

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Diagnostický průzkum a návrh opravy kamenné klenby železničního mostu
na trati Milotice nad Opavou - Vrbno pod Pradědem
Jan Matoušek, DiS.

Bakalářská práce

2019

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan Matoušek, DiS.**
Osobní číslo: **D15698**
Studijní program: **B3607 Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Dopravní stavitelství**
Název tématu: **Diagnostický průzkum a návrh opravy kamenné klenby
železničního mostu na trati Milotice nad Opavou - Vrbno pod
Pradědem**
Zadávací katedra: **Katedra dopravního stavitelství**

Zásady pro vypracování:

Téma bakalářské práce se zabývá diagnostickým průzkumem a návrhem opravy mostu v km 3,226 trati Milotice - Vrbno pod Pradědem. Mostní objekt se nachází v katastru obce Nové Heřminovy a přemostňuje silniční a volné prostranství. Cílem práce je provést diagnostický průzkum půlkruhové kamenné klenby, která vykazuje poruchy, a přechodových oblastí, kde dochází k poklesu železničního svršku. Na základě provedeného průzkumu a vyhodnocených měření bude navržena oprava mostní konstrukce a přechodové oblasti. Součástí práce bude také orientační stanovení ceny navržených stavebních prací.

Bakalářská práce bude vypracována v následujících přílohách:

1. Úvod a vymezení cíle práce
2. Popis současného stavu mostní konstrukce
3. Diagnostický průzkum mostní konstrukce
4. Návrh oprav mostní konstrukce
5. Ekonomické zhodnocení návrhu opravy mostní konstrukce
6. Dispoziční řešení, půdorys, příčný řez, podélný řez
7. Fotodokumentace
8. Zhodnocení, diskuse a závěr práce

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

ČSN CEN ISO/TS 17892-7, Zkouška pevnosti v prostém tlaku
ČSN 73 6133, Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací
ČSN EN 1991-2, Zatížení mostů dopravou
ČSN EN 1997-1 a 2, Navrhování geotechnických konstrukcí
ČSN EN 1996, Navrhování zděných konstrukcí
ČSN 73 6200, Mosty - Terminologie a třídění
ČSN 73 6201, Projektování mostních objektů
Vyhláška č. 146/2008 Sb. Vyhláška o rozsahu a obsahu projektové dokumentace
dopravních staveb
SŽDC S3 Změna č. 2, Železniční svršek
SŽDC S3 díl XII, Železniční svršek na mostních objektech
SŽDC S4, Železniční spodek

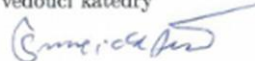
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Aleš Šmejda, Ph.D.**
Katedra dopravního stavitelství

Datum zadání bakalářské práce: **26. října 2018**
Termín odevzdání bakalářské práce: **21. května 2019**


doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.
děkan

L.S.

Ing. Aleš Šmejda, Ph.D.
vedoucí katedry



V Pardubicích dne 29. října 2018

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 12.05.2019

Jan Matoušek, DiS.

Poděkování:

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Aleši Šmejdovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracování bakalářské práce.

ANOTACE

Téma mé bakalářské práce se zabývá diagnostickým průzkumem a návrhem opravy mostu v km 3,226 trati Milotice nad Opavou - Vrbno pod Pradědem. Mostní objekt se nachází v katastru obce Nové Heřminovy a přemostňuje silniční a volné prostranství. Cílem mé práce je provést diagnostický průzkum půlkruhové kamenné klenby, která vykazuje poruchy říms, kamenného zdiva, opěr, pilířů, kleneb a přechodových oblastí, kde dochází k poklesu železničního svršku. Na základě mnou provedeného průzkumu a vyhodnocených měření jsem navrhl opravu mostní konstrukce a přechodových oblastí. Součástí práce je stanovení orientační cenu navržených stavebních prací.

KLÍČOVÁ SLOVA

Rozpětí mostu, konstrukční výška, nosná konstrukce, monolitické římsy, sanace, diagnostika půlkruhové kamenné klenby, svršek, přechodová oblast.

TITLE

Diagnostic research and reconstruction design of stone barrel vault of the railway bridge on Milotice nad Opavou - Vrbno pod Pradědem.

ANNOTATION

The subject of my thesis is diagnostic research and repair suggestion of a bridge on km 3,226 on track Milotice nad Opavou – Vrbno pod Pradědem. The bridge is located in cadastre Nové Heřminovy and spans over road and open space. The goal of my thesis is to carry out diagnostic research of semicircular stone bridge barrel vault which shows failure of ledges, stone masonry of support, columns, barrel vaults and crossing areas where railway superstructure drops. Based on my research and evaluation I suggested repair of bridge construction and crossing areas. As a part of my thesis I determined an indicative price of the suggested repairs.

KEYWORDS

Bridge span, constructional height, load-bearing construction, monolithic ledges, redevelopment, diagnostic of semicircular stone barrel vault, superstructure, crossing area

OBSAH

ÚVOD	10
1.1 CÍL PRÁCE	10
2 TEORETICKÁ ČÁST	10
2.1 HISTORIE, VÝVOJ A VÝZNAM MOSTNÍHO STAVITELSTVÍ.....	11
2.2 ROZDĚLENÍ MOSTŮ	11
2.3 KLENBOVÉ MOSTY	12
2.3.1 VZNIK A KONSTRUKCE KLENEB.....	12
2.3.2 STATICKÉ PŮSOBENÍ KLENBY.....	14
2.3.3 PORUCHY KLENEB	16
2.4 DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM.....	17
2.4.1 NEDESTRUKTIVNÍ METODY.....	17
2.4.2 SEMIDESTRUKTIVNÍ METODY.....	19
2.4.3 DESTRUKTIVNÍ METODY	20
3 PRAKTICKÁ ČÁST	21
3.1 STÁVAJÍCÍ STAV	22
3.1.1 Stávající stav – půdorys (samostatný výkres příloha č. 11)	22
3.1.2 Stávající stav – podélný řez B (samostatný výkres příloha č. 12).....	23
3.1.3 Stávající stav – příčný řez D (samostatný výkres příloha č. 13).....	24
3.2 PROVEDENÍ DIAGNOSTICKÉHO PRŮZKUMU	24
3.2.1 Popis objektu.....	24
3.2.2 Vizuální prohlídka.....	25
3.2.3 Provedení sond diagnostického průzkumu	30
3.3 VYHODNOCENÍ DIAGNOSTICKÉHO PRŮZKUMU.....	35
3.3.1 Spodní stavba	36
3.3.2 Nosná konstrukce (klenby).....	37
3.3.3 Přechodové oblasti.....	37
3.3.4 Římsy, přechodové zdi.....	37
3.3.5 Mostní vybavení a cizí zařízení	38
3.3.6 Mostní svršek.....	38
3.4 NAVRŽENÍ SANAČNÍCH A STAVEBNÍCH OPRAV KLENBY.....	38
3.5 EKONOMICKÉ POSOUZENÍ.....	39
4 ZÁVĚR	40
5 SEZNAM	61
5.1 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	61
5.2 TECHNICKÉ PODMÍNKY A NORMY	61
5.3 PŘÍLOHY.....	62

Seznam obrázků a tabulek

- Obrázek 1. - *Návrhové charakteristiky mostního objektu*
- Obrázek 2. - *Zastropení kvádrem*
- Obrázek 3. - *Vznik praskliny v kvádru, následně klenbového efektu*
- Obrázek 4. - *Klenby z tesaného kamene (a, b) a ložného kamene (c)*
- Obrázek 5. - *Síly působící v řezu*
- Obrázek 6. - *Průběh napětí v nebezpečném průřezu ve vrcholu klenby při různých excentricitách normálové síly*
- Obrázek 7. - *Trhliny*
- Obrázek 8. - *Trhliny*
- Obrázek 9. - *Trhliny*
- Obrázek 10. - *Trhliny*
- Obrázek 11. - *Schmidtův tvrdoměr*
- Obrázek 12. - *Realizace jádrového vrtu při provádění diagnostik*
- Obrázek 13. - *Přístroj na odtrhové zkoušky betonu*
- Obrázek 14. - *Sekaná sonda*
- Obrázek 15. - *Mapa s vyznačením místa mostního objektu*
- Obrázek 16. - *Celkový pohled na most směr Opava*
- Obrázek 17. - *Pohled OP2 směr Bruntál*
- Obrázek 18. - *Pohled OP2 směr Opava*
- Obrázek 19. - *Pohled OP1 směr Opava*
- Obrázek 20. - *Pohled OP1 směr Bruntál*
- Obrázek 21. - *Vyrůstající vegetace pilíř P02*
- Obrázek 22. - *Vypadané spárování opěra P1*
- Obrázek 23. - *Vypadané spárování pilíř P2*
- Obrázek 24. - *Vypadané spárování pilíř P2*
- Obrázek 25. - *Vznik svislé praskliny*
- Obrázek 26. - *Odpadávající přech. zed'*
- Obrázek 27. - *Výluhy, spodní líc klenby*
- Obrázek 28. - *Výluhy, spodní líc klenby*
- Obrázek 29. - *Praskliny na římsě OP2*
- Obrázek 30. - *Odpadávající část římsy OP2*
- Obrázek 31. - *Železniční svršek OP2*
- Obrázek 32. - *Sednutí svršku obou předpolích*

- Obrázek 33. – *Zábradlí*
- Obrázek 34. - *Kabelový žlab*
- Obrázek 35. - *Odebrání jádrového vrtu*
- Obrázek 36. - *Jádrový vrt VR1 OP2*
- Obrázek 37. - *Jádrový vrt průměr 100 mm*
- Obrázek 38. - *Jádrový délka 250 mm*
- Obrázek 39. - *Jádrový vrt VR1 OP2*
- Obrázek 40. - *Vývrtek VR1 OP2*
- Obrázek 41. - *Jádrový vrt VR1 OP2*
- Obrázek 42. - *Jádrový vrt VR1 OP2*
- Obrázek 43. - *Odebrání jádrového vrtu*
- Obrázek 44. - *Jádrový vrt VR2 OP1*
- Obrázek 45. - *Jádrový vrt průměr 100 mm*
- Obrázek 46. - *Jádrový délka 250 mm*
- Obrázek 47. - *Jádrový vrt VR2 OP1*
- Obrázek 48. - *Jádrový vrt VR2 OP1*
- Obrázek 49. - *Ručně kopaná sonda OP1, pohled směr Bruntál*
- Obrázek 50. - *Ručně kopaná sonda OP2, pohled směr Opava*
- Obrázek 51. - *Strojně kopaná sonda OP1*
- Obrázek 52. - *Ručně kopaná sonda OP1*
- Obrázek 53. - *Měření hloubky kopané sondy*
- Obrázek 54. - *Kopaná sonda*

Tabulka 1. – *Vyhodnocení vzorků z jádrových vrtů*

Tabulka 2. – *Vyhodnocení zkoušek pomocí Schmidtova tvrdoměru*

Tabulka 3. – *Ekonomické posouzení stavby*

ÚVOD

Mostní konstrukce jsou jedny z nejnáročnějších a nejen dynamicky nejvíce namáhaných staveb. Mostní konstrukce jsou často realizovány v obtížných podmínkách a jsou dimenzovány na dlouhou životnost. Téma mé práce jsem si vybral z toho důvodu, že se již několik let pohybuji v oblasti výstavby a rekonstrukce mostních staveb a o tuto oblast se již delší dobu zajímám v rámci mé profesní činnosti. Předmětem mé práce je provedení diagnostického průzkumu a návržení oprav kamenných klenb železničního mostu na trati Milotice nad Opavou – Vrbno pod Pradědem v obci Nové Heřminovy. Práce je rozdělena celkem do čtyř kapitol. První kapitola obsahuje stručný popis vybrané mostní konstrukce a popisuje cíl mé práce. Kapitola druhá je část teoretická, kde popisují teoretické provedení mostních konstrukcí se zaměřením hlavně na kamenné klenby. Součástí této kapitoly je i výčet a stručný popis nejpoužívanějších diagnostických metod při průzkumech mostních konstrukcí. Praktickou částí je třetí kapitola, kde jsem se zaměřil na samotný diagnostický průzkum a jeho vyhodnocení, které mi sloužilo k návržení samotné sanace a opravě krajních polí K 01 a K 03 včetně ekonomického zhodnocení. Práci zakončuji kapitolou pět, kterou tvoří závěr a celkové shrnutí mé práce. Posuzovaný objekt je třípolový most, kde krajní pole K 01 a K 03 tvoří půlkruhová kamenná klenba s klenbovým statickým působením a střední pole K 02 tvoří ocelová, plnostěnná, nýtovaná konstrukce se zapuštěnou mostovkou. Masivní opěry a pilíře jsou vyžděny z kamenného zdiva tak, jako jejich rovnoběžná křídla. Nad krajními poli K 01 a K 03 jsou nadbetonovány železobetonové římsy. Směrové uspořádání po délce objektu je v přímé trase a výškově kolej klesá ve sklonu 16,5 ‰. Typ kolejnic S 49 uložených na žebrových podkladnicích a dřevěných pražcích ve šterkovém loži v polích K 01 a K 03. V poli K 02 jsou kolejnice uloženy na dřevěných mostnicích.

1.1 Cíl práce

Cílem mé práce je u vybraného mostního objektu navrhnout a provést diagnostický průzkum. Ten mi bude sloužit po mém provedení a vyhodnocení jako podklad pro zpracování finálního návrhu oprav a sanací posuzovaných stavebních konstrukcí. Tím zajistím zlepšení funkčnosti mostní konstrukce. Součástí mé práce je vypracování příčného a podélného řezu sanovanou mostní konstrukcí. Navržené technické řešení sanace je na závěr ekonomicky vyhodnoceno.

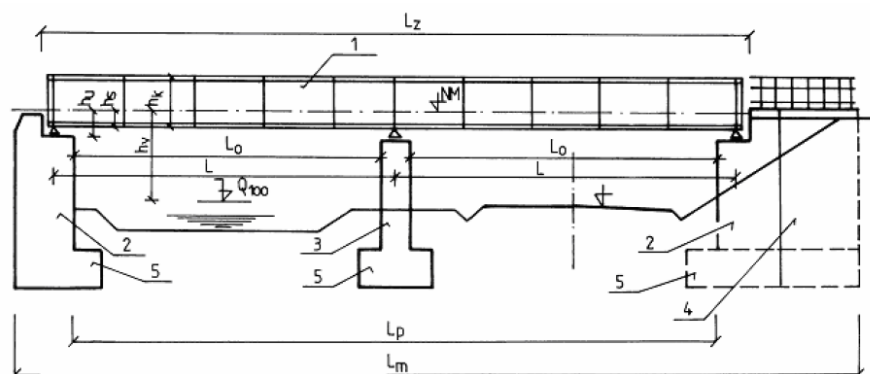
2 TEORETICKÁ ČÁST

Teoretická část mé práce obsahuje historii, vývoj a význam mostního stavitelství. Krátce je popsáno dělení mostních konstrukcí. Nejvíce se v praktické části zaměřuji na mosty klenbové,

neboť je má práce zaměřena na tyto mosty. Dále zde popisují průběh jednotlivých zkoušek, které tvoří diagnostický průzkum posuzovaného objektu. V druhé části mé práce, v části praktické, se zaměřuji již na konkrétní provedení zkoušek a jejich vyhodnocení.

2.1 HISTORIE, VÝVOJ A VÝZNAM MOSTNÍHO STAVITELSTVÍ

S vývojem lidstva byl člověk nucen překonávat stále častěji různé přírodní překážky a stal se tak velmi brzy stavitelem mostů. Nejstaršími používanými stavebními materiály byly kmeny stromů a kameny. Mezi první mosty můžeme počítat kmeny stromů, samovolně spadlé nebo účelně použité k přemostění člověkem. Významnějšího posunu zaznamenalo mostní stavitelství využitím trvanlivějších materiálů, v 18. století využitím oceli a ve 20. století betonu (prostý beton, železobeton, předpjatý beton). Mostní konstrukce převádí komunikaci (peší, silniční, železniční...) mezi dvěma body přes údolí, komunikaci, vodu nebo jinou překážku, kterou nelze překonat jiným způsobem než přemostěním. Mostní objekt je součástí jedné nebo více komunikací (pozemních, drážních, atd.). Nahrazuje její zemní těleso tam, kde je potřeba přemostěním překonat překážku. Mostní objekt má světlost větší než 2 m. Skládá se ze spodní stavby, nosné konstrukce, mostního svršku a mostního příslušenství.



Legenda:

1 - nosná konstrukce	L_0 - světlost mostního otvoru
2 - krajní podpěra-opěra	L - rozpětí mostního pole
3 - mezilehlá podpěra-pilíř	L_p - délka přemostění
4 - křídlo	L_z - vzdálenost závěrných zdí
5 - základy	L_m - délka mostu
NM - niveleta mostu	h_v - volná výška
Q_{100} - hladina stoletého průtoku	h_s - stavební výška
	h_u - úložná výška
	h_k - konstrukční výška

Obrázek 1. - Návrhové charakteristiky mostního objektu

2.2 ROZDĚLENÍ MOSTŮ

Mosty lze rozdělit podle sedmi kritérií. Prvním kritériem je dělení dle převáděné dopravy, což mohou být mosty drážní, do kterých spadají mimo jiných mosty železniční a tramvajové,

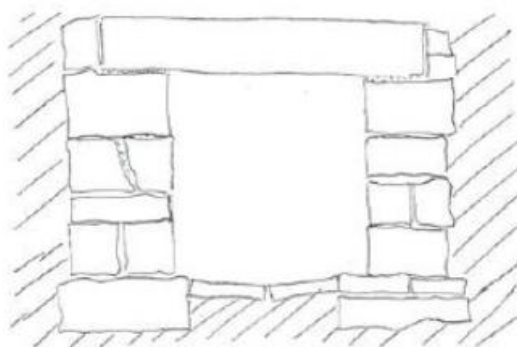
dále mosty pozemních komunikací, zde velkou skupinu tvoří mosty dálniční, silniční a mosty místních a účelových komunikací. Nejmenší skupinu tvoří mosty ostatní a sem spadají např. průplavy a akvadukty. Druhým kritériem jsou mosty rozděleny podle doby trvání na trvalé, zatímní a rozebíratelné (vojenské). Rozebíratelné mosty u nás používáme nejčastěji mosty TMS, MS, MMT 100, Bailey bridge. Třetí kritérium dělí mosty dle přemostované překážky na nadjezdy, viadukty přes velká údolí (známý viadukt Smržovka), estakády přes zastavěná území, (Nuselský most) a mosty říční. Do čtvrtého kritéria spadají mosty kolmé a šikmé, které jsou děleny podle své geometrie. Páté kritérium dělí mosty dle navržené hlavní nosné konstrukce na mosty deskové, např. z železobetonu nebo předpjatého betonu, trémové, obloukové - klenbové, zavěšené, visuté postaveny z kombinace materiálů železobeton, předpjatý beton, ocel. Šesté kritérium je na základě polohy mostovky s horní, dolní a mezilehlou mostovkou. Poslední sedmé kritérium dělí mosty dle materiálu, ze kterého jsou postaveny - a to na mosty kovové, masivní, dřevěné.

2.3 KLENBOVÉ MOSTY

Mnou prováděný diagnostický průzkum je zaměřen na most obloukový s kamennými klenbami, proto se dále má práce zaměřuje převážně na tyto mosty.

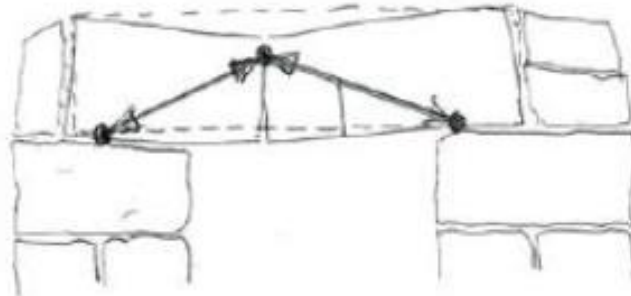
2.3.1 VZNIK A KONSTRUKCE KLENEB

Už od pradávna lidé používali k překlenutí malých otvorů kamenných kvádrů (překlenutí, zastropení). Kvádry dobře vzdorovaly svojí ohybovou tuhostí účinkům působení stálého i nahodilého zatížení. Vysoká pevnost kamene v tahu za ohybu zajišťovala bezpečnost těchto nejjednodušších konstrukcí. Nutno dodat, že tyto stavby v pradávnu byly stavěny pouze na základě získaných zkušeností bez jakýchkoliv statických výpočtů. Takové to konstrukce šlo použít pouze pro světlost otvoru do 1,2 m.



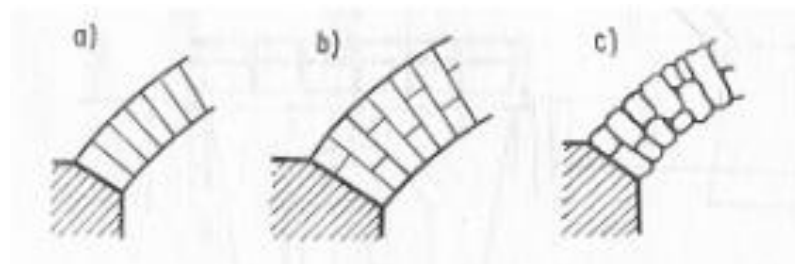
Obrázek 2. - Zastropení kvádrem

Po překročení pevnosti použitých kvádrů v tahu za ohybu se nosné prvky zlomily nebo se porušily svislou trhlinou. V tomto případě nemusí bezprostředně dojít ke zborcení, neboť dojde k opření kvádrů v tlačení (horní) části o sebe při vzniku jiné statické soustavy, která připomíná klenbové působení.



Obrázek 3. - Vznik praskliny v kvádru, následně klenbového efektu

Klenbami uvažujeme konstrukce, které vzdorují zatížení pouze tlakem. Tahová napětí v průřezu zcela vylučujeme, nevedou k selhání konstrukce. To mělo svůj důvod ještě v dobách, kdy neexistoval stavební materiál, který by přenášel tahové síly a neuvažovalo se s poznatky stavební mechaniky a pružnosti. Materiálem přenášející tlakové síly byl od pradávna kámen a cihelné zdivo. Přírodní kámen byl upravován otesáním do pravidelných kvádrů a spojován pomocí malty na skruži (bednění) do kruhových, segmentových nebo parabolických kleneb.



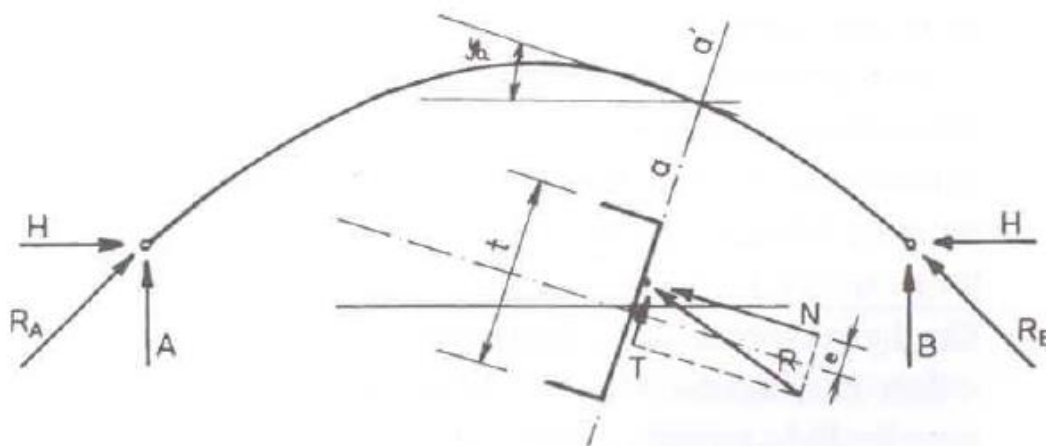
Obrázek 4. - Klenby z tesaného kamene (a, b) a ložného kamene (c)

Takové konstrukce označujeme jako klenby z kamenného zdiva, které lze vidět na silniční síti, převážně na železnici. Použitý přírodní kámen byla žula, rula, pískovec, opuka. Volba materiálu se volila zpravidla dle výskytu horniny v místě stavby. Pokud byl kámen nevhodný, použilo se vypalovaných cihel. S vývojem materiálů lze dnes klenby tvořit z prostého betonu a slabě vyztuženého betonu. Konstrukční zásady se přebírají z kleneb kamenných, díky vyšší pevnosti betonu lze konstruovat betonové klenby na větší rozpětí. Tyto konstrukce nazýváme oblouky.

2.3.2 STATICKÉ PŮSOBENÍ KLENBY

Nejčastěji používaná metoda pro navrhování kleneb v pozemním stavitelství, které jsou zděny z kusového zdiva, byla metoda grafická. Materiál historických kleneb se nepodobá materiálům, které by vyhovovali Hookovu zákonu. Proto vyjádření vztahu mezi hodnotou napětí a hodnotou přetvoření je dosti složité, a tak byly zděné oblouky považovány za oblouky vyzděné z pružného materiálu.

Klenba je vyjádřena jako prostorová nosná oblouková konstrukce. Všechna vzniklá zatížení na ni působící jsou přenášena na podpory pouze tlakovou silou. Stav napjatosti je způsoben zakřivením střednicové roviny klenby, která má pořadnice poměrné ohybovým momentům od zatížení. Klenba je v rovnováze pokud je v každém místě klenby zajištěna rovnováha sil vnějších (vlastní váha klenby a nahodilá zatížení) a vnitřních (oblouková síla R). Konstrukční uspořádání kleneb umožnilo jejich provádění z materiálů, u nichž je poměr pevnosti v tlaku k pevnosti v tahu dosti velký (5:1 až 12:1). U opěr kleneb musí být zajištěna prostorová stabilita, musí být neposuvné a dostatečně tuhé. Pokud je zajištěna dostatečná tuhost a stabilita, opěry spolehlivě zachytí šikmé podporové tlaky kleneb. Klenby řešíme podle schématu zakřiveného prutu, a tak se předpokládá, že šikmé podporové reakce R_a , R_b a zatížení



Obrázek 5. - Síly působící v řezu

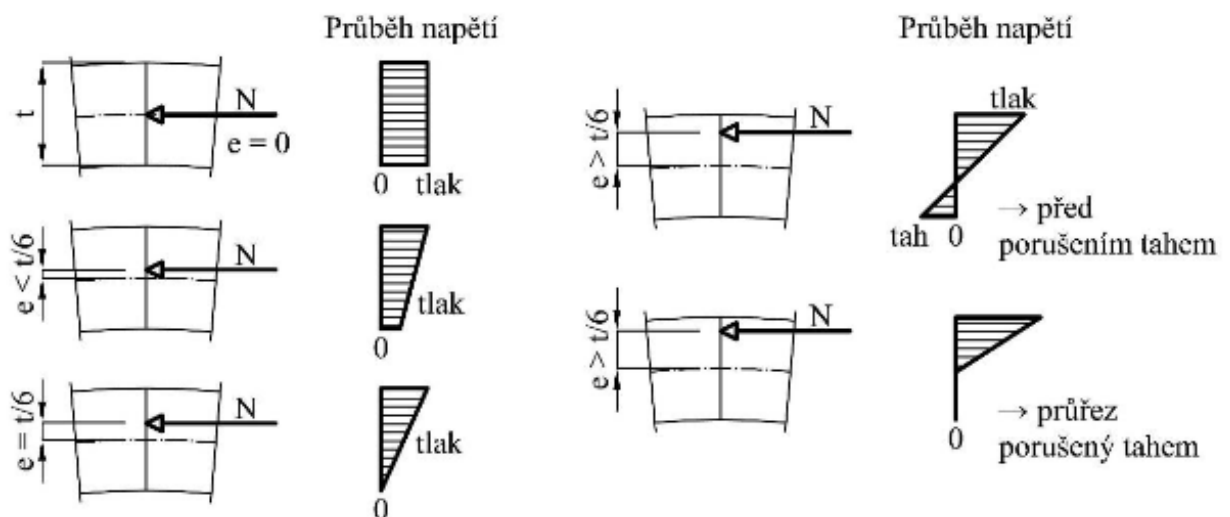
f působí na klenbu. Reakce a zatížení se skládají ve výslednici, kde poloha a směr je popsán tlakovou čarou.

Klenby posuzujeme na kombinaci zatížení, přičemž musí být splněna podmínka, že při provozu konstrukce vyvodí jakákoliv kombinace zatížení v jakémkoliv libovolném příčném řezu kolmém na střednici pouze tlakové normálové napětí. Ideální tvar střednice klenby je takový, aby všechny tlakové čáry od uvažovaných kombinací výpočtového zatížení ležely ve vnitřním

pruhu klenby o šířce $1/3$ nebo $1/2$ její tloušťky. Čím menší je rozptyl tlakových čar od střednice klenby, tím je více využita pevnost materiál samotné klenby. Na velikosti, způsobu namáhání a pevnosti materiálu závisí samotná tloušťka klenby. Při tlakovém namáhání klenby nesmí být překročena pevnost materiálu v tlaku, jinak dojde k jejímu zborcení. Klenba je namáhána tlakem, pokud je výslednice tlakové čáry v jádru průřezu samotné klenby a platí podmínka $e \leq t/6$. Pokud není podmínka dodržena a platí $e > t/6$ snižuje se tlakové napětí směrem k hornímu nebo dolnímu okraji klenby v závislosti zda tlaková síla působí v horní části nebo spodní části klenby. Čím větší je excentricita od středu, tím se snižuje tlakové napětí a vzniká v části klenby tahové napětí v horní či dolní části klenby.

V klenbě tedy mohou nastat tyto namáhání:

- tlaková čára je v těžišti průřezu: $e = 0$
- tlaková čára je mimo těžiště průřezu, ale působí v oblasti jádra průřezu: $0 < e \leq t/6$
- tlaková čára je mimo jádro průřezu: $e > t/6$



Obrázek 6. - Průběh napětí v nebezpečném průřezu ve vrcholu klenby při různých excentricitách normálové síly

Dříve bylo nutné zajistit, aby klenba byla namáhána tlakovým napětím, protože dostupné materiály neměly dostatečnou pevnost v tahu, a tím v klenbách vznikaly tahové trhliny. Klenby byly zděné na maltu převážně z cihel a kamenů. S rozvojem stavitelství a příchodem železobetonu jsme schopni navrhnout klenbu, která není namáhána pouze tlakovým napětím, ale i tahovým, neboť tahovou část napětí nám přenesou výztuž v betonu.

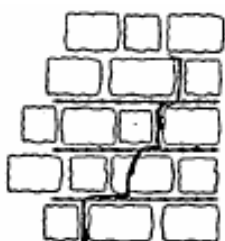
2.3.3 PORUCHY KLENEB

Poruchy kleneb objevující se v kamenných klenbách



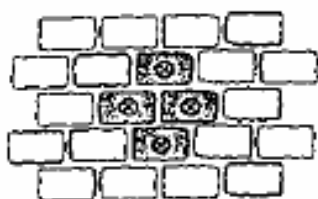
Obrázek 7. – *Trhliny*

- **Podélné trhliny:** Podélné trhliny bývají hlavním důvodem rekonstrukce objektu. Mohou probíhat přes část klenby, ale z pravidla procházejí z opěr celou klenbou. Příčinou poruchy obvykle bývá vyšší zatížení než to, na které byla klenba dimenzována. Sanace se provádí stažením pomocí vyztužovacích tyčí.



Obrázek 8. - *Trhliny*

- **Trhliny v opěře:** Tyto trhliny mají přímou souvislost s trhlinami kleneb. Mohou být způsobeny zatékáním vody z důvodu nefunkční izolace. Trhliny v opěře také často vznikají různou kvalitou založením konstrukce a rozdílným sedáním opěr základu mostu oproti sedání přilehlého násypu.



Obrázek 9. - *Trhliny*

- **Kaverny:** Vlivem zatékání vody do konstrukce dochází k uvolňování cihelného nebo kamenného zdiva. Uvolňování je rovněž způsobeno opakovanými pojezdy způsobující otřesy.



Obrázek 10. - *Trhliny*

- **Vyboulení zdiva:** Tato porucha vzniká následkem zatékání vody do konstrukce z důvodu nefunkční izolace a zachytávání se a růstem vegetace ze spár cihelného a kamenného zdiva.

2.4 DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM

Diagnostický průzkum je komplexní činnost, která zahrnuje vyhodnocení údajů o typu konstrukce, prostředí a provozu, údaje z dokumentace stavby, údaje z prohlídek, prováděných měření a zkoušek. Před vlastním diagnostickým průzkumem provedeme co nejpodrobnější sběr dat, abychom zjistili co nejvíce možných existujících údajů o mostě. Následně se provede diagnostický průzkum na samotném objektu a na základě provedených měření a zkoušek můžeme zjistit příčiny poruch nebo degradaci konstrukce, zjištění jejich vlivu na bezpečnost a dobu životnosti objektu. Průzkum je zaměřen buď na celý stavební objekt, nebo na jednotlivé konstrukční části. Diagnostický průzkum je možné zaměřit i na staviva a na jejich mechanické vlastnosti, ze kterých je daná konstrukce postavena. Každý diagnostický průzkum se skládá z několika diagnostických metod, které se přizpůsobují stavu a povaze dané konstrukce. Dále bereme v potaz plánované stavební úpravy. Diagnostické metody můžeme rozdělit do tří skupin. Při určování respektive zařazování diagnostických metod do jednotlivých skupin posuzujeme hlavní hledisko metody, a to je stupeň poškození konstrukce, který vzniká při provádění diagnostického průzkumu danou metodou. Z hlediska poškození konstrukce můžeme rozdělit metody do následujících skupin:

- nedestruktivní metody
- semidestruktivní metody
- destruktivní metody

Výsledky měření, statického posouzení a průzkumů nám slouží jako podklady pro navrhování variant oprav nebo rekonstrukcí mostu. K realizaci konečného návrhu opravy je vybráno nejekonomičtější řešení. Tak, aby bylo co nejefektivněji využito daného rozpočtu správce. Diagnostický průzkum vždy obsahuje zprávu, která shrnuje jeho základní údaje – popis jednotlivých závad, jejich příčiny a možný další vývoj, pokud jsme schopni zjistit. Dále ohodnocení stávajícího stavu konstrukce, stanovení zbývající doby životnosti, rozsahu potřebných prací a nezbytné údržby, vyhodnocení výsledku statického výpočtu ze zatížení mostu. Zpráva dále obsahuje podrobnou fotodokumentaci objektu a zjištěných vad.

2.4.1 NEDESTRUKTIVNÍ METODY

Při použití nedestruktivní metody nedochází takřka k žádnému poškození konstrukce. Nedestruktivními metodami, které jsem použil ve své práci, jsou například vizuální prohlídka a fotodokumentace závad, zkouška tvrdoměrná za použití Schmidtova tvrdoměru. Dále je možné použít další nedestruktivní metody měření a zkoušek jako jsou například měření

povrchové nasákavosti, měření tloušťky krycí betonové vrstvy, georadary a radary. Zásah do konstrukce takřka zanedbáváme. K jedinému viditelnému poškození dochází v případě použití tvrdoměrných metod (vrapy, broušení).

Vizuální prohlídka a fotodokumentace závad

Vizuální prohlídka je nejpoužívanější nedestruktivní metoda k určení skutečného stavu konstrukce, k zjištění a popisu jejich vad. Pokud je prohlídka prováděna zkušeným pracovníkem, který zná, jaké vady sledovat a umí je dobře popsat (příčina vzniku, další vývoj) je prohlídka velice důležitý podklad pro další zpracování diagnostického průzkumu. K provedení vizuální prohlídky je potřeba zajistit přístup kolem objektu za pomoci plošiny, lešení, atd.

Schmidtův tvrdoměr

Schmidtův tvrdoměr (Schmidtovo kladívko) se používá na základě vyhodnocení ztvrdlého povrchu betonu za účelem stanovení předpokládané pevnosti betonu v tlaku. Tvrdoměry používáme buď analogové nebo digitální. Zkouška pomocí Schmidtova tvrdoměru je velice rychlá a jednoduchá, může být však ovlivněna několika faktory, jako jsou například karbonizace povrchových vrstev, výztuž, atd. Z naměřených hodnot můžeme zjistit informace o rovnoměrnosti materiálu. Měření pomocí tvrdoměru je nutné ověřit z odebraných jádrových vrtů. Zkoušku provádíme na připraveném podkladu, kde provedeme minimálně 9 měření. Výsledek měření hodnotí pouze vrstvu do hloubky cca 30 mm.



Obrázek 11. - Schmidtův tvrdoměr

2.4.2 SEMIDESTRUKTIVNÍ METODY

Po provedení semidestruktivních zkoušek, dojde pouze k částečnému poškození konstrukce, nikoliv však k porušení statickému. Dochází pouze k porušení na povrchu, kromě provedení jádrových vrtů, kdy dochází k odvrtání konstrukce. Jádrové vrty jsou provedeny malé a po dokončení průzkumu jsou zapraveny. Mezi semidestruktivní zkoušky řadíme jádrové vrty a odtrhy.

Jádrové vrty

Jádrové vrty patří mezi nejčastější způsob, kterým získáváme vzorky z konstrukce. Vrty se provádí pomocí vrtačky se speciálními dutými válci, které jsou na jednom konci opatřeny vrtacími korunkami z tvrdokovu nebo diamantu. Vrtačka je upevněna ve speciálním stojanu díky němu se dají provádět ve směru svislém, vodorovném, šikmém. Vrtací korunky se při provádění jádrových vrtů chladí vodou. Pro betonové nebo zděné konstrukce se používají válce o průměru 50, 75, 100 a 150 mm.



Obrázek 12. - Realizace jádrového vrtu při provádění diagnostiky

Průměr a polohu prováděných jádrových vrtů volíme dle konstrukce a rozsahu diagnostického průzkumu. Dále volíme polohu jádrových vrtů tak, aby nedošlo ke statickému porušení konstrukce. Z jádrových vrtů lze zjistit materiálové složení konstrukce, tloušťky jednotlivých vrstev, hloubku a stupeň degradace. Všechny odebrané vzorky se musí popsat a zdokumentovat, aby bylo možné s nimi dále pracovat. Musí být zaznamenáno místo a orientace prvku, z kterého byl vrt odebrán. Pokud se vrty použijí na výrobu zkušebních těles, musí se popsat tak, aby bylo možné určit jejich polohu z původního vrtu. Ze zkušebních vzorků lze zjistit pevnost v tlaku,

objemovou hmotnost a modul pružnosti. Tyto hodnoty jsou důležité pro účely statického výpočtu.

Odrthové zkoušky

Pomocí této zkoušky se zjišťuje přídržnost povrchových vrstev na nosnou konstrukci (nátěry, omítky) nebo na stanovení pevnosti povrchových nebo podpovrchových vrstev. Zkouška se provádí tak, že zkušební místo se odvrtá jádrovým vrtákem o průměru 50 mm. Na odvrtný zkušební vzorek se pomocí epoxidového lepidla přilepí upravený terč o poloměru 50 mm. Po vytvrdnutí lepidla se na terč uchytlí trhací přístroj, pomocí kterého provedeme zkoušku pevnosti.



Obrázek 13. - Přístroj na odtrhové zkoušky betonu

2.4.3 DESTRUKTIVNÍ METODY

Destruktivní zkoušky použijeme tam, kde nám nestačí provést zkoušky nedestruktivní nebo je potřeba destruktivními zkouškami upřesnit některé charakteristiky.

Sekané sondy

Při sekaných sondách dochází k viditelnému poškození konstrukce. Sekané sondy se používají například k odstranění velmi zdegradovaného materiálu, abychom se dostali na nezdegradovaný materiál a mohli jsme provést další zkoušky, například odtrhové. Sekané sondy se dále používají k odhalení výztuže, kde zjišťujeme polohu, krytí nebo průměr prutů.



Obrázek 14. - *Sekaná sonda*

Kopané sondy

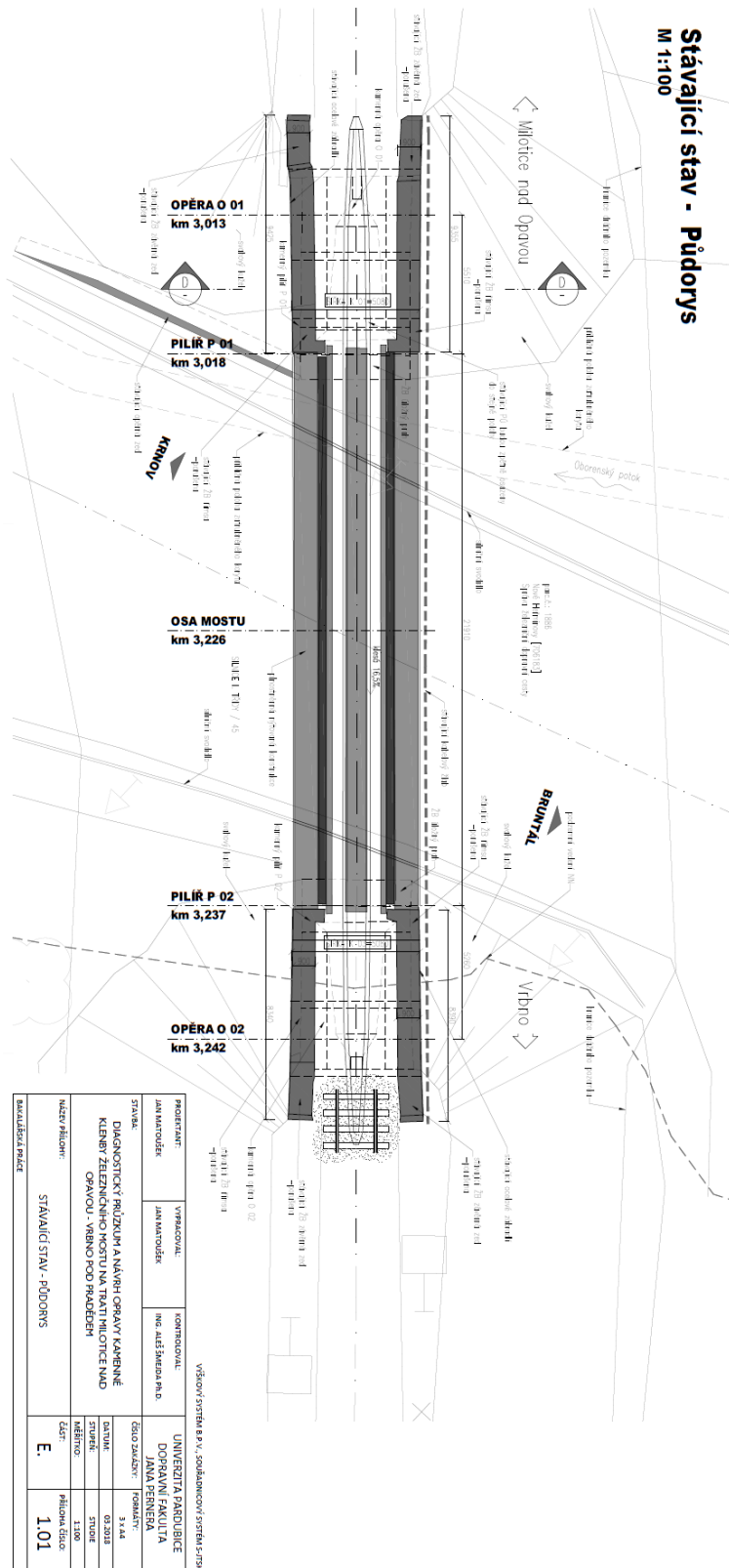
Kopané sondy se provádí v těsné blízkosti stavebního objektu, kde díky nim lze zjistit hloubku založení nebo stav konstrukce, která je ukryta pod povrchem. Kopané sondy se musí provést v takovém rozsahu a rozměrech, aby bylo možné podrobně zmapovat stav a rozměry konstrukce. Kopanými sondami dále zjišťujeme geologické složení zeminy kolem základů stavebního objektu.

3 Praktická část

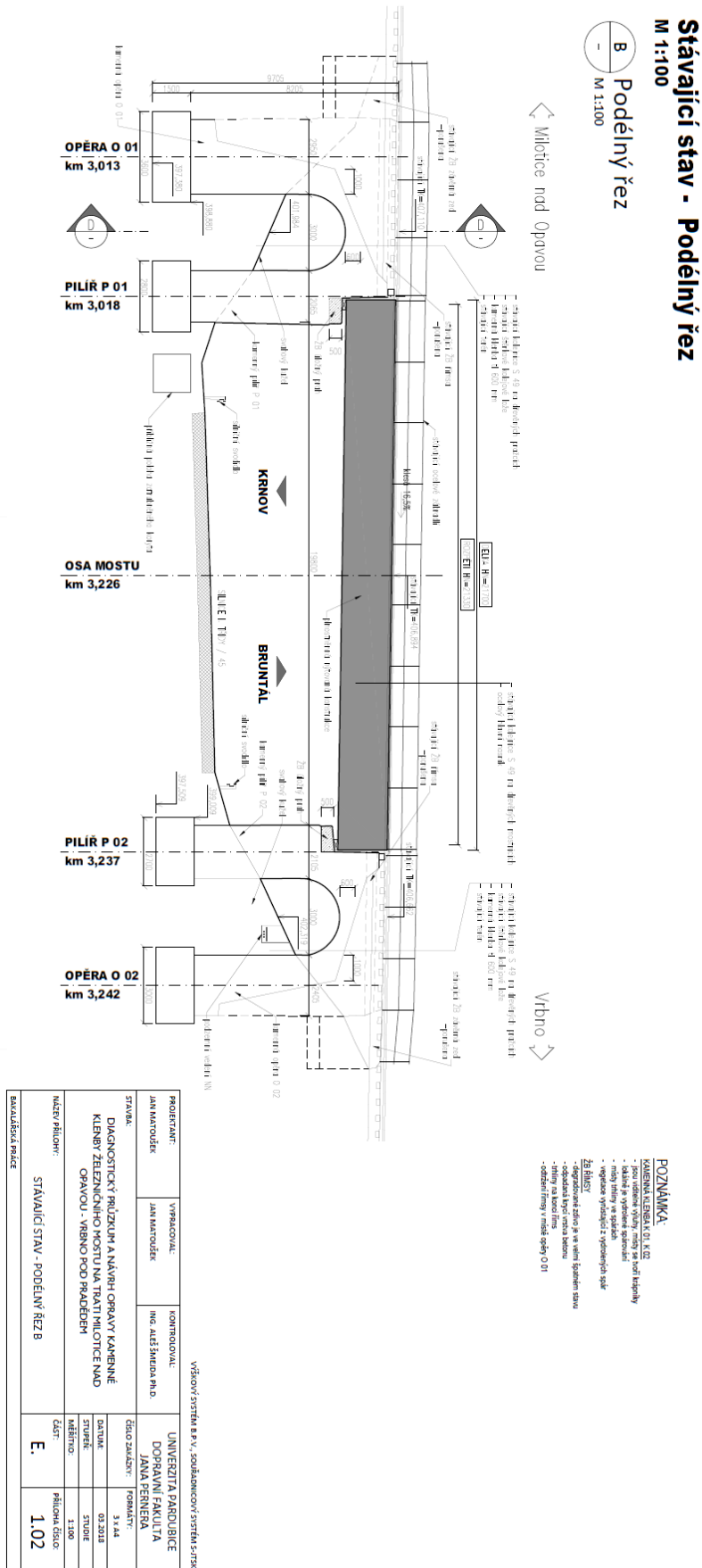
Jedním z dílčích cílů mé bakalářské práce je provedení diagnostického průzkumu třípolového mostu, kde krajní pole K 01 a K 03 tvoří půlkruhová kamenná klenba s klenbovým statickým působením a střední pole K 02 tvoří ocelová, plnostěnná nýtovaná konstrukce se zapuštěnou mostovkou. Masivní opěry a pilíře jsou vyžděny z kamenného zdiva tak jako jejich rovnoběžná křídla. Nad krajními poli K 01 a K 03 jsou nadbetonovány železobetonové římsy. Směrové uspořádání po délce objektu je v přímé a výškově kolej klesá ve sklonu 16,5 %. Typ kolejnic S 49 uložených na žebrových podkladnicích a dřevěných pražcích ve šterkovém loži v polích K 01 a K 03. V poli K 02 jsou kolejnice uloženy na dřevěných mostnicích.

3.1 Stávající stav

3.1.1 Stávající stav – půdorys (samostatný výkres příloha č. 11)



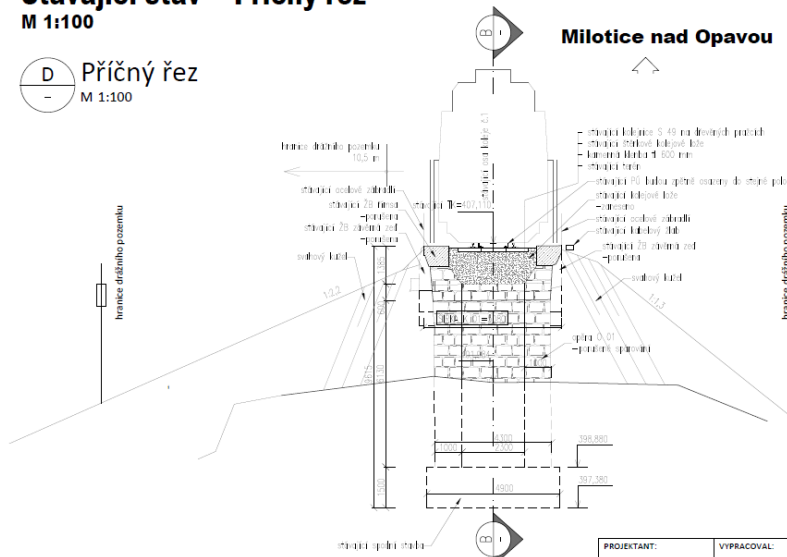
3.1.2 Stávající stav – podélný řez B (samostatný výkres příloha č. 12)



3.1.3 Stávající stav – příčný řez D (samostatný výkres příloha č. 13)

Stávající stav - Příčný řez M 1:100

D Příčný řez
M 1:100



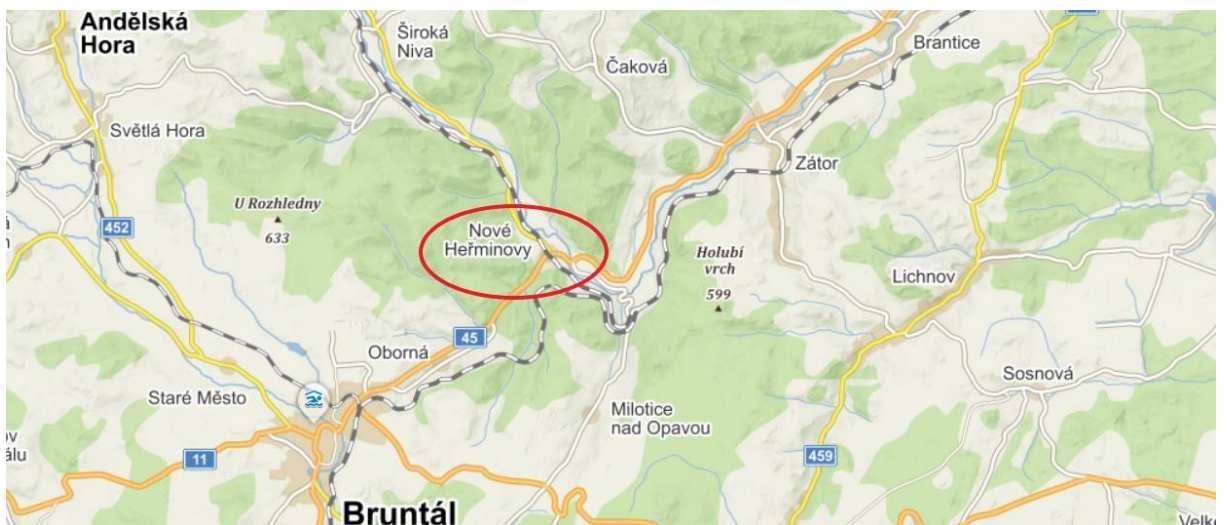
VÍŠKOVÝ SYSTÉM B.P.V., SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK

PROJEKTANT: JAN MATOUŠEK	VYPRACOVAL: JAN MATOUŠEK	KONTROLOVAL: ING. ALEŠ ŠMEJDA Ph.D.	UNIVERZITA PARDUBICE DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA
STAVBA: DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM A NÁVRH OPRAVY KAMENNÉ KLENBY ŽELEZNIČNÍHO MOSTU NA TRATI MILOTICE NAD OPAVOU - VRBNO POD PRADĚDEM			ČÍSLO ZAKÁZKY: FORMÁT: 2 x A4
			DATUM: 03.2018
			STUPEŇ: STUDIE
			MĚŘÍTKO: 1:100
NÁZEV PŘÍLOHY: STÁVAJÍCÍ STAV - PŘÍČNÝ ŘEZ			ČÁST: E.
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			PŘÍLOHA ČÍSLO: 1.03

3.2 Provedení diagnostického průzkumu

3.2.1 Popis objektu

Vybraný objekt pro zpracování diagnostického průzkumu je třípolový most nacházející se v obci Nové Heřminovy v okrese Bruntál. Most převádí železniční trať Milotice nad Opavou – Vrbno pod Pradědem přes komunikaci I/45. Diagnostický průzkum bude zaměřen pouze na krajní dvě pole K01 a K 03, která jsou tvořena kamennými klenbami.



Obrázek 15. - Mapa s vyznačením místa mostního objektu

Spodní stavbu tvoří dvě masivní opěry a dva pilíře, které jsou vyžděny z kamenného zdiva tak jako jejich rovnoběžná křídla. Založení obou opěr a obou pilířů jsou plošné. Nosnou konstrukci v krajních polích K 01 a K 03 tvoří půlkruhové kamenné klenby s klenbovým statickým působením s nadbetonovanými železobetonovými římsami. Střední pole K 02 tvoří ocelová, plnostěnná nýtovaná konstrukce se zapuštěnou mostovkou, která je po obou stranách opatřena konzolovanými chodníky včetně třímadlového zábradlí (typ SŽDC), které pokračují až na krajní římsy. Chodníky přechází v obou směrech nad krajními poli v pochozí římsy, které jsou napojeny na drážní stezky. Za křídly se nachází dodatečně betonované přechodové zdi, které jsou ve špatném technickém stavu. Uspořádání železničního svršku je po délce objektu v přímé a výškově kolej klesá ve sklonu 16,5 ‰. Typ kolejnic S 49 uložených na žebrových podkladnicích a dřevěných pražcích ve šterkovém loži v polích K 01 a K 03. V poli K 02 jsou kolejnice uloženy na dřevěných mostnicích.

3.2.2 Vizuální prohlídka

Významnou částí diagnostického průzkumu je vizuální prohlídka daného objektu, která nám může odhalit možné poruchy či závady. Vizuální prohlídka je proto nejpoužívanější nástroj při provádění diagnostických průzkumů. Už při vizuální prohlídce jsme schopni pouhým okem odhalit poruchy a jejich příčiny. Vizuální prohlídku jsem uskutečnil dne 12.3.2019, zdokumentoval jsem stávající stav konstrukce, vady a jejich příčiny v polích K 01 a K 02, dále jsem provedl vyhodnocení s daným závěrem.



Obrázek 16. - Celkový pohled na most směrem Opava

SPODNÍ STAVBA



Obrázek 17. - Pohled OP2 směr Bruntál



Obrázek 18. - Pohled OP2 směr Opava



Obrázek 19. - Pohled OP1 směr Opava



Obrázek 20. - Pohled OP1 směr Bruntál

OPĚRY

Základy opěr nejsou přístupné, neboť jsou obsypané svahovými kužely. Hloubku a způsob založení můžu pouze předpokládat dle zachovalých výkresů původní dokumentace z roku 1951. Masivní opěry jsou vyžděny z kamene. Dle vizuální prohlídky jsem zjistil poškození spárování a výskyt vyrůstající vegetace, která se zachytila ve vypadaném a zdegradovaném spárování. Nejvíce je spárování degradované v části, kde opěra přechází ze zemní části do nadzemní části. V těchto místech dochází také k lokálnímu uvolňování kamenného zdiva. Při pohledu na křídla opěr je patrné, že dochází k jejich vyvalování. Dále při pohledu na přechodové zídky, které nebyly součástí mostu od jeho výstavby, ale byly dodatečně přibetonovány, je vidět, že dochází k jejich odtržení od kamenných křídel v důsledku špatného založení těchto přechodových zídek. Tento posun je vidět na svislé podélné spáře, která v místě napojení vzniká. Zjištěné poruchy jsou totožné u obou opěr.

PILÍŘE

Základy pilířů nejsou přístupné, neboť jsou skryty pod stávajícím terénem. Hloubku a způsob založení můžu pouze předpokládat dle zachovalých výkresů původní dokumentace z roku 1951, která mi byla poskytnuta a ze které jsem čerpal informace. Masivní pilíře jsou vyžděny z kamene. Dle vizuální prohlídky jsem zjistil poškození spárování a výskyt vyrůstající vegetace, která se zachytila ve vypadaném a zdegradovaném spárování. Lze říci, že pilíře oproti opěrám vykazují menší stav poškození. Degradace kamenného zdiva a jeho spárování je pouze lokální.



Obrázek 21. - *Vyrůstající vegetace pilíř P02*



Obrázek 22. - *Vypadané spárování opěra P1*



Obrázek 23. - *Vypadané spárování pilíř P2*



Obrázek 24. - *Vypadané spárování pilíř P2*



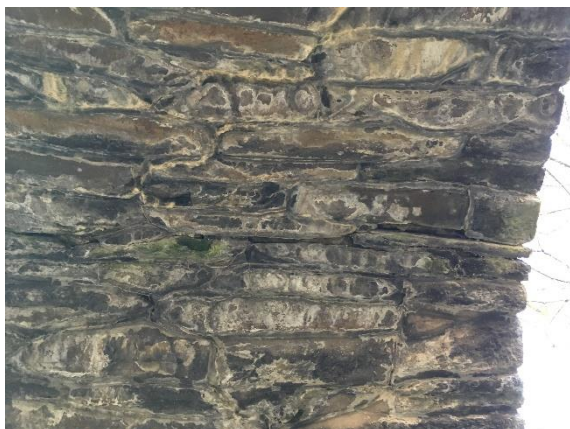
Obrázek 25. - *Vznik svislé praskliny*



Obrázek 26. - *Odpadávající přech. zed'*

NOSNÁ KONSTRUKCE

Obloukovou nosnou konstrukci obou krajních polí tvoří kamenná klenba tl. 600mm. Skrz přechodové oblasti předpolí mostu dochází k zatékání vody do kleneb a tím k degradaci spárování a lokálně i zdiva. Výluhy se usazují na spodním lici kleneb (často i ve formě krápníků) téměř v celém rozsahu ploch. Celá klenba vykazuje velké množství vlhkosti ve zdivu z důvodu chybějící izolace obou kleneb. Předpokládám, že izolace v době výstavby nebyla vůbec řešena. Nad klenebami je provedeno kamenné zdivo cca tl. 600 mm, na kterém jsou nabetonovány železobetonové římsy. Římsy jsou silně zdegradované a jsou na nich patrné velké poruchy ve formě trhlin. Je zde i vidět odpadávání nejsvrchnější části říms.



Obrázek 27. - *Výluhy, spodní líc klenby*



Obrázek 28. - *Výluhy, spodní líc klenby*



Obrázek 29. - Praskliny na římsě OP2



Obrázek 30. - Odpadávající část římsy OP2

MOSTNÍ SVRŠEK

Železniční svršek je v obou krajních polích totožný. Svršek je tvořen štěrkovým ložem frakce 32/63, dřevěnými pražci a kolejnicemi S49. Dřevěné pražce vykazují běžné opotřebení dopravou, nedochází zde k jejich porušení vlivem nějakým poruch v konstrukci. Vizualní prohlídkou svršku je patrný jeho pokles v obou předpolích mostu. Tento pokles není způsoben vadou svršku, ale sedáním přechodových oblastí. Sedání je způsobeno zatékáním vody do předpolí a pravděpodobně dochází k vyplavení jemné frakce ze zásypu přechodové oblasti, a to má za následek jeho dodatečnou konsolidaci.



Obrázek 31. - Železniční svršek OP2



Obrázek 32. - Sednutí svršku obou předpolích

MOSTNÍ VYBAVENÍ A CIZÍ ZAŘÍZENÍ

Po obou stranách krajních polí je dvoumadlové ocelové zábradlí provedené z úhelníků L 70/6 mm. Zábradlí je zabetonováno přímo do římsy, čímž dochází ke vzniku prasklin kolem sloupků zábradlí. Zábradlí je na několika místech zdeformováno. Na pravé straně směrem na Milotice je na konzolách zabetonovaných do římsy osazen kabelový žlab, kde se nachází

kabely ve správě SŽDC. Zábradlí i kabelový žlab jsou opatřeny PKO, které vykazuje známky koroze.



Obrázek 33. - Zábradlí



Obrázek 34. - Kabelový žlab

3.2.3 Provedení sond diagnostického průzkumu

3.2.3.1 Jádrové vrty

Odběr jádrových vrtů byl proveden akreditovanou zkušebnou. Poloha, průměr vrtací korunky a hloubka vrtu byla zvolena dle požadovaného typu zkoušky. Výsledky jádrových vrtů mi byly poskytnuty akreditovanou laboratoří QUALIFORM SLOVAKIA s.r.o. ve spolupráci se SŽDC.

100 mm – pro účely ověření skutečné skladby kamenného zdiva

Pro účely ověření skutečné skladby kamenného zdiva byly vrty vedeny vodorovně oběma opěrami. Jádrový vrt VR1 OP2 o průměru 100 mm a hloubce vrtu 250 mm byl proveden kamenným zdivem v opěře cca v horní úrovni klenby OP 2. Jádrový vrt VR2 OP1 o průměru 100 mm a hloubce vrtu 250 mm byl proveden kamenným zdivem v opěře cca v úrovni paty klenby OP 1. Poloha obou vrtů byla zaměřena a zaznamenána. Z odebraných vrtů jsou provedeny protokoly.



Obrázek 35. - Odebrání jádrového vrtu



Obrázek 36. - Jádrový vrt VR1 OP2



Obrázek 37. - Jádrový vrt průměr 100 mm



Obrázek 38. - Jádrový délka 250 mm



Obrázek 39. - Jádrový vrt VR1 OP2



Obrázek 40. - Vývrtek VR1 OP2



Obrázek 41. - Jádrový vrt VR1 OP2



Obrázek 42. - Jádrový vrt VR1 OP2



Obrázek 43. - Odebrání jádrového vrtu



Obrázek 44. - Jádrový vrt VR2 OP1



Obrázek 45. - Jádrový vrt průměr 100 mm



Obrázek 46. - Jádrový délka 250 mm



Obrázek 47. - Jádrový vrt VR2 OP1



Obrázek 48. - Jádrový vrt VR2 OP1

3.2.3.2 Kopané sondy

Kopané sondy se provedly v těsné blízkosti opěry OP1. Ručně kopané sondy byly provedeny ve svahovém kuželu kolem křídel OP1, jak ze směru od Bruntálu, tak od Opavy. Sondy jsem zvolil v takovém rozsahu, aby bylo možné zjistit degradaci kamenného zdiva a spárování, které se nachází pod přílehlou zeminou násypového kužele. Sonda provedená strojně, vně opěry OP1 v části pod klenbou byla zaměřena na ověření hloubky založení OP1. Hloubka byla měřena pomocí digitálního přístroje LEICA. Hloubka a poloha sond byla zaměřena a zaznamenána k vypracování projektové dokumentace.



Obrázek 49. - Ručně kopaná sonda OP1
pohled směr Bruntál



Obrázek 50. - Ručně kopaná sonda OP2
pohled směr Opava



Obrázek 51. - *Strojně kopaná sonda OPI*



Obrázek 52. - *Ručně kopaná sonda OPI*



Obrázek 53. - *Měření hloubky kopané sondy*



Obrázek 54. - *Kopaná sonda*

3.2.3.3 Sekané sondy

Sekané sondy byly provedeny lokálně po celém mostním objektu na kamenném zdivu na zjištění pevnosti spárování. Několik sond bylo provedeno i v podzemní části při provedení kopaných sond.

3.3 Vyhodnocení diagnostického průzkumu

Vyhodnocení diagnostického průzkumu jsem rozdělil tak, aby bylo možné na tento průzkum navázat v návrhu sanačních opatření v jednotlivých částech konstrukce posuzovaného objektu.

3.3.1 Spodní stavba

Na základě provedeného diagnostického průzkumu lze konstatovat, že u pilířů ani opěr nebyly zjištěny žádné statické trhliny, které by souvisely s mezním namáháním daného materiálu klenby. Celá konstrukce spodní stavby dle vizuální prohlídky vykazuje degradaci spárování a lokální uvolnění kamenů. Dle diagnostického průzkumu jednotlivých konstrukcí bylo vyhodnoceno, že nejhůře na tom jsou obě opěry OP1 a OP2. Pilíře vykazují pouze lokální poruchy spárování, ve kterých se uchytila vegetace. Opěry povrchově degradují z důvodu chybějící hydroizolace rubu konstrukce v přechodových oblastech. Díky prosakující vodě dochází k narušení spárování kamenného zdiva a tím i lokálnímu uvolnění některých kamenů zdiva. Silná degradace spárování kamenného zdiva také vzniká v místě přechodu kamenného zdiva opěry z podzemní části do části nadzemní. Pro doplnění vizuální prohlídky a zjištění skladby kamenného zdiva bylo přistoupeno k provedení jádrových vrtů.

3.3.1.1 Vyhodnocení jádrových vrtů

Provedené jádrové vrty potvrdily předpoklad ze stávající dokumentace, že kamenné zdivo bylo kladeno do cementové malty/betonu. Také však potvrdily, že kámen s maltou nespolupracuje v celém svém objemu zdiva. V průřezu zdiva se nachází kaverny, vzniklé zřejmě již při výstavbě mostu, kdy nebyla malta rozložena v celé ploše spáry. Styk kamene s maltou je lehce rozpojitelý. Těmito kavernami prostupuje voda celou konstrukcí a tím ji rozrušuje. Z provedených vývrtů jsem pro další zkoušky v laboratoři získal čtyři zkušební vzorky dva z betonu/malty a dva z kamene. Na jednotlivých vzorcích jsem stanovil objem, hmotnost, objemovou hmotnost, pevnost v tlaku. K jednotlivým vzorkům jsem provedl protokoly o provedených zkouškách, které jsou součástí mé práce jako přílohy.

KÁMEN

Označení vzorku	Rozměr vzorku (cm)	Objem (m ³)	Hmotnost (kg)	Objemová hmotnost (kg/m ³)	Síla (N)	Tlačená plocha (m ²)	Pevnost v tlaku (MPa)
1	2,7x2,7x4,7	3,43E-05	0,095	2 772,67	3,55E+04	7,29E-04	48,70
2	3,2x3,2x3,7	3,79E-05	0,106	2 797,72	4,80E+04	1,02E-03	46,88

MALTA

Označení vzorku	Rozměr vzorku (cm)	Objem (m ³)	Hmotnost (kg)	Objemová hmotnost (kg/m ³)	Síla (N)	Tlačená plocha (m ²)	Pevnost v tlaku (MPa)
1	3,1x2,5x3,8	2,95E-05	0,058	1 969,44	1,18E+03	7,20E-04	1,63
2	3,1x2,6x3,6	2,90E-05	0,048	1 654,26	1,88E+03	7,36E-04	2,55

Tabulka 1. – Vyhodnocení vzorků z jádrových vrtů

3.3.2 Nosná konstrukce (klenby)

Dle vizuální prohlídky obou kamenných kleneb je patrné, že klenby vykazují degradaci spárování a lokální uvolnění kamenů. Podrobněji jsem se pak zaměřil v mém diagnostickém průzkumu na jednotlivé konstrukce. Bylo vyhodnoceno, že klenby povrchově degradují z důvodu chybějící hydroizolace rubu konstrukce kamenné klenby. Klenby vykazují silnou míru vlhkosti a výskyt výluhů lokálně i ve formě krápníků na spodním líci klenby. Díky vlhkosti v klenbě dochází i k vypadávání spárování, tím by mohlo dojít do budoucna k rozvolnění samotné klenby.

3.3.3 Přejíchodové oblasti

Výše provedené průzkumy spodní stavby a kleneb mě utvrdily v mém předpokladu, že sedání přechodové oblasti, a tím související sedání železničního svršku, souvisí s poruchami spodní stavby. V průřezu zdiva spodní stavby se nachází kaverny, vzniklé zřejmě již při výstavbě mostu, kdy nebyla malta rozložena v celé ploše spáry. Těmito kavernami prostupuje voda celou konstrukcí z důvodu chybějící hydroizolace rubu konstrukce a tím ji rozrušuje. Díky tomu také dochází k vyplavování jemných částic ze zásypu obou předpolí, to vyvolává dodatečnou konsolidaci zásypu a následné sedání železničního svršku. Sednutí železničního svršku je patrné pouhým okem. Sednutí svršku je dále způsobeno odtrháváním přechodových zídek a tím dochází k rozvalování železničního náspu.

3.3.4 Římsy, přechodové zdi

Poruchy říms a přechodových zdí jsou způsobeny degradací betonu a dále zabetonovanými konzolami kabelového žlabu a mostního zábradlí. Díky těmto zabetonovaným prvkům dochází k praskání říms v celém jejich rozsahu a odpadávání vrchní vrstvy říms cca hloubky 0,2 - 5 cm. Na římsách a přechodových zdech bylo provedeno orientační měření Schmidovým tvrdoměrem. Porušení říms a přechodových zdí je tak značné, že musí být při opravě odbourány a nahrazeny novými konstrukcemi. Z tohoto důvodu nebylo nutné provádět na těchto konstrukcích další průzkum a zkoušky.

3.3.4.1 Vyhodnocení Schmidova tvrdoměru

V rámci diagnostického průzkumu jsem provedl měření Schmidovým tvrdoměrem na římsách a přechodových zdech. Měření jsem provedl z pravé i levé strany mostu na 8 prvcích a to čtyři na římsách, čtyři na přechodových zdech. Výsledky měření ukazují, že pevnost říms se pohybuje v rozsahu 35 - 42 MPa a pevnost závěrných zdí pouze 11 - 17 MPa. Údaje

o pevnosti v tlaku naměřené pomocí Schmidtova tvrdoměru v terénu musíme brát spíše jako orientační hodnoty. Výsledky měření jsou zaznamenány v *tabulce 2 – Vyhodnocení Schmidtova tvrdoměru*.

Schmidtův tvrdoměr

Označení vzorku	Opěra č.	Popis polohy	počet úderů	směrodatná odchylka	R _m (MPa)	R _{be,max} (MPa)	R _{be,min} (MPa)
1	2	levá římsa	15	3,8	44,50	41,50	35,25
2	2	levá přechodová zeď	15	2,9	22,40	11,05	6,75
3	2	pravá římsa	15	3	40,00	34,40	28,40
4	2	pravá přechodová zeď	15	3,2	27,80	17,60	12,50
5	1	pravá římsa	15	2,7	39,40	33,70	27,70
6	1	pravá přechodová zeď	15	5,7	26,90	16,30	11,30
7	1	levá přechodová zeď	15	3,3	27,70	17,60	12,50
8	1	levá římsa	15	3,1	43,50	39,90	28,40

Tabulka 2. – Vyhodnocení zkoušek pomocí Schmidtova tvrdoměru

3.3.5 Mostní vybavení a cizí zařízení

Zábradlí a kabelový žlab mají porušené PKO a tím vystupující korozi. Dále došlo na několika místech k mechanickému poškození a deformaci.

3.3.6 Mostní svršek

U mostního svršku došlo k sednutí v místech přechodových oblastí. Sednutí souvisí s poruchami spodní stavby a nosné konstrukce tak, jak jsem již popsal výše v této práci v jednotlivých kapitolách. Jednotlivé prvky železničního svršku mají běžné opotřebení způsobené místním provozem.

3.4 Navržení sanačních a stavebních oprav klenby

V rámci plánované 30 denní nepřetržité výluky navrhuji následující sanační práce. Dojde ke snesení železničního svršku na mostě, demontáži stávajícího zábradlí na železobetonových římsách a odtěžení obou předpolích. Následně dojde k odbourání železobetonových říms, závěrných zídek a kamenného zdiva cca 300 mm pod římsu. Kamenné zdivo bude opraveno částečným dozděním pod novou římsu. Po dokončení bouracích prací dojde k provedení tlakové injektáže kamenného zdiva z rubu opěr. Dále se provede navrtání a vlepení kotevních trnů pro novou železobetonovou římsu. Poté je nezbytné provést vysrávku rubu opěr a dobetonávky, které budou tvořit podklad pod hydroizolaci opěr. Před provedením izolace se musejí osadit prefabrikované přechodové zídky, které je možné vyrobit před výlukou v dostatečné době, aby došlo k plnému vyvrání. Spojení prefabrikovaných zídek s novou římsou zajistíme pomocí kluzných trnů, aby nedošlo k jejich posunu. Následně můžeme provést

hydroizolaci rubu opěr, rubové drenáže a zásypy přechodových oblastí do konečné vrstvy pláň železničního svršku. V posledních dnech výluky bude provedena montáž železničního svršku a nového zábradlí. Na mostě bude provedena hlavní mostní prohlídka a most lze po ukončení nepřetržité denní výluky uvést do zkušebního provozu. Díky navržené opravě izolace rubu opěry zabráním pronikání vody do konstrukce spodních staveb a je možné provést jejich plánovanou sanaci. Tyto práce již nepodléhají nutnosti kolejové výluky. Navržené sanace spočívají, dle mého způsobu řešení, v odstranění vegetace ve spárách zdiva, vybourání narušeného spárování, lokálního přezdění uvolněných kamenů, a to v celém rozsahu spodní stavby, i 500 mm pod úroveň stávajícího terénu. Po dokončení hrubého očištění doporučuji spodní stavbu otryskat tlakovou vodou a provést hloubkové opravy spárování. Dále navrhuji provést tlakovou injektáž spodní stavby v rastru 500 x 500 m vrty délky 1000 mm. Kolem spodní stavby bych provedl kamennou dlažbu, abych zajistil odvedení vody od spodní stavby a nedocházelo k narušování kamenného zdiva zatékáním této povrchové vody do zdiva. Finálními pracemi předpokládám dokončení terénních úprav a na celou spodní stavbu a římsy doporučuji učinit hydrofobní nátěr. Takto mnou navržené sanační a opravné práce vycházejí ze zjištěných skutečností z diagnostického průzkumu a měly by zajistit správné fungování krajních polí jako celku.

3.5 Ekonomické posouzení

Na základě provedeného diagnostického průzkumu jsem navrhl potřebné sanace a opravy mostní konstrukce polí K 01 a K03. Navržené opravy jsem ekonomicky posoudil a provedl kalkulaci reálné ceny opravy. Kalkulovaná cena je rozdělena na dva stavební objekty SO 01 a S02. Cena SO 01 se týká samotné opravy mostu a SO 02 železničního svršku. Celková cena opravy mostu včetně železničního svršku je 3 631 852,00 Kč bez DPH. V cenách jednotlivých stavebních objektů jsou obsaženy také VRN. Cena neobsahuje náklady spojené s výlukami, výluka bude v režii SŽDC.

REKAPITULACE STAVBY			
Cena bez DPH			3 631 852,00
DPH základní	Sazba daně 21,00%	Základ daně 762 688,92	Výše daně 4 394 540,92
DPH snížená	15,00%	0,00	0,00
Cena s DPH v CZK			4 394 540,92

REKAPITULACE OBJEKTŮ		
Objekt, Soupis prací	Cena bez DPH [CZK]	Cena s DPH [CZK]
Náklady stavby celkem	3 631 852,00	4 394 540,92
SO 01 - Projekt opravy mostu km 3,226	2 975 303,00	3 600 116,63
SO 02 - Projekt opravy mostu km 3,226	656 549,00	755 031,35

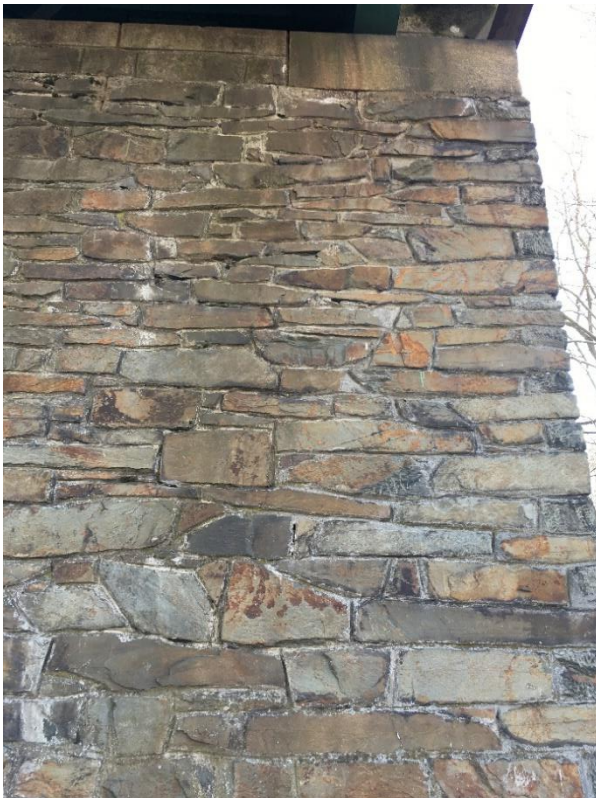
Tabulka 3. – *Ekonomické posouzení stavby*

4 Závěr

Předmětem mé práce bylo provedení diagnostického průzkumu železničního mostu v obci Nové Heřminovy v okrese Bruntál. Most převádí železniční trať Milotice nad Opavou – Vrbno pod Pradědem přes komunikaci I/45. Diagnostický průzkum jsem zaměřil pouze na krajní dvě pole, která jsou tvořena kamennými klenbami. Střední pole tvoří ocelová konstrukce. Před zahájením diagnostického průzkumu jsem zvážil i možnost výstavby mostu nového, ale ze získaných informací o mostu jsem zjistil, že ocelová konstrukce ve středním poli byla již v minulosti opravena. Náklady na opravu krajních polí budou diametrálně nižší než výstavba mostu nového. Z tohoto důvodu jsem přistoupil k provedení diagnostického průzkumu a oprav pouze krajních polí. Myslím si, že po provedené opravě může tento most plnit svou funkci dalších několik let. Při prvním pohledu na most bylo patrné, že dochází k sednutí železničního svršku a geometrické deformaci křídel opěr a degradaci kamenného zdiva. Předpokládal jsem, že sednutí železničního svršku má za příčinu protékající voda, která prostupuje kamenným zdivem, ve kterém jsou značné kaverny a dochází tak k vyplavení jemných částic a dodatečné konsolidaci přechodové oblasti. Diagnostickým průzkumem a následným vyhodnocením jsem stanovil poruchy spodní stavby, kleneb, říms, předpolích a železničního svršku. Pomocí jádrových vrtů jsem zjistil skladbu kamenného zdiva a odhalil předpokládané kaverny v jeho struktuře. Pomocí kopaných sond jsem ověřil předpokládanou hloubku založení, stav zdiva a spárování pod úroveň stávajícího terénu. Díky těmto zjištěným skutečnostem jsem mohl navrhnout opravy a sanace obou krajních polí. Z navržených změn jsem získal i ekonomický

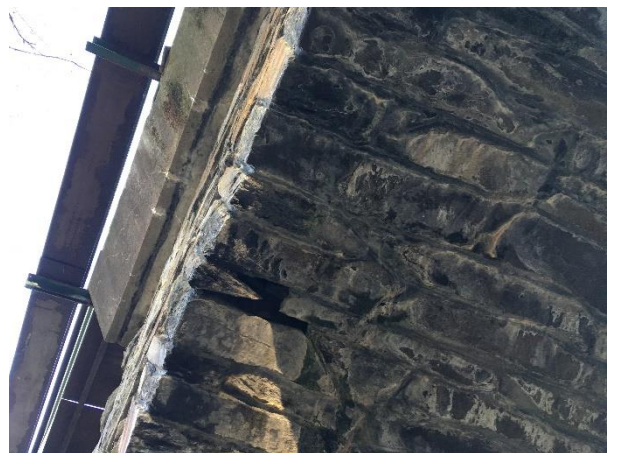
pohled na plánovanou opravu mostu a potvrdil jsem si, že zvolená rekonstrukce mostu bude diametrálně nižší než výstavba mostu nového. Cena zahrnuje několik zásadních položek, které tvoří podstatu opravy. Nejvýznamnější položkou je oprava železničního svršku na obou předpolích, dále pak nové monolitické konstrukce, zemní práce na přechodových oblastech, injektážní a sanační práce na spodní stavbě mostu. Zásadní položka, která bude ovlivňovat cenu při realizaci, bude pro zhotovitele vyřešení přesunu hmot. V tomto ohledu jsou k řešení dvě varianty, doprava materiálu po kolejích nebo výstavba provizorních přístupových cest. Mnou kalkulovaná cena je stanovena na variantu dopravy materiálu po kolejích. Opravy jsem předpokládal ve dvou fázích. První fáze ve výluce, kterou zajistí SŽDC, zde budou provedeny stavební práce, pro které je potřeba vyloučit železniční dopravu. Tyto práce jsem stanovil dle HMG prací na 30 dní. Druhá fáze je bez výluky, do ní spadají práce na spodní stavbě, kde nedojde ke kolizi stavebních prací s provozováním železniční dopravy. Pokud bude oprava provedena technologicky správným způsobem, tento most bude plnit svou funkci dalších několik let. Bylo by škoda přicházet o takovéto zajímavé mostní konstrukce.

Příloha č. 1 – Fotodokumentace zjištěných vad spodní stavby při vizuální prohlídce



Příloha č. 2 – Fotodokumentace zjištěných vad kleneb při vizuální prohlídce





Příloha č. 3 – Fotodokumentace zjištěných vad říms při vizuální prohlídce





Příloha č. 4 – Fotodokumentace zjištěných vad svršku při vizuální prohlídce





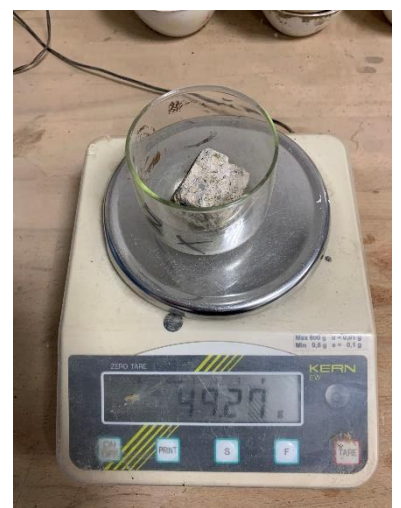
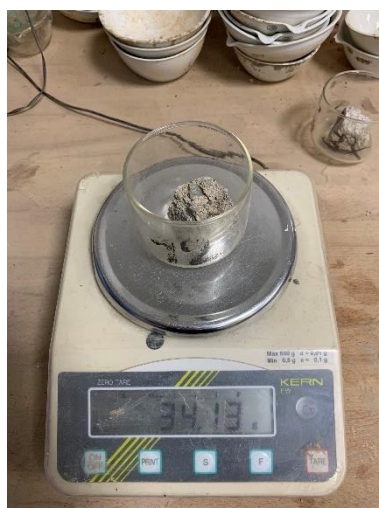
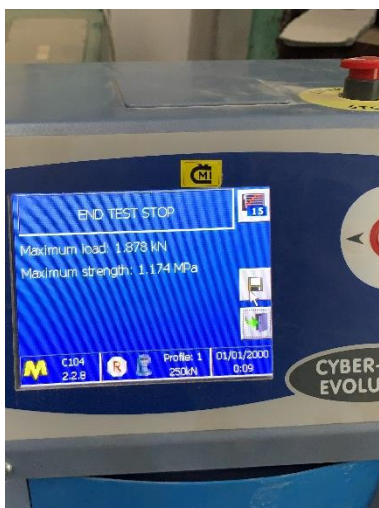
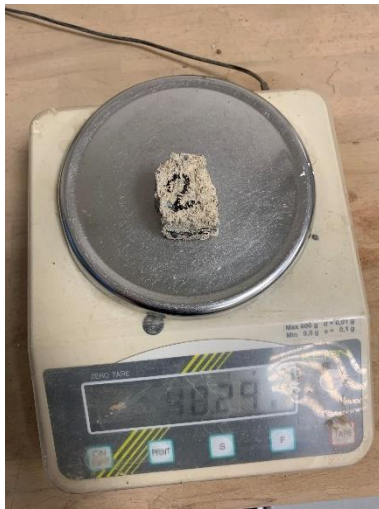
Příloha č. 5 – Fotodokumentace zaměření stavby



Příloha č. 6 – Fotodokumentace laboratorních zkoušek – VZOREK Č.1, Č.2 (KÁMEN)



Příloha č. 7 – Fotodokumentace laboratorních zkoušek – VZOREK Č.1, Č.2 (MALTA)



Příloha č. 8 – Fotodokumentace Schmidtův tvrdoměr



Příloha č. 9 – Protokol jádrové vrty



QUALIFORM SLOVAKIA s.r.o.

Pasienkova 9/D, 821 06 Bratislava

Zkušebna stavebních hmot

Pracoviště 03 Olomouc

Holická 31y, 772 00 Olomouc, mobil: +420 605 357 170

Posouzení stavu zdiva kamenných opěr 01 a 02 jádrovými vrty mostu km 3,226 trati Milotice – Vrbno

V Olomouci dne: 12.3.2019

Most km 3,226 trati Milotice – Vrbno

Mostní konstrukce se skládá ze 3 polí, dvou kamenných kleneb a ocelové nýtované konstrukce. Konstrukce K 01 a K 03 je půlkruhová kamenná klenba s klenbovým statickým působením. Rozměry NK jsou délka: 4,2 m, šířka konstrukce je 5,0 m, rozpětí 3,6 m. Konstrukce K 02 je ocelová, plnostěnná nýtovaná konstrukce se zapuštěnou mostovkou. Rozměry NK jsou: délka konstrukce 21,7 m, šířka konstrukce je 5,0 m, rozpětí hl. nosníku je 21,33 m, výška hl. nosníku je 1900 mm, vzdálenost hlav. nosníků je 2,7 m. Spodní stavba je z kamenného zdiva. U opěry O 01 a O 02 jsou rovnoběžné křídla z kamenného zdiva a železobetonové římsy

Kolej na mostě je v přímé, kolejnice S 49 s žebrovými podkladnicemi, je uložena na dřevěných pražcích.

Předmětem zkoumání je zjištění stavu zdiva kamenných opěr O1 a O2 jádrovými vrty.

VR.1 (OP.2)

průměr 100 mm, hloubka 250 mm





VR.2 (OP1)

průměr 100 mm, hloubka 260 mm





Závěr:

Dle stávající dokumentace mostu se předpokládá zdivo kladené do cementové malty/betonu. Jádrovými vrty bylo toto potvrzeno, kámen však s maltou nespolupracuje v celém objemu zdiva. V průřezu zdiva se nachází kaverny, vzniklé zřejmě již při stavbě mostu, kdy nebyla malta rozložena v celé ploše spáry.

Styk kamene s maltou je lehce rozpojitelný.



QUALIFORM SLOVAKIA s.r.o.
Organizační složka
příslušná
Holická 37y, 772 00 Olomouc
IČ 28311060, DIČ CZ28311060

Libor Žádník

vedoucí pracoviště Olomouc

Obdrží: Hroši stavby Morava a.s.

1 x

Archiv Qualiform Slovakia, s.r.o.

1x

Seznam zkratk a označení, seznam použitých přístrojů, metodika a normy

<u>Označení:</u>	<u>Význam:</u>	<u>Jednotky:</u>
A	Plocha příčného řezu tělesa před zkouškou	[cm ²]
H	Výška zkušební tělesa	[cm]
R	Pevnost v prostém tlaku tělesa	[MPa]
W	Přírozená vlhkost	[%]
F	Zatížení při porušení	[kN]
ρ	Objemová hmotnost zeminy	[kg/m ³]

Seznam použitých přístrojů

Název	Typ	Místo měření	Inventární číslo
Zkušební lis	ED 20, 200 kN	Výukové a výzkumné centrum v dopravě, sekce DS	2-005284
Sušárna BMT	Venticell Standard	Výukové a výzkumné centrum v dopravě, sekce DS	2-006211
Zkušební lis, Matest elektrohydraulický	Matest, 10 kN	Výukové a výzkumné centrum v dopravě, sekce DS	2-006205
Váhy 600g/0,01g	EMB 600-2	Výukové a výzkumné centrum v dopravě, sekce DS	2-006548

Tabulka 1. – Seznam použitých přístrojů

Použitá metodika a normy

Zkouška pevnosti v prostém tlaku	ČSN CEN ISO/TS 17892-7
Stanovení objemové hmotnosti zemín	ČSN CEN ISO/TS 17892-2
Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací	ČSN 73 6133
Stanovení zdánlivé hustoty pevných částic	ČSN CEN ISO/TS 17892-3
Stanovení vlhkosti zemín	ČSN CEN ISO/TS 17892-1

Tabulka 2. – Použitá metodika a normy

1. VÝSLEDKY LABORATORNÍCH ZKOUŠEK

Pevnost horniny v jednoosém tlaku, vývrt VR1

(krychle)

Vzorek	Sonda	Hloubka	Rozměry	Objem. hmot.	Síla	Pevnost	Vlhkost
		[m]	šířka x délka x výška [cm]	ρ [kg/m ³]	F [kN]	R [MPa]	W [%]
1	VR 1	0,25	3,1 x 2,5 x 3,8	1969,44	1,18	1,63	3,86
2	VR 1	0,25	3,1 x 2,6 x 3,6	1654,26	1,88	2,55	6,46

Tabulka č. 3. – Naměřené výsledky vzorku vývrtu VR1

Pevnost horniny v jednoosém tlaku, vývrt VR 2

(krychle)

Vzorek	Sonda	Hloubka	Rozměry	Objem. hmot.	Síla	Pevnost	Vlhkost
		[m]	šířka x délka x výška [cm]	ρ [kg/m ³]	F [kN]	R [MPa]	W [%]
1	VR2	0,26	2,7 x 2,7 x 4,7	2772,67	35,5	48,70	1,33
2	VR2	0,26	3,2 x 3,2 x 3,7	2797,72	48,0	46,88	1,57

Tabulka č. 4. – Naměřené výsledky vzorku sondy VR2

V Pardubicích dne 3.5.2019

Vypracoval: Jan Matoušek

5 Seznam

5.1 Seznam použitých zdrojů

- 1.) doc. Ing. Jiří pokorný, CSc., prof. Ing. Hynek Šertler, DrSc., Dr.h.c.,
MOSTY část první
- 2.) doc. Ing. Jiří pokorný, CSc., prof. Ing. Hynek Šertler, DrSc., Dr.h.c.,
MOSTY část druhá
- 3.) Ing. Ladislav Klusáček, CSc. Betonové mosty I, modul M02, nosné konstrukce mostů
- 4.) Prof. Ing. Jiří Stráský DSc., Betonové mosty, 2001
- 5.) Ing, Martin Olšák, Diagnostika mostů, <https://olsakm.webnode.cz/diagnostika-mostu>
- 6.) ELUC, <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/2131>
- 7.) Schmid,P. a kol.: Základy zkušebnictví, skriptum, CERM 2001
- 8.) Doc. Ing. Leonard Hobst, CSc., prof. Ing. Jiří Adámek, CSc., Ing. PetrCikrle, Ph.D.,
Ing. Pavel Schmid, Ph.D., Diagnostika stavebních konstrukcí, Přednášky.
- 9.) LABTECH s.r.o., <https://www.strojeprozkusebnictvi.cz/schmidtuv-odrazovy-tvrdomer.html>

5.2 Technické podmínky a normy

- 10.) ČSN CEN ISO/TS 17892-7, Zkouška pevnosti v prostém tlaku
- 11.) ČSN 73 6133, Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací
- 12.) ČSN EN 1991-2, Zatížení mostů dopravou
- 13.) ČSN EN 1997-1 a 2, Navrhování geotechnických konstrukcí
- 14.) ČSN EN 1996, Navrhování zděných konstrukcí
- 15.) ČSN 73 6200, Mosty – Terminologie a třídění
- 16.) ČSN 73 6201, Projektování mostních objektů
- 17.) Vyhláška č. 146/2008 Sb. Vyhláška o rozsahu a obsahu projektové dokumentace
dopravních staveb
- 18.) SŽDC S3 Změna č. 2, Železniční svršek
- 19.) SŽDC S3 díl XII, Železniční svršek na mostních objektech
- 20.) SŽDC S4, Železniční spodek

5.3 Přílohy

Příloha č. 1 – Fotodokumentace zjištěných vad spodní stavby při vizuální prohlídce

Příloha č. 2 – Fotodokumentace zjištěných vad kleneb při vizuální prohlídce

Příloha č. 3 – Fotodokumentace zjištěných vad říms při vizuální prohlídce

Příloha č. 4 – Fotodokumentace zjištěných vad svršku při vizuální prohlídce

Příloha č. 5 – Fotodokumentace zaměření stavby

Příloha č. 6 – Fotodokumentace laboratorních zkoušek – VZOREK Č.1, Č.2 (KÁMEN)

Příloha č. 7 – Fotodokumentace laboratorních zkoušek – VZOREK Č.1, Č.2 (MALTA)

Příloha č. 8 – Fotodokumentace Schmidtův tvrdoměr

Příloha č. 9 – Protokol jádrové vrty (QUALIFORM SLOVAKIA s.r.o.)

Příloha č. 10 – Protokol: Výsledky laboratorních zkoušek

Příloha č. 11 – Stávající stav – Půdorys

Příloha č. 12 – Stávající stav – Podélný řez B

Příloha č. 13 – Stávající stav – Příčný řez D

Příloha č. 14 – Nový stav – Půdorys

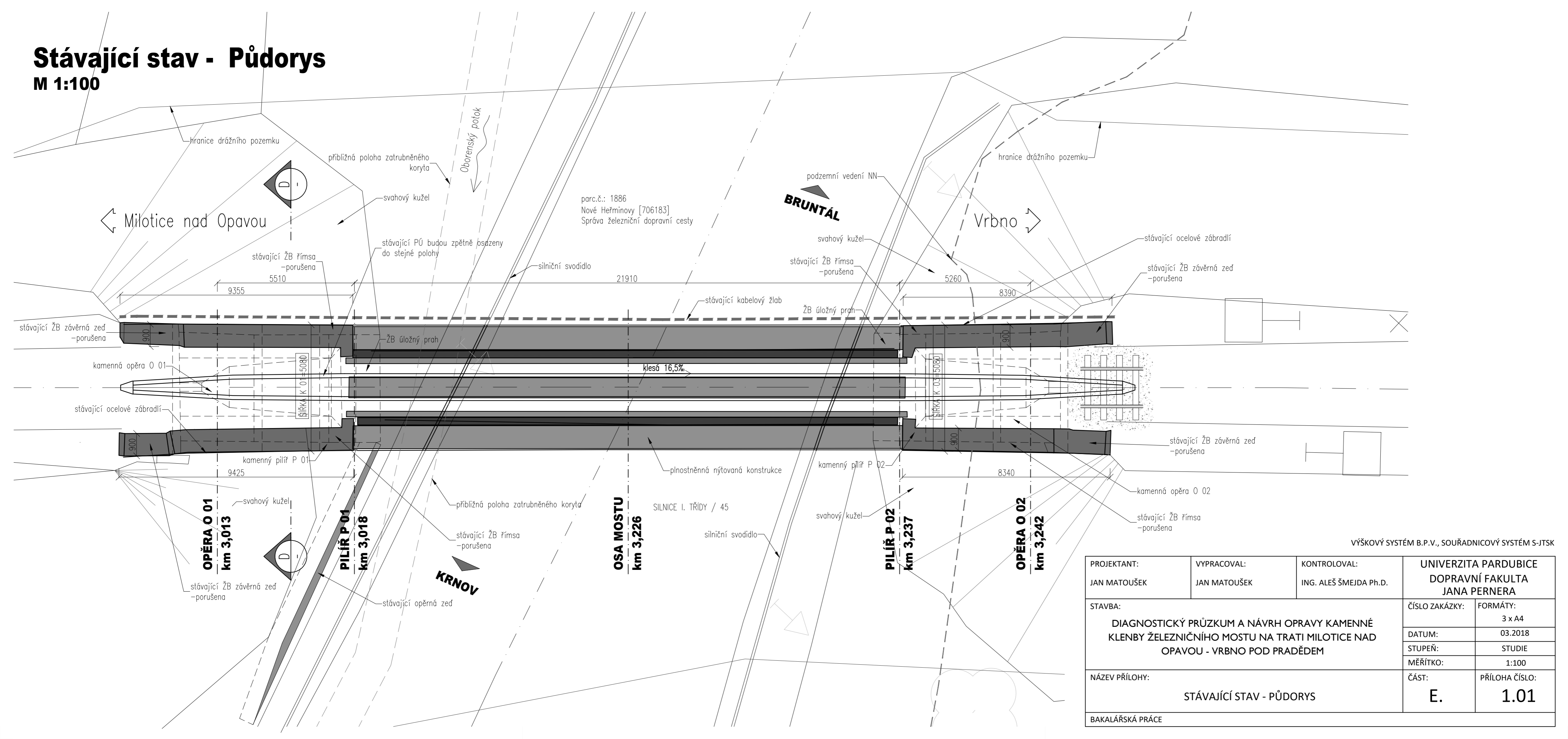
Příloha č. 15 – Nový stav – Podélný řez

Příloha č. 16 – Nový stav – Příčný řez D-D'

Příloha č. 17 – Nový stav – Příčný řez C-C'

Stávající stav - Půdorys

M 1:100

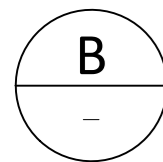


VÝŠKOVÝ SYSTÉM B.P.V., SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK

PROJEKTANT: JAN MATOUŠEK	VYPRACOVAL: JAN MATOUŠEK	KONTROLOVAL: ING. ALEŠ ŠMEJDA Ph.D.	UNIVERZITA PARDUBICE DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA	
STAVBA: DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM A NÁVRH OPRAVY KAMENNÉ KLENBY ŽELEZNIČNÍHO MOSTU NA TRATI MILOTICE NAD OPAVOU - VRBNO POD PRADĚDEM			ČÍSLO ZAKÁZKY:	FORMÁTY: 3 x A4
			DATUM:	03.2018
			STUPEŇ:	STUDIE
			MĚŘÍTKO:	1:100
NÁZEV PŘÍLOHY: STÁVAJÍCÍ STAV - PŮDORYS			ČÁST: E.	PŘÍLOHA ČÍSLO: 1.01
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE				

Stávající stav - Podélný řez

M 1:100

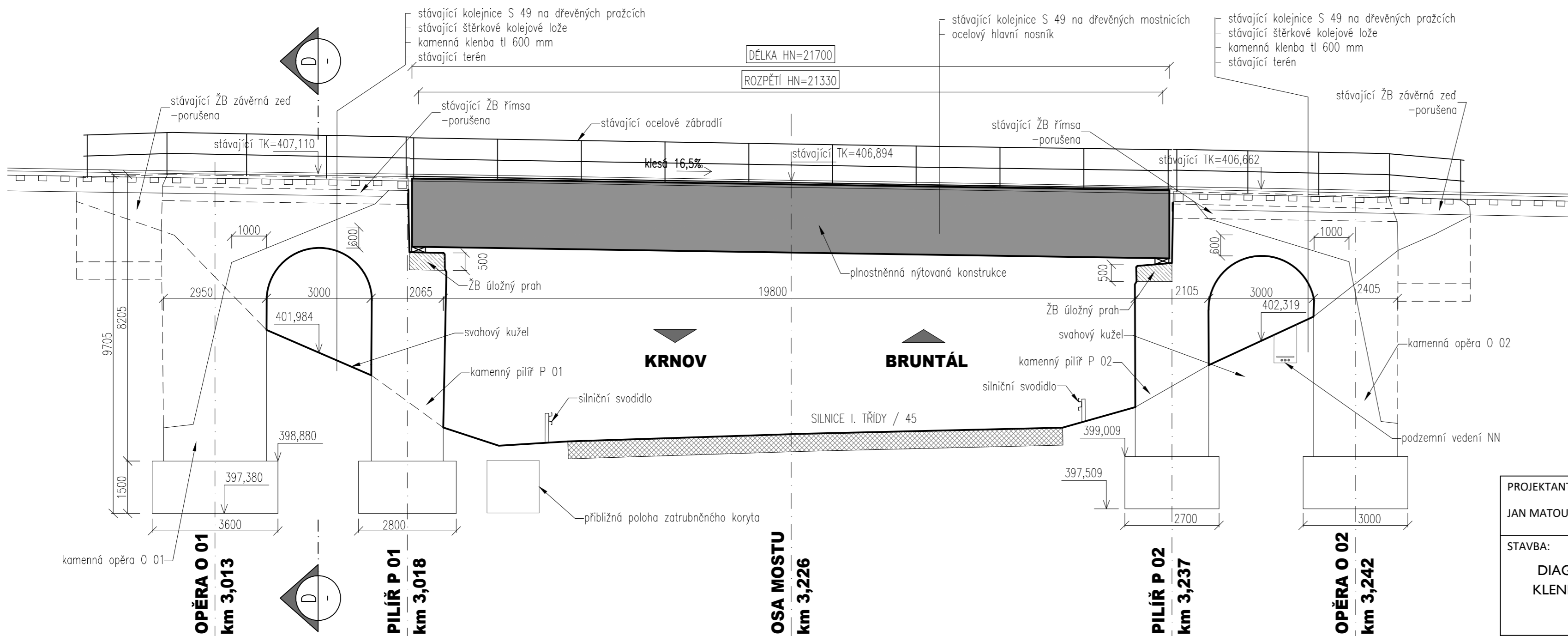


Podélný řez

M 1:100

← Milotice nad Opavou

Vrbno →



POZNÁMKA:

- KAMENNÁ KLENBA K 01, K 02**
- jsou viditelné výluky, místy se tvoří krápníky
 - lokálně je vydrolené spárování
 - místy trhliny ve spárách
 - vegetace vyrůstající z vydrolených spár

ŽB ŘÍMSY

- degradované zdivo je ve velmi špatném stavu
- odpadaná krycí vrstva betonu
- trhliny na konci říms
- odtržení římsy v místě opěry O 01

VÝŠKOVÝ SYSTÉM B.P.V., SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK

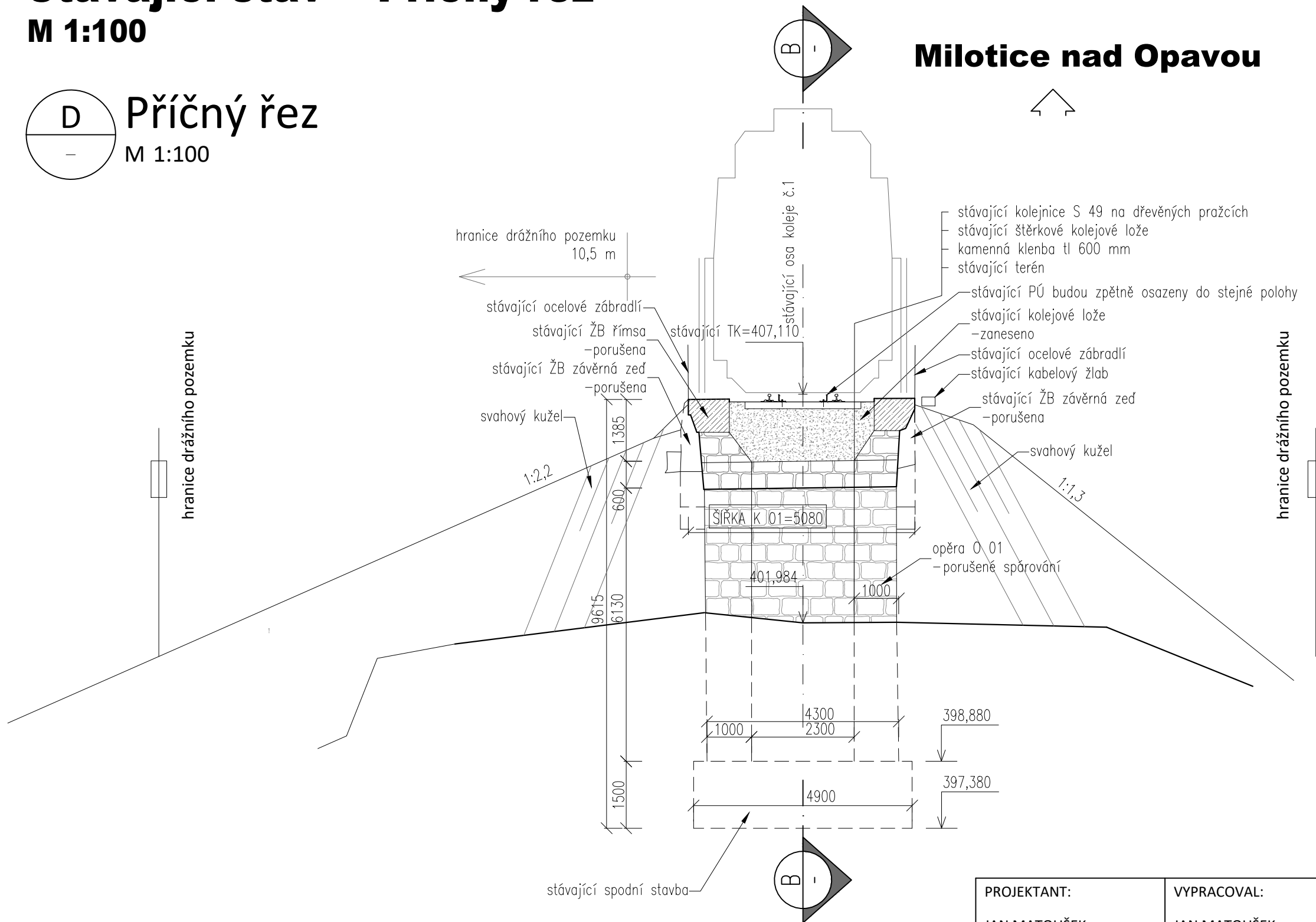
PROJEKTANT: JAN MATOUŠEK	VYPRACOVAL: JAN MATOUŠEK	KONTROLOVAL: ING. ALEŠ ŠMEJDA Ph.D.	UNIVERZITA PARDUBICE DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA	
STAVBA: DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM A NÁVRH OPRAVY KAMENNÉ KLENBY ŽELEZNIČNÍHO MOSTU NA TRATI MILOTICE NAD OPAVOU - VRBNO POD PRADĚDEM			ČÍSLO ZAKÁZKY:	FORMÁTY: 3 x A4
			DATUM:	03.2018
			STUPEŇ:	STUDIE
			MĚŘÍTKO:	1:100
NÁZEV PŘÍLOHY: STÁVAJÍCÍ STAV - PODÉLNÝ ŘEZ B			ČÁST: E.	PŘÍLOHA ČÍSLO: 1.02
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE				

Stávající stav - Příčný řez

M 1:100

D Příčný řez
M 1:100

Milotice nad Opavou

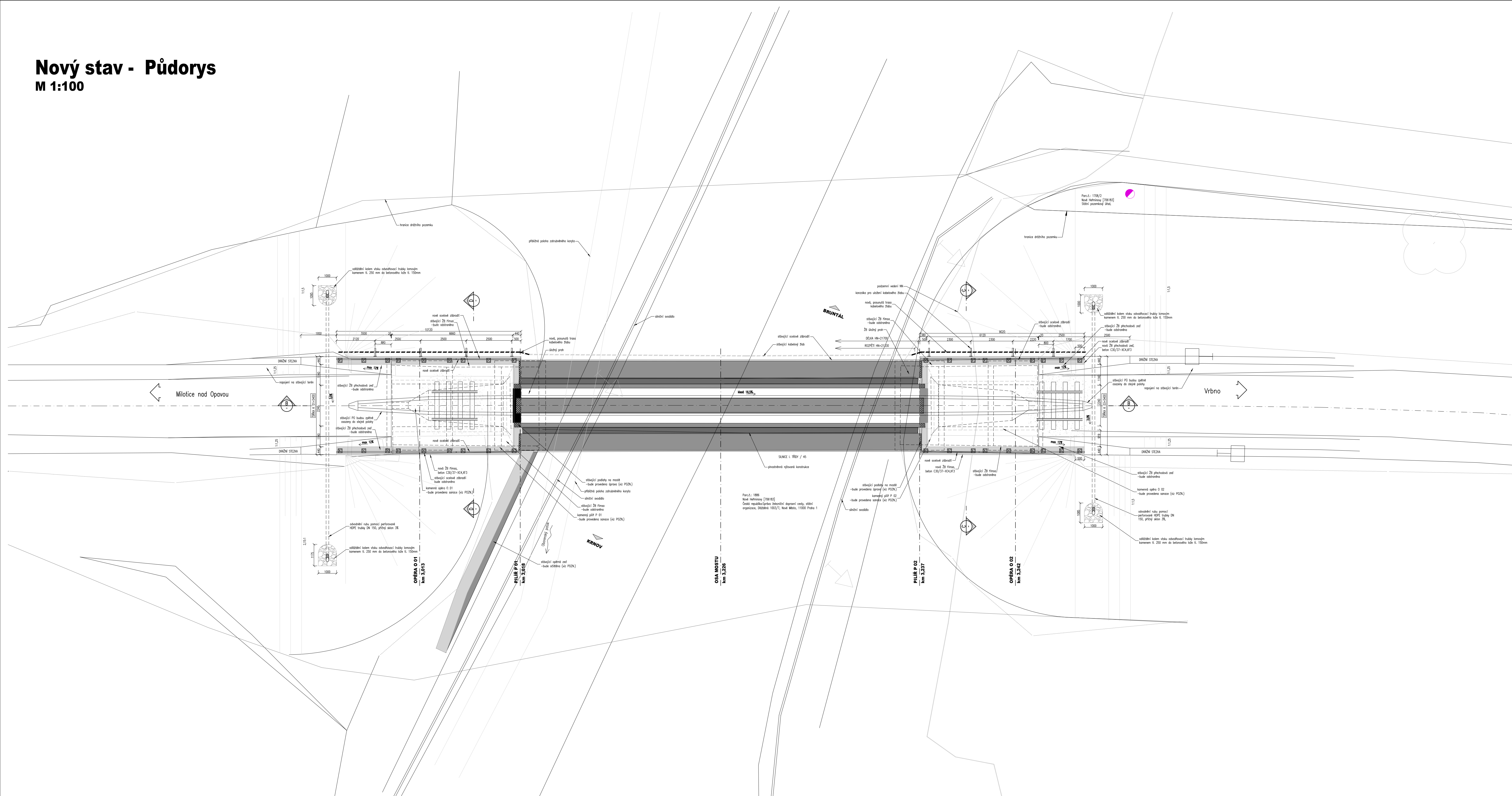


VÝŠKOVÝ SYSTÉM B.P.V., SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK

PROJEKTANT: JAN MATOUŠEK	VYPRACOVAL: JAN MATOUŠEK	KONTROLOVAL: ING. ALEŠ ŠMEJDA Ph.D.	UNIVERZITA PARDUBICE DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA	
STAVBA: DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM A NÁVRH OPRAVY KAMENNÉ KLENBY ŽELEZNIČNÍHO MOSTU NA TRATI MILOTICE NAD OPAVOU - VRBNO POD PRADĚDEM			ČÍSLO ZAKÁZKY:	FORMÁTY: 2 x A4
			DATUM:	03.2018
			STUPEŇ:	STUDIE
			MĚŘÍTKO:	1:100
NÁZEV PŘÍLOHY: STÁVAJÍCÍ STAV - PŘÍČNÝ ŘEZ			ČÁST: E.	PŘÍLOHA ČÍSLO: 1.03
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE				

Nový stav - Půdorys

M 1:100



POZNÁMKY

SANACE KAMENNÉHO ZDIVA (OPĚRA O 01, O 02, PILÍŘ P 01, P 02)

- OČIŠTĚNÍ STÁVAJÍCÍ ZEMINY KOLEM OPĚR (500 mm pod úroveň stávajícího terénu)
- OČIŠTĚNÍ ZDIVA OTŘESKÁNÍ TLAKOVOU VODOU
- HLOUBKOVÉ PŘESPÁROVÁNÍ ZDIVA
- HLOUBKOVÁ INJEKČNÍ ZDIVA RASTR 500 x 500 mm
- OČIŠTĚNÍ ZDIVA OMYTÍM TLAKOVOU VODOU
- HYDROFORNÍ NÁTĚR

KOTVENÍ ŽB ŘÍMSY

ŘÍMSY Ø20 mm ROZMÍSTIT V RASTRU 9-10xS/m², NUTNO RESPEKTOVAT RASTR VÝZTUŽE ŽB ŘÍMSY. KOTVIT DO VRTU ø 28 mm DÉLKY 450 mm. PO PROVEDENÍ VRTU VRTI VYČIŠTIT OD PRACHU A TRN ZALEPIT DO VRTU POMOCÍ EPOXIDOVÉ PRYSKYŘICE.

PODLAHY NA MOSTĚ

STŘEDOVÉ PLECHY, HLAVOVÉ PLECHY I PODLAHOVÉ PLECHY NA CHODNÍCH BUDOU V OBLASTI ZÁVĚRNÝCH ZDI DEMONTOVÁNY A PO DOKONČENÍ STAVEBNÍCH PRACÍ ZPĚTNĚ OSAZENY.

ODVODNĚNÍ RUBŮ OPĚR

RUBŮ OPĚR Á PŘELEHLE OBLASTI BUDOU ODVODNĚNY POMOCÍ ZE 2/3 DĚROVANÉ DRENAŽNÍ TRUBKY DN150. TRUBKA BUDE V JEDNOSTRANĚM PŘÍČNĚM SKLONU 3%. OBLAST NA VÝTOKU BUDE LOKÁLNĚ ODLAŽENA LOMOVÝM KAMENEM TL 250 mm DO BETONOVÉHO LÓŽE TL 150 mm S BETONOVÝM PRAHEM. TRUBKA BUDE NA VÝTOKU OPATŘENA VÍKEM.

POJISTNÉ ÚHELNÍKY

Z DŮVODU ZPĚTNÉHO OSAZENÍ STÁVAJÍCÍHO ŽELEZNIČNÍHO SVRŠKU VČETNĚ POJISTNÝCH ÚHELNÍKŮ, BUDE PŘED ZAHÁJENÍM STAVEBNÍCH PRACÍ ZAMĚŘENA POLOHA PRAČŮ V OBLASTI OPĚR O 01 A O 02. TYTO PRAČE BUDOU NÁSLEDNĚ ZPĚTNĚ OSAZENY DO STEJNÉ POLOHY.

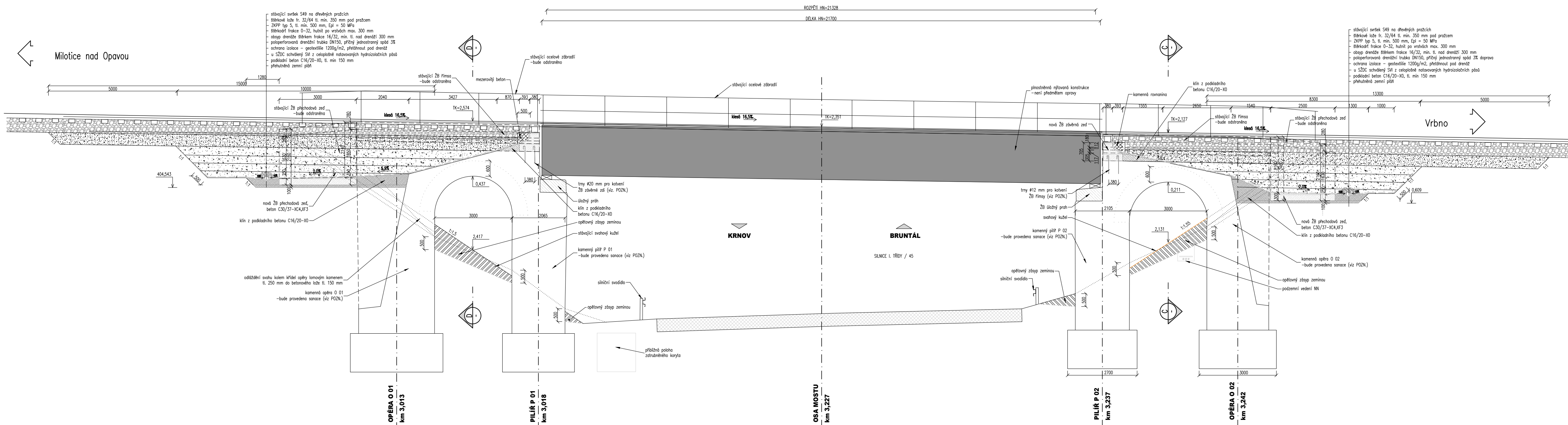
VÝŠKOVÝ SYSTÉM B.P.V., SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK

PROJEKTANT: JAN MATOUŠEK	VYPRACOVAL: JAN MATOUŠEK	KONTROLOVAL: ING. ALEŠ ŠMEJDA Ph.D.	UNIVERZITA PARDUBICE DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA	
STAVBA: DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM A NÁVRH OPRAVY KAMENNÉ KLENBY ŽELEZNIČNÍHO MOSTU NA TRATI MILOTICE NAD OPAVOU - VRBNO POD PRADĚDEM			ČÍSLO ZAKÁZKY:	FORMÁT:
			DATUM:	03.2018
			STUPEŇ:	STUDIE
			MĚŘÍTKO:	1:100
NÁZEV PŘÍLOHY: NOVÝ STAV - PŮDORYS			ČÁST: E.	PŘÍLOHA ČÍSLO: 1.04
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE				

Nový stav - Podélný řez

M 1:100

PODÉLNÝ ŘEZ
M 1:100



POZNÁMKY

SANACE KAMENNÉHO ZDIVA (OPĚRA O 01, O 02, PILÍŘ P 01, P 02)

- ODSTRANĚNÍ STÁVAJÍCÍ ZEMINY KOLEM OPĚR (500 mm pod úroveň stávajícího terénu)
- OČIŠTĚNÍ ZDIVA OTŘYSKÁNÍ TLAKOVOU VODOU
- HLOUBKOVÉ PŘESPÁROVÁNÍ ZDIVA
- HLOUBKOVÁ INJEKTÁŽ ZDIVA RASTR 500 x 500 mm
- OČIŠTĚNÍ ZDIVA OMYTÍM TLAKOVOU VODOU
- HYDROFÓBNÍ NÁTĚR

KOTVENÍ ŽB ŘÍMSY

TRNY Ø20 mm ROZMÍSTIT V RASTRU 9-10KS/m², NUTNO RESPEKTOVAT RASTR VÝTUŽE ŽB ŘÍMSY, KOTVIT DO VRTU S DÉLKOU 450 mm. PO PROVEDENÍ VRTU VRT VYČISTIT OD PRACHU A TRN ZALEPIT DO VRTU POMOCÍ EPOXIDOVÉ PRYSKYŘICE.

PODLAHY NA MOSTĚ

STŘEDOVÉ PLECHY, HLAVOVÉ PLECHY I PODLAHOVÉ PLECHY NA CHODNÍCÍCH BUDOU V OBLASTI ZÁVĚRNÝCH ZDÍ DEMONTOVÁNY A PO DOKONČENÍ STAVEBNÍCH PRACÍ ZPĚTNĚ OSAZENY.

ODVODNĚNÍ RUBŮ OPĚR

RUBY OPĚR A PŘÍLEHLÉ OBLASTI BUDOU ODVODNĚNY POMOCÍ ZE 2/3 DĚROVANÉ DRENÁŽNÍ TRUBKY DN150. TRUBKA BUDE V JEDNOSTRANNĚM PŘÍČNĚM SKLONU 3%. OBLAST NA VÝTOKU A VÝTOKU BUDE LOKÁLNĚ ODLÁŽDĚNA LOMOVÝM KAMENEM TL. 250 mm DO BETONOVÉHO LOŽE TL. 150 mm S BETONOVÝM PRAHEM. TRUBKA BUDE NA VÝTOKU OPATŘENA VÍKEM.

POJISTNÉ ÚHELNÍKY

Z DŮVODU ZPĚTNÉHO OSAZENÍ STÁVAJÍCÍHO ŽELEZNIČNÍHO SVRŠKU VČETNĚ POJISTNÝCH ÚHELNÍKŮ, BUDE PŘED ZAHÁJENÍM STAVEBNÍCH PRACÍ ZAMĚŘENA POLOHA PRAŽCŮ V OBLASTI OPĚR O 01 A O 02. TYTO PRAŽCE BUDOU NÁSLEDNĚ ZPĚTNĚ OSAZENY DO STEJNÉ POLOHY.

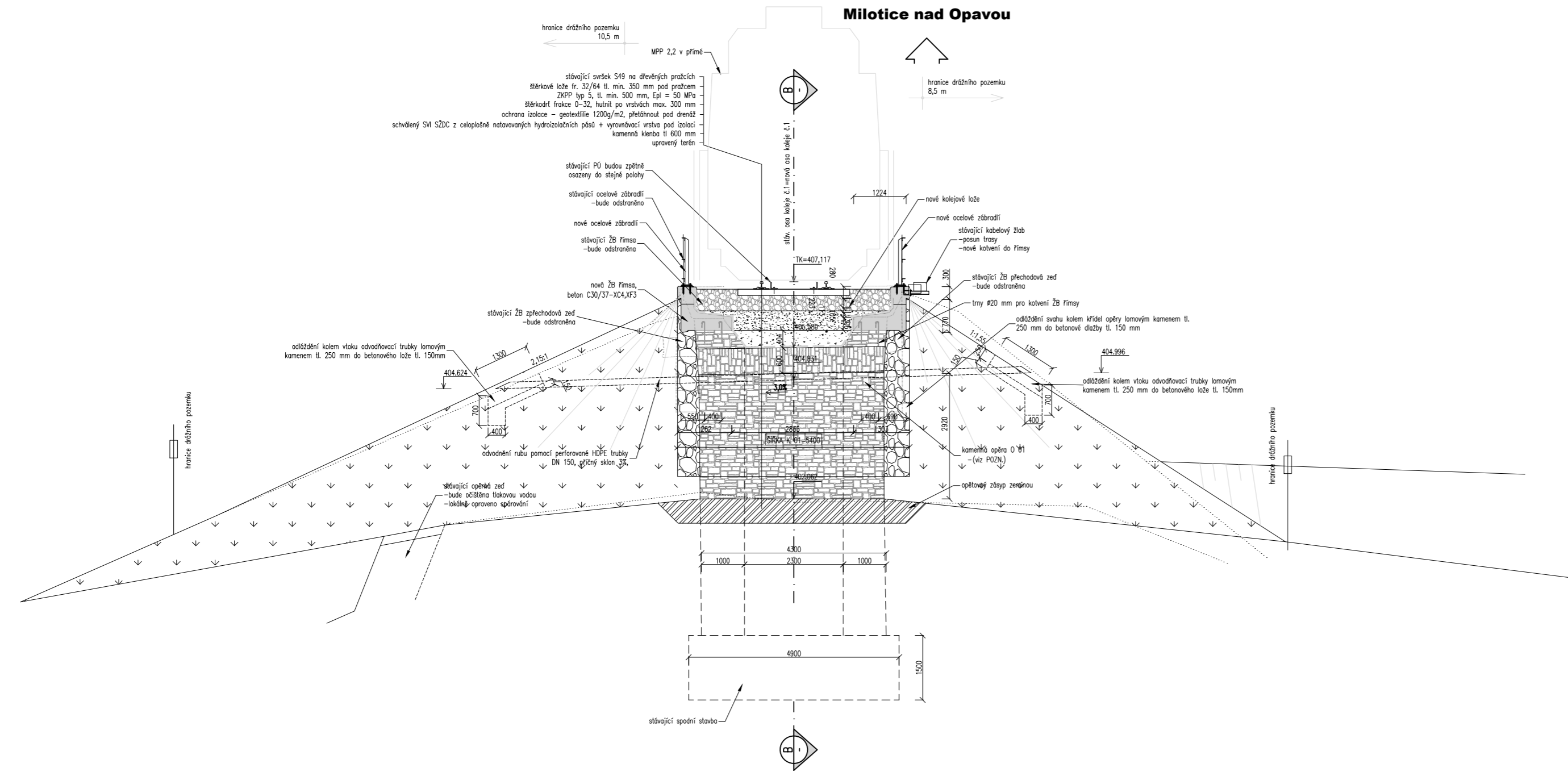
VÝŠKOVÝ SYSTÉM B.P.V., SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK

PROJEKTANT: JAN MATOUŠEK	VYPRACOVAL: JAN MATOUŠEK	KONTROLOVAL: ING. ALEŠ ŠMEJDA Ph.D.	UNIVERZITA PARDUBICE DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA	
STAVBA: DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM A NÁVRH OPRAVY KAMENNÉ KLENBY ŽELEZNIČNÍHO MOSTU NA TRATI MILOTICE NAD OPAVOU - VRBNO POD PRADĚDEM			ČÍSLO ZAKÁZKY:	FORMÁTY: 3 x A4
			DATUM:	03.2018
			STUPĚŇ:	STUDIE
			MĚŘÍTKO:	1:100
NÁZEV PŘÍLOHY: NOVÝ STAV - PODÉLNÝ ŘEZ B			ČÁST: E.	PŘÍLOHA ČÍSLO: 1.05
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE				

Nový stav - Příčný řez D-D'

M 1:100


 PŘÍČNÝ ŘEZ OP 01
 M 1 : 100



POZNÁMKY

SANACE KAMENNÉHO ZDIVA (OPĚRA O 01, O 02, PILÍŘ P 01, P 02)

- ODSTRANĚNÍ STÁVAJÍCÍ ZEMINY KOLEM OPĚR (500 mm pod úroveň stávajícího terénu)
- OČIŠTĚNÍ ZDIVA OTRYSKÁNÍ TLAKOVOU VODOU
- HLOUBKOVÉ PŘESPÁROVÁNÍ ZDIVA
- HLOUBKOVÁ INJEKTÁŽ ZDIVA RASTR 500 x 500 mm
- OČIŠTĚNÍ ZDIVA OMYTÍM TLAKOVOU VODOU
- HYDROFOBNÍ NÁTĚŘ

KOTVENÍ ŽB ŘÍMSY

TRNY Ø20 mm ROZMÍSTIT V RASTRU 9-10KS/m², NUTNO RESPEKTOVAT RASTR VÝZTUŽE ŽB ŘÍMSY, KOTVIT DO VRTU Ø 28 mm DÉLKY 450 mm. PO PROVEDENÍ VRTU VRT VYČISTIT OD PRACHU A TRN ZALEPIT DO VRTU POMOCÍ EPOXIDOVÉ PRYSKYŘICE.

PODLAHY NA MOSTĚ

STŘEDOVÉ PLECHY, HLAVOVÉ PLECHY I PODLAHOVÉ PLECHY NA CHODNÍČÍCH BUDOU V OBLASTI ZÁVĚRNÝCH ZDÍ DEMONTOVÁNY A PO DOKONČENÍ STAVEBNÍCH PRACÍ ZPĚTNĚ OSAZENY.

ODVODNĚNÍ RUBŮ OPĚR

RUBY OPĚR A PŘILEHLÉ OBLASTI BUDOU ODVODNĚNY POMOCÍ ZE 2/3 DĚROVANÉ DRENÁŽNÍ TRUBKY DN150. TRUBKA BUDE V JEDNOSTRANNÉM PŘÍČNĚM SKLONU 3%. OBLAST NA VTOKU A VÝTOKU BUDE LOKÁLNĚ ODLÁŽDĚNÁ LOMOVÝM KAMENEM tl. 250 mm DO BETONOVÉHO LŮŽE tl. 150 mm S BETONOVÝM PRAHEM. TRUBKA BUDE NA VTOKU OPATŘENA VÍKEM.

POJISTNÉ ÚHELNÍKY

Z DŮVODU ZPĚTNÉHO OSAZENÍ STÁVAJÍCÍHO ŽELEZNIČNÍHO SVRŠKU VČETNĚ POJISTNÝCH ÚHELNÍKŮ, BUDE PŘED ZAHÁJENÍM STAVEBNÍCH PRACÍ ZAMĚŘENA POLOHA PRAŽCŮ V OBLASTI OPĚR O 01 A O 02. TYTO PRAŽCE BUDOU NÁSLEDNĚ ZPĚTNĚ OSAZENY DO STEJNÉ POLOHY.

VÝŠKOVÝ SYSTÉM B.P.V., SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK

PROJEKTANT: JAN MATOUŠEK	VYPRACOVAL: JAN MATOUŠEK	KONTROLOVAL: ING. ALEŠ ŠMEJDA Ph.D.	UNIVERZITA PARDUBICE DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA	
STAVBA: DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM A NÁVRH OPRAVY KAMENNÉ KLENBY ŽELEZNIČNÍHO MOSTU NA TRATI MILOTICE NAD OPAVOU - VRBNO POD PRADĚDEM			ČÍSLO ZAKÁZKY:	FORMÁT:
			DATUM:	03.2018
			STUPEŇ:	STUDIE
			MĚŘÍTKO:	1:100
NÁZEV PŘÍLOHY: NOVÝ STAV - PŘÍČNÝ ŘEZ O 01	ČÁST: E.	PŘÍLOHA ČÍSLO: 1.06		
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE				

