

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Statický přepoččet příhradové ocelové mostní konstrukce v km 123,974 - TÚ 1401, Chlumec nad
Cidlinou (mimo) - Trutnov střed – obvod Poříčí (mimo)

TECHNICKÁ ZPRÁVA

Zpracoval: Havlíček Tomáš

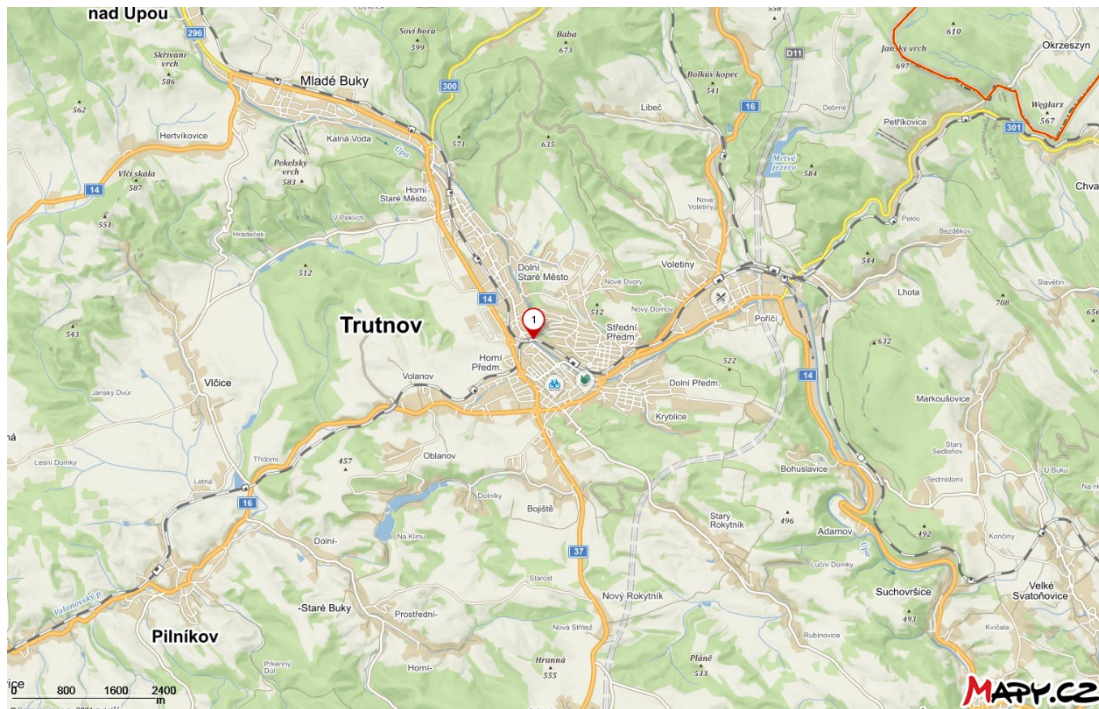
Vedoucí práce: doc. Ing. Bohumil Culek, Ph.D.

Obsah

Obsah.....	1
1. Úvod.....	2
2. Základní údaje o mostní konstrukci	3
2.1. Základní informace.....	3
2.2. Technický popis konstrukce	4
2.2.1. Základní rozměry řešené konstrukce.....	4
2.2.2. Nosná konstrukce	4
2.2.3. Spodní stavba	5
2.2.4. Železniční svršek.....	5
2.2.5. Vybavení konstrukce.....	6
2.2.6. Materiál mostní konstrukce	6
3. Model konstrukce.....	6
4. Přehled výsledků	7
5. Použitá literatura	8
6. Zdroje	8

1. Úvod

Tématem bakalářské práce je zjednodušený statický přepoččet hlavního nosníku ocelové příhradové konstrukce. Most se nachází na trati Chlumeč nad Cidlinou (mimo) – Trutnov střed, obvod Poříčí (mimo), v definičním úseku DÚ 28 Pilníkov – Trutnov hl. n. v evidenčním kilometru 123,974. Jako zdroj dat pro vypracování technické zprávy byly použity údaje z diplomové práce Bc. Lucie Zůčkové [7] a dokumentace z roku 1993 [1].



Obrázek 1-Umístění mostní konstrukce v mapě [8]



Obrázek 2 - Umístění mostní konstrukce – detail [9]

2. Základní údaje o mostní konstrukci

2.1. Základní informace

Typově se jedná o ocelový, příhradový, nýtovaný, trámový, prostý, železniční most s dolní prvkovou mostovkou. Most se nachází v intravilánu v centru města Trutnov a převádí železniční dopravu přes řeku Úpu.



Obrázek 3 - Schéma mostního objektu dle protokolu o podrobné prohlídce [7]

Posuzovaná konstrukce K 01 navazuje na plnostěnný nýtovaný prostý most bez mostovky K 02. Konstrukce K 02 je uložena na vlastních ložiscích. Konstrukce sdílí pouze pilíř P 01, nejedná se tedy o spojitou konstrukci.

Trat' je před i za mostem dvoukolejná. Řešená mostní konstrukce nese pouze jednu z kolejí. Druhá kolej, která se nachází na trati Trutnov střed – Svoboda nad Úpou, leží na sousední totožné konstrukci. S touto konstrukcí sdílí řešený mostní objekt K 01 opěru O 01 a pilíř P 01. Na opěru O 01 i O 02 navazuje násyp.

Most má celkově dva otvory. Řešená konstrukce K 01 má otvor pouze jeden a zajišťuje přemostění vodního toku (řeka Úpa). Navazující konstrukce K 02 zajišťuje přemostění přilehlé obslužné komunikace.



Obrázek 4 - Situační schéma uspořádání objektů [7]

2.2. Technický popis konstrukce

2.2.1. Základní rozměry řešené konstrukce

Celková délka mostu:	30,800 m
Celková délka přemostění:	24,850 m
Délka řešené nosné konstrukce:	20,150 m
Rozpětí mostu:	20,000 m
Šířka mostu:	4,850 m
Světlost mostního otvoru:	18,600 m
Výška objektu:	2,000 m
Volná výška:	9,000 m
Úhel křížení:	90°
Kolmost:	objekt je kolmý
Počet kolejí:	1
Počet otvorů:	1
Rok výroby?	1870

2.2.2. Nosná konstrukce

Konstrukce mostu je řazena jako ocelový, trémový, příhradový, nýtovaný most s dolní prvkovou mostovkou. Ukončení nosné konstrukce i mostovky je kolmé. Hlavní nosníky jsou složeny z dolních a horních pásů mezi nimiž jsou svislice a diagonály. Hlavní nosníky jsou od sebe osově vzdáleny 4,600 m.

Horní pásy jsou tvořeny stojnou, pásnicí a krčnými úhelníky. Stojnu tvoří dva plechy o výšce 250 mm a tloušťce 10 mm. Pásnice je tvořena plechem o šířce 250 mm a tloušťce 10 mm. Pásnice se směrem ke středu zesiluje a to přidáním dalšího plechu o stejných rozměrech jako je základní pásnice. Zesílení je provedeno celkově třikrát. V nejširším bodě má tedy pásnice celkově na výšku 40 mm. Krční úhelníky jsou po obou stranách a jsou složeny z profilu L 80x100x15. Dle výrobního výkresu hlavního nosníku bylo zjištěno zesílení krčních úhelníků horního pásu celkově na čtyřech úsecích. Toto zesílení bylo provedeno přidáním profilů L 65x80x10.

Dolní pásy jsou tvořeny stojnou, pásnicí a krčnými úhelníky. Stojnu tvoří dva plechy o výšce 250 mm a tloušťce 10 mm. Pásnice je tvořena plechem o šířce 250 mm a tloušťce 10 mm. Pásnice se směrem ke středu a na místech vyžadujících vyztužení zesiluje, a to přidáním dalšího plechu o stejných rozměrech jako je základní pásnice. Zesílení je provedeno celkově třikrát. V nejširším bodě má tedy pásnice celkově na výšku 40 mm. Krční úhelníky jsou po obou stranách a jsou složeny z profilu L 80x100x15. Dle výrobního výkresu hlavního nosníku bylo zjištěno zesílení krčních úhelníků dolního pásu celkově na čtyřech úsecích. Toto zesílení bylo provedeno přidáním profilů L 65x80x10.

Svislice jsou dle konstrukce rozděleny na krajní a vnitřní. Krajní jsou vytvořeny z profilů L 70x70x9. Na vnitřní byly použity menší profily L 60x60x8.

Diagonály jsou rozděleny na dva druhy. Jedny jsou tvořeny dvojicí plechů a jsou označeny písmenem E. Druhé jsou tvořeny čtveřicí profilů L a jsou označeny písmenem D. Diagonály E1 a E1' jsou vytvořeny z plechů o šířce 160 mm a tloušťce 15 mm. Diagonály E2, E3, E2' a E3' jsou vytvořeny z plechů o šířce 140 mm a tloušťce 15 mm. Diagonály E4 a E4' jsou vytvořeny z plechů o šířce 120 mm a tloušťce 15 mm. Diagonály E5, E5', D5, D5', D4 a D4' jsou vytvořeny ze čtveřice profilů L 60x60x8. D3, D3', D2 a D2' jsou vytvořeny z profilů L 70x70x9 a diagonály D1 a D1' tvoří profily L 80x80x10.

Příčnický jev jsou stejně jako zbytek konstrukce tvořeny z jednotlivých dílců, které jsou spojeny za pomoci nýtů. Příčník je tvořen čtyřmi profily L 100x100x10, plechy a podkladními plechy pod krční úhelníky. Krční úhelníky jsou po dvojicích rozděleny po stranách stojny a mají stejnou orientaci. Krční úhelníky a stojnu od sebe dělí podkladní plech o šířce 100 mm a tloušťce 8 mm. Stojna je tvořena plechem o šířce 550 mm a tloušťce 10 mm. Profil není tvaru klasického I neboť spodní krční úhelníky mají stejnou orientaci jako horní krční úhelníky. Příčníky jsou rozmístěny v intervalu 2,000 m. Jejich celkový počet je tedy 11.

Podélníky, na rozdíl od příčníků, splňují klasický tvar profilu I. Spodní pásnice je vytvořena z dvojice profilů L 70x70x9 a plechu o šířce 180 mm a tloušťce 10 mm. Stojnu tvoří plech o šířce 250 mm a tloušťce 10 mm. Horní pásnice je tvořena dvojicí krčních úhelníků L 80x80x10 a plechem o šířce 240 mm a tloušťce 10 mm. Podélníky jsou od sebe osově vzdáleny 1,905 m.

Pro přenos sil z konstrukce do spodní stavby byla použita ocelová, tangenciální, kolejnicová ložiska. Pohyblivá ložiska jsou umístěna na opěře O 01 směr Chlumec nad Cidlinou. Pevná jsou na pilíři P 01 směr Trutnov střed.

2.2.3. Spodní stavba

Opěra O 01 i pilíř P 01 jsou kamenné s pravidelným řádkováním. Úložný práh na opěře O 01 je železobetonový, na pilíři P 01 je zhotoven z žuly. V dolní části obou podpěr je zhotoveno betonové návodní zdivo, které zabraňuje podemílání podpěr vodním tokem.

2.2.4. Železniční svršek

Železniční svršek se skládá ze svařovaných kolejnic S 49. Ty jsou upevněny do žebrových podkladnicích. Použité dubové mostnice jsou tvaru 240x240x2400 mm a jsou opatřeny čelními sponami proti štěpení. Uložení mostnic je plošné a ke kotvení slouží svislé mostnicové šrouby. Vzhledem k tomu, že je kolej na mostu vedena v pravém oblouku jsou mostnice vypodloženy na levé straně dřevěnými klíny. Ty zajišťují postupný nárůst převýšení až do hodnoty 89,513 mm.

2.2.5. Vybavení konstrukce

Do vybavení konstrukce patří podlahové pochozí plechy slza tl. 8 mm. Tyto plechy jsou k mostní konstrukci upevněny za pomoci dvojce profilů U 120. Dále mezi vybavení radíme zábradlí, které je umístěno před mostem. Na samotném mostu funkci zábradlí plní hlavní nosníky.

2.2.6. Materiál mostní konstrukce

Vzhledem k roku výroby 1870 byl stanoven materiál dle metodického pokynu pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů jako svářkové železo.

Tabulka A.1 - Vlastnosti oceli a dílčí součinitele materiálu

Rok výroby	Materiál pevnostní třídy	Dovolené namáhání σ_{adm} [MPa]	Zaručená mez kluzu f_y [MPa]	Mez pevnosti f_u [MPa]	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2}	Norma
do 1894	svářkové železo	130	210	340	1,10	1,20	1,30	
1895- 1904	svářkové železo	130	210	340	1,10	1,20	1,30	Nařízení 97/1904
	plávková ocel	140	230	360	1,10	1,20	1,30	
1905- 1937	plávková ocel	140	230	360	1,10	1,20	1,30	ČSN 1230

Tabulka 1 - Vlastnosti oceli a součinitele pro dané materiály.[2]

3. Model konstrukce

Model konstrukce byl vytvořen za pomoci programu AutoCAD 2020 a SCIA Engineer 20.0.4012. V programu AutoCAD 2020 byly vytvořeny řezy jednotlivými dílci, které byly následně exportovány do programu SCIA Engineer 20.0.4012 ve kterém byl vytvořen samotný model konstrukce. Do modelu byla následně vložena veškerá nahodilá zatížení.

Postup prací byl následovný. Po importu všech potřebných průřezů jsem začal s modelováním dolního pásu. Následovalo modelování horního pásu, svislic a diagonál. Po zhotovení modelu pravého hlavního nosníku byly veškeré dílce propojeny. Ve styčnýchích byla doplněna počáteční ohybová rotační tuhost. Ta byla vypočítána pro jednotlivé dílce podle (MP pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů [2])

Hlavní nosníky jsou identické. Proto druhý hlavní nosník je kopie prvního zhotoveného. Následně byly mezi hlavní nosníky umístěny příčníky. Mezi ty byly umístěny podélníky. Poté byly do modelu dodány brzdne a podélné ztužení. Jako poslední byl modelován železniční svršek. Mostnice jsou děleny na tři části a jsou připevněny k podélníkům za pomoci tuhých ramen. Stejně tak jsou připevněny kolejnice k mostnicím.

Po zhotovení celkového modelu byla dodána nahodilá zatížení. Výstupem jsou hodnoty působících sil na jednotlivé dílce.

4. Přehled výsledků

Tabulka [2] obsahuje hodnoty vypočtené zatížitelnosti posuzovaných průřezů s přiřazenými pruty. V tabulce jsou vyznačeny červeně hodnoty nesplňující podmínky.

Průřez	Prut	$\eta_{1,Rs} < 1$	$\eta_{1,LM71} < 1$	$Z_{LM71} > 1$
U1	DP029	0,234345	0,445435	1,718895
U2	DP49	0,172197	0,859811	0,962773
U3	DP39	0,237504	1,039766	
U3+	DP36	0,184728	0,821158	0,992833
U4	DP53	0,229465	0,903922	0,852434
O1	HP39	0,16461	0,90699	0,921058
O2	HP38	0,104707	0,571243	1,567272
O3	HP33	0,223518	1,130296	
O3+	HP34	0,153312	0,8419	1,005687
O4	HP45	0,177117	0,90943	0,904834
V0	V0'1	0,322019	0,417155	1,625247
V1	V1'17	0,100584	0,469607	1,91525
D1	D10	0,184646	0,597204	1,365286
D2/D3	D12	0,117916	0,68615	1,285556
D4/D5	D15	0,078004	0,49576	1,859761
D4/D5 střed	E58	0,019346	0,161828	6,059861
E1	E40	0,118583	0,634679	1,388761
E2/E3	E45	0,128087	0,756619	1,152382
E4	E47	0,078087	0,485373	1,89939

Tabulka 2- Přehledová tabulka výsledků (červeně hodnoty nesplňující podmínky)

5. Použitá literatura

[1] Výrobní dokumentace z roku 1993

[2] SŽDC. Metodický pokyn pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů. Praha, 2015, 75 s.

[3] ČSN EN 1990. Eurokód : Zásady navrhování konstrukcí: 73 0002. Ed. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015, 100 s.

[4] ČSN EN 1991-2. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou: 73 6203. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005, 97 s.

[5] ČSN EN 1991-1-4. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem: 73 0035. Ed. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013, 124 s.

[6] ČSN EN 1993-1-1. Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby: 73 1401. Červenec 2011. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 107 s.

6. Zdroje

[7] BC.ZŮČKOVÁ, Lucie. Statický přepočít ocelové mostní konstrukce v km 123,74 – TÚ 1401, Chlumeck nad Cidlinou (mimo) – Trutnov střed – obvod poříčí (mimo). Pardubice, 2021. Diplomová práce. Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra dopravního stavitelství. doc. Ing. Bohumil CULEK, Ph.D

[8] Umístění mostního objektu na mapě. In: Mapy.cz [online]. Praha: Seznam.cz a.s, ©2015[cit. 2021-08-21]. Dostupné z <https://mapy.cz/s/hunahejamu>

[9] Umístění mostního objektu na mapě. In: Mapy.cz [online]. Praha: Seznam.cz a.s, ©2015[cit. 2021-08-21]. Dostupné z <https://mapy.cz/s/manudameru>