



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební, katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

Příloha 1 – Projekt dlouhodobého monitoringu

**Dlouhodobý monitoring mostu v
ev. km 32,544 na TÚ 2561 – Český Těšín
(mimo) – Polanka nad Odrou (mimo)**



Zodpovědný řešitel: **doc. Ing. Pavel Ryjáček, Ph.D.**

pavel.ryjacek@fsv.cvut.cz

tel. +420 602 250 860

Řešitelský kolektiv: **Ing. Vojtěch Stančík, Ph.D.**

doc. Ing. Jiří Litoš, Ph.D. a kol.

Datum vydání zprávy: 20.6.2022

Obsah

1.	ÚVOD	3
2.	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVBY	3
2.1.	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVBY	3
2.2.	POPIS MOSTU	4
3.	ZÁKLADNÍ DOTČENÉ PŘEDPISY A POUŽITÉ PODKLADY	9
4.	SPECIFIKACE MĚŘÍCÍCH ÚSTŘEDEN	9
5.	POPIS MĚŘENÝCH MÍST A POUŽITÝCH SNÍMAČŮ	12
5.1.	KABELY A KABELOVÉ TRASY	12
5.2.	MĚŘENÍ NAPĚTÍ V KOLEJNICI	13
5.3.	MĚŘENÍ POSUNŮ	14
5.3.1.	Posun nosné konstrukce	15
5.3.2.	Posun kolejnice vůči závěrné zídce	16
5.3.3.	Posun kolejnice vůči nosné konstrukci	17
5.3.4.	Posun v kolejovém dilatačním zařízení	17
5.4.	MĚŘENÍ TEPLOTY	18
5.4.1.	Kolejnice	18
5.4.2.	Nosná konstrukce	18
5.4.3.	Teplota vzduchu	18
5.5.	SEZNAM MĚŘENÝCH MÍST	19
6.	PLÁN SBĚRU DAT	21
7.	VÝKAZ VÝMĚR MONITORINGU	22
8.	VÝKAZ DEMONTOVANÝCH ČÁSTÍ SVRŠKU	23

1. Úvod

Zpráva popisuje způsob provedení dlouhodobého monitoringu kolejového řešení mostu v ev. km 32,544 – DÚ 02 Ostrava Vítkovice – Ostrava Kunčice. Monitoring je zřizován s ohledem na rekonstrukci železničního svršku objektu, při které dojde k odstranění kolejového dilatačního zařízení v oblasti předpolí mostu (u pilíře P1). Cílem je ověření správného chování zvoleného uspořádání železničního svršku a monitoring namáhání bezстыkové koleje v kritických oblastech. Zpráva popisuje měřicí linku, použité snímače, ústředny, kabely a způsobu jejich upevnění na konstrukci, respektive způsob jejich ochrany. Součástí je také popis zapojení snímačů a plán vyhodnocení měřených dat.

Na zprávě se podílel tým řešitelů:

- **doc. Ing. Pavel Ryjáček, Ph.D.**
- **Ing. Vojtěch Stančík, Ph.D.**
- **doc. Ing. Jiří Litoš, CSc. a kol.**

2. Identifikační údaje stavby

2.1. Identifikační údaje stavby

Investor stavby:	Správa železnic, státní organizace Dlážděná 1003/7 110 00 Praha 1 – Nové Město
Stavba:	Kolejové řešení, odstranění dilatačních zařízení v předpolí mostu v km 32,544 trati Ostrava Vítkovice – Ostrava Kunčice
Objekt:	úprava železničního svršku
Kraj:	Moravskoslezský
Katastrální území:	Vítkovice
Pověřený obecní úřad:	Ostrava
Obec:	Ostrava
Místo stavby:	32,544 (evidenční km)
Správce mostu:	Správa železnic, s. o., Oblastní ředitelství Ostrava, Správa trati Ostrava Muglinovská 1038/5 702 00 Ostrava
Zhotovitel projektu:	EXprojekt s.r.o. Heršpická 758/13 619 00 Brno
Traťový úsek:	TÚ 2561 Český Těšín (mimo) – Polanka nad Odrou výhybna (mimo)
Definiční úsek:	DÚ 02 Ostrava Kunčice – Ostrava Vítkovice
Traťová rychlost:	80 km/h v obou směrech

2.2. Popis mostu

Trvalý železniční kolmý most o třech prostých polích a třech nosných konstrukcích, kde K01 je ocelová nýtovaná konstrukce, kterou tvoří trám vyztužený obloukem (Langerův trám). Proměnné zatížení je do hlavní nosné konstrukce rozneseno skrze zapuštěnou prvkovou mostovku, tvořenou příčníky, podélníky, hlavním vodorovným ztužením v úrovni horních pásnic příčníků a také ztužením podélníků. Konstrukce K02 a K03 jsou deskové železobetonové konstrukce. Spodní stavba je železobetonová. Založení spodní stavby je plošné. Monitoring je prioritně zaměřen na zjištění chování K01.

Trať je v celé délce mostu v přímé. Niveleta stoupá ve směru staničení. Příčné uspořádání mostu nespĺňuje VMP 2,5, platí $VMP > 2,2$ m. Konstrukce je uložena na pevných a pohyblivých ocelových ložiskách tak, že všechny konstrukce při změně teploty dilatují shodně proti směru staničení směrem na opěru O01 (směr Ostrava Kunčice). Železniční svršek je na K01 tvořen kolejnicemi profilu UIC 60. Kolejový rošt je upevněn prostřednictvím upevnění KS s pružnými svěrkami Skl 14 ke dřevěným mostnicím. Mostnice jsou na podélníky uloženy skrze sedla s vodorovným mostnicovým šroubem a centrickou lištu.

Mimo K01 je trať vedena v kolejovém loži na betonových pražcích s pružným bezpodkladnicovým upevněním W14. Na kunčickém předpolí K01 je kolejový rošt tvořen kolejnicemi UIC 60 (s výjimkou úseku před prvním KDZ kde je proveden přechod ze svršku soustavy S49), upevněnými pružným bezpodkladnicovým upevněním k betonovým pražcům B91 S/1. V oblasti před opěrou O01 je provedeno kolejové velké dilatační zařízení KVDZ60 dl. 15,6 m, na které navazuje ochranný úsek dl. cca 30 m a kolejové malé dilatační zařízení KMDZ 60 dl. 9,84 m. Na K02, K03 a vítkovickém předpolí je výchozím stavem pro provedení monitoringu okamžik, kdy bude v kolejovém loži zřízena bezстыková kolej s novými kolejnicemi 60 E2 a kdy budou odstraněna všechna KMDZ. V místech dilatačních zařízení a výběhu pojistných úhelníků budou použity svěrky se sníženou drážebností Skl 24B případně Skl 24U. Upřesnění rozsahu úprav viz kap. 8.

Charakteristika mostu:	trvalý železniční nepohyblivý jednopodlažní dvoukolejný most o třech prostých polích, nosnou konstrukci K01 tvoří trám vyztužený obloukem a konstrukce K02, resp. K03 jsou železobetonové nosné konstrukce.
Statické působení:	most o třech prostých polích s rozpětím 100 m + 15,3 m + 15,3 m
Druh nosné konstrukce:	K01 je svařovaná konstrukce s nýtovými spoji a prvkovou mostovkou (Langerův trám). K02 a K03 jsou železobetonové deskové konstrukce
Údaje o koleji na mostě:	dvoukolejná trať, na K01 kolejový rošt s kolejnicemi UIC 60 na mostnicích uložených na podélníky přes sedla s centrickou lištou, na K02 a K03 kolej s kolejnicemi 60 E2 v kolejovém loži s betonovými pražci, trať na mostě v přímé
Popis spodní stavby vč. křídel:	železobetonové opěry i pilíře. Křídla rovnoběžná železobetonová
Počet nosných konstrukcí:	3

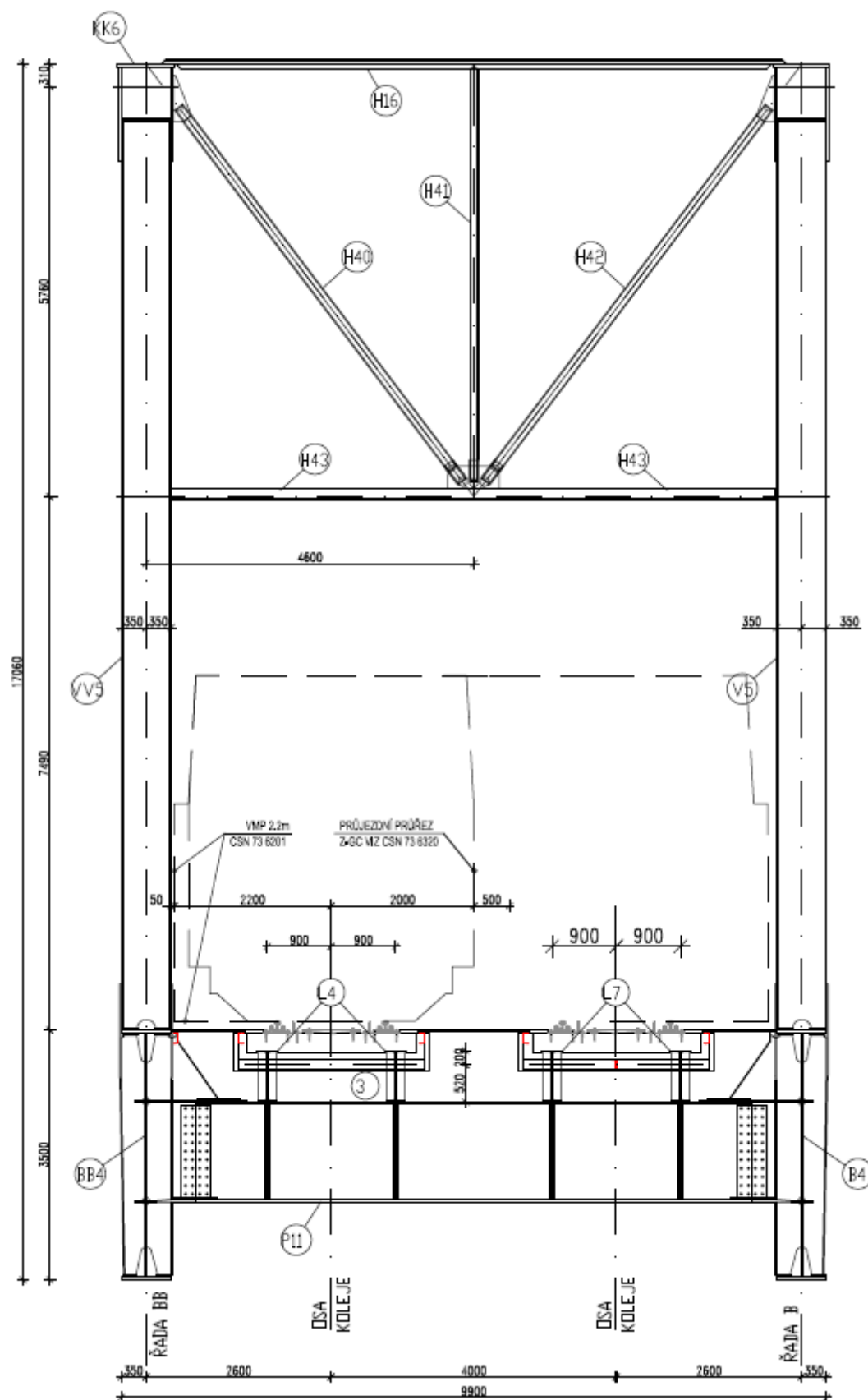
Počet mostních otvorů:	3
Počet kolejí:	2
Délka přemostění:	131,8 m
Délka mostu:	137,3 m
Rozpětí NK:	100 m + 15,3 m + 15,3 m
Kolmá světlost:	97,95 m + 14,1 m + 14,34 m

Konstrukce K01:

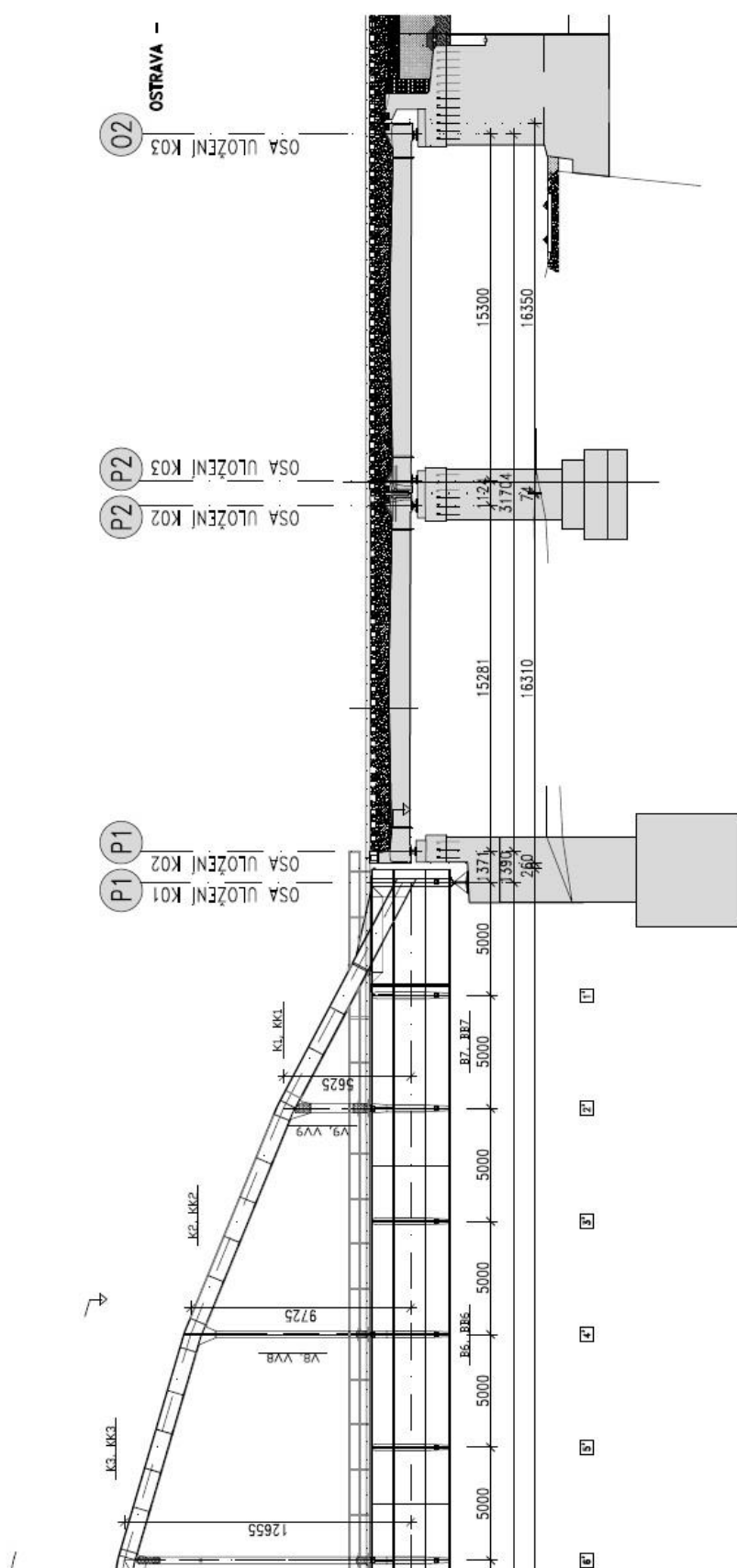
Stavební výška:	3,7 m
Směrové poměry na mostě:	most v přímé
Stávající železniční svršek:	kolejnice UIC 60 s upevněním KS s pružnou svěrkou Skl 14 na dřevěnou mostnici, mostnice uložena přes sedlo s vodorovným mostnicovým šroubem na podélník přes centrickou lištu.
Přemost'ovaná překážka:	cyklostezka, vodní tok
Volná výška pod mostem:	5,85 k cyklostezce a 10,9 nad hladinou vodoteče
Mostní průjezdní průřez:	MPP 2,2
Volná šířka na mostě:	8,5 m
Úhel křížení s přem. překážkou:	cca 90°
Šířka mostu:	10,50 m
Šikmost mostu:	kolmý

Konstrukce K02 a K03:

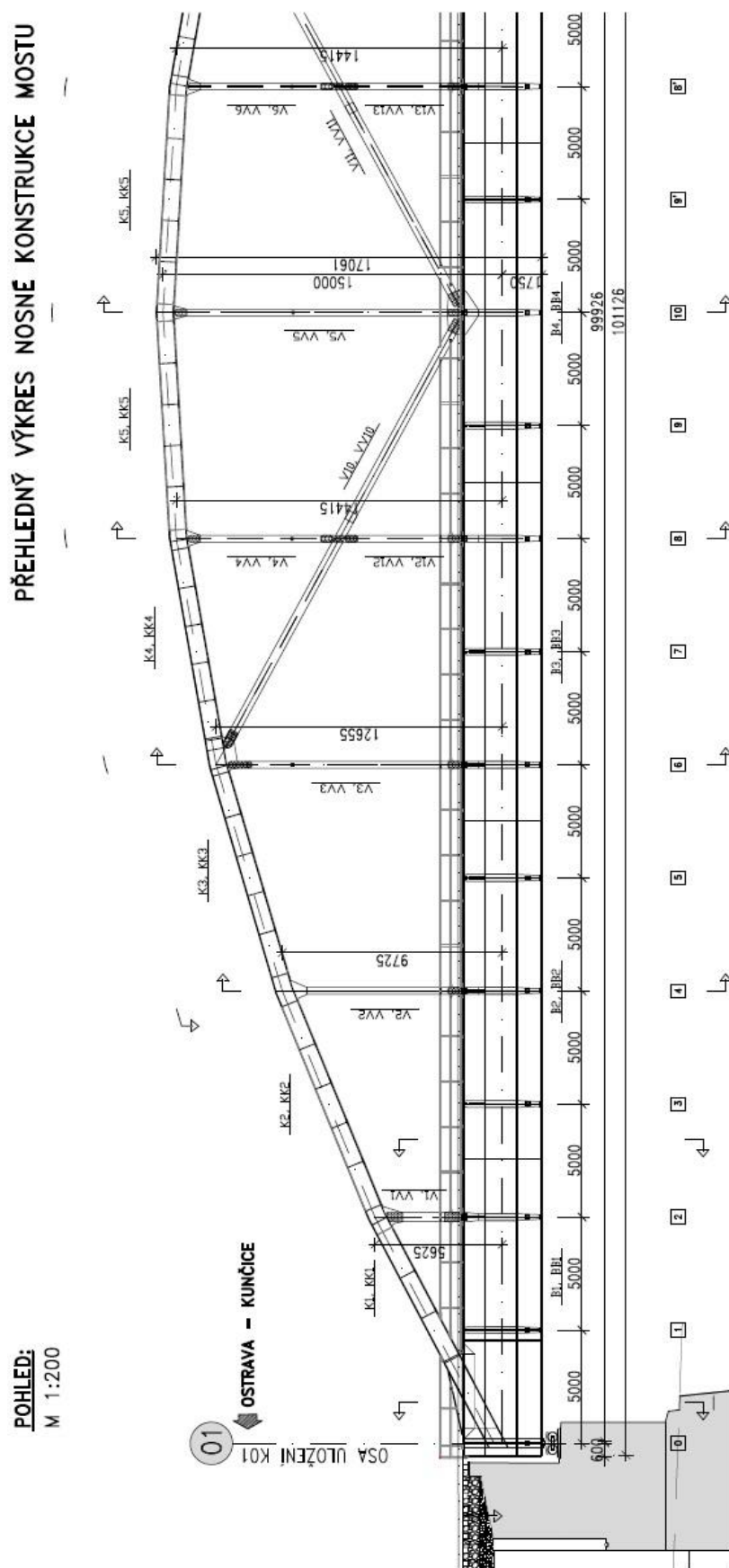
Stavební výška:	1,85 m
Směrové poměry na mostě:	most v přímé
Stávající železniční svršek:	kolej v kolejovém loži, rošt tvořený kolejnicemi 60 E2 na délce pojistných úhelníků za K01 podporovaných dřevěnými pražci s upevněním KS a na zbylé délce K02 a K03 podporovaných betonovými pražci délky 2,6 m s pružným bezpodkladnicovým upevněním W14
Přemost'ovaná překážka:	K02 – volný terén K03 – železniční dráha jiného vlastníka
Mostní průjezdní průřez:	MPP 2,2
Úhel křížení s přem. překážkou:	K02 – není K03 – cca 90°
Šířka mostu:	10,50 m
Šikmost mostu:	kolmý



Obr. 1: Most v ev km 32,544 - příčný řez [5],[6][5]



Obr. 2: Most v ev km 32,544 - podélný řez – 2. polovina K01 + K02 + K03 [5],[6]



Obr. 3: Most v ev km 32,544 - podélný řez – 1. polovina K01 + K02 + K03 [5],[6]

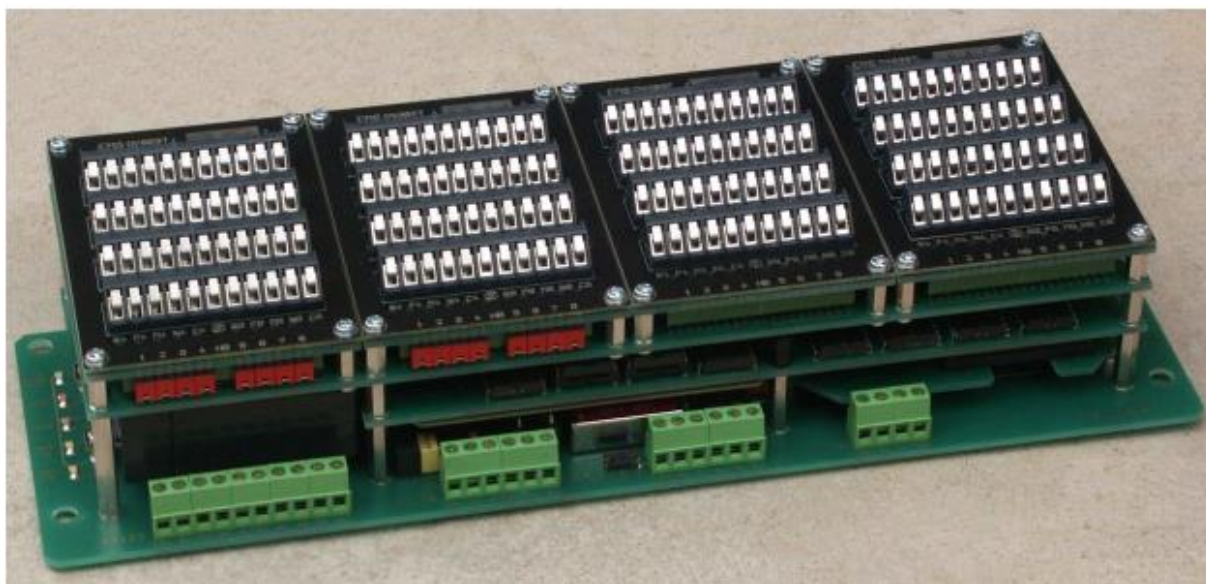
3. Základní dotčené předpisy a použité podklady

- [1] SŽDC S3/2 Bezstyková kolej, Praha: SŽDC, s.o. 2021
- [2] SŽDC S3 Železniční svršek, Praha: SŽDC, s.o. 2021
- [3] MVL 150 – Kombinovaná odezva mostu a koleje, Praha: SŽDC s.o., 2016
- [4] ČSN EN 1991-2, Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou, Praha: Český normalizační institut, 2005
- [5] Diagnostický průzkum mostu v TU 2561, km 32,544 – Ostrava, ČVUT v Praze, 2017
- [6] Kolejové řešení, odstranění dilatačních zařízení v předpolí mostu v km 32,544 trati Ostrava Vítkovice – Ostrava Kunčice, Exprojekt s.r.o., 2022

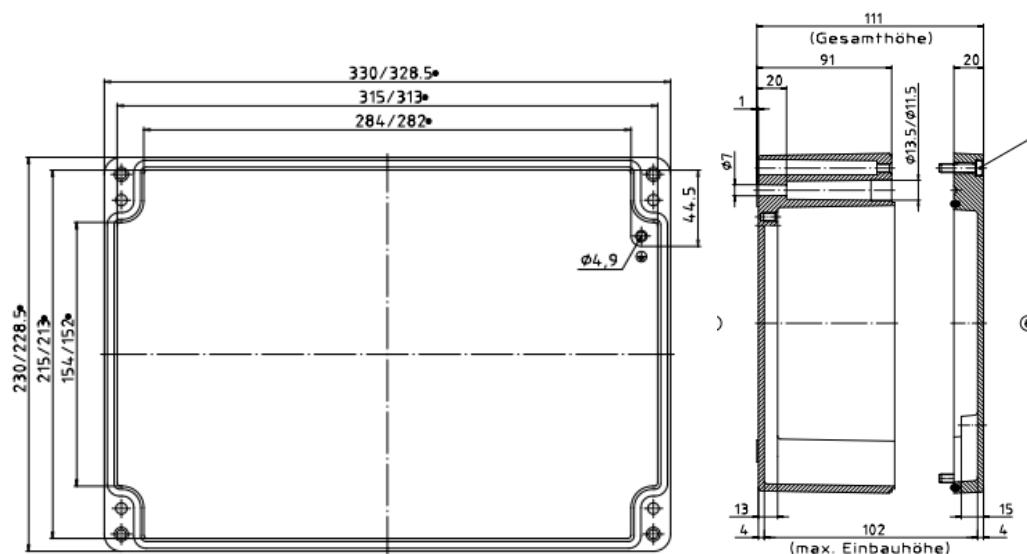
4. Specifikace měřících ústředn

S ohledem na přítomnost přívodu elektřiny poblíž mostního objektu se při monitoringu předpokládá použití ústředny EMS DV 803. Přívod energie k ústřednám se předpokládá prostřednictvím prodlužovacích kabelů, vedených po mostě v oblasti pod pochozími FRP pororošty, avšak mimo kabelové trasy měřící techniky monitoringu, aby nedošlo k ovlivnění měření. Alternativou (pokud by nebylo možné stálé napájení ze sítě zajistit) je využití úspornějších Data Takerů napájených solárními články.

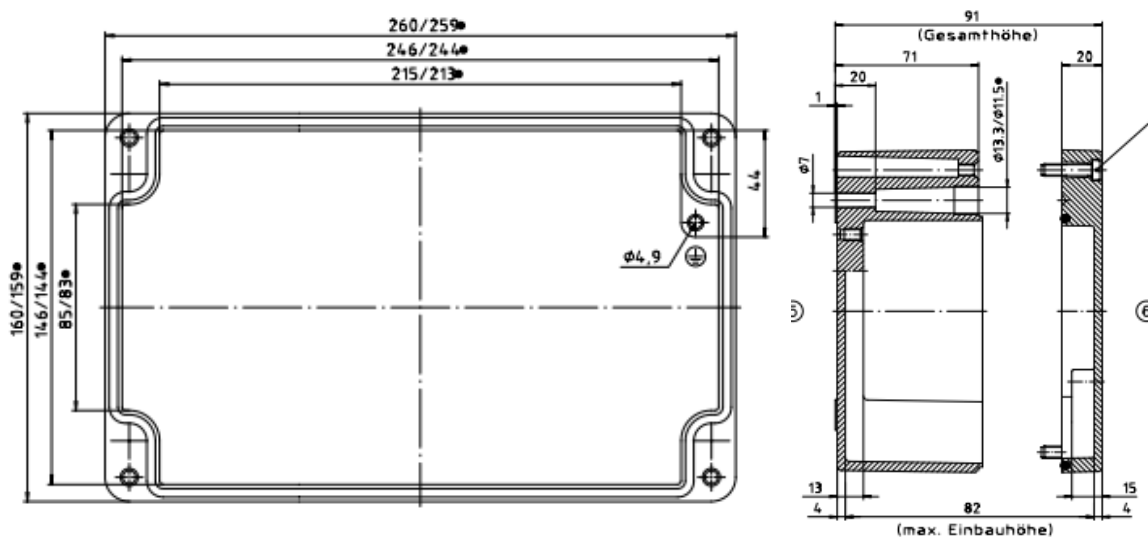
EMS DV 803 je měřící ústředna pro dlouhodobá rozsáhlá dynamická i statická měření v laboratoři i v průmyslovém prostředí. Umožňuje měření až 32 kanálů (tenzometrů, akcelerometrů, termočlánků a dalších čidel v různých kombinacích). Součástí každého kanálu je předzesilovač a samostatný šestnáctibitový A/D převodník se vzorkovací frekvencí až 3200 Hz.



Obr. 4 Měřící ústředna EMS DV 803



Obr. 5 Skříň pro ústřednu

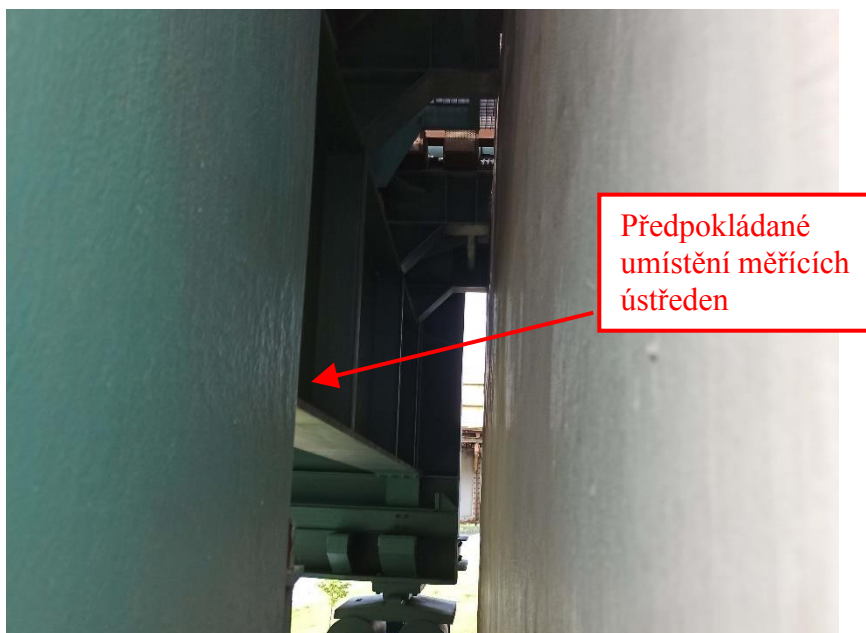


Obr. 6 Skříň pro zdroj a modem

Měřicí ústředna je určena k samostatným dlouhodobým i krátkodobým měřením například mechanického namáhání, vibrací, teplot, tlaků a podobně. Naměřená data jsou ukládána do velké interní paměti typu Compact Flash a přenášejí se do počítače (notebooku) přes ethernetové rozhraní. Součástí dodávky je obslužný program (Windows XP nebo novější) pro správu měření, grafické zobrazování naměřených dat a jejich export do textových a jiných formátů. Pro přímou dálkovou správu měření byl dodán GSM modem (GPRS/EDGE/3G). Ústředna může být alternativně vybavena modulem bezdrátového ethernetu WiFi.

- Počet měřených kanálů: 32 hlavních, modulární koncepce (4 sekce)
16 pomocných (například pro napájecí diagonály mostů)
- Typy měřených čidel:
- tenzometry (čtvrtmosty, půlmosty, celomosty)
 - akcelerometry
 - termočlánky, odporové teploměry
 - napěťové a proudové vstupy

- uživatelsky definovaná čidla - možnost výroby specifických vstupně - výstupních sekcí (např. pro indukční snímače)
 - Vzorkovací frekvence: každý kanál 3200 Hz (volitelně od 50 Hz do 3200 Hz)
 - A/D převod: 16 bitový, pro každý kanál samostatný A/D převodník, bez multiplexování - všechny kanály jsou měřeny synchronně
 - Přesnost měření: lepší než $\pm 0,1 \%$ (pro plný rozsah a provozní teplotu okolí)
 - Procesorová část měřicí ústředny: - řídicí šestnáctibitový procesor (Motorola)
 - signálový procesor (Analog Devices)
 - Ukládání dat v měřicí ústředně: - datová paměť typu Compact Flash (kapacita až 32 GByte)
 - přímý zápis do paměti
 - výběr lokálních extrémů, filtrace, časový výběr
 - volitelně aplikace statistických metod ("stékání deště")
 - Standardní komunikační rozhraní: Ethernet, RS485, možnost práce v síti
 - Volitelné rozšíření komunikace: GSM (GPRS/EDGE/3G) modem, WiFi bezdrátový ethernet
 - Napájení: 12 - 30 V DC, interní Li-Ion akumulátor až na 7 h provozu
 - Provedení: samostatná jednotka v kovové skříni s krytím IP 65
(rozměry podle typu skříně - např. 330 x 230 x 110 mm)
 - Provozní teplota okolí: od -20 do $+75$ °C, na přání je možno rozšířit
- Specifikem ústředny je možnost záznamu lokálních maxim a minim při současném záznamu statických hodnot. Při monitoringu budou použity dvě ústředny ve standardní konfiguraci s 32 kanály. Předpokládá se umístění ústředěn na opěře O01 a pilíři P1 v oblastech mezi podporovým příčником a závěrnou zídou.



Obr. 7: Umístění ústředěn

5. Popis měřených míst a použitých snímačů

Umístění jednotlivých snímačů, výkaz měřicí techniky, koncepce monitoringu a způsob jeho realizace je uveden v příloze:

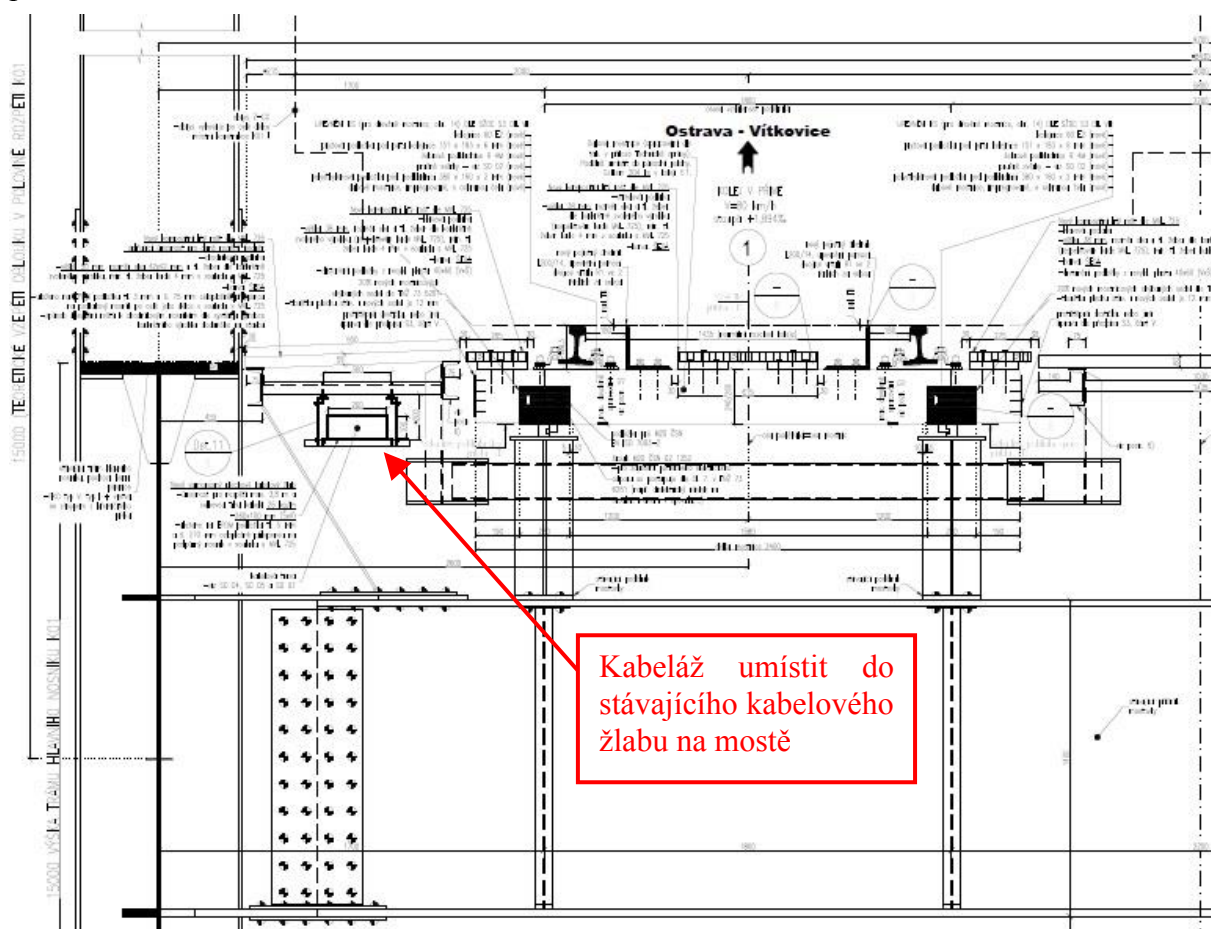
- Příloha 2 – Most v km 32,544 trati Ostrava Vítkovice – Ostrava Kunčice – Zařízení pro monitoring mostu

Dále uvedené snímače definují technický standard, ve kterém je třeba monitoring zřídit. Nevylučuje se použití ekvivalentních snímačů k těm, které jsou uvedeny v této zprávě.

5.1. Kabely a kabelové trasy

Přenos dat mezi snímači a ústřednami je zajištěn prostřednictvím 4-žilových kabelů ve dvou provedeních. Kabeláž v prostoru kolejového svršku (kolejové lože, mostnice) je provedena z kabelů **Unitronic Li2YCYv (TP) 2x2x0,22** (vnější průměr 8,1 mm), se zesíleným obalem, které jsou odolné proti ÚV záření. Ostatní kabeláž (na spodní stavbě atp.) je provedena z kabelů **Unitronic Li2YCY (TP) 2x2x0,22** (vnější průměr 6,5 mm), s obalem z PVC.

Použití 4 žilového kabelu umožňuje zapojení tenzometrů i ostatních snímačů způsobem, který eliminuje vliv teploty. Při zapojení je ale nezbytné upravit citlivost s ohledem na odpor vodiče pomocí kalibrace snímače.



Obr. 8: Umístění kabeláže na mostě [6]

Kabelové trasy jsou pro zamezení mechanickému poškození kabelů v oblasti kolejového lože vedeny podélně v chráničcích, případně v kabelovém žlabu. Na mostě budou kabelové trasy vedeny ve stávajícím kabelovém žlabu, umístěném pod chodníkovým roštem. Příčné vedení kabelu je provedeno v oblasti nad opěrami, aby nebylo nutné vést kabel prostorem nutného kolejového lože, kde by hrozilo nebezpečí poškození kabeláže při podbíjení. Kabely, vedené nad opěrou jsou fixovány k vhodné části nosné konstrukce (pravděpodobně k příčníku) stahovacími pásky.



Obr. 9: Unitronic Li2YCY (TP) 2x2x0,22



Obr. 10: Unitronic Li2YCYv (TP) 2x2x0,22

Pokud by bylo nutné vést kabely v průřezu nutného kolejové lože – budou chráněny tuhými chráničkami **FRÄNKISCHE FPKu-ES-F-UV 43411 Ø20 mm** a budou připevněny k pražci speciální objímkou. Ostatní chráničky v kolejovém loži budou vedeny ohebnou chráničkou **FRÄNKISCHE FFKuS-ES-F-UV Highspeed 4341 Ø25 mm**, případně v rámci kabelového žlabu (např. **Kopos Kopokan 100x100** nebo **Amispol KZ 1 100x100**). Chráničky jsou provedeny z polymeru odolného UV záření, kabelové žlaby jsou provedeny z PVC.



Obr. 11: Chráničky Fränkische: vlevo – FPKu-ES-F-UV 43411 Ø20 mm, uprostřed - FFKuS-ES-F-UV Highspeed 4341 Ø25 mm, vpravo – Amispol Kz 1 100x100

5.2. Měření napětí v kolejnici

Pro měření poměrného přetvoření v obou kolejniciích jsou použity odporové tenzometrické snímače **HBM 10/120 LY11**. Z důvodu minimalizace poruch a nežádoucích vlivů je navržena ochrana snímačů sestávající z krycího laku **PU140 + folie ABM75**.

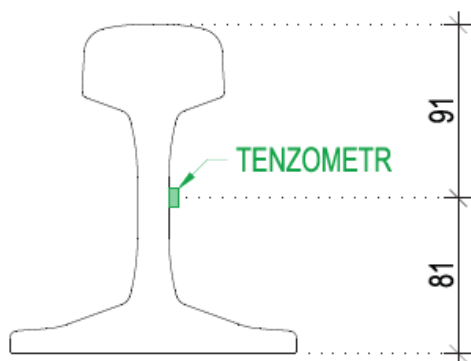
Na každé tenzometricky měřené místo je použito zapojení typu polomost, s jedním aktivním tenzometrem a jedním kompenzačním tenzometrem. **Aktivní tenzometr je orientován v podélném směru, zatímco kompenzační tenzometr je orientován svisle.** Tímto způsobem je kompenzován účinek rozdílných roztažností lepidla, oceli konstrukce a materiálu tenzometru při změně teploty.



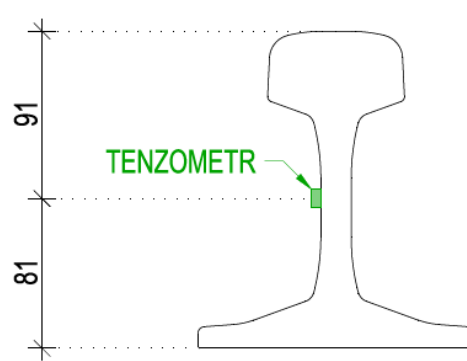
Obr. 12: Způsob zapojení tenzometrického polomostu – aktivní tenzometr v podélném směru, kompenzační tenzometr ve svílem směru

Tenzometry jsou nalepeny na každou kolejnici vždy z vnitřní strany, aby byly pohledově kryty a také chráněny profilem kolejnice proti mechanickému poškození. Tenzometry jsou **umístěny v úrovni těžiště kolejnice**. S ohledem na složitější profilu kolejnice je přesná poloha tenzometru před nalepením na kolejnici definována pomocí vytvořené profilované šablony. Nejistoty tenzometrického měření v rámci měřicí linky budou redukovány na základě **kalibrace sázecím odporem** o známé hodnotě. Kalibrace bude provedena sérií měření o statisticky významném počtu opakování. Na základě tohoto procesu bude nastavena skutečná citlivost měřicí linky při tenzometrickém měření.

Celkem je použito 10 tenzometrických snímačů – 6 pro měření poměrného přetvoření v kolejnici na nosné konstrukci a 4 pro měření v širé trati.



Obr. 13: Umístění tenzometru na levé kolejnici koleje 1 - příčný řez



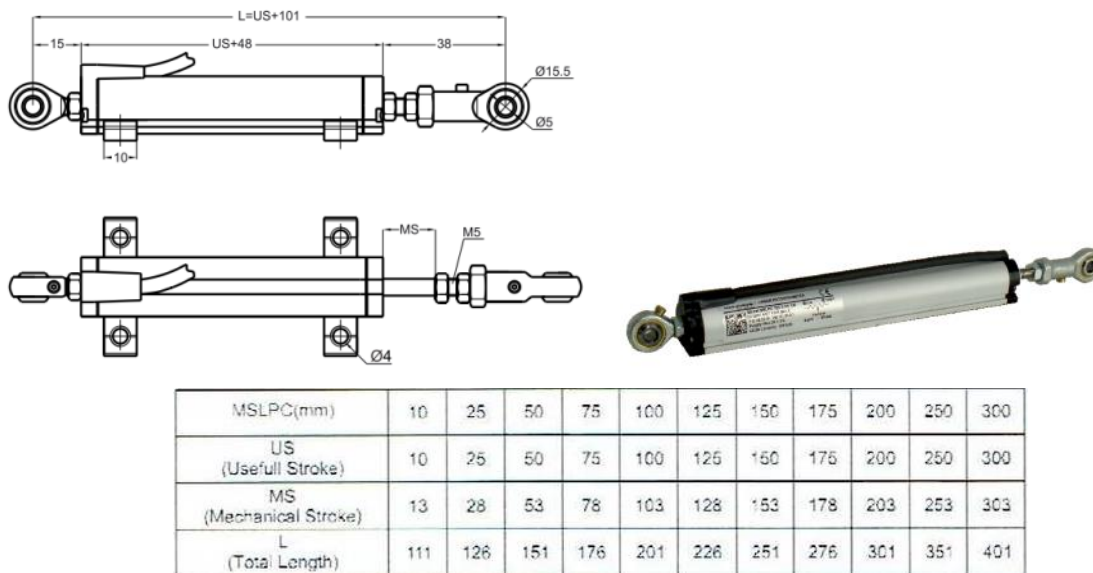
Obr. 14: Umístění tenzometru na pravé kolejnici koleje 2 - příčný řez

5.3. Měření posunů

Na monitorovaných objektech jsou měřeny posuny nosné konstrukce v ložiskách, posuny kolejnice vůči závěrné zídce a také relativní posuny mezi kolejnicí a nosnou konstrukcí (podélníkem). Použité snímače jsou v měřených místech uchyceny prostřednictvím přípravků tvořených plechy a úhelníky z korozivzdorné oceli jakosti 1.4301. Spojovací prostředky (šrouby, podložky, matice, závitové tyče) jsou realizovány z oceli jakosti A2. Způsob uchycení

snímačů je navržen tak aby byl s ohledem na nosnou konstrukci co nejméně invazivní. Předpokládá se přilepení kotvicích přípravků, nebo využití upevnění svěrnou silou. Pro lepení kotevních přípravků bude použito lepidlo s dobrou stálostí materiálových parametrů při změně teploty a při UV záření. V případě kotvení k betonové závěrné zídce budou využity chemické kotvy, osazené do předvrtaných děr v betonu.

Pro měření posunů na objektu jsou použity potenciometrické snímače od společnosti Megatron. S ohledem na délku dilatačních celků a očekávané hodnoty v měřených veličinách jsou pro měření relativních posunů v podélně pevných ložiskách a v KVDZ použity snímače **MSLPC 100 D 5K 1M5** (rozsah 0-100 mm). Pro měření posunu v podélně posuvných ložiskách budou použity snímače **MSLPC 150 D 5K 1M5** (rozsah 0-150 mm). Pro měření relativního posunu koleje vůči podélníku, respektive koleje vůči závěrné zídce mohou být použity snímače **MSLPC 50 D 5K 1M5** (rozsah 0-50 mm), nebo ekvivalentní snímače s odpruženým hrotem. Snímače splňují stupeň ochrany krytem IP65. Šasi snímače je hliníkové a hrot snímače je z korozivzdorné oceli. Rozměry snímačů jsou zřejmé z obrázku níže.

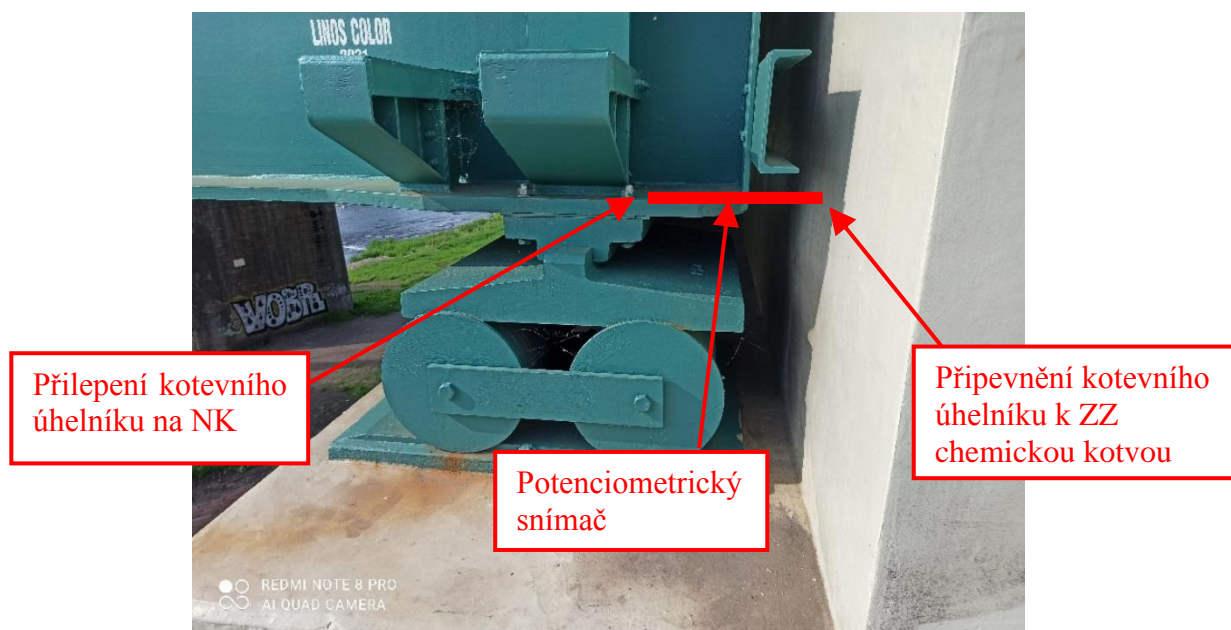


Obr. 15 Snímač MSLPC

5.3.1. Posun nosné konstrukce

Posun nosné konstrukce mostu bude měřen v oblasti ložisek. Měření bude relativní posun konzoly nad ložiskem (která je upevněna k nadpodporové výztuže) vůči závěrné zídce. Uchycení snímačů je provedeno prostřednictvím konzolek vytvořených z úhelníků L70x7 a přišroubovaných plechů P3. První úhelník bude přilepen k ocelové konstrukci, zatímco druhý bude připevněn k závěrné zídce pomocí chemických kotev. Poloha kotvení bude nastavena individuálně s ohledem na teplotu konstrukce a rozsah snímače. V případě nutnosti rektifikace polohy snímače bude k jednomu z úhelníků připojen rektifikační plech P3. Potenciometrické snímače budou ke konzolkám přišroubovány pomocí šroubů M5 s maticí.

Posuny nosné konstrukce budou měřeny celkem na **čtyřech místech** – na obou posuvných ložiskách opěry O01 a také na obou pevných ložiskách pilíře P1. Pro měření na posuvných ložiskách jsou s ohledem na délku dilatačního celku použity snímače **MSLPC 150 D 5K 1M5** (rozsah 0-150 mm), posuny v pevných ložiskách budou měřeny prostřednictvím snímačů **MSLPC 100 D 5K 1M5** (rozsah 0-100 mm). Poloha snímačů a způsob uchycení je patrný z obrázku níže.

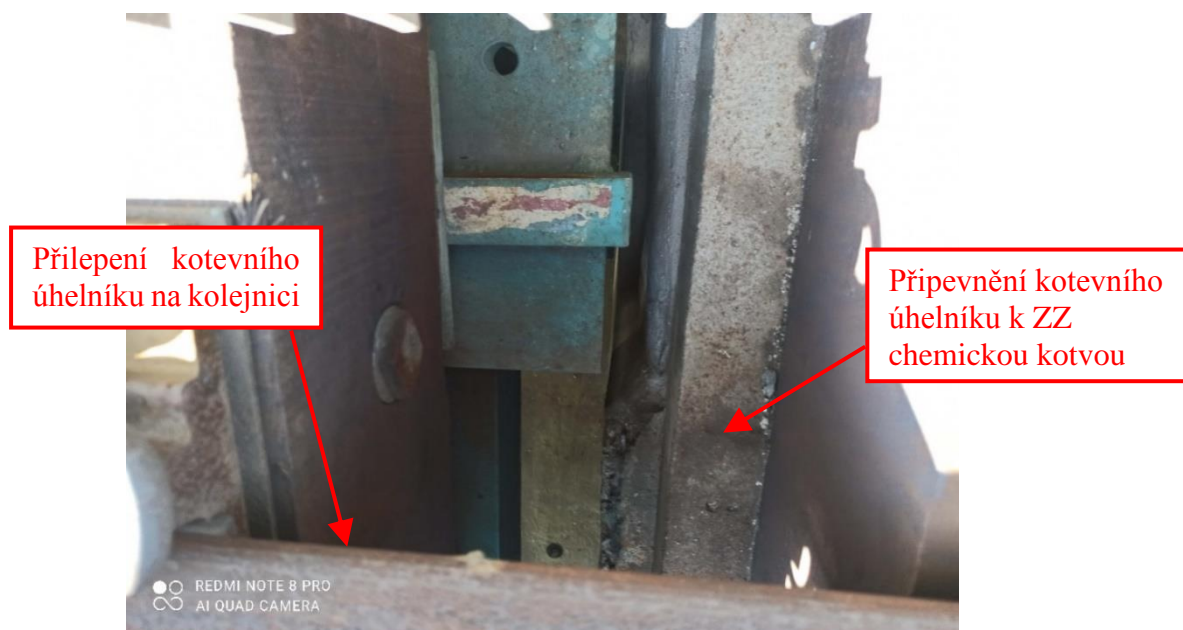


Obr. 16 Princip uchycení snímače posunu NK v ložiskách

5.3.2. Posun kolejnice vůči závěrné zídce

Relativní posuny mezi kolejnicí a závěrnou zídou jsou měřeny na dvou místech – jedenkrát nad opěrou O01 a jedenkrát nad pilířem P1 a v obou případech na pravé kolejnici koleje 1.

Potenciometrický snímač dráhy bude z jedné strany přikotven k úhelníku, zdola přilepenému v patě kolejnice (cca v polovině světlosti mezi mostnicemi) a z druhé strany bude připevněn ke konzolce vytvořené z úhelníků, přišroubovaných 2ks šroubu M12 a kotvených k závěrné zídce prostřednictvím chemických kotev. Pro měření posunů mezi kolejnicí a závěrnou zídou budou v obou případech použity potenciometrické snímače **MSLPC 50 D 5K 1M5** (rozsah 0-50 mm), případně alternativní snímač s odpruženým hrotem.

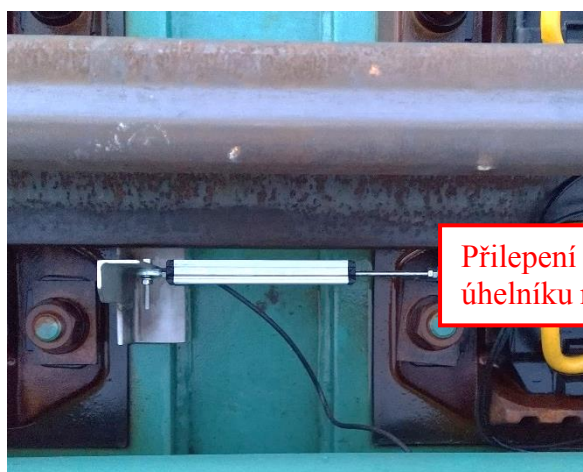


Obr. 17 Princip uchycení snímače relativního posunu kolejnice vůči závěrné zídce

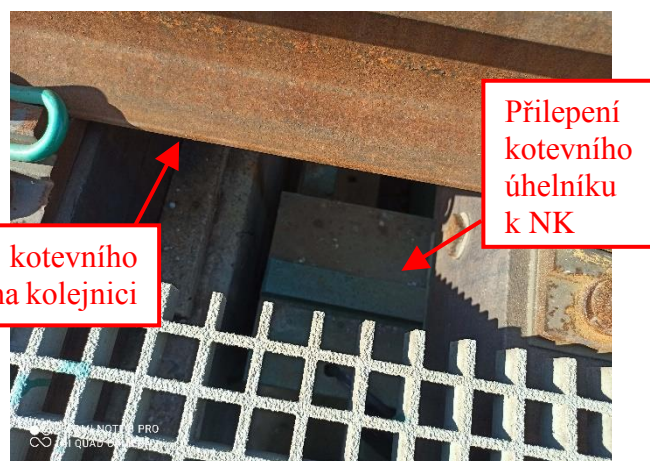
5.3.3. Posun kolejnice vůči nosné konstrukci

Relativní posuny mezi kolejnicí a nosnou konstrukcí (úhelníkem) jsou měřeny celkem ve čtyřech řezech a ve všech případech na pravé kolejnici v koleji 1. První měřený řez je uvažován nad opěrou O01, druhé měřené místo je na mostní konstrukci ve vzdálenosti cca 20 m po směru staničení od O01, třetí místo je na mostě ve vzdálenosti 20 m od P1 proti směru staničení a poslední místo je uvažováno nad P1. Umístění odpovídá poloze tenzometrických snímačů.

Každý potenciometrický snímač je připevněn ke kolejnici prostřednictvím nerezového úhelníku, přilepeného zespodu k patě kolejnice. K úhelníku je připevněn prostřednictvím konzolového přípravku tvořeného plechem a úhelníkem, dohromady spojenými šrouby M12. Konzolový přípravek je k podélníku přilepen. Pro měření posunů mezi kolejnicí a podélníkem budou s ohledem na stísněný prostor a dosažitelné hodnoty posunů v obou případech použity potenciometrické snímače **MSLPC 50 D 5K 1M5** (rozsah 0-50 mm), případně alternativní snímače s odpruženým hrotem.



Obr. 18 Příklad uchycení relativního snímače pro měření posunu kolejnice vůči NK



Obr. 19 Princip uchycení snímače relativního posunu kolejnice vůči NK

5.3.4. Posun v kolejovém dilatačním zařízení

Posun v kolejovém dilatačním zařízení bude měřen celkem ve dvou místech v přechodové oblasti nad opěrou O01– jedenkrát v pravé kolejnici koleje 1 a jedenkrát v levé kolejnici koleje 2.

Potenciometrické snímače budou umístěny na vnitřní stěně profilu kolejnic. Připevněny budou prostřednictvím nerezových úhelníků, přilepených k oběma pohyblivým koncům kolejnice. Pro tato měření jsou s ohledem na délku dilatačního celku použity snímače **MSLPC 100 D 5K 1M5** (rozsah 0-100 mm). Poloha snímačů a způsob uchycení je patrný z obrázku níže.



Obr. 20 Příklad uchycení relativního snímače pro měření posunu kolejnice vůči NK

5.4. Měření teploty

Teplota je měřena na obou kolejnicích a na prvcích NK pomocí odporových teplotních snímačů **PT100** pro rozsah teplot -200 až 650 °C. Měření budou změny teplot na kolejnicích, na nosné konstrukci a teplota ovzduší. Snímače budou, pokud možno umístěny tak aby nedošlo k jejich přímému oslunění. Snímače teploty na kolejnici budou ochráněny krycí folií podobně jako tenzometry.

5.4.1. Kolejnice

Teplota kolejnice je měřena celkem ve třech řezech – v přechodové oblasti před O01, uprostřed NK1 a v koleji na NK2. Všechny snímače měřící teplotu kolejnic budou umístěny na stojinách kolejnicových pásů z vnitřní strany a budou ochráněny proti vlivům povětrnosti podobně jako tenzometry.

5.4.2. Nosná konstrukce

Teplota nosné konstrukce je měřena celkem v 8 měřených místech. Celkem 4 snímače budou osazeny na obou hlavních nosných trámech ve vzdálenosti cca 20 m od pilíře P2 proti směru staničení. Snímače budou umístěny na horní i dolní pásnici tak, aby bylo zachyceno případné nerovnoměrné oteplení prvků.

Další 4 teplotní čidla budou osazena na oblouku ve vzdálenosti cca 15 od opěry O01 po směru staničení ve výšce cca 6,25 m nad pochozí hranou chodníkových roštů. Snímače budou opět umístěny na horní i dolní pásnici s cílem zachytit případné nerovnoměrné oteplení oblouku.

5.4.3. Teplota vzduchu

Teplota ovzduší je měřena prostřednictvím čidla, které bude připevněno k podporovému příčnicku na P1 a bude volně viset v prostoru. Měřena bude teplota ve stínu – umístění čidla bude zvoleno tak, aby nedošlo k oslunění snímače.

5.5. Seznam měřených míst

Číslování snímačů je provedeno s ohledem na podélnou polohu příčného řezu, ve kterém se nachází. Číslování roste ve směru staničení, začíná snímačem v řezu 1 a končí snímačem v řezu 11. Číslování ústředny je provedeno nezávisle na snímačích. Na mostě jsou použity celkem dvě ústředny EMS DV 803, jedna umístěná na podporovém příčníku NK1 na opěře O01 a druhá umístěná v témže místě na pilíři P1.

Tab. 1 Seznam měřených míst a zapojení na ústředně MJ 1

Ústředna MJ 1 - zapojení				
Snímač	Ústředna	Sekce	Kanál	Popis
TK1P	MJ 1	1	1	Tenzometr – polomost
TK2P			2	Tenzometr – polomost
TK3L			3	Tenzometr – polomost
TK3P			4	Tenzometr – polomost
TK5P			5	Tenzometr – polomost
–			6	–
–			7	–
–			8	–
–		2	1	–
–			2	–
–			3	–
–			4	–
–			5	–
–			6	–
–			7	–
–			8	–
PSD2P		3	1	Potenciometrický snímač – KVDZ
PSD2L			2	Potenciometrický snímač – KVDZ
PSD31P			3	Potenciometrický snímač – kolejnice/ZZ
PSD32P			4	Potenciometrický snímač – kolejnice/most
PSD33L			5	Potenciometrický snímač – ložisko
PSD33P			6	Potenciometrický snímač – ložisko
PSD5P			7	Potenciometrický snímač – kolejnice/most
STK2P			8	Teplota kolejnice – předpolí O01
STK2L		4	1	Teplota kolejnice – předpolí O01
TN4PH			2	Teplota NK – oblouk
TN4PD			3	Teplota NK – oblouk
TN4LH			4	Teplota NK – oblouk
TN4LD			5	Teplota NK – oblouk
–			6	–
–			7	–
–			8	–

Tab. 2 Seznam měřených míst a zapojení na ústředně MJ 2

Ústředna MJ 1 - zapojení				
Snímač	Ústředna	Sekce	Kanál	Popis
TK7P	MJ 2	1	1	Tenzometr – polomost
TK8P			2	Tenzometr – polomost
TK8L			3	Tenzometr – polomost
TK10P			4	Tenzometr – polomost
TK11P			5	Tenzometr – polomost
–			6	–
–			7	–
–			8	–
–		2	1	–
–			2	–
–			3	–
–			4	–
–			5	–
–			6	–
–			7	–
–			8	–
PSD7P		3	1	Potenciometrický snímač – kolejnice/most
PSD81P			2	Potenciometrický snímač – kolejnice/ZZ
PSD82P			3	Potenciometrický snímač – kolejnice/most
PSD83P			4	Potenciometrický snímač – ložisko
PSD83L			5	Potenciometrický snímač – ložisko
STK6P			6	Teplota kolejnice – uprostřed rozpětí NK1
STK6L			7	Teplota kolejnice – uprostřed rozpětí NK1
TN7PH			8	Teplota NK – trám
TN7PD		4	1	Teplota NK – trám
TN7LH			2	Teplota NK – trám
TN7LD			3	Teplota NK – trám
STK9P			4	Teplota kolejnice – nad pilířem P2
STK9L			5	Teplota kolejnice – nad pilířem P2
STV			6	Teplota ovzduší
–			7	–
–			8	–

6. Plán sběru dat

Cílem monitoringu je prověření chování konstrukce v rámci zimního a letního období. Předpokládá se tedy doba měření 10 až 12 měsíců. Měřením je třeba zachytit změny související s chladnutím a oteplením konstrukce. Doba měření je uvažována následovně, pokud bude možné zřídit monitoring do konce letního období (cca do konce září 2022), budou již při měření zachyceny účinky chladnutí a měření bude možné ukončit za 12 měsíců (září 2023), neboť bude kompletně měřeno jedno zimní a jedno letní období.

V případě, že bude možné monitoring zřídit až v průběhu zimního období (např. listopad 2022), lze předpokládat, že monitoring nezachytí změny související se ochlazením konstrukce kompletně a monitoring tak bude třeba prodloužit o jedno zimní období déle – konec měření by se tedy v takovém případě předpokládal na jaře 2024.

Charakteristika monitoringu:

- Doba měření je **12 měsíců let** za předpokladu zahájení měření do konce letního období (cca do konce září 2022)
- Předpokládá se kontinuální měření pro zachycení kvazistatických hodnot s odečtem hodnot v intervalu **1 min**
- Ve vytipovaných intervalech bude provedeno krátkodobé dynamické měření se vzorkováním **50 Hz** za účelem vyhodnocení vodorovných účinků dopravy – brzdných a rozjezdových sil.
- Výsledky měření budou prezentovány v závěrečné zprávě.

V Praze dne 20.6.2022 za kolektiv řešitelů



.....
Ing. Vojtěch Stančík, Ph.D.



.....
doc. Ing. Pavel Ryjáček, Ph.D.

7. Výkaz výměr monitoringu

1. Příprava a zprovoznění systému	ks	
Zpracování detailního projektu monitoringu, projednání	2	čl/den
Kabely	1000	m
Chráničky, kabelové příchytky, magnety	1	soub.
Instalace in-situ	18	čl/den
Demontáž in-situ	8	čl/den
Systém měřicí ústředny, modemu, case, průchodky (amortizace, 20% ceny zařízení, 2 ústředny)	0,4	soubor
Boxy pro ústředny, průchodky	2	soubor
Tenzometrický snímač, aplikace, ochrana (2x tenzometr 1 místo)	20	ks
Snímač teploty - upevnění, instalace, ochrana	15	ks
Snímač posunu - 50-150mm (50% ceny amortizace a ztráty, přípravky pro osazení)	12	ks
Cestovné (1 cesta, 2 vozy)	1520	km
Cestovné demontáž (1 cesty, 1 vůz)	760	km
Ubytování montáž, stravné	12	čl/den
Ubytování demontáž, stravné	4	čl/den
Kontrola a ověření systému, zpráva o instalaci	5	čl/den
Režijní náklady, koordinace	4	%
2. Roční správa monitoringu	ks	
Údržba, oprava snímačů a ústředen(vandalismus, provoz), z ceny zřízení	5	%
Zpracování a stahování dat	8	čl/den
Napájení systému, poplatky elektro (popř. solár, výměna akumulátoru)	1	soub.
SIM karta, datové přenosy 50GB, 2 karty	12	měsíc
Cestovné (2 cesta)	760	km
Zpracování zprávy z měření, analýza měření	15	čl/den

8. Výkaz demontovaných částí svršku

V rámci stavby budou odstraněna všechna dilatační zařízení na vítkovickém předpolí mostu v obou kolejích. Dilatační zařízení budou nahrazena běžnými kolejovými poli. V úseku výběhu pojistných úhelníků budou částečně ponechány stávající dřevěné pražce, částečně pak doplněny novými dřevěnými pražci. Ve zbylé části úseku pak budou osazeny nové betonové pražce v kombinaci s použitím 4 ks běžných betonových pražců ze stávajícího KMDZ60. Zároveň bude upraven rozsah svěrek se sníženou svěrnou silou a budou osazeny pražcové kotvy.

Po provedení prací na žel. svršku bude osazen monitoring a chování interakce most – kolej bude průběžně sledováno a vyhodnocováno.

VÝKAZ VÝMĚR:

Kolejnice 60 E2 R260

25 m 4 ks alternativně 60 m 4 ks

Dřevěné pražce vystrojené s upevněním "KS" se svěrkami Skl24B a podložkou pod patu kolejnice Zw687

12 ks

Betonové pražce vystrojené pružným bezpodkladnicovým upevněním

104 ks se standardními svěrkami Skl14

16 ks se svěrkami Skl14B a podložkami pod patu kolejnice Zw687a

svěrky Skl14B 64 ks

podložky pod patu kolejnice Zw 687a 32 ks

Pražcové kotvy pro dřevěné pražce

14 ks

Pražcové kotvy pro betonové pražce

46 ks

Výměna svěrek Skl24U za Skl24B a doplnění podložek pod patu kolejnice Zw687

Skl24B 52 ks

Zw687 26 ks

Doplnění ocelových podložek pod PÚ

200x200x6 mm 68 ks

200x100x6 mm 4 ks