



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Silniční most Rouštany

Technická zpráva

Diplomová práce

Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce a dopravní stavby

Vedoucí práce: Doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš

Jan Rech

Praha 2018



Obsah

1	Všeobecné údaje	3
1.1	Identifikační údaje stavby.....	3
1.2	Základní údaje o stavbě	3
1.2.1	Převáděná komunikace.....	3
1.2.2	Překážky	3
1.3	Základní údaje o mostě.....	3
1.4	Charakter překážky a převáděné komunikace.....	4
2	Zaměření a vytyčení mostu	4
3	Technické řešení	4
3.1	Založení.....	4
3.2	Spodní stavba.....	5
3.2.1	Opěry	5
3.2.2	Pilíře	5
3.2.3	Přechodová oblast.....	5
3.3	Nosná konstrukce	5
3.3.1	Hlavní nosníky	5
3.3.2	Podporové příčnický.....	6
3.3.3	Mezipodporová ztužidla.....	6
3.3.4	Ložiska	6
3.3.5	Spřažená deska.....	6
3.4	Příslušenství	6
3.4.1	Izolace	6
3.4.2	Odvodnění.....	7
3.4.3	Vozovka	7
3.4.4	Římsy	7
3.4.5	Svodidla.....	7
3.4.6	Zábradlí	7
3.4.7	Protihluková stěna na mostě.....	7
3.4.8	Mostní závěry.....	7
4	Uvažované zatížení.....	8
4.1	Zatížení stálé	8
4.2	Zatížení proměnné	8
4.2.1	Zatížení dopravou	8
4.2.2	Klimatická zatížení	8
5	Materiály	8
5.1	Ocel	8
5.2	Beton	8
6	Postup výstavby	9
6.1	Piloty a spodní stavba.....	9
6.2	Nosná konstrukce	9
7	Ochrana proti korozi.....	9



1 Všeobecné údaje

1.1 Identifikační údaje stavby

Název stavby:	Silniční most Rouštany
Druh stavby:	novostavba
Převáděná komunikace:	silnice I/34
Překážka:	silnice III/03422 Jilemník - Rouštany, Rouštánský potok
Obec, katastrální území:	Pohled, Pohled
Místní správní úřad:	MěÚ Havlíčkův Brod
Okres:	Havlíčkův Brod
Kraj:	Kraj Vysočina
Investor:	Fakulta stavební ČVUT Thákurova 7/2077 166 29 Praha 6 Dejvice
Budoucí správce mostu:	Ředitelství silnic a dálnic ČR Správa Jihlava Kosovská 10a, 586 01 Jihlava
Projektant:	Bc. Jan Rech
Datum:	červen 2018

1.2 Základní údaje o stavbě

1.2.1 Převáděná komunikace

Silnice:	I/34
Kategorie silnice:	S 11,5/70
Staničení mostu:	km 122,930 – km 125,517

1.2.2 Překážky

1.2.2.1 Rouštánský potok

Říční kilometr:	nezjištěno
Úhel křížení:	78°

1.2.2.2 Silnice III/03422

Silniční kilometr:	neznámý
Úhel křížení:	72,70°

1.3 Základní údaje o mostě

Charakteristika lávky:	Trvalý silniční most o třech polích s horní mostovkou. NK je tvořena dvěma proměnnými svařovanými ocelovými nosníky profilu I spřaženými se ŽB deskou mostovky. Spodní stavba členěná monolitické žb. pilíře, masivní monolitické žb. opěry s rovnoběžnými křídly. Založení opěr plošné, založení pilířů hlubinné na pilotách
------------------------	---



Délka mostu:	143,0 m
Délka přemostění (světlost):	127,80 m
Rozpětí polí:	39,0 + 51,0 + 39,0 m
Délka nosné konstrukce:	130,0 m
Výška mostu nad vozovkou:	cca 6,5 m
Stavební výška:	proměnná
Konstrukční výška:	proměnná
Šířka mostu:	14,75 m
Šířka nosné konstrukce:	14,00 m
Volná šířka mostu:	11,50 m
Šířka mezi zvýšenými obrubami:	11,50 m
Chodníky:	oboustranné 0,75 m
Plocha mostu:	$14,75 \times 130,0 = 1917,5 \text{ m}^2$
Plocha nosné konstrukce:	$14,00 \times 130,0 = 1820,0 \text{ m}^2$
Plocha vozovky:	$11,50 \times 130,0 = 1495,0 \text{ m}^2$
Šikmost mostu:	kolmý
Zatížitelnost mostu:	most navržen na zatížení dle ČSN EN 1990 a 1991-2 pro skupinu 1 pozemních komunikací se zatížením zvláštními vozidly pro komunikace I. třídy (1800/200 v ose mostu).

1.4 Charakter překážky a převáděné komunikace

Most překonává údolí Rouštanského potoka a silnici III/03422. Převáděná komunikace je navrhovaná v kategorii S 11,5/70. Po celé délce mostu je silnice vedena v směrovém kružnicovém oblouku o poloměru $R = 750 \text{ m}$. Na mostní objekt zasahuje výškový vyduť zakružovací oblouk o poloměru $R = 7500 \text{ m}$.

2 Zaměření a vytyčení mostu

Zaměření a vytyčení bylo provedeno v souřadnicovém systému JTSK, výškově je zaměření ve výškovém systému Balt po vyrovnání.

3 Technické řešení

3.1 Založení

Opěry jsou založeny plošně, vzhledem ke geologii v místě mostu je pod nimi štěrkopískový polštář tl. 1 m.

Vzhledem k výskytu málo únosných zemin v údolí potoka, jsou pilíře založeny hlubinně a to na vrtaných železobetonových pilotách průměru 1,2 m a délky 10 m. Hladina podzemní vody na dně údolí se nachází těsně pod povrchem terénu, proto kolem základů je provedeno štětovicové ztracené bednění. Piloty jsou provedeny pomocí hluchého vrtání.



3.2 Spodní stavba

3.2.1 Opěry

Tyto masivní železobetonové opěry jsou plošně založené. Opěry jsou doplněny kolmými křídly tak aby bylo možno vytvořit svahový kužel. Na rubové straně opěry bude osazena izolace proti volně stékající vodě – natavitelné asfaltové izolační pásy. Po boku opěry se na vnější straně směrového oblouku nachází revizní schodiště pro přístup pod most.

3.2.2 Pilíře

Železobetonové pilíře jsou hlubinně založené. Jedná se o dvojici sloupů konstantního průřezu propojených základovým blokem. Dřík pilíře o půdorysných rozměrech 1,2 x 2 m a výšce 8,4 m je navržen tak aby spolupůsobil s konstrukcí, jelikož vlivem své štíhlosti nebude plně odolávat dilataci konstrukce.

Základový blok pilíře je robustní železobetonový blok společný pro oba sloupce a všech 10 pilot, jeho tloušťka je 1,20 – 1,40 m; proměnný z důvodu střechovitým sklonu horního povrchu.

Dna základových jam pilířů jsou pod úrovní hladiny podzemní vody, proto je potřeba počítat s čerpáním vody ze základových jam.

Povrch konstrukcí ve styku se zemínou bude opatřen ochranným nátěrem.

3.2.3 Přejížděvací oblast

Uspořádání přejížděvací oblasti za opěrami se řídí ustanoveními ČSN 73 6244. Popisovaná skladba přejížděvací oblasti platí mezi křídly.

Rub opěr bude opatřen izolačním nátěrem a bude překryt ochrannou netkanou geotextilií.

Spodní část přejížděvací oblasti bude vyplněna hutněným zásypem z vhodné zeminy. Nad touto částí bude položena těsnící izolační geomembrána ve sklonu 5% k rubu opěry. Geomembrána musí být zatažena pod drenážní trubku. Na geomembráně bude uložena ochranná netkaná geotextilie s odolností proti proražení. Drenážní trubka na rubu opěry bude vyspádována směrem k vyústění drenáže tedy dovnitř oblouku ve sklonu min. 3 %, kde bude propíchnuta skrz křídlo.

Ochranný zásyp z nenamrzavé zeminy za opěrou je navržen v minimální tloušťce 0,60 m za rubem s tím, že za lícem závěrné zídky musí být proveden do minimální vzdálenosti 1,50 m.

Veškeré zásypy budou hutněny po vrstvách tloušťky cca. 300 mm

3.3 Nosná konstrukce

Hlavní nosnou konstrukci tvoří spojitá spřažená ocelobetonová konstrukce. Rozpětí jednotlivých polí je 39 + 51 + 39 m. Konstrukce je tvořena dvojicí proměnných ocelových nosníků a proměnnou spřaženou železobetonovou deskou. V místě podpor jsou nosníky spojeny podporovými ocelovými příčnicemi, v polích pak jsou nosníky vzájemně propojeny mezipodporovými ztužidly.

Ocelovou konstrukci tvoří dvojice ocelových nosníků. Jejich osová vzdálenost je 7 m. Hlavní nosníky budou v místě podpor spojeny podporovými příčnicemi, v polích budou spojeny mezipodporovými ztužidly.

3.3.1 Hlavní nosníky

Hlavní nosníky jsou navrženy s náběhem v blízkosti podpor, u pilířů délky 8,2 m a u opěr 5,6 m, výška v náběhu je 2,64 m; v krajních polích 1,9 m a ve středním poli 2,2 m, jak je patrné s příloženými výkresovými dokumenty. Tloušťka obou pásnic i tloušťka stěny nosníků se mění vždy v polovině náběhu. Tloušťka pásnic se mění tak aby výška stěny zůstala zachována tudíž směrem od ní. Šířka pásnic je po celém mostě konstantní, šířka horní pásnice je 0,6 m a spodní 0,8 m, tloušťka pásnic v polích je 40 mm u horní pásnice a 60 u dolní. V náběhu nosníků je jejich tloušťka zvětšena o 20 mm.

Stěny hlavních nosníků jsou podobně jako pásnice proměnné v polích 20 mm a v náběhu 30 mm.



3.3.2 Podporové příčnický

Nad každou podporou bude osazen příčník. Příčníky jsou navrženy jako svařované I-profilů výšky 1,3 m s pásnicemi šířky 650 mm s tloušťkou stěny 20 mm a tloušťkou pásnic 25 mm. Stěna nosníku je pomocí šroubového spoje připojena k zesílené výztuže hlavního nosníku o tloušťce 20 mm.

3.3.3 Mezipodporová ztužidla

V polích jsou pro ztužení ocelové konstrukce doplněna mezipodporová ztužidla. Poloha ztužidel je zřejmá z výkresové části dokumentace. Mezipodporová ztužidla jsou profilu HEB1000. Ztužidlo bude k nosníkům připojeno pomocí šroubového spoje stejně jako podporové příčníky.

3.3.3.1 Prvky pro betonáž spřažené desky

Pro betonáž desky bude zajištěna stabilita horních pásů hlavních nosníků. Na horní pásnici budou zesponu přivařeny plechy tak aby mezi ně mohl být upěvněn předpokládaný profil UPE240. Ztužení pro betonáž bude provedeno v místě příčníků a ztužidel

3.3.4 Ložiska

Nosná konstrukce bude uložena na hrncová ložiska. Na pilíři P2 a P3 bude na pravé straně (stanoveno dle směru staničení) osazeno pevné ložisko, na levé straně bude na pilířích osazeno příčně posuvné ložisko. Na opěrách pak bude na pravé straně osazeno podélně posuvné ložisko, na levé straně všesměrně posuvné ložisko. Požadavky na ložiska (únosnost, požadované posuny) jsou uvedeny v statickém výpočtu.

Ložiska budou k ocelové konstrukci kotvena šroubovým spojením přes klínovou desku.

3.3.5 Spřažená deska

Spřažená železobetonová deska je navržena v jednostranném příčném sklonu shodném s příčným sklonem komunikace 4 %. Na vnitřním okraji desky je v proveden protispád ve sklonu 10 % k ose odvodnění. Tloušťka desky je proměnná, mezi náběhy je 0,3 m, na konci konzol je pak tloušťka 0,26 m; v místě nosníků je vlivem náběhu zesílena na 0,48 m a to včetně zabetonované horní pásnice. Nad opěrou je deska v celé šíři na tl. 480 mm – koncové zesílení desky umožní provedení kapsy pro MDZ a navíc lépe odolává dynamickým účinkům od přejezdu vozidel.

Materiál desky – beton C30/37 – XF3, výztuž B500B.

Deska je s ocelovou konstrukcí spřažena pomocí ocelových spřahovacích trnů Ø22 mm délky 250 mm. Spřahovací trny budou přivařeny k horním pásnicím hlavních nosníků.

Do desky jsou osazeny odvodňovače a trubičky odvodnění izolace. Do boků desky jsou vytažena oka z betonářské výztuže pro kotvení monolitických říms. Do spodního povrchu desky budou navrtány otvory pro upevnění závěsů ležatého svodu odvodnění mostu.

3.4 Příslušenství

3.4.1 Izolace

Na mostě je provedena pásová izolace NAIP. Povrch betonu musí být řádně očištěn a povrchová vrstva musí vykazovat pevnost v odtrhu. Izolace na mostě je celoplošná. Pod římsami je navíc provedena ochrana izolace pomocí asfaltového pásu s hliníkovou vložkou. Ochranná vrstva izolace pod římsou bude lepena za tepla lepicí hmotou.



3.4.2 Odvodnění

Voda z vozovky a říms mostu je svedena příčným sklonem k vnitřnímu obrubníku, kde je pomocí podélného sklonu svedena k odvodňovačům. V místě odvodňovacího proužku jsou osazeny odvodňovače. Každý odvodňovač je napojený na podélný ležatý svod odvodnění. Ležatý svod odvodnění svádí vodu z odvodňovačů k pilíři P2. U pilíře je svod napojen přes na svislý svod odvodnění, ze kterého voda vytéká do skluzu pod mostem. Skluz je zaústěn do Rouštanského potoka.

Voda z povrchu izolace je svedena pomocí trubiček pro odvodnění izolace. Trubičky jsou zaústěny do podélných svodů odvodnění.

3.4.3 Vozovka

Na mostě je navržena vozovka třívrstvá tl. 130 mm (včetně izolace).

V místě styku vozovky a římsy bude provedena těsnicí modifikovaná asfaltová záливka s předtěsněním.

3.4.4 Římsy

Římsy jsou navrženy jako železobetonové monolitické. Příčný sklon horních povrchů říms je 4 %. Sklon nášlapu obrubníků je 5:1. Výška obrubníku nad vozovkou je 150 mm. Šířka vnějších říms je 1,55 m, šířka vnitřních říms je 0,90 m.

Kotvení říms je provedeno pomocí kombinace výztuže vytažené z boku nosné konstrukce a kotvami vlepenými do vývrtu. U říms betonovaných na křídlech je kotvení provedeno vytažením výztuže z křídla. Obruby říms jsou opatřeny ochranným nátěrem typu S4. Horní povrch říms bude opatřen příčnou striáží.

Římsy jsou po úsecích cca 6 m rozděleny smršťovacími spárami. Smršťovací spáry se provedou naříznutím do hloubky 20 mm nejdéle do 24 hodin po betonáži říms. Betonáž říms bude provedena v jedné etapě a spáry budou nařezány následně.

Do říms je kotven zachytý systém mostu (svodidla, zábradlí a PHS). Svodidla a zábradlí jsou kotvena pomocí lepených kotev do dodatečně vrtaných otvorů. Pro kotvení PHS jsou navrženy kotevní stoličky zabetonované v římsě.

3.4.5 Svodidla

Na mostě se nachází ocelové svodidlo ZMS4, stupeň zadržení H2 bez výplně. Svodidlo je do říms kotveno s využitím dodatečně vrtaných otvorů. Na obou předpolích mostu jsou mostní svodidla napojena na svodidla v trase.

3.4.6 Zábradlí

Na vnitřní římsě mostu je navrženo ocelové zábradlí s výplní výšky 1.10 m. Madlo je provedeno z profilu U. Sloupky jsou přivařené k patní desce. Zábradlí je vyplněno bezpečnostním sklem a slouží jako protihluková. Zábradlí je kotvené do římsy dodatečně vrtanými lepenými kotvami do betonu.

Protikorozi ochrana a provádění včetně osazení musí odpovídat certifikovanému systému dodavatele zábradlí.

3.4.7 Protihluková stěna na mostě

Na vnější římsě mostu je navržena protihluková stěna výšky 4,0 m, PHS navazuje na stěny před mostem. PHS je navržena z ocelových sloupků na patních deskách a z odrazivé výplně. Ve výšce 1.10 m je provedeno madlo z profilu U. Rozteč sloupků na mostě je 2 m. Sloupky jsou provedeny z profilu HEB140. Výplň je průhledná, z bezpečnostního plexiskla, na dolní části PHS je proveden betonový sokl o výšce 0,50 m.

3.4.8 Mostní závěry

Na mostě je na obou opěrách navržen povrchový mostní závěr.

Mostní závěr je projektovaný na celkový rozsah pohybu do 160 mm a je na obou opěrách obou mostů kolmý. MZ sleduje příčný sklon vozovky (4%) a láme se do protispádu (4%) v ose odvodnění.



4 Uvažované zatížení

4.1 Zatížení stálé

Stálé zatížení tvoří především vlastní tíha všech konstrukčních prvků. Tíhové zrychlení bylo uvažováno hodnotou $10,0 \text{ m/s}^2$. Dále je jako stálé zatížení považováno smrštění železobetonové desky mostu.

4.2 Zatížení proměnné

4.2.1 Zatížení dopravou

Dle příslušné normy je na mostě uvažováno s modely zatížení LM1 a LM3 1800/200. Model LM2 nebyl uvažován, jelikož slouží především k lokálnímu posouzení.

Dále bylo uvažováno zatížení od chodců, jež je součástí skupiny zatížení gr1 a gr3 jako 3 kN/m^2 .

4.2.2 Klimatická zatížení

Z klimatických zatížení bylo uvažováno zatížením větrem a zatížením teplotou, a to jak v montážním stádiu, tak též v provozním. V provozním navíc bylo uvažováno i nerovnoměrné oteplení a ochlazení konstrukce.

Obec Rouštany spadá dle mapy větrných oblastí do oblasti II, základní rychlost větru byla uvažována 25 m/s . Kategorie terénu zapadá do oblasti II.

Dle teplotní mapy ČR je pro maximální teploty vzduchu ve stínu jsou Rouštany zařazeny do oblasti s teplotou $36,1 - 40,0 \text{ °C}$ a pro minimální teploty vzduchu do oblasti s teplotou $-32,1$ až $-34,0 \text{ °C}$.

5 Materiály

5.1 Ocel

Pro plechy:	S335 J2+N	(plech tl. $\leq 45 \text{ mm}$)
	S355 K2+N	(plech tl. $\leq 55 \text{ mm}$)
	S355 NL	(plech tl. $> 55 \text{ mm}$)
Válcované profily:	S355 J0	
Spřáhovací trny:	S235	
Šrouby:	8.8	

5.2 Beton

Piloty:	C25/30 – XA1, XC2
Základové bloky:	C25/30 – XA2, XC2
Pilíře, opěra:	C30/37 – XF4, XD2, XC4
Deska mostovky:	C30/37 – XF4, XD3, XC4
Betonářská výztuž:	B500B



6 Postup výstavby

6.1 Piloty a spodní stavba

Vzhledem k hladině podzemní vody při povrchu dna údolí bude zaberáno štětovicové ztracené bednění základů piliřů, poté bude provedeno pro každý piliř 10 pilot pomocí hluchého vrtání, předpokládá se využití bentonitové suspenze, do které bude vložen armokoš.

Spodní stavba bude poté zhotovena už běžným způsobem z monolitického betonu standartním postupem – dle realizační dokumentace bude na stavbě svázána betonářská výztuž do požadovaných tvarů piliře a opěry, poté bude osazeno bednění a až po úroveň pracovní spáry vyplněno monolitickým betonem.

6.2 Nosná konstrukce

Ocelová nosná konstrukce bude vyrobena a dovezena na stavbu po částech. Nejdříve hlavní nosníky v 5 kusech dle dokumentace, následně ztužení a příčníky. V místě stavby poté bude smontována do 5 velkých montážních dílů. Nosníky smontovány pomocí příčníků a ztužidel. Délka jednotlivých dílů je $27,6 + 23,4 + 28 + 23,4 + 27,6$ metrů. Montážní styky jsou navrženy do míst, kde v provozní fázi budou nejmenší hodnoty ohybového momentu. Montáž bude probíhat pomocí jeřábu a 4 provizorních podpěr PÍŽMO umístěných pod montážní styky. Po zhotovení provizorních podpěr budou postupně z kraje mostu osazovány jednotlivé díly roštu, které budou hned po osazení svařeny na plnou únosnost. Pro manipulaci s ocelovou konstrukcí bude každá montovaná část vybavena oky pro manipulaci, ty musí být v místě stěny rovnoběžně s osou nosníku a v místě příčných výztuh.

Toto vše proběhne mimo definitivní ložiska, jelikož se předpokládá betonáž mostovky na zaaretovaných hydraulických lisech.

Po montáži a rektifikaci ocelové konstrukce bude vyvázána výztuž a osazeno bednění pro betonáž prvního taktu desky v délce 29,5 m. Po vytvrdnutí a odbednění taktu vyvázána výztuž a osazeno bednění pro druhý takt a obdobně i pro třetí. Mezi jednotlivými takty se uvažuje 10 – 14 dnů. Po vytvrdnutí a odbednění posledního taktu desky bude konstrukce osazena na definitivní ložiska a budou odstraněny ztužidla pro betonáž. Následně budou betonovány římsy a osazeny svodidlem, zábradlím a protihlukovou stěnou.

Schématické obrázky postupu výstavby jsou uvedeny ve statickém výpočtu v kapitole 6.2 Fáze výstavby.

7 Ochrana proti korozi

Protikorozi ochrana všech ocelových prvků bude podrobně řešena ve výrobní dokumentaci.

Předpokládá se provedení metalizace a dvouvrstvého nátěru.