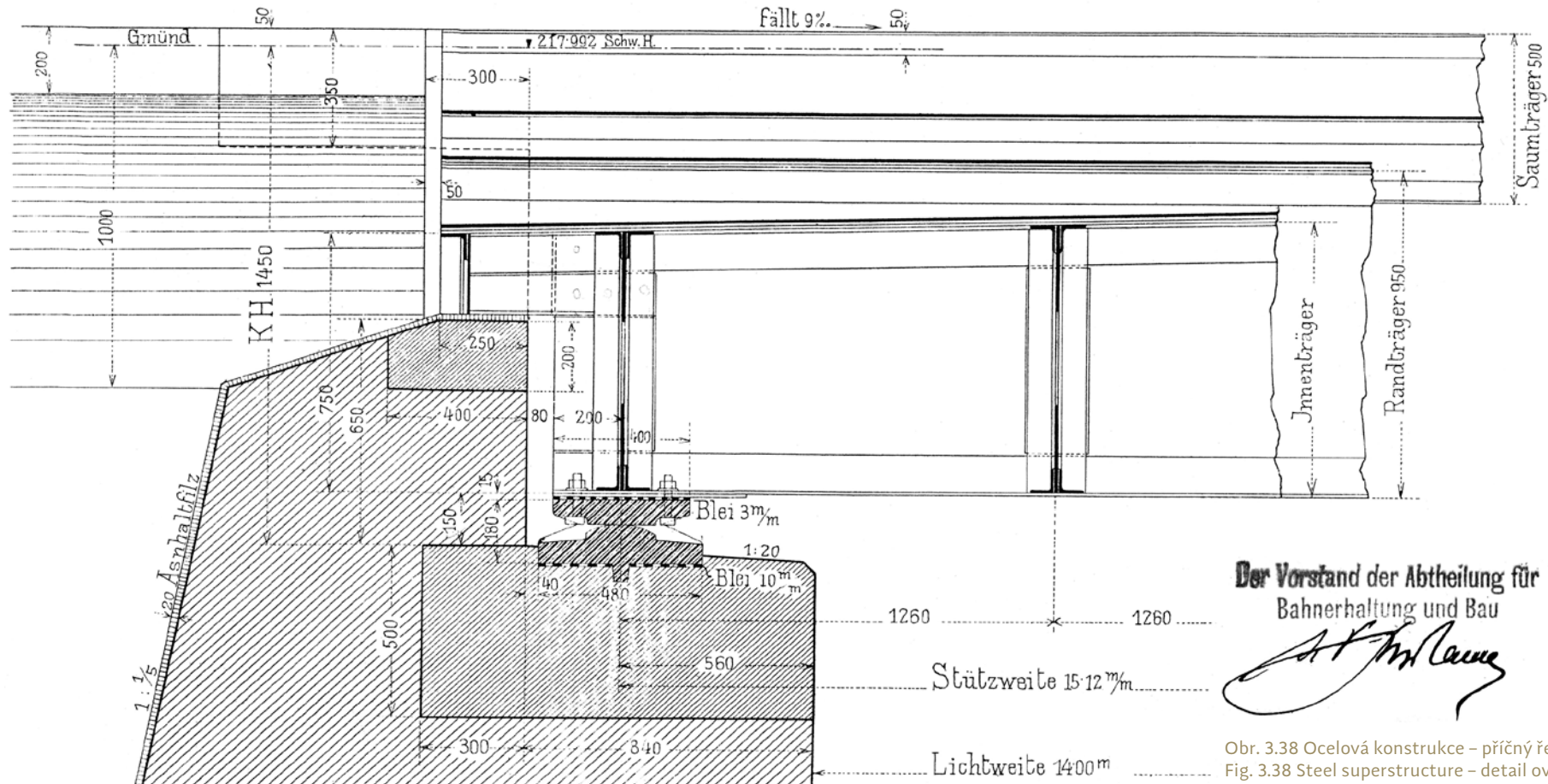
The diagnostic survey also included an assessment of the condition of the coating on the bridge. Furthermore, photo documentation of the defects and their classification was carried out. To assess the condition of the surface protection, the overall thickness of the coating was determined by non-destructive measurements. The actual composition of the coating system was also determined. In addition, adhesion tests were performed using grid, tear, and cross-section tests. Based on the investigation, a coating composition of 2 to 3 layers was classified. The measured values show that the thickness of the coating system of the bridge steel structure is not uniform over the entire bridge steel structure and varies, on average, from approximately 200  $\mu\text{m}$  to 250  $\mu\text{m}$ . However, locally there are areas on the structure with values less than 150  $\mu\text{m}$ . This was due to the application of the coatings and inconsistent inspection during application in most of the findings. Corrosion protection system currently fails to provide adequate protection.



Obr. 3.36. Stav horní plochy na žlabinách  
Fig. 3.36 Condition of the upper surface on the gutters



Obr. 3.37. Degradace a koroze ložisek  
Fig. 3.37 Degradation and corrosion of the bearings



Der Vorstand der Abtheilung für  
 Bahnerhaltung und Bau  
*[Signature]*

Obr. 3.38 Ocelová konstrukce – příčný řez, uložení na opěru  
 Fig. 3.38 Steel superstructure – detail over the abutment


## Zhodnocení stavu mostu

Mostní konstrukce je z velké části v poměrně dobrém stavu, nicméně některé části jsou již blízko konce životnosti. Je nezbytné zahájení rekonstrukce, jinak mohou být degradační škody nevratné. Z hlediska korozního oslabení je toto v rozsahu do 10% v ploše žlabin, u hlavních nosníků není oslabení detekováno. Rozsáhlé oslabení až celkový rozpad prvků lze ale nalézt na římsce a na přesahu NK přes závěrnou zídku. Tyto prvky jsou pro rekonstrukci nevyužitelné. Stav PKO již neposkytuje pro celek mostu dostatečnou ochranu a pro rekonstrukci je třeba zvažovat její celkovou obnovu, a to zejména s ohledem na nedostatečnou adhezi. Po rekonstrukci má ale most potenciál dlouhodobé životnosti.

## Assessment of the condition of the bridge

The bridge structure is in a good condition, for the most part. However, some parts are reaching their service life. It is necessary to start reconstruction quickly, otherwise, the degradation damage may be irreversible. In terms of corrosion weakening, this is in the range of up to 10% in the gutter area, though no weakening is detected in the main girders. However, extensive weakening up to total disintegration of the members can be found on the cornice and on the superstructure overlap over the end wall. These members cannot be repaired. The coating no longer provides sufficient protection for the bridge as a whole, and its major repair should be considered, especially due to the lack of adhesion. However, after adequate reconstruction, the bridge has the potential for a long service life.

## 25 – Prostřední Žleb – most přes Labe Prostřední Žleb – railway bridge

železniční trémový příhradový most	railway truss girder bridge
Ústecký kraj, okres Děčín	Ústí nad Labem Region, Děčín district
kat. území Děčín a Prostřední Žleb	c. territories Děčín and Prostřední Žleb
bez památkové ochrany	no heritage protection
	TÚ 1001
	DÚ 26
	evd. km 458,756
	50°47'18.96" N
	14°13'35.56" E

Obr. 3.39. Pohled na most od západu v roce 2020



Fig. 3.39 View of the bridge from the west in 2020

**Ocelový příhradový most mezi Děčínem a Prostředním Žlebem převádí přes železniční vlečku, řeku Labe a místní komunikaci dnešní jednokolejnou železniční trať 073 z Ústí nad Labem – Střekova do Děčína.**

Most byl vybudován v rámci pátého úseku tratě Rakouské severozápadní dráhy (ÖNWB) Lysá nad Labem – Střekov – Prostřední Žleb (dnes trať 072 a 073). Politické pochůzky se konaly během února 1872 v úseku ze Střekova do Nebočad a na začátku dubna 1872 z Nebočad do Prostředního Žlebu. Koncem května 1873 byla vystavena koncese pro celou trať. Dne 2. října 1874 byla provedena technicko-policejní zkouška a téhož dne udělena provozní koncese. Dne 5. října 1874 byla celá trať předána provozu.<sup>8</sup>

Součástí tratě byl i ocelový příhradový most přes Labe mezi Děčínem a Prostředním Žlebem postavený v období od července 1873 do srpna 1874 (dvě hlavní pole přes řeku a dvě menší pole inundační). Autorem projektu byl hlavní inženýr ÖNWB Konrad Wilhelm Hellwag. Ocelovou konstrukci dodala firma Gebrüder Benckiser z německého Pforzheimu, vyrobená byla

**The steel truss bridge between Děčín and Prostřední Žleb carries the present single-track railway line 073 from Ústí nad Labem – Střekov to Děčín over the railway siding, the River Labe and the local road.**

The bridge was built as part of the fifth section of the Austrian North-Western Railway (ÖNWB) Lysá nad Labem – Střekov – Prostřední Žleb line (today lines 072 and 073). Tenders were invited during February 1872 for the section from Střekov to Nebočady and at the beginning of April 1872 from Nebočady to Prostřední Žleb. At the end of May 1873, a concession for the whole line was issued. On 2 October 1874, a technical and police test was carried out and the operating licence was granted on the same day. On the 5th of October 1874, the entire line was handed over ready to be put into service.<sup>8</sup>

The line also included a steel truss bridge over the River Labe between Děčín and Prostřední Žleb, built between July 1873 and August 1874 (two main spans over the river and two smaller spans in the inlet). The designer was the chief engineer of the ÖNWB, Konrad

<sup>8</sup> Karel RYS – Ludmila Jaurys KOLMANOVÁ – Zdeněk HRDINA, *Rakouská severozápadní dráha ÖNWB (1869) 1870–1909 (1939)*, Ústí nad Labem – Praha 1963, 2009, 2012, s. 2–5 (inventář fondu České dráhy a.s., Rakouská severozápadní dráha, Státní oblastní archiv Praha).

<sup>8</sup> Karel RYS – Ludmila Jaurys KOLMANOVÁ – Zdeněk HRDINA, *Rakouská severozápadní dráha ÖNWB (1869) 1870–1909 (1939)*, Ústí nad Labem – Praha 1963 (in Czech, Austrian North-Western Railway ÖNWB (1869) 1870–1909 (1939)), Ústí nad Labem – Prague 1963, 2009, 2012, p. 2–5 (inventář fondu České dráhy a.s., Rakouská severozápadní dráha, Státní oblastní archiv Praha).

v dílnách v Ludwigshafenu. Tvořily ji dva nýtované příhradové přímopásové nosníky s dolní mostovkou (délka 100 m, výška 10 m). Kratší krajní pole s horní mostovkou měřila na délku 25 metrů, na výšku 2,5 metru. Celková délka mostní stavby činila 309,21 m, celková váha ocelových konstrukcí činila 22 700 tehdejších „zollcentner“, přičemž dvě hlavní příhrady vážily 20 950 „zollcentner“. Spodní stavbu postavila firma Gebrüder Klein, Schmoll und Gärtner. Pilíře byly vybudovány pro dvě koleje. Zatěžovací zkouška proběhla 28. září 1874. V roce 1914 zadalo ředitelství již zestátněné severozápadní dráhy dodávku nové konstrukce mostu včetně realizace samotné výměny Pražské akciové strojírny, která v předchozím roce vyhrála výběrové řízení. Nová konstrukce byla v roce 1916 umístěna vedle té stávající, aby mohl být po dobu výměny zachován provoz. Původní ocelová konstrukce na svém místě však setrvala poměrně dlouho. Až v letech 1927–1928 ji demontovala firma Českomoravská–Kolben–Daněk, a. s. (ČKD), v Praze. Nejprve byla z lešení provedena demontáž inundační části na levé straně Labe, získaný materiál se po staré konstrukci hlavních otvorů dopravil na pravý inundační most a z něho byl spouštěn přímo do vagónů přistavených na koleji v přístavišti. Demontáž obou hlavních otvorů se provedla bez lešení, letmo, přičemž na děčínské straně se konstrukce zatěžovala bárkami tak, aby byla stálá převaha a hlavní nosníky snesly namáhání. Dvě hlavní příhradová pole jsou dlouhá 99,4 m, inundační plnostěnná pole s dolní mostovkou 25 a 25,7 m.<sup>9</sup>

V roce 1970 byl kvůli vyšší únosnosti zpracován projekt na výměnu inundačních konstrukcí K01 a K04. Konstrukci vyrobil Mostní obvod Ústí nad Labem – Střekov a jejich výměna proběhla v roce 1972 (K01) a 1974 (K04).

Ze stavebního hlediska má most 4 otvory, délka mostu činí 265,45 m, šířka 4,35 m, výška objektu nad terénem představuje 14,87 m, délka přemostění je 239 m. Most je šikmý.

Inundační konstrukce K01 je trémová plnostěnná prostá nýtovaná, se zapuštěnou mostovkou. Konstrukce má rozpětí 25 m, délka hlavních nosníků je 25,50 m, výška pak 2,35 m, osová vzdálenost mezi nosníky je 3,15 m. Podélníky jsou plnostěnné nýtované průběžné o výšce 430 mm a v osové vzdálenosti 1,80 m. Příčníky jsou plnostěnné nýtované vetknuté o výšce 580 mm a v osové vzdálenosti 3,10 m. Podélné ztužení: L profily, nýtované. Konstrukce je uložena na ložiskách (pevná – ocelová vahadlová, stolicová na pilíři P01, pohyblivá – ocelová vahadlová o třech válcích na opěře O01, podružná – ocelová tangenciální s úložnou deskou).

Konstrukce K02 (a zároveň K03) je trémová příhradová nýtovaná s dolní mostovkou o rozpětí 99,40 m. Hlavní nosníky jsou příhradové nýtované o délce 100,40 m s osovou vzdáleností mezi nosníky 5,30 m. Podélníky jsou plnostěnné nýtované vetknuté mezi příčníky s osovou vzdáleností 1,80 m. Příčníky jsou plnostěnné nýtované průběžné. Horní ztužení je pomocí soustavy podélního svislého středního a příčného ztužení (příhradové, nýtované). Uložení

Wilhelm Hellweg. The steel structure was supplied by Gebrüder Benckiser of Pforzheim, Germany, and manufactured in workshops in Ludwigshafen. It consisted of two riveted straight-span truss girders with a lower bridge deck (length 100 m, height 10 m). The shorter outermost span with the upper bridge deck measured 25 m long and 2.5 m high. The total length of the bridge structure was 309.21 m, the total weight of the steel structures was 22,700 zollcentners, with the main two trusses weighing 20,950 zollcentners. The lower structure was built by Gebrüder Klein, Schmoll und Gärtner. The piers were built for two tracks. The load test took place on 28 September 1874. In 1914, the Directorate of the already nationalised North-Western Railway commissioned the Prague Stock Engineering Company, which had won the tender the previous year, to supply a new bridge structure, including the actual replacement. The new structure was placed next to the existing one in 1916 so that traffic could be maintained during the replacement. However, the original steel structure remained in place for quite a long time. It was only dismantled in 1927–1928 by the company Českomoravská–Kolben–Daněk a. s. (ČKD) of Prague. First, the scaffolding was used to dismantle the floodplain section on the left side of the River Labe. The material was then transported along the old structure to the main openings in the right side of the bridge, and from there directly loaded into carriages parked on the railway track in the wharf. The dismantling of the two main bays was carried out without scaffolding by the cantilever method, with the structure on the Děčín side being loaded by counterweights. The two main truss spans are 99.4 m long, and the floodplain plate girders spans with lower bridge deck are 25 and 25.7 m long respectively.<sup>9</sup>

In 1970, a project was developed to replace the K01 and K04 floodplain structures with higher load-carrying capacity structures. The structures were manufactured by the Bridge District of Ústí nad Labem – Střekov, and the replacement work took place in 1972 (K01) and 1974 (K04).

The bridge has 4 openings, it is inclined-right, the length of the bridge is 265.45 m, the width is 4.35 m, the height of the structure above the surrounding terrain is 14.87 m, and the length of the bridge is 239 m.

The K01 structure is made from riveted plate I-section girders. Its span is 25 m, the length of the main beams is 25.50 m, the height is 2.35 m, the axial distance between the beams is 3.15 m. The stringers are plated, riveted, continuous, 430 mm high and the axial distance between the girders is 1.80 m. The cross beams are plated, riveted, stranded, 580 mm high, with an axial distance between beams of 3.10 m. Longitudinal bracing: L sections, riveted. The structure is supported by bearings (fixed – steel pendulum table on pillar P01, movable – steel three-cylinder pendulum on abutment O01, suspended – steel tangential with storage plate).

<sup>9</sup>Státní oblastní archiv Praha, fond Ředitelství státní drah Hradec Králové, část III. – spisovna, inv. č. 1724, k. 353, Průvodní korespondence k mostu a projekt výměny konstrukcí.

<sup>9</sup>Státní oblastní archiv Praha, fond Ředitelství státní drah Hradec Králové, část III. – spisovna, inv. č. 1724, k. 353, Correspondence on the bridge and the structural replacement project; in Czech.

konstrukcí K02 a K03 je na ložiscích (pevná – ocelová vahadlová na pilířích P02 a P03, pohyblivá – ocelová vahadlová o pěti válcích na P01 a P02, podružná – na prodloužených částech podélníků – kluzná desková).

Konstrukce K04 je stejného provedení jako K01 (rozpětí 25,70 m, délka nosníků 26,20 m, výška nosníků 2,35 m, osová vzdálenost mezi nosníky 3,0 m).

Spodní stavba se skládá z opěr O01 a O02 s rovnoběžnými křídly vlevo a svahovými křídly vpravo. Opěry jsou z kamenného zdiva s pravidelným řádkováním. Rozměry O01: šířka 10,00 m, výška L – 6,25 + P – 6,23 m, délka 2,80 m; O02: šířka 10,00 m, výška L – 5,80 + P – 5,79 m. Pilíře P02 a P03 jsou z kamenného zdiva s pravidelným řádkováním, prakticky o identických rozměrech: šířka 10,00 m, výška L – 12,35 + P – 12,36 m, délka 2,80 m.

Most je vybaven podlahami z žebrovaných plechů mezi kolejnicemi a na hlavách mostnic jednoduchým zábradlím. V roce 2017 bylo rozhodnuto o rekonstrukci mostu tak, aby splňoval požadavky přechodnosti třídy zatížení D4 a prostorového upořádání na mostě pro síť transevropských tratí.<sup>10</sup>



Obr. 3.40. Původní konstrukce na historické fotografii (a, b)

a

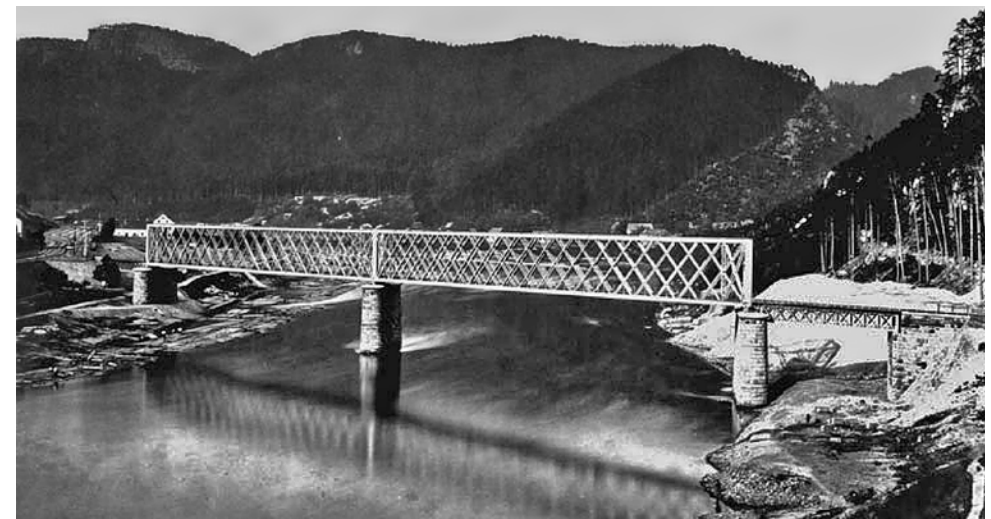


Fig. 3.40 Historical photo of the original superstructure (a, b)

b

Structure K02 (and also K03) is steel, trussed, riveted with a lower bridge deck spanning 99.40 m. The main girders are riveted trusses of 100.40 m length with an axial distance between girders of 5.30 m. The stringers are riveted plate girders, weaved between the crossbeams with an axial distance between the girders of 1.80 m. The crossbeams are riveted plate girders, continuous. The upper bracing is by a system of longitudinal vertical central and transverse bracing (trusses, riveted). The bearing of the structures K02 and K03 is on bearings: fixed – steel roller on the piers P02 and P03, movable – steel roller with five rollers on P01 and P02, and secondary on the extended parts of the stringers – sliding plate.

Structure K04 is similar to K01 (span length of 25.70 m, length of beams 26.20 m, height of beams 2.35 m, axial distance between beams 3.0 m). The substructure consists of abutments O01 a O02 with parallel wings (walls) on the left side and sloped wings on the right side. The abutments are made of stone masonry with a regular pattern. Dimensions of O01: width 10.00 m, height – 6.25 m (left) and 6.23 m (right), length 2.80 m. Dimensions of O02: width 10.00 m, height 5.80 m (left) and 5.79 m (right). Piers P02 a P03 are made of stone masonry with a regular pattern, with the same dimensions: width 10.00 m, height 12.35 m (left) and 12.36 m (right), length 2.80 m.

Bridge deck is from plates between rails; simple railing is fixed to the stringers. In 2017 it was decided to strengthen the bridge in order to meet the requirements for load capacity class D4 and passing clearance for bridges integrated in the Trans-European Transport Networks TEN-T.<sup>10</sup>

<sup>10</sup>Správa železnic, Oblastní ředitelství Ústí nad Labem, Správa mostů a tunelů, Spisová dokumentace k TÚ1001, DÚ 26, evd. km 458,756; Protokol o podrobné prohlídce mostu, 2017.

<sup>10</sup>Správa železnic, Oblastní ředitelství Ústí nad Labem, Správa mostů a tunelů, Spisová dokumentace k TÚ1001, DÚ 26, evd. km 458,756; Protokol o podrobné prohlídce mostu; in Czech, 2017.



## Materiálový průzkum konstrukce

Na mostě byla provedena sada zkoušek za účelem stanovení parametrů základního materiálu konstrukce. Průzkum zahrnoval destruktivní zkoušky. Pro destruktivní testování bylo odebráno 12 vzorků z konstrukce. Z odebraných vzorků byly zhotoveny zkušební vzorky, na kterých byly provedeny zkoušky tahem, rázové zkoušky za ohybu při teplotě  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , spektrální analýzy chemického složení a metalografické zkoušky mikrostruktury.

Zkušební vzorek Test specimen	Podélná zkouška tahem Longitudinal tensile test		
	$R_{eH}$ [MPa]	$R_m$ [MPa]	A [%]
1 – plech / 1 – plate	206	335	45
2 – úhelník / 2 – angle	274	357	39

Tab. 3.4. Materiálové parametry použité oceli – vybrán nejhorší vzorek z plechu a z úhelníku  
Tab. 3.4 Steel properties – worst plate and angle specimens

S ohledem na stáří konstrukce a metalografickou analýzu lze předpokládat použití plávkové oceli. Pevnostní parametry nedosahují ani tabulkových hodnot pro plávkovou ocel, jsou významně nižší. Hodnoty nárazové práce u plechu byly 5 až 8 J.

Spektrální analýza chemického složení potvrdila vysoký obsah síry a dalších příměsí, což odpovídá svářkové oceli.

## Provedené průzkumy

Na mostní konstrukci byl proveden rozsáhlý diagnostický průzkum. Účelem bylo zjištění technického stavu mostu a vytvoření podkladů pro statický přepočít. Výsledkem diagnostiky bylo jednak stanovení rozměrů konstrukce, a to zejména z důvodu existence pouhých fragmentů projektové dokumentace, a současně stanovení korozního oslabení. To bylo poměrně značné, běžně dosahovalo cca 10–25 % a zejména na diagonálách, svislicích a na prvcích ztužení docházelo až k přereznutí profilů.

## Material survey of the structure

Tests were carried out in-situ to determine properties of the structural material. The survey included destructive tests. Twelve samples were taken for destructive testing. Test specimens were prepared from the samples and subjected to tensile tests, Charpy impact tests at  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , spectral analysis of chemical composition and metallographic microstructure tests.

Označení vzorku Sample designation	Chemické složení Chemical composition							Uhlíkový ekvivalent Carbon equivalent
	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cr [%]	Al [%]	CEV [-]
1	0,09	0,01	0,35	0,26	0,023	0,01	0,001	0,15
2	0,14	0,13	0,37	0,02	0,049	0,07	0,001	0,21

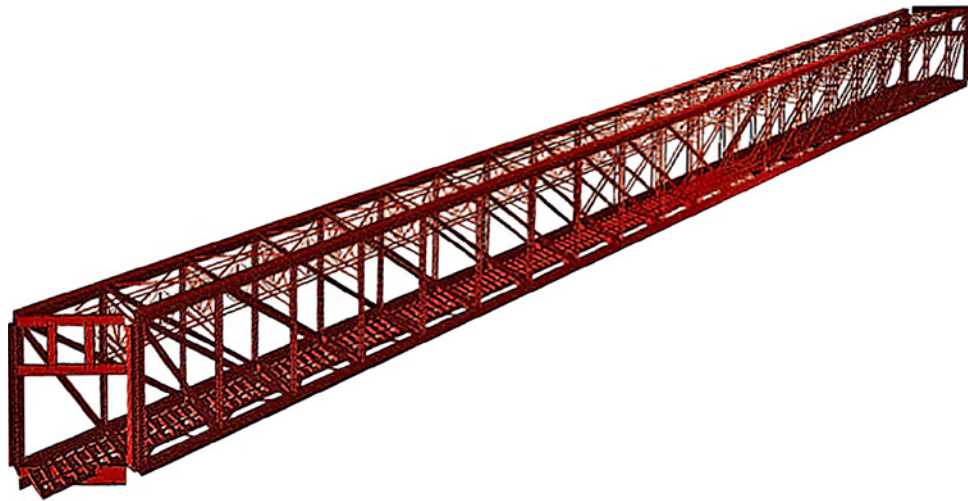
Tab. 3.5. Chemické složení vzorků  
Tab. 3.5 Chemical composition of the samples

Considering the age of the structure and the metallographic analysis, it can be assumed that mild steel was used. The strength parameters do not even reach the standard values for mild steel, in fact they are significantly lower. The impact energy values for the plate were 5 J to 8 J at  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

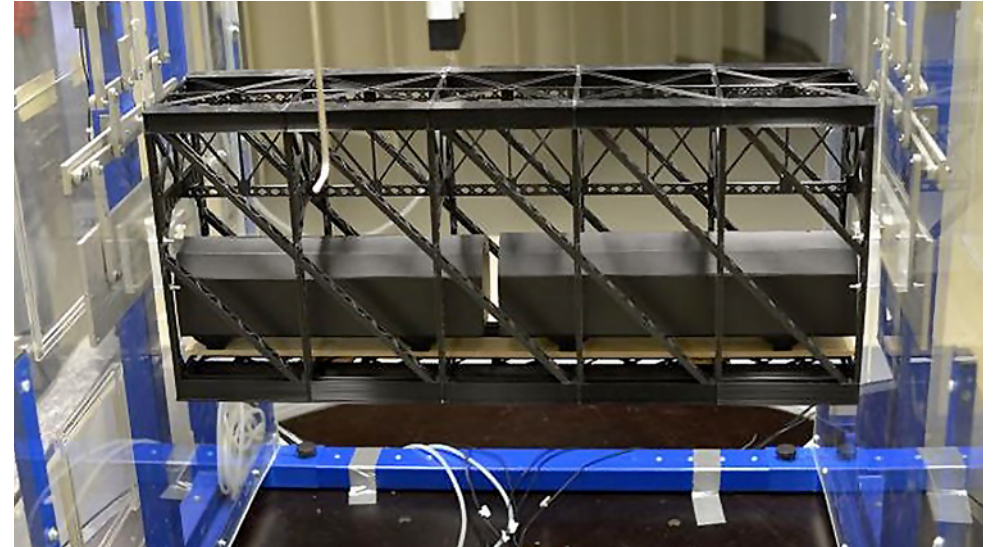
Spectral analysis of the chemical composition confirmed a high content of sulphur and other impurities, which is indicative of wrought steel.

## Bridge diagnostics

An extensive diagnostic survey was carried out in order to determine the technical condition of the bridge and to provide the basis for structural analysis. The result of the diagnostics was both the determination of the dimensions of the structure – mainly due to the existence of only fragments of the project documentation – and the determination of the corrosion weakening. The latter was quite significant, typically reaching about 10–25%, and, especially on diagonals, verticals and bracing members, there was up to through-rusting of the profiles.



Obr. 3.41. Pohled na výpočetní model mostu  
Fig. 3.41 View of the numerical model of the bridge



Obr. 3.42. Pohled na model mostu ve větrném tunelu  
Fig. 3.42 View of the bridge model in the wind tunnel



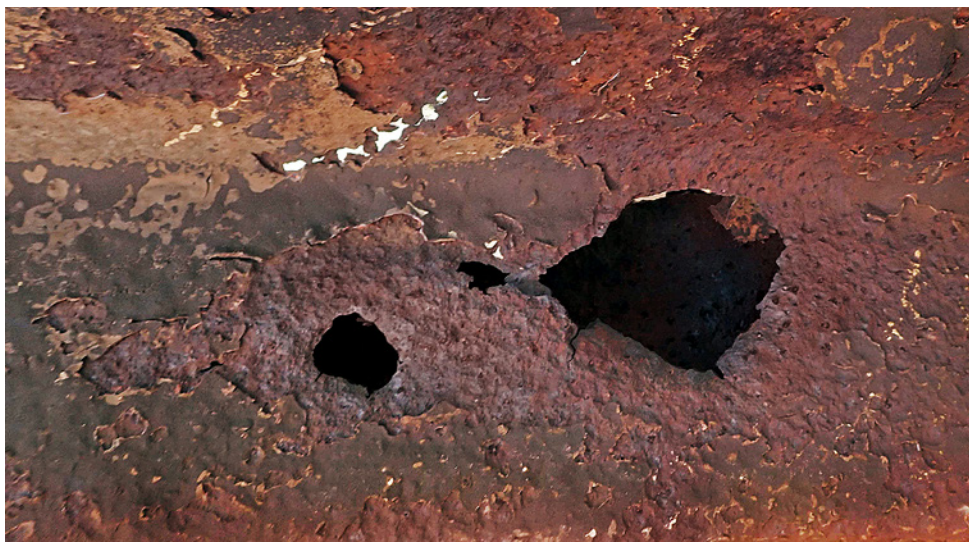
Obr. 3.43. Detail poškození příčníku  
Fig. 3.43 Detail of the damage to the crossbeam



Obr. 3.44. Dolní pás, nánosy korozních produktů  
Fig. 3.44 Lower flange, deposits of corrosion products

Výpočetní model použitý v přepočtu zatížitelnosti byl zvolen tak, aby co nejlépe respektoval prostorové spolupůsobení jednotlivých konstrukčních prvků. Chování konstrukce zde bylo předurčeno její geometrií, je velmi štíhlá, vysoká a šikmá. Proto měly velmi významný vliv vodorovné účinky, a to zejména účinky větru. Velký vliv mělo i korozní oslabení, bez něj a za předpokladu příznivějších parametrů oceli by pravděpodobně konstrukce požadavkům na třídu D4 vyhověla bez komplikací. V reálném stavu bylo další provozování mostu přípustně pouze se zbytkovou životností 5 let.

Vady a poruchy se soustředily zejména na prvky, kde docházelo k trvalé vlhkosti. Jde o detaily příčníků, dolního ztužení a styčnickových plechů, svislice a diagonály v napojení na dolní pás. Nicméně i na horním pásu bylo nalezeno několik míst poškozených pouze v důsledku dlouhodobého ponechání dřevěného prkna.



Obr. 3.45. Detail poškození příčnicku  
Fig. 3.45 Detail of the damage to the crossbeam

Z hlediska přechodnosti jsou kritickým prvkem ocelové konstrukce příčnický a podélníky, namáhané značným vodorovným ohybovým momentem. Dalším limitujícím prvkem jsou diagonály, což je dáno primárně korozním oslabením.

### Zhodnocení stavu mostu

V současné době je most v poměrně špatném stavu a je provozován s omezenou přechodností v režimu zbytkové životnosti. Rozsah poruch je takový, že je prakticky nereálné uvažovat o dalším využití pro železniční provoz. Most bude v roce 2022 nahrazen novou mostní konstrukcí.

The numerical model used in the assessment of load bearing capacity was chosen to best respect the spatial interaction of the structural members. The behaviour of the structure was predetermined by its geometry, being very slender, tall and skewed. Therefore, the horizontal effects, and in particular the effects from the wind, are significant. Corrosion weakening was also important; without it, and assuming more favourable steel parameters, the structure would likely be authorised for Class D4. In the actual condition of the bridge, further operation of the bridge was only permitted for next 5 years.

The defects and failures were mainly concentrated on members where there was persistent moisture. These are the joints of the crossbeams, lower bracing and contact plates, verticals and diagonals with the lower chord. Several areas on the upper chord were damaged as a result of the long-term retention of the timber planks.




Obr. 3.46. Dolní pás, nánosy korozních produktů  
Fig. 3.46 Lower flange, deposits of corrosion products

Regarding load bearing capacity, the crossbeams and stringers are critical members of the steel structure, subjected to significant horizontal bending moments. Another weak member is the diagonals, primarily due to corrosion-weakening.

### Condition assessment of the bridge

The bridge is currently in a poor condition and it can be operated for a limited service life. In practical terms, the extent of the defects makes it unrealistic to consider further use of the bridge for railway traffic. The bridge shall be replaced by a new structure in 2022.

## 29 – Bernartice – most přes silnici a potok Ličná Bernartice – bridge over road and Ličná brook

železniční trémový plnostěnný most	railway plate girder bridge
Královéhradecký kraj, okres Trutnov	Hradec Králové Region, Trutnov district
kat. území Libeč a Bernartice	cad. territories Libeč and Bernartice
kulturní památka	cultural monument
	TÚ 1651
	DÚ 14
	evd. km 57,183
	50°38'52.54" N
	15°57'37.50" E

Obr. 3.47. Pohled na most od jihovýchodu v roce 2019



Fig. 3.47 View of the bridge from the south-east in 2019 (photo: authors' archives)

**Mosty se shodnou konstrukční délkou 30,7 m se nacházejí v km 49,558 v Libči a 57,182 v Bernarticích. Most v Libči převádí trať 043 přes státní silnici I/16 Trutnov – státní hranice s Polskem, most v Bernarticích převádí trať 043 přes silnici třetí třídy III/30022.<sup>11</sup>**

Po prohrané prusko-rakouské válce v létě 1866 byla podepsána mírová smlouva mezi původně válčícími stranami. Rakousko se v této smlouvě zavázalo vybudovat či podpořit stavbu dalších železničních spojení se sousedním Pruskem. O to se přihlásila Jiho-severoněmecká spojovací dráha (SNDVB), která od května 1859 končila ve Svatoňovicích (dnes Malé Svatoňovice), ale již v dubnu 1865 získala koncesi k prodloužení trati ze Svatoňovic do Královce (Königshan). Stavební smlouva s firmami Lanna a Bratři Kleinové byla po nabídkovém řízení z podzimu 1865 podepsána 5. března 1866, avšak uvedená válka stavbu zastavila. Podařilo se ji opět zahájit v roce 1867, byť se v uvedeném roce též odstraňovaly i válečné škody na ostatních tratích společnosti. Trať ze Svatoňovic do Královce byla dokončena v létě 1868 poté, co na ní byla 30. července 1868 provedena technicko-policejní zkouška, a 1. srpna 1868

**The neighbouring bridges with the same construction length of 30.7 m are located at km 49.558 in Libeč and at km 57.182 in Bernartice. The bridge in Libeč carries line 043 over the state road I/16 Trutnov – state border with Poland, the bridge in Bernartice carries line 043 over the third-class road III/30022.<sup>11</sup>**

When the Prussian-Austrian War was lost in the summer of 1866, a peace treaty was signed between the warring parties. Austria undertook to build, or support the construction of further railway connections with neighbouring Prussia. The South-North German Connecting Railway (SNDVB) put in a bid for this, which, since May 1859, had ended in Svatoňovice (nowadays Malé Svatoňovice). As early as April 1865 a concession was granted to extend the line from Svatoňovice to Královec (Königshan). The construction contract with the Lanna and Klein brothers was signed on 5 March 1866 after a tender in autumn 1865, but the war stopped the construction. It was able to restart in 1867, although war damage to the company's other lines had also to be repaired that year. The line from Svatoňovice to Královec was completed in the summer of 1868. After a technical and police test was carried out on 30 July

<sup>11</sup> Na trati 043 se nachází ještě jeden ocelový most u Křenova (km 54,554). Most měří 37,7 m, je vysoký 16,78 m a přemostňuje pouze potok a polní cestu. Pískovcové bloky opěr jsou původní, opravovány v roce 1942 při výměně původní mostovky z roku 1871. Instalovaná ocelová konstrukce měří opět 30,7 m. Další drobné opravy mostu proběhly v letech 1958 a 1964.

<sup>11</sup> There is another steel bridge on line 043 near Křenov (km 54.554). The bridge is 37.7 m long, 16.78 m high and spans over bridges only a stream and a dirt road. The sandstone blocks of the abutments are original, repaired in 1942 when the original bridge deck from 1871 was replaced. The length of the new steel structure is 30.7 m again. Further minor repairs to the bridge were carried out in 1958 and 1964.

proběhlo předání do veřejného provozu. V dalším roce bylo dokončeno propojení přes říšskou hranici do Pruska (Liebau/dnes Lubawka).<sup>12</sup>

Na traťovém úseku Svatoňovice–Královec byly postaveny čtyři větší mostní stavby, kde byla použita mostní konstrukce systému Schifkorn. Šlo o most u Poříčí (km 1,4/profil 490), u Libče (km 49,5/profil 528), u Křenova (km 54,5/profil 573/574) a u Bernartic (km 57,1/profil 601). Všechny mostní konstrukce byly totožné o délce 28,5 m (15 sáhů). K jejich zkušebnímu zatížení při první mostní zkoušce byly 16. července 1868 použity dvě lokomotivy s tendry o hmotnosti 1 900 centů (95 t). Opěry mostů byly provedeny z pískovcových kvádrů. Původní Schifkornova konstrukce však neměla na mostech dlouhého trvání a již v roce 1871 byly všechny čtyři nahrazeny novými železnými konstrukcemi. V tomto roce do Poříčí dorazila i Rakouská severozápadní dráha, dceřiná železniční společnost SNDVB, a plánovalo se vyšší zatížení a provoz do sousedního Pruska.<sup>13</sup>

**Most u Libče** (km 49,558) křížuje státní silnici I/16 Trutnov – státní hranice a potok Zlatá Olešnice. Opěry z pískovcového kvádrového vázaného zdiva jsou původní z roku 1868, dílčí oprava severní opěry byla řešena v roce 1894. Opěrné tarasy nad pravou a levou stranou silniční komunikace jsou trojúhelných tvarů (přepony pomyslných trojúhelníků vytvářejí zpevněné násypy pod železniční trať). Spodní nosná opěrná zeď pod osou železnice je lichoběžníkového tvaru a je ukončena přesahující kamennou římsou, horní nosná zeď je kvádrového tvaru s vrchní kamennou římsou a svislým stupňovitým zářezem. Větší oprava a úprava opěr souvisela s výměnou mostovky provedenou v roce 1940, která nahradila konstrukci z roku 1871. Výměnu provedlo Ředitelství říšských drah Breslau (další větší oprava mostu byla vykonána v roce 1958). Tato nová konstrukce ocelového trémového mostu je provedena z příhradových přímopásových nosníků jednoduché pravoúhlé soustavy nesoucí kolejnice železniční trati. Železná konstrukce je kryta dvacetí jednoduchými obdélnými kovovými plotnami. U železniční trati je z kovových nosníků vyneseno řídké sloupkové kovové zábradlí (původně dřevěné). Od 3. května 1958 je objekt památkově chráněn. Celková délka mostu činí 49,5 m, délka přemostění představuje 27,2 m, výška nad terénem činí 18 m, šířka mostu činí 5,20 m. Generální oprava mostu včetně nátěru konstrukce byla provedena externí firmou v letech 2014–2015. Do té doby byly na konstrukci znatelné nápisy a technické údaje pocházející z období její výměny za 2. světové války.<sup>14</sup>

1868, the line was handed over to public service on 1 August 1868. In the following year, the connection across the Reich border into Prussia (Liebau/now Lubawka) was completed.<sup>12</sup>

On the Svatoňovice–Královec section, four major bridge structures were built using the Schifkorn bridge system. These were the bridges at Poříčí (km 1.4/profile 490), Libeč (km 49.5/profile 528), Křenov (km 54.5/profile 573/574) and Bernartice (km 57.1/profile 601). All bridge structures were identical with a length of 28.5 m (15 fathoms). Two locomotives with tenders weighing 1,900 cents (95 tons) were used as test loads during the first bridge test on 16 July 1868. The bridge abutments were made of sandstone blocks. However, the original Schifkorn design did not last long, and by 1871 all four had been replaced with new steel structures. In this year too, the Austrian North-Western Railway, a subsidiary of the SNDVB, arrived in Poříčí, and plans were made to take the heavier load and traffic to neighbouring Prussia.<sup>13</sup>

**The bridge at Libeč** (km 49.558) crosses the state road I/16 Trutnov – state border and the Zlatá Olešnice brook. The abutments of sandstone block masonry are from 1868, though a partial repair of the northern abutment was carried out in 1894. The retaining terraces above the right and left sides of the road are triangular (the hypotenuses of the imaginary triangles form the reinforced embankments under the railway line). The lower load-bearing retaining wall under the railway axis is trapezoidal and terminates with an overhanging stone cornice, while the upper load-bearing wall is block shaped with a top stone cornice and a vertical stepped notch. Major repairs and alterations to the abutments were related to the replacement of the bridge deck in 1940, effectively replacing the structure from 1871. The replacement was carried out by the Breslau Reich Railway Directorate. Another major repair of the bridge was carried out in 1958. This steel bridge structure is made of trussed straight girders of a simple rectangular system supporting the rails of the railway line. The structure is covered by twenty simple rectangular metal plates. At the railway line, a sparse metal railing (originally wooden) is supported by metal girders. The bridge has been listed since 3 May 1958. The total length of the bridge is 49.5 m, span length is 27.2 m, the height above the ground is 18 m, the width of the bridge is 5.20 m. The general repair of the bridge including the painting of the structure was carried out by an external company in 2014–2015. Until then, the structure had noticeable inscriptions and technical data dating back to its replacement during World War II.<sup>14</sup>

<sup>12</sup> Ignatz KOHN, *Eisenbahn Jahrbuch*, roč. I–IV, Wien 1869–1872.

<sup>13</sup> Tamtéž.

<sup>14</sup> Státní oblastní archiv Praha (dále SOA Praha), fond (dále f.) Ředitelství státních drah Hradec Králové – III. spisovna (dále ŘSD HK – III. spisovna), karton (dále k.), 907 – Prohlídka a stavy mostů v obvodu ŘSD Hradec Králové; Správa železniční dopravní cesty Hradec Králové (dále SŽ HK), oddělení správa mostů a tunelů, záznamy o podrobných prohlídkách mostních objektů; mostní revizní zprávy (ČSD Mostní obvod Pardubice) z let 1990, 1989, 1968; otisky kopií původních plánů z let 1871; zadávací dokumentace k provedení oprav (2014–2015); Hana HLUŠIČKOVÁ (ed.), *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*, II. díl, Praha 2002, s. 348; Památkový katalog – heslo Libeč; vlastní výzkum v terénu v letech 2007–2019.

<sup>12</sup> Ignatz KOHN, *Eisenbahn Jahrbuch*, roč. I–IV, Wien 1869–1872.

<sup>13</sup> Ibidem.

<sup>14</sup> Státní oblastní archiv Praha (dále SOA Praha), fond (dále f.) Ředitelství státních drah Hradec Králové – III. spisovna (dále ŘSD HK – III. spisovna), karton (dále k.), 907 – inspections and conditions of bridges in the district of the Hradec Králové, ŘSD – Directorate of Roads and Highways, in Czech; Správa železniční dopravní cesty Hradec Králové (dále SŽ HK), oddělení správa mostů a tunelů, records of detailed inspections of bridge structures; bridge inspection reports by the Czechoslovak State Railways Bridge, district Pardubice from 1990, 1989, 1968; copies of original design documentation from 1871; tender documentation for repairs (2014–2015), in Czech; Hana HLUŠIČKOVÁ (ed.), *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*, II. Díl (Technical Monuments in Bohemia, Moravia and Silesia, Part II; in Czech), Praha 2002, p. 348; Monuments Catalogue – entry Libeč; field research in 2007–2019, in Czech.

**Dvoupatrový most u Bernartic** (km 57,182) převádí trať přes silnici třetí třídy III/30022 z Bernartic do Lampertic, přes potok Ličná a cestu k místním budovám. Dvě pískovcové opěry o šířce 6,3 m a výšce 27,7 m (královecká) a 25,5 metrů (poříčská) jsou původní z roku 1868, opět vystavěné z pískovcového kvádrového vázaného zdiva. Nad pravou a levou stranou silnice jsou opěry opět trojúhelných tvarů (přepony pomyslných trojúhelníků vytvářejí zpevněné násypy pro železniční trať). Kolmým směrem k silniční komunikaci a místní cestě je postaveno spodní patro se dvěma sdruženými valenými segmentovými klenbami o výšce cca 7 m nad komunikací s dimenzí klenebních oblouků s vějířovitě skládaným zdivem. Nadezdívka ve výšce klenby o síle cca 1,5 m je ukončená vodorovnou profilovanou betonovou římsou o délce cca 22 m ohraničující vrchní plochu 1. patra s kvádrovými sloupky a vodorovnou tyčovitou výplní zábradlí. Osy kleneb jsou široké 6,4 m (z pískovcových bloků), vazáky s běhouny jsou složeny do tzv. gotického zdiva. Obě rozsáhlé opěry prošly během doby několika výraznějšími opravami. Nejprve byly v souvislosti s výměnou Schifkornovy konstrukce v březnu 1871 upraveny plochy na usazení nové konstrukce. Ty byly znovu upraveny při její další výměně v roce 1942, což realizovaly opět Říšské dráhy v Breslau. Ocelová trémová konstrukce samotného mostu je podobně jako u sousedního mostu v Libči z příhradových přímopásových nosníků jednoduché pravoúhlé soustavy nesoucí kolejnice železniční trati. Železná konstrukce je kryta opět kovovými obdélnými plotnami v počtu 20 ks uchycenými v horním a dolním pásu s mostovkou a u tělesa trati vychází z konstrukce jednoduché sloupkové kovové zábradlí. V roce 1950 byly zahájeny československými stavebními závody, n. p., závod Hradec Králové dne 5. října 1950. Pro nedostatek pracovníků nebylo v roce 1951 pokračováno. Práce se nanovo rozběhly až v roce 1952, kdy se postavilo lešení a proběhla sanace jednoho celého křídla. S druhým křídlem bylo započato také v roce 1952, práce na něm se podařilo dokončit v roce následujícím. V roce 1953 reorganizovaný podnik Ingstav, n. p. Praha, závod 08 Trutnov stavbu dokončil. Sanace byla vyúčtována částkou 1 176 494 Kčs. Při sanaci byly některé pískovcové kopáky nahrazovány žulovými kvádry. Konstrukce mostu byla revidována během roku 1958 a opravována v roce 1964. Most je od 3. května 1958 památkově chráněn. Poslední velká oprava byla realizována v roce 2015 externí firmou. Opět byla vykonána sanace opěr, ale i očištění kovových konstrukcí a jejich vhodné protikorozní ošetření.<sup>15</sup>

**The two-storey bridge at Bernartice** (km 57,182) carries the line over a third-class road (III/30022, from Bernartice to Lampertice), the Ličná brook, and an access road to local buildings. The two abutments with a width of 6.3 m and a height of 27.7 m (the Královec side) and 25.5 m (the Poříčí side) originally date from 1868, and are built of sandstone block masonry. Above the right and left sides of the road, the abutments are triangular (the hypotenuses of the imaginary triangles form the reinforced embankments for the railway line). Perpendicular to the road and the access road is a lower storey featuring two block stone vaults with fan-jointed masonry arches at a height of approximately 7 m above the road. The superstructure above the vaults has a height of approx. 1.5 m and is topped by a horizontal profiled concrete cornice of approx. 22 m in length, the upper surface of the 1st floor with block short columns is enclosed horizontally with railing. The axes of the vaults are 6.4 m wide (made of sandstone blocks), the bond stones with stretchers are folded into the mock Gothic masonry. Over time, both abutments have undergone several major repairs. Firstly, due to the replacement of the Schifkorn structure in March 1871, the areas to accommodate the new structure had to be modified. They were again modified when the load-bearing structure was replaced by Reichsbahn Breslau in 1942. The steel structure of the bridge is, like that of the neighbouring bridge in Libeč, made of trussed straight girders, of a simple rectangular system supporting the rails of the railway line. The structure is covered with 20 metal rectangular plates fixed between the upper and lower chords along with the bridge deck, and a simple metal guard rail supported by columns is based on the structure at the body of the track. In 1950, work to rehabilitate the entire bridge structure was commissioned, with a budget of 6 million Czechoslovak korunas. The work was started by the Hradec Králové division of Československé stavební závody n. p. on the 5th of October 1950. The work was discontinued in 1951 due to a lack of workers, but was restarted in 1952, when scaffolding was erected and one entire wing was rehabilitated. Work on the second wing was also started in 1952 and was completed the following year. In 1953, the reorganized company Ingstav n.p. Praha (plant 08, Trutnov) completed the project. The total cost of the rehabilitation project amounted to 1 176 494 Czechoslovak korunas. During the rehabilitation work, some of the sandstone abutments were replaced with granite blocks. The structure was re-assessed in 1958 and repaired in 1964. The bridge has been listed a cultural monument since the 3rd of May 1958. The last major repair work was carried out in 2015. The abutments were once again rehabilitated, and the metal structures were cleaned and coated with the appropriate anti-corrosion protection system.<sup>15</sup>

<sup>15</sup> SOA Praha, f. ŘSD HK – III. spisovna, k. 907 – Prohlídky a stavy mostů v obvodu ŘSD Hradec Králové; SŽ HK, Oddělení správy mostů a tunelů, záznamy o podrobných prohlídkách mostních objektů; mostní revizní zprávy (ČSD Mostní obvod Pardubice) z let 1990, 1989, 1968; plánová dokumentace k zaměření mostu z roku 1953; otisky kopií původních plánů z let 1871; zadávací dokumentace k provedení oprav 2015; Hana HLUŠIČKOVÁ (ed.), *Technické památky*, I. díl, Praha 2001, s. 365; www.pamatkovykatolog.cz – heslo Bernartice.

<sup>15</sup> SOA Praha, f. ŘSD HK – III. spisovna, k. 907 – inspections and conditions of bridges in the district of the Hradec Králové, ŘSD, in Czech; SŽ HK, Oddělení správy mostů a tunelů, records of detailed inspections of bridge structures; bridge inspection reports by Czechoslovak State Railways, Bridges – district Pardubice from 1990, 1989, 1968; copies of original design documentation from 1871; tender documentation for repairs (2014-2015), in Czech; Hana HLUŠIČKOVÁ (ed.), *Technické památky*, I. díl (Technical Monuments, Part I; in Czech), Praha 2001, p. 365; www.pamatkovykatolog.cz – entry Bernartice.

## Technické zvláštnosti konstrukce

Most prohlášený za kulturní památku prošel v roce 2015 rekonstrukcí, při které byla obnovena protikorozní ochrana ocelové konstrukce a opravena byla též spodní stavba. V rámci diagnostického průzkumu konstrukce nebyly provedeny odběry vzorků oceli pro materiálové zkoušky ani tvrdoměrné zkoušky přímo na konstrukci, aby nedošlo k narušení současného stavu konstrukce a nebyla redukována památková hodnota mostu. Ocelová nosná konstrukce mostu byla vyrobena v roce 1941. Kamenné opěry mostu jsou starší než ocelová konstrukce a pocházejí již z roku 1868. Nosná konstrukce byla opravena v roce 1964. Poslední obnova protikorozní ochrany ocelové konstrukce společně s opravami kamenných opěr proběhla v roce 2015.

Výjimečnost a památková hodnota mostu je kromě samotné ocelové nosné konstrukce dána zejména také způsobem konstrukčního řešení spodní stavby. Dvojice kamenných opěr s pravidelným řádkováním a železobetonovými úložnými prahy je doplněna dvojicí rozpěr-

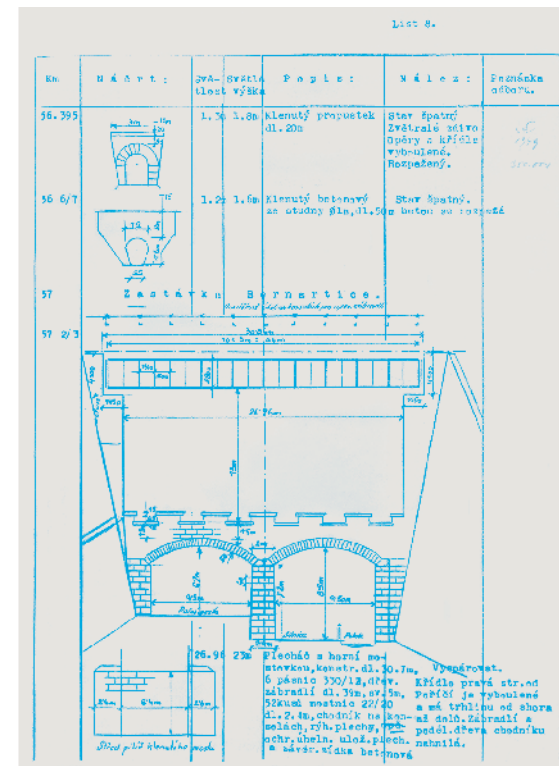


Obr. 3.48. Pohled na opěru a nosnou konstrukci  
Fig. 3.48 The view on the bridge abutment and superstructure

## Technical features of the structure

Reconstruction work was carried out on the listed bridge in 2015, during the course of which the corrosion protection of the steel structure was restored and the substructure repaired. During the diagnostic survey of the structure, no steel samples were taken, nor were any hardness tests carried out directly on the structure, so as not to damage the bridge and its surface and avoid reducing its heritage value. The steel load-bearing structure of the bridge was manufactured in 1941. The stone abutments of the bridge date back to 1868. The load-bearing structure was repaired in 1964. The last corrosion protection renewal was carried out in 2015 together with repairs of the stone abutments.

The uniqueness of the bridge and its heritage value partly resides in the steel structure and partly in the design and detailing of the substructure. The pair of stone abutments with regular rows and reinforced concrete storage thresholds is complemented by a pair of vaults, which, in addition to their secondary aesthetic value, have a mainly static function and



Obr. 3.49. Evidenční schéma mostu  
Fig. 3.49 The general layout from the bridge evidence



Obr. 3.50. Štítek s rokem výroby ocelové konstrukce  
Fig. 3.50 Label with the year of execution of the steel structure



Obr. 3.51. Rozpěrné klenby v dolní části spodní stavby  
Fig. 3.51 Vaults in the lower part of the substructure



Obr. 3.52. Pohled do prostoru dolních pásnic hlavních nosníků – absence vodorovného ztužení  
Fig. 3.52 View into the space of the lower flanges of the main beams – absence of horizontal bracing



Obr. 3.53. Pohled na most zhora  
Fig. 3.53 The view on the bridge from above



ných kleneb, které kromě druhotné estetické funkce mají zejména funkci statickou a zajišťují stabilitu obou opěr. Výška opěr je 24,9 m, respektive 28,25 m a klenby zajišťují jejich vzájemné spojení. Rozpěrné klenby jsou řešeny jako segmentové kamenné s pravidelným řádkováním. Klenby jsou uloženy na kamenných opěrách a kamenném pilíři. Opěry kleneb přímo navazují na opěry mostu.

Poněkud méně tradiční konstrukční řešení nabízí i samotná ocelová nosná konstrukce. Hlavní vodorovné ztužení konstrukce bylo navrženo jako příhradové složené z rovnoramenných úhelníků, umístěné v rovině dolní pásnice příčniců, avšak chybí klasické vodorovné ztužení v rovině dolních pásnic hlavních nosníků.

### Popis poruch a korozního oslabení

Stav PKO je po rekonstrukci z roku 2015 velmi dobrý. Lze však pozorovat, že provedením nových vrstev protikorozní ochrany (PKO) byly lokálně zatřeny korozní úbytky v některých detailech konstrukce. Lokálně pak dochází k odlupování PKO a ke vzniku povrchové koroze prvků. Významnější korozní úbytky (byť jsou přetřené novou PKO) lze pozorovat v místech vodorovných pásnic rovnoramenných úhelníků hlavního ztužení, zejména v místě vodorovných styčnickových plechů. Vodorovné styčnickové plechy v přípóhách vodorovného ztužení jsou korozi významně oslabeny, průměrná hloubka korozních důlků činí cca 2,5 mm, maximálně pak až 5 mm. Kromě styčnickových plechů jsou zde oslabeny též hlavy nýtů. Lokálně se jedná o oslabení více jak 50 %, ve většině přípádů však méně než 10 %. V menší míře se

ensure the stability of both abutments. The height of the abutments is 24.9 m and 28.25 m respectively, and the vaults ensure their mutual connection. They are designed as block stone vaults with regular rows. The vaults are supported by stone abutments and a stone pillar. The abutments of the vaults are directly connected to the abutments of the bridge.

The steel structure offers another quite unique concept. The main horizontal bracing of the structure has been designed as a truss composed of isosceles angles, located in the plane of the lower flange of the crossbeams, but lacking the traditional horizontal bracing in the plane of the lower flanges of the main beams.

### Deterioration and corrosion weakening

The condition of the corrosion protection remains very good after the reconstruction in 2015. However, it can be observed that by applying new layers of corrosion protection, corrosion losses in some details of the structure have been locally sealed. Locally, the corrosion protection has been flaking off in several places and surface corrosion of the members is occurring. More significant corrosion losses (although painted over with new corrosion protection) can be observed at the locations of the horizontal flanges of the isosceles angles of the main stiffening, particularly at the horizontal joint plates. The horizontal joint plates in the horizontal stiffening connections are significantly weakened by corrosion. The average depth of the corrosion pitting is about 2,5 mm, and up to 5 mm at maximum. In addition to the joint plates, the rivet heads are also weakened. In some places, the weakening is more than 50 %, but in



Obr. 3.54. Korozní oslabení styčnickových plechů přípoju vodorovného ztužení  
Fig. 3.54 Corrosion weakening of the joint plates of the horizontal stiffening connections



Obr. 3.55. Korozní oslabení v oblasti vodorovného styčnickového plechu vodorovného ztužení  
Fig. 3.55 Corrosion weakening in the area of the horizontal joint plate of the horizontal stiffening



Obr. 3.56. Praskliny v pojížděné hraně pravé kolejnice  
Fig. 3.56 Cracks in the rail

korozní oslabení nachází ještě u krčních úhelníků příčniců v místě vodorovných styčnickových plechů. U hlavních nosníků se vyskytuje lokální mírné korozní oslabení horních pásnic nosníků v místě přípoje podélníků. Povrchová koroze se vyskytuje též u kolejnic a upevňovadel, avšak korozní oslabení zde není.

Kromě zmíněného korozního oslabení lze mezi další poruchy řadit mírné vybočení styčnickového plechu brzdného ztužidla. V případě železničního svršku lze jmenovat výškové i boční ojetí obou kolejnic. Na pravé kolejnici se navíc místy nacházejí praskliny v pojížděné hraně. Vybavení mostu je bez zásadních poruch, pouze madlo levého i pravého zábradlí je mírně vybočené patrně v důsledku bránění volné dilataci madla.

### Zhodnocení stavu mostu

Konstrukce je ve velmi dobrém stavu. V rámci poslední rekonstrukce z roku 2015 byla kompletně obnovena PKO ocelové konstrukce, čímž byl zastaven proces koroze prvků. Nejvýznamnější korozní oslabení lze pozorovat v místě přípoju vodorovného ztužení a zejména samotných vodorovných styčnickových plechů. Korozní zplodiny však byly během rekonstrukce odstraněny a byla učiněna opatření proti dalšímu šíření koroze. Během rekonstrukce dále byla sanována spodní stavba, jejíž stav lze hodnotit též jako velmi dobrý. Traťová třída zatížení mostu je C2 s přidruženou rychlostí 60 km/h.



Obr. 3.57. Deformace styčnickového plechu brzdného ztužidla  
Fig. 3.57 Minor buckling of the horizontal stiffener joint plate

most places less than 10%. To a lesser extent, corrosion weakening is also found at the neck angles of the crossbeams at the horizontal joint plates. For the main beams, localized slight corrosion weakening occurs at the top flanges of the beams at the connection of the stringers. Surface corrosion is also present at the rails and fixings, but there is no corrosion weakening.

In addition to the aforementioned corrosion weakening, other defects include a minor slight buckling of the plate at the joint with the horizontal stiffener. Both rails are deformed horizontally and laterally. Cracks are developing in the right-hand rail. The bridge equipment is without major defects. Only the handrails are slightly buckled, likely due to the restricted dilatation.

### Assessment of the bridge condition

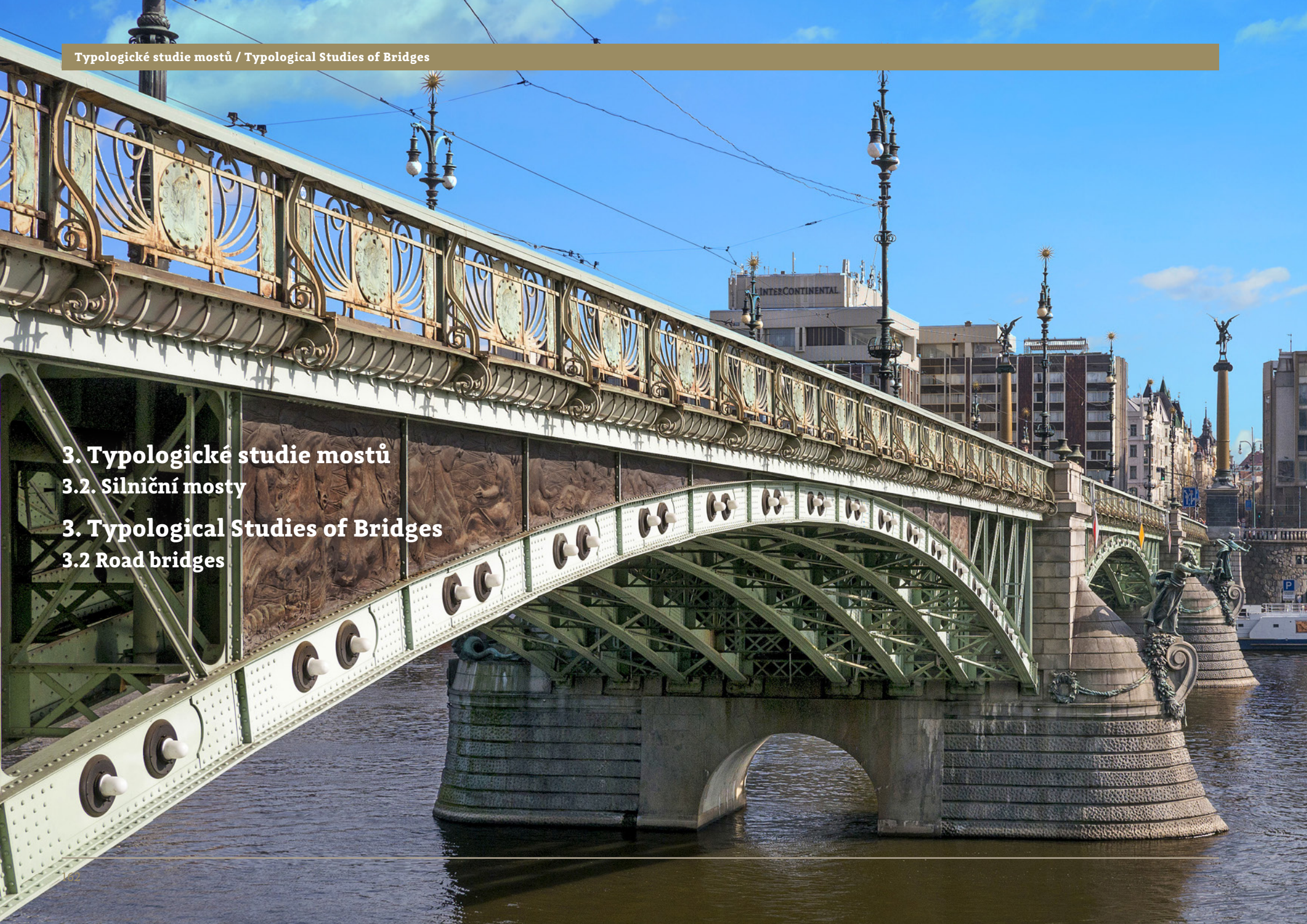
The structure is in very good condition. As part of the last renovation in 2015, the corrosion protection of the steel structure was completely renewed, which stopped the corrosion of the members. The most significant corrosion weakening can be observed at the connections of the horizontal bracing, and especially the horizontal joint plates. However, the corrosion was removed during the reconstruction and measures were taken to prevent its further progress. In addition, the substructure was repaired during the reconstruction and its condition is assessed as very good. The load class of the bridge is C2 with an associated speed of 60 km/h.

### 3. Typologické studie mostů


#### 3.2. Silniční mosty

### 3. Typological Studies of Bridges

#### 3.2 Road bridges



## 30 – Stádlec – řetězový most přes Lužnici – „Stádlecký most“ Stádlec – suspension chain bridge over the River Lužnice

silniční visutý most	road suspension bridge
Jihočeský kraj	South Bohemia Region
okres Tábor	Tábor district
kat. území Stádlec	close to Stádlec village
	národní kulturní památka
	national cultural monument
	GPS
	49°22'02.28" N
	14°30'52.54" E

Obr. 3.58. Pohled na mostovku, řetězy a pylon v roce 2019

Stavba se nachází na silnici III/13711 spojující Opařany a Dobřejice, překleneje řeku Lužnici, původně se nacházela v místní části Podolsko obce Podolí I na původní trase silnice I/29 a sloužila k překonání řeky Vltavy.

Most přes Vltavu byl postaven v roce 1847 firmou Vojtěcha Lanny podle plánů inženýra Schnircha a Gassnera. Řetězové mosty byly stavěny od přelomu 18. a 19. století v českých zemích, ale i v celé Evropě. V Čechách a na Moravě se jich nacházelo celkem 13 a most v Podolsku představoval poslední realizaci tohoto druhu mostu u nás. Nacházel se na významné obchodní cestě vedoucí přes Vltavu z Písku do Tábora a v těchto místech nahradil stávající přívoz. V době svého vzniku se jednalo o velmi důležité přemostění, jelikož další mosty přes Vltavu se nalézaly až v Praze nebo v Týně nad Vltavou. Poklepání na základní kámen dne 6. května 1847 se v doprovodu Vojtěcha Lanny zúčastnil i arcivévoda Štěpán Lotrinský. Most byl dokončen v revolučním roce 1848, a tak se tato událost obešla bez pompézních oslav. Svému účelu sloužil bezmála 113 let, ale postupně přestával vyhovovat – jednak proto, že se nad ním během 2. světové války budoval nový, 510 m dlouhý železobetonový obloukový most, který překlenoval celé údolí, a dále pro postupné napouštění stavěné Orlické přehrady.<sup>16</sup>



Fig. 3.58 View of the bridge deck, chains and pylon in 2019 (photo: authors' archives)

The structure is located on the road III/13711 connecting Opařany and Dobřejice, spanning the River Lužnice, originally located in the local part of Podolsko in the village of Podolí I, on the former route of road I/29, and served to cross the River Vltava.

The bridge was built in 1847 by Vojtěch Lanna according to the plans of engineers Schnirch and Gassner. Chain bridges were built from the turn of the 18th and 19th century, not only in the Czech lands, but throughout Europe. There were 13 of them in Bohemia and Moravia, and the bridge in Podolsko was the last bridge of this kind to be built in the Czech Republic. It was located on an important trade route across the River Vltava from Písek to Tábor, and replaced the ferry at these locations. At the time of its construction, it was an exceptionally important bridge, as other bridges over the Vltava were located in Prague or Týn nad Vltavou. The laying of the foundation stone on the 6th of May 1847 was attended by Archduke Stephen of Lorraine, accompanied by Vojtěch Lanna. On this occasion, the bridge was completed in the revolutionary year of 1848, due to which the event was conducted without ostentatious celebrations. It served its purpose for nearly 113 years, but gradually became unsuitable – firstly because a new 510 m long reinforced concrete arch bridge was built over it during World War II, spanning the entire valley, and secondly because of the gradual filling of the Orlická Dam.<sup>16</sup>

<sup>16</sup>Dušan JOSEF, *Encyklopedie mostů v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*, s. 343.

<sup>16</sup>Dušan JOSEF, *Encyklopedie mostů v Čechách, na Moravě a ve Slezsku* (Encyclopaedia of bridges in Bohemia, Moravia and Silesia; in Czech), p. 343.

V roce 1958 byl most naštěstí prohlášen kulturní památkou a začalo se pro něj hledat jiné vhodné využití. Z 13 vytipovaných lokalit bylo vybráno údolí řeky Lužnice u obce Stádlec, kde se dosud využíval pouze přívoz. Mezitím byl již v Podolsku most postupně po částech rozebrán. Jednotlivé kamenné bloky obou pylonů byly opatřeny arabskými a římskými číslicemi v bílé a červené barvě. Takto rozebrané části mostu – 2 000 kamenných kvádrů a 1 100 ocelových částí s řetězy – byly pak po 10 let přechodně uskladněny na volném prostranství po bývalé betonárce blíže nového železobetonového mostu.

Autorem projektu nové stavby mostu přes Lužnici, realizované v letech 1971–1975, byl Ing. František Stejskal (Hutní projekt Praha), stavebníkem Krajský investorský útvar silničního hospodářství České Budějovice a zhotovitelem pak Silnice České Budějovice, Hutní montáže Ostrava a Stavby silnic a železnic. Některé železné části řetězů a ostatního materiálu byly v průběhu uskladnění poškozeny nebo chyběly zcela (z celkové hmotnosti železných částí 102 t bylo zapotřebí obnovit 14 t). Také několik kamenných kvádrů muselo být dodáno nově.<sup>17</sup>

Pro novou lokalitu v těsném údolí Lužnice byla však délka mostu 147,16 m příliš velká, proto bylo na jedné straně zapotřebí seříznout svah, postavit opěrnou zeď a most uložit šikmo v úhlu 73° mezi jez a původní přívoz. Lano původního přívozu bylo také použito jako výchozí hodnota pro stanovení výšky dolní hrany mostovky, ke které se přidal ještě 1,5 m. Výsledná výška nad terémem tak představuje 5,09 m.<sup>18</sup>

Slavnostní otevření mostu proběhlo 25. května 1975 a podobně jako v roce 1847 byla do mostu vsazena pamětní schránka s dobovými předměty. V roce 1989 byl most prohlášen národní kulturní památkou a postupně se stal předlohou pro medaili, poštovní známku a pamětní minci.<sup>19</sup>

Most se podařilo zachovat v původních rozměrech i hmotě, což byl i požadavek památkářů. Z technického hlediska se jedná o visutý řetězový most s jedním otvorem, s dolní zavěšenou mostovkou a kolmou světlostí otvoru 86,26 m. Základní nosnou konstrukci představují čtyři hlavní řetězy ze svářkového železa uspořádané do dvou dvojic nad sebou. Řetěz se skládá z šesti článků délky 3,15 m, spojovací čepy mají rozměr 53 mm, koncový čep pak 105 mm. Řetězy jsou uloženy na dvou kamenných pylonech o rozměrech půdorysů 3,5 × 9 m s otvorem o světlosti 3,82 m, jejichž výška představuje 15,08, resp. 16,26 m. Pylony jsou z kvádového zdiva, vyplněné betonem a založené na pilotách o průměru 35 cm. Konce řetězů jsou kotveny do čepů uložených v háčích osmi železných kotevnických desek, přičemž každá váží 2,3 tuny. Vozovku tvoří dřevěné mostiny výšky 16 cm, zábradlí je pak ocelové o výšce 1 m. Zatížitelnost mostu byla projektována jako normální – 0,85 t, výhradní – 5,08 t a výjimečná – 9,24 tun.<sup>20</sup>

Fortunately, in 1958 the bridge was declared a national cultural monument and another suitable use for it was sought. After a long period of time, the Lužnice River valley near the village of Stádlec, where only the ferry had been previously used, was chosen from 13 selected sites. In the meantime, the bridge in Podolsko had already been dismantled piece by piece. The individual stone blocks of the two pylons were marked with Arabic and Roman numerals in white and red. The parts of the bridge – 2,000 stone blocks and 1,100 steel parts with chains – were then temporarily stored for 10 years in the open area of the former concrete factory near the new reinforced concrete bridge.

The designer of the new bridge construction, realized in 1971–1975, was Ing. František Stejskal (Hutní projekt Praha). The builder was the Regional Investor Department of Road Management České Budějovice, and the contractors were Silnice České Budějovice, Hutní montáže Ostrava and Stavby silnic a železnic. Some of the iron parts of the chains and other materials were damaged or went missing during storage (14 tonnes of new iron parts were needed out of a total weight of 102 tonnes). Also, several stone blocks had to be supplied anew.<sup>17</sup>

However, the bridge length of 147.16 m was too long for the new location in the narrow Lužnice valley, so the slope had to be cut on one side, a retaining wall had to be built and the bridge had to be placed at an angle of 73° between the weir and the original ferry. The cable from the original ferry was used for determining the height of the lower edge of the bridge deck, to which an extra 1.5 m was added. The resulting height above ground level is 5.09 m.<sup>18</sup>

The bridge was inaugurated on 25th of May 1975 and, as in 1847, a commemorative box with period objects was inserted. In 1989, the bridge was declared a national cultural monument and gradually became the model for a medal, a postage stamp and a commemorative coin.<sup>19</sup>

The bridge has been preserved in its original dimensions and mass, which was a requirement of the conservationists. It is a single-span chain suspension bridge with a lower suspension bridge deck, and the perpendicular clearance of the span is 86.26 m. The basic supporting structure is represented by four main wrought steel chains arranged in two pairs above each other. The chain consists of six links of 3,15 m in length, the connecting pins are 53 mm long, and the end pin 105 mm long. The chains are mounted on two stone pylons measuring 3,5 m × 9 m with an opening of 3,82 m and a height of 15,08 m and 16,26 m respectively. The pylons are made of stone blocks, filled with concrete and founded on piles 35 cm in diameter. The ends of the chains are anchored to the pins embedded in the hooks of eight iron anchor plates, each weighing 2.3 tonnes. The carriageway is made up of wooden bridges 16 cm high, and the railings are made of 1 m high steel. The load bearing capacity of the bridge was designed as normal – 0.85 t, exclusive – 5.08 t and exceptional – 9.24 t.<sup>20</sup>

<sup>17</sup> Stavby století: Řetězový most ve Stádlci u Tábora (Buildings of the Century: the Chain Bridge in Stádlec u Tábora; in Czech), IC ČKAIT, Praha 2018. Dušan JOSEF, *Encyklopedie mostů* (Encyclopaedia of bridges; in Czech), p. 344.

<sup>18</sup> Zrezivělá krása: Most dvou řek (Rusted Beauty: the Bridge of Two Rivers; in Czech), Česká televize 2011.

<sup>19</sup> Hana HLUŠIČKOVÁ (ed.), *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*, III. díl (Technical Monuments in Bohemia, Moravia and Silesia, Part III; in Czech), Praha 2003, p. 575; Stavby století: Řetězový most ve Stádlci u Tábora (Buildings of the Century: the Chain Bridge in Stádlec u Tábora; in Czech), IC ČKAIT, Praha 2018.

<sup>20</sup> Národní archiv Praha, fond Ústav silničního hospodářství, karton 495, bridge technical report, in Czech, ev. č. (reg. no) 13711-3.

<sup>17</sup> Stavby století: Řetězový most ve Stádlci u Tábora, IC ČKAIT, Praha 2018. Dušan JOSEF, *Encyklopedie mostů*, s. 344.

<sup>18</sup> Zrezivělá krása: Most dvou řek, Česká televize 2011.

<sup>19</sup> Hana HLUŠIČKOVÁ (ed.), *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*, III. díl, Praha 2003, s. 575; Stavby století: Řetězový most ve Stádlci u Tábora, IC ČKAIT, Praha 2018.

<sup>20</sup> Národní archiv Praha, fond Ústav silničního hospodářství, karton 495, mostní list ev. č. 13711-3.



Obr. 3.59. (a, b) Původní poloha mostu v Podolsku

a



Fig. 3.59 (a, b) Original position of the bridge in Podolsko

b

### Technické zvláštnosti konstrukce

Stádlecký most přes řeku Lužnici je posledním dochovaným empírovým řetězovým mostem v České republice. Z hlediska statického působení nosné konstrukce se jedná o most visutý. Nosný systém mostu tvoří dva páry řetězů sestavených z plochých pásů. Řetězy probíhají bočními otvory pylonů na kluzných ložiskách a ukotveny jsou za pylony do vyzděných bloků. Dřevěná mostovka je tvořena příčnicí, podélníky a mostinami. Dřevěné příčnice se skládají z dvojice profilů vzájemně spojených ocelovými pláty a svorníky. Podélníky obdélníkového průřezu jsou uloženy na příčnicí, celkem se v příčném řezu mostu nachází 7 ks podélníků. Pojezdovou plochu tvoří dřevěné mostiny čtvercového průřezu a jsou uloženy kolmo na podélníky. Mostiny jsou po obou stranách ukončeny dřevěnou římsou. Mostovka je v místě každého příčnicí vynášena svislými závěsy, které jsou uchyceny k řetězům prostřednictvím čepového spoje. Závěsy mají charakter kovových tyčí čtverhranného průřezu.

### Přemístění mostu

Řetězový most postavený v letech 1847–1848 původně překonával řeku Vltavu mezi obcemi Podolsko a Temešvár. Jako silniční most spojoval Tábor s Pískem. Postaven byl podle projektu Ing. Bedřicha Schnircha. Stavbu realizovala pražská firma Lanna. V letech 1938–1942 byl v bezprostřední blízkosti mostu postaven nový železobetonový silniční most. S výstavbou Orlické přehrady hrozilo původnímu mostu zatopení. Z toho důvodu byl most na základě projektu připraveného libereckou pobočkou Státního ústavu dopravního projektování demontován. Firma VŽKG Hutní montáže Ostrava, n. p., rozebrala ocelové části

### Technical features of the structure

The Stádlecký Bridge over the River Lužnice is the last preserved Empire chain bridge in the Czech Republic. It is a suspension bridge whose supporting system consists of two pairs of chains made of flat strips. The chains run through the side openings of the pylons and are anchored behind the pylons into the masonry blocks. The timber bridge deck is made up of crossbeam, stringers and floor beams. The timber crossbeams consist of a pair of profiles joined together by steel plates and bolts. The stringers of rectangular cross-section are placed on the cross-beams, and in total there are 7 stringers in the cross-section of the bridge. The running surface is formed by timber floor beams of square cross-section that are placed perpendicular to the stringers. The floor beams are terminated on both sides by a timber cornice. The bridge deck is supported by vertical hinges at the point of each crossbeam, which are connected to the chains by a pin connection. The hinges are metal bars of a square cross-section.

### Relocation of the bridge

The chain bridge, built in 1847–1848, originally crossed the River Vltava between Podolsko and Temešvár. The road bridge connected Tábor with Písek. It was built according to the project of Ing. Bedřich Schnirch. The construction was carried out by the Prague company Lanna. In 1938–1942, a new reinforced concrete road bridge was built in the immediate vicinity of the bridge. With the construction of the Orlick Dam, the original bridge was threatened with flooding. For this reason, the bridge was completely dismantled. The marked



Obr. 3.60. Pohled na řetězy tvořící hlavní nosný systém mostu  
Fig. 3.60 View of the chains forming the main support system



Obr. 3.61. Pohled na dolní líc dřevěné mostovky  
Fig. 3.61 View of the lower face of the timber bridge deck



Obr. 3.62. Informační tabule popisující historii mostu  
Fig. 3.62 Information board describing the history of the bridge



Obr. 3.63. Pohled na pylon zděný z kamenných kvádrů  
Fig. 3.63 View of the pylon of the bridge from stone blocks



Obr. 3.64. Odlopování protikorozi ochrany a lokální povrchová koroze na člancích řetězu  
Fig. 3.64 Spalling of corrosion protection and local surface corrosion on chain links

a Vodní stavby, n. p., závod Orlické přehrady. Označené díly byly uskladněny v místě bývalé betonárky při novém mostě. Až v roce 1970 bylo pro starý most vybráno nevhodnější místo, a to ve vzdálenosti 18 km při bývalém přívozu u Markova mlýna.

Pro nevhodné uskladnění byly části starého mostu poškozeny a musely být nahrazeny nově vyrobenými díly. Projekt přemístění vypracoval Hutní projekt Praha. Most v přesné podobě a při zachování původních rozměrů v letech 1971–1975 znovu postavily podniky Silnice České Budějovice, Hutní montáže Ostrava a Stavby silnic a železnic. Most slouží pěším a s omezením i motorovým vozidlům.

### Popis poruch a korozního oslabení

Na kovových řetězech se lokálně nachází povrchová koroze v místě spojení jednotlivých článků řetězu. Místy je popraskaná protikorozi ochrana a dochází k jejímu odlupování. Čepy spojující segmenty řetězů jsou bez poruch. Svislé kovové závěsy mají lokálně porušenou protikorozi ochranu (zejména v místě styku s vodorovnými prvky zábradlí) a dochází k jejímu odlupování. V důsledku toho dochází ke vzniku povrchové koroze závěsů, avšak korozní úbytek je prozatím neměřitelný. Dřevěná mostovka je tvořena příčnicí, podélníky a mostinami. Jednotlivé dřevěné prvky mají poruchy zejména v podobě podélných trhlin. Lokálně dochází k degradaci mostin vlivem hniloby. Vodorovné a svislé prvky zábradlí jsou místy deformované s lokálně poškozenou protikorozi ochranou.



Obr. 3.65. Odlopování protikorozi ochrany a lokální povrchová koroze na člancích řetězu  
Fig. 3.65 Spalling of corrosion protection and local surface corrosion on chain links

parts were stored at the site of the former concrete plant near the new bridge. It was not until 1970 that the most suitable site was chosen for the old bridge, 18 km away at the former ferry at Mark's Mill.

Due to inadequate storage, parts of the old bridge were damaged and had to be replaced with newly manufactured parts. The relocation project was prepared by Hutní projekt Praha. The bridge was rebuilt in its exact shape, and maintaining the original dimensions, in 1971–1975 by the companies Silnice České Budějovice, Hutní montáže Ostrava and Stavby silnic a železnic. The bridge is used by pedestrians and, with limited access, vehicles.

### Deterioration and corrosion weakening

On metal chain ropes, there is local surface corrosion at the contacts of the individual chain links. The corrosion protection is cracked locally and is spalling off. The pins connecting the chain segments are without defects. The vertical metal hinges have locally damaged corrosion protection (especially at the point of contact with the horizontal members of the railing) and the corrosion protection is spalling off. As a result, surface corrosion of the hinges occurs, but the corrosion loss is insignificant at present. The timber bridge deck is made up of crossbeams, stringers and floor beams. The individual timber members have failures mainly in the form of longitudinal cracks. Locally, the floor beams are degraded due to rotting. The horizontal and vertical members of the railings are deformed locally with locally damaged corrosion protection.





Obr. 3.66. Odlufování protikoroziční ochrany a lokální povrchová koroze na svislém závěsu  
Fig. 3.66 Spalling corrosion protection and local surface corrosion on the vertical hinge

Při přejezdu vozidel po mostě je velmi patrné kmitání svislých závěsů (zejména krajních, které jsou delší) a dochází k nadskakování mostin. Patrné je též mírné vlnění mostovky.

### Zhodnocení stavu mostu

Hlavní nosný systém mostu je ve velmi dobrém stavu a nevykazuje žádné vážné poruchy. V roce 2006 byla provedena celková oprava mostovky. Dnes zejména některé mostiny vykazují poruchy typické pro dřevěné konstrukce vystavené povětrnostním vlivům.

Vzhledem k celkovému stáří mostu, by měl být kompletně demontován a přesunut, lze hovořit o velmi zachovalé konstrukci. Tento unikátní most je připomínkou šikovnosti mostních inženýrů, kteří stáli za jeho návrhem, ale i těch, kteří se později zasloužili o unikátní počín v podobě přenesení na nové místo a zachovali jej tak dalším generacím.



Obr. 3.67. Podélné trhliny a lokální hniloba na dřevěných mostinách  
Fig. 3.67 Longitudinal cracks and local rot on timber deck


When vehicles cross the bridge, vibration of the vertical hangers (especially the outermost ones) is noticeable and the floor beams are bouncing. There is also a slight undulation of the bridge deck.

### Assessment of the bridge condition

The supporting system is in very good condition and shows no serious defects. In 2006, a complete repair of the bridge deck was carried out. Today, in particular, some of the floor beams show defects typical of timber structures exposed to the weather.

Considering the overall age of the bridge, although it has been completely dismantled and moved, it can be said to be a very well-preserved structure. This unique bridge is a reminder of the skill of the bridge engineers who designed it and who later contributed to its unique relocation, thus preserving it for future generations.

## 36 – Jablonec nad Jizerou – most přes Jizeru na místní komunikaci Jablonec nad Jizerou – bridge over the River Jizera on local road

silniční trémový plnostěnný most	road plate girder bridge
Liberecký kraj	Liberec Region
okres Semily	Semily district
kat. území Jablonec nad Jizerou	cad. territory Jablonec nad Jizerou
	bez památkové ochrany
	no heritage protection
	GPS
	49°22'02.28" N
	14°30'52.54" E

Obr. 3.68. Pohled na most od jihu v roce 2020



Fig. 3.68 View of the bridge from the south in 2020

**V Jablonci nad Jizerou se nachází na místní komunikaci most přes Jizeru, vybudovaný původně jako soukromý most k dřívějšímu továrnímu objektu.**

V srpnu v roce 1888 se prohnala po Jizeře ničivá povodeň, která strhla nebo vážně poškodila několik mostů. Nejinak tomu bylo i v Jablonci nad Jizerou. Na prozatímní zemské silnici z Jablonce nad Jizerou do Sklenařic a Vysokého nad Jizerou byl povodní stržen inundační most o dvou otvorech a na jeho místě byl ještě téhož roku postaven nový železný most v délce 11,2 m.<sup>21</sup>

Druhý ocelový most v Jablonci nad Jizerou byl postaven na tehdy soukromé cestě při mechanické tkalcovně Jana Kuna (dříve mlýn). Konstrukci dodala První českomoravská továrna na stroje v Praze.<sup>22</sup>

Z protokolu vodoprávní revize z roku 1931 je most charakterizován takto: „*Jest soukromým majetkem firmy Jan Kuna, která ho také udržuje. Světlost tohoto mostu jest 18,80, šířka mo-*

**In Jablonec nad Jizerou there is a bridge over the River Jizera on a local road, originally built as a private bridge to a former factory.**

In August 1888, a devastating flood swept along the River Jizera, tearing down or seriously damaging several bridges. This was also the case in Jablonec nad Jizerou. On the temporary state road from Jablonec nad Jizerou to Sklenařice and Vysoké nad Jizerou, a two-span bridge with two openings was torn down by the flood and a new 11.2 m long steel bridge was built in its place in the same year.<sup>21</sup>

The second steel bridge in Jablonec nad Jizerou was built on the then private road near the mechanical weaving mill of Jan Kuna. The construction was carried out by the První českomoravská Machine Factory in Prague.<sup>22</sup>

The protocol of the water management authority inspection characterised the bridge in 1931 as follows: “*It is the private property of the Jan Kuna company, which also maintains*

<sup>21</sup> Státní okresní archiv Semily (dále SOkA Semily), f. Okresní úřad Jilemnice 1855–1942 (dále OÚ Jilemnice 1855–1942), k. 339, Vložky do vodních knih – Jablonec nad Jizerou – inundační most (Supplements to Water Management Records – Jablonec nad Jizerou – floodplain bridge; in Czech).

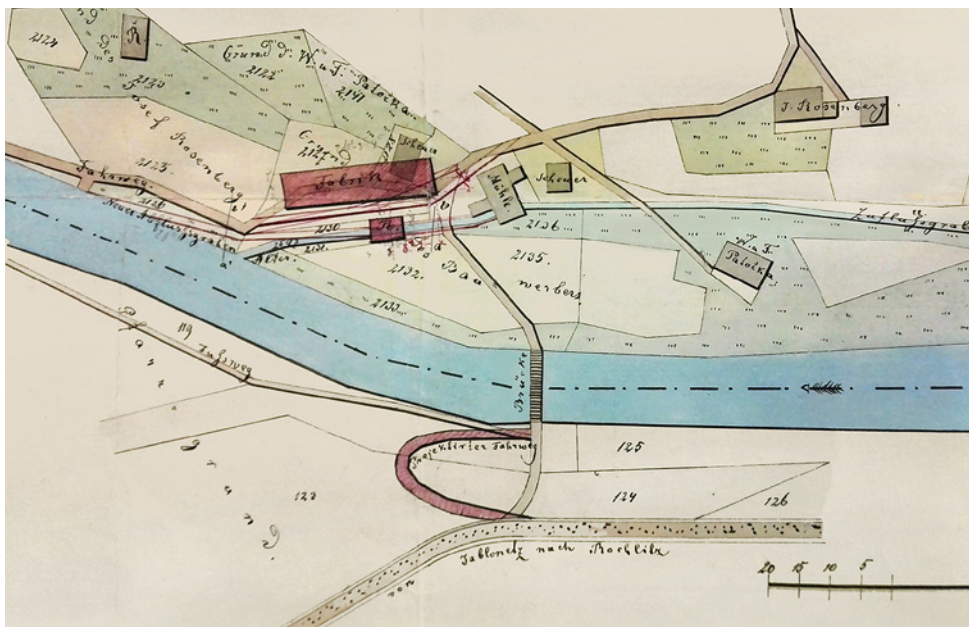
<sup>22</sup> SOkA Semily, f. Podnikatelství Josef Hájek a spol., Rokytnice nad Jizerou, inv. Č. 1, sign. 1/a, k. 3.

<sup>21</sup> Státní okresní archiv Semily (dále SOkA Semily), f. Okresní úřad Jilemnice 1855–1942 (dále OÚ Jilemnice 1855–1942), k. 339, Vložky do vodních knih – Jablonec nad Jizerou – inundační most (Supplements to Water Management Records – Jablonec nad Jizerou – floodplain bridge; in Czech).

<sup>22</sup> SOkA Semily, f. Podnikatelství Josef Hájek a spol., Rokytnice nad Jizerou (Josef Hájek and comp., Rokytnice nad Jizerou; in Czech), inv. Č. 1, sign. 1/a, k. 3.

stovky 3,8 m a nosnost 350 kg/m<sup>2</sup>. Most tento byl vybudován v roce 1888 a přetrval všechny povodně až do dnešního dne. Při průtokném maximálním množství 320 m<sup>3</sup> jest hladina velké vody 2,10 m níže spodní hrany nosné konstrukce na pravém břehu, který jest o 1,07 m níže břehu levého. Jest tedy průtoková bezpečnost pod mostním profilem více než dostatečná.“<sup>23</sup>

Z technického hlediska se jedná o kolmý silniční most s ocelovou trémovou konstrukcí se dvěma plnostěnnými nýtovanými hlavními nosníky. Most je otevřeně uspořádaný. Železobetonová deska mostovky je uložena na ocelové příčnicky. Spodní stavba je z lomového kamene a kvádřového zdiva.



Obr. 3.69 Situace (Státní okresní archiv Semily, f. Okresní úřad Jilemnice 1855–1942, k.339.)  
Fig. 3.69 Situation plan (State District Archive at Semily, f. Okresní úřad Jilemnice 1855–1942, k.339.)

it. The clearance of this bridge is 18.80, the width of the bridge deck is 3.8 m, and the load bearing capacity is 350 kg/m<sup>2</sup>. This bridge was built in 1888 and has survived all floods until today. With a maximum flow of 320 m<sup>3</sup>, the high-water level is 2,10 m below the lower edge of the superstructure on the right bank (which is 1,07 below the left bank). The flow safety under the bridge is therefore more than sufficient.”<sup>23</sup>

The road bridge is perpendicular, with a steel beam structure with two riveted plate main girders. The bridge is of an open cross-section. The reinforced concrete slab of the bridge deck is supported by steel crossbeams. The substructure is of rubble stone and stone blocks.



Obr. 3.70 Příčný řez (Státní okresní archiv Semily, f. Podnikatelství staveb Josef Hájek a spol. Rokytnice nad Jizerou, k. 3)  
Fig. 3.70 Cross section (State District Archive at Semily, f. Podnikatelství staveb Josef Hájek a spol. Rokytnice nad Jizerou, k. 3)

<sup>23</sup>SOKA Semily, f. OÚ Jilemnice 1855–1942, k. 339, Vložky do vodních knih – Sklenařice, tkalcovna Jan Kuna.

<sup>23</sup>SOKA Semily, f. OÚ Jilemnice 1855–1942, k. 339, Vložky do vodních knih – Sklenařice, tkalcovna Jan Kuna (Supplements to Water Management Records – Sklenařice – the weaving mill Jan Kuna).

## Materiálový průzkum konstrukce

Na mostě byla provedena sada zkoušek za účelem stanovení parametrů základního materiálu konstrukce. Průzkum zahrnoval jak destruktivní, tak nedestruktivní zkoušky. Pro destruktivní testování byl odebrán jediný vzorek, který byl následně dělen na více zkušebních tělísek. Vzorek byl odebrán ze svislé výztuhy polorámu na vnitřní straně levého hlavního nosníku. Místo odběru bylo voleno tak, aby se nepoškodila existující konstrukce. Odběr dalšího vzorku nebyl vhodný. Z odebraného vzorku bylo zhotoveno několik zkušebních těles, na kterých byla provedena zkouška tahem, rázová zkouška za ohybu při teplotě  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , spektrální analýza chemického složení a metalografické zkoušky mikrostruktury. Nedestruktivní zkoušení zahrnovalo stanovení tvrdosti metodou dle Leeba.

Zkušební vzorek Test specimen	Podélná zkouška tahem Longitudinal tensile test			Zkouška vrubové houževnatosti Charpy V-notch test		Tvrdoměrné zkoušky Leeb rebound hardness test	
	$R_{eH}$ [MPa]	$R_m$ [MPa]	A [%]	Nárazová práce [J] Impact energy [J]	KCV [J·cm <sup>-2</sup> ]	Průměr HL Average HL	Průměr $f_u$ [MPa] Average $f_u$ [MPa]
1 – úhelník 1 – angle	363	402	19	38	60,4	355	440
2 – úhelník 2 – angle	354	424	16				

Tab. 3.6. Materiálové parametry použité oceli  
Tab. 3.6 Steel properties

S ohledem na stáří konstrukce lze předpokládat použití svářkové oceli. Dobrou shodu lze konstatovat při porovnání výsledků destruktivních a nedestruktivních zkoušek. Odchylky hodnot meze pevnosti jsou menší než  $\pm 15\%$ . V tabulce uvedené výsledky tvrdoměrných zkoušek jsou průměrem z 6 měření. Tvrdost HL byla dle kalibračního vztahu převedena na skutečnou pevnost  $f_u$ .

Spektrální analýza chemického složení potvrdila nízký obsah uhlíku a dalších příměsí. Kujnost použité oceli byla dána nižším obsahem uhlíku než požadovaných 0,2%. Dobrá svařitelnost byla zajištěna nízkou hodnotou uhlíkového ekvivalentu CEV, který byl u vzorku výrazně nižší než 0,4. Strukturu oceli tvoří převážně feritická struktura s malým množstvím perlitu a strusky.

## Material survey of the structure

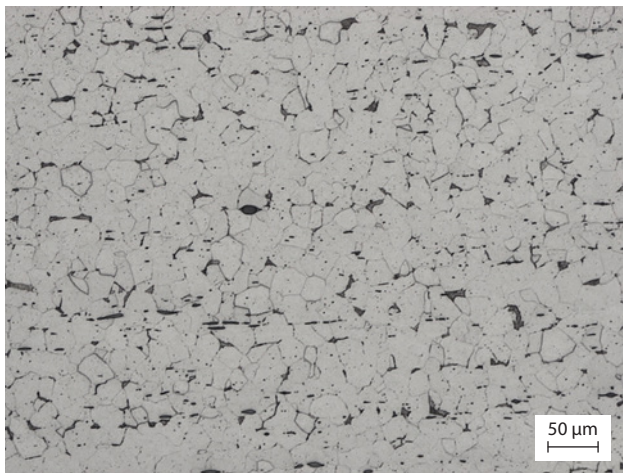
In-situ tests were carried out to determine properties of the structural material. The investigation included both destructive and non-destructive tests. For destructive testing, a single specimen was taken and subsequently divided into multiple test specimens. Specimen 1 was taken from the vertical bracing of the half-frame on the inside of the left main beam. The sampling location was chosen to avoid damage to the existing structure. Taking another sample was inappropriate. Several test specimens were prepared from the samples and subjected to tensile testing, flexural impact testing at  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , spectral analysis of chemical composition and metallographic microstructure testing. Non-destructive hardness testing was based on the Leeb rebound test method.

Označení vzorku Test specimen	Chemické složení Chemical composition							Uhlíkový ekvivalent Carbon equivalent
	C [%]	Si [%]	Mn [%]	Cr [%]	Mo [%]	Ni [%]	Cu [%]	
1 – úhelník 1 – angle	0,033	0,015	0,294	0,039	0,010	0,022	0,168	0,107

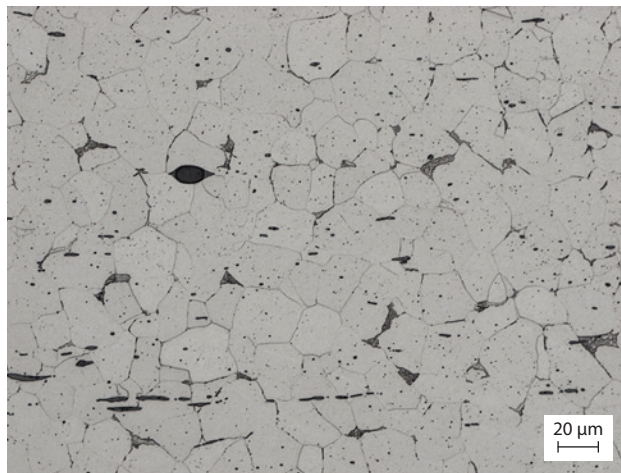
Tab. 3.7. Chemické složení vzorků  
Tab. 3.7 Chemical composition of the material

Given the age of the structure, the use of wrought steel can be assumed. The results of destructive and non-destructive tests are in broad agreement. The deviations of the ultimate strength values are less than  $\pm 15\%$ . The results of the hardness tests given in the table represent the average of 6 measurements. The hardness HL was converted to the estimate of ultimate strength according to the calibration relationship.

Spectral analysis of the chemical composition confirmed the low content of carbon and other impurities. The ductility of the steel was lower than the limit of 0,2% due to a lower carbon content. Good weldability was ensured by the low carbon equivalent value CEV, which was significantly lower than the limit of 0,4.



Obr. 3.71. Mikrostruktura vzorku (zvětšení 100×)  
Fig. 3.71 Microstructure of specimen 1 (magnification 100×)



Obr. 3.72. Mikrostruktura vzorku (zvětšení 200×)  
Fig. 3.72 Microstructure of specimen 3 (magnification 200×)



Obr. 3.73. Obnažená výztuž desky mostovky  
Fig. 3.73 Exposed reinforcement of the concrete slab

## Popis poruch a korozního oslabení

Zhodnocení vad a poruch nosné konstrukce bylo provedeno na základě prohlídky a změřeného korozního oslabení prvků. Nejzásadnější nalezenou poruchou z hlediska dopadu na statickou funkci nosné konstrukce je degradace vozovky a absence izolace mostovky, a to i v místě napojení na hlavní nosníky, kde dochází k zatékání. Hromadění nečistot a vlhkosti v okolí spodní pásnice hlavních nosníků způsobuje zvýšenou korozi ocelové nosné konstrukce a degradaci železobetonové desky mostovky.

Protikorozní ochrana je po konci životnosti, povrchovou korozi je pokryta téměř celá ocelová konstrukce. K největším úbytkům dochází při dolní pásnici hlavního nosníku, na příčnicích a na rámových výztuhách polorámu.

Mezi další defekty patří deformace svislých výztuh polorámu, ke kterým došlo pravděpodobně nárazem projíždějících vozidel. Deformována je naprostá většina svislých výztuh. Výztuž desky mostovky je obnažená po celé ploše při jejím dolním líci. Patrné jsou výluhy a vyplavování pojiva. Průsaky vody mají negativní vliv na korozní oslabení dolních pásnic příčniců a hlavního nosníku.

## Deterioration and corrosion weakening

The assessment of defects of the structure was based on the inspection and measured corrosion weakening of the members. The most significant defect affecting structural resistance is the degradation of the roadway and the absence of bridge deck insulation, including also the connection to the main girders where leakage occurs. The accumulation of dirt and moisture around the bottom flange of the main girders leads to increased corrosion of the steel superstructure and degradation of the reinforced concrete slab of the bridge deck.

The corrosion protection reaches its service life, with surface corrosion covering almost the entire steel structure. The largest loss occurs at the bottom flange of the main girder, at the cross beams, and at the half-frame stiffeners.

Other defects include deformation of the vertical stiffeners of the half-frame, probably caused by the impact of passing vehicles. The vast majority of the vertical stiffeners are deformed. The reinforcement of the bridge deck slab is exposed across the entire surface at its lower face. Visible leaking and moisture is evident. Water leakage has a negative effect on the corrosion weakening of the lower flanges of the crossbeams and the main girders.



Obr. 3.74. Zatékání do desky mostovky u hlavního nosníku  
Fig. 3.74 Leakage into the bridge deck slab near the main girder



Obr. 3.75. Důlková koroze hlavního nosníku v úrovni vozovky  
Fig. 3.75 Corrosion of the main girder at deck level



Obr. 3.76. Deformace svislých výztuh v důsledku nárazu vozidla  
Fig. 3.76 Deformation of vertical bracing due to vehicle impact

## Zhodnocení stavu mostu

Z hlediska dalšího postupu údržby je potřeba obnovení izolace mostovky a její vytažení až na hlavní nosníky, v rámci tohoto zásahu je doporučena i kompletní výměna železobetonové desky. Dalším krokem je kompletní obnova protikorozní ochrany. Vhodné je také zmínit, že spodní stavba je ve velmi špatném stavu a dochází k rozpadání dřívku opěry na západní opěře. Přes výše zmíněné závady má most při vhodném zásahu potenciál dlouhodobé životnosti.

## Assessment of the bridge condition

Regarding further maintenance, the bridge deck insulation needs to be renewed and extended to overlay the deck up to the main girders. Complete replacement of the reinforced concrete slab is recommended as part of this intervention. The next step is the complete restoration of the corrosion protection layers. It should be mentioned that the substructure is in poor condition, especially at the western abutment. In spite of all observed defects, the bridge has the potential for a long service life after appropriate interventions.

## 39 – Kuks – most přes Labe Kuks – bridge over the River Labe

silniční trémový příhradový most	road truss girder bridge
Královéhradecký kraj	Hradec Králové Region
okres Trutnov	Trutnov district
kat. území Kuks	cad. territory Kuks
	kulturní památka
	cultural monument
	GPS
	50°24'02.5" N
	15°53'22.5" E

Obr. 3.77. Pohled na most od severovýchodu v roce 2021



Fig. 3.77 View of the bridge from the northeast in 2021 (photo: authors' archives)

**Příhradový nýtovaný silniční most původně s dolní mostovkou, z poslední čtvrtiny 19. století, zhotovený ze svářkové oceli. Leží na hlavní severojižní urbanistické ose spojující kolmo přes řeku Labe hospital (na jižní straně areálu) a dnes již neexistující zámek (na severní straně areálu).**

Přemostění řeky Labe mezi hospitálem a bývalým zámekem se skládá ze dvou částí: inundační kamenné, která přemostuje pravidelně zaplavovaná luka údolní nivy, a ocelové přes koryto řeky. Inundační část, která pochází z poslední čtvrtiny 18. stol., je národní kulturní památkou. Ocelová část, která na počátku 80. let 19. stol. nahradila dřevěný most smíšené vzpěradlovo-věšadlové konstrukce, se nachází na území památkové rezervace obce Kuks s přílehlým komplexem hospitálu a souborem plastik a leží rovněž v prostředí předmětné kulturní památky. Ocelová konstrukce silničního otevřeně uspořádaného nýtovaného příhradového mostu s původně dolní mostovkou o jednom poli je položena přes koryto řeky Labe. Původním materiálem je svářková ocel, doplněná při rekonstrukci v roce 2017 z bezpečnostních důvodů novodobými profily. Nosnou konstrukci tvoří dva přímopásové příhradové nosníky svislicové soustavy o výšce 2 m a rozpětí 19 m. Nosníky mají 8 příhrad, které jsou od sebe osově vzdálené 5,48 m, s taženými diagonálami, ve dvou středních příhradách jsou diagonály překřížené. Horní i dolní pásnice jsou složeny ze dvou úhelníků s vloženým

**A truss riveted road bridge originally with a lower bridge deck, from the last quarter of the 19th century, made of wrought steel. It lies on the main north-south urban axis connecting the hospital (on the south side of the site) and the now defunct castle (on the north side of the area), perpendicularly crossing the River Labe.**

The River Labe bridge between the hospital and the former castle consists of two parts: a stone bridge spanning the regularly flooded floodplain and a steel bridge across the riverbed. The inundation part, which dates from the last quarter of the 18th century, is a national cultural monument. The steel bridge, which replaced a timber bridge of mixed strut-and-tie construction in the early 1880s, is located within the Kuks municipal conservation area with the adjacent hospital complex and a set of sculptures, belonging under protection a cultural monument. The steel structure of the road open-section riveted truss bridge with originally a single span lower bridge deck is laid over the Labe riverbed. The original material is wrought steel, supplemented during the reconstruction in 2017 with modern profiles to improve reliability of the bridge. The superstructure consists of two straight trusses of a vertical system with a height of 2 m and a span of 19 m. The girders have 8 trusses, which are axially spaced 5.48 m apart, with tensioned diagonals; the central

plechem, postupně jsou zesilovány pásovinou. Svislice jsou sestaveny ze čtyř úhelníků L 60 × 10 mm, koncové ze čtyř úhelníků L 70 × 10 mm a vloženého plechu 10 × 220 mm. Diagonály jsou zhotoveny ze zdvojené pásovinu, v prostředních dvou je pásovina překřížená. Mostovku, kterou podle popisu v Památkovém katalogu původně tvořily příčné tvaru I výšky 380 mm, jejichž pásnice byly sestaveny z dvojic úhelníků L 70 × 10 mm, a zabetonované klenbičkové litinové panely, na nichž byl kryt z asfaltbetonu, nyní tvoří příčně položené dřevěné hranoly. Vlastní prefabrikované ocelové díly příhradové konstrukce dodala a mostní konstrukci sestavila v 80. letech 19. stol. pražská firma L. G. Bondy a synové. Tuto skutečnost připomínají dvě litinové tabulky opatřené českým a německým nápisem o výrobci: „Sestrujná železářská dílna a mostárna L. G. Bondy a synové, Praha – Bubna (Eisenconstructions Werkstätte und Brückenbau – Anstalt von L. G. Bondy Söhne, Prag – Bubna)“. Spodní stavbu mostu tvoří dva nábrežní kamenné pilíře vyzděné z opracovaného místního pískovcového kvádrového zdiva. Pilíř na pravé straně řeky, který je zároveň posledním pilířem inundační části mostu, má lichoběžníkový tvar. Levobřežní pilíř mírně předstupuje před opěrnou kamennou nábrežní zeď, na jejíž koruně jsou pozůstatky po bývalé sochařské výzdobě.



Obr. 3.78. Nosná konstrukce mostu před rekonstrukcí  
Fig. 3.78 Superstructure before reconstruction

diagonals are crossed. The upper and lower chords are composed of two angles with embedded plate, progressively reinforced with additional plates. The columns are composed of four L 60 × 10 mm angles, the end ones of four L 70 × 10 mm angles, and with 10 × 220 mm embedded plate. The diagonals are made of double stripping, the middle two are crossed. The bridge deck (which according to the Monuments Catalogue originally consisted of I-shaped crossbars 380 mm high whose flanges were made up of pairs of L 70 × 10 angles and concreted arched cast-iron panels with a cover of asphalt concrete) is now made up of transversely laid timber beams. The prefabricated steel parts of the truss structure were supplied and the bridge structure assembled in the 1880s by the Prague firm of L. G. Bondy & Sons. This fact is commemorated by two cast-iron plates bearing Czech and German inscriptions about the manufacturer: 'Sestrujná železářská dílna a mostárna L. G. Bondy a synové, Praha – Bubna (Eisenconstructions Werkstätte und Brückenbau – Anstalt von L. G. Bondy Söhne, Prag – Bubna)'. The substructure of the bridge consists of two embankment stone piers made of hewn local sandstone blocks. The pillar on the right side of the river, which is also the last pillar of the arched part of the bridge in the floodplain, is trapezoidal. The left bank pillar protrudes slightly in front of the stone quay retaining wall, on the crown of which there are the remains of former sculptural decoration.



Obr. 3.79. Odběr vzorku z úhelníku horního pásu (vzorek č.2)  
Fig. 3.79 Location of the sample of upper chord angle member (sample n.2)



## Materiálový průzkum konstrukce

Na mostě byla před rekonstrukcí v roce 2017 provedena sada zkoušek za účelem stanovení parametrů základního materiálu konstrukce. Průzkum zahrnoval jak destruktivní, tak nede- struktivní zkoušky. Pro destruktivní testování bylo odebráno 10 vzorků z konstrukce. První dva vzorky byly odebrány z úhelníků horního pásu, třetí a čtvrtý vzorek z úhelníků svislic. Zbýlých šest vzorků bylo odebráno z plechů horního pásu. Z odebraných vzorků bylo zhoto- veno dvanáct zkušebních vzorků, na osmi byly provedeny zkoušky tahem a na čtyřech byly provedeny zkoušky svařitelnosti.

S ohledem na stáří konstrukce lze předpokládat použití svářkové oceli. Zjištěné charakteris- tiky plechů a úhelníků hlavního nosníku ukazují na příznivé hodnoty meze kluzu, v průměru 290 MPa. Tato hodnota odpovídá, respektive je příznivější než dnešní oceli třídy S235. Lze však tvrdit, že odebrané vzorky z příložkových plechů horního pásu jsou z nekvalitnější oce- li, nevykazují mez kluzu a porušují se křehce.

Zkušební vzorek Test specimen	Podélná zkouška tahem Longitudinal tensile test			Zkouška svařitelnosti Weldability test
	R <sub>eH</sub> [MPa]	R <sub>m</sub> [MPa]	A [%]	
1 – úhelník / 1 – angle	279,7	386,1	26,1	Křehký lom / Brittle fracture
2 – úhelník / 2 – angle	251,4	344,4	17,8	–
3 – úhelník / 3 – angle	312,7	411,3	16,5	–
4 – úhelník / 4 – angle	276,9	421,3	21,8	–
5 – plech / 5 – plate	273,6	386,2	19,7	Křehký lom / Brittle fracture

Tab. 3.8. Materiálové parametry použité oceli

Zkoušky svařitelnosti obecně prokázaly náchylnost ke křehkému porušení. Do vzorků plátů oceli byl nejprve proveden vrub, který byl následně zavařen. Po vychladnutí byl prováděn ohyb do cca 30°. U všech vzorků došlo ke křehkému lomu v místě kontaktu svaru a oceli před dosažením úhlu 30°.

## Popis poruch a korozního oslabení

Zhodnocení vad a poruch nosné konstrukce bylo provedeno na základě prohlídky a změ- řeného korozního oslabení prvků. Nejzásadnější nalezenou poruchou z hlediska dopadu na statickou funkci nosné konstrukce je korozní oslabení styčnic dolního pásu hlavního příhradového nosníku. Prvky diagonál a svislic byly v úrovni vozovky běžně oslabeny až

## Material survey of the structure

In-situ tests were carried out prior to the 2017 reconstruction to determine properties of the structural material. The survey included both destructive and non-destructive tests. For destructive testing, 10 samples were taken. The first two samples were taken from the angle of the upper chord while the third and fourth samples were taken from the angles of vertical members. The remaining six samples were taken from the plates of the upper chord. In total, twelve specimens were made from the samples, eight were subjected to tensile tests and four were subjected to weldability tests.

Given the age of the structure, the use of wrought steel can be assumed as the material of the superstructure. The observed characteristics of the plates and angles of the main beam indicate favourable yield strength values, on average equal to 290 MPa. This corresponds to, or is even more favourable than today's S235 grade steel. However, it can be argued that the specimens taken from the top flange of the upper chord plates are of a lower-grade material as yielding is not detected and brittle fracture is experienced.

Zkušební vzorek Test specimen	Podélná zkouška tahem Longitudinal tensile test			Zkouška svařitelnosti Weldability test
	R <sub>eH</sub> [MPa]	R <sub>m</sub> [MPa]	A [%]	
6 – plech / 6 – plate	–	267,9	2,6	–
7 – plech / 7 – plate	–	283,6	2,3	–
8 – plech / 8 – plate	–	–	–	Křehký lom / Brittle fracture
9 – plech / 9 – plate	–	320,7	3,2	–
10 – plech / 10 – plate	–	–	–	Křehký lom / Brittle fracture

Tab. 3.8 Material test results

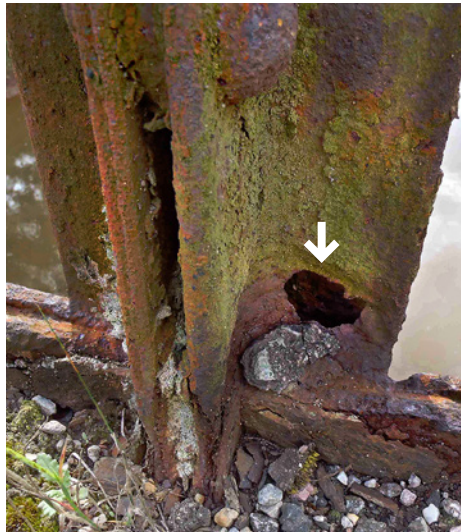
Weldability tests have generally shown susceptibility to brittle failure. The steel plate sam- ples were first notched and then welded. After cooling, bending to about 30° was carried out. Brittle fracture occurred in all specimens at the point of contact between the weld and wrought steel before the 30° angle was reached.

## Deterioration and corrosion weakening

The assessment of defects was based on the inspection and measured corrosion weak- ening of the members. The most significant defect affecting resistance the superstructure is the corrosion weakening of the lower chord of the main girder. The diagonal and verti- cal members were commonly weakened by up to 50% of their thickness at ground level.

o 50 % tloušťky. Místy jsou až zcela zkorodované. Mezi krčnými úhelníky a plechy svislice či diagonály hlavního nosníku narůstala štěrbinová koroze. Místy se objevovalo odlupování plátek vlivem korozního oslabení.

Další poruchy byly nalezeny na desce mostovky. Mostovku tvoří podlažnice Zorés uložené na podélníky a příčníky a na nich vybetonovaná deska s živičnou vozovkou. Betonová deska mostovky byla při okrajích u hlavních nosníků silně degradovaná a rozrušená, místy byly odhaleny podlažnice, které byly taktéž značně zkorodované.



Obr. 3.80. Korozní oslabení krčných úhelníků v úrovni vozovky  
Fig. 3.80 Corrosion weakening of the angles at the deck level



Obr. 3.81. Degradovaná vozovka s odhalenými podlažnicemi  
Fig. 3.81 Deteriorated concrete deck with exposed decking

Locally, they are even completely corroded. Crevice corrosion was increasing between the neck angles and the plates of the main truss vertical or diagonal. In some places flaking was observed due to corrosion.

Other defects were found on the bridge deck. The bridge deck consists of “Zorés” decking members laid on stringers and crossbeams and a concrete slab with asphalt pavement laid on top of them. The concrete slab of the bridge deck was severely degraded and eroded at the edges near the main girders. The damage to the slab resulted in local exposure of the severely corroded decking members.



Obr. 3.82. Stav mostu po rekonstrukci  
Fig. 3.82 Superstructure after reconstruction

## Zhodnocení stavu mostu

Údržba mostu je na dobré úrovni, v roce 2017 byla provedena kompletní rekonstrukce, v rámci které došlo k obnově protikorozní ochrany. Došlo také k vybourání betonové desky mostovky a ta byla nahrazena dřevěnými trámy. Oslabené hlavní ocelové nosníky byly zesíleny a oslabené prvky diagonál byly nahrazeny novými v totožných rozměrech. Most je použitelný a stavební stav mostu je II – velmi dobrý. Zesílený most má potenciál dlouhodobé životnosti.

## Assessment of the bridge condition

The maintenance of the bridge is adequate. In 2017 a complete reconstruction was carried out, in which the anti-corrosion coating was restored. The concrete slab of the bridge deck was also demolished and replaced with timber beams. The weakened verticals of main girders were strengthened and the weakened diagonal members were replaced with new ones of identical dimensions. The bridge serves its purpose, its technical state classified as II – very good. Despite the repairs carried out, irreversible effects of corrosion are visible on several members and connections. However, these affect reliability of the bridge insignificantly, having no effect on the load-bearing capacity of the structure. The strengthened bridge has now the potential for a long service life.

## 40 – Žatec – příhradový most – „Železný most“ Žatec – bridge over the River Ohře

silniční trémový příhradový most	road truss girder bridge
Ústecký kraj	Ústí nad Labem Region
okres Louny	Louny district
kat. území Žatec	cad. territory Žatec
	bez památkové ochrany
	no heritage protection
	GPS
	50°20'04.91" N
	13°32'20.39" E

Obr. 3.83. Pohled na most od západu v roce 2020



Fig. 3.83 View of the bridge from the west in 2020

Žatecký příhradový most přes řeku Ohři byl postaven v letech 1895–1896 a v současnosti převádí přes Ohři ulici Osvoboditelů vedoucí z pravobřežní strany z Husitského náměstí na levobřežní stranu k ulici Chomutovské a dále k železničnímu nádraží.

Most nahradil předchozí řetězový most inženýra Bedřicha Schnircha z let 1826–1827, který byl po Strážnickém mostě z roku 1824 (nejstarším řetězovém mostě na evropské pevnině) druhým nejstarším řetězovým mostem na našem území. Předchozí řetězový most měl délku cca 64 m, šířku cca 5,5 m, železo pro stavbu dodávala Fürstenberská knížecí huť Neu Joachimstal (Nový Jáchymov), dnes v okrese Beroun, díly pro most se vyráběly v Růženině huti ve Skuhrově nad Bělou u Rychnova nad Kněžnou v podniku Františka Antonína Kolovrata-Libštejnského.<sup>24</sup> Most byl demontován v roce 1895.

Stávající širší příhradový ocelový most začala v roce 1895 stavět pražská stavební firma Ing. Bohumila Bořkovce a stavitele Otakara Dvořáka, dne 13. června 1896 byl most slavnostně otevřen. Most byl standardně udržován, v roce 1932 byly provedeny nátěry konstrukcí a vyasfaltována vozovka, v roce 1938 byl asfalt vyměněn za žulovou dlažbu. Na konci druhé

The Žatec truss bridge over the River Ohře was built in 1895–1896. It currently carries Osvoboditelů Street over the River Ohře, leading from the right-bank side from Husitské náměstí to the left-bank side to Chomutovská Street and further to the railway station.

The bridge replaced the previous chain bridge by the engineer Bedřich Schnirch from 1826–1827, which was the second chain bridge in the Czech lands after the Strážnice Bridge dating from 1824 (the oldest chain bridge on the European mainland). The previous chain bridge was about 64 m long and about 5.5 m wide. The iron for the construction was supplied by the royal Fürstenberg ironworks, Neu Joachimstal (Nový Jáchymov), today in the Beroun district. The parts for the bridge were produced in the Růžena ironworks in Skuhrov nad Bělou near Rychnov nad Kněžnou, by the company of František Antonín Kolovrat-Libštejnský.<sup>24</sup> The bridge was dismantled in 1895.

The existing wider steel truss bridge was built in 1895 by the Prague construction company Ing. Bohumil Bořkovec and the builder Otakar Dvořák; the bridge was inaugurated on 13th of June 1896. The bridge was maintained in a standard way: in 1932 the structures

<sup>24</sup> Milada KRAUSOVÁ, *Historie Žatce – řetězový most*, viz Muzeum Žatec.

<sup>24</sup> Milada KRAUSOVÁ, *Historie Žatce – řetězový most*, see Muzeum Žatec (History of the town of Žatec – chain bridge, see Museum Žatec; in Czech).

světové války byla vozovka poškozena tanky, byla proto opět opatřena živičným povrchem. Na počátku 70. let byla silnice I. třídy I/27 Most–Plzeň převedena obchvatem mimo centrum Žatce a most pak sloužil vzhledem ke svému zhoršenému technickému stavu pouze pro pěší komunikaci. V roce 2000 přistoupilo město Žatec ke generální opravě mostu. Projekt rekonstrukce zpracovala projektová kancelář Pontex, s.r.o., a dodávku stavebních prací zajistila společnost Silnice Žatec, s.r.o., rekonstrukce zahrnovala úpravu ocelové konstrukce mostu, opravu desky mostovky a chodníků, izolaci, revizi ložisek, nové mostní uzávěry, sání opěr a úpravu předmostí.<sup>25</sup>

Most je jednootvorový jednopodlažní s dolní mostovkou, přímý, uzavřený, s omezenou volnou výškou, příhradový, ocelový a nýtovaný. Délka mostu je 88,20 m, délka přemostění a světlost 60,30 m, rozpětí 61,20 m, světlá šířka 8,48 m, z toho vozovka 5,00 m a chodníky 2 × 1,74 m.



Obr. 3.84. Reprodukce fotografie s pohledem na nově postavený most 1896 (archiv NTM 20170411\_01 Mosty)  
Fig. 3.84 Reproduction of a photograph with a view of the newly constructed bridge in 1896 (archive NTM 20170411\_01 Mosty)

were painted and the roadway asphalted, and in 1938 the asphalt was replaced with granite pavement. At the end of the Second World War the roadway was damaged by tanks, so it was resurfaced with asphalt. At the beginning of the 1970s, the I. class road I/27 Most–Plzeň was built, bypassing the centre of Žatec, and the bridge was thereafter used only for pedestrian traffic due to its deteriorated technical condition. In 2000, the town of Žatec undertook a general repair of the bridge. The reconstruction project was prepared by the design office Pontex, s.r.o. and the construction works were supplied by Silnice Žatec, s.r.o. The reconstruction included the modification of the steel structure of the bridge, repair of the bridge deck and pavements, insulation, revision of bearings, new expansion joints, rehabilitation of abutments and modification of the bridgehead.<sup>25</sup>

The bridge is a single-span, single deck with a lower bridge deck, straight, of close section with limited clearance, trussed, steel and riveted. The bridge length is 88.20 m, span length and clearance 60.30 m, span 61.20 m, with clear width 8.48 m, of which the roadway is 5.00 m and the sidewalks are 2 × 1.74 m.



Obr. 3.85. Pohled na most od jihozápadu v roce 2020  
Fig. 3.85 View of the bridge from the southwest in 2020

<sup>25</sup> Rekonstrukce železného mostu v Žatci. Zpráva Silnice Žatec, s.r.o., 07/2000-06/2001.

<sup>25</sup> Rekonstrukce železného mostu v Žatci (Reconstruction of the iron bridge in Žatec; in Czech). Zpráva Silnice Žatec, s.r.o., 07/2000-06/2001.

## Materiálový průzkum konstrukce

Na mostě byla provedena sada zkoušek za účelem stanovení parametrů základního materiálu konstrukce. Průzkum zahrnoval jak destruktivní, tak nedestruktivní zkoušky. Pro destruktivní testování byly odebrány 2 vzorky z konstrukce. První vzorek P1 byl odebrán z vodorovného styčnickového plechu ztužení, zatímco druhý vzorek U1 byl odebrán z nezatížené přečnávající části úhelníku vodorovného ztužení. Z odebraných vzorků byly zhotoveny 4 zkušební vzorky, na kterých byly provedeny zkoušky tahem, rázové zkoušky za ohybu při teplotě  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , spektrální analýzy chemického složení a metalografické zkoušky mikrostruktury. Nedestruktivní zkoušení zahrnovalo stanovení tvrdosti metodou dle Leeba.

Zkušební vzorek Test specimen	Podélná zkouška tahem Longitudinal tensile test			Zkouška vrubové houževnatosti Charpy V-notch test		Tvrdoměrné zkoušky Leeb rebound hardness test	
	$R_{eH}$ [MPa]	$R_m$ [MPa]	A [%]	Nárazová práce [J] Impact energy [J]	KCV [J·cm <sup>-2</sup> ]	Průměr HL Average HL	Průměr $f_u$ [MPa] Average $f_u$ [MPa]
1 – úhelník 1 – angle	357	470	29,4	-	-	369	459
2 – úhelník 2 – angle	368	416	34,1				
3 – plech 3 – plate	321	384	41,1	25	30,1	345	420
4 – plech 4 – plate	343	395	29				

S ohledem na stáří konstrukce lze předpokládat použití plávkové oceli. Až na mírně nižší hodnotu nárazové práce odpovídají zjištěné charakteristiky dnešní jakosti oceli S235 J2. U měřených hodnot lze obecně pozorovat značný rozptyl. Lze však tvrdit, že odebraná plochá ocel vykazuje nižší hodnoty meze kluzu a pevnosti než úhelníky. Dobrou shodu lze konstatovat při porovnání výsledků destruktivních a nedestruktivních zkoušek. Odchyšky hodnot meze pevnosti jsou menší než  $\pm 10\%$ . V tabulce uvedené výsledky tvrdoměrných zkoušek jsou průměrem z 9 měření. Tvrdost HL byla dle kalibračního vztahu převedena na skutečnou pevnost  $f_u$ .

Spektrální analýza chemického složení potvrdila nízký obsah uhlíku a dalších příměsí. Kujnost použité oceli byla dána nižším obsahem uhlíku než požadovaných 0,2%. Dobrá svařitelnost byla zajištěna nízkou hodnotou uhlíkového ekvivalentu CEV, který byl u obou vzorků výrazně nižší než 0,4. Strukturu oceli obou vzorků 1 a 3 tvoří převážně feritické zrna. Vzorek 1 má nízký podíl perlitické složky, naproti tomu vzorek P1 je tvořen v podstatě feritem a nízkým podílem struskových vměstků.

## Material survey of the structure

In-situ tests were carried out to determine properties of the structural material. The investigation included both destructive and non-destructive tests. For destructive testing, 2 samples were taken. The first sample was taken from the horizontal plate in the bracing to the bottom chord connection, while the second was taken from the unloaded overhanging flange of the horizontal bracing angle. Four test specimens were prepared from the samples and subjected to tensile tests, impact notch tests at  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , spectral analysis of chemical composition and metallographic microstructure tests. Non-destructive hardness testing was conducted by the Leeb rebound test method.

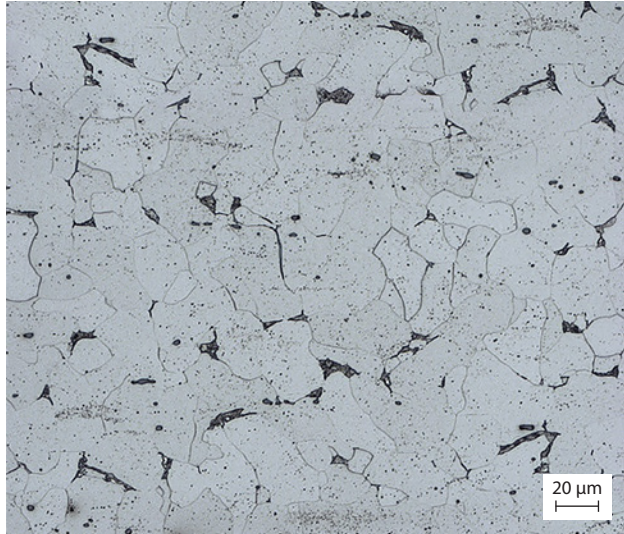
Označení vzorku Test specimen	Chemické složení Chemical composition							Uhlíkový ekvivalent Carbon equivalent
	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Al [%]	Fe [%]	CEV [-]
1 – úhelník 1 – angle	0,042	0,011	0,220	0,068	<0,150	0,0056	99,260	0,079
3 – plech 3 – plate	0,021	<0,01	0,248	0,043	<0,150	0,0068	99,300	0,063

Tab. 3.9. Materiálové parametry použité oceli  
Tab. 3.9 Steel properties

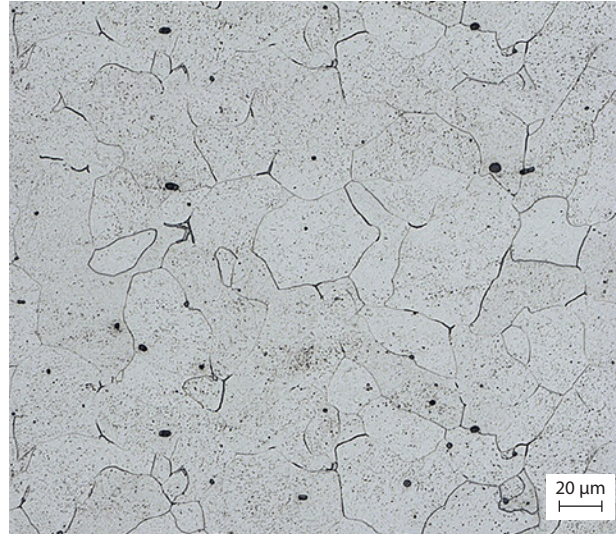
Tab. 3.10. Chemické složení vzorků  
Tab. 3.10 Chemical composition of the material

The use of mild steel – typical for the time of construction – can be assumed. Except for a slightly lower value of impact energy, the observed characteristics correspond to the present S235 J2 steel. In general, measurements exhibit a considerable variability. However, it can be argued that the investigated plate steel has lower yield strength and ultimate strengths than the angles. Satisfactory agreement can be found when comparing the results of destructive and non-destructive tests. The deviations of the ultimate strength values are up to 10%. Note that the hardness test results given in the table represent the average of 9 measurements. The Leeb hardness HL was converted to the estimate of ultimate strength  $f_u$  according to the general calibration relationship.

Spectral analysis of the chemical composition confirmed the low content of carbon and of other impurities. The steel is ductile due to a lower carbon content, well below the limit of 0.2%. Good weldability is ensured by the low carbon equivalent value CEV, which is significantly lower than 0.4 for both specimens. Specimen 1 has a low proportion of perlite component, whereas sample 3 is composed essentially of ferrite and a low proportion of slag inclusions.



Obr. 3.86. Mikrostruktura vzorku 1 (zvětšení 200×)  
Fig. 3.86 Microstructure of specimen 1 (magnification 200times)



Obr. 3.87. Mikrostruktura vzorku 3 (zvětšení 200×)  
Fig. 3.87 Microstructure of specimen 3 (magnification 200times)



Obr. 3.88. Korozní oslabení krčních úhelníků dolního pásu  
Fig. 3.88 Corrosion weakening of the bottom chord flange angles

## Popis poruch a korozního oslabení

Zhodnocení vad a poruch nosné konstrukce bylo provedeno na základě prohlídky a změněného korozního oslabení prvků. Nejzásadnější nalezenou poruchou z hlediska dopadu na statickou funkci nosné konstrukce je korozní oslabení krčních úhelníků dolního pásu hlavního příhradového nosníku, které jsou běžně oslabeny o cca 40 % tloušťky. Místa jsou až zcela zkorodované. Mezi krčním úhelníkem a plechem pásnice či stojiny dolního pásu narůstá štěrbinová koroze. Hlavy nýtů spojujících krční úhelník a plechy pásnice dolního pásu vykazují značné korozní oslabení. Běžně jsou oslabeny až o 50 %, lokálně chybí zcela.

Další poruchy byly nalezeny v přípoích členěných diagonál hlavního nosníku k dolnímu pásu. Vlivem nárůstu štěrbinové koroze zde dochází k oslabení a znetelné deformaci plechů diagonál. PKO v daném detailu byla obnovována, přičemž korozní zplodiny vzniklé v důsledku štěrbinové koroze byly novými vrstvami PKO překryty. V detailech přípoje členěných diagonál se v kritickém místě často vyskytují nečistoty. Při obhlídce dolního ztužení bylo pozorováno oslabení prvků povrchovou korozi. Vodorovné styčnickové plechy dolního ztužení jsou místy oslabené až o 30 % tloušťky na ploše cca 100 × 100 mm. Příruby úhelníků dolního ztužení jsou běžně korozně oslabeny na délce cca 200 mm o více než 50 %. Lokálně jsou úhelníky zcela zkorodované. Byť se v některých případech oslabení jeví jako poměrně zásadní, při uvážení možné redistribuce účinků zatížení do tuhé desky mostovky jej lze považovat za staticky méně významnou poruchu.

## Deterioration and corrosion weakening

The assessment of structural defects was based on the findings of the inspection and measured corrosion weakening of bridge members. The most significant defect affecting load-bearing capacity of the structure is the corrosion weakening of the main truss bottom chord flange angles that are often weakened by about 40 % of their thickness. In some sections they are even completely corroded. Crevice corrosion propagates between the bottom chord flange angle and web or flange plates. The heads of the rivets connecting the neck angle and the bottom cord flange plates show considerable corrosion weakening. They are commonly weakened by up to 50 %, locally they are missing completely.

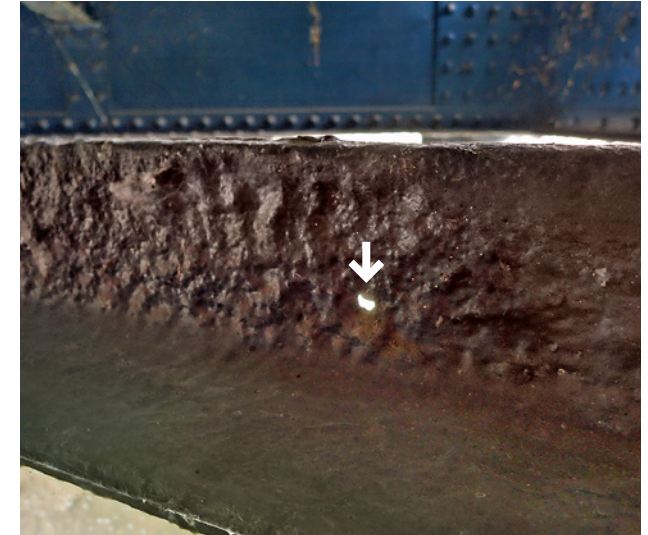
Other defects were found in the connection of the laced-up diagonals to the main truss bottom chord. Due to the crevice corrosion, the diagonal plates are weakened and noticeably deformed. The corrosion protection coating in this detail was renewed, and the corrosion products resulting from crevice corrosion were covered over by the new corrosion protection layers. In the connections of the laced diagonals, dirt and debris are often present in the critical cross-sections. During the inspection of the lower bracing, weakening of the members by surface corrosion was observed. The horizontal connection plates of the bottom lateral bracing are weakened locally by up to 30 % of the thickness over an area of approximately 100 × 100 mm. The flanges of the lateral bracing members angles are commonly corroded by more than 50 % over a length of about 200 mm. Locally the angles are corroded through by pitting corrosion. Although in some cases the weakening appeared



Obr. 3.89. Štěrbínová koroze krčních úhelníků dolního pásu  
Fig. 3.89 Crevice corrosion of the bottom chord flange angles



Obr. 3.90. Deformace diagonál v důsledku štěrbinové koroze  
Fig. 3.90 Deformation of diagonals due to crevice corrosion



Obr. 3.91. Korozní oslabení úhelníku dolního ztužení  
Fig. 3.91 Corrosion weakening of the bracing member

## Zhodnocení stavu mostu

Údržba mostu je na dobré úrovni, v roce 2015 byla provedena celková obnova PKO. Most je použitelný a stavební stav mostu je III – dobrý. I přes provedené opravy se však vyskytují nevratné následky předchozí koroze, jako je oslabení nosných prvků. To však nedosahuje takové míry, aby ovlivnilo bezpečnost mostní konstrukce, ani nemá zásadní dopad na zatížitelnost nosné konstrukce. Most má potenciál dlouhodobé životnosti.

to be quite substantial, when considering the possible redistribution of load effects to the rigid bridge deck slab, it can be considered a minor defect which affects the load-bearing capacity insignificantly.

## Assessment of the bridge condition

The maintenance of the bridge is adequate. In 2015, a complete renovation of the corrosion protection was carried out. The bridge serves its purpose, its technical state classified as III – good. Despite the repairs carried out, there are irreversible consequences of previous corrosion, such as weakening of the load-bearing members. Yet this does not significantly affect reliability of the bridge structure. The bridge has the potential for a long service life.

## 43 – Krnov – most přes Opavu Krnov – bridge over the River Opava

silniční trémový příhradový most	road truss girder bridge
Moravskoslezský kraj	Moravian-Silesian Region
okres Bruntál	Bruntál district
kat. území Krnov	cad. territory Krnov
	kulturní památka
	cultural monument
	GPS
	50°05'18.98" N
	17°42'28.99" E

Obr. 3.92. Pohled na most od západu v roce 2019

Současný ocelový silniční most ev. č. M6 označovaný jako most **Pod Bezručovým vrchem**, neboli také jako **most na ulici Opavské**, je vybudován v místě, kde již bylo postaveno několik jeho předchůdců různých konstrukcí. Most překlenuje řeku Opavu na důležité středověké i novověké zemské cestě, později přetřansformované v říšskou silnici, která propojovala města Krnov a Opavu, avšak most sloužil rovněž jako spojnice mezi centrem města a předměstím. Původní dřevěný, později kamenný most úzce navazoval na tzv. Opavskou bránu, která jako jedna ze tří prolamovala hrady města Krnova. Mosty postupně stály na stejném místě v obranném předpolí středověkých hradeb, později barokního bastionového opevnění. První původní dřevěný most patrně ze 14. století byl později, před rokem 1842, nahrazen kamenným obloukovým mostem o čtyřech klenbových polích vynášených třemi opěrnými pilíři a dvěma opěrami. Kamenný most na konci 19. století již nespĺňoval požadavky dynamicky se rozvíjejícího průmyslového města Krnova, pročež bylo rozhodnuto obloukový kamenný most snést a nahradit jej novým, ocelovým s vyšší únosností a širším průjezdním profilem.<sup>26</sup>

Nový ocelový nýtovaný most byl vyprojektován a zhotoven v Kleinových železárnách v Sobotíně. Uveden do provozu byl roku 1900. Datace zhotovení mostu s nápisem firmy zhotovitele „EISENWERK ZÖPTAU 1900“ jsou v reliéfu umístěny i v jednom ze čtyř čelních zdobných litinových prvků. Konstrukci mostu tvoří nýtovaná ocelová konstrukce o jednom poli. Základním nosným prvkem je dvojice příhradových nýtovaných segmentových podélných



Fig. 3.92 View of the bridge from the west in 2019

The current steel road bridge, No. M6, known as the Bridge under Bezruč Hill, or also as the bridge on Opavská Street, was built on a site where several bridges of different structural systems had stood in the past. The bridge spans the River Opava on an important medieval and then regional road, later transformed into an imperial road connecting the towns of Krnov and Opava. The bridge also served as a link between the town centre and the suburbs. The original timber bridge (later replaced with a stone bridge) was closely connected to the so-called Opava Gate – one of the three gates through the city walls of Krnov. The bridges stood on the same place in the outermost defensive part of the medieval walls, later the Baroque bastion fortification. The original timber bridge, likely dating from the 14th century, was later replaced, some time before 1842, by a stone arch bridge with four arch spans carried by three abutments and two piers. At the end of the 19th century, the stone bridge no longer met the requirements of the dynamically developing industrial town of Krnov, so it was decided to remove the stone arch bridge and replace it with a new steel bridge with a higher load-bearing capacity and a wider cross-section.<sup>26</sup>

The new steel riveted bridge was designed and constructed in Klein's ironworks in Sobotín. It was put into service in 1900. A plate bearing the construction dates and the inscription of the contractor's company "EISENWERK ZÖPTAU 1900" are also placed in relief on one of the four front decorative cast iron members. The bridge structure consists of a riveted

<sup>26</sup> KOLÁŘ, František – PRIX, Dalibor – ZEŽULA, Michal (ed.), *Krnov – historie, archeologie*. Ostrava, 2015.

<sup>26</sup> KOLÁŘ, František – PRIX, Dalibor – ZEŽULA, Michal (ed.), *Krnov – historie, archeologie* (Krnov – history, archeology). Ostrava, 2015.



nosníků složené soustavy s proměnnou výškou (osově 2,3–2,8 m). Osová vzdálenost příhrad je 1,92 až 2,7 m, celkové rozpětí příhradové konstrukce pole je 25,070 m. Užitečná průřezná šíře mostovky je 6,65 m, nosnou konstrukcí mostovky tvoří nýtované příčníky a systém podélníků, které jsou uloženy na příčníky. Po obou stranách podélných příhradových segmentových nosníků jsou osazeny chodníky pro pěší o šířce 2 m. Celková šíře mostu je 11,9 m. Podélné příhradové nosníky (do kterých je uchycena mostovka) jsou vynášeny dvojicí kamenných opěr, vnitřní nosnou konstrukci opěr tvoří lomové kamenivo různých frakcí spojené betonem; pohledový líc obou opěr je zhotoven z opracovaných žulových kvádrů. Příhradové podélné nosníky jsou uloženy na kamenné opěry přes ocelová ložiska. Pevné uložení spočívá na levobřežní opěře a posuvné uložení řešené pomocí ložiskových válců se nachází na pravobřežní opěře.<sup>27</sup>

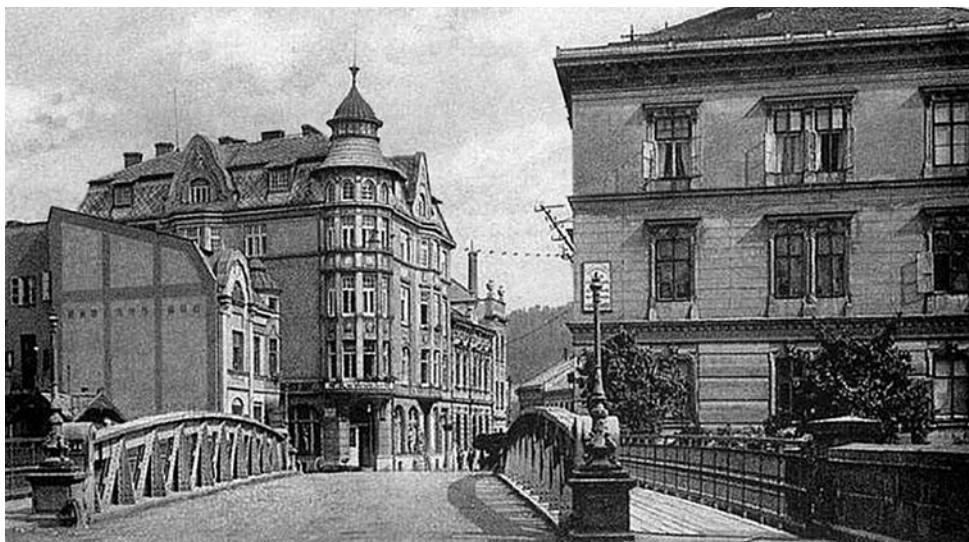
Stavebně technickou součástí mostu jako kulturní památky je i limnigrafická stanice měřící průtok vody v řece Opavě, přičemž původní stanice vybudovaná v roce 1902 byla dřevěná konstrukce. Již v roce 1927 nahrazena stanicí novou, zhotovenou z železobetonu, která svému účelu slouží dodnes.

Most prošel několika drobnými rekonstrukcemi, především po povodních. Nejzásadnější generální rekonstrukci most prodělal mezi lety 2014–2015. Před zahájením generální opravy byla nosnost mostu snížena na 3,5 t a most byl pro nákladní dopravu uzavřen. Při této rekonstrukci došlo k výměně zkorodovaných ocelových prvků a bylo přistoupeno k zesílení

steel structure with one span. The basic load-bearing member is a pair of riveted truss laced longitudinal beams of a composite system with variable height (axially 2.3–2.8 m). The truss spacing is 1.92 to 2.7 m along the axis and the total span of the truss structure is 25.070 m. The clear width of the bridge is 6.65 m. The bridge deck consists of riveted cross beams on which a system of stringers is placed. 2 m wide sidewalks are fitted on both sides of the longitudinal truss segments. The total width of the bridge is 11.9 m. The longitudinal truss girders (into which the bridge deck is fixed) are carried by a pair of stone abutments; the internal support structure of the abutments consists of rubble stones of various dimensions bonded with concrete; the face of both abutments is made of hewn granite blocks. The longitudinal trusses are placed on the stone abutments via steel bearings. The fixed bearing rests on the left bank abutment, and the sliding roller bearing is located on the right bank abutment.<sup>27</sup>

The limnographic station measuring the water flow in the River Opava is also a structural and technical part of the bridge listed as a cultural monument. The original station was built in 1902 from timber. It was replaced in 1927 by a new station made of reinforced concrete, which still serves its purpose today.

The bridge has undergone several minor reconstructions, mainly after floods. The most important reconstruction was carried out between 2014 and 2015. Before it began, the load-bearing capacity was reduced to 3.5 t and the bridge was closed to freight traffic.



Obr. 3.93. Foto mostu z roku 1912  
Fig. 3.93 Bridge photo in 1912



Obr. 3.94. Pohled na most od jihozápadu  
Fig. 3.94 View of the bridge from the southwest

<sup>27</sup>KOLÁŘ, František – PRIX, Dalibor – ZEŽULA, Michal (ed.), *Krnov – historie, archeologie*. Ostrava, 2015.

<sup>27</sup>KOLÁŘ, František – PRIX, Dalibor – ZEŽULA, Michal (ed.), *Krnov – historie, archeologie*. (Krnov – history, archeology; in Czech) Ostrava, 2015.

mostu o další dodatečné prvky z důvodu plánovaného zvýšení nosnosti, která měla činit pro normální zatížitelnost 17 t a výhradní zatížitelnost 40 t. Po dokončení opravy mostu v roce 2015 došlo i k opravě limnigrafické stanice.

### Technické zvláštnosti konstrukce

Památkově chráněný most prošel v roce 2015 zevrubnou rekonstrukcí. Odběry vzorků i provedení tvrdoměrných zkoušek, při kterých je nutno zbrousit místo zkoušky na hladký materiál, nebyly provedeny. Zásahem do konstrukce by byl redukován přínos nedávné rekonstrukce. S ohledem na stáří konstrukce, která byla realizována v roce 1900, lze na mostě předpokládat použití svárkového železa, případně plávkové oceli. Při rekonstrukci mostu byly místně oslabené části nahrazeny přivařenými plechy. S ohledem na svařitelnost oceli lze tedy na mostě předpokládat spíše použití plávkové oceli. Zajímavostí je, že konstrukce je v původním stavu projektována na zatížení silničním parním válcem o celkové hmotnosti 17 t, rozprostřené na délce cca 6 m. Předpisy v dané době nicméně předpokládaly návrh na výrazně nižší hodnotu zatížení čtyřkolovými nákladními vozy se dvěma potahy s celkovou hmotností 15 t, rozprostřenou na délce 15 m. I z tohoto důvodu možná tento most jako jeden z mála v okolí přežil obě světové války.

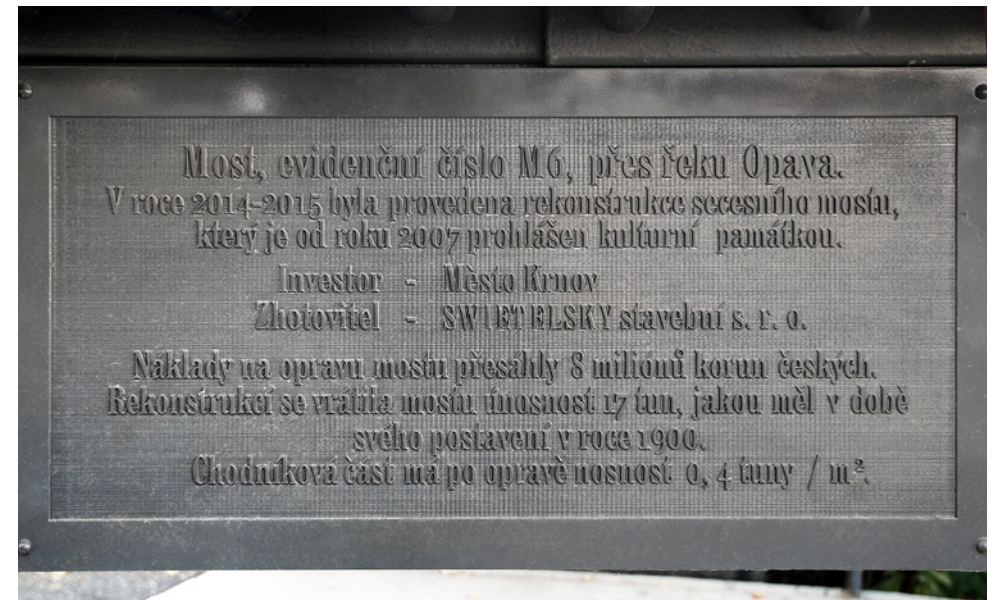


Obr. 3.95. Štítek s informacemi o přípustném zatížení v původním stavu konstrukce  
Fig. 3.95 Historical plate with information about the permissible load of the structure at that time

During the 2014–2015 reconstruction, corroded steel members were replaced and the bridge was reinforced with additional members due to the planned increase of the load-bearing capacity, which was to be 17 t for normal load-bearing capacity, and 40 t for load-bearing capacity for controlled traffic conditions. After the repair of the bridge was completed in 2015, the limnographic station was also repaired.

### Technical features of the structure

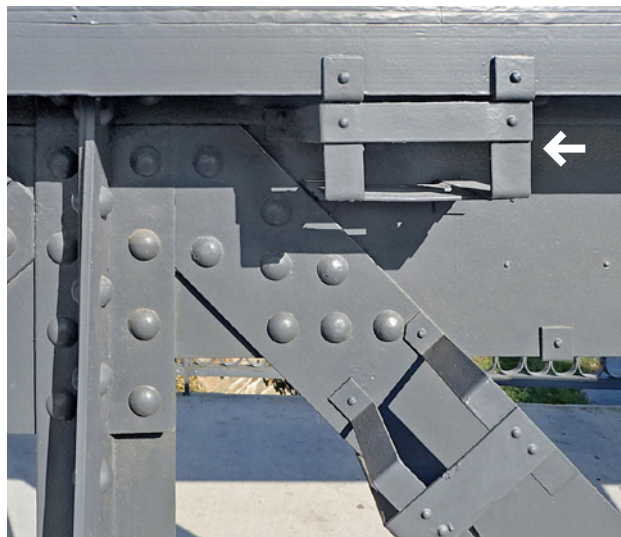
The cultural monument underwent a major reconstruction in 2015. Destructive and hardness tests, which require cutting the structure or grinding of the test site to a smooth material, were abandoned. Any interference with the structure would reduce the benefits of the recent reconstruction. For the structure completed in 1900, the use of wrought steel or mild steel – both typical for that time – can be expected. During the reconstruction of the bridge, the locally weakened parts were replaced with welded plates. Because of the proven weldability, it is likely that the structural material is mild steel. It is interesting to note that the original structure was designed for a road steam roller load of 17 t with a loaded length of about 6 m. This was much more than required by the regulations at that time, which assumed a design for a significantly lower load due to four-wheel trucks with two carts with a total weight of 15 t with a loaded length of 15 m. The higher load-bearing capacity was likely one of the reasons that this bridge has been one of the few in the area to survive both world wars.



Obr. 3.96. Štítek s informacemi o stávajícím stavu konstrukce po rekonstrukci  
Fig. 3.96 Label with information about the the structure after reconstruction



Obr. 3.97. Dekorativní prvek plnící funkci ochrany nosníku před nárazem  
Fig. 3.97 Decorative casting acting as impact protection for the beam



Obr. 3.98. Kovové kapsy pro umístění trhavin  
Fig. 3.98 Metal pockets for placing explosives



Obr. 3.99. Koroze výplňových prutů hlavního nosníku v oblasti na přechodu skrze konstrukci mostního svršku  
Fig. 3.99 Corrosion of the main beam diagonals at the passage detail through the bridge superstructure

Ke zvláštnostem technického řešení lze řadit atypické řešení portálových svislic, které jsou vetknuty do masivních secesních odlitků s plastickými volutami. Kromě estetické funkce zároveň tento prvek plní roli ochrany proti nárazu vozidla do čela hlavního nosníku. Další zajímavostí jsou kovové kapsy, připevněné ve třetí příhradě hlavního nosníku. Tyto kapsy se navrhovaly za účelem umístění trhavin pro odstřel mostu, kterým by byla při válečném konfliktu získána taktická výhoda nad nepřítelem při obraně opěrného bodu. Tento přístup se od roku 1989 při realizaci nových mostů nepoužívá.

### Popis poruch a korozního oslabení

Stav PKO je po nedávné rekonstrukci velmi dobrý. Lze však konstatovat, že provedením nových vrstev PKO byly zatřeny korozní úbytky v některých detailech konstrukce. Při rekonstrukci tedy zejména došlo k přerušení korozních procesů, nicméně oslabení v některých detailech sanováno nebylo. Významnější korozní úbytky cca 30% tloušťky úhelníků jsou patrné v detailu průchodu členěných výplňových prutů skrze konstrukci mostního svršku, případně také v oblastech krčních úhelníků dolních pásů, kdy jsou jak úhelníky, tak přilehlé plechy stojiny T průřezu dolního pásu zkorodované o cca 30%. Vodorovné styčnickové plechy v přípojkách dolního ztužení jsou korozi významně oslabeny, běžně až o 50%, v oblasti nad opěrami jsou potom oslabeny do ostra. Místa s nejrozsáhlejším korozním oslabením však byla při rekonstrukci sanována přeplátováním, kdy byla část poškozeného plechu odříznuta a opětovně nahrazena přivařeným plechem.

Interesting is the atypical design of the portal verticals, which are embedded into massive Art Nouveau castings with plastic volutes. In addition to its aesthetic function, this member also acts as a protection against impact of vehicles into the main beam. Another interesting feature is the metal pockets fitted in the third truss of the main beam. These pockets were designed for insertion of explosives which could be use in the event of war. The bridge could then be blown up, which would give a tactical advantage over the enemy while defending the bridgehead. Such a feature has not been used in the construction of new bridges in the Czech lands since 1989.

### Deterioration and corrosion weakening

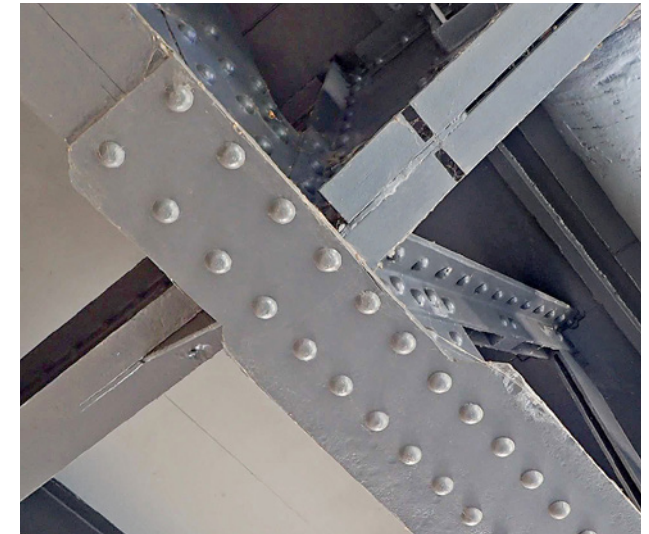
The corrosion protection coating is in very good condition after the recent reconstruction. However, in some details the new layers of corrosion protection covered over and concealed the corrosion losses. The reconstruction has largely mitigated the corrosion processes, but the weakening in some details has not been treated. More significant corrosion losses of about 30% of the angles' thickness are apparent in various connections. The horizontal joint plates in the bottom lateral bracing connections are significantly weakened by corrosion, typically by up to 50%. However, the sections with the most extensive corrosion weakening were rehabilitated by patching during the reconstruction, whereby part of damaged plates was cut off and replaced with welded plate patches.



Obr. 3.100. Korozní oslabení v oblasti krčních úhelníků dolního pásu  
Fig. 3.100 Corrosion weakening in the bottom chord flange angles



Obr. 3.101. Korozní oslabení vodorovných styčnickových plechů  
Fig. 3.101 Corrosion weakening of horizontal contact plates



Obr. 3.102. Oslabení dolního pásu v místě odběru vzorků  
Fig. 3.102 Weakening of the lower belt at the sampling site

I přes nezpochybnitelný přínos provedené rekonstrukce lze na konstrukci pozorovat i některé méně citlivé zásahy. Například způsob zesílení římsových nosníků přivařenými záplatami se minimálně z estetického hlediska jeví jako diskutabilní. Také způsob provedení odběru vzorků z pásnice dolního pásu pro diagnostiku materiálu by mohl být citlivější, byť dopad na spolehlivost konstrukce je jistě minimální. Mezi další poruchy lze řadit trhliny v těsnicím tmelu v detailu přechodu konzolové lávky na opěru. Podružnější poruchy byly zaznamenány na cizím zařízení, které je tvořeno samonosnou lávkou pro převedení inženýrských sítí na druhý břeh Opavy. Prostor lávky je zanesen nečistotami a dolní pásy její příhradové koroze jsou oslabeny povrchovou korozí průměrně o 1 až 2 mm.

## Zhodnocení stavu mostu

Péče o konstrukci je na dobré úrovni. Poslední rekonstrukce proběhla v roce 2015, kdy byla kompletně obnovena PKO, dále byly sanovány konzolové lávky a detaily nejvíce postižené korozí. I přes dílčí výhrady je výsledek rekonstrukce zejména v oblasti mostního svršku působivý a lze jej hodnotit velmi pozitivně. Na konstrukci nejsou patrné žádné známky štěrbinové koroze, což je u tohoto typu konstrukce i s ohledem na její stáří raritní. Korozní zplodiny související se štěrbinovou korozí byly pravděpodobně během rekonstrukce odstraněny a byla učiněna opatření proti jejímu dalšímu šíření. Stav mostu je dobrý, most je použitelný. Dílčí korozní úbytky odpovídají stáří konstrukce a nemají zásadní vliv na zatížitelnost a spolehlivost konstrukce. Rekonstrukcí bylo zajištěno zvýšení normální zatížitelnosti na původní projektovanou hodnotu 17 t.

Despite the unquestionable benefits of the reconstruction, some insensitive interventions are noticeable on the structure. For example, the method of reinforcing the cornice beams with welded patches seems doubtful, at least from an aesthetic point of view. The bottom chord test samples for material diagnostics could have been cut off more sensitively, especially since the effect on the reliability of the structure is surely negligible. Secondary observed defects involve cracks in the sealant in the joint of the cantilevered sidewalk with the abutment. Some minor defects have been noticed in the structure supporting the pathway above the abutment. The inner space of this structure is clogged with debris and the bottom chords of its trusses are weakened by uniform corrosion by an average of 1 to 2 mm.

## Assessment of the bridge condition

The structure is adequately maintained. The last reconstruction was carried out in 2015, when the corrosion protection was completely restored, and the cantilevered footbridges and details most affected by corrosion were rehabilitated. The result of the reconstruction, especially in the area of the bridge superstructure, is positive. There are no signs of crevice corrosion on the structure, which is unique for this type of structure, especially considering its age. The corrosion products associated with crevice corrosion were likely removed during the reconstruction and measures were taken to prevent further progress. The condition of the bridge is good, and the bridge serves its purpose. The observed corrosion losses correspond to the age of the structure and do not have a significant effect on its load-bearing capacity and reliability. The reconstruction ensured an increase in the permissible load to the original value of 17 t.

## 48 – Praha – most Svatopluka Čecha Prague – bridge of Svatopluk Čech

silniční sdružený obloukový most	road and tram arch bridge
Hlavní město Praha	Capital City of Prague
Praha 1	Prague 1 district
kat. území Staré Město	cad. territory Old Town
	kulturní památka*
	cultural monument*
	GPS
	50°05'33.48" N
	14°25'02.83" E

Obr. 3.103. Pohled na most od západu v roce 2020



Fig. 3.103 View of the bridge from the west in 2020

**Čechův most postavený v letech 1906–1908 je nejkratším historickým pražským mostem, jediným ocelovým obloukovým mostem ve městě a také jediným takto velkým secesním mostem v ČR.**

Čechův most, postavený v Praze v letech 1906–1908, je dokladem jak technického, tak i širšího urbanistického konceptu rozvoje města počátkem 20. století. Navazuje na nově proraženou osu dnešní Pařížské třídy, vzniklé dřívější asanací Josefova. Na holešovické straně měl mít pokračování v projektované komunikaci letenským průkopem či tunelem. Tentýž koncept počítal na Starém Městě s prodloužením trasy Pařížské třídy mírným zálohem novou spojnicí Staroměstského náměstí s Můstkem. Původní dopravní a urbanistický záměr zůstal ale nedokončen, zvláště po proražení letenského tunelu v ose dnešního mostu Štefánikova. Čechův most končí před úpatím letenského svahu. Projektanty stavební stránky mostu byli inženýři Jiří Soukup a František Mencl, stavitelé řady dalších pražských mostů. Architektonické řešení vypracoval arch. Jan Koula, který byl zároveň autorem současného návrhu na provedení průkopu Letnou v ose nového mostu. Stavbu pilířů s tuhou výztuží z profilových želez založených na kesonech provedla známá pražská firma Kapsa & Müller. Stavba pilířů byla slavnostně zakončena položením posledního kamene císařem Františkem Josefem I. dne 17. dubna 1907. Ocelovou konstrukci montovaly tři pražské mostárny, každá

**Built in 1906–1908, the Čechův Most Bridge is the only steel arch bridge in Prague. It is the largest Art Nouveau bridge in the Czech Republic.**

Built in Prague between 1906–1908, the Čechův Most Bridge is a testimony to the technical progress and the broader urban development concept of the city in the early 20th century. It follows Pařížská avenue, created during the earlier redevelopment of the historic quarter of Josefov. On the Holešovice side, it was to be continued in the projected roadway cutting through the Letná slope. On the Old Town side, the same concept envisaged an extension of Pařížská Avenue by way of a slight curve and a new connection between the Old Town Square and Můstek. However, the original traffic and urban planning remained unfinished, especially after the Letná tunnel was made along the axis of today's Štefánik Bridge. The Čechův Most Bridge ends in front of the foot of the Letná slope. The designers of the bridge were the engineers Jiří Soukup and František Mencl, builders of many other Prague bridges. The architectural design was developed by arch. Jan Koula, who was also the author of the current design for the Letná cutting along the axis of the new bridge. The construction of the piers with rigid reinforcement made of profile irons, based on caissons, was carried out by the well-known Prague company Kapsa & Müller. The construction of the piers was ceremoniously completed with the laying of the last stone by Emperor Franz Joseph I on the 17th of

\*Městská památková rezervace Praha, Historické centrum Praha (jádrové území C 616-001 WHL UNESCO)

\*urban conservation area of the city of Prague, Historic Centre of Prague (core zone C 616-001 of the WHL UNESCO)

jeden oblouk – pravobřežní oblouk strojírna bratří Prášilů, střední Pražská akciová strojírna a levobřežní První českomoravská továrna na stroje. Tyto ocelové obloukové konstrukce jsou součástí architektonického výrazu mostu. Most byl slavnostně otevřen 6. června 1908.<sup>28</sup>

Na výzdobě mostu se podílela řada umělců. Autorem postav čtyř Viktorií nacházejících se na litinových sloupech na výběřích budkách je Antonín Popp, postavy bronzových světloňošů provedli Ludvík Wurzel a Karel Opatrný, kandelábrů jsou zdobeny pracemi Gustava Zouly, reliéfní výplně části polí ocelové konstrukce byly provedeny podle návrhů Karla Klusáčka. Zatímco architektonické řešení mostu je secesní, některé jeho ozdobné prvky sledují tradici neorenesance. Součástí výzdoby mostu bylo i jeho osvětlení, k němuž sloužilo 200 žárovek a plynové flambony v pochodních světloňošů.<sup>29</sup>

Čechův most má 3 pole a 2 návodní pilíře. Pole 1 o rozpětí 47,6 m je na straně staroměstské, pole 2 má rozpětí 52,9 m a pole 3 o rozpětí 59,0 m je na straně letenské. Hlavní nosnou konstrukcí mostu je ocelový příhradový dvoukloubový oblouk s horní mostovkou. Niveleta mostu je v podélném sklonu 2,0%, ve stoupání směrem k letenské straně. Vzepětí oblouků se mění od 1/16,8 (na straně staroměstské) ku 1/11 (na straně letenské). Oblouky jsou velmi ploché. V každém poli je 8 příhradových oblouků umístěných vedle sebe. Osová vzdálenost



Obr. 3.104. Výstavba spodní stavby mostu  
Fig. 3.104 The bridge substructure construction

<sup>28</sup> Hana HLUŠIČKOVÁ (ed.), *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*, III. díl, Praha 2003, s. 223–224; Památkový katalog – heslo Most Svatopluka Čecha; *Slavnostní otevření mostu Svatopluka Čecha*, in: *Národní listy*, roč. XLVIII, č. 156, 6. června 1908, s. 1–2.

<sup>29</sup> Hana HLUŠIČKOVÁ (ed.), *Technické památky*, s. 223.

April 1907. The steel structure was assembled by three Prague bridge factories, each of them building one arch – the right bank arch was assembled by the Prášil Brothers' engineering plant, the middle one by the Pražská akciová Engineering Plant and the left bank arch by the První českomoravská machine factory. The bridge was inaugurated on the 6th of June 1908.<sup>28</sup>

Many artists participated in the decoration of the bridge. The author of the figures of the four Victorias on the cast-iron columns of the toll houses is Antonín Popp; the figures of the bronze light-bearers were made by Ludvík Wurzel and Karel Opatrný; the candelabras are decorated with the works of Gustav Zoula; the relief fillings of part of the spans of the steel structure were made according to the designs of Karel Klusáček. While the architectural design of the bridge is Art Nouveau, some of its decorative elements follow the Neo-Renaissance tradition. An integral part of the decoration of the bridge was its lighting, which was provided by 200 light bulbs and gas flambons in the torches of light-bearers.<sup>29</sup>

The bridge has 3 spans and 2 pillars. The first span is 47.6 m on the Old Town side, the middle span 2 is 52.9 m, and span 3 is 59.0 m on the Letná side. The main structure of the bridge is a steel truss double-jointed arch with an upper bridge deck. The bridge level is at a longitudinal inclination of 2.0%, with a slope towards the Letná side. The camber of the arches varies from 1/16.8 (on the Old Town side) to 1/11 (on the Letná side). The curves are very flat.



Obr. 3.105. Most v roce 1914 (archiv NTM 20170410\_01 Mosty)  
Fig. 3.105 The bridge in 1914

<sup>28</sup> Hana HLUŠIČKOVÁ (ed.), *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*, III. díl, Technical Monuments in Bohemia, Moravia and Silesia, Part III; in Czech, Praha 2003, p. 223–224; Monuments Catalogue – entry the bridge of Svatopluk Čech; *Svatopluk Čech's Bridge opening ceremony*, in Czech. In: *Národní listy*, roč. XLVIII, č. 156, 6. června 1908, p. 1–2.

<sup>29</sup> Hana HLUŠIČKOVÁ (ed.), *Technické památky*, (Technical Monuments; in Czech) p. 223.

oblouků v příčném směru je 2,0 m, pouze dva střední oblouky jsou umístěny ve vzdálenosti 3,2 m v důsledku klenby nad otvorem v pilíři. V půdorysu se jedná o šikmý most se šikmostí 85°, tzn. že jednotlivé oblouky jsou vůči sobě posunuty v podélném směru. V příčném směru jsou mezi oblouky příhradová svíslá ztužidla. V úrovni horních pásů jsou příhradové příčníky mostovky. Na příčnicích byla původně žlábková železa (Zorés) výšky 125 mm a vozovka byla provedena z dřevěných kostek. Průřezy horních a dolních pásů hlavních nosníků jsou jednotěnně nýtované tvaru T. V úrovni dolních pásů jsou podélná příhradová ztužidla. Ocelová konstrukce byla navržena z plávkové oceli podle tehdejších předpisů platných pro státní mosty první třídy. Hlavní nosníky jsou uloženy na opěry a na pilíře pomocí ocelolitinových kloubů nad úrovní nejvyšší hladiny vody.

Na předmostích vznikly velké podzemní prostory, na letenské straně byl prostor zamýšlen kavárny s výhledem na řeku využit v letech 1954–1956 jako podjezd. Při úpravách v letech 1953–1956 bylo rozšířeno předmostí na letenské straně v souvislosti se stavbou schodiště pod pomníkem J. V. Stalina. Byly zrušeny podzemní prostory plánované kavárny v mostní opěře, odstraněny gloriety na přední straně předmostí a na jejich místo přemístěny výběřčí budky se sloupy s Viktoriemi. Obě Viktorie byly otočeny čelem ke staroměstskému břehu, shodně se staroměstskými (v roce 1981 byly vráceny do původního stavu). V roce 1956 byl rovněž v rámci nového dopravního řešení proveden přesun kaple sv. Máří Magdalény do její dnešní polohy. V letech 1971–1975 proběhla rozsáhlá rekonstrukce mostu, při které byla také odstraněna původní dřevěná dlažba. Pojmenování mostu se v průběhu času měnilo. V letech 1903 až 1904, v době studií mostu, se hovořilo o mostu přes Vltavu v pokračování asanační třídy, v letech 1905 až 1908, v době projektování a stavby mostu, to byl most v prodloužené Mikulášské třídě. Až po uvedení mostu do provozu v roce 1908 dostal jméno Most Svatopluka Čecha. V letech 1940 až 1945, v období okupace, byl přejmenován na Mendelův most. Od roku 1945 nese jméno Čechův most.<sup>30</sup>

## Technické zvláštnosti konstrukce

Secesní most Svatopluka Čecha byl prvním pražským mostem 20. století – budován byl od roku 1905 a do provozu byl předán v roce 1908. Rozpětí jeho tří ocelových mostních polí se navzájem liší: 47,8 m + 53,1 m + 59,2 m, celková délka mostu je 176 m. Jedná se o nejkratší pražský most přes Vltavu, avšak je velmi bohatě zdoben. Po stranách mostu se nacházejí sloupy s Viktoriemi, na zhlavích pilířů jsou bronzové sochy světloňošů, hydry a zábradlí je zdobené v secesním stylu. Od roku 1958 je most památkově chráněn.

There are 8 truss arches placed side by side in each span. The axial distance of the arches in the transverse direction is 2.0 m; only the two central arches are placed at a distance of 3.2 m due to the arch over the opening in the pillar. In the schematic, the bridge is shown as an inclined bridge with an inclination of 85°, i.e. the individual arches are offset from each other in the longitudinal direction. In the transverse direction, there are vertical stiffeners between the arches. The bridge deck trusses are at the level of the upper chords. The crossbeams were originally 125 mm high gutters irons (Zorés) and the roadway was made of timber blocks. The cross-sections of the upper and lower chords of the main girders are single-wall riveted T-shapes. There are longitudinal truss stiffeners at the level of the lower chords. The steel structure was designed from mild steel according to the regulations in force at that time for state bridges of the first class. The main girders are placed on the abutments and on the piers by means of cast-iron/ steel joints above the highest water level.

Large underground spaces were created on the bridgeheads. The space on the Letná side, originally intended as a café overlooking the river, was used as an underpass in 1954–1956. During the 1953–1956 modifications, the forebridge on the Letná side was widened in connection with the construction of the staircase under the monument to J. V. Stalin. The underground space of the planned café in the bridge abutment was removed, the gloriets on the front side of the forebridge were also removed, and the toll houses with Victoria statues were relocated in their place. Two of the Victorias were turned to face the Old Town bank, identical to the Old Town ones (they were returned to their original state in 1981). In 1956, the Chapel of St Mary Magdalene was also moved to its present position as part of a new traffic layout. In 1971–1975 the bridge was extensively reconstructed, during which the original timber pavement was also removed. The name of the bridge has changed over time. Between 1903 and 1904, at the time of development of the concept of the bridge, it was referred to as the bridge over the River Vltava in the continuation of the Remediation Avenue; between 1905 and 1908, at the time of the design and construction of the bridge, it was the bridge in the extension of Mikulášská Avenue. After the bridge was put into operation in 1908, it was named Svatopluk Čech's Bridge. Between 1940 and 1945, during the period of occupation, it was renamed the Mendel Bridge. Since 1945, it has been called the Čechův Most Bridge.<sup>30</sup>

## Technical features of the structure

The Art Nouveau Svatopluk Čech Bridge was the first Prague bridge of the 20th century – it was built from 1905 and put into service in 1908. Its three steel spans differ from each other: 47.8 m + 53.1 m + 59.2 m, the total length of the bridge being 176 m. It is the shortest bridge over the River Vltava in Prague, and is richly decorated. There are columns with statues of Victorias on the sides of the bridge, bronze statues of light-bearers and hydres on the pillar heads, and the railings are decorated in Art Nouveau style. The bridge has been protected as a national cultural monument since 1958.

<sup>30</sup> Dušan JOSEF, *Encyklopedie mostů v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*, Praha 1999, s. 273–274; Hana HLUŠIČKOVÁ (ed.), *Technické památky*, s. 223–224.

<sup>30</sup> Dušan JOSEF, *Encyklopedie mostů v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*, (Encyclopaedia of bridges in Bohemia, Moravia and Silesia; in Czech) Praha 1999, p. 273–274; Hana HLUŠIČKOVÁ (ed.), *Technické památky*, (Technical Monuments; in Czech) p. 223–224.

## Opravy mostu

Při úpravách v letech 1953–1956 bylo rozšířeno předmostí na letenské straně, současně se stavbou schodiště pod Stalinovým pomníkem. Byly zrušeny podzemní prostory plánované kavárny v mostní opěře, odstraněny gloriety na přední straně předmostí a na jejich místo byly přemístěny výběřčí budky se sloupy s Viktoriemi. V rámci rekonstrukce v letech 1971–1975 byly vyměněny některé prvky ocelové nosné konstrukce. Oprava hlavních nosníků spočívala převážně ve výměně velkého počtu nýtů. Některé prvky vodorovného a příčného ztužení byly vyjmuty a nahrazeny novými prvky stejných dimenzí. Dále byla provedena oprava zábradlí a byla odstraněna původní dřevěná dlažba tvořící vozovku, která byla nahrazena vozovkou asfaltovou. V roce 1997 byla provedena sanace levobřežního podjezdu mostu. V letech 2000 až 2001 proběhla rekonstrukce ocelové konstrukce mostu. Předmětem rekonstrukce byla oprava příčníků a svislého ztužení v polích I, II a III. Dále byly přivařeny nové výztuhy ke stávajícím mostovkovým plechům, byla provedena oprava zábradlí, oprava mostních závěrů a oprava veřejného osvětlení. V roce 2014 proběhly restaurátorské práce na mýtních domcích. Restaurátorský zásah spočíval v odstranění depozit a výkvětů na kamenech a v obnově spárování.



Obr. 3.106. Pohled na mostovku při rekonstrukci v roce 2000–2001  
Fig. 3.106 View of the bridge deck during reconstruction in 2000–2001

## Bridge repairs

During the 1953–1956 modifications, the bridgehead on the Letná side was widened at the same time as the staircase under the Stalin monument was built. The underground space of the planned café in the bridge abutment was removed, the gloriets on the front side of the bridgehead were also removed, and the toll houses with Victoria columns were relocated in their place. As part of the 1971–1975 reconstruction, some members of the steel load-bearing structure were replaced. Repairs to the main girders consisted mainly of replacing a large number of rivets. Some members of horizontal and transverse bracing were removed and replaced with new members of the same dimensions. The railings were also repaired and the original timber pavement was removed and replaced with asphalt pavement. In 1997, the left bank underpass of the bridge was rehabilitated. The steel structure of the bridge was reconstructed between 2000 and 2001. The subject of the reconstruction was the repair of the crossbeams and vertical bracing in spans I, II and III. In addition, new bracing was welded to the existing bridge deck plates, and the railing, expansion joints and public lighting were also repaired. In 2014, restoration work was carried out on the historic toll houses. The restoration work consisted of removing deposits and efflorescence on the stones and restoring the pointing.



Obr. 3.107. Pohled na mostovku při rekonstrukci v roce 2000–2001 – detail příčníku  
Fig. 3.107 View of the bridge deck during reconstruction in 2000–2001 – detail of crossbeam



## Popis poruch a korozního oslabení

Mostovka je nejvíce porušenou částí ocelové konstrukce. Charakteristickou poruchou jsou trhliny ve svarech mostovky v místě styku podélných výztuh mostovkových desek a příčníků. Příčinou poruch svarů je pravděpodobně vliv dynamických účinků od přejezdů automobilové a tramvajové dopravy a únavově nevhodné detaily. Z tohoto důvodu dochází až k odtržení svaru a následně pak k deformaci při přejezdu a porušení izolace. Tato porucha se objevuje především v oblasti tramvajového pásu. V místě poruchy dochází k zatékání a vyplavování hlinitých nečistot, voda pak způsobuje povrchovou a štěrbinovou korozi. Z důvodu zatékání dochází ke koroznímu oslabení mostovkového plechu a podélných a příčných výztuh. Ve spáře mezi podélnými výztuhami a příčníky se tvoří štěrbinová koroze. Vyplavování nečistot z důvodu poruchy těsnosti izolace vede k nevzhlednému obarvení prvků mostovky a přilehlé nosné konstrukce.



Obr. 3.108. Trhliny ve svarech mostovky, zatékání a vyplavování nečistot  
Fig. 3.108 Cracks in bridge deck welds, leakage and leaching of dirt

Ocelové příčníky mostu jsou ve většině případů v dobrém stavu. Avšak zejména u příčníků mezi středními oblouky se vyskytuje lokální korozní oslabení stojiny, horní a dolní pásnice příčníků v místech zatékání příčnou spárou mezi mostovkovými deskami. Příčníky jsou tvořeny dvojicí válcovaných U profilů stojinami orientovanými k sobě. Ve spáře mezi stojinami dochází místy k odlupování a poruše PKO a koroznímu oslabení stojin U profilů. Tato porucha je patrná u příčníků, kde dochází k zatékání příčnou spárou mezi mostovkovými deskami.

## Deterioration and corrosion weakening

The bridge deck is the most damaged part of the steel structure. The most characteristic defects are cracks in the bridge deck welds at the point of contact between the longitudinal stiffeners of the bridge deck slabs and the crossbeams. The cause of the weld defects is likely the dynamic effects from car and tram crossings, and inadequate fatigue details. For this reason, the welds are spalling off and subsequent deflections of the bridge are causing damage to the insulation. This defect occurs mainly in the tramline area. At the point of defect, clay impurities are flooded and washed away, and water causes surface and crevice corrosion. Due to the flooding, the bridge deck plate and the longitudinal and transverse bracings are corroded. Crevice corrosion develops in the joint between the longitudinal bracing and the crossbeams. Leaching of dirt due to insulation leakage defect leads to unsightly colouring of the bridge deck members and the adjacent load-bearing structure.



Obr. 3.109. Trhliny ve svarech mostovky, zatékání a vyplavování nečistot  
Fig. 3.109 Cracks in bridge deck welds, leakage and leaching of dirt

In most cases, the steel crossbeams of the bridge are in good condition. However, particularly in the crossbeams between the middle arches, there is local corrosion weakening of the web, upper and lower flanges of the crossbeams at the points of leakage through the transverse joint between the bridge deck slabs. The crossbeams are formed by a pair of rolled U-sections with the webs oriented towards each other. The joint between the webs is subject to flaking, and defect of the corrosion protection leads to corrosion weakening of the U-sections. This defect is apparent in the cross beams, where leakage occurs through the transverse joint between the deck plates.



Obr. 3.110. Koroze prvků mostovky  
Fig. 3.110 Corrosion of bridge deck members

U ocelových oblouků lokálně dochází k odlupování PKO z horního povrchu horní pásnice krajních oblouků a k povrchové korozi obnažené oceli. Zejména v koncových oblastech okolo ložisek je lokálně silné znečištění pásnic oblouků holubím trusem.

Častým typem poruchy příčného ztužení oblouků mostu je štěrbinová koroze mezi úhelníky členěných prutů ztužení. U prutů ztužení zasažených vlhkostí z důvodu zatékání příčnou spárou mezi mostovkovými deskami dochází ke vzniku povrchové koroze. Lokálně dochází k odlupování PKO z prvků příčného ztužení. Rovněž u prutů podélného ztužení oblouků se lokálně nachází štěrbinová koroze mezi členěnými pruty.

Stávající nosné prvky konstrukce zábradlí jsou poškozeny silným korozním oslabením. Zejména úhelníky připojující sloupky zábradlí ke konzolám jsou silně degradovány. Z ocelových prvků se odlupují silné korozní zplodiny. Stávající stav nosné konstrukce zábradlí a římsy je havarijní. V současné době však probíhá rekonstrukce prvků zábradlí a římsy a plánuje se celková rekonstrukce mostu.



Obr. 3.111. Štěrbinová koroze mezi podélnými výztuhami a příčnkem, koroze prvků mostovky  
Fig. 3.111 Crevice corrosion between longitudinal stiffeners and crossbeam, corrosion of bridge deck members

In steel arches, the corrosion protection spalls off locally from the upper surface of the upper flange of the edge arches and leads to surface corrosion of the exposed steel. Especially in the end parts around the bearings, the arch bands are heavily contaminated with pigeon droppings.

A common type of defect of the transverse bracing of the bridge arches is crevice corrosion between the angles of bracing members. Surface corrosion occurs in the bracing members affected by moisture due to leakage through the transverse joint between the bridge plates. Locally, the corrosion protection is spalling off the transverse bracing. Crevice corrosion was also detected between the longitudinal bracing of the arches.

The existing supporting members of the railing structure are also severely corroded. In particular, the angles connecting the balustrade posts to the brackets are severely degraded, with severely corroded flakes spalling off the steel members. The railings and the cornice are in a state of disrepair. However, reconstruction of the railing and cornice members is currently underway, and an overall renovation is being planned.

## 53 – Obříství – Štěpánský most Obříství – bridge over the River Labe

silniční trémový příhradový most	road truss girder bridge
Středočeský kraj	Central Bohemian Region
okres Mělník	Mělník district
kat. území Obříství	cad. territory Obříství
	kulturní památka
	cultural monument
	GPS
	50°17'28.71" N 14°29'49.46" E

Obr. 3.112. Pohled na most od západu v roce 2020



Fig. 3.112 View of the bridge from the west in 2020

Štěpánský most v Obříství byl postaven v roce 1912 a v současnosti převádí přes Labe silnici I/9 v úseku Praha–Mělník (km 14,706). Jedná se o významnou architektonickou dominantu, evokující dřívější lanové či řetězové mosty. Ve středu mostu se nachází 13 m vysoký portál s pylony zakončenými novogotickými věžičkami s cimbuřím. Portál stojí na jediné podpěře, u které byl při jejím zakládání v roce 1910 poprvé použit keson z železobetonu, což představuje další, i když skrytou unikátnost tohoto mostu.

Most byl postaven v roce 1912 v blízkosti původního přívozu Na Štěpáně (odtud název Štěpánský most) podle projektu Ing. Karla Šimka. Most byl určen původně pro oblast Chorvatska, ale v polovině jeho výroby se rozhodlo, že bude postaven v Čechách. Most postavila firma Pražská mostárna (První českomoravská továrna na stroje v Praze). Mosty tohoto typu (spojitý nosník s klouby) byly na sklonku 19. a začátku 20. století v bývalém Rakousko-Uhersku velmi populární a jsou statickým schématem většiny dlouhých železných mostů z této doby. V případě Obříství je však zajímavostí použití schématu konzolového třípásového nosníku. Podobná konstrukce mostu byla v Rakousko-Uhersku použita pouze dvakrát (dále pak pro most přes Tisu u Tokaje).<sup>31</sup>

The Štěpánský Bridge in Obříství was built in 1912 and currently carries the I/9 road over the River Labe in the Prague–Mělník section (km 14.706). It is an important architectural landmark, evoking earlier rope and chain bridges. In the centre of the bridge there is a 13 m high portal with pylons topped with neo-Gothic towers featuring battlements. The portal stands on a single abutment (built in 1910), in which a in-caisson made of reinforced concrete was used for the first time in Bohemia. It represents another, albeit hidden, unique feature of this bridge.

The bridge was built in 1912 in the vicinity of the original ferry Na Štěpáně (hence the name Štěpánský Most) according to the project by Ing. Karel Šimek. The bridge was originally intended for Croatia, but in the midst of its production the decision was made to build it in Bohemia instead. The bridge was built by the company Pražská mostárna (První českomoravská machine factory in Prague). Bridges of this type (continuous girder with joints) were popular in the late 19th and early 20th century in the former Austro-Hungarian Empire and feature the static scheme of most long iron bridges erected at that time. In the case of the bridge in Obříství, however, the use of the cantilevered three-span beam scheme is interesting. A similar bridge design was used only twice in Austria-Hungary (for this bridge and for the bridge over the Tisza at Tokaj).<sup>31</sup>

<sup>31</sup> František PURŠ, *Sto let Štěpánského mostu*, in: Mělnicko, 2011, č. 3, s. 3.

<sup>31</sup> František PURŠ, *Sto let Štěpánského mostu*, (Century of Štěpánský Bridge; in Czech) in: Mělnicko, 2011, č. 3, p. 3.

Most má celkem dva otvory světlosti  $2 \times 46,50$  m. Délka přemostění činí 95,60 m, rozpětí obou polí představuje  $2 \times 48,40$  m. Šikmost mostu je  $90^\circ$ . Konstrukce sestává ze dvou příhradových nosníků s klouby (13,07 m) se spřaženou dolní mostovkou, středním horním ztužidlem, příčnicem (1,18 m) a šesti podélníky I č. 32, 35, 40. Most má dvě opěry o rozměrech: délka 9,80 m, tloušťka 1,25, 2,80 m, 3,50 m a výška 5 m. Podpěry jsou plné, z části železobetonové, návodní i protivodní strana je obložena žulovými kvádry. Jediná podpora má délku 11,30, resp. 13 m, tloušťku 2,60, 4,20 a 4,80 m, výška pak činí 6,80 + 3,40 m. Obdobně jako v případě opěr je i podpora v návodní i protivodní straně obložena žulovými kvádry z části železobetonová. Výška mostu nad terénem činí 10,36 m, výška nad hladinou velké spodní vody představuje 3,11 m. Jedním z problémů byla původní malá šířka vozovky, která způsobovala časté dopravní závady. Při rekonstrukci v 50. letech 20. století došlo k přesunutí chodníků a jejich zavěšení vně konstrukce. U chodníků je pak ocelové zábradlí, při vozovce je zábradlí litinové.<sup>32</sup>

Uprostřed mostu je umístěn 13 metrů vysoký portál (oblouk) flankovaný dvěma novogotickými dekorativními věžičkami s cimbuřím. Nad středem portálu je umístěn štít s datací 1912. Při zakládání středního pilíře zde pražská firma Kapsa & Müller poprvé v Čechách použila keson ze železobetonu o úctyhodných rozměrech  $14,28 \times 4,80$  m. Hloubka spouštění činila 8,85 m pod hladinu normální vody. Most byl několikrát opravován (1958, 1998, 2003). Problematickou se však postupně ukázala údržba konstrukce, jejíž finanční náklad se neustále zvyšoval. Proto bylo rozhodnuto celou konstrukci otryskat a podrobit ji metalizaci zinkem a teprve poté ji natřít. Poslední velkou rekonstrukcí prošel most v roce 2003, kdy byla vyměněna vozovka a provedeno celkové ošetření konstrukce. V současné době vozovka z obou stran lemují železobetonová usměrňovací svodidla, což působí krajně neesteticky.<sup>33</sup>

Zajímavostí je dále skutečnost, že most byl v roce 1958 dvakrát zapsán na seznam kulturních památek (rejst. č. ÚSKP 24439/2-3690 a 52602/2-1410 – oba zápisy od 3. května 1958). K 28. červenci 1967 byl druhý zmiňovaný zápis zrušen. Podle prvního zápisu je však most stále chráněn jako kulturní památka.<sup>34</sup>

The bridge has two openings with a clearance of  $2 \times 46.50$  m. The length of the bridge is 95.60 m, with spans of  $2 \times 48.40$  m. The inclination of the bridge is  $90^\circ$ . The structure consists of two truss girders with hinges (13.07 m) with a coupled lower bridge deck, a central upper stiffener, a crossbeam (1.18 m) and six I-beams Nos. 32, 35, 40. The bridge has two abutments with the following dimensions: length 9.80 m, thickness 1.25 m, 2.80 m, 3.50 m and height 5 m. The abutments are solid, partly of reinforced concrete, while the cutwater and the opposite side is lined with granite blocks. The single abutment is 11.30 m and 13 m long, 2.60 m, 4.20 m and 4.80 m thick, respectively, and 6.80 + 3.40 m high. Similarly to the two side abutments, the central abutment is lined with granite blocks in the leading and counter-leading sides, partly in reinforced concrete. The above-ground height of the bridge is 10.36 m, the height above the flood level is 3.11 m. One of the problems was the original small width of the roadway, which caused frequent traffic hold-ups. During reconstruction in the 1950s, the pavements were moved and suspended outside the structure. The side-walks have steel railings, while the roadway has cast iron railings.<sup>32</sup>

In the middle of the bridge is a 13 m high portal (arch) flanked by two neo-Gothic decorative towers with battlements. A shield with the date 1912 is placed above the centre of the portal. In the foundation of the central pillar, the Prague company Kapsa & Müller used an in-caisson made of reinforced concrete with respective dimensions of  $14.28 \times 4.80$  m. This was the first time that such a caisson had been used in Bohemia. It allowed working 8.85 m below the normal water level. The bridge was repaired several times (1958, 1998, 2003). However, maintenance of the structure became increasingly difficult due to the lack of financial resources. Therefore, it was decided to blast the surface of the entire structure and apply zinc metallization before re-painting. The last major reconstruction of the bridge was in 2003, when the roadway was replaced and the structure was repaired. The carriageway is currently flanked on both sides by reinforced concrete rectifier barriers, which is not aesthetic.<sup>33</sup>

It is also interesting to note that the bridge was twice listed as a cultural monument in 1958 (ÚSKP Register No. 24439/2-3690 and 52602/2-1410 – both entries from the 3rd of May 1958). On the 28th of July 1967, the second registration was cancelled. However, according to the first registration, the bridge is still protected as a cultural monument.<sup>34</sup>

<sup>32</sup> Národní archiv Praha, fond Ústav silničního hospodářství, k. 487, Mostní listy okresu Mělník, Mostní list mostu č. 9-007.

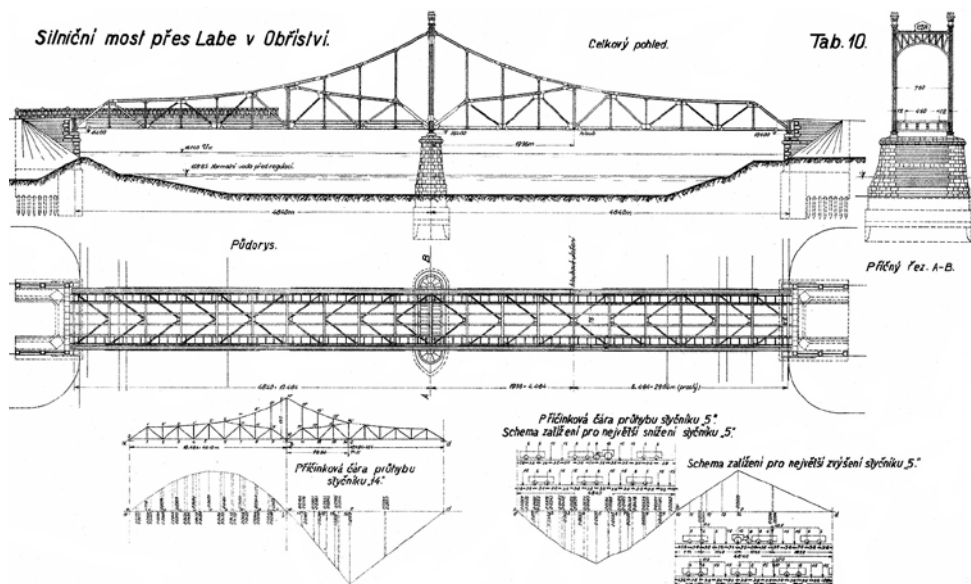
<sup>33</sup> Dušan JOSEF, *Encyklopedie mostů v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*, Praha 1999, s. 241–242. K mostu dále viz Hana HLUŠIČKOVÁ (ed.), *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*, II. díl, Praha 2002, s. 506–507; František PURŠ, *Sto let Štěpánského mostu*, in: Mělnicko, 2011, č. 3, s. 3.

<sup>34</sup> Památkový katalog – heslo Štěpánský most, k problematice památkové ochrany ocelových mostů viz Václav JANDÁČEK, *Několik poznámek k problematice železných a ocelových mostů z hlediska jejich památkových hodnot*, in: Památky Středních Čech 7/1, s. 19–22.

<sup>32</sup> Národní archiv Praha, fond Ústav silničního hospodářství, k. 487, Mostní listy okresu Mělník, bridge technical report (in Czech), č. 9-007.

<sup>33</sup> Dušan JOSEF, *Encyklopedie mostů v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*, (Encyclopaedia of bridges in Bohemia, Moravia and Silesia; in Czech) Praha 1999, p. 241–242. Further bridge-specific information: Hana HLUŠIČKOVÁ (ed.), *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*, II. díl, (Technical Monuments in Bohemia, Moravia and Silesia, Part II; in Czech) Praha 2002, p. 506–507; František PURŠ, *Sto let Štěpánského mostu*, (Century of Štěpánský Bridge; in Czech) in: Mělnicko, 2011, č. 3, p. 3.

<sup>34</sup> Monuments Catalogue – entry the Štěpánský Bridge; on the problem of conservation of steel bridges; see Václav JANDÁČEK, *Několik poznámek k problematice železných a ocelových mostů z hlediska jejich památkových hodnot* (Some remarks on the issue of iron and steel bridges in terms of their monumental values; in Czech), in: Památky Středních Čech 7/1, p. 19–22.

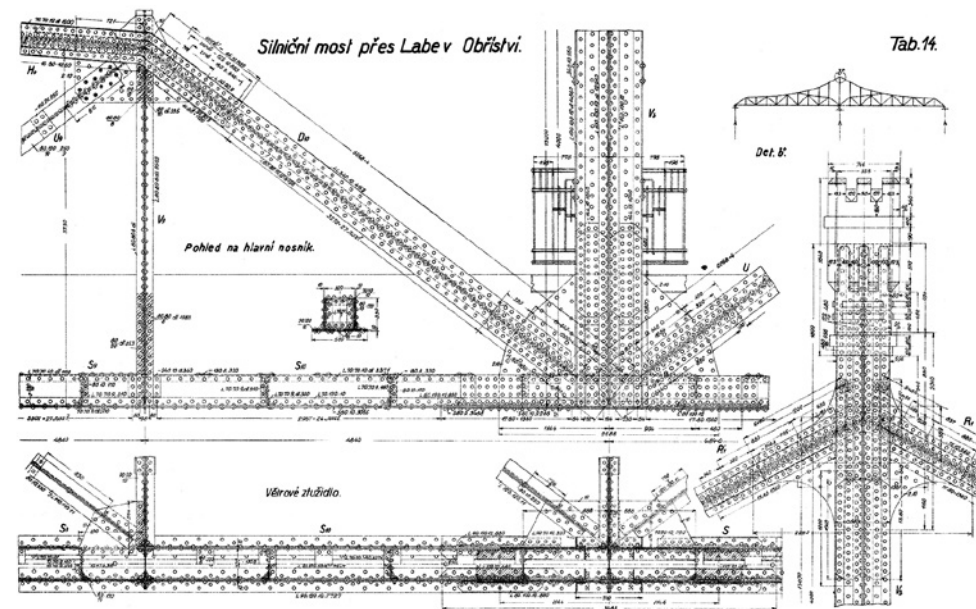


Obr. 3.113. Dokumentace: Schematický pohled, půdorys a grafický výpočet (Kolář, J.: Mostní stavitelství. Spolek posluchačů inženýrství, Praha 1926.)  
 Fig. 3.113 Documentation: Schematic view, plan and graphic statics calculation

## Technický průzkum konstrukce

Na mostě byl v rámci projektu NAKI proveden podrobný průzkum stavu, vad a poruch. Průzkum byl v tomto případě s ohledem na památkovou ochranu pouze vizuálního charakteru. Materiálově lze s ohledem na stáří konstrukce předpokládat použití plávkové oceli. Vzhledem k dohledané dokumentaci je možné porovnat stav mostu z hlediska degradace v posledních 30 letech. Jak ukazují obr. 3.115. a 3.116., stav mostu v roce 1998 byl poměrně neutešený. Zejména oblast dolního pásu, štěrbin a mostovky byla postižena rozsáhlou korozí a pokryta nánosy, urychlujícími degradaci mostu.

Následná rekonstrukce mostu byla provedena v roce 2003. Cílem bylo zajistit normální zatížitelnost mostu 22 t, zajistit výhradní zatížitelnost min. 40 t a prodloužit životnost mostu na dobu dalších několika desítek let. K tomu bylo nutno provést odlehčení mostu od vozovky, opravu prvků NK, sanaci ložisek a spodní stavby, kompletní opravu PKO, zřízení izolace a vozovky, výměnu mostních závěrů na vozovce. Oprava NK spočívala v lokální výměně částí prvků NK a styčnickových plechů a poškozených nýtů. Stav mostu po rekonstrukci ukazují obr. 3.117. a 3.118.



Obr. 3.114. Dokumentace: Řezy a detaily styčnicků (Kolář, J.: Mostní stavitelství. Spolek posluchačů inženýrství, Praha 1926.)  
 Fig. 3.114 Documentation: Cross-sections and details of joints

## Technical survey of the structure

A detailed visual survey of the bridge was carried out as part of the NAKI project to avoid negative effects on the cultural heritage value. The use of mild steel – typical for the time of construction – can be assumed. Based on available documentation, it is possible to compare the condition of the bridge over the last 30 years, with a particular focus on of degradation. As shown in Figures 3.115 and 3.116, the condition of the bridge in 1998 was quite poor. In particular, the area of the lower chord, spans and bridge deck was affected by extensive corrosion and covered with deposits, thus accelerating degradation.

Subsequent reconstruction of the bridge was carried out in 2003. The aim was to ensure a normal load-bearing capacity of 22 t, load-bearing capacity of at least 40 t under controlled traffic, and to extend the service life of the bridge for several more decades. To do this, it was necessary to decrease permanent actions by reducing the pavement layers, repair the superstructure, rehabilitate the bearings and substructure, comprehensively repair the coating system, install waterproofing and pavement, and replace the expansion joints on the roadway. The superstructure repair consisted of local replacement of parts of the members as well as contact plates and damaged rivets. The condition of the bridge after reconstruction is shown in Fig. 3.117 and 3.118.



Obr. 3.115. Stav mostu před rekonstrukcí v roce 1998  
Fig. 3.115 Bridge before reconstruction in 1998



Obr. 3.116. Stav mostu před rekonstrukcí v roce 1998  
Fig. 3.116 Bridge before reconstruction in 1998



Obr. 3.117. Stav mostu po rekonstrukci v roce 2003  
Fig. 3.117 Bridge after reconstruction in 2003



Obr. 3.118. Stav mostu po rekonstrukci v roce 2003  
Fig. 3.118 Bridge after reconstruction in 2003

## Popis poruch a korozního oslabení

Zhodnocení vad a poruch nosné konstrukce bylo provedeno na základě prohlídky v roce 2019 a doplněno z poslední hlavní prohlídky z roku 2021. Nejzásadnější nalezenou poruchou z hlediska dopadu na statickou funkci nosné konstrukce je korozní oslabení krčních úhelníků dolního pásu hlavního příhradového nosníku, které byly ponechány a ošetřeny PKO. Korozí se objevuje zejména v napojení plechů a ve štěrbinách, dále na vodorovných styčnickových plechách a v oblastech, které jsou pod úrovní mostovky. Předpokládá se, že solení a související ostřík urychluje degradaci v těchto oblastech, jak je patrné na obr. 3.119. a 3.120.



Obr. 3.119. Korozní oslabení styčnickových plechů u dolního pásu  
Fig. 3.119 Corrosion weakening of the connection plates at the lower chord

Přestože most ve viditelných částech působí zachovale, jak je patrné na obr. 3.121., dílčí oblasti průběžně degradují. Ukazují to i fotografie z hlavní prohlídky z roku 2021. Dílčí oblasti zejména u ložisek na pilířích a opěrách i dále korodují, a to i s oslabením prvků, nejpatrnější je to na příčnici nad pilířem P2, kde dochází k silné korozi NK i souvisejících nýtů. Rozsah je patrný na obr. 3.122.

## Description of defects and corrosion weakening

The assessment of defects of the superstructure was based on the 2019 inspection, and supplemented from the last main inspection in 2021. The most significant defect affecting resistance of the superstructure is the corrosion weakening of the neck angles of the lower chord of the main truss, which were retained and treated with coating. The corrosion appears mainly at the connection of the plates and in the crevices, as well as on the horizontal contact plates and areas below the level of the bridge deck. It is believed that salting and associated abrasive treatment is accelerating the deterioration in these areas, as seen in Fig. 3.119 and 3.120.



Obr. 3.120. Korozní oslabení krčních úhelníků dolního pásu  
Fig. 3.120 Corrosion weakening of the neck angles of the lower chord

Although the bridge visually appears to be well-preserved, as can be seen in Fig. 3.121, some areas of limited access are progressively degrading. This is also shown in the photographs from the 2021 main inspection. Some areas, particularly at the pier and abutment bearings, continue to corrode with a consequent weakening of the members, most noticeably at the cross beam above pier P2 where there is severe corrosion of the superstructure and associated rivets. The extent can be seen in Fig. 3.122.



Obr. 3.121. Celkový pohled na most v roce 2021 (HPM, Pontex)  
Fig. 3.121 View of the bridge in the year 2021 (HPM, Pontex)

### Zhodnocení stavu mostu

Údržba mostu je na dobré úrovni. Most je stále použitelný, nicméně stavební stav NK mostu je již V – špatný. I přes provedenou údržbu se ukazuje, že rekonstrukce měla omezenou životnost a po 19 letech se opět objevují významnější poškození NK. Při opětovné rekonstrukci, kde lze předpokládat spíše částečný rozsah obnovy PKO, má ale most potenciál dlouhodobé životnosti.



Obr. 3.122. Detail stavu NK nad pilířem P2 (HPM, Pontex)  
Fig. 3.122 Detail of the condition of the superstructure above the pillar P2 (HPM, Pontex)

### Assessment of the bridge condition

The maintenance of the bridge is adequate. The bridge serves its purpose; however, the structural condition of the superstructure bridge is already rated as V – poor. Despite the maintenance work carried out, the reconstruction appears to have had a limited lifetime, and after 19 years, significant damage to the superstructure is reappearing. However, the bridge has the potential for a long service life when reconstructed again, where a rather partial restoration of the coating can be assumed.



## 57 – Ostrava – most Miloše Sýkory Ostrava – bridge of Miloš Sýkora

silniční obloukový most	road arch bridge
Moravskoslezský kraj	Moravian-Silesian Region
okres Ostrava-město	Ostrava-City district
k.ú. Moravská a Slezská Ostrava	c.t. Moravská and Slezská Ostrava
	kulturní památka
	cultural monument
	GPS
	49°50'15.02" N 18°17'46.72" E

Obr. 3.123. Pohled na most od jihovýchodu v roce 2021



Fig. 3.123 View of the bridge from the southeast in 2021

Současný silniční most Miloše Sýkory, také Sýkorův most či lidově „Sýkorák“, dříve známý jako Říšský most, je vybudován v místě, kde již bylo postaveno několik jeho předchůdců. Most se nachází na řece Ostravici, na důležité středověké i novověké zemské či obchodní cestě, která se dříve dle nejčastěji přepravovaného zboží nazývala Jantarová stezka.

Později, v dobách budování a udržování erárních říšských silnic, touto tepnou vedla říšská silnice spojující Opavu (coby hlavní slezské město) s Těšínskem. První historicky doložitelný most nacházející se v místě současného mostu stál již v roce 1450.<sup>35</sup> Tento most, ale i jeho následovníci vybudovaní v předpolí městské brány původní Ostravy, měly pokaždé až do poloviny 19. století dřevěnou konstrukci. Poslední dřevěný most vybudovaný v místě současného mostu ve 30. letech 19. století postupem času přestal kapacitně dostačovat, až jeho zchátralý stav nahradil most nový – visutý, řetězový, ze svářkové oceli, s prvky zděných kamenných pylonů a ocelové mostovky zavěšené na řetězech upnutých do dvojice portálových pylonů. Projekt tohoto objektu vypracoval Ing. Josef Seifert, načež most byl mezi lety 1847 až 1851 vyroben v Kleinových železárnách v Sobotíně. Rozšiřujícím se městu však nesloužil dlouho. Dne 15. září 1886 se v ranních hodinách během slavnostní vojenské přehlídky

The current Miloš Sýkora Road Bridge, also called Sýkora's Bridge or popularly “Sýkorák”, formerly known as the Imperial Bridge, is built on the site of several of its predecessors. The bridge is located on the River Ostravice, part of an important medieval and then regional trade route, which was formerly called the Amber Trail after the most frequently transported goods.

Later, in the times of the construction and maintenance of the imperial roads, the road connecting Opava (as the main Silesian city) with the Těšín region ran here along this line. The first historically documented bridge located on the site of the present bridge stood as early as 1450.<sup>35</sup> This bridge and its successors built in front of the city gate of the original Ostrava were always from timber, at least until the mid-19th century. The load-bearing capacity of the last timber bridge built on the site of the current bridge in the 1930s eventually became insufficient, until it was replaced by a new bridge – a suspension bridge, chained, made of wrought steel, with members of stone masonry pylons and steel bridge deck suspended on chains clamped to a pair of portal pylons. The design of this structure was developed by Ing. Josef Seifert, after which the bridge was manufactured between 1847 and 1851 in Klein's Ironworks in Sobotín. However, the expanding city did not enjoy it for long. During a cere-

<sup>35</sup> JIŘÍK, Karel – PITRONOVÁ, Blanka. *Dějiny Ostravy*. Ostrava, 1967. 48-023-67.

<sup>35</sup> JIŘÍK, Karel – PITRONOVÁ, Blanka. *Dějiny Ostravy* (The history of Ostrava). Ostrava, 1967. 48-023-67.

zřítíl pod náporem jednotného kroku pěšáků a kopyt jízdních jednotek 13. hulánského pluku. Během nešťastné události zemřeli 4 lidé a několik desítek jich bylo zraněno.<sup>36</sup>

Ještě téhož roku došlo k odstranění trosk mostovky a snesení částí portálových pylonů. Na zbytcích těchto pylonů byla ukotvena jednoduchá oblouková příhradová konstrukce o délce 59 m a šířce mostovky 5,5 m. Odstranění škod, vyprojektování nové konstrukce, její výroba a osazení proběhlo v překvapivě krátké době. Ocelový nýtovaný most překlenul řeku Ostravici během čtyř měsíců a byl uveden do provozu 8. ledna 1887. Vyprojetovala a postavila jej mostárna Vítkovických železáren (tehdejší Vítkovické horní a hutní těžířstvo, dále jen VHHT).<sup>37</sup>

Ocelový nýtovaný most na počátku 20. století přestal dostačovat zesilující dopravě, přičemž jeho únosnost již nespĺnovala požadavky tehdejší moderní dopravy – především zavádění nových tažných těžkých vozidel (parních lokomobil atd.) a rovněž naplánování nové parní, později elektrifikované tramvajové příměstské dráhy (lokálky) spojující centrum Moravské Ostravy a Bohumína a tramvajové dráhy spojující Moravskou Ostravu a Hrušov (Polskou Ostravu). Z těchto i dalších důvodů byly v roce 1912 započaty práce na projektování nového „Říšského mostu“. Most vyprojetovala projekční kancelář Friedricha Bleicha podle návrhu



Obr. 3.124. Původní řetězový most  
Fig. 3.124 Original suspension chain bridge

monial military parade on the morning of the 15th of September 1886, it collapsed beneath the weight of a combined march of infantrymen and cavalrymen from the 13th Hulán Regiment. During the unfortunate event, four people died and several dozens were injured.<sup>36</sup>

In the same year the ruins of the bridge deck were removed and parts of the portal pylons were taken down. On the remains of these pylons, a simple arch truss structure was anchored with a length of 59 m and a bridge deck width of 5.5 m. Damage repair, the design of the new structure, its manufacture and installation were carried out in a surprisingly short time. The riveted steel bridge spanning the River Ostravice was completed within four months and came into service on the 8th of January 1887. It was designed and built by the bridge factory of Vítkovice Ironworks (then Vítkovice Mining and Metallurgical Works, hereinafter referred to as VHHT).<sup>37</sup>

At the beginning of the 20th century, the steel riveted bridge was no longer sufficient for the increasing amount of traffic, and its load-bearing capacity no longer met the requirements of contemporary transport – especially the introduction of heavy-duty towing vehicles (steam locomotives, etc.) as well as the planned introduction of a new electrified suburban tram



Obr. 3.125. Zřícení původního řetězového mostu v roce 1886  
Fig. 3.125 Collapse of the previous bridge in 1886

<sup>36</sup> JOSEF, Dušan, *Encyklopedie mostů v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*. Libri, 2002.

<sup>37</sup> Ibidem; Archiv Vítkovic, fond VHHT 20 – Mostárna, ev. j. 3563, inv. č. 12315; BOHÁČEK, Jiří – GRISA, Ivan – CROBÁK, Luděk. *Od koňky k Sedanu (Historie úzkorozchodných drah na Ostravsku a Karvinsku 1902–1973)*. Dopravní podnik Ostrava, a. s., Ostrava 2004.

<sup>36</sup> JOSEF, Dušan, *Encyklopedie mostů v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*. (Encyclopaedia of bridges in Bohemia, Moravia and Silesia; in Czech) Libri, 2002.

<sup>37</sup> Ibidem; Archiv Vítkovic, fond VHHT 20 – Mostárna, ev. j. 3563, inv. č. 12315; BOHÁČEK, Jiří – GRISA, Ivan – CROBÁK, Luděk. *Od koňky k Sedanu (Historie úzkorozchodných drah na Ostravsku a Karvinsku 1902–1973)* (From Horse to Sedan (History of Narrow-Gauge Railways in Ostrava and Karviná 1902–1973; in Czech). Dopravní podnik Ostrava, a. s., Ostrava 2004.



Obr. 3.126. Stavba nového mostu  
Fig. 3.126 The construction of the new bridge

Ing. G. Hermanna. Realizací mostu byla opět pověřena mostárna Vítkovických železáren (VHHT), načež byl most uveden do provozu v roce 1914.<sup>38</sup> Most je mohutné atypické ocelové nýtované příhradové konstrukce zhotovené z plávkové oceli. Rozpětí příhradového oblouku je 60,7 m a šíře mostovky i s chodníky činí 16 m. Celková délka ocelových konstrukcí mostu je 92 m. V době výstavby byl most opatřen i jednou úzkokolejnou kolejí o rozchodu 760 mm, která sloužila k obsluze místní meziměstské dráhy. V únosnosti konstrukce se počítalo také s těžkými parními lokomobilami a parními válci se zatížením až 12 t na nápravu.<sup>39</sup>

Svůj nynější název získal mohutný most až o několik desítek let později – konkrétně 30. dubna 1945, kdy do Ostravy vjely tanky 1. československé samostatné tankové brigády a právě přes most hodlaly pokračovat dál na Slezskou Ostravu, do Michálkovic a Hladnova. Německá armáda ovšem most podminovala, aby Rudé armádě zabránila v překročení řeky a tedy v dalším postupu, což v těchto pohnutých dnech nebylo nic neobvyklého a většinou záleželo na domácím obyvatelstvu, které dobrovolně a ve vlastním zájmu provádělo odminování, aby zabránilo destrukci města a klíčových průmyslových nebo dopravních objektů.

<sup>38</sup> <https://www.pamatkovykatolog.cz/?element=13058672&sequence=1&mode=fulltext&keywords=most+milo%C5%A1e&order=relevance%3Adesc&action=element&presenter=ElementsResults>; Archiv Vítkovic, fond VHHT 20 – Mostárna, ev. j. 3563, inv. č. 12315.

<sup>39</sup> *Ibidem*; Archiv Vítkovic, fond VHHT 20 – Mostárna, ev. j. 3563, inv. č. 12315; BOHÁČEK, Jiří – GRISA, Ivan – CROBÁK, Luděk. *Od koňky k Sedanu (Historie úzkorozchodných drah na Ostravsku a Karvinsku 1902–1973)*. Dopravní podnik Ostrava, a.s., Ostrava 2004.



Obr. 3.127. Nový most před dokončením  
Fig. 3.127 The new bridge before completion

railway (local line) connecting the centre of Moravská Ostrava with Bohumín, and a tram-line connecting Moravská Ostrava with Hrušov (Polská Ostrava). For these and other reasons, work began in 1912 on the design of a new “Reich Bridge”. The bridge was designed by Ing. G. Hermann from the design office of Friedrich Bleich. VHHT was again commissioned to build the bridge and it came into service in 1914.<sup>38</sup> The bridge is a massive atypical steel riveted truss structure made of mild steel. The span of the truss arch is 60.7 m and the width of the bridge deck, including sidewalks, is 16 m. The total length of the steel bridge structures is 92 m. At the time of construction, the bridge was also equipped with one 760 mm narrow-gauge track to serve the local intercity railway. The load-bearing capacity of the structure included heavy steam locomotives and steam rollers with loads of up to 12 t per axle.<sup>39</sup>

The massive bridge received its present name several decades later – on 30 April 1945, when tanks of the 1st Czechoslovak Independent Tank Brigade entered Ostrava, intending to continue over the bridge to Silesian Ostrava, Michálkovice and Hladnov. The German army, however, mined the bridge to prevent the Red Army from crossing the river and advancing

<sup>38</sup> <https://www.pamatkovykatolog.cz/?element=13058672&sequence=1&mode=fulltext&keywords=most+milo%C5%A1e&order=relevance%3Adesc&action=element&presenter=ElementsResults>; Archiv Vítkovic, fond VHHT 20 – Mostárna, ev. j. 3563, inv. č. 12315.

<sup>39</sup> *Ibidem*; Archiv Vítkovic, fond VHHT 20 – Mostárna, ev. j. 3563, inv. č. 12315; BOHÁČEK, Jiří – GRISA, Ivan – CROBÁK, Luděk. *Od koňky k Sedanu (Historie úzkorozchodných drah na Ostravsku a Karvinsku 1902–1973)* (From Horse to Sedan (History of Narrow-Gauge Railways in Ostrava and Karviná 1902–1973). Dopravní podnik Ostrava, a.s., Ostrava 2004.

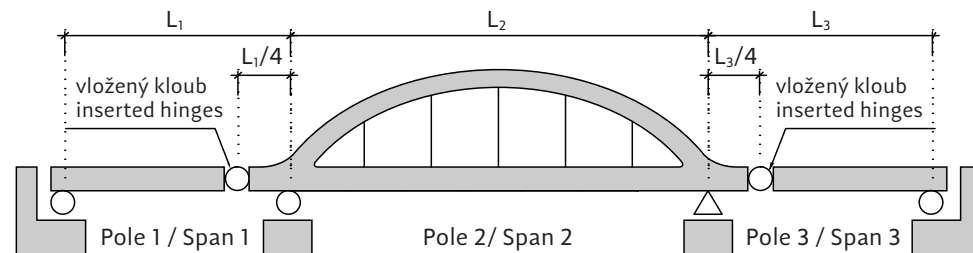
O přestřihání drátů mezi náložemi podminovaného mostu se pokusil podle poválečné komunistické vlády mladý soustružník Miloš Sýkora, který se k provedení tohoto úkolu přihlásil dobrovolně. Most coby důležitou dopravní tepnu se mu podařilo zachránit, ale sám podlehl palbě ustupujícího německého vojska.<sup>40</sup>

**Most Miloše Sýkory** je dodnes důležitou dopravní spojnici. Prošel několika rekonstrukcemi, z nichž největší proběhla v roce 1974, kdy došlo ke snesení úzkokolejné koleje z mostovky z důvodu zrušení úzkokolejné meziměstské dráhy mezi Ostravou a Bohumínem (1973). Další významnou rekonstrukcí prošel most v roce 2002.

## Technické zvláštnosti konstrukce

Konstrukce nebyla podrobena diagnostickému průzkumu materiálu, aby nedošlo k narušení původní konstrukce a nebyla tak redukována památková hodnota mostu. Výroba konstrukce se datuje do roku 1914, na základě čehož lze na konstrukci předpokládat použití plávkové oceli. Během rekonstrukcí byly části konstrukce zesíleny přivařeným přeplátováním, což samo o sobě prokazuje svařitelnost použitého materiálu.

Konstrukce mostu Miloše Sýkory je pozoruhodná neobvyklou volbou statického působení konstrukce, kdy jsou v oblastech nulových momentů v krajních polích umístěny v hlavní nosné konstrukci klouby, které eliminují přenos ohybových momentů. Konstrukce tak v zásadě funguje jako Gerberův nosník s nosným vnitřním polem tvořeným příhradovým obloukem a dvěma nesenými krajními předpolími. Kloub je realizován umožněním vzájemného posunu čel horních a dolních pásů prostřednictvím oválných otvorů. Podobně také přípoj podélníků mostovky v tomto detailu umožňuje podélný prokluz. Podélníky jsou postaveny svou dolní pásnicí na kluzné stoličky vykonzolované z koncového příčnicku převislého konce oblouku. Stěny podélníků jsou k příčnicku připojeny prostřednictvím šroubů v oválných otvorech. Poměrně zajímavé je také řešení zesílení podporového příčnicku v oblasti uložení oblouků. Zde byl vnitřní prostor složených nýtovaných prutů vyplněn betonem, čímž bylo kromě zvýšení únosnosti prvku také zamezeno vnikání vody či hromadění nečistot s důsledkem v podobě omezení rozvoje koroze.



further. This was a common military tactic in WW2, and demining mostly depended on the local population, who voluntarily carried out demining in order to prevent the destruction of the city and key industrial and transport facilities. The attempt to cut the wires between the charges of the mined bridge was made by twenty-four-year-old Miloš Sýkora, a young turner, according to the post-war Communist government. Sýkora volunteered to carry out the task, and though he managed to save the bridge (an important transport line), he himself was killed by the gunfire of the retreating German army.<sup>40</sup>

**The Miloš Sýkora Bridge** is still an important transport link today. It has undergone several reconstructions, the largest of which took place in 1974, when the narrow-gauge railway was removed from the bridge deck due to the cancellation of the narrow-gauge intercity railway line between Ostrava and Bohumín (1973). The bridge underwent another significant reconstruction in 2002.

## Technical features of the structure

The structure was not subjected to a diagnostic material survey to preserve it and its cultural heritage value. The manufacture of the structure dates to 1914, which suggests the use of mild steel. During the renovations, parts of the structure were reinforced by welded plates, which demonstrates the weldability of the material used.

The design of the Miloš Sýkora Bridge is remarkable for the unusual choice of the static arrangement of the structure, whereby hinges are embedded in the main structure in the zero moment areas of the approach spans to eliminate the transmission of bending moments. Thus, the structure essentially functions as a Gerber beam with a load-bearing inner span consisting of a truss arch and two approach spans. The joint is constructed by allowing the faces of the upper and lower chords to move relative to each other through oval-shaped holes. Similarly, the connection of the bridge deck stringers in this detail also allows longitudinal slippage. The stringers are placed with their lower flange on a sliding stool, connected to the end crossbeam of the overhanging end of the arch. The webs of the stringers are attached to the crossbeam by bolts in oval-shaped holes. The reinforcement of the supporting crossbeam in the area of the arches is also quite interesting. Here, the internal space of the composite riveted members was filled with concrete, which, in addition to increasing the load-bearing capacity of the member, also prevented the ingress of water or the accumulation of dirt, with a consequent reduction in the progress of corrosion.

Obr. 3.128. Statické působení mostu Miloše Sýkory  
Fig. 3.128 Static arrangement of the Miloš Sýkora Bridge

<sup>40</sup>HAMZA, Pavel. 30. duben 1945 u Říšského mostu v centru Ostravy aneb Opravdu Miloš Sýkora?. In: PRZYBYLOVÁ, Blažena. *Ostrava: příspěvky k dějinám a současnosti Ostravy a Ostravska* 22. Šenov u Ostravy, 2005; KAŠPÁREK, Drahomír. Miloš Sýkora, život a čin mladého proletáře. In: *Ostrava: příspěvky k dějinám a současnosti Ostravy a Ostravska* 8. Ostrava, 1975.

<sup>40</sup>HAMZA, Pavel. 30 April 1945 at the Říšský Bridge in the centre of Ostrava, or was it really Miloš Sýkora?. In: PRZYBYLOVÁ, Blažena. *Ostrava: Contributions to the History and Present of Ostrava and Ostrava Region* 22. Šenov u Ostravy, 2005; KAŠPÁREK, Drahomír. Miloš Sýkora, life and work of a young proletarian. In: *Ostrava: Contributions to the History and Present of Ostrava and Ostrava Region* 8. Ostrava, 1975.



Obr. 3.129. Oválné díry v detailu vloženého kloubu – dolní pás  
 Fig. 3.129 Oval holes in the detail of the embedded hinge – bottom chord



Obr. 3.130. Oválné díry v detailu vloženého kloubu – horní pás  
 Fig. 3.130 Oval holes in the detail of the embedded hinge – upper chord



Obr. 3.131. Korozíe prvků v oblasti vloženého kloubu, nadměrná deformace pásnice dolního pásu po nárazu vozidla  
 Fig. 3.131 Corrosion of members in the detail of the embedded hinge, excessive deformation of the bottom chord flange from the vehicle impact

## Popis poruch a korozního oslabení

Byť lze stav konstrukce vzhledem k jejímu stáří hodnotit pozitivně, byly na konstrukci na základě prohlídky zjištěny některé vady a poruchy. Obecně je možné konstatovat zhoršující se stav PKO konstrukce. Byla pozorována degradace a odlupující se vrstvy PKO jak na dolních, tak i na horních pásech příhradového oblouku. Jako nejzásadnější problém se však jeví oblast vloženého kloubu uložení předpolí na převislou část oblouku. V tomto detailu byla pozorována povrchová korozíe a byly zde patrné známky zatékání z mostovky skrze asfaltovou zálivku těsnící průchod výplňových prutů konstrukcí mostovky. Posuny nosníků v tomto detailu způsobují deformaci zálivky a vznik otvoru, kterým může do konstrukce zatékat srážková voda. Tato porucha však byla sledována i v oblasti průchodu některých závěsů a diagonál skrze mostovku. Lze tedy usuzovat i na nefunkční působení těsnícího tmelu aplikovaného na okrajích lemujícího plechu průchodu či na kontaktu asfaltové zálivky se závěsem. Do spodní části konstrukce těmito vzniklými otvory zatéká a vytvářejí se podmínky pro rozvoj povrchové korozíe. V současném stavu však konstrukce nevykazuje v těchto detailech žádné významnější korozní úbytky. V oblasti kloubu byl též objeven uvolněný šroub v detailu dilatace horního pásu. K uvolnění pravděpodobně došlo v důsledku cyklického svislého namáhání při rotaci v kloubu.

Na dolním pásu v okolí oblasti vloženého kloubu je také patrná nadměrná deformace pásnice vlivem nárazu vozidla. Podle stop zbrúšených míst na dolním líci konstrukce lze předpokládat také jisté ovlivnění funkčnosti dalších přilehlých prvků včetně nýtů. Další zjištěnou poruchou je štěrbínová korozíe narůstající v některých úzkých mezerách členěných prutů. V místech štěrbínové korozíe dochází jednak k oslabení prvků, navíc však také dochází k lokálním deformacím prvků a přidavnému namáhání tahem na hlavu nýtů v dů-

## Deterioration and corrosion weakening

Although the condition of the structure can be assessed positively, especially in regard to its age, some structural defects were found in the course of the inspection. In general, it can be noted that the corrosion protection coating (CPC) is deteriorating. Degradation and spalling of the CPC layers were observed on both the bottom and top chords of the truss arch. However, the most significant problem appears to be in the details of the embedded hinges fitted to the overhanging portion of the arch. Uniform corrosion was observed in this detail and there was evidence of leakage from the bridge deck through the asphalt grout sealing the passage of the truss members through the bridge deck structure. Relative displacement between the beams in this detail is causing deformation of the grout and the creation of an opening through which rainwater can flow into the structure. However, this defect was also observed in the area of the passage of some of the tie members or diagonals through the bridge deck. Therefore, it can also be inferred that the sealant applied at the edges of the passageway plate and at the contact point between the asphalt grout and the tie member is not functioning well. The holes thus created allow leakage into the bottom part of the structure and create the conditions for corrosion progress. However, in its current state, the structure does not show any significant corrosion weakening in these details. A loose bolt was also discovered in the embedded hinge area in the top chord expansion detail. The loosening was likely due to cyclic vertical stress during rotation in the joint.

There is also excessive deformation of the bottom chord flange in the detail of the inserted joint due to the impact of vehicles. The marks of the grinding on the lower face of the structure also suggest that the functionality of other adjacent components, including rivets, may be affected to some extent. Another cause for concern is the crevice corrosion found in some

sledku růstu objemu korozních zplodin v nepřístupné mezeře. Při poslední obnově PKO došlo například v některých detailech horního pásu oblouku k zatření korozních zplodin, čímž byl postup koroze zastaven. Vzhledem ke zhoršujícímu se stavu PKO však bude tento problém v blízké budoucnosti opět nabývat na významu a bylo by třeba s ohledem na štěrbinovou korozi přikročit k trvalejším opatřením. Korozí jsou postižena také ložiska, a to zejména posuvná, podpírající oblouk mostu. Koroze je nicméně povrchová bez patrného oslabení. Potenciálně škodlivější může být znečištění zaznamenané v oblasti kluzných povrchů ložisek. Míra znečištění však není významná a funkčnost ložisek není s nejvyšší pravděpodobností ovlivněna.

of the narrow gaps of the riveted members. In the areas affected by crevice corrosion, there is a consequent weakening of the members. There is also local deformation of the members and additional tensile stress acting on the rivet heads due to the progress of corrosion in the inaccessible gap. During the last restoration of the CPC, some of the corrosion in the details of the arch top chord was sealed and contained, a process that helped to decelerate the corrosion progress. However, given the deteriorating condition of the CPC, this problem will become a matter of concern again in the near future, and more permanent measures will have to be taken with regard to crevice corrosion. The bearings, especially the sliding bearings supporting the truss arch, are also affected by corrosion. However, the detected uniform corrosion is superficial with no noticeable weakening. Potentially more damaging may be the dirt-blockage noted in the sliding surfaces of the bearings. However, the level of dirt is not significant, and the functionality of the bearings will likely not be affected.



Obr. 3.132. Koroze a zatékání na průchodu diagonály mostovkou  
Fig. 3.132 Corrosion and leakage at the diagonal through the bridge deck



Obr. 3.133. Porucha těsnění na průchodu diagonály mostovkou  
Fig. 3.133 Seal defect at the diagonal through the bridge deck



Obr. 3.134. Deformace nosného prvku vlivem štěrbinové koroze  
Fig. 3.134 Diagonal deformation due to crevice corrosion


## Zhodnocení stavu mostu

Konstrukce je pravidelně sanována v souladu s běžnými požadavky. Poslední rozsáhlejší rekonstrukce s obnovou PKO proběhla v roce 2002. Stav PKO již v současnosti v některých detailech konstrukce vykazuje významnější zhoršení (Ri 4), vyžadující obnovu v horizontu cca 5 až 10 let. Stav nosné konstrukce je i přes zjištěné poruchy dobrý. Poruchy v současném stavu nemají vliv na zatížitelnost a použitelnost. Nicméně při prohlídkách je třeba věnovat zvýšenou pozornost kontrole oblastí vložených kloubů na obou předpolích, které jsou z hlediska tvorby poruch nejslabším místem konstrukce. Také štěrbinová koroze má při zanedbání péče potenciál významně zhoršit stav mostu i s dopadem na redukci zatížitelnosti. Vhodným opatřením v tomto směru by mohlo být odstranění nečistot a korozních zplodin v postižených detailech před příští obnovou PKO.

## Assessment of the bridge condition

The structure is regularly inspected in accordance with normal requirements. The last major reconstruction with the renewal of the CPC took place in 2002. The condition of the CPC is already showing significant deterioration in some details of the structure (Ri 4), and will require renewal in approximately 5 to 10 years. The condition of the superstructure is good, despite the identified damage. The defects in the current state do not affect the load-bearing capacity and serviceability. However, during the inspections, special attention should be paid to checking the areas of the embedded hinges in the approach spans, which are the weakest points of the structure due to deterioration. Also, crevice corrosion, if neglected, has the potential to significantly deteriorate the condition of the bridge, and may even reduce the load-bearing capacity. A suitable precaution to take in this regard could be the removal of debris and corrosion products in the affected details before the next CPC renewal.

## 62 – Plzeň – „Tyršův most“ Plzeň – Tyrš bridge

silniční obloukový most	road arch bridge
Plzeňský kraj	Plzeň Region
okres Plzeň-město	Plzeň-City district
kat. území Doudlevice	cad. territory Doudlevice
	kulturní památka
	cultural monument
	GPS
	49°43'04.83" N 13°22'55.06" E

Obr. 3.135. Pohled od západu v roce 2021



Fig. 3.135 View from the west in 2021

Tyršův most v Plzni se nachází v jižní části města, v místní části Doudlevice. Převádí silnici III. třídy č. 18032 v km 5,9 z Plzně do Radobyčic přes řeku Radbuzu a tzv. České údolí. Tato trasa měla po dokončení sousedního železobetonového mostu v Doudlevcích velký význam, jelikož propojovala státní silnice do Klatov a Nepomuku mimo město. V době vzniku se jednalo o první svařovaný veřejný most v republice a první celosvařovaný obloukový most na světě.

Původně měl most celkem pět polí. Ve dvou krajních polích na každé straně byly nosnými konstrukcemi spojené deskové trámy ze železobetonu, v prostředním poli pak dva svařované plnostěnné obloukové nosníky, které se opíraly patečními klouby o betonové pilíře. Rozpětí obloukových nosníků představovalo 50,6 m, vzepětí oblouku 10,5 m. Sloupky nesoucí mostovku tvořily s příčnicí příčné rámy, které přenášely část vodorovného zatížení mostovky do obloukových nosníků. Na příčnicích spočívaly podélníky, na kterých byla deska ze železobetonu, izolace a drobná dlažba. Ke spojení desky s mostovkou byla na podélnících přivařena oka k upevnování prutů výztuže desky. Nosná konstrukce měla dvě zavětrovací soustavy – jednu v rovině mostovky a druhou mezi obloukovými nosníky. Oblouky byly vyšetřovány obvyklým způsobem jako dvoukloubové obloukové nosníky zatížené mostovkou prostřednictvím sloupků, které byly spolu s příčnicí počítány jako rámy. Veškeré součásti byly vyrobeny z materiálu „C 38“, jen klouby byly z lité oceli. Ke svařování byly využity elektrody „Böhler-Elite“ od firmy Bratři Böhlerové, Kapfenberg (Rakousko). Montážní

The Tyrš Bridge in Plzeň is located in the southern part of the city, in the local quarter Doudlevice. It crosses the 3rd class road No. 18032 at km 5.9 from Plzeň to Radobyčice over the Radbuz River and the so-called Czech Valley. This route was of great importance after the completion of the neighbouring reinforced concrete bridge in Doudlevice, as it connected the state roads outside the town to Klatovy and Nepomuk. At the time of its construction, it was the first welded public bridge in the country and the first all-welded arch bridge in the world.

Originally, the bridge had a total of five spans. In the outermost two spans on each side, the load-bearing structures were continuous plate girders made of reinforced concrete, and in the middle span, two welded plate arch girders supported by butt joints on concrete piers. The span of the arch beams was 50.6 m and the arch camber was 10.5 m. The columns supporting the bridge deck formed transverse frames with the crossbeams, which transferred part of the horizontal load of the bridge deck to the arch girders. The stringers rested on the crossbeams, which were supported by a slab of reinforced concrete, insulation and minor paving. To connect the slab to the bridge deck, lugs were welded to the stringers to attach reinforcement of the slab. The superstructure had two bracing systems – one in the plane of the bridge deck and the other between the arch girders. The arches were investigated in the usual way as double-jointed arch girders, loaded by the bridge deck through the columns, which, together with the crossbeams, were counted as frames. All components were made

styky byly svařeny opláštěnými elektrodami značky „Arcos Stabitent“ od firmy La Soudure Autogène Areos, Brusel (Belgie). Průměr elektrod činil 4–6 mm. Svařovalo se elektrickým proudem malého napětí, ale velké intenzity, který byl vyráběn přímo na staveništi pomocí dvou agregátů.<sup>41</sup>

Ocelovou konstrukci vážící 111 t vyrobily a na místě smontovaly v roce 1933 Škodovy závody v Plzni podle projektu Dr. Ing. Františka Faltuse. Původně celý projekt počítal s ocelovou konstrukcí, později však byla zvolena varianta s železobetonovým předmostím.<sup>42</sup>

V 80. letech 20. století bylo při technické prohlídce mostu zjištěno, že železobetonová část (předmostí) se nachází v poměrně dobrém stavu, ale ocelová konstrukce nikoliv. Uspokojivá situace panovala u obloukových nosníků, kritické zeslabení kvůli postupující korozi se ale vyskytovalo zejména u podélníků, v místech křížení s příčníky. Vina se připisovala netěsné hydroizolaci mostovky a jejímu nedostatečnému odvodnění. Díky těmto okolnostem bylo v roce 1986 přistoupeno k výraznému omezení dopravy a zvažovala se cesta rekonstrukce stávajícího mostu, nebo jeho demolice a realizace zcela nové stavby. Nakonec odbor dopravy při KNV v Plzni rozhodl most opravit v rozsahu výměny zkorodovaných částí, zesílení ocelových stojek a také zesílení železobetonového předmostí. V následujících letech vážlo zajištění potřebných financí. V roce 1994 zpracoval Památkový ústav v Plzni návrh na prohlášení mostu za kulturní památku, kterou ještě ten rok schválilo Ministerstvo kultury České republiky. Mezitím však Správa veřejného statku v Plzni opět zahájila přípravy na rekonstrukci, aniž by o tom orgány památkové péče informovala. Projekt rekonstrukce vypracovala firma Brown and Root Škoda Plzeň. Realizace rekonstrukce však nerespektovala původní konstrukční ani architektonické řešení (orgány památkové ochrany se neúspěšně pokoušely rekonstrukci zastavit). Z původního mostu tak zbyl jen ocelový oblouk a stojky, nad kterými byla zhotovena nová ocelová ortotropní mostovka, která zajišťovala požadované rozšíření vozovky a současně nepřitěžovala stávající ocelové oblouky. Respektováním nebylo ani členění na střední obloukovou část a dvě krajní předmostí s plným zábradlím. Ta byla též zcela odstraněna a nahrazena novou konstrukcí. Rekonstrukce byla dokončena v červenci roku 1995 a vyšla na 27 mil. korun.<sup>43</sup>

of C38 steel, only the joints were of cast steel. For welding, “Böhler-Elite” electrodes from the Böhler brothers, Kapfenberg (Austria) were used. The assembly joints were welded with “Arcos Stabitent” clad electrodes from La soudure Autogène Areos, Brussels (Belgium). The electrodes had a diameter of 4–6 mm. The welding was carried out with a low voltage but high intensity electric current, which was produced on site using two units.<sup>41</sup>

The steel structure weighing 111 t was manufactured and assembled on site in 1933 by Škoda Plzeň according to the project of Dr. Ing. František Faltus. The original project envisaged an all-steel construction, but later a reinforced concrete bridgehead was chosen.<sup>42</sup>

In the 1980s, a technical inspection of the bridge revealed that unlike the steel structure, the reinforced concrete part (the bridgehead) was in good condition. The situation was satisfactory for the arch girders, but critical weakening due to progressive corrosion was particularly present in the stringers, and at joints with the crossbeams. The defect was attributed to the leaky waterproofing of the bridge deck and its inadequate drainage. Due to these circumstances, traffic was severely restricted in 1986 and the reconstruction of the existing bridge or its demolition and the construction of an entirely new structure was considered. In the end, the Transport Department of the KNV in Plzeň decided to repair the bridge by replacing the corroded parts, reinforcing the steel columns and strengthening the reinforced concrete bridgehead. In the following years, the provision of the necessary finance was repeatedly delayed. In 1994, the Institute of Monuments in Plzeň prepared a proposal for declaring the bridge a cultural monument; the proposal was approved by the Ministry of Culture of the Czech Republic later that year. In the meantime, however, the Administration of the Public Farm in Plzeň started preparations for the reconstruction without informing the conservation authorities. The reconstruction project was drawn up by the firm Brown & Root Škoda Plzeň. However, the implementation of the reconstruction did not respect the original structural and architectural design (the conservation authorities tried unsuccessfully to interrupt the reconstruction). Thus, only the steel arch and uprights remained of the original bridge, over which a new steel orthotropic bridge deck was constructed, which provided the required roadway widening and at the same time did not strain the existing steel arches. The subdivision into a central arch section and the outermost two full-rail abutments was not respected. The latter were also completely removed and replaced by a new structure. The reconstruction was completed in July 1995 at the total cost of CZK 27 million.<sup>43</sup>

<sup>41</sup> Národní archiv Praha (dále NA Praha), fond Ústav silničního hospodářství (dále f. ÚSH), k. 499, mostní listy okresu Plzeň-Sever (dále MS Plzeň-Sever), mostní list mostu ev. č. 18032-4. Na mostním listu je správcem mostu uvedena poznámka, že výkresová dokumentace se k mostu nedochovala, kóty mostu tak byly stanoveny přímým měřením, stejně tak co se týče zatížitelnosti, která byla stanovena podle normy ČSN 1930–1931 pro mosty silnic I. třídy. Dále viz Miloslav KLEMENT – Jaroslav RÁŽ, *Tyršův most přes Radbuзу v Doudlevcích*, in: Zprávy veřejné služby technické, roč. XVI, 1934, s. 232–235.

<sup>42</sup> Hana HLUŠIČKOVÁ (ed.), *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*, III. díl, Praha 2003, s. 74–76; Dušan JOSEF, *Encyklopedie mostů v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*, Praha 199, s. 262.

<sup>43</sup> Hana HLUŠIČKOVÁ (ed.), *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*, III. díl, Praha 2003, s. 74–76. V mostním listu je ještě v roce 1973 shledán stav mostu jako „most je ve velmi dobrém stavu, udržovaný“, viz NA Praha, f. ÚSH, k. 499, MS Plzeň-Sever, mostní list mostu ev. č. 18032-4.

<sup>41</sup> Národní archiv Praha (dále NA Praha), fond Ústav silničního hospodářství (dále f. ÚSH), k. 499, mostní listy okresu Plzeň-Sever (dále MS Plzeň-Sever), mostní list mostu ev. č. (reg. no) 18032-4 (Bridge technical reports of the Plzeň-North district (hereafter MS Plzeň-North), bridge ev. card no. 18032-4. In the bridge technical report, the bridge manager notes that the drawings of the bridge had not been preserved, so the dimensions of the bridge were determined by direct measurements, as well as the load capacity, which was determined according to the ČSN 1930–1931 standard for Class I road bridges. See also Miloslav KLEMENT – Jaroslav RÁŽ, *Tyršův most přes Radbuзу v Doudlevcích* (the Tyrš's Bridge over the Radbuza River in Doudlevice; in Czech), in: Zprávy veřejné služby technické, roč. XVI, 1934, p. 232–235.

<sup>42</sup> Hana HLUŠIČKOVÁ (ed.), *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*, III. díl, (Technical Monuments in Bohemia, Moravia and Silesia, Part III; in Czech) Praha 2003, p. 74–76; Dušan JOSEF, *Encyklopedie mostů v Čechách, na Moravě a ve Slezsku* (Encyclopaedia of bridges in Bohemia, Moravia and Silesia; in Czech), Praha 199, p. 262.

<sup>43</sup> Hana HLUŠIČKOVÁ (ed.), *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*, III. díl, (Technical Monuments in Bohemia, Moravia and Silesia, Part III; in Czech) Praha 2003, p. 74–76. According to the bridge technical report, in 1973 the condition of the bridge was declared to be “in very good condition, well maintained”, see NA Praha, f. ÚSH, k. 499, MS Plzeň-Sever, bridge technical report no. 18032-4; in Czech.

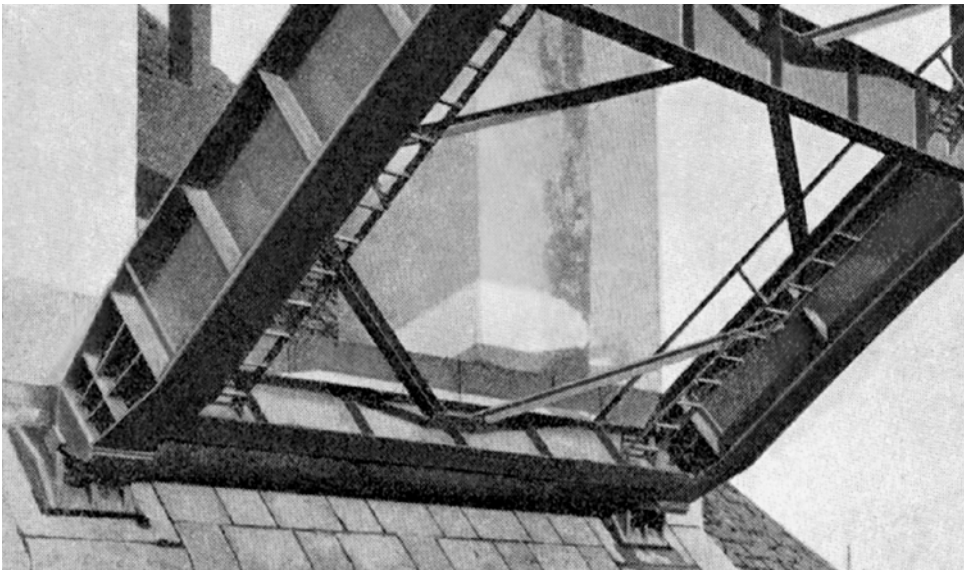




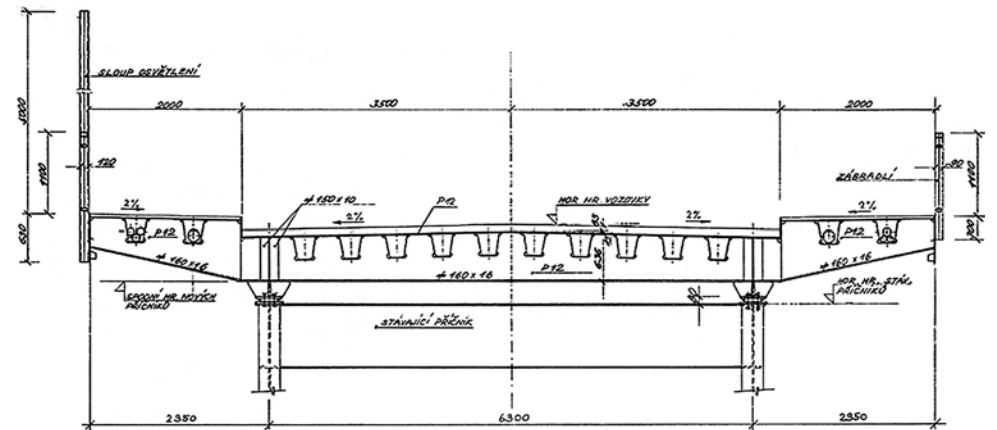
Obr. 3.136. Pohled na oblouk a mostovku z východu v roce 2021  
Fig. 3.136 View on the arch from the east in 2021



Obr. 3.137. Stav po dokončení 1933 (foto: dobové periodikum)  
Fig. 3.137 Bridge after built in 1933



Obr. 3.138. Ložiska mostu (foto: Faltus, F.: Příručka svařování, SNTL, Praha 1955.)  
Fig. 3.138 Bridge bearings



Obr. 3.139. Příčný řez ortotropní mostovkou  
Fig. 3.139 Cross section through an orthotropic bridge deck

## Rekonstrukce mostu

V roce 1995 byla provedena rekonstrukce mostu, jejímž hlavním cílem bylo rozšíření světlé šířky mostu na 11,0 m. Při rekonstrukci se dbalo na zachování co nejvíce původních částí mostu. Byla odstraněna betonová deska mostovky a byly vyměněny některé korozně oslabené podélníky a příčníky. Na mostě byla zhotovena nová lehká ortotropní mostovka, která splňovala zvýšené šířkové požadavky a současně nezvyšovala zatížení na částečně korozně oslabené konstrukci oblouku.

## Provedený průzkum

V roce 2019 byl proveden průzkum Tyršova mostu. Cílem průzkumu bylo zjištění a zhodnocení vad a poruch nosné konstrukce mostu. S ohledem na známé materiálové charakteristiky z rekonstrukce mostu roku 1995 nebyly prováděny nové materiálové zkoušky.

## Popis poruch a korozního oslabení

Při průzkumu byla hlavní pozornost zaměřena na původní ocelové konstrukce z roku 1932. Globální poruchou je důlková koroze obloukových nosníků. Korozní oslabení je však velmi malé a neovlivňuje zatížitelnost mostu. Protikorozní ochrana obloukových nosníků je v dobrém stavu a nepředpokládá se tudíž další rozvoj důlkové koroze. To však platí za předpokladu, že protikorozní ochrana oblouků bude pravidelně kontrolována.



Obr. 3.140. Trhлина ve svaru  
Fig. 3.140 Crack in the weld



Obr. 3.141. Ustřížený šroub  
Fig. 3.141 Sheared bolt



Obr. 3.142. Porucha šroubu u kyvné stojky  
Fig. 3.142 Bolt defect at the double-pinned strut

## Repairs during lifetime

In 1995, the bridge was reconstructed with the main objective of widening the clear width of the bridge to 11.0 m. During the reconstruction, care was taken to preserve as many original parts of the bridge as possible. The concrete slab of the bridge deck was removed and some corroded stringers and crossbeams were replaced. A new lightweight orthotropic bridge deck was constructed on the bridge to meet the increased width requirements, while taking care not to increase the load on the partially corroded arch structure.

## Inspection results

A survey of the Tyrš Bridge was carried out in 2019. The aim was to identify and evaluate any defects of the bridge structure. Given the known material characteristics from the 1995 reconstruction, no new material tests were carried out.

## Description of defects and corrosion weakening

The main focus of the survey was on the original 1932 steel structure. The overall defect is the pitting corrosion of the arch beams. However, the corrosion weakening is small and does not affect the load-bearing capacity of the bridge. The corrosion protection of the arch girders is in good condition and therefore no further development of pitting corrosion is expected provided that the corrosion protection of the arches is regularly checked.



Obr. 3.143. Lokální deformace prutu ztužení  
Fig. 3.143 Local deformation of the bracing member



Obr. 3.144. Korozní oslabení prutu revizního zařízení  
Fig. 3.144 Corrosion weakening of the inspection device rod



Obr. 3.145. Lokální koroze mostovky  
Fig. 3.145 Local corrosion of the bridge deck

Při prohlídce byly zjištěny následující lokální poruchy:

1. Trhlina ve svaru mezi svislou výztuhou příčnicku a horní pásnicí obloukového nosníku (obr. 3.140.). Trhlina je v místě, kde není příčník s obloukovým nosníkem spojen pomocí ocelové stojky. U ostatních příčniců porucha nebyla zjištěna.
2. Ustřížený šroub ve spoji mezi příčnicem a mostovkou (obr. 3.141.). Doporučuje se provést úpravu otvoru pro šroub.
3. Porucha šroubu u kyvné stojky (obr. 3.142.). Šroub v patce kyvné stojky je zkorodovaný a pod patním plechem je odlomený beton. Doporučuje se výměna šroubu a sanace patky.
4. Lokální deformace prutu (obr. 3.143.). Jedná se o deformaci příruby úhelníku diagonálního prutu vodorovného ztužení. Doporučuje se ponechání poruchy.
5. Korozní oslabení v prutu revizního zařízení (obr. 3.144.). Otvor vzniklý korozi je stabilizovaný a dále se nezvětšuje. Nedoporučuje se žádné opravné opatření.
6. Lokální koroze mostovky (obr. 3.145.). Otvor se vyskytuje v těsném okolí odvodnění u plzeňské opěry. Doporučuje se pravidelné sledování poruchy.

## Zhodnocení stavu mostu

Prohlídkou bylo zjištěno, že most je v dobrém stavu. Objevené poruchy nemají zásadní vliv na zatížitelnost a spolehlivost nosné konstrukce. Ve zprávě o provedeném průzkumu byly doporučeny pouze drobné opravy. Zatížitelnost mostu je stejná jako zatížitelnost po provedené rekonstrukci v roce 1995.

The following local defects were found during the inspection:

1. A crack in the weld between the vertical stiffener of the crossbeam and the top flange of the arch beam (Fig. 3.140). The crack is at the point where the crossbeam is not connected to the arch beam. No defect was found in the other cross beams.
2. Sheared bolt in the joint between the crossbeam and the bridge deck (Fig. 3.141). Adjustment of the bolt hole is recommended.
3. Defect of the bolt at the swinging strut (Fig. 3.142). The bolt in the footplate of the double-pinned strut is corroded and the concrete under the footplate has broken off. Replacement of the bolt and rehabilitation of the footing is recommended.
4. Local deformation of the member (Fig. 3.143). Deformation of the flange of the diagonal member of the horizontal bracing. No action seems to be needed.
5. Corrosion weakening in the member of the revision device (Fig. 3.144). The hole resulting from corrosion is stabilized. No repair work is needed.
6. Local corrosion of the bridge deck (Fig. 3.145). The hole occurs in close proximity to the drainage at the fill abutment. Regular monitoring of the defect is recommended.

## Assessment of the bridge condition

The inspection found the bridge to be in good condition. The defects found do not have a significant effect on the load-bearing capacity and reliability of the superstructure. Only minor repairs were recommended as a result of the survey. The load-bearing capacity of the bridge remains the same as the load-bearing capacity after the reconstruction carried out in 1995.

## 64 – Kunětice – most systému Bailey Kunětice – Bailey bridge

silniční trémový příhradový most	road truss girder bridge
Pardubický kraj	Pardubice Region
okres Pardubice	Pardubice district
kat. území Kunětice	cad. territory Kunětice
	kulturní památka*
	cultural monument*
	GPS
	50°04'09.31" N
	15°49'47.38" E

Obr. 3.146. Pohled na most od východu v roce 2021

**Most ev. č. 2984-1 se nachází v katastru obce Kunětice, na silnici III. třídy č. 298 v úseku Sezemice–Kunětice a překonává řeku Labe.**

Před postavením mostu bylo jediné spojení mezi obyvateli Kunětic a Sezemic možné pouze pomocí přívozu. Jeho používání však bylo v létě omezeno nízkým stavem vody, na jaře a na podzim pak častými povodněmi a konečně v zimě kvůli výskytu ledových ker. Zástupci obce Kunětice usilovali o stavbu mostu od roku 1932 a pro podporu žádostí adresovaných Okresnímu úřadu v Pardubicích, resp. Okresnímu národnímu výboru (dále ONV) v Pardubicích se obraceli i na ostatní obce.<sup>44</sup> Jejich úsilí oslavilo úspěch v roce 1947 a dle zápisu v obecní kronice se o zřízení mostu nejvíce zasloužil místní předseda MNV a ředitel školy Jan Ryšavý.<sup>45</sup>

Výměrem Zemského národního výboru (dále ZNV) v Praze bylo 6. srpna 1947 ONV v Pardubicích uděleno vodoprávní povolení k zřízení mostu přes Labe. Vhodné místo pro postavení mostu bylo určeno v říčním kilometru 138,535.<sup>46</sup> Vzhledem ke skutečnosti, že jako

\* ochranné pásmo státního hradu Kunětická Hora

<sup>44</sup> Státní okresní archiv Pardubice (dále SOKA Pardubice), fond Místní národní výbor Kunětice 1945–1960 (dále MNV Kunětice), karton 1, Přípis o stavbě nové budovy pro měšťanskou školu v Sezemicích z 5. října 1945.

<sup>45</sup> Kronika obce Kunětice, umístěná na OÚ Kunětice (dále Kronika obce), s. 68.

<sup>46</sup> SOKA Pardubice, fond MNV Kunětice, karton 1, Vodoprávní výměr ZNV na stavbu mostu přes Labe adresovaný MNV Kunětice z 18. března 1948.



Fig. 3.146 View of the bridge from the east in 2021

**Bridge No. 2984-1 is located in the cadastre of the municipality of Kunětice, on Class III road No. 298 in the section Sezemice–Kunětice and crosses the River Labe.**

Before the bridge was built, the only connection between Kunětice and Sezemice was by ferry. However, its use was restricted in summer due to low water levels, in spring and autumn due to frequent flooding and in winter due to ice floes. Representatives of the Kunětice municipality had been striving for the construction of the bridge since 1932, applying to the District Office in Pardubice and to the District National Committee (hereinafter referred to as DNC) in Pardubice, asking for support of other municipalities.<sup>44</sup> Their efforts were successful in 1947, and according to the entry in the municipal chronicle, the most important contributor to the construction of the bridge was Jan Ryšavý, the local chairman of the municipality and a school director.<sup>45</sup>

On August 6, 1947, the Regional National Committee (RNC) in Prague granted a water permit for the construction of a bridge over the River Labe to the DNC in Pardubice. A suitable

\* buffer zone of the state castle Kunětická Hora

<sup>44</sup> Státní okresní archiv Pardubice (dále SOKA Pardubice), fond Místní národní výbor Kunětice 1945–1960 (dále MNV Kunětice), karton 1, Přípis o stavbě nové budovy pro měšťanskou školu v Sezemicích z 5. října 1945 (Information about the construction of a new building for the primary school in Sezemice, 5 October 1945; in Czech).

<sup>45</sup> Kronika obce Kunětice, umístěná na OÚ Kunětice (Chronicles of the village of Kunětice, "Kronika obce"; in Czech), p. 68.

most byla zvolena provizorní mostní souprava, omezil ZNV vodoprávní povolení pro tuto stavbu na dobu 20 let. Most byl zprovozněn v únoru roku 1948, oficiální kolaudace stavby pak proběhla 20. března 1950 s tím, že komise měla několik výhrad k nedostatkům (úprava nájezdů na most, zábradlí na mostě aj.), které bylo potřeba dodatečně odstranit. Most sloužil prvních pět let pouze pro pěší, po dokončení příjezdních komunikací začal sloužit i pro automobilový provoz.<sup>47</sup>

Most v Kuněticích představuje mostní soupravu systému Bailey Bridge, která byla přidělena v rámci akce UNRRA. Kompletní montáž mostu zajistili příslušníci ženijního vojska z nedalekých Pardubic, ale na dílčích pracích se podíleli i občané obce formou brigád, zejména na návozu materiálu.<sup>48</sup>

Most byl po zprovoznění dimenzován na zatížitelnost: normální 2,5 t, výhradní 6,5 t, výjimečnou 11 t. Délka přemostění pomocí tří otvorů činí 82 m, světlost otvorů, resp. rozpětí polí představuje 2 × 27,72 a 28,03 m, šikmost mostu je 90°. Stavební výška: 0,75 m, 2 opěry (dřevěné bárky) výšky 7,72 m, délky 6,60 m, tloušťky 1,90 m. Ostatní podpěry – 2 × délka 6,60 m, výška 7,72 m, tloušťka 1,90 m. Výška mostu nad terénem: 5 m (stavěn na stoletou vodu). Vozovka: dřevěné fošny, zábradlí ocelové.<sup>49</sup>

Jak již bylo uvedeno, s mostem se od samého začátku počítalo pouze jako s provizoriem. S tím souvisí i problematika jeho náročné údržby a četnost oprav, jak se doba jeho používání neustále prodlužovala a prodlužuje. Opravy a výměny se historicky týkaly zejména spodní stavby (piloty, bárky) a dřevěné mostovky. Již v roce 1958 řešila Správa dopravy Krajského národního výboru nevyhovující podlahu, jejíž prkna byla shnilá. Stejně tak bylo v témže roce při místním šetření konstatováno, že dřevěné bárky jsou v natolik nevyhovujícím stavu, že je potřeba okamžitá oprava a přechodné snížení únosnosti mostu. Opravy byly realizovány pouze v nejnnutnější možné míře, jelikož se počítalo se stavbou nového mostu v roce 1961.<sup>50</sup> Dle zachovaných plánů z roku 1962 měla kunětický Bailey Bridge nahradit železobetonová konstrukce. Uvažovalo se o dvou variantách mostu se třemi otvory z předpjatého betonu. Klíčová byla světlost středního pole kvůli plánovanému splavnění Labe. Realizace výkresů z kanceláře Dopravoprojektu však světlo světa nespátřila.<sup>51</sup>

Stavba nového mostu byla stále v nedohlednu, a tak bylo nutné v roce 1972 přistoupit ke generální opravě stávajícího mostu. K 7. červenci 1972 byl most až do odvolání uzavřen pro veškerý provoz. Ocelová konstrukce se jevila v dobrém stavu, ve špatném se opět nacházela zejména spodní dřevěná stavba. K nutné opravě se však nikdo nehlásil a řešit ji musel dokonce Úřad vlády ČSR. Most nakonec opravila v roce 1973 čs. armáda (VÚ 2479 Pohořelice) a práce spočívaly v kompletní výměně spodní stavby, ledolamů, rekonstrukci nájezdů, dále

location for the bridge was found at river kilometre 138,535.<sup>46</sup> As the bridge was designed as temporary, the RNC limited the water permit to a period of 20 years. The bridge came into service in February 1948, and the official approval of the structure was given on the 20th of March 1950, with the committee noting several reservations about deficiencies (modification of the bridge approaches, bridge railings, etc.) that would have to be corrected afterwards. For the first five years, the bridge was used only for pedestrians, but after the completion of the approach roads, it began to be used by road traffic as well.<sup>47</sup>

The bridge in Kunětice is a Bailey Bridge, the construction of which was allocated according to UNRRA procedures. The complete assembly of the bridge was carried out by a team of military engineers from nearby Pardubice. The villagers of Kunětice helped on a temporary basis, especially when it came to the transport of materials.<sup>48</sup>

The bridge was designed for a load-bearing capacity of 2.5 t normal, 6.5 t exclusive (restricted traffic), and 11 t exceptional (no traffic on the bridge, controlled crossing). The bridge has three openings and a total length of 82 m; the widths of the openings are: 2 × 27.72 and 28.03 m, while the skewness of the bridge is 90°. Construction height: 0.75 m, 2 abutments (timber truss columns) 7.72 m high, 6.60 m long, 1.90 m thick. Other supports – 2 × 6.60 m length, 7.72 m height, 1.90 m thickness. Height of the bridge above the ground: 5 m (built for 100-year flood level). Roadway: timber planks, steel railings.<sup>49</sup>

As already mentioned, the bridge was envisaged from the outset as a temporary structure. This is linked to the issue of its continuing maintenance demands and the frequency of necessary repairs, as its period of use has been repeatedly extended. Historically, repairs and replacements have mainly concerned the substructure (piles, timber trusses) and the timber bridge deck. As early as 1958, the Transportation Administration of the Regional National Committee found the pavement in poor condition as the planks were rotten. Similarly, in the same year, a local inquiry found that the timber piers were in such a poor condition that immediate repair and temporary reduction of the load-bearing capacity of the bridge was needed. Only limited repairs were carried out, as a new bridge was planned to be built in 1961.<sup>50</sup> According to plans from 1962, a reinforced concrete structure should have replaced the Kunětice Bailey Bridge. Two versions of the bridge were considered, with three spans of prestressed concrete. The clearance of the middle span was crucial because of the planned River Labe floatation. However, the realisation of the drawings from the office of Dopravoprojekt never came about.<sup>51</sup>

<sup>46</sup> SOkA Pardubice, fond MNV Kunětice, karton 1, Vodoprávní výměr ZNV na stavbu mostu přes Labe adresovaný MNV Kunětice z 18. března 1948 (Water management permit of ZNV for the construction of the bridge over the Elbe addressed to MNV Kunětice, 18 March 1948; in Czech).

<sup>47</sup> SOkA Pardubice, fond MNV Kunětice, karton 1, Protokol o kolaudaci mostu z 20. března 1950 (Protocol of Authorisation for Use of Bridge from 20 March 1950; in Czech).

<sup>48</sup> Kronika obce, p. 69.

<sup>49</sup> Národní archiv Praha, fond Ústav silničního hospodářství, karton 506, bridge technical report ev. č. (reg. no) 2984-1.

<sup>50</sup> SOkA Pardubice, fond Okresní národní výbor Pardubice (dále ONV Pardubice) 1954–1960 karton 111, Zápis MNV Kunětice z 2. dubna 1958 (Minutes of meeting of MNV Kunětice, 2 April 1958; in Czech). This document is the first to mention the construction of a new bridge in 1961.

<sup>51</sup> SOkA Pardubice, fond ONV Pardubice 1960–1990, karton 1228, Výkresová dokumentace a průvodní zpráva k plánovanému mostu (Drawings and technical report for the planned bridge; in Czech), 1228.

<sup>47</sup> SOkA Pardubice, fond MNV Kunětice, karton 1, Protokol o kolaudaci mostu z 20. března 1950.

<sup>48</sup> Kronika obce, s. 69.

<sup>49</sup> Národní archiv Praha, fond Ústav silničního hospodářství, karton 506, mostní list ev. č. 2984-1.

<sup>50</sup> SOkA Pardubice, fond Okresní národní výbor Pardubice (dále ONV Pardubice) 1954–1960 karton 111, Zápis MNV Kunětice z 2. dubna 1958. V témže dokumentu se prvně hovoří o stavbě nového mostu v roce 1961.

<sup>51</sup> SOkA Pardubice, fond ONV Pardubice 1960–1990, karton 1228, Výkresová dokumentace a průvodní zpráva k plánovanému mostu, 1228.

byla realizována nová dřevěná mostovka a nátěr ocelové konstrukce. Kolaudace proběhla 13. srpna 1973.<sup>52</sup>

Za dalších 10 let, v roce 1982, byla na mostě opět provedena kompletní výměna mostovky. Z důvodu nedostatku vhodného řeziva musela Okresní správa silnic trámy uložit příčně, což způsobovalo větší hlučnost, ale slibovalo delší životnost. Pro snížení hlučnosti byly později trámy podloženy pryžovými pásy, byly vyměněny nevhodné šrouby (původní se brzy uvolňovaly) a rychlost na mostě byla snížena na 20 km/h.<sup>53</sup> Další opravy a významné udržovací práce probíhaly a probíhají v pravidelných cyklech i nadále.<sup>54</sup> Most je od 3. května 1958 kulturní památkou.<sup>55</sup>

Přestože využití kunětického mostu systému Bailey Bridge bylo od začátku plánováno jako provizorní, most slouží svému účelu dodnes (podobně jako druhý most stejného systému v okr. Pardubice v obci Valy). I když se jedná o převedení komunikace III. třídy, nelze v průběhu existence jeho důležitost vnímat pouze lokálně (spojnice pro pracující v chemičce v Semtíně, plynovod na mostě, turistický ruch v rámci hradu Kunětická hora aj.). V současné době je most využíván jako alternativa k dosud neexistujícímu obchvatu Pardubic.

## Technické zvláštnosti a náležitosti konstrukce

Provizorní historický most z dob druhé světové války prošel v roce 2018 rekonstrukcí. Jednotlivé ocelové prvky mostu typu Bailey Bridge byly vyráběny z materiálu s ekvivalentem konstrukční oceli ČSN 11 523, v dnešní době přirovnatelné k oceli S355. Z důvodu nedávno provedených svačnických prací a vzhledem ke známosti konstrukčního materiálu nebyl proveden odběr vzorků ani nebyly provedeny tvrdoměrné zkoušky, při kterých by bylo nutno provést zbrošení zkušební plochy na hladkou ocel. Základním prvkem mostů Bailey Bridge je svařovaný příhradový panel obdélníkového tvaru (3,0 × 1,5 m) o tíže 262 kg. Tyto panely jsou hlavním nosným prvkem konstrukce provizorního mostu. Výhodou je variabilita základního prvku, panelu, který je možné použít jak na stavbu nosné konstrukce, tak pro stavbu spodní stavby, konkrétně pilířů. Panely jsou propojitelné pomocí čepů vkládaných do otvorů na koncích horního a dolního pásu příhrady. V případě potřeby bylo možné tyto panely skládat nejenom příčně vedle sebe, ale i na sebe pro dosažení co největší únosnosti a překonání větších rozpětí. V případě mostu Bailey Bridge u Kunětic byly jako hlavní nosné prvky použity zdvojené panelové nosníky. Most staticky funguje jako prostý nosník, v uložení nad pilíři jsou horní čepy uvolněny a ke spojení dochází pouze v úrovni dolního pásu, respektive uložení. Mostovka je dřevěná a byla uložena na příčníky a podélné rošty. Na povodní straně jsou umístěny konzoly, které podpírají dřevěný chodník pro pěší provoz.

<sup>52</sup> SOKA Pardubice, fond ONV Pardubice 1960–1990, karton 1228, Dokumentace k rekonstrukci mostu z let 1972 a 1973.

<sup>53</sup> SOKA Pardubice, fond ONV Pardubice 1960–1990, karton 1269, Dokumentace k rekonstrukci mostu z roku 1982.

<sup>54</sup> Další informace viz např. Památkový katalog, heslo Silniční most Kunětická hora; Milan ZLÍNSKÝ, *Američané stavěli provizorní mosty přes Labe. Slouží už 70 let*, in: iDNES, 28. srpna 2017; Česká televize, ČT24: Legendární most Spojenců „Bailey“ už skoro 70 let slouží u Pardubic, 16. 5. 2015.

<sup>55</sup> Památkový katalog, heslo Silniční most Kunětická hora.

The construction of a new bridge was still a distant prospect, so in 1972 the existing bridge had to be refurbished. From the 7th of July 1972, the bridge was closed to all traffic until further notice. The steel structure appeared to be in good condition, but the timber substructure was in particularly poor condition. However, no claim was put in to cover the cost of the necessary repairs, and finally the government had to deal with this. The bridge was finally repaired in 1973 with the help of military engineers (VÚ 2479 Pohořelice). The work consisted in a complete replacement of the substructure, icebreakers, reconstruction of the ramps, new timber bridge deck and painting of the steel structure. It was authorised for use on the 13th of August 1973.<sup>52</sup>

In 1982, the bridge was refurbished yet again. Due to a lack of suitable timber, the District Road Administration had to place the beams transversely, which caused more traffic noise but promised a longer service life. To reduce the noise, the beams were later supported by rubber bands, unsuitable bolts were replaced (the original ones had soon become loose) and the speed on the bridge was reduced to 20 km/h.<sup>53</sup> Further repairs and major maintenance work have been and continue to be carried out in regularly.<sup>54</sup> The bridge has been listed as a cultural monument since the 3rd of May 1958.<sup>55</sup>

Despite the fact that the Bailey Bridge is supposed to be a temporary structure, the one in Kunětická hora is still in service today. Another example of a Bailey Bridge still in use can be found in the village of Valy in the Pardubice district. Even though it is on a 3rd class road, its importance lies in the fact that it provides a transport link for workers to the chemical plant in Semtín; that it carries a gas pipeline; that it carries tourist traffic to the Kunětická hora Castle and to other local tourist attractions. The bridge also provides an alternative route to the Pardubice bypass.

## Technical features of the structure

The temporary historic bridge from the Second World War went through reconstruction in 2018. The individual steel members of the Bailey bridge (BB) were made of material with the equivalent of structural steel S355. Due to the recent rehabilitation work and due to the known characteristics of the structural material, no samples were taken nor hardness testing carried out. The material testing would have required grinding of the tested surface and would therefore affect the anticorrosion layers. The main structural member of the Bailey bridges is a welded rectangular truss panel (3.0 × 1.5 m) with a weight of 262 kg. The advantage of the BB system is the variability of the base member, the panel, which can be used for construction of both the superstructure and the substructure (namely the piers).

<sup>52</sup> SOKA Pardubice, fond ONV Pardubice 1960–1990, karton 1228, Dokumentace k rekonstrukci mostu z let 1972 a 1973 (Documentation for the reconstruction of the bridge from 1972 and 1973; in Czech).

<sup>53</sup> SOKA Pardubice, fond ONV Pardubice 1960–1990, karton 1269, Dokumentace k rekonstrukci mostu z roku 1982 (Documentation for the reconstruction of the bridge from 1982; in Czech).

<sup>54</sup> For more information see e.g. Monuments Catalogue, entry Road bridge Kunětická hora; Milan ZLÍNSKÝ, *Američané stavěli provizorní mosty přes Labe. Slouží už 70 let* ("The Americans built temporary makeshift bridges across the Elbe. They have been in service for 70 years"; in Czech), in: iDNES, 28. srpna 2017; Česká televize, ČT24: Legendární most Spojenců „Bailey“ už skoro 70 let slouží u Pardubic ("ČT24: "Bailey" – The legendary bridge of the Allies has been in service near Pardubice for almost 70 years"), 16. 5. 2015.

<sup>55</sup> Monuments Catalogue, entry Road bridge Kunětická hora.



Obr. 3.147. Pohled na most po směru staničení  
Fig. 3.147 View of the bridge pavement

Nejběžnějším uspořádáním pro Bailey Bridge je prosté pole trémového mostu s příhradovými nosníky s dolní mostovkou o rozpětí od 10 do 60 m. Mezi další varianty sestavitelné s běžným vybavením pomocí základních panelů patří spojitě nosníky na pilířích s horní i dolní mostovkou nebo také mosty železniční. V případě sestavy pro železniční mosty je třeba podotknout, že rozpětí bylo doporučováno do délky 20 m vzhledem ke značným průhybům konstrukce.

### Popis poruch a korozního oslabení

Zhodnocení vad a poruch nosné konstrukce bylo provedeno na základě prohlídky a změřeného korozního oslabení jednotlivých prvků. PKO je po konci životnosti, ale v relativně dobrém stavu, a to nad úrovní mostovky, kde byla obnovována. Lokálně se však vyskytují místa s povrchovou a počínající důlkovou korozi, zatím bez významných korozních úbytků.

Dochází k usazování nečistot na vodorovných plochách, v montážních otvorech modulárních prvků a u styčnic v úrovni dolního pásu. Stav PKO pod úrovní mostovky, zejména pak na samotných prvcích mostovky, tedy příčnicích, podélných roštů a táhel vodorovného ztužení, je z hlediska korozního oslabení velmi špatný. Stejně tak je tomu u chodníkových konzol. Obecně dochází k zatékání mezi dřevěnými fošny na ocelové prvky mostovky. Ložiska jsou korozně oslabená a vzhledem k tvaru zde také dochází k usazování nečistot a vlhkosti, což propaguje další korozi.



Obr. 3.148. Pohled na most z povodní strany  
Fig. 3.148 View of the bridge

The panels are connected by pins inserted into holes at the ends of the upper and lower chords of the truss. If necessary, these panels can be stacked not only transversely, side by side, but also on top of each other to achieve higher load-bearing capacity and cover larger spans. In the case of the Bailey Bridge at Kunětice, double panel girders were used as the main load-bearing members. Statically, the bridge functions as a continuously supported beam. Only the lower chords were pinned above the piers. Road traffic passes over a timber deck, while cantilevers of the right main girder support the sidewalk.

The most common layout for the Bailey Bridge is a simply supported span of a through-type deck bridge, spanning from 10 to 60 meters. Other variations assembled with conventional equipment using base truss panels include continuously supported beams on piers with both through or deck-type bridges and also railway bridges. It should be noted that spans of up to 20 m were recommended due to the significant deflections of the BB structures for railway bridges.

### Deterioration and corrosion weakening

The assessment of defects of the structure was made based on the visual inspection and corrosion survey. The anticorrosion coating reaches its service life. The condition of the coating is significantly better above the level of the bridge deck, where it was regularly restored. Locally, however, there are areas damaged by surface and pitting corrosion. However, it can be stated that the corrosion does not affect the overall capacity of the individual members as yet.



Obr. 3.149. Povrchová koroze horního pásu  
Fig. 3.149 Surface corrosion of the upper chords



Obr. 3.150. Usazování nečistot při dolním pásu a u ložiska  
Fig. 3.150 Holding of dirt and dust on horizontal surfaces



Obr. 3.151. Povrchová koroze prvků mostovky  
Fig. 3.151 Surface corrosion of the deck members



Obr. 3.152. Usazování nečistot u ložiska a na úložném prahu  
Fig. 3.152 Dirt and dust near the bearing





Obr. 3.153. Úžlabí v úrovni kol projíždějících vozidel  
Fig. 3.153 The timber deck, deformed from the wheel load

Vozovka na mostě je v uspokojivém stavu, patrné je však uvolňování fošen a tvorba úžlabí v úrovni kol projíždějících vozidel. Chodník je z hlediska pochozí plochy v dobrém stavu, nicméně pletivo zastávající funkci zábradlí není z hlediska bezpečnosti dostačující. Chybí jakýkoliv okopový prvek. Spodní líc pletiva zábradlí není připevněn k pochozí ploše, a tak hrozí propadnutí mezi pletivem a fošami chodníku.

### Zhodnocení stavu mostu

Péče o konstrukci je na dobré úrovni. Poslední rekonstrukce proběhla v roce 2018, pár měsíců po provedené prohlídce. Vzhledem ke zkušenostem z prohlídek dalších zástupců tohoto typu konstrukce na území ČR lze konstatovat, že je most u Kunětic v uspokojivém stavu. Bohužel stáří mostu a jeho původní určení jako mostní provizorium se neslučuje s užíváním v plném provozu již od konce 2. světové války, což je nejpatrnější na nevhodných detailech náchylných k poruchovosti. Dalším omezujícím faktorem je i šířka převáděné komunikace, na mostě funguje silniční provoz pouze formou střídaného jednosměrného provozu.



Obr. 3.154. Pohled na zábradelní pletivo bez spodního kotvení  
Fig. 3.154 The view on the railing, missing lower net fastening


Dirt and dust have collected on the horizontal surfaces and mounting holes of the modular bridge members. The condition of the anticorrosion coating below the deck-level is very poor. The cross sections of crossbeams, stringers and members of horizontal bracing are weakened by corrosion. The same can be observed on the cantilevers supporting the sidewalk and railing. The bridge bearings are prone to corrosion due to its shape: it tends to accumulate dirt and water which results in corrosion progress.

While the pavement is in average condition, the timber planks are loosened and deflected at the level of the wheels of passing vehicles. The pavement of the sidewalk is in good condition regarding walking comfort, but the railing is in poor condition. The steel mesh railing is not connected at the deck level and therefore there is a risk of pedestrians falling between the deck and mesh railing.

### Assessment of the bridge condition

The structure is maintained adequately. The last renovation took place in 2018, a few months after the visual inspection. Based on surveys of similar bridges in the Czech Republic, it can be said that the condition of the Kunětica Bailey Bridge is satisfactory. Its deficiencies are obvious. The Bailey Bridge is a temporary structure, and the Kunětica bridge has already far exceeded its planned service life. The structure has many inappropriate details for long term use. Another limiting factor is the insufficient width of the bridge, necessitating an alternating one-way traffic system.

## 65 - Žďákov - obloukový most - „Žďákovský most“ Žďákov - arch bridge

silniční obloukový most	road arch bridge
Jihočeský kraj, okres Písek	South Bohemia Region, Písek district
kat. území Orlík nad Vltavou, Kostelec nad Vltavou	cad. territories Orlík nad Vltavou, Kostelec nad Vltavou
	ochranné pásmo*
	buffer zone*
	GPS
	49°30'18.77" N 14°11'1.902" E

Obr. 3.155. Pohled na most od západu v roce 2020

**Žďákovský most nad přehradní nádrží Orlík převádí silnici I. třídy I/19 v km 62,110. Byl postaven v letech 1957–1967 a v době výstavby se jednalo o největší most svého druhu na světě (největší ocelový prostý plnostěnný dvoukloubový oblouk). V roce 2001 byl vyhlášen jako Most století v kategorii ocelových silničních mostů. Jedná se o technicky i esteticky dokonale navržené a provedené mostní dílo s velmi zajímavou a bohatou historií výstavby.**

O překlenutí hlubokého údolí mezi obcemi Kostelec nad Vltavou a Staré Sedlo se uvažovalo již před rokem 1918. Po vzniku Československa tyto úvahy začaly získávat reálné kontury. V polovině 20. let byly Mostním oddělením Ministerstva veřejných prací navrženy dvě varianty železobetonového oblouku – první počítala s rozpětím hlavního oblouku 108,5 m při celkové délce mostu 257 m. Druhá varianta počítala s rozpětím oblouku 127,5 m při celkové délce 288,5 m. Tato druhá varianta byla také schválena (s niveletou vozovky ve výšce 339,5 m n. m.). Bohužel až po dokončení projektu mostu čs. stát schválil zároveň budoucí výstavbu přehrady v údolí Vltavy s plánovanou výškou hladiny 335 m n. m. A tak další návrh Dr. Ing. Štěpána Ješe z roku 1932 počítal s železobetonovým mostem o čtyřech obloucích rozpětí 83 m, umístěných na vysokých podpěrách a o celkové délce 464 m. Od roku 1935

\*ochranné pásmo státního zámku Orlík (chráněno od 3. 2. 1977); již není individuálně památkově chráněn; (chráněno jako kulturní památka 3. 5. 1958 – 31. 12. 1987)



Fig. 3.155 View of the bridge from the west in 2020

**The bridge at Žďákov over the Orlík Reservoir carries the I/19 class road at km 62.110. It was built in 1957–1967 and at the time of its construction it was the largest bridge of its kind in the world (the largest steel simple plate double-arch bridge). In 2001, it was named Bridge of the Century in the category of steel road bridges. It is a technically and aesthetically perfectly designed and executed bridge work with a very interesting and rich construction history.**

Bridging the deep valley between Kostelec nad Vltavou and Staré Sedlo was already being considered before 1918. After the establishment of Czechoslovakia, these considerations began to acquire shape. In the mid-1920s, the Bridge Department of the Ministry of Public Works proposed two alternatives of the reinforced concrete arch – the first one envisaged a main arch span of 108.5 m with a total bridge length of 257 m. The second alternative envisaged an arch span of 127.5 m for a total length of 288.5 m. The second one was approved (with a road level at 339.5 m above sea level). Unfortunately, after the completion of the bridge project, the Czechoslovak state approved the future construction of a dam in the Vltava valley with a planned level of 335 m above sea level. An alternative proposal by Dr. Ing. Štěpán Ješ from 1932 envisaged a reinforced concrete bridge with four arches spanning 83 m, placed on high

\*protection zone of the Orlík State Chateau (protected since 3 February 1977); no longer individually protected; (protected as a cultural monument 3 May 1958 - 31 December 1987)

se ale zároveň rozběhly přípravy na vybudování dálkové silnice Plzeň – Moravská Ostrava a bylo zapotřebí hledat řešení bez nutnosti klesání do údolí – tedy konstrukci mostu téměř 110 m vysokou a více než 500 m dlouhou.<sup>56</sup>

V roce 1937 vypracovalo Ministerstvo veřejných prací čtyři povšechné studie:

- 1) dva ocelové příhradové přímopásové spojitě trámy o pěti polích na čtyřech pilířích
- 2) dva ocelové příhradové trojoblouky o rozpětí 360 m s oboustrannými odlehčovacími oblouky o rozpětí 144 m
- 3) ocelové spojitě příhradové trámy o třech polích s vloženými klouby ve středním poli
- 4) pět hlavních otvorů s nosnou konstrukcí z půlkruhových kleneb ze železobetonu.<sup>57</sup>

Výnosem z 11. srpna 1939 Ministerstvo veřejných prací vypsalo soutěž na vypracování projektů ocelových konstrukcí podle prvních tří z výše popsaných kritérií. Uchazečům byla navíc ponechána možnost vypracování vlastních alternativ. K tomu dále ministerstvo pověřilo projekční kancelář Dr. Ing. Jana Blažka vypracováním projektu podle poslední, čtvrté studie. Soutěže se účastnilo celkem 5 firem, z nichž reálné se zdály pouze nabídky Škodových závodů v Plzni a Báňské a hutní společnosti v Praze. Ovšem i návrh projektanta Dr. Ing. Jana Blažka byl ve srovnání proveditelný. Ministerstvo nakonec přihlédlo k okolnosti, že prostor pod mostem bude zatopen, a rozhodlo se dále zabývat jen variantou č. 2, tedy velkým obloukem s větším rozpětím, než je plánovaná šířka zatopeného údolí.

Vypracování podrobného projektu včetně stavebních a montážních postupů bylo nakonec svěřeno Škodovým závodům v Plzni, ty ostatně měly největší zkušenosti s budováním staveb tak velkého rozsahu. Rozpočet na most o volné šířce 10 m (z toho 7,5 m dlážděné vozovky, 1,5 m chodníky na obou stranách) vypadal následovně:

- hlavní nosná ocelová konstrukce včetně montáže 17 500 000 Kč
- ocelové konstrukce mostovky 900 000 Kč
- spodní stavba 4 500 000 Kč
- betonové konstrukce 5 600 000 Kč
- ostatní náklady 1 500 000 Kč.

Na podrobném projektu se pracovalo v letech 1940 a 1941. Mezitím se od listopadu 1938 rozběhla i výstavba silnice (nejprve na levém břehu, v roce 1940 i na pravém břehu). V roce 1941 byly vlivem válečných událostí a stavební uzávěry veškeré stavební i projekční práce zastaveny. Po 2. světové válce byla nejprve v roce 1946 potvrzena zvolená trasa silnice i místo přemostění a do konce roku 1948 se ještě stihly vybetonovat obě opěry plánovaného mostu. To bylo ale na dlouhá léta vše, na konci roku 1948 byly práce zastaveny s konstatováním, že v následujících letech s ohledem na vytíženost a situaci v čs. hutním průmyslu nebude možné zajistit provedení nosné konstrukce z oceli.<sup>58</sup>

supports and with a total length of 464 m. Since 1935, however, plans for the construction of the Plzeň – Moravská Ostrava long-distance road had been in preparation, and it was therefore necessary to find a solution without the need of descending into the valley – i.e. a bridge construction almost 110 m high and more than 500 m long.<sup>56</sup>

In 1937 the Ministry of Public Works prepared four general studies:

- 1) two steel trusses of five spans on four piers
- 2) two steel trussed triple-arches with a span of 360 m featuring double-sided arches with a span of 144 m
- 3) continuous steel trusses of three bays with embedded joints in the middle bay
- 4) five main openings with a load-bearing structure of semi-circular arches made of reinforced concrete.<sup>57</sup>

By a decree of the 11th of August 1939, the Ministry of Public Works launched a competition for the design of the steel structures according to the first three criteria outlined above. In addition, bidders were given the option of drawing up their own alternatives. In addition, the Ministry commissioned the design office of Dr. Ing. Jan Blažek to prepare the project according to a fourth and final study. A total of 5 companies participated in the competition, of which only the offers of Škoda Plzeň and the Mining and Metallurgical Company in Prague were considered realistic. However, even the proposal of the designer Dr. Ing. Jan Blažek was feasible by comparison. In the end, the Ministry took into account the fact that the area under the bridge would be flooded and decided to continue to deal only with alternative No. 2, i.e. a large arch wider than the planned flooding of the valley.

The development of a detailed project, including construction and assembly procedures, was finally entrusted to ŠKODA Plzeň, which had the greatest experience in building structures of such a large scale. The budget for the bridge with a clear width of 10 m (of which 7.5 m was to be paved roadway, 1.5 m sidewalks on both sides) looked as follows:

- Main steel structure including installation CZK (Czechoslovak korunas) 7,500,000
- steel superstructure CZK 900,000
- substructure CZK 4,500,000
- concrete structures CZK 5,600,000
- other costs CZK 1,500,000

The detailed design was worked on in 1940 and 1941. In the meantime, road construction had started in November 1938 (first on the left bank, then in 1940 on the right bank). In 1941, due to the war and the concurrent interruption of major construction projects, all building and design work ceased. Following the war, the chosen route of the road and the location of the bridge were first confirmed in 1946, and by the end of 1948 both abutments of the planned bridge had been concreted. However, the work was then stopped, the stated

<sup>56</sup> Tomáš JANDA, *Žďákovský most z pohledu historie*, in: Silnice – Železnice, č. 1, roč. 11, 2016.

<sup>57</sup> Tomáš JANDA, *Tak trochu jiný Žďákovský most*, in: Silnice – Železnice, č. roč. 9, 2014.

<sup>58</sup> Tomáš JANDA, *Žďákovský most z pohledu historie*, in: Silnice – Železnice, č. 1, roč. 11, 2016.

<sup>56</sup> Tomáš JANDA, *Žďákovský most z pohledu historie* (Žďákov Bridge from the perspective of history; in Czech), in: Silnice – Železnice, č. 1, roč. 11, 2016.

<sup>57</sup> Tomáš JANDA, *Tak trochu jiný Žďákovský most* (A bit different Žďákov Bridge; in Czech), in: Silnice – Železnice, č. roč. 9, 2014.

Přemostění údolí Vltavy bylo však důležité i nadále, neboť tato trasa stále ležela v generálním směru Plzeň–Tábor–Jihlava. Nejbližší přemostění Vltavy bylo v Kamýku nad Vltavou, to ale nevyhovovalo těžké nákladní dopravě, té vyhovovalo až přemostění u Vestce (vzdušnou čarou vzdáleno 20 km, po řece pak 35 km), opačným směrem proti proudu vyhovovalo až nový Podolský most (vzdušnou čarou vzdálený 20 km, po řece 25 km). V rámci výstavby vodního díla Orlík se pak ještě počítalo s vybudováním přechodu řeky u Orlických Zlátkovic a s novým přemostěním u Zvíkova.<sup>59</sup>

Projekt přemostění údolí Vltavy tak musel být znovu obnoven. Jeho přípravy ovlivnil vývoj vzduť plánovaného vodního díla Orlík – hladina nově 354 m n. m. Na základě toho vypracoval v dubnu 1951 mostní odbor Ministerstva stavebního průmyslu novou studii s železobetonovým obloukovým mostem o menším rozpětí (délka přemostění 539 m, oblouk komorový proměnného průřezu s rozšířením a zesílením v patkách o rozpětí 360 m a vzepětí 60 m – tato konstrukce by byla tehdy největší svého druhu na světě). Při projednávání ve vládním výboru však bylo požadováno předložení více variant i řešení mostní konstrukce a nakonec i příprava celého projektu přešla nově pod kompetenci Ministerstva dopravy ČR.<sup>60</sup>

Postupně bylo do roku 1954 známo 19 variant různých druhů konstrukcí a provedení. Ty železobetonové navrhoval Stavoprojekt, ocelové Hutní projekt Praha. Několik variant počítalo s trémovým řešením, trémem s šikmými vzpěrami nebo speciální Gabertovou konstrukcí oceloželezobetonového nosníku předpínaného kabely. Ze všech variant se do užšího výběru dostaly čtyři železobetonové a tři ocelové konstrukce. O konečné variantě rozhodovala speciálně jmenovaná komise složená z odborníků na betonové a ocelové konstrukce z vysokých škol, projekčních ústavů a zástupců Ministerstva dopravy.<sup>61</sup>

Nicméně rozhodování dlouhodobě ovlivňovaly nepříznivé geologické podmínky v údolí plánované stavby. Pro původně navrhovaný železobetonový oblouk z roku 1951 o rozpětí 360 m byly v letech 1953–1955 v místech uvažovaných patek provedeny sondovací práce. Zjistilo se z nich však, že geologické poměry jsou na levé straně údolí nepříznivé pro založení patek uvažované železobetonové konstrukce (výskyt poruchových zón v hornině skalního podkladu údolního dna).<sup>62</sup>

Na svém zasedání 9. března 1954 tak čs. vláda přijala toto usnesení: „...schvaluje investiční úkol na výstavbu mostu přes Vltavu v oblasti Žďákov–Zvíkov s vyloučením obloukové konstrukce betonové o rozpětí hlavního oblouku 360 m, protože vybudováním této investice se doplní soustava mostu na středním toku Vltavy a zajistí přechod přes řeku pro veškerou místní i dálkovou dopravu. Orientační náklad činí 40 mil. Kčs.“

V uvažování o stavbě mostu se postupně začaly silněji prosazovat obchodně-politické zájmy protežování ocelové konstrukce. Na tomto místě je vhodné ocitovat např. dopis

<sup>59</sup> Národní archiv Praha (dále NA Praha), fond Ministerstvo dopravy II (dále MD II), k. 876.

<sup>60</sup> Tomáš JANDA, *Žďákovský most z pohledu historie*, in: Silnice – Železnice, č. 1, roč. 11, 2016.

<sup>61</sup> NA Praha, f. MD II, k. 846.

<sup>62</sup> Tamtéž, k. 2.

reason being that in the following years it would not be possible to guarantee the construction of the steel superstructure in view of the other demands and the uncertain situation in the Czechoslovak metallurgical industry.<sup>58</sup>

However, bridging the Vltava valley was still important, as this route still lay in the important line of Plzeň–Tábor–Jihlava. The nearest bridge over the River Vltava was in Kamýk nad Vltavou, but it was not suitable for heavy freight traffic, which could only be handled by the bridge at Vestec (20 km as the crow flies, 35 km upriver). In the opposite upstream direction the new Podolský Bridge (20 km as the crow flies, 25 km upriver) was also suitable. As part of the construction of the Orlík hydroelectric power station, a river crossing at Orlické Zlátkovice and a new bridge at Zvíkov were also planned.<sup>59</sup>

The Vltava valley bridging project had to be renewed. Its preparations were influenced by the development of the planned Orlík reservoir – the level was now 354 m above sea level. In April 1951, the Bridge Department of the Ministry of Construction prepared a new study with a reinforced concrete arch bridge with a smaller span (bridge length 539 m, chamber arch of variable cross-section with widening and reinforcement in the footings, span 360 m and span 60 m – this construction would have been the largest of its kind in the world at that time). However, during the government committee hearings, more options for the bridge structure were requested and eventually the preparation of the entire project came under the new responsibility of the Czech Ministry of Transport.<sup>60</sup>

By 1954, 19 alternatives of different types of construction and design had been submitted. The reinforced concrete alternatives were designed by Stavoprojekt, the steel ones by Hutní podnik Praha. Several alternatives provided for a beam design, a beam with inclined struts or a special Gabert system of a steel-reinforced concrete beam prestressed with cables. Of all the nineteen options, four reinforced concrete and three steel alternatives were shortlisted. The final option was decided by a specially appointed committee consisting of concrete and steel construction experts from universities, design institutes and representatives of the Ministry of Transport.<sup>61</sup>

However, unfavourable geotechnical conditions in the valley of the planned construction affected the decision-making process. For the originally proposed reinforced concrete arch of 1951 with a span of 360 m, geotechnical survey was carried out in 1953–1955 at the locations of the footings. However, it was found that the geotechnical conditions on the left side of the valley were unfavourable for the footings of the planned reinforced concrete structure (presence of areas with damaged rock at the bottom of the valley).<sup>62</sup>

<sup>58</sup> Tomáš JANDA, *Žďákovský most z pohledu historie* (Žďákov Bridge from the perspective of history; in Czech), in: Silnice – Železnice, č. 1, roč. 11, 2016.

<sup>59</sup> Národní archiv Praha (dále NA Praha), fond Ministerstvo dopravy II (dále MD II), k. 876.

<sup>60</sup> Tomáš JANDA, *Žďákovský most z pohledu historie* (Žďákov Bridge from the perspective of history; in Czech), in: Silnice – Železnice, č. 1, roč. 11, 2016.

<sup>61</sup> NA Praha, f. MD II, k. 846.<sup>62</sup> Tamtéž, k. 2.

<sup>62</sup> Ibidem, ch. 2.

ministra hutního průmyslu Josefa Reitmajera adresovaný 30. června 1954 ministru dopravy Antonínovi Pospíšilovi: „*Ministerstvo hutního průmyslu a rudných dolů má veliký zájem na správném vyřešení tohoto úkolu, protože považuje vzhledem k mimořádným rozměrům stavby za správné jedině řešení s ocelovým obloukem, a to z hlediska jak technického, tak ekonomického, zvláště pak s ohledem na geologické poměry z těchto důvodů:*

- 1) *technicky a architektonicky nejvýhodnější řešení pro dané údolí jeví se přemostění jediným velkým obloukem, jenž vzhledem k rozpětí a ke geologickým podmínkám může být proveden bez obtíží jedině z oceli, za přibližně stejný náklad jako nejlépejší alternativy víceobloukové ze železového nebo z předpjatého betonu (cca 35 mil. Kčs)*
- 2) *ekonomicky podstatně nejlevnějším řešením (cca 27 mil. Kčs) jest přemostění dvěma ocelovými oblouky s jedním středním pilířem*
- 3) *oceli jest nyní pro takové stavby dostatek*
- 4) *naše projekční složky jsou schopny projekt v potřebném termínu zvládnouti*
- 5) *naše hutě a mostárny, jakož i montážní podniky mají a budou mít volnou kapacitu k dispozici a mají potřebné zkušenosti, naopak z hlediska dnešního využití kapacity je nutné je více zaměstnat*
- 6) *v oblasti Orlické zdrže bude nutno postavit více mostů současně v krátké době. Proto by bylo vhodné rozdělit tyto stavby rovnoměrně mezi ocel a beton. Z uvedených staveb se pro ocel nejjasněji hodí právě Žďákovský most. Zároveň podotýkám, že pocítujeme současně přetížení stavební výroby nepříznivě v termínových skluzech výstavby našich největších hutních závodů*
- 7) *montáž oceli jest rychlá a snadná, nezávislá na ročním období, ušetří dřevo, většina montážních pomůcek osvědčená při výstavbě NHKG a jinde jest inventárně k dispozici*
- 8) *provedení podobné mostní konstrukce o tak velikém rozpětí bylo by důležité nejen technicky, ale i velmi politicky, jako svědectví o technickém pokroku v lidově demokratických státech, jako důkaz o vysoké technické úrovni jak našich vědců a techniků, tak našich dělníků, a byl by to současně výhodný argument, hned při rozhodnutí pro ocelovou konstrukci, pro získávání exportních zakázek pro zahraničí na ocelové konstrukce, o které má ČSR právě v nynější době veliký zájem. Naproti tomu betonové konstrukce nebudeme jistě zahraničnímu obchodu nabízet.“<sup>63</sup>*

Odborná komise měla naplánované zasedání na 7. července 1954. Děni během zasedání i konečný výsledek přibližuje report náčelníka Kanceláře pro státní silniční plán: „*Před jedním subkomise zpravil jsem dva její čelné členy, profesory vysokého učení technického v Praze Dr. Ing. Hacara a Dr. Ing. Faltuse, o obsahu dopisu soudruha ministra hutního průmyslu a rudných dolů a o stanovisku soudruha ministra dopravy. Diskuse v subkomisi byla úplně volná, mnou naprosto neovlivněná, a vyzněla zcela nerozhodně mezi ocelovým obloukem a třemi oblouky železobetonovými. Konstrukce z předpjatého betonu byla v jednání poněkud zatlačena do pozadí. Teprve za této situace jsem tlumočil stanovisko a přání soudruha ministra dopravy. Nato byl formulován tento návrh usnesení subkomise: „Doporučuje se, aby most přes Vltavu u Žďákova na silnici č. 19 byl navržen a proveden s ocelovou plnostěnnou konstrukcí*

At its meeting on 9 March 1954, the Czechoslovak government adopted the following resolution: „*...approves the investment for the construction of a bridge over the Vltava in the Žďákov – Zvíkov area, excluding the concrete arch structure with a main arch span of 360 m; this bridge will complete the bridge system on the middle reaches of the Vltava and provide a crossing over the river for all local and long-distance traffic. The approximate cost is 40 million Czechoslovak korunas.*”

Gradually, commercial and political interests began to assert themselves. Increasing consideration was given to the idea of constructing the bridge using a steel arch structure. At this point it is appropriate to quote, for example, a letter from the Minister of the Metallurgical Industry Josef Reitmajer, addressed to the Minister of Transport Antonín Pospíšil on 30th of June 1954: “*The Ministry of Metallurgical Industry and Ore Mines is very interested in the correct solution to this task; the Ministry considers the steel arch to be the only correct solution in view of the exceptional dimensions, both from the technical and economic point of view, especially when regarding the geotechnical conditions, and further considering the following reasons:*

- 1) *The most technically and architecturally advantageous solution for this valley appears to be a single large arch bridge, which, given the span and the geotechnical conditions, can be constructed without difficulty using only steel, at approximately the same cost as the cheapest multi-arch alternatives of iron or prestressed concrete (approx. 35 million Czechoslovak korunas).*
- 2) *The economically by far most efficient alternative (approx. 27 million Czechoslovak korunas) is a bridge with two steel arches with one central pillar.*
- 3) *There is now enough steel for such structures.*
- 4) *Our design units are able to handle the project in the necessary timeframe.*
- 5) *Our steelworks and bridgeworks as well as the assembly plants have and will have the capacity available and have the necessary experience; moreover, regarding their present utilisation, they need to be employed more.*
- 6) *In the area of the Reservoir Orlik, several bridges will have to be built simultaneously in a short time. It would therefore be advisable to divide these constructions equally between steel and concrete. Of the structures mentioned, the bridge at Žďákov is the most suited for steel. At the same time, I would like to point out that we are experiencing a simultaneous overload of construction production, adversely affecting the construction deadlines of our largest metallurgical plants.*
- 7) *Steel erection is quick and easy, regardless of the season, saves timber, most of the erection tools proven in the construction of NHKG and elsewhere are already available in the inventory.*
- 8) *The construction of a similar bridge structure of such a large span would be important not only technically, but also very politically, as a testimony to the technical progress in the people's democratic states, as a proof of the high technical level of our scientists and engineers as well as our workers, and it would be at the same time an advantageous argument, right after the decision for steel construction, for obtaining export orders abroad for steel structures, in which the Czechoslovak Republic is currently very interested. On the other hand, we will certainly not offer concrete structures to foreign trade.”<sup>63→</sup>*

<sup>63</sup> NA Praha, f. MD II, k. 2. Pro návrh hlasovali Ing. Krutina, Dr. Ing. Faltus, Dr. Ing. Záruba, Ing. Schindler, Ing. Zeman, Ing. Tichý, prof. Dr. Ing. Hacar, Dr. Ing. Pacholík, proti návrhu hlasovali Ing. Bitzan, Ing. Machula, zdrželi se hlasování Dr. Ing. Ješ, Ing. Kryštof. Viz Tomáš JANDA, *Žďákovský most z pohledu historie*, in: Silnice – Železnice, č. 1, roč. 11, 2016.

*o jednom oblouku a dvou kloubech na vyložených konsolách a umístěním patek podle výsledků geologického šetření. Stavba ocelového oblouku o dvou kloubech je podle výsledků dosavadního geologického průzkumu bezpečně možná. S vypracováním úvodního projektu bude započato až po rozhodnutí o tom, že trasa Žďákovského mostu zůstane nezměněna. Na přání některých členů subkomise došlo o tomto návrhu k hlasování s tímto výsledkem: pro jeden ocelový oblouk 8 hlasů, 2 hlasy proti, 2 členové se zdrželi hlasování.*<sup>64</sup>

Výstavba mostu byla nakonec realizována v letech 1957–1967 (s přestávkou 1960–1964), je dílem projektového ústavu Hutní projekt Praha. Most byl vyroben ve Vítkovických železárnách a konstrukci mostu smontovaly Hutní montáže Ostrava.<sup>65</sup>

Z konstrukčního hlediska se jedná o ocelový obloukový most s horní mostovkou celkové délky 542 m. Mostovka je ve výšce 50 m nad hladinou Vltavy. Hlavní nosná konstrukce se skládá z ocelových oblouků, ocelových stojek, železobetonových pilířů a trámu mostovky. Ve středním poli jsou dva ocelové plnostěnné dvoukloubové oblouky o rozpětí 330 m a vzeptě 42,5 m. Oba oblouky leží ve svislých rovinách v osové vzdálenosti 13 m. Obloukové nosníky mají komorový průřez o výšce 5 m, s osovou vzdáleností stěn 1 m, jsou vzájemně ztužené při horních a dolních pásech podélným příhradovým ztužením. Oba oblouky jsou uloženy na železobetonových konzolách, na kterých jsou patní klouby tvořené čepem o průměru 430 mm. Železobetonové pilíře jsou od sebe vzdálené 379 m, 47 m vysoké.

Trám mostovky se skládá ze dvou ocelových podélných nosníků, příčníků a desky mostovky. Pevný bod se nachází uprostřed rozpětí oblouku, na obou opěrách a na betonových pilířích jsou nosníky trámu uloženy posuvně na jednoválcových ložiskách. Nosník trámu je svařovaný I průřez o výšce 1,8 m. Rozpětí příčníků činí 12 m, jsou svařované průřezu I, umístěné v osové vzdálenosti 2,6 m. Jejich výška činí 0,8 až 1 m. Deska mostovky je železobetonová o výšce 0,18 m. Vozovka je v šířce 10,5 m, oba chodníky o šířce 1,25 m. Celková hmotnost ocelových konstrukcí představuje 4 465 t.

V roce 1998 byly zjištěny svislé trhliny ve stojinách podélných nosníků trámu (v důsledku zatékání do uzavřených dutin a opakovaného zmrznutí vody) a most byl do doby mimořádné opravy krátkodobě preventivně uzavřen pro veškerý provoz. V následujícím roce byly pro umožnění pravidelné kontroly pod mostovkou a na obloucích nainstalovány tři nové pohyblivé revizní lávky a zároveň došlo k přepočtení zatížitelnosti mostu. V letech 2008–2011 byl proveden rozsáhlý diagnostický průzkum celé konstrukce, který měl podrobně specifikovat její stav a rozsah závad. V roce 2010 byl na most zakázán vjezd vozidlům nad 13 t v důsledku závad na mostních závěrech. Při diagnostickém průzkumu ocelové konstrukce byla zjištěna pouze povrchová koroze bez úbytku materiálu. Vážné závady však byly zjištěny na mostních závěrech u opěr, do kterých trvale zatékala voda (závěry nebyly konstruovány jako vodotěsné). U pilířů byl shledán dlouhodobě nefunkční odvodňovací systém. Dále byla zjištěna koroze dolní výztuže betonové desky mostovky, která byla zapříčiněna nedostatečně

<sup>64</sup> NA Praha, f. MD II, k. 2.

<sup>65</sup> Tomáš ROTTER – Jiří STUDNIČKA, *Čtyřicet let Žďákovského mostu*, in: Stavebnictví, č. 6–7, roč. 2007.

The expert committee was scheduled to meet on July 7th, 1954. The events during the meeting and the final outcome are summarised in the report of the Chief of the Office for the State Road Plan: *“Before the meeting of the sub-committee I informed two of its leading members, professors of the Technical University in Prague Dr. Ing. Hacar and Dr. Ing. Faltus, of the contents of the letter of the Minister of Metallurgy and Ore Mines and of the opinion of the Minister of Transport. The discussion in the subcommittee was completely free, completely uninfluenced by me, and was completely undecided between the steel arch and the three reinforced concrete arches. The prestressed concrete structure was somewhat pushed into the background in the discussion. It was only in this situation that I conveyed the opinion and wishes of the Minister of Transport. In response, the following draft resolution of the subcommittee was formulated: ‘It is recommended that the bridge over the River Vltava at Žďákov, on Route No. 19, be designed and constructed with a steel solid-wall structure with one arch and two joints on inlaid cantilevers and the location of the footings in accordance with the results of the geotechnical survey. The construction of a steel arch with two joints is feasible according to the results of the geotechnical survey to date. The preparation of the initial design will only be started after the decision has been taken that the route of which the bridge is to become an integral part will remain unchanged.’ At the request of some members of the sub-committee, a vote was taken on this proposal with the following result: 8 votes for one steel arch, 2 votes against, 2 abstentions.”*<sup>64</sup>

The construction of the bridge was eventually completed in 1957–1967 (with a break from 1960–1964) by the Hutní projekt Praha design institute. The bridge was manufactured in Vítkovice Ironworks and the superstructure was assembled by Hutní montáže Ostrava.<sup>65</sup>

It is a steel arch bridge with an upper bridge deck with a total length of 542 m. The bridge deck is at a height of 50 m above the level of the Vltava River. The main load-bearing structure consists of steel arches, steel columns, reinforced concrete piers and the bridge deck beam. In the central span there are two steel plate double-arched arches with a span of 330 m and a rise of 42.5 m. Both arches lie in vertical planes at an axial distance of 13 m. The arch girders have a chamber section of 5 m in height, with an axial distance of 1 m between the walls, and are mutually braced at the upper and lower chords by longitudinal truss bracing. The two arches are supported by reinforced concrete cantilevers with 430 mm diameter pins. The reinforced concrete piers are 379 m apart and 47 m high.

The beam of the bridge deck consists of two steel longitudinal beams, cross beams and a bridge deck slab. The fixed point is located in the middle of the span of the arch, and the beams are supported by single roller sliding bearings on both abutments and on the concrete

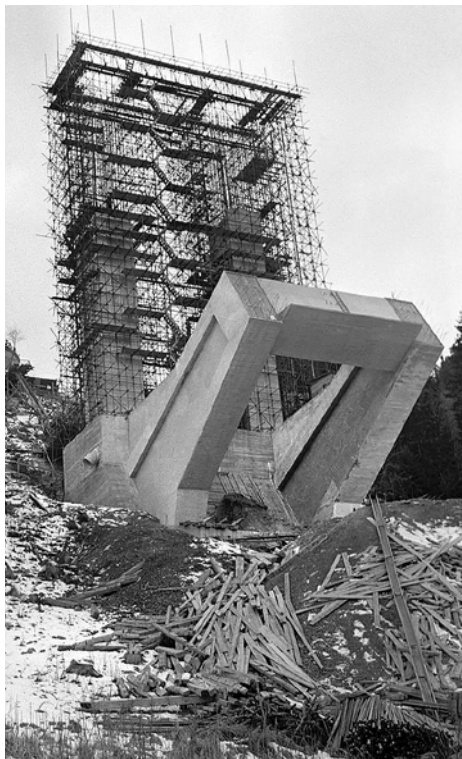
<sup>63</sup> NA Praha, f. MD II, k. 2. Voting in favour of the design: Ing. Krutina, Dr. Ing. Faltus, Dr. Ing. Záruba, Ing. Schindler, Ing. Zeman, Ing. Tichý, prof. Dr. Ing. Hacar, Dr. Ing. Pacholík, against: Ing. Bítzan, Ing. Machula, abstentions Dr. Ing. Ješ, Ing. Kryštof). See Tomáš JANDA, *Žďákovský most z pohledu historie* (Žďákovský most from the perspective of history; in Czech), in: Sílnice – Železnice, č. 1, roč. 11, 2016.

<sup>64</sup> NA Praha, f. MD II, k. 2.

<sup>65</sup> Tomáš ROTTER – Jiří STUDNIČKA, *Čtyřicet let Žďákovského mostu* (Forty years of the Žďákov Bridge; in Czech), in: Stavebnictví, č. 6–7, roč. 2007.

tlustou krycí vrstvou. V roce 2011 byla zadána generální rekonstrukce mostu, spočívající ve výměně mostních závěrů, opravě opěr, celkové obnově vodotěsné izolace desky mostovky, sanaci povrchů betonových konstrukcí a obnově protikorozní ochrany s rozpočtem 160 milionů Kč.<sup>66</sup>

V časovém rozmezí červen 2015 – říjen 2017 proběhla rekonstrukce mostu, zhotovitelem byla firma Colas CZ, a. s.<sup>67</sup> Supervizorem rekonstrukce byla Fakulta stavební ČVUT v Praze.



Obr. 3.156. Stavba mostu 1957–1960  
Fig. 3.156 Construction of the bridge 1957–1960



Obr. 3.157. Stavba mostu 1957–1960  
Fig. 3.157 Construction of the bridge 1957–1960

piers. The beam girder is welded I section, 1.8 m high. The span of the crossbeams is 12 m, they are welded I section, placed at an axial distance of 2.6 m. Their height is 0.8 to 1 m. The bridge deck slab is reinforced concrete with a height of 0.18 m. The carriageway is 10.5 m wide and both sidewalks are 1.25 m wide. The total weight of the steel structures is 4 465 t.

In 1998, vertical cracks were found in the longitudinal beam supports (due to leakage into the closed cavities and repeated freezing of water) and the bridge was closed to all traffic for a short period of time as a precautionary measure until emergency repairs were carried out. In the following year, three new movable inspection footbridges were installed under the bridge deck and on the arches to allow for regular inspection, and the load-bearing capacity of the bridge was also re-assessed. Between 2008 and 2011, an extensive diagnostic survey of the entire structure was carried out to detail its condition and the extent of the defects. In 2010, vehicles over 13 tonnes were restricted to cross the bridge due to defects in the bridge abutments. The diagnostic survey of the steel structure revealed only surface corrosion with no loss of material. However, serious defects were detected in the bridge abutments, which were permanently leaking water (the abutments were not designed to be watertight). The piers were found to have a long-term non-functioning drainage system. Furthermore, corrosion of the lower reinforcement of the concrete slab of the bridge deck was found to be caused by an insufficiently thick covering layer. In 2011, a general reconstruction of the bridge was commissioned, consisting of the replacement of the expansion joints, repair of the abutments, complete renewal of the waterproof insulation of the bridge deck slab, rehabilitation of the concrete structure surfaces and renewal of the corrosion protection, with a budget of CZK 160 million.<sup>66</sup>

The reconstruction of the bridge was carried out between June 2015 and October 2017, the contractor was Colas CZ, a. s.<sup>67</sup> The reconstruction was supervised by the Faculty of Civil Engineering of the Czech Technical University in Prague.

<sup>66</sup> Tomáš ROTTER – Jiří STUDNIČKA, *Čtyřicet let Žďákovského mostu*, in: *Stavebnictví*, č. 6–7, roč. 2007.

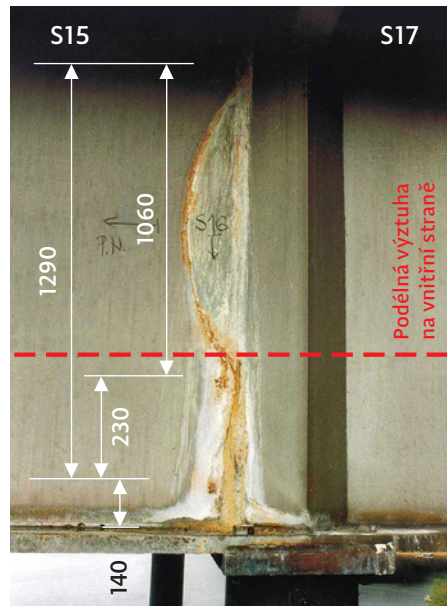
<sup>67</sup> Obě opěry musely být nakonec sanovány ve větším rozsahu, než se původně předpokládalo, viz Jakub VODŇANSKÝ, *I/19 Žďákov, most ev. č. 19-028*, in: *Silnice – Železnice*, č. 1, roč. 11, 2016.

<sup>66</sup> Tomáš ROTTER – Jiří STUDNIČKA, *Čtyřicet let Žďákovského mostu* (Forty years of the Žďákov Bridge; in Czech), in: *Stavebnictví*, č. 6–7, roč. 2007.

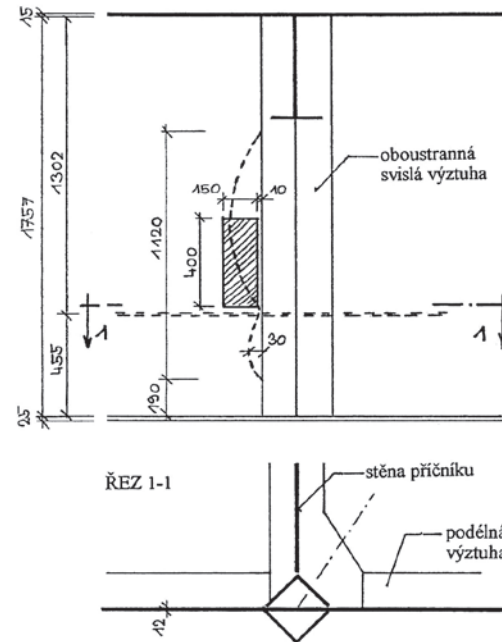
<sup>67</sup> Both abutments eventually had to be rehabilitated to a greater extent than originally anticipated, see Jakub VODŇANSKÝ, *I/19 Žďákov, most ev. č. (reg. no) 19-028*, in: *Silnice – Železnice (I/19 Žďákov, bridge ev. no. 19-028*, in Czech), č. 1, roč. 11, 2016.

## Opravy mostu

V roce 1998 byly zjištěny ve stěně hlavního nosníku mostovky dlouhé svislé trhliny po celé výšce stěny. Na vyříznutém vzorku v místě trhliny byly provedeny materiálové a chemické zkoušky oceli. Ze zkoušek vyplynulo, že materiál svým chemickým složením a mechanickými vlastnostmi odpovídá tehdy použité oceli 11 523. Nebylo zjištěno stárnutí oceli. Rozbořem lomové plochy byl stanoven štěpný charakter lomu, nebylo patrné ohnisko porušení. Bylo patrné žebrování, které určovalo směr šíření trhliny zdola nahoru. Místo iniciace bylo v bodě křížení svarů výztuh.



Obr. 3.158. Pohled na stěnu s trhlinou  
Fig. 3.158 View of the web with a crack

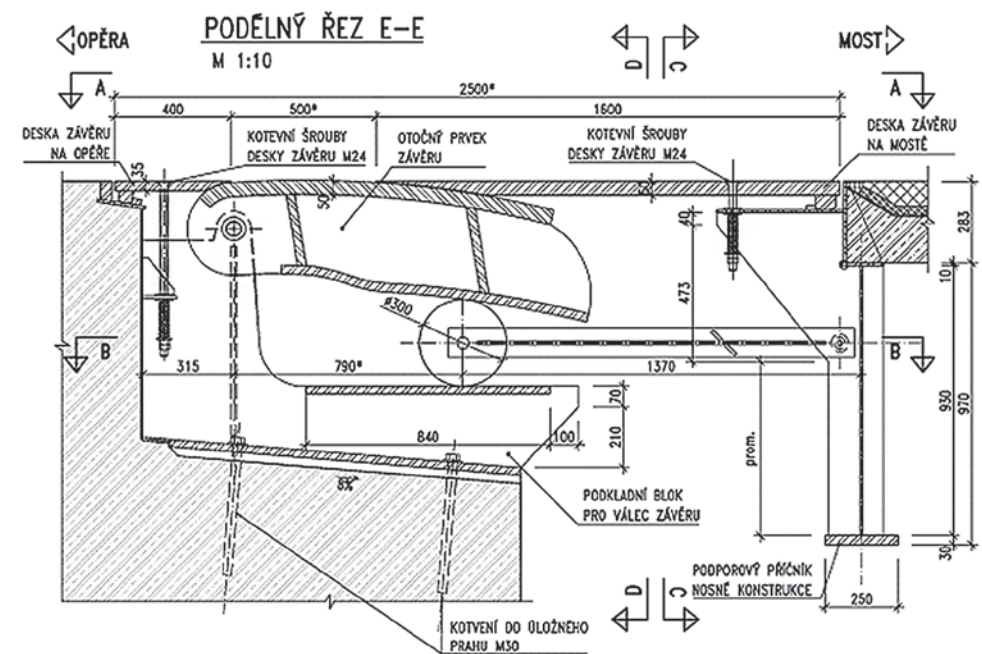


Obr. 3.159. Schéma stěny se zákresem trhliny  
Fig. 3.159 Scheme the web with the crack drawing

V roce 1999 byl proveden přepočítání celé mostní konstrukce. Bylo provedeno posouzení a výpočet zatížitelnosti jednotlivých nosných prvků mostní konstrukce a nebyl nalezen žádný důvod pro vznik trhlin ve stěně hlavního nosníku. Na základě výsledků lokální statické analýzy bylo prokázáno, že příčinou vzniku lomů ve stěně hlavního nosníku mostovky bylo zmrznutí vody v uzavřeném prostoru mezi stěnou a vnitřní svislou výztuhou.

## Bridge repairs

In 1998, long vertical cracks were found in the wall of the main girder of the bridge deck along the entire height of the wall. Material and chemical testing of the steel was carried out on a specimen cut at the crack location. The tests showed that the material corresponded in chemical composition and mechanical properties to the 11 523 steel used at that time. Analysis of the fracture surface established the cleavage character of the fracture, and the focal point of the fracture was not visible. Ribbing was visible, which determined the direction of propagation of the crack from bottom to top. The initiation point was at the point of intersection of welds of the stiffeners.



Obr. 3.160. Původní válcový podporovaný mostní závěr  
Fig. 3.160 Original expansion joints supported by cylinders

In 1999, reliability assessment of the bridge was conducted. The evaluation of the load-bearing capacity of the individual structural members was carried out and no cause for cracks in the main girder web was found. Based on the results of the local static analysis, it was shown that the fractures in the main girder web of the bridge deck could be attributed to water freezing in the closed space between the web and the internal vertical stiffener.



## Příprava rekonstrukce mostu

Výsledky pravidelných prohlídek uváděly vážná poškození a nefunkčnost mostních závěrů, degradaci betonu horních částí opěr, korozi koncových příčníků, nefunkční odvodnění mostu. Diagnostický průzkum provedený v roce 2008 obsahoval popis závad, doporučení způsobu opravy, u mostních závěrů se požadovala jejich výměna. V doplňkovém diagnostickém průzkumu z roku 2011 bylo navrženo odbourání horní části opěr, u pylonů a patek oblouku byl doplněn způsob sanace a bylo navrženo kompletní odstranění desky mostovky podél hlavních nosníků v šířce 2,0 m. V doplňkovém diagnostickém průzkumu byly zkoušky materiálových vlastností, zkouška odolnosti povrchu betonu proti působení vody a rozmrazovacími látkami a stanovení míry karbonatace.

Projektová dokumentace pro rekonstrukci mostu obsahovala:

- Oprava a sanace spodní stavby (demolice a nové části opěr, celoplošné obetonování dřívků pylonů, sanace komor na hlavách pylonů aj.).
- Oprava mostního svršku a mostovky (odstranění mostního svršku, vybourání části desky mostovky, úprava přechodové oblasti za opěrami, nové vozovkové souvrství, nové mostní závěry, obnova PKO aj.).
- Renovace PKO oblouků a stojek.
- Mostní vybavení.

## Rekonstrukce v letech 2015–2017

Hlavním cílem rekonstrukce byla výměna mostních závěrů, nové horní části opěr, obnova vodotěsné izolace desky mostovky, výměna římsových nosníků a zábradlí, obnova PKO ocelové konstrukce a sanace betonových částí mostu. Na základě dodatečného diagnostického průzkumu nebylo provedeno odstranění desky mostovky podél hlavních nosníků v šířce 2,0 m (obr. 3.153.). Postup některých vybraných kroků oprav je dokumentován na následujících obrázcích.

## Preparation of the bridge reconstruction

The results of the regular inspections indicated serious damage and non-functionality of the expansion joints, degradation of the concrete of the upper parts of the abutments, corrosion of the end girders, and non-functional drainage. The diagnostic survey carried out in 2008 included a description of the defects, recommendations for repair, and the expansion joints were required to be replaced. The 2011 supplementary diagnostic survey proposed demolition of the upper part of the abutments, a method of rehabilitation for the pylons and arch footings was provided, and complete removal of the bridge deck slab along the main girders in a width of 2.0 m was proposed. The additional diagnostic survey included tests of material properties, testing of the concrete surface resistance against water and de-icing salts diffusion, and determination of carbonation progress.

The documentation for the bridge reconstruction included:

- Repair and rehabilitation of the substructure (demolition and new abutment sections, full concreting of pylon shafts, rehabilitation of chambers of the pylon heads, etc.).
- Repair of the bridge superstructure and bridge deck (removal of the bridge deck, demolition of part of the bridge deck slab, modification of the transition area behind the abutments, new pavement layers, new expansion joints, rehabilitation of the corrosion protection, etc.).
- Renovation of corrosion protection of arches and props.
- Bridge equipment.

## Reconstruction 2015–2017

The main objective of the reconstruction was the replacement of the expansion joints, new upper parts of abutments, renewal of the waterproof insulation of the bridge deck slab, replacement of the cornice beams and railings, renewal of the corrosion protection of steel structure and rehabilitation of the concrete parts of the bridge. The progress of some selected repair steps is documented in the following figures.



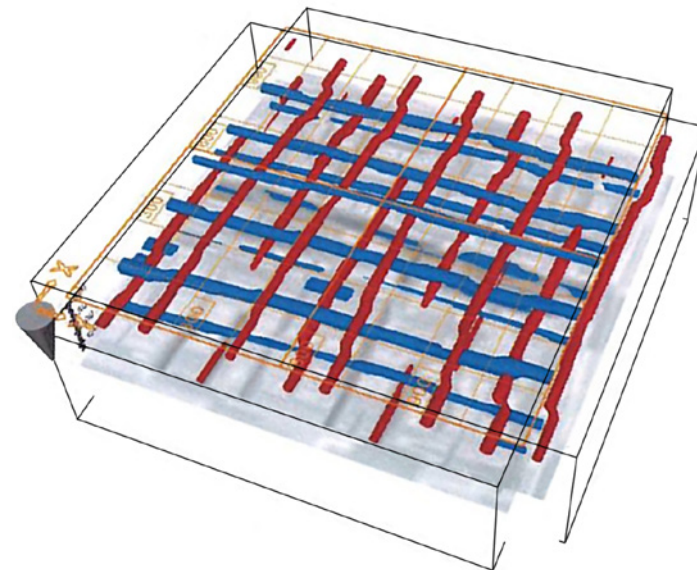
Obr. 3.161. Část vyjmutého mostního závěru a výplně zábradlí  
Fig. 3.161 Part of the removed expansion joints and railing filling



Obr. 3.162. Pohled na desku mostovky zdola  
Fig. 3.162 View of the bridge deck from below



Obr. 3.163. Vybouraná část desky mostovky v rámci dodatečného diagnostického průřezu  
Fig. 3.163 Demolished part of the bridge deck slab



Obr. 3.164. Radarové měření výztuže desky mostovky  
Fig. 3.164 Radar view of bridge deck slab reinforcement



Obr. 3.165. Odbouraná horní část opěry  
Fig. 3.165 Demolished upper part of the abutment

### Stav mostu

Rekonstrukcí bylo dosaženo vytyčeného cíle, aby byla zajištěna dlouhodobá bezpečnost a spolehlivost provozu na Žďákovském mostě.



Obr. 3.166. Koncový příčník před rekonstrukcí  
Fig. 3.166 End crossbeam before reconstruction

### Bridge condition

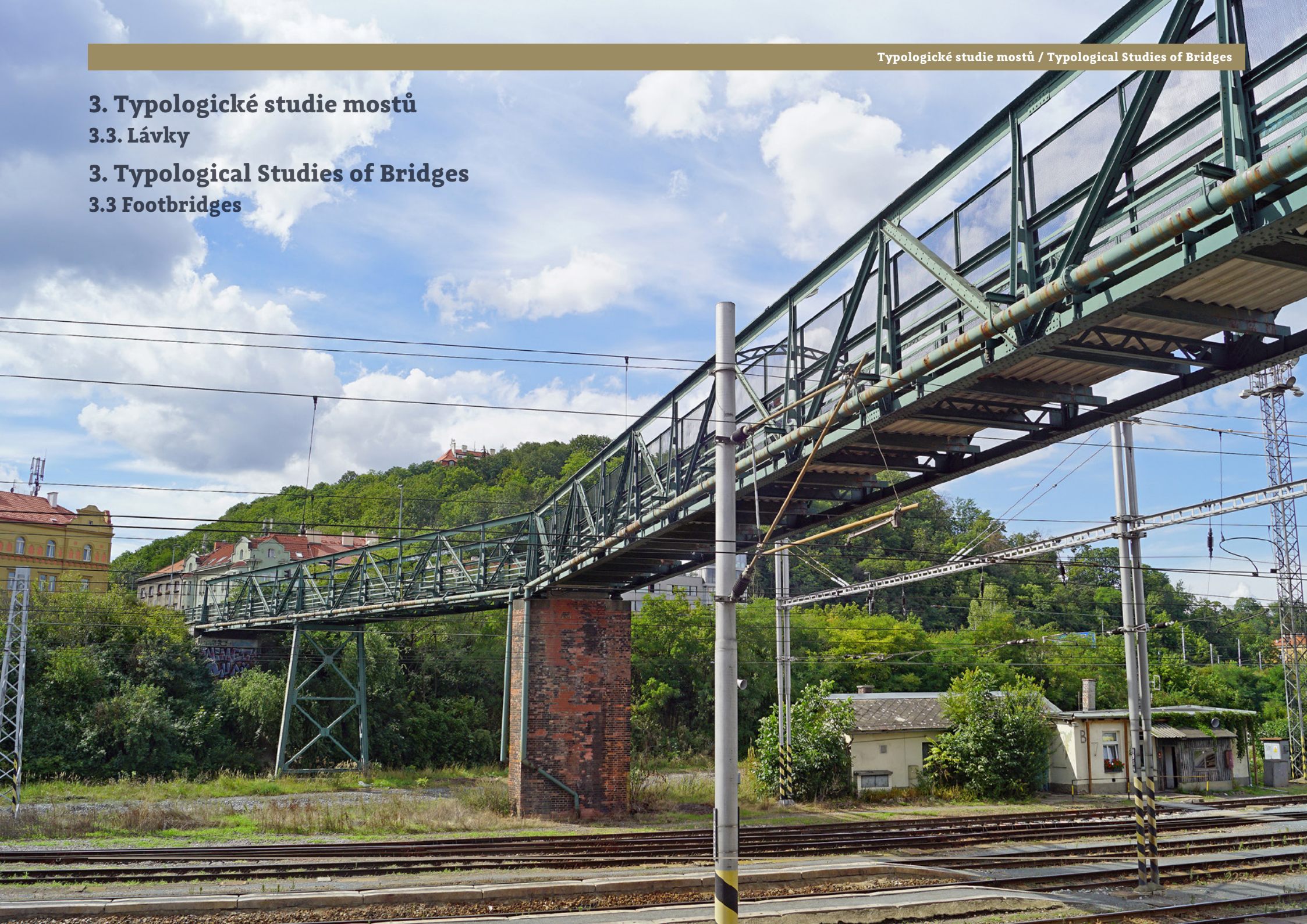
The repair ensured the long-term service life of this monumental bridge.

### 3. Typologické studie mostů


#### 3.3. Lávky

### 3. Typological Studies of Bridges

#### 3.3 Footbridges



## 69 – Praha – lávka přes Smíchovské nádraží Prague – footbridge over the Smíchov railway station

lávka pro pěší – trám. příhrad. most	truss girder footbridge
Hlavní město Praha	Capital City of Prague
Praha 5	Prague 5 district
kat. území Smíchov, Radlice	cad. territories Smíchov, Radlice
	ochranné pásmo*
	buffer zone*
	GPS
	50°03'47.1" N
	14°24'26.4" E

Obr. 3.167. Pohled na lávku od Radlic v roce 2020



Fig. 3.167 View of the footbridge from Radlice in 2020

Lávka přes Smíchovské nádraží propojuje ulici Nádražní v oblasti Smíchova s ulicemi Křížová a Radlická v oblasti Radlic. Stávající lávka byla postavena v letech 1929 a 1930.

Vlády Rakouského císařství a Bavorského království uzavřely v roce 1851 mezinárodní smlouvu o propojení svých železnic. V roce 1858 byl spojovacím bodem mezi dráhami stanoven Furth im Wald a Česká Kubice. V roce 1859 byla udělena koncese na stavbu dráhy bratřím Kleinům, kteří se rozhodli financovat stavbu pomocí akcií a obligací. V roce 1860 byla ustavena akciová společnost C.k. privilegovaná Česká západní dráha. V témže roce začala výstavba trati, nejdříve od Chrástu u Plzně k Furth im Wald, která byla dokončena v září 1861. Druhá etapa mezi Chrástem a Prahou byla dokončena v červenci 1862 zaústěním do nově vystavěného Smíchovského nádraží (stavitelé bratři Kleinové a Vojtěch Lanna). Smíchovské nádraží bylo nádražím koncovým, k jeho propojení s nádražím Františka Josefa I. (dnešním Hlavním nádražím) došlo až se stavbou Dráhy Františka Josefa I. z Prahy do Českých Budějovic v letech 1870–1871. Do Smíchovského nádraží byly postupně zaústěny i dráhy Buštěhradské železnice a Pražsko-duchcovské dráhy (1872) a vlečky do smíchovských továren (např. Ringhofferova továrna na výrobu železničních vozů, Zlíchovský lihovar, varový přístav apod.). První železná lávka přecházející nádraží od Nádražní ulice do Radlické

The footbridge over Smíchovské nádraží railway station connects Nádražní Street in the Smíchov area with Křížová and Radlická Streets in the Radlice area. The footbridge was built in 1929 and 1930.

The governments of the Austrian Empire and the Kingdom of Bavaria concluded an international treaty in 1851 to link their railways. In 1858, Furth im Wald and Ceska Kubice was designated as the connecting point between the railways. In 1859 a concession for the construction of the railway was granted to the Klein brothers, who decided to finance the construction with shares and bonds. In 1860, the joint-stock company c.k. privileged Czech Western Railway was established. In the same year the construction of the line began, first from Chrást near Pilsen to Furth im Wald, which was completed in September 1861. The second stage between Chrást and Prague was completed in July 1862 with the connection to the newly built Smíchov railway station (builders Klein brothers and Vojtěch Lanna). Smíchovské nádraží was an end station, its connection with the František Josef I. station (today's Main Station) took place only with the construction of the František Josef I. Railway from Prague to České Budějovice in 1870–71. The railway lines of the Buštěhrad Railway and the Prague-Duchcov Railway (1872) and the sidings to the factories in Smíchov (e.g. Ringhoffer's factory for the production of railway carriages, Zlíchovský lihovar, dude harbour, etc.)

\*ochranné pásmo Městské památkové rezervace Praha

\*buffer zone of the urban conservation area of the city of Prague

ulice byla postavena v roce 1900, nahrazena byla lávkou z roku 1929, která zde stojí dodnes. Projekt současné ocelové lávky přes Smíchovské nádraží byl vypracován firmou Bratři Prášilové a spol. v roce 1929. Konstrukce lávky byla v průběhu dalších let prodloužena, opravována, zesilována, ale i krácena.

Ocelovou konstrukci lávky včetně ocelových pilířů a schodiště zhotovila Českomoravská-Kolben-Daněk, akciová společnost (ČKD), odd. Mostárna, Praha. Lávka byla postavena v letech 1929 až 1930. V roce 1947 byla provedena obnova vozovky. Na vozovku byl použit litý asfalt. V důsledku přestavby Smíchovského nádraží a úpravy Nádražní třídy byl v roce 1952 vyvolán požadavek na prodloužení lávky na smíchovské straně o 10 m. Projektovou dokumentaci zhotovila firma Pražská silniční služba v roce 1953. Stavbu realizovala firma Lidové družstvo kovářů a podkovářů Prakov z Prahy v roce 1954 a 1955.

Počátkem 60. let 20. století proběhly dvě drobné opravy lávky. První spočívala ve výměně dřevěných stupňů a fošen na schodišti a na podestě. Druhou byla oprava odvodňovacího potrubí. Zásadní oprava lávky přes Smíchovské nádraží proběhla v roce 1973. Projekt opravy zhotovila firma Pražské silniční a vodohospodářské stavby v roce 1972. Podkladem pro projekt byla prohlídka lávky, jejíž součástí byla diagnostika desky mostovky, provedená koncem roku 1970. Prohlídkou bylo zjištěno, že betonová deska mostovky v konstrukci radlické i smíchovské je v havarijním stavu. Dlouhodobé zatékání vody vozovkou a dlouhodobé ovlivňování spodního líce desky kouřovými plyny parních lokomotiv vedlo k postupnému rozpadu betonové desky, k odhalení a korozi výztuže. V některých místech musela být deska mostovky v roce 1971 překryta provizorní dřevěnou podlahou. Rekonstrukci mostovky prováděla firma Vojenské stavby, závod Praha v roce 1973. Nová mostovka se skládala z ocelových příčníků a prefabrikovaných železobetonových desek. V roce 1990 byla zesílena ocelová konstrukce smíchovského schodiště a byly vyměněny dubové fošny na podestách a na schodišťových stupních. V roce 2002 byla konstrukce lávky na radlické straně zkrácena o 45,5 m z důvodu nového uspořádání komunikace Dobříšské ulice. Původní schodiště bylo nahrazeno úrovnovým napojením lávky na chodník v Dobříšské ulici. Dále firma Chládek a Tintěra navrhla rekonstrukci železobetonové desky mostovky, která spočívala ve snesení vozovkové vrstvy a stávajících betonových desek a zhotovení nové desky mostovky. Realiizační dokumentaci provedla firma Pontex.<sup>68</sup>

Lávka přes Smíchovské nádraží za dobu své existence splnila svou funkci pěšího propojení mezi smíchovskou a radlickou stranou. Prošla dvěma úpravami, prodloužením na smíchovské straně a zkrácením na radlické straně, dvěma rekonstrukcemi mostovky, přístavbou nového schodiště a několika opravami vozovky, schodiště a odvodnění. Další osud lávky (její rozebrání) je ovlivněn celkovou přestavbou Smíchovského nádraží a jeho okolí.<sup>69</sup>

<sup>68</sup> Box Y-001 Lávka Smíchovské nádraží, Archiv TSK Praha.

<sup>69</sup> Text čerpán z: Rotter, T. et al.: Ocelové nýtované mosty v Praze, TSK Praha 2022, v rukopisu.

<sup>68</sup> Box Y-001 Lávka Smíchovské nádraží (Box Y-001 Smíchov Railway Station footbridge; in Czech), Archiv TSK Praha.

<sup>69</sup> Based on: Rotter, T. et al.: Ocelové nýtované mosty v Praze, TSK Praha 2022, v rukopisu (Steel Riveted Bridges in Prague, TSK Praha 2022, in manuscript; in Czech). Typologické studie mostů / Typological Studies of Bridges.

were gradually connected to Smíchov railway station. The first steel footbridge spanning over the station from Nádražní Street to Radlice Street was built in 1900 and was replaced by a new footbridge in 1929, which still stands there.

The design of the current steel footbridge over Smíchovské nádraží was drawn up by Prášil Brothers et Co. in 1929. The construction of the footbridge was extended, repaired, strengthened and shortened over the following years.

The steel construction of the footbridge, including steel pillars and staircase, was made by Českomoravská-Kolben-Daněk, a joint-stock company (ČKD), Bridge factory, Prague. The footbridge was built between 1929 and 1930. In 1947, the pavement was renovated using cast asphalt. As a result of the reconstruction of the Smíchov railway station and the modification of Nádražní Avenue, in 1952 a request was made to extend the footbridge on the Smíchov side by 10 m. The project documentation was prepared by the Prague Road Service in 1953. The construction was carried out in 1954 and 1955 by the company Lidové družstvo kovářů a podkovářů Prakov of Prague.

In the early 1960s, two minor repairs were carried out on the footbridge. Firstly, the timber planks of the staircase and the landing were replaced. The second repair was to the drainage pipes. A major repair of the footbridge took place in 1973. The repair project was carried out by the Prague Road and Water Management Construction Company in 1972. The project was based on an inspection of the footbridge, which included a survey of the bridge deck slab, carried out at the end of 1970. The inspection revealed that the concrete slab of the bridge deck in both the Radlice and Smíchov structures was in a state of disrepair. Long-term water leakage through the pavement and long-term influence on the bottom face of the slab by the fumes of steam locomotives led to the gradual disintegration of the concrete slab, and to the exposure and corrosion of the reinforcement. In 1971, some parts of the bridge deck slab had to be covered with a temporary timber floor. The reconstruction of the bridge deck was carried out by the company Vojenské stavby, závod Praha in 1973. The new bridge deck consisted of steel girders and prefabricated reinforced concrete slabs. In 1990, the steel structure of the Smíchov staircase was reinforced and the period timbers on the landings and stair planks were replaced. In 2002, the footbridge structure on the Radlice side was shortened by 45.5 m due to the new road layout of Dobříšská Street. The original staircase was replaced by a level connection of the footbridge to the pavement in Dobříšská Street. Furthermore, the company Chládek a Tintěra proposed the reconstruction of the reinforced concrete slab of the bridge deck, which necessitated the removal of the road surface and the existing concrete slabs and the construction of a new bridge deck slab. The documentation for execution was developed by Pontex.<sup>68</sup>

During its existence, the footbridge over Smíchovské nádraží has fulfilled its function as a pedestrian link between the Smíchov and Radlice sides. It has undergone two modifications, an extension on the Smíchov side and a shortening on the Radlice side, two reconstructions of the bridge deck, the addition of a new staircase and several repairs to the roadway, staircase and drainage. The future of the footbridge and its possible dismantling is influenced by the overall reconstruction of Smíchovské nádraží and its surroundings.<sup>69</sup>

## Technické zvláštnosti konstrukce

Lávka přes Smíchovské nádraží byla vystavěna roku 1930. Lávka je ocelová příhradová konstrukce s dolní mostovkou a celkovou délkou 165 m. Mostní objekt se skládal původně ze dvou konstrukcí, radlické a smíchovské. Radlická konstrukce je dnes kratší a je přímo napojena na ul. Dobříšská. Smíchovská konstrukce byla v roce 1952 prodloužena o 10 m. Důvodem prodloužení byla rekonstrukce Smíchovského nádraží a související úprava ulice Nádražní v blízkosti přístupu na lávku. Prodloužení bylo provedeno posunutím koncového pilíře včetně přístupového schodiště o 10 m a vložením dodatečného pole. Nové pole smíchovské části je také jako trémová konstrukce s dolní betonovou mostovkou. Hlavním nosným prvkem jsou dva válcované plnostěnné nosníky.

Z důvodu dlouhodobě špatného stavu desky mostovky, vzniklého působením zatékající vody z horního líce a kvůli vlivu kouřových plynů lokomotiv ze spodního líce, bylo v roce 1973 přistoupeno k její opravě. Na konstrukci byly doplněny dodatečné ocelové příčníky, a to vždy mezi dva příčníky původní. Následně byla vybetonována nová deska mostovky. K opravě mostovky došlo opakovaně v roce 2002. V rámci těchto oprav byla provedena rektifikace příčníků tak, aby byl zajištěn sklon vozovky pro její dostatečné odvodnění. Rekonstrukce proběhla bez přerušení provozu na lávce díky provizorní dřevěné konstrukci. Zároveň byla v roce 2002 z důvodu nového uspořádání ulice Dobříšská zkrácena radlická konstrukce o 45,5 m.



Obr. 3.168. Původní příhradová konstrukce a vložené pole na novém pilíři  
Fig. 3.168 New pier with the original truss bridge structure and the additional span

## Technical features of the structure

The footbridge over Smíchovské nádraží railway station was built in 1930. The footbridge is a steel truss construction with a lower bridge deck and a total length of 165 m. The bridge structure originally consisted of two structures, the Radlice and Smíchov structures. The structure on the Radlice side is now shorter and is directly connected to ul. Dobříšská. The Smíchov structure was extended by 10 m in 1952. The reason for the extension was the reconstruction of the Smíchov railway station and the related modification of Nádražní Street, near the access to the footbridge. The extension was made by moving the end pillar including the access staircase by 10 m and inserting an additional span. The new structure of the Smíchov footbridge is also of a beam type with a half-through concrete bridge deck. The main girders are rolled I-beams.

Due to the poor condition of the bridge deck slab, caused by the effect of water leakage from the upper face and the influence of locomotive fumes from the lower face, it was repaired in 1973. Additional steel cross beams were added to the structure, at all places between the two original cross beams. Subsequently, a new bridge deck slab was concreted. The bridge deck was repaired again in 2002. As part of these repairs, the crossbeams were rectified to ensure that the roadway sloped sufficiently for drainage. The reconstruction was carried out without interrupting traffic on the footbridge with the aid of a temporary timber structure. At the same time, in 2002, due to the new layout of Dobříšská Street, the Radlice structure was shortened by 45.5 m.



Obr. 3.169. Celkový pohled na most  
Fig. 3.169 The view on the bridge

V roce 2007 bylo ke smíchovské konstrukci doplněno schodiště umožňující přístup na severní nástupiště Smíchovského nádraží. Pro zajištění vstupu na schodiště musela být vyříznuta jedna z diagonál hlavního příhradového nosníku.

In 2007 the Smíchov footbridge was supplemented by a new staircase providing access to the northern platform of the Smíchov railway station. To allow for pedestrian traffic, a diagonal of the main truss girder of the footbridge had to be cut off.



Obr. 3.170. Dodatečný příčník s rektifikací  
Fig. 3.170 Additional rectifiable cross-beam



Obr. 3.171. Dodatečné přístupové schodiště a vyříznutá diagonála  
Fig. 3.171 Additional staircase from the northern platform



Obr. 3.172. Porušené pochozí vrstvy a usazování vody  
Fig. 3.172 Deterioration of the deck layers

## Popis poruch a korozního oslabení

Na mostě byla provedena podrobná prohlídka za účelem stanovení stavu nosné konstrukce a její protikorozní ochrany. Průzkum zahrnoval vizuální prohlídku a nedestruktivní zkoušky, např. měření tloušťky nátěru ultrazvukovým tloušťkoměrem. Vady a poruchy nosné konstrukce se týkají především zatékání a s ním spojeného korozního oslabení. Dochází k usazování vody mezi poškozenými pochozími vrstvami a k zatékání do samotné betonové desky s následnou korozí trapézového plechu ztraceného bednění. Dalším slabým prvkem jsou degradované dřevěné fošny přístupového schodiště u Nádražní ulice.

V rámci nedestruktivních zkoušek protikorozní ochrany bylo prováděno měření tloušťky protikorozního nátěru pomocí ultrazvukového tloušťkoměru. Zvýšená pozornost byla věnována koncovému pilíři u přístupového schodiště. Zde je korozní úbytek nejmarkantnější. Dochází k odpadávání vrstev protikorozní ochrany a stékání vody. Zjištěna byla špatná příprava povrchu a pronikání vody a nečistot pod vrstvy nátěru, kdy se při jeho zbroušení objevují výluhy vody.

## Deterioration and corrosion weakening

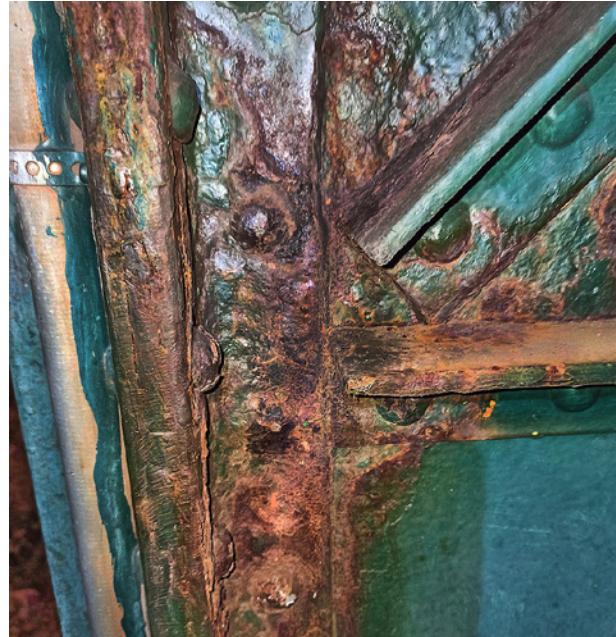
A detailed inspection was carried out to determine the condition of the superstructure and its corrosion protection. The survey included a visual inspection and non-destructive tests such as measuring the thickness of the coating with an ultrasonic thickness gauge. The defects of the structure are mainly related to leakage and associated corrosion weakening. Water settling between the damaged bearing layers and leakage into the concrete slab with subsequent corrosion of the trapezoidal plate of the lost formwork. Another weak member is the degraded timber deck of the access staircase at Nádražní Street.

As part of the non-destructive corrosion protection tests, the thickness of the corrosion protection coating was measured using an ultrasonic thickness gauge. Increased attention was paid to the end pillar at the access staircase. Here the corrosion loss is the most significant. The corrosion protection layers are flaking off and water is leaking. Water and moisture leak through the paint layers, with leaches appearing after sanding off the paint.





Obr. 3.173. Zatékání pod mostovku a koroze trapézového plechu  
Fig. 3.173 Leakage of the concrete slab and corrosion of steel decking



Obr. 3.174. Koroze styčnicku koncového pilíře  
Fig. 3.174 Joint corrosion



Obr. 3.175. Nedostatečná vrstva protikorozní ochrany  
Fig. 3.175 Insufficient coating thickness


## Zhodnocení stavu mostu

Lávka přes Smíchovské nádraží za dobu své existence splnila svoji nezastupitelnou funkci, její dnešní stav lze však bohužel hodnotit jako špatný. Konstrukce prošla mnoha opravami a změnou statického působení a její osud bude vyřešen v rámci přestavby Smíchovského nádraží. Hlavním a nejnebezpečnějším defektem je zatékání pod nedokonale provedenou protikorozní ochranu, tímto způsobem není možné pouhou vizuální kontrolou zjistit skutečný stav konstrukce.

## Assessment of the bridge condition

The footbridge over Smíchovské nádraží railway station has fulfilled its irreplaceable function during its existence, but its current condition is unfortunately poor. The structure has undergone many repairs and changes in its static system. Its future will be dictated by the reconstruction of Smíchov railway station. The main and most dangerous defect is the leakage under the imperfectly executed corrosion protection. Because of this, it is not possible to determine the actual condition only by visual inspection.

## 71 – Ostrava-Vítkovice – dopravníkový most Ostrava-Vítkovice – conveyor bridge

Technologický trám. příhradový most	truss girder conveyor
Moravskoslezský kraj	Moravian-Silesian Region
okres Ostrava-město	Ostrava-City district
kat. území Vítkovice	cad. territory Vítkovice
	národní kulturní památka*
	national cultural monument*
	GPS
	49°49'09.6" N 18°16'41.8" E

Obr. 3.176. Pohled na dopravníkový most v roce 2018

**Soubor ocelových příhradových dopravníkových mostů sloužících k dopravě primárních surovin v rámci průmyslového hutního a důlního závodu Vítkovické železárny.**

Pod souřadnicemi (49.81896, 18.28091) se nenachází jeden most, nýbrž celý soubor mostů, který provazuje jejich specializovaná funkce, a to doprava primárních surovin v rámci průmyslového hutního a důlního závodu Vítkovické železárny, který byl roku 1993 prohlášen národní kulturní památkou a dva roky poté opatřen i památkovým ochranným pásmem.

Konkrétně se jedná o průmyslový komplex vítkovických vysokých pecí s přilehlým dolem a koksovou Hlubina, dnes široké veřejnosti známý pod souhrnným názvem Dolní oblast Vítkovice. Národní kulturní památka Důl Hlubina je zařazena na Ústředním seznamu kulturních památek České republiky pod evidenčním číslem 1000120135 a NKP Vítkovické železárny pod ev. č. 1000163747.<sup>70</sup> K prohlášení těchto závodů národními kulturními památkami přispěl velkou měrou i probíraný soubor technologických dopravních mostů pro dopravu primárních surovin (uhlí, ruda, koks), neboť v oblastech dolu, koksovny i návazných vysokých pecí Vítkovických železáren tvoří ucelený technologický tok.<sup>71</sup>

\* součást národní kulturní památky Vítkovické železárny

<sup>70</sup> Památkový katalog – uhelný důl Hlubina a Vítkovické železárny.

<sup>71</sup> MATĚJ, Miloš – KORBELÁŘOVÁ, Irena – TEJZR, Ludvík. *Kulturní dědictví Vítkovických železáren*. Ostrava, 2015, str. 81–90.



Fig. 3.176 View of the conveyor bridge in 2018

**Steel truss conveyor bridges used for transporting primary raw materials within the industrial metallurgical and mining plant of Vítkovice Ironworks (49.81896, 18.28091).**

Under the given coordinates there is not a single bridge, but several bridges, which are linked by their specialised function, namely the transport of primary raw materials within the industrial metallurgical and mining plant of Vítkovice Ironworks, which was declared a national cultural monument in 1993 and two years later was also granted a monument protection zone.

Specifically, it is the industrial complex of the Vítkovice blast furnaces with the adjacent Hlubina mine and coking plant, today known to the general public under the collective name Dolní oblast Vítkovice. The national cultural monument Hlubina Mine is included in the Central List of Cultural Monuments of the Czech Republic under the registration number 1000120135;<sup>70</sup> the NKP Vítkovické železárny is under the registration number 1000163747. The aforementioned conveyor bridges for the transport of primary raw materials (coal, ore, coke) contributed to a large extent to the declaration of these plants as national cultural monuments, as they form a coherent technological flow in the areas of the mine, the coking plant and the associated blast furnaces of Vítkovice Ironworks.<sup>71</sup>

\* part of the national cultural monument Vítkovice ironworks

<sup>70</sup> Monuments Catalogue – Hlubina coal mine and Vítkovice ironworks.

Soubor mostů má z hlediska dějinného vývoje dlouhou a velmi komplikovanou historii, která začíná zkraye druhé poloviny 19. století při založení dolu Hlubina. V této době byly mezi původním dolem (založeným roku 1852) a návaznou třídírnou a koksovou s bateriemi typu Gobiet vytvořeny jednoduché kryté dopravníkové mosty pro ruční oběh důlních vozíků. Ačkoliv se z této rané fáze mostového propojení hmatatelně nedochovalo nic, stala se základem pro následující koncepcí dopravy potřebných surovin. V 90. letech 19. století došlo k přestavbě koksovy na nové baterie typu Otto Hoffman, což si vyžádalo výstavbu nových dopravníkových mostů a úpravu těch stávajících tak, aby vyhovovaly navyšování objemu těžby uhlí, které bylo potřeba ke zvyšující se výrobě koksu nezbytného do vysokých pecí. Roku 1915 byla postavena nová třídírna a úpravna uhlí. Tato se zachovala dodnes včetně některých dopravníkových mostů, avšak ty s největší pravděpodobností nejsou původní, jelikož v 60. letech 20. století došlo k velké rekonstrukci zahrnující výměny dopravníkových mostů a lávek pro pracující vzniklých při komplexní přestavbě dolu Hlubina v letech 1921–1924, kdy k celému komplexu přibýly i další obslužné provozy.<sup>72</sup>

Koncem 20. let 20. století došlo k výměně zastarávajících pecí typu Otto Hoffman. Na jejich místě byla vybudována nová koksovna s bateriemi typu Koppers s uhelnou věží (tzv. bunkrem), kterou spojovala soustava dopravníkových mostů a přesýpacích stanic s úpravami na dole Hlubina – konkrétně s třídírnou, úpravou a mlýnicí uhlí. Tyto dopravníkové mosty měly příhradové ocelové konstrukce a fungovaly až do již zmíněné rozsáhlé rekonstrukce v 60. letech, kdy byly částečně změněny trasy i výšky mostů. Opláštění již nebylo zděné jako dříve, nýbrž ocelové či skleněné. Tato verze dopravníkových mostů sloužila svému účelu až do konce provozu areálu. Roku 2012 bylo přistoupeno k demolici některých mostů, což pokračovalo odstraňováním dalších mostů a návazných objektů v roce 2017, a to z důvodu různých architektonických koncepcí areálu či dožití jednotlivých konstrukcí.<sup>73</sup> Rovněž samotná uhelná věž byla v rámci generální rekonstrukce koksovy typu Koppers v roce 1961 a 1964 upravena. Další technologické dopravníkové mosty vedly mezi koksovou a vysokými pecemi. Tyto dopravníkové mosty pro dopravu koksu byly postaveny rovněž v 60. letech 20. století (byť částečně využívaly části konstrukcí z 30. let 20. století). Další rozšíření a úpravy dopravníkových mostů na straně mezi koksovou a vysokými pecemi byly realizovány v období mezi 60. a 70. lety 20. století, kdy byly postaveny nové velkoobjemové vysoké pece č. 4 (1962) a č. 6 (1971), ale též celkově rekonstruována vysoká pec č. 1 (1988). Při těchto úpravách byly instalovány i automatické vázící stanice surovin a k nim i soustavy dopravníkových mostů, ať už z koksovy, nebo z výklopen vagónů a rudných mostů. Zmíněné technologie jsou bohužel rovněž v poslední době demontovány a rušeny.<sup>74</sup>

Důležitost těchto dopravníkových mostů v rámci současného areálu Dolní oblast Vítkovice nespočívala ani tak v jejich stáří, unikátnosti či vizuální stránce, ale ve významu uceleného technologického toku surovin, který se uskutečňoval právě díky této mostové soustavě.

Regarding historical development, the set of bridges has a long and very complicated history, starting in the second half of the 19th century with the establishment of the Hlubina mine. At this time, simple covered conveyor bridges were created between the original mine (founded in 1852) and the subsequently built sorting and coking plant, with Gobiet batteries for the manual circulation of the mine carts. Although nothing tangible survives of this early phase of the bridge connection, it became the basis for subsequent concepts for transporting the necessary raw materials. In the 1890s, the coking plant was converted to enable the use of the new Otto Hoffman batteries. This necessitated the construction of new conveyor bridges and the modification of existing ones to accommodate the increasing volume of coal extraction. The extra coal was needed to meet the increasing production of coke required to power the blast furnaces. In 1915 a new coal sorting and preparation plant was built. This still survives today, including some of the conveyor bridges, but these are most likely not the originals, as a major reconstruction in the 1960s involved replacing some bridges created during the comprehensive rebuilding of the Hlubina mine in 1921–1924, when additional service facilities were added to the whole complex.<sup>72</sup>

In the late 1920s, the ageing Otto Hoffman furnaces were replaced. In their place, a new coking plant with Koppers batteries was built, with a coal tower (the so-called bunker), which was connected by a system of conveyor bridges and hatching stations to the processing plants at the Hlubina mine – specifically the coal sorting, processing and grinding plant. These steel truss conveyor bridges functioned until the aforementioned extensive reconstruction in the 1960s, when the routes and heights of the bridges were partially changed. The cladding was no longer brick as it had been before, but steel or glass. These bridges served their purpose until the end of the site's operation. Starting in 2012, some of the bridges were demolished, which continued with the removal of other bridges and associated structures in 2017. This was necessary due to the different architectural concepts of the site and the age of the individual structures.<sup>73</sup> Also, the coal tower was modified as part of the reconstruction of the Koppers-type coking plant in 1961 and 1964. Further conveyor bridges were built between the coke oven and the blast furnaces. These coke conveyor bridges were built in the 1960s (parts of the 1930s structures were also used). Further extensions and modifications to the conveyor bridges on the side between the coking plant and the blast furnaces were carried out during the 1960s and 1970s, when the new large-volume blast furnaces No 4 (1962) and No 6 (1971) were built. Blast furnace No 1 was also completely reconstructed (1988). These modifications also included the installation of automatic weighing stations for raw materials and these conveyor bridges, either from the coking plant or from the car tipples and bridges for ore transport. Unfortunately, many of the above-mentioned technologies have recently been dismantled.<sup>74</sup>

<sup>71</sup> MATĚJ, Miloš – KORBELÁŘOVÁ, Irena – TEJZR, Ludvík. *Kulturní dědictví Vítkovických železáren* (Cultural heritage of Vítkovice Ironworks; in Czech). Ostrava, 2015, p. 81–90.

<sup>72</sup> MATĚJ, Miloš – KORBELÁŘOVÁ, Irena – TEJZR, Ludvík. *Kulturní dědictví Vítkovických železáren* (Cultural heritage of Vítkovice Ironworks). Ostrava, 2015, p. 175–178; MATĚJ, Miloš – KLÁT, Jaroslav – KORBELÁŘOVÁ, Irena. *Kulturní památky ostravsko-karvinského revíru* (Cultural monuments of the Ostrava-Karviná district; in Czech). Ostrava, 2009, p. 116–122.

<sup>73</sup> MATĚJ, Miloš – KORBELÁŘOVÁ, Irena – TEJZR, Ludvík. *Kulturní dědictví Vítkovických železáren* (Cultural heritage of Vítkovice Ironworks; in Czech). Ostrava, 2015, p. 178.

<sup>74</sup> MATĚJ, Miloš – KORBELÁŘOVÁ, Irena – TEJZR, Ludvík. *Kulturní dědictví Vítkovických železáren* (Cultural heritage of Vítkovice Ironworks; in Czech). Ostrava, 2015, p. 237, 240, 241.

<sup>72</sup> MATĚJ, Miloš – KORBELÁŘOVÁ, Irena – TEJZR, Ludvík. *Kulturní dědictví Vítkovických železáren*. Ostrava, 2015, str. 175–178; MATĚJ, Miloš – KLÁT, Jaroslav – KORBELÁŘOVÁ, Irena. *Kulturní památky ostravsko-karvinského revíru*. Ostrava, 2009, str. 116–122.

<sup>73</sup> MATĚJ, Miloš – KORBELÁŘOVÁ, Irena – TEJZR, Ludvík. *Kulturní dědictví Vítkovických železáren*. Ostrava, 2015, str. 178.

<sup>74</sup> MATĚJ, Miloš – KORBELÁŘOVÁ, Irena – TEJZR, Ludvík. *Kulturní dědictví Vítkovických železáren*. Ostrava, 2015, str. 237, 240, 241.

Ta se sice v průběhu vývoje celé průmyslové oblasti obnovovala i proměňovala ruku v ruce s obměnami hlavních technických zařízení a objektů, ale nadále zůstávala nedílnou a klíčovou součástí zajišťující v celém areálu ucelený technologický tok surovin.

Samotná konstrukce jednotlivých krytých mostů byla víceméně velmi podobná či vycházela ze stejného základu. Byť jednotlivé dopravníkové mosty byly různě dlouhé, nebo měly jiné rozměrové proporce, jejich nosný základ dopravních mostů byl stejný: příhradové ocelové konstrukce, které byly spojovány pomocí nýtů, šroubů nebo svarů. Na každém mostě se nacházel jeden dopravníkový pás, výjimečně dva. Opláštění bylo původně zděné s pásovým prosklením, někdy i betonové, později plechové opatřené nátěrem, nebo skleněné. Výrobu a instalaci dopravníkových technologických mostů si zajišťoval podnik Vítkovických železáren ve svém závodu – mostárně – sám.

### Materiálový průzkum konstrukce

Diagnostika materiálu předmětné konstrukce byla provedena na základě výsledků destruktivních a nedestruktivních zkoušek. Byla odebrána dvě zkušební tělesa, která byla následně dělena na více vzorků pro různé typy zkoušek. Místa odběru byla koncipována tak, aby nepoškodila existující konstrukci a zároveň poskytla informaci o parametrech úhelníků různých prvků, se členěním na tažené a tlačené. Následně byly na vybraných prvcích na místě stanoveny tvrdosti metodou dle Leeba, aby bylo možné zhodnotit případnou chybu vyhodnocení materiálových charakteristik na základě tvrdoměrných zkoušek.

Zkušební vzorek Test specimen	Podélná zkouška tahem Longitudinal tensile test			Zkouška vrubové houževnatosti Charpy V-notch test		Tvrdoměrné zkoušky Leeb rebound hardness test	
	R <sub>eH</sub> [MPa]	R <sub>m</sub> [MPa]	A [%]	Nárazová práce [J] Impact energy [J]	KCV [J·cm <sup>-2</sup> ]	Průměr HL Average HL	Průměr f <sub>u</sub> [MPa] Average f <sub>u</sub> [MPa]
1 – úhelník 1 – angle	329	382	34,6	57	67,2	338	406
2 – úhelník 2 – angle	323	410	27,3				
3 – úhelník 3 – angle	339	498	16,3	-	-	358	446

Tab. 3.11. Materiálové parametry použité oceli  
Tab. 3.11 Steel properties

The importance of these conveyor bridges within the area of today's Lower Vítkovice did not lie so much in their age, uniqueness or architectural features, but rather in the importance of the integrated technological flow of raw materials, which was made possible due to this system. Although it has been renewed and transformed in the course of the development of the entire industrial area, along with the changes of the main technical equipment and buildings, it has remained a key component ensuring the integrated technological flow of raw materials throughout the whole area.

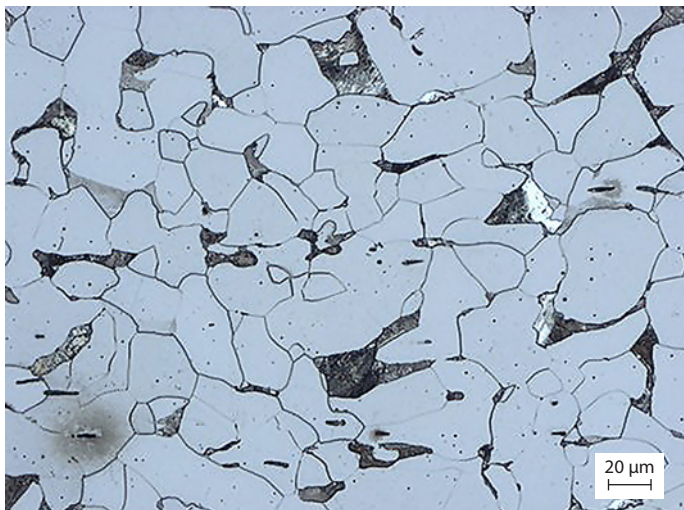
The structural system of the individual covered bridges was very similar and based on the same principles. Although the individual bridges were of different lengths, or had different proportions, the load-bearing structure of the conveyor bridges remained the same: truss steel structures that were connected by rivets, bolts or welds. There was one conveyor belt on each bridge, rarely two. The cladding was originally brick with strip glazing, sometimes concrete, later sheet metal or painted glass. The bridges were manufactured and assembled by the steelworks of the Vítkovice Ironworks.

### Material survey of the structure

The diagnostics of the structural material was based on the results of destructive and non-destructive tests. A total of 2 samples were taken, which were then divided into several test specimens for different types of tests. The sampling locations were chosen to avoid damage to the existing structure and to provide information about the angle's parameters of different truss members, subjected to tension and compression. Subsequently, Leeb hardness tests were carried in the same sampling locations so that the accuracy of this type of non-destructive diagnostics method could be assessed.

Označení vzorku Test specimen	Chemické složení Chemical composition							Uhlíkový ekvivalent Carbon equivalent
	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Al [%]	Fe [%]	
1 – úhelník 1 – angle	0,115	0,021	0,365	0,011	<0,150	0,0075	98,980	0,18
2 – úhelník 2 – angle								
3 – úhelník 3 – angle	0,238	0,050	0,352	0,036	<0,150	<0,0050	98,840	0,30

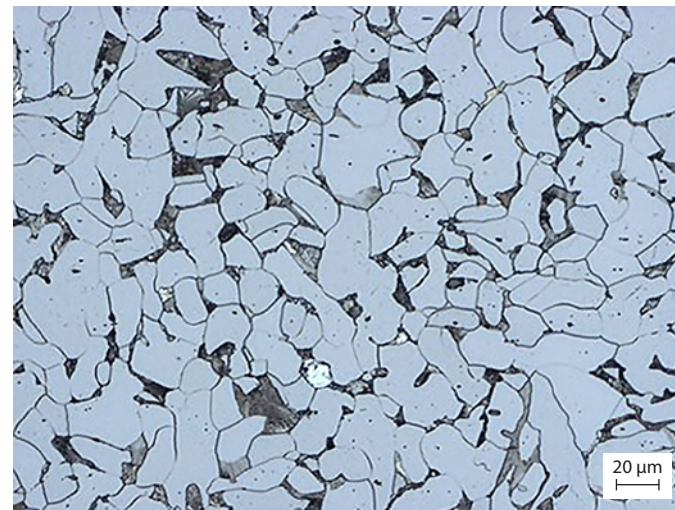
Tab. 3.12. Chemické složení vzorků  
Tab. 3.12 Chemical composition of the material



Obr. 3.177. Mikrostruktura vzorku 1 (zvětšení 200×)  
Fig. 3.177 Microstructure of specimen 1 (magnification 200×)

Přesné stáří této konkrétní konstrukce v rámci areálu Dolní Vítkovice není známé. Na základě použitých technologií kombinace šroubovaných a svařovaných spojů lze odhadnout období realizace konstrukce na druhou polovinu 20. století (1950–1960). Z tohoto důvodu lze usuzovat na použití konstrukční oceli jakosti 37, která se velmi blíží charakteristikám dnešní oceli S235. Tomu odpovídají také výsledky tahové zkoušky oceli, kde hodnoty meze kluzu odpovídají právě této jakosti oceli. Zatímco při porovnání mezí kluzu nebyl na jednotlivých vzorcích zaznamenán významnější rozdíl, v případě tažnosti a meze pevnosti vychází materiálové charakteristiky dvou posuzovaných diagonál se znatelnou odchylkou.

Také z hlediska chemického složení lze pozorovat rozdíly v rámci materiálu dvou sledovaných diagonál, což podporuje závěry tahové zkoušky. Obsah uhlíku je poměrně významný při porovnání s hodnotou 0,2%, obvyklou pro konstrukční ocel pro stavební konstrukce. Uhlíkový ekvivalent se blíží mezní hodnotě 0,4, považované za limitní hodnotu, při jejímž překročení není zajištěna dobrá svařitelnost oceli. Dle výsledků metalografické analýzy má použitý materiál feriticko-perlitickou strukturu s malým množstvím vměstků, pravděpodobně sulfidů nebo fosfidů.



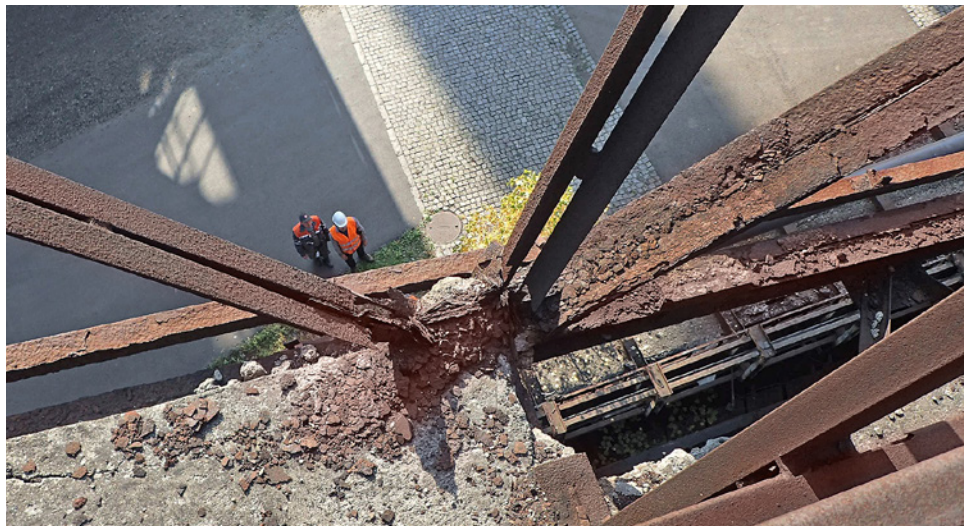
Obr. 3.178. Mikrostruktura vzorku 3 (zvětšení 200×)  
Fig. 3.178 Microstructure of specimen 3 (magnification 200×)

The age of this structure within the Dolní Vítkovice site is not known. Based on the technologies used (involving the combination of bolted and welded joints), the period of the construction can be estimated to be the second half of the 20th century (1950–1960). For this reason, it can be assumed that structural steel of grade 37 – with similar properties to those of today's S235 steel – was used. This also corresponds to the results of the tensile test, wherein the yield strength values correspond to the latter steel grade. While no significant difference was observed between the individual specimens when comparing the yield strengths, in the case of the ductility and ultimate strength, the material characteristics of the two considered diagonals exhibit noticeable differences.

Regarding chemical composition, differences can be observed within the material of the two investigated diagonals, which supports the conclusions of the tensile test. The carbon content is quite significant when compared to the 0,2% value usually expected for structural steels. The carbon equivalent is close to the limit value of 0,4, considered to be a threshold above which good weldability of the steel is not ensured. According to the results of the metallographic analysis, the material has a ferritic-perlitic structure with a small amount of inclusions, likely sulphides or phosphides.

## Popis poruch a korozního oslabení

Prohlídka nosné konstrukce prokázala zcela zásadní poškození hlavních nosných prvků posuzovaného mostu. Nejzásadnější nalezenou poruchou byla bezesporu masivní koroze v oblastech přípojí výplňových prutů k dolnímu pásu příhradového nosníku. Na levém hlavním nosníku byla první diagonála v tomto detailu kompletně přerušena – a to v kritické oblasti nad podporou. Ještě závažnější nálezy však byly zjištěny na pravém nosníku, kde došlo v důsledku koroze k přerušení svislic a diagonál v detailu přípoje k dolnímu pásu ve dvou po sobě navazujících příhradách. Ve styčnicku č. 10 byla jedna diagonála zcela přerušena a druhá byla oslabena o cca 50 %. Svislice jsou v patě a napojení na dolní pás výrazně oslabené až o 50 % a v následujícím styčnicku č. 11 je odrezlá zcela. Související svislá deformace v místě přerušených prvků je značná, což zhoršuje vzpěrnou únosnost tlačení pásu v kritické oblasti přibližně uprostřed rozpětí. V důsledku toho je hlavní nosník na délce cca 9 m zcela nefunkční, přičemž jeho stabilita je prozatím zajištěna redistribucí namáhání do dopravníkového pásu, levého nosníku a také pokrýtkovým působením pásu. Mimo výše popsané kritické závady trpí konstrukce významnými poruchami v rámci mostovky i spodní stavby. V havarijním stavu jsou mostovkové betonové panely vykazující značnou deformaci. Výztuž panelů je běžně obnažena, lokálně panely chybí zcela v důsledku porušení a následného zřícení panelu. Stojky pilíře jsou v patě oslabeny korozí místy až o 30 % jejich tloušťky a základ je degradován vydrolením smykovými trhlinami.



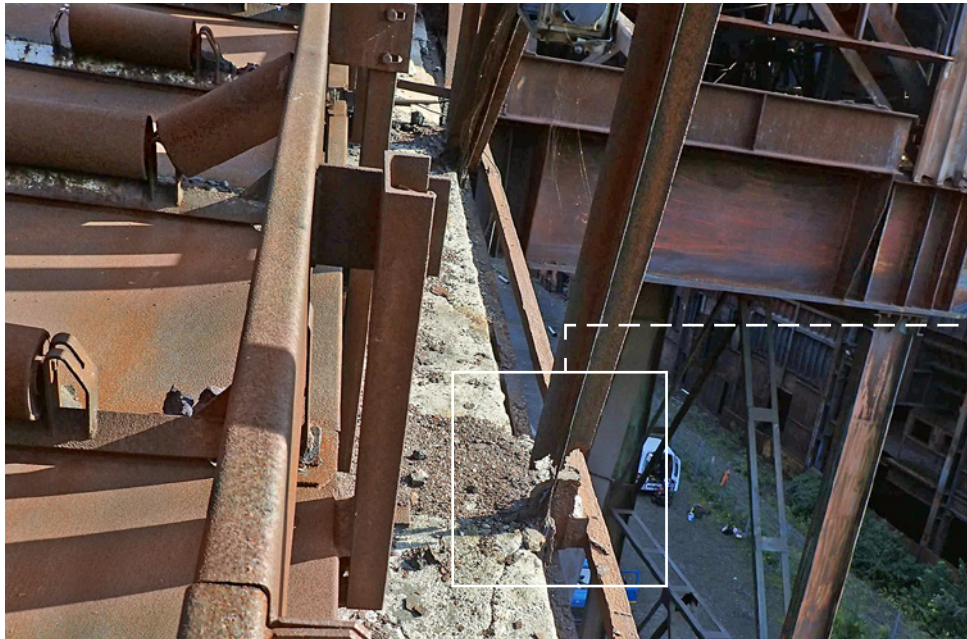
Obr. 3.179. Detail zkorodovaných prutů ve styčnicku č. 10, současně s korozí styčnickového plechu  
Fig. 3.179 Detail of the corroded members in connection no. 10, simultaneously with the corrosion of the steel connection plate

## Deterioration and corrosion weakening

Survey of the superstructure revealed quite substantial damage to the main load-bearing members of the conveyor bridge under investigation. The most significant defect was undoubtedly massive corrosion in the areas of the connections of the vertical and diagonal members to the bottom chord of the truss. On the left main girder in the critical area above the support, the first diagonal in this detail was completely corroded. However, even more severe damage was found on the right girder, where the verticals and diagonals in the detail of the connection to the bottom chord were broken in two consecutive trusses due to corrosion. In connection no. 10, one diagonal was completely severed and the other was weakened by approximately 50%. The verticals are significantly weakened by up to 50% in this connection to the bottom chord and completely corroded in the following connection. The resulting vertical deflection at the location of the corroded members is significant, which impairs the stability of the top chord in the critical area approximately at mid-span. Consequently, the main beam is completely non-functional for a length of approximately 9m, its stability being temporarily ensured by redistribution of the stresses to the conveyor belt, to the left beam, and by the post-critical action of the truss. In addition to the critical damage described above, the structure suffers from significant defects within the bridge deck and substructure. The bridge deck concrete panels are in a state of disrepair, showing significant deformation. The panel reinforcement is uniformly worn away, and locally panels are missing entirely due to disintegration and subsequent panel collapse. The abutments are weakened by corrosion at the pier footing by up to 30% of their thickness, and the foundation is degraded by shear cracking.



Obr. 3.180. Deformované a rozpadající se panely mostovky  
Fig. 3.180 Deformed and disintegrated bridge deck panels



Obr. 3.181. Detail svislíce č. 11 přerušené korozí (a, b)

a

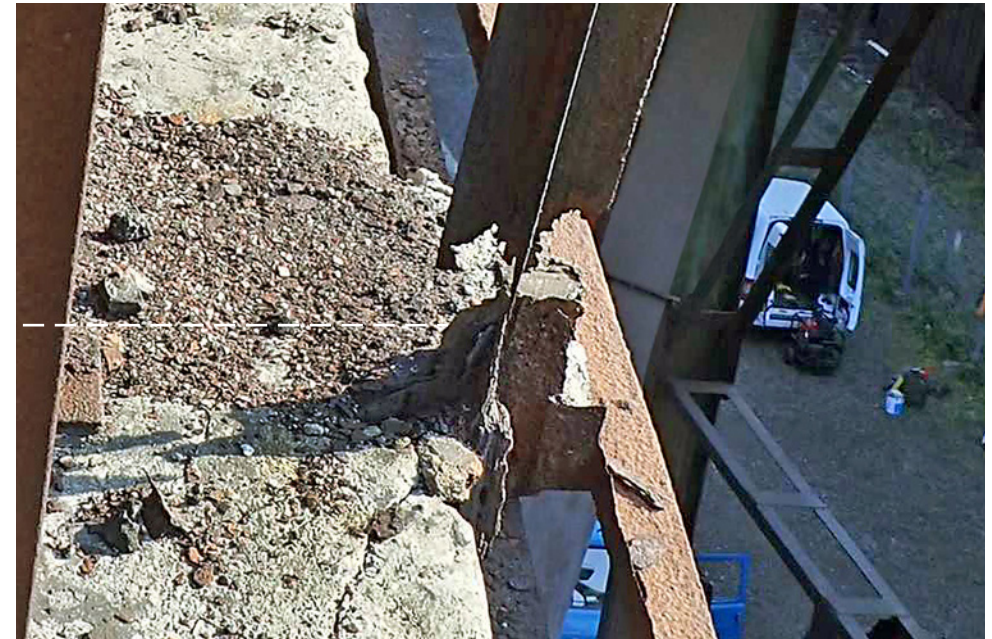


Fig. 3.181 Detail of the entirely corroded vertical member No 11 (a, b)

b

### Zhodnocení stavu mostu

Vzhledem k ukončení provozu dopravníku most přenáší pouze zatížení vlastní tíhou a klimatická. Proto není nutné most významně zesilovat. V době provedené prohlídky je však most ve stavu VII – havarijní. Poškození je natolik významné, že konstrukce se může při významnějších účincích klimatických zatížení zřítit. Sanace a opravné práce jsou proto nezbytné a neodkladné.

### Assessment of the bridge condition

The bridge need no longer to carry the conveyor loads; its purpose is to carry permanent and climatic loads only. Therefore, significant strengthening is not needed. However, during the survey, the condition of the bridge is classified as VII – disrepair. The damage has developed so much that the structure could collapse under some significant effects of climatic loads. Repair is thus necessary and urgent.

**Poznámky**

**Notes**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



**Poznámky**

**Notes**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

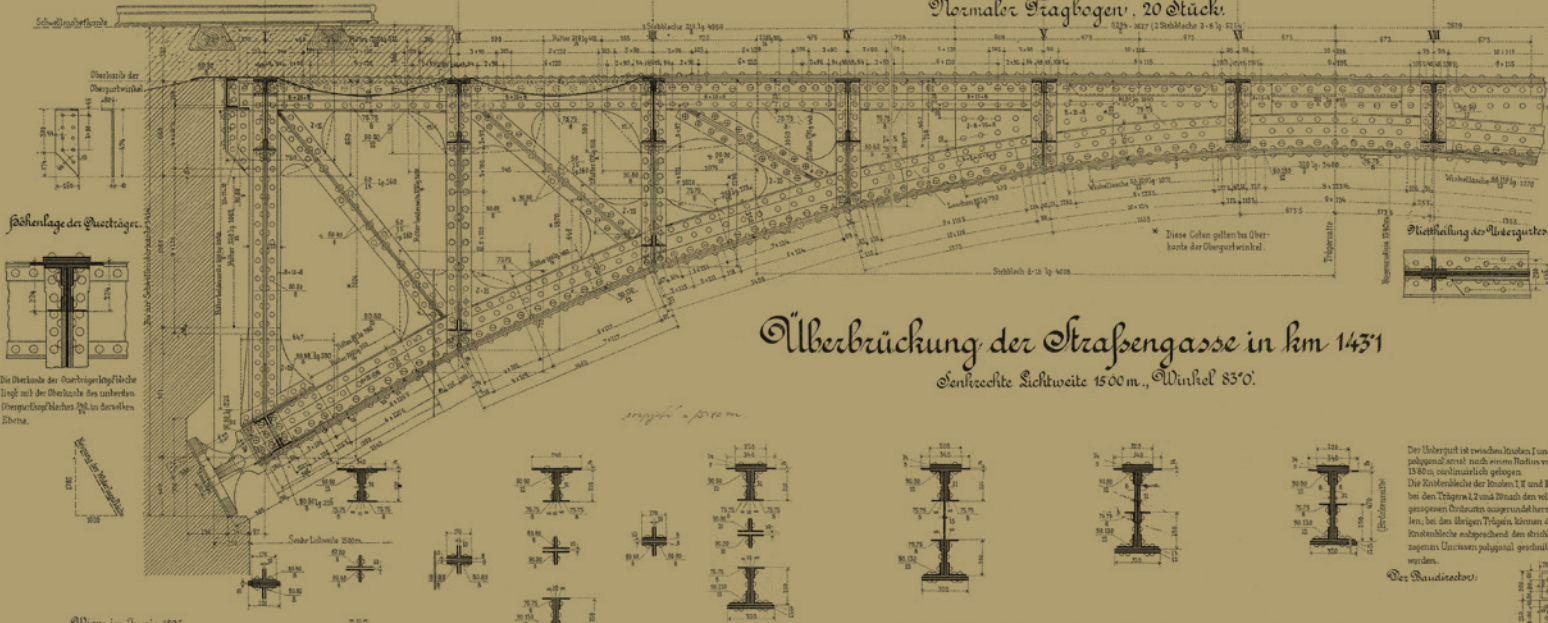
---

---

---

K. K. priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn

### Normaler Tragbogen, 20 Stück



## Überbrückung der Straßengasse in km 1431

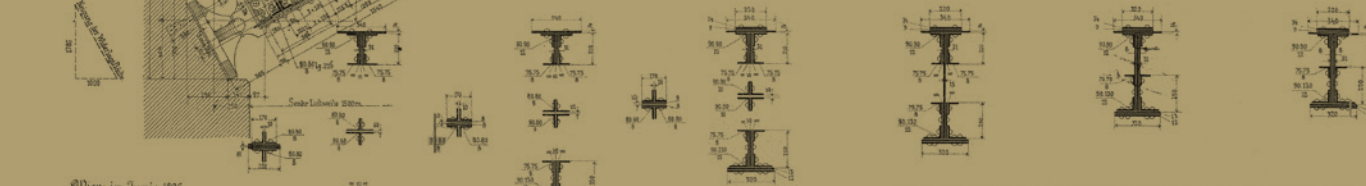
Senkrechte Lichtweite 1500 m., Winkel 83°0'

**Stellenlage der Quertäger**

Die Oberkante der Quertägerbleche liegt mit der Oberkante des untersten Überwegbleches in derselben Ebene.

**Stellenlage der Unterquertäger**

Diese Golen gelten bei Überkehr der Überwegbleche.

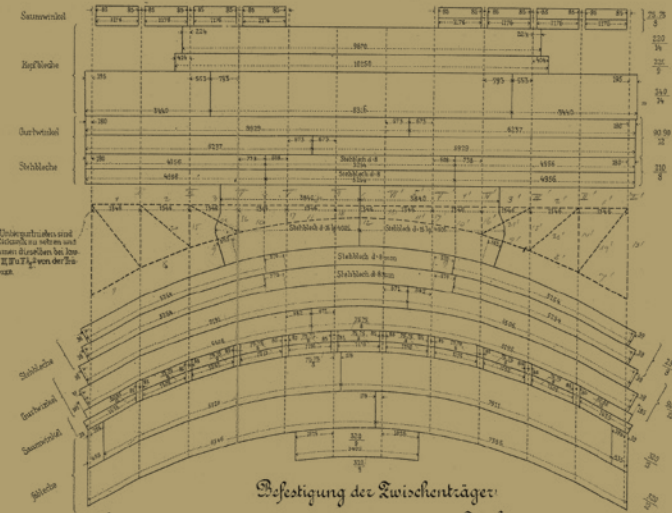


Die Überkehr ist zwischen den Fundamenten I und II polygonal senkrecht nach einem Flächtrapez von 13 Höhen nachträglich geformt. Die Stützenbleche der Stützen I, II und III sind bei den Trägern 1, 2 und III nach den veranschauligten Details ausgeführt herzustellen, bei den übrigen Trägern können diese Stützenbleche entsprechend dem Abstand gezeigtem Umriss polygonal gedreht werden.

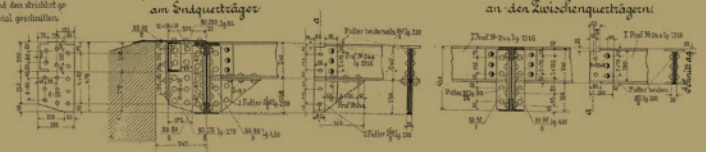
Der Bauartbeschluss:

Station 1431,00 Blatt Nr. 2.

### Materialvertheilung.



### Befestigung der Zwischenträger



ISBN 978-80-01-06990-5

9 788001 069905

Maßstab 1:15, Maße in Millimetern, Nietendurchmesser: © 24 mm, © 25 mm, © 30 mm