

**Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera**

**Diagnostika mostní konstrukce v km 30,784 t.ú. 1551 Moravany -
Borohrádek**

Luboš Fišer

**Bakalářská práce
2010**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Luboš FIŠER**
Osobní číslo: **D07247**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Dopravní infrastruktura-Dopravní cesta**
Název tématu: **Diagnostika mostní konstrukce v km 30,784 t.ú. 1551
Moravany - Borohrádek**
Zadávací katedra: **Katedra dopravního stavitelství**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Požaduje se vypracovat:

1. Zprávu o měření
2. Protokol o zkoušce
3. Metodiku měření
4. Fotodokumentace
5. Výkaz výměr

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Manuál k ultrazvukovému tloušťkoměru TT300

Manuál k ultrazvukovému tloušťkoměru CM-8821

Diplomová práce - Ing. Collino, Pardubice 2007

Protokol o podrobné mostní prohlídce ŠŽDC 2005 - důvěrné

Literatura související s principu ultrazvukového měření

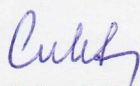
Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Bohumil Culek, Ph.D.

Katedra dopravního stavitelství

Datum zadání bakalářské práce: **30. listopadu 2009**

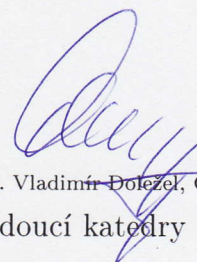
Termín odevzdání bakalářské práce: **31. května 2010**



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.

děkan

L.S.



doc. Ing. Vladimír Doležel, CSc.

vedoucí katedry

dne

PROHLÁŠENÍ

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.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 20. 05. 2010

Luboš Fišer

PODĚKOVÁNÍ

Za pomoc při získávání podkladů pro bakalářskou práci a odborné konzultace k jednotlivým kapitolám děkuji doc. Ing. Culkovi, Ph.D. a zaměstnancům SŽDC Ing. Tucauerovi a Ing. Novákovi.

ABSTRAKT

V první části této bakalářské práce je obecné seznámení s pojmem technické měření a obecně je řečeno, k čemu slouží. Jsou zde uvedeny metody měření ocelových konstrukcí a měřené veličiny. Tato část dále obsahuje obecný popis mostní konstrukce, kde probíhalo získání dat pro praktickou část práce.

Druhá část práce obsahuje seznámení s moderními nedestruktivními diagnostickými metodami pro mostní konstrukce. Ke každé metodě je zde uveden princip jejího fungování.

Třetí část je určena pro popis měření pomocí ultrazvukového tloušťkoměru TT 300 od firmy TIME Group Inc., kterým probíhalo získávání vstupních údajů, jeho popis, specifikace a princip měřicí metody.

Ve čtvrté části se zabývám vlastním cílem bakalářské práce, který spočíval ve stanovení úbytku koroze na mostní konstrukci Loučná II na traťovém úseku Moravany - Borohrádek v km 30,784. Měření bylo provedeno celkově na 50 kontrolních bodech. V dané části je specifikovaný použitý přístroj, jeho nastavení a měřené veličiny. Je zde také uveden skutečný stav mostní konstrukce v době měření. Hlavní těžiště práce je rozvinuto v kapitole 4.7 Naměřené údaje. Tato kapitola popisuje vlastní experimentální měření. Dále je ve čtvrté části zpracováno vyhodnocení naměřených dat a zatřídění k jednotlivým průřezům na konstrukci.

V páté části jsou popsána kritická místa mostní konstrukce.

KLÍČOVÁ SLOVA

Diagnostika, ocelová mostní konstrukce, ultrazvukový tloušťkoměr, korozní úbytek

ABSTRAKT

In the first part of this thesis is described general introduction of the concept and the using of technical measurements. There are introduced the methods for the measurement of steel constructions. There is general description of Taka bridge construction where the practical measurement was realized.

The second part includes an identification of recent non-destructive diagnostic methods for the bridge construction. There is any method to set its operating principle.

The third section is intended for the description of the measurement through the use of the audigauge TT 300 by Company TIME Group Inc., in order to get the input data, description of the instrument, the specifications and the principle of measuring method.

In the fourth part I put mind to describe my purpose of the thesis. The most important purport of the thesis is the determination of the corrosion decrease of the bridge construction Loučna II, line section Moravany – Borohrádek in km 30,784. The Measurements were made in total 50 control points. In this part of the thesis is specified the used apparatus, setting of them and the obtained measurand. The main focus of the work is developed in the chapter 4.7 The measured data. This chapter describes the actual experimental measurement. There is processed evaluation of the measured data and the consequently classifications of separate construction cut.

The fifth part describes the critical places of the bridge construction.

KEYWORDS

Diagnosis, steel bridge construction, audigauge, corrosion loss

OBSAH

1. Úvod	1
1.1 Technické měření konstrukcí.....	1
1.2 Měření ocelových konstrukcí	1
1.3 Železniční ocelový most Loučná II	2
2. Přehled současného stavu řešené problematiky	3
2.1 Tenzometrické měření	3
2.2 Akustická emise.....	6
2.3 Měření pomocí ultrazvuku.....	7
2.3.1 Princip a metody zkoumání ultrazvukem	8
2.3.2 Ultrazvukové sondy	10
3. Ultrazvukové měření pomocí TT 300	11
3.1 Specifikace přístroje	12
3.2 Rychlost šíření zvuku	12
4. Diagnostika mostu Loučná II	14
4.1 Cíl	14
4.2 Popis konstrukce.....	14
4.3 Podmínky měření.....	14
4.4 Zkušební metoda	15
4.5 Měřené veličiny	16
4.6 Místa měření	16
4.7 Specifikace přístrojů	18
4.8 Naměřené údaje	18
4.8.1 Měřící den č.1	18
4.8.2 Měřící den č. 2	20
4.8.3 Měřící den č. 3	22
4.8.4 Měřící den č. 4	23
4.9 Vyhodnocení měření.....	25
4.9.1 Vyhodnocení měření z 1. dne	26
4.9.2 Vyhodnocení měření z 2. dne	26
4.9.3 Vyhodnocení měření z 3. dne	27
4.9.4 Vyhodnocení měření z 4. dne	28
4.9.5 Zatřídění měřených bodů.....	29
5. Závěr	32
Seznam použité literatury	33
Seznam obrázků	34
Seznam tabulek	34
Seznam příloh	34

1. ÚVOD

Cílem práce je seznámení s teorií vybraných nedestruktivních metod a principem jejich fungování. Podrobněji je zde představen princip měření tloušťky materiálu pomocí ultrazvukového přístroje TT 300, který byl prováděn na vybrané mostní konstrukci na železniční trati Moravany - Borohrádek v km 30,784.

1.1 Technické měření konstrukcí

Technické měření je jedním z podstatných prvků sledování mostní konstrukce. Měření je možno provádět přímo v terénu nebo v případě potřeby doplnit laboratorními zkouškami. Výsledky zkoušek nám podávají přesný obraz o zkoušené konstrukci. Předepsaná životnost mostních konstrukcí je minimálně 100 let. Konstrukci je třeba během její životnosti v pravidelných intervalech kontrolovat a provádět na ní kontrolní měření. Při těchto kontrolách mohou být nalezeny nedostatky, které při včasném a správném odstranění neomezí životnost sledované konstrukce.

1.2 Měření ocelových konstrukcí

Měření ocelových konstrukcí je možno podle měřených veličin rozdělit na následující:

a) Zatěžovací zkoušky:

Jsou definovány dle ČSN 73 6209 „Zatěžovací zkoušky mostů“

Měřené veličiny	Jednotky
Svislý průhyb hl. nosníků (v místech největších očekávaných svislých posuvů)	[mm]
Pokles podpěr	[mm]
Zatlačení ložisek	[mm]
Příčný posun hl. nosníků	[mm]

Tabulka 1 - Měřené veličiny při zatěžovací zkoušce

b) Měření napětí v konstrukci:

K měření se používají strunové nebo odporové tenzometry.

Měřené veličiny	Jednotky
Napětí v konstrukci	[MPa]

Tabulka 2 - Měřené veličiny při měření napětí v konstrukci

Sledování trhlin:

K měření se používají liniové deformetry, srovnávací karty, lupy.

Měřené veličiny	Jednotky
Velikost trhliny	[mm]

Tabulka 3 - Měřené veličiny při sledování trhlin

Sledování úbytku materiálu:

K měření se používají ultrazvukové tloušťkoměry, váhy.

Měřené veličiny	Jednotky
Úbytek materiálu	[mm]
Sledování úbytku hmotnosti	[kg]

Tabulka 4 - Měřené veličiny při sledování úbytku materiálu

1.3 Železniční ocelový most Loučná II

Mostní konstrukce se nachází ve východních Čechách, v Pardubickém kraji, v okrese Pardubice, 12 km jihovýchodně od Pardubic na železniční trati Moravany – Borohrádek v km 30,784, traťový úsek 1551. Souřadnice GPS: 50°0'17.706"N, 15°57'31.789"E. Mostní konstrukce je umístěna přes řeku Loučná.

Most byl vyroben v roce 1898 a je předpokládáno, že byl vyroben z plávkové oceli s pevností 200 MPa a mezí kluzu 165 MPa. Jedná se o ocelovou příhradovou konstrukci přímo – pásovou, svislicovou, s dolní mostovkou, mostnicemi a otevřeným uspořádáním. Most byl navržen jako jednopolevý, jednokolejný. Konstrukce mostu je spojena pomocí nýtů z několika tvarů profilů. Horní pásnice má tvar písmena T a spodní pásnice tvar obráceného písmena T. Diagonály mají podle druhu namáhání rozdílné profily. Tlačené diagonály mají tvar profilu L a tažené diagonály jsou z ploché oceli. Fotodokumentace mostní konstrukce je součástí Přílohy č. 5 – Fotodokumentace.



Obr. 1- Pohled na mostní konstrukci ve směru od Moravan

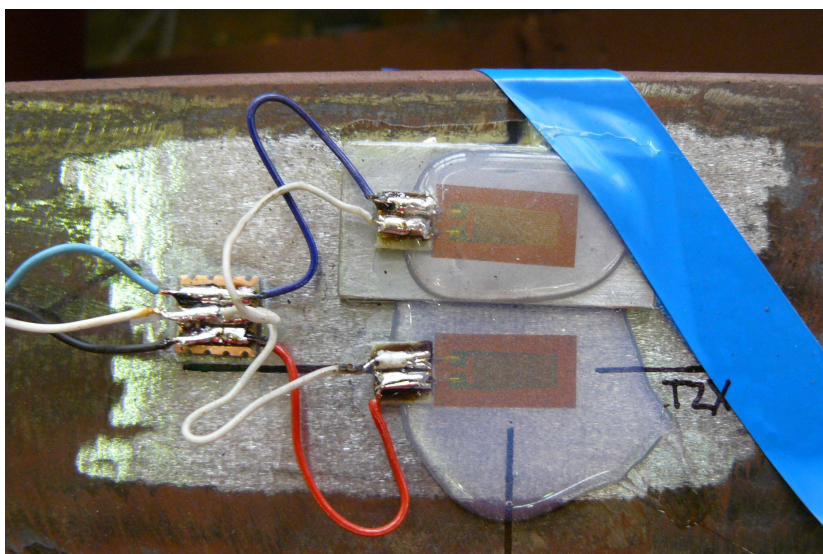
2. PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Pro měření a monitorování mostních konstrukcí užíváme nedestruktivní zkoušky různých druhů. Pro každou konstrukci je třeba zvolit vhodnou kombinaci měřících metod. Mezi základní a nejrozšířenější druhy metod patří:

- 1) Tenzometrické měření
- 2) Akustická emise
- 3) Měření pomocí ultrazvuku

2.1 Tenzometrické měření

Tenzometry patří do skupiny odporových snímačů. Používají se ve formě pásek nebo drátů k měření deformací konstrukcí při statickém nebo dynamickém namáhání. Při průhybu nosných dílů se některé jejich části prodlužují a jiné zkracují. S tejným způsobem se mění i délka měřících pásků nebo drátů (tenzometrů) spojených s těmito nosnými díly. Jejich délkové změny ovlivňující napětí materiálu jsou velmi malé (desetiny až desítky mikrometrů). Při natahování tenzometru narůstá jeho odpor, protože se zvětšuje jeho délka a zmenšuje se jeho průřez. Délku natahovaného tenzometru je možno zvětšit jeho klikatým meandrovým uspořádáním, při kterém se celkové prodloužení násobí počtem rovnoběžných drah vedoucích ve směru měřeného prodloužení. V příčném směru je naopak změna délky velmi malá. Tenzometry jsou k měřenému povrchu připevněny velmi tenkou vrstvou tmelu, který musí zároveň vytvářet dostatečný izolační odpor. Vlastnosti používaných tmelů mohou mít výrazný vliv na přesnost měření. [1]



Obr. 2 - Upevnění tenzometrů

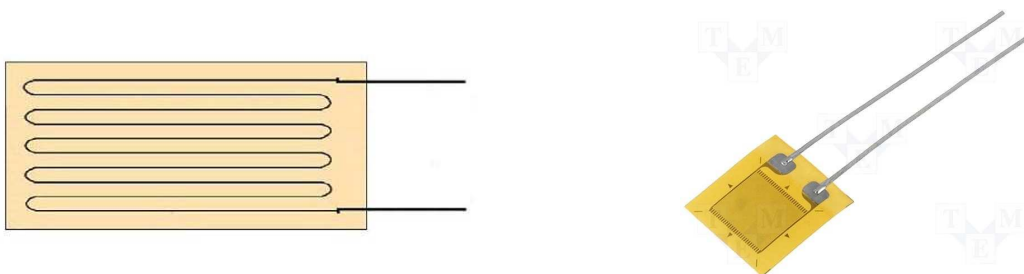
Z hodnoty deformace konstrukce se pomocí Hookova zákona vypočítá napětí. Při výpočtu je jednou z nejdůležitějších charakteristik modul pružnosti, proto je nezbytné tuto hodnotu určit co nejpřesněji. Dalším ovlivňujícím faktorem je teplota. Tenzometr umístěný na povrchu je třeba opatřit teplotními kryty, aby přebraly teplotu měřené konstrukce. [2]

Dělení tenzometrů:

- a) Kovové tenzometry
- b) Polovodičové tenzometry

a) Kovové tenzometry:

Kovové tenzometry jsou většinou vyráběny z konstantu [3] (Slitina mědi a niklu v poměru obvykle 55% mědi a 45% niklu. Její název souvisí s tím, že její rezistivita je v širokém rozsahu teplot přibližně konstantní.) nebo chromoniklové slitiny (80% chromu a 20% niklu). Drátky tenzometru mívají průměr kolem 0,01 mm a jsou přilepeny na speciální nevodivé podložce. Jejich konce jsou s přívodními vodiči spojeny svařením. Kromě drátkových tenzometrů se často používají tenzometry fóliové, u nichž jako vodič slouží kovová fólie na nosné izolační podložce. Tenzometr se přilepí na povrch měřeného objektu speciálním lepidlem. Základním parametrem tenzometru je koeficient k vyjadřující poměr mezi relativní změnou odporu a relativní změnou délky. U konstantových tenzometrů je hodnota koeficientu k přibližně 2. Kovové tenzometry se uplatňují hlavně v aplikacích, kde je požadována velká přesnost. Jedná se především o povrchové deformace kriticky namáhaných součástí, měření zatížení, síly, tlaku. Přesnost těchto tenzometrů se pohybuje při teplotách -10°C až 40°C vzhledem ke jmenovité hodnotě méně než $10^{-2}\%$. [1], [4]



Obr. 3 - Drátkový a fóliový tenzometr

Je-li měřená deformace objektu vyjádřena poměrným prodloužením jeho povrchu $\varepsilon=(\Delta l/l)$, pak poměrná změna odporu kovového tenzometru je :

$$\frac{\Delta R}{R_0} = k * \varepsilon \quad (2.1.1)$$

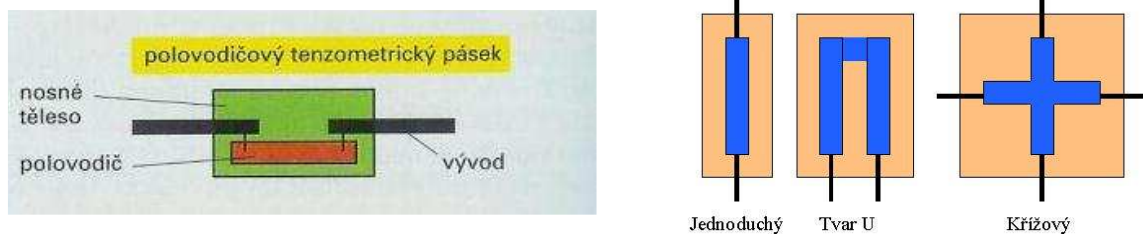
R_0odpor tenzometru při výchozím mechanickém zatížení

ΔR přírůstek odporu tenzometru při poměrném prodloužení ε

k konstanta vyjadřující vlastnosti tenzometru (jeho citlivost)

b) Polovodičové tenzometry :

Polovodičové tenzometry jsou vytvořeny difuzí nečistot do tenké vrstvy čistého křemíku, germania. Tyto tenzometry jsou malé a citlivé, ale silně závislé na teplotě. Aktivní délka polovodičových pásků mezi vývody je 2 – 10 mm, šířka 0,2 – 0,4 mm a tloušťka 0,01 – 0,03 mm. Nároky na tmel spojující polovodičové tenzometry s měřeným objektem jsou vyšší než u kovových tenzometrů a lepidlo musí izolovat tenzometr od objektu. Po vytvrzení vytváří lepidlo určité předpětí, takže při snímání stlačení je tenzometr méně natahován.



Obr. 4 - Tenzometrický pásek a konstrukce polovodičových tenzometrů

U polovodičového tenzometru je závislost poměrné změny odporu na prodloužení vyjádřena rovnicí:

$$\frac{\Delta R}{R_0} = k_1 * \varepsilon + k_2 * \varepsilon^2 \quad (2.1.2)$$

R_0odpor tenzometru při výchozím mechanickém zatížení

ΔR přírůstek odporu tenzometru při poměrném prodloužení ε

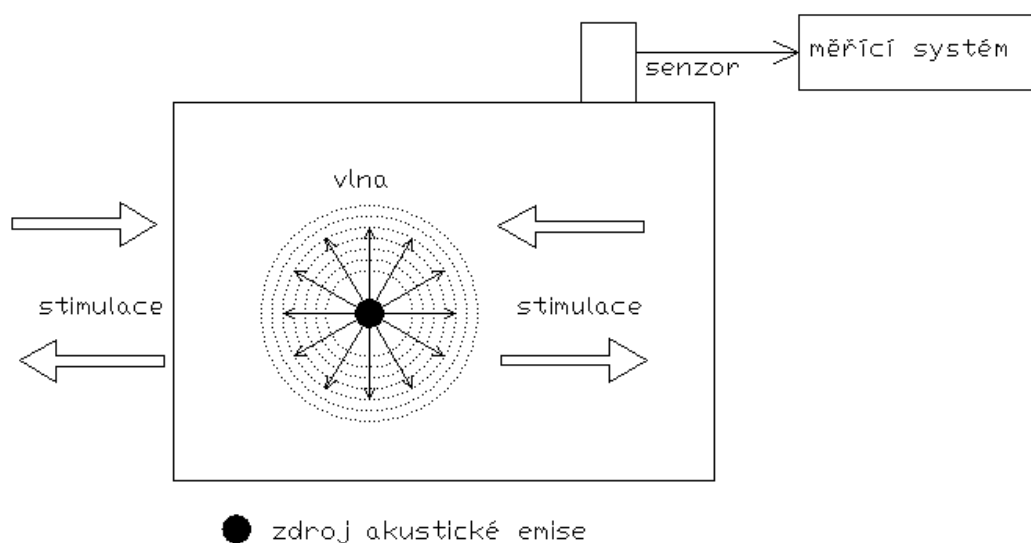
k_1, k_2konstanta vyjadřující vlastnosti tenzometru (jeho citlivost)

Předností polovodičových tenzometrů je vysoká citlivost (60 x větší než u kovových tenzometrů), která umožňuje konstruovat velmi malé snímače. Spodní hranice deformací začíná na $\mu=10^{-6}$ (což je 1 μm na 1 m). Chyba měření je 0,5%. Z těchto důvodů jsou polovodičové tenzometry používány v senzorech mechanických veličin a ve zkušebních zařízeních. Při instalaci přímo na části konstrukcí zjišťují velikost provozních namáhání, odhalují slabá a předdimenzovaná místa konstrukce, čímž umožňují ušetřit materiál a vyloučit poruchy. Hlavní uplatnění je ve snímačích tahu, tlaku, ohybu, vážení a dalších. [1], [4], [5]

2.2 Akustická emise

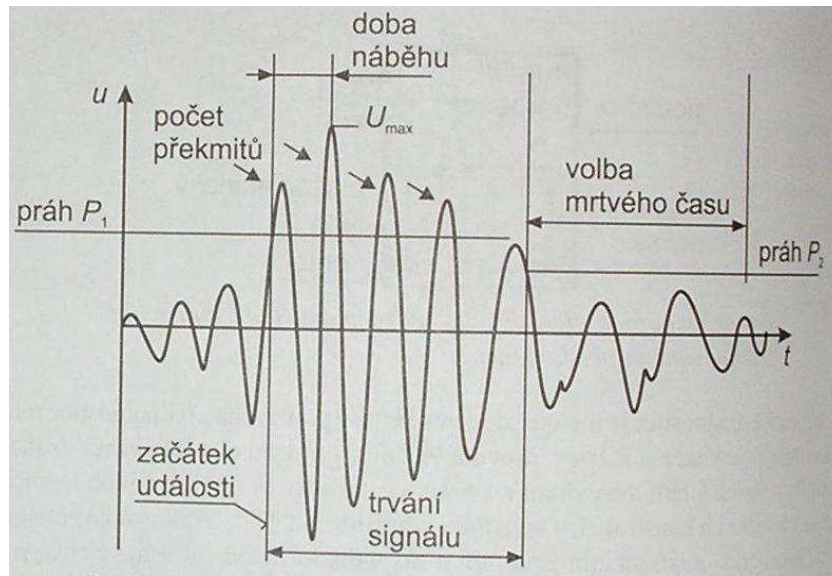
Jedná se o nedestruktivní pasivní metodu. V minulosti se k orientačnímu posouzení změny kvality tělesa užívalo známé poklepání na cihlu, keramiku. Na základě odezvy tělesa na tento úder byla slyšet případná změna vlastní frekvence a z té se usuzovala skrytá vada. Pojmem akustická emise se označuje fyzikální jev, při kterém plastickou deformaci kovů doprovází akustické praskání, akustický šum nebo tepelné namáhání uvnitř materiálu v průběhu plastické deformace. [6]

Uvolněná energie se transformuje na mechanický napěťový impulz šířící se materiálem jako napěťová podélná nebo příčná vlna. Vzniklé mechanické vlnění je snímáno na povrchu pomocí snímačů akustické emise a je transformováno na elektrický signál. Takto vytvořený signál je zpracován prahovým a amplitudovým analyzátozem. Snímače pracují při frekvenci od 100 kHz do 4 MHz. [7]



Obr. 5 - Vznik a šíření vlny při akustické emisi [7]

Pokud je během měření zjištěna nespojitá akustická emise, je vyvolána časově oddělenými událostmi trvajících od několika nanosekund do jednotek milisekund. Spektrum impulzu je teoreticky frekvenčně velmi široké a signál je obvykle typu tlumených kmitů. Typickým zdrojem nespojité emise je aktivní, tj. měnící se trhlina v materiálu, kde U_{\max} — značí maximální amplitudu signálu [7]



Obr. 6 - Parametry nespojitého signálu akustické emise [7]

Výhodou akustické emise, proti jiným defektoskopickým metodám, je kontinuální monitorování objektu, identifikace kritických míst konstrukce a úspora času v porovnání s postupným testováním jinými metodami. Nevýhodou metody je, že příčinu vzniku akustické vlny přesně neznáme, neboť uvolněná energie je ovlivněna řadou faktorů jako je tvar a povrch tělesa, přenosová cesta vlny, homogenita materiálu. [7]

2.3 Měření pomocí ultrazvuku

V dnešní době patří mezi nejrychleji se rozvíjející metody nedestruktivního zkoušení materiálu. Metoda ultrazvukového měření, která slouží ke zjišťování skrytých vad materiálu, se nazývá defektoskopie. Je založena na změnách propustnosti a odrazivosti ultrazvukové vlny vlivem necelistvosti materiálu. Ultrazvuk, stejně jako zvuk a hluk, je mechanické kmitání částic kolem rovnovážné polohy šířící se v pružném prostředí ve frekvenčním rozsahu nad 20 kHz. Podstata ultrazvuku je totožná s fyzikální podstatou zvuku, ale pro lidské ucho je ultrazvuk neslyšitelný. Řada živočichů však může část ultrazvukového spektra vnímat (např. psi, delfíni). Pro defektoskopické účely se běžně pracuje ve frekvenčním rozsahu

od 100 kHz do 50 MHz, výjimečně až do 200 MHz. Pro testování materiálu ultrazvukem je podstatný akustický tlak, protože je úměrný elektrickému napětí na pólech ultrazvukové piezoelektrické sondy. [7]

Metodu je možno využít k měření :

- a) Zjišťování vnitřních vad
- b) Určení polohy vad
- c) Měření vzdálenosti vad
- d) Měření tloušťky

2.3.1 Princip a metody zkoumání ultrazvukem

Metody zkoušení:

a) Odrazová metoda

- spojitá
- impulsová

b) Průchodová metoda

- spojitá
- impulsová

a) Metoda odrazová impulzivní

Snímač (sonda) přiložený na zkušební povrch vysílá ultrazvuk ve formě krátkých impulsů. Ten se šíří zkoušeným materiálem, odráží se od protilehlého povrchu nebo vady v materiálu, který má jinou akustickou impedanci než studovaný materiál, a vrací se zpět k sondě, kde je deaktivován. Na displeji, případně obrazovce měřícího přístroje, se objeví údaj o tloušťce materiálu. Výhodou je používání jedné sondy a možnost měřit i v případě nepřístupnosti povrchu zkoumaného předmětu. Touto metodou je možno lokalizovat místo vady. Při použití kontaktní vazby je třeba obvykle použít vazební prostředek (např. krém, gel). [7], [8]

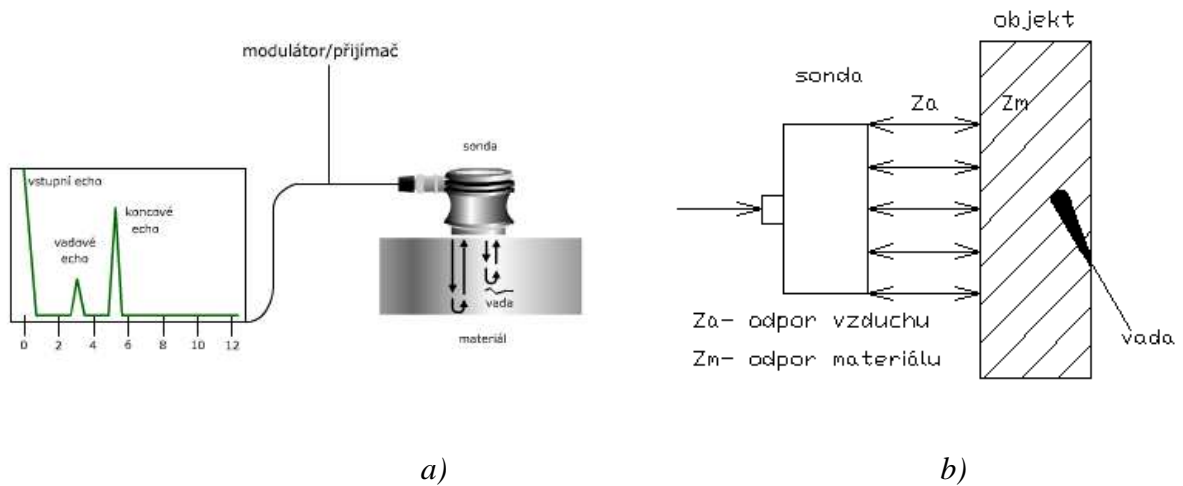
Rychlost šíření ultrazvukových vln v prostředí je dána vztahem :

$$c = \frac{2d}{t} \quad (2.3.1.1)$$

c...rychlost šíření ultrazvukových vln (m/s)

d ...tloušťka prostředí (m)

t...doba průchodu ultrazvukové vlny prostředím (s)



Obr. 7 - Odrazová impulzivní metoda: a) kontaktní vazba, b) bezkontaktní vazba [7]

b) Metoda průchodová impulzivní

Používají se dvě sondy umístěné na protilehlých površích zkoušeného předmětu. Jedna je vysílač, druhá slouží jako přijímač. Měřítkem celistvosti je množství ultrazvukové energie, která projde z vysílací sondy k přijímací. Vyskytne-li se v materiálu necelistvost (vada), množství energie se sníží. Nevýhodou této metody je, že nelze lokalizovat polohu vady v materiálu. [7], [8]

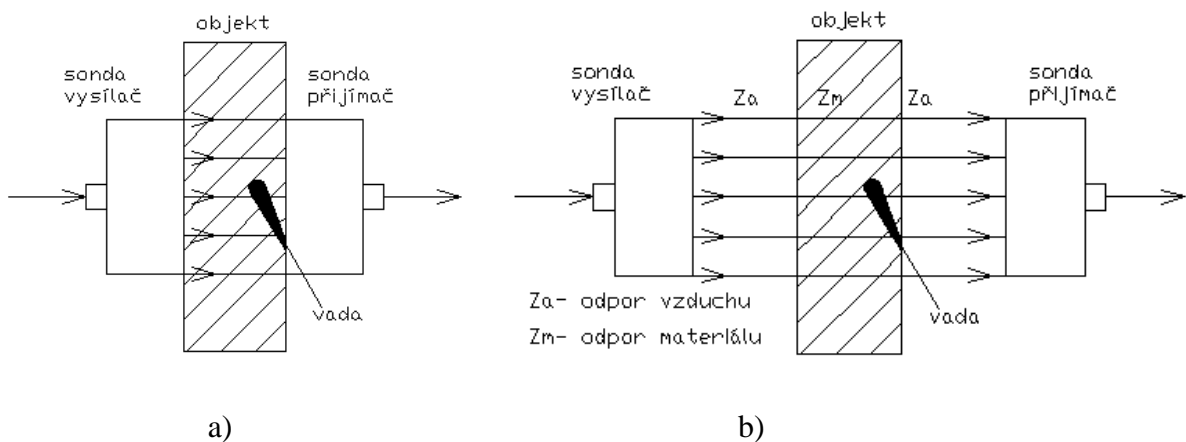
Rychlost šíření ultrazvukových vln v prostředí je dána vztahem :

$$c = \frac{d}{t} \quad (2.3.1.2)$$

c...rychlost šíření ultrazvukových vln (m/s)

d ...tloušťka prostředí (m)

t...doba průchodu ultrazvukové vlny prostředím (s)



Obr. 8 - Průchodová metoda: a) kontaktní vazba, b) bezkontaktní vazba [7]

2.3.2 Ultrazvukové sondy

Sonda je jedním z nejdůležitějších kontrolních systémů. Pro potřeby měření je třeba věnovat jejímu výběru dostatečnou pozornost.



Obr. 9 - Ultrazvukové sondy

Při výběru rozlišujeme dvě skupiny sond [9]:

- 1) Sondy s dobrou citlivostí: Jsou schopny detekovat malé defekty při testování materiálu s určitou tloušťkou.
- 2) Sondy s dobrým rozlišením: Jsou schopny okamžitě určit polohu vady.

Kvalitu ultrazvukových sond [10] určují především parametry, které nejsou na první pohled patrné jako je pracovní frekvence, šířka vyzařovaného kužele, měřicí rozsah a rozlišení. Tyto parametry by měly být dlouhodobě stabilní a tím zaručovat kvalitu a spolehlivost používané sondy.

Pracovní frekvence: Jedná se o frekvenci vyzařovaného ultrazvukového vlnění. Vysoká frekvence má za následek krátký pracovní dosah a umožňuje vyšší rozlišení měření a menší konstrukční velikost sondy.

Šířka kužele: Šířka vyzařovaného kužele nám uvádí, při jakém úhlu poklesne akustický tlak o 3 dB. Malým úhlem je možno dosáhnout velkého dosahu, nutné je však velmi přesné zaměření měřeného objektu.

Měřicí rozsah: Popisuje minimální a maximální hodnoty, při kterých je objekt bezpečně rozpoznán. Bývá uveden pouze ve směrných hodnotách, tento parametr je ovlivněn podmínkami měření a vyhodnocení.

Rozlišení: Uvádí, s jakou přesností lze měřit hodnoty. Bývají uvedeny pouze směrné hodnoty, neboť tento parametr je ovlivněn podmínkami měření a vyhodnocení.

3. ULTRAZUKOVÉ MĚŘENÍ POMOCÍ TT 300

Údaje uvedené v následující kapitole jsou čerpány z manuálu přístroje TT 300 [11]. Ultrazukový tloušťkoměr TT 300 je vhodný k použití pro měření tloušťky materiálů schopných přenosu a odrazu zvuku. Přístroj pracuje na principu kontaktní odrazové impulzivní metody. Podrobněji je popsáno v kapitole 2.3.1.

Sada která byla použita k měření byla vybavena následujícím příslušenstvím:

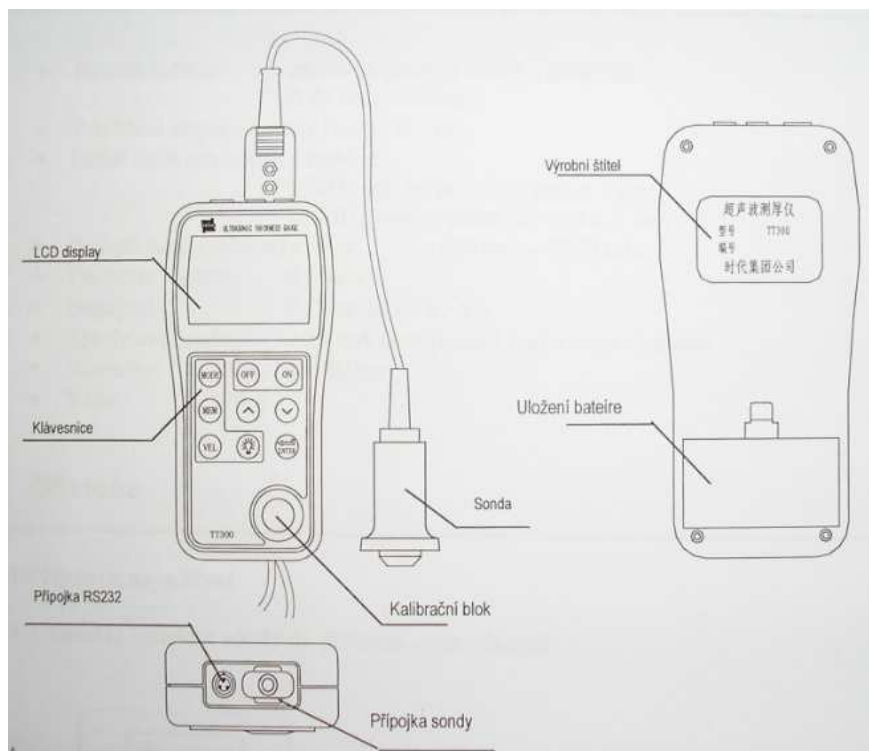
Název příslušenství	Počet kusů
Přístroj TT 300	1
Sonda 5 MHz	1
Vazební pasta	1
Kožený obal pro TT 300	1
Baterie	2

Tabulka 5 - Příslušenství měřicí sady TT 300



Obr. 10 - Obsah sady měřicího přístroje TT 300

Přístroj je možno vybavit i dalším příslušenstvím. Jedná se především o druhy sond. K přístroji je možno použít sondy o frekvencích 2 MHz nebo 10 MHz. Dále je k přístroji možno připojit minutiskárnu TA220s, komunikační kabel a software pro zpracování dat na počítači.



Obr. 11 - Popis jednotlivých částí přístroje

3.1 Specifikace přístroje

Specifikace	Hodnoty	Poznámka
Rozsah měření	0,75 – 300 mm	
Rozlišení displeje	0,01 / 0,1 mm	Použito nastavení 0,01 mm
Rozsah nast. rychlosti zvuku	1000 – 9999 m/s	viz. 3.2 Rychlost šíření zvuku
Provozní teplota	0 – 40 ^o C	
Napájení	2 x baterie 1,5V, AA	
Rozměry	152 x 74 x 35 mm	
Váha	370 g	
Průměr sondy	20 mm	

Tabulka 6 - Specifikace přístroje

3.2 Rychlost šíření zvuku

Rychlost šíření zvuku je závislá na vlastnostech prostředí: modulu pružnosti v tahu a ve smyku, hustotě, Poissonově čísle. Pro každý materiál se tyto hodnoty liší.

Materiál	Rychlost zvuku (m/s)
Hliník	6260
Zinek	4170
Stříbro	3600
Zlato	3240
Cín	3230
Železo	5900
Mosaz	4640
Měď	4700
Voda (20 ^o C)	1480
Glycerín	1920
Vodní sklo	2350

Tabulka 7 - Rychlost šíření zvuku dle druhů materiálů

4. DIAGNOSTIKA MOSTU LOUČNÁ II

4.1 Cíl

Cílem diagnostiky mostní konstrukce pomocí ultrazvukového tloušťkoměru bylo prověřit skutečné tloušťky vybraných prvků mostní konstrukce. Měření bylo prováděno v rámci bakalářské práce. Předmětem zkoušky byla ocelová mostní konstrukce přes řeku Loučná stavební objekt Loučná II na železniční trati Moravany - Borohrádek, km 30, 784.

4.2 Popis konstrukce

Základní identifikační údaje

Stavba: Most v km 30,784 trati Moravany - Borohrádek

Místo měření: Moravany

Popis mostní konstrukce

Objekt se nachází v širé trati a v přímé. Pod mostem protéká řeka Loučná. Úhel křížení s mostní konstrukcí je 90^0 . Mostní konstrukce je nýtovaná svislicová staticky neurčitá soustava s dolní mostovkou s mostnicemi. Mostnice jsou uloženy na konstrukci pomocí mostnicových sedel. Průřezy příčných výztuh jsou ve tvaru písmene I. Průřezy podélníků jsou ve tvaru písmene I. Most je tvořen 10 příhradami o délce 3,1 m. Vzdálenost podélníků je 1,80 m. Osová vzdálenost hlavních nosníků činí 4,60 m. Rozpětí konstrukce je 31,00 m. Vzdálenost závěrných zdí je 31,7 m, rozpětí pole činí 31 m a délka přemostění 30 m. Konstrukční výška mostu je nad krajními podpěrami 3,26 m a směrem k ose se zvyšuje až na hodnotu 3,34 m a opět klesá. Šířka mostu je 4,6 m.

4.3 Podmínky měření

Před zahájením měření tloušťky materiálu pomocí ultrazvukového přístroje byl v předchozích letech proveden statický přepočet konstrukce. [12]

V době měření na mostní konstrukci docházelo současně k jejímu tryskání a stříkání základového nátěru. Pro získání vstupních hodnot bylo třeba 4 měřících dnů. První měřící den probíhala měření na otryskané konstrukci. Následná měření již probíhala na ručně odbroušených místech na původní materiál.

Jednotlivé měřicí body byly vybírány v místech, kde se začínala již viditelně projevovat koroze. Naměřené hodnoty byly porovnány a vyhodnoceny s původními. [12]

Měření bylo prováděno se souhlasem přednosty SŽDC SMT Ing. Tucauerem. Při první návštěvě mostu došlo k obhlídce konstrukce se zaměstnancem SŽDC Ing. Novákem. Na místě bylo zahájeno měření po domluvě s vedoucím pracovní skupiny, která na mostě prováděla tryskání konstrukce.

Celkový stav konstrukce je ke dni 25. 10. 2005 popsán v Příloze č.3 - Protokol o podrobné prohlídce.

4.4 Zkušební metoda

Jako zkušební metoda byla navržena diagnostika pomocí ultrazvukového tloušťkoměru TT 300. Přístroj pracuje na principu odrazové impulzivní metody s využitím kontaktní vazby. Podrobněji je popsáno v kapitole 2.3.1. Při použití kontaktní vazby je třeba použít vazební prostředek (např. krém, gel).



Obr. 12 - Vazební prostředek

K přístroji byla připojena sonda o frekvenci 5 MHz a průměru 20 mm. Před započatím měření byla v přístroji nastavena rychlost šíření zvuku v materiálu na hodnotu 5900 m/s. Jednotky měření a rozlišení displeje bylo nastaveno na hodnotu 0,01 mm.

4.5 Měřené veličiny

Jako měřená veličina ve všech měřeních vystupovala tloušťka materiálu. K doplnění měření byly dále při každém měření pozorovány tyto měřicí veličiny: teplota, vlhkost, tlak a čas měření.

Měření bylo celkově realizováno na 50 kontrolních bodech, které jsou rozmístěny po celé konstrukci.

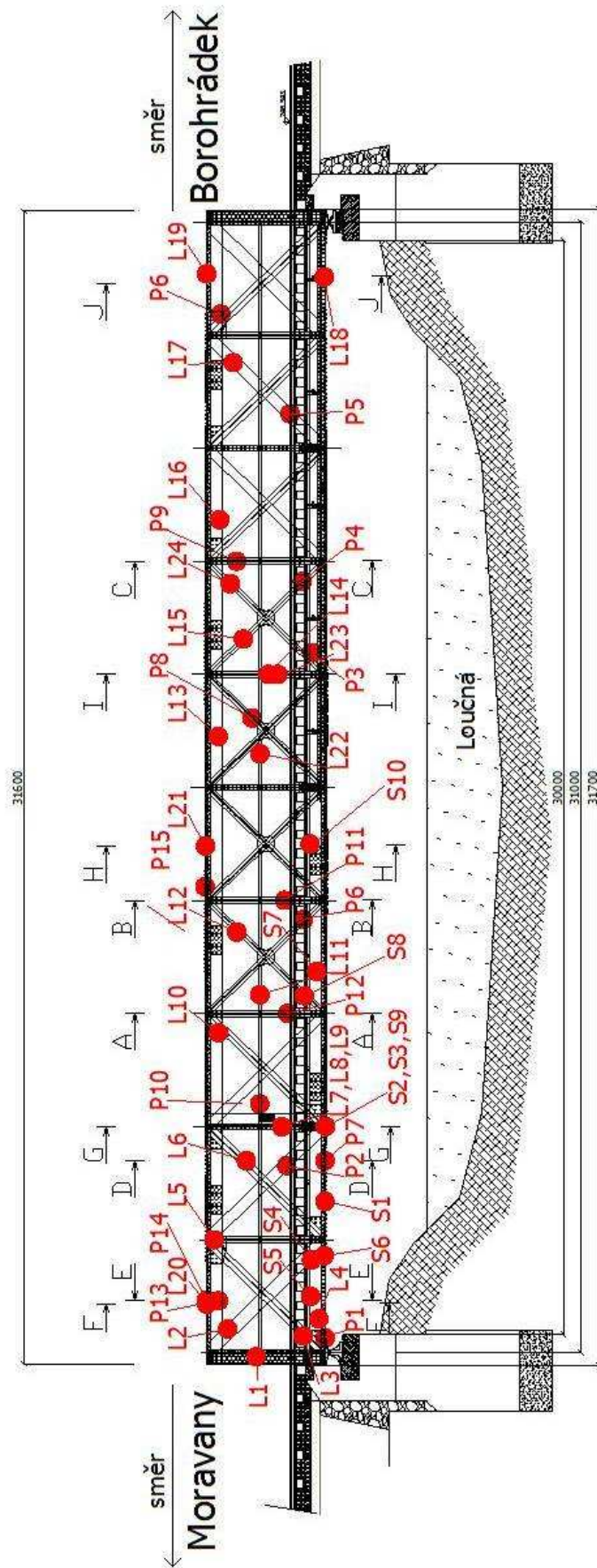
Měření bylo realizováno v měřících bodech :

Označení měřené veličiny	Měřená veličina	Rozměr
L, P, S	Úbytek materiálu	[mm]
AT	Tlak vzduchu	[hPa]
V	Vlhkost vzduchu	[%]
T	Teplota vzduchu	[°C]

Tabulka 8 - Označení měřených veličin

4.6 Místa měření

Měřená místa byla zaznamenána v poskytnuté výkresové dokumentaci mostu [12]. Výkres podélného řezu je na následujícím obrázku. Ostatní výkresy jsou obsahem Přílohy č. 1 – Dispozice mostní konstrukce.



Obr. 13 - Rozmístění měřených bodů na konstrukci

4.7 Specifikace přístrojů

Pro měření jsou užívány přístroje uvedené v následující tabulce :

Název přístroje	Typ	Výrobce
Ultrazvukový tloušťkoměr	TT - 300	TIME Group Inc.
Svinovací metr	5m	Supra
Dálkoměr	Disto Pro 4a	Leova Geosystems AG, Švýcarsko
Bezkontaktní teploměr	Fluke 574	Fluke, SRN

Tabulka 9 - Specifikace používaných měřících přístrojů

Kalibrace přístroje TT 300 byla provedena při každém spuštění přístroje pomocí kalibrační destičky, kterou je přístroj vybaven od výrobce.

4.8 Naměřené údaje

Celkové naměřené údaje byly získány během 4 dnů. Každý den měření byly zaznamenány podmínky měření v podobě teploty, tlaku, vlhkosti vzduchu a času měření. Originální zdrojové záznamy jsou uvedeny v Příloze č. 4 - Deník měření. Dále bylo ke každému měřicímu dnu krátce popsáno, v jakých místech na mostní konstrukci měření probíhala.

4.8.1 Měřící den č.1

Měření proběhlo dne 30. 3. 2010. Měřena byla levá část příhradové konstrukce ve směru železniční trati Moravany - Borohrádek, k měření bylo připraveno (otryskáno) 7 polí z 10 a celá horní pásnice. Konstrukce byla otryskána pouze ke krycím plechům. Spodní část bude otryskána v další etapě. Všechny získané hodnoty byly měřeny na otryskaných prutech. Přesné umístění měřených míst je možno vyhledat v příložené dokumentaci.

Podmínky měření	
Teplota	14 °C
Vlhkost	54,8 %
Tlak vzduchu	996 hPa
Čas měření	14:20 – 16:40

Tabulka 10 - Podmínky měření den č. 1

Naměřené hodnoty:

bod: L6	
měření	hodnoty [mm]
1	10,83
2	10,05
3	10,71
4	10,05
5	10,21

referenční hodnota
10 [mm]

bod: L10	
měření	hodnoty [mm]
1	10,05
2	10,06
3	10,07
4	10,00
5	10,00

referenční hodnota
10 [mm]

bod: L12	
měření	hodnoty [mm]
1	10,47
2	10,02
3	9,47
4	9,95
5	9,95

referenční hodnota
10 [mm]

bod: L11	
měření	hodnoty [mm]
1	10,06
2	10,05
3	10,02
4	10,05
5	10,06

referenční hodnota
10 [mm]

bod: L17	
měření	hodnoty [mm]
1	10,17
2	10,05
3	10,07
4	10,05
5	10,06

referenční hodnota
10 [mm]

bod: L16	
měření	hodnoty [mm]
1	10,00
2	10,01
3	10,03
4	10,00
5	10,01

referenční hodnota
10 [mm]

bod: L7	
měření	hodnoty [mm]
1	8,52
2	8,73
3	8,71
4	8,94
5	8,42

referenční hodnota
10 [mm]

bod: L5	
měření	hodnoty [mm]
1	10,24
2	10,24
3	10,32
4	10,24
5	10,24

referenční hodnota
10 [mm]

bod: L20	
měření	hodnoty [mm]
1	10,03
2	10,00
3	10,01
4	10,00
5	10,00

referenční hodnota
10 [mm]

bod: L21	
měření	hodnoty [mm]
1	10,24
2	10,35
3	10,35
4	10,12
5	10,94

referenční hodnota
10 [mm]

bod: L19	
měření	hodnoty [mm]
1	10,06
2	10,84
3	10,95
4	10,05
5	10,07

referenční hodnota
10 [mm]

bod: L8	
měření	hodnoty [mm]
1	8,70
2	8,79
3	7,99
4	7,99
5	8,02

referenční hodnota
8 [mm]

bod: L9	
měření	hodnoty [mm]
1	8,23
2	8,18
3	8,12
4	8,11
5	8,23

referenční hodnota
8 [mm]

4.8.2 Měřící den č. 2

Měření dne 1. 4. 2010. Měřena byla levá část příhradové konstrukce a spodní část mostovky ve směru žel. trati Moravany – Borohrádek. Měřeny byly 3 zbývající příhrady pole a spodní část mostovky s jejím ztužením. Měřená konstrukce nebyla otryskána, ale došlo k ručnímu odbroušení měřených míst. Přesné umístění měřených míst je možno vyhledat v příložené dokumentaci.

Podmínky měření	
Teplota	9 °C
Vlhkost	62 %
Tlak vzduchu	1020 hPa
Čas měření	13:20 – 16:40

Tabulka 11 - Podmínky měření den č. 2

Naměřené hodnoty:

bod: L1	
měření	hodnoty [mm]
1	10,00
2	9,95
3	10,00
4	10,00
5	9,95

referenční hodnota
10 [mm]

bod: L2	
měření	hodnoty [mm]
1	9,65
2	9,76
3	9,95
4	9,65
5	9,95

referenční hodnota
10 [mm]

bod: L15	
měření	hodnoty [mm]
1	9,76
2	9,81
3	9,53
4	9,53
5	9,65

referenční hodnota
10 [mm]

bod: L14	
měření	hodnoty [mm]
1	10,00
2	10,05
3	10,00
4	10,01
5	10,06

referenční hodnota
10 [mm]

bod: L13	
měření	hodnoty [mm]
1	9,95
2	9,95
3	10,05
4	9,76
5	9,80

referenční hodnota
10 [mm]

bod: L18	
měření	hodnoty [mm]
1	9,76
2	9,96
3	9,81
4	9,65
5	9,41

referenční hodnota
10 [mm]

bod: L3	
měření	hodnoty [mm]
1	11,71
2	11,95
3	11,59
4	11,83
5	11,84

referenční hodnota
12 [mm]

bod: L4	
měření	hodnoty [mm]
1	10,00
2	10,00
3	9,76
4	9,85
5	10,00

referenční hodnota
10 [mm]

bod: S1	
měření	hodnoty [mm]
1	8,70
2	8,58
3	8,70
4	8,82
5	8,82

referenční hodnota
8 [mm]

bod: S2	
měření	hodnoty [mm]
1	7,78
2	7,78
3	7,78
4	7,78
5	7,79

referenční hodnota
8 [mm]

bod: S3	
měření	hodnoty [mm]
1	10,35
2	10,00
3	10,05
4	10,24
5	10,35

referenční hodnota
10 [mm]

bod: S4	
měření	hodnoty [mm]
1	9,30
2	9,65
3	9,53
4	9,53
5	9,56

referenční hodnota
10 [mm]

bod: S5	
měření	hodnoty [mm]
1	7,66
2	7,56
3	7,99
4	7,78
5	7,78

referenční hodnota
8 [mm]

bod: S6	
měření	hodnoty [mm]
1	3,80
2	2,58
3	3,65
4	2,12
5	4,00

referenční hodnota
10 [mm]

4.8.3 Měřící den č. 3

Měření dne 7. 4. 2010. Měřena byla levá část příhradové konstrukce a spodní část mostovky ve směru žel. trati Moravany – Borohrádek. Měřená konstrukce nebyla otryskána, ale došlo k ručnímu odbroušení měřených míst. Přesné umístění měřených míst je možno vyhledat v příložené dokumentaci.

Podmínky měření	
Teplota	13 °C
Vlhkost	38 %
Tlak vzduchu	1022 hPa
Čas měření	13:00 – 16:40

Tabulka 12 - Podmínky měření den č. 3

Naměřené hodnoty:

bod: L22	
měření	hodnoty [mm]
1	9,76
2	9,53
3	9,65
4	9,53
5	9,41

referenční hodnota	
10	[mm]

bod: L24	
měření	hodnoty [mm]
1	5,39
2	5,62
3	4,60
4	3,37
5	4,91

referenční hodnota	
10	[mm]

bod: L23	
měření	hodnoty [mm]
1	7,19
2	7,66
3	10,47
4	7,78
5	7,54

referenční hodnota	
10	[mm]

bod: S7	
měření	hodnoty [mm]
1	10,02
2	10,05
3	10,00
4	10,24
5	10,07

referenční hodnota	
10	[mm]

bod: S8	
měření	hodnoty [mm]
1	9,65
2	9,82
3	9,59
4	10,00
5	9,32

referenční hodnota	
10	[mm]

bod: S9	
měření	hodnoty [mm]
1	9,95
2	10,01
3	9,95
4	10,05
5	10,05

referenční hodnota	
10	[mm]

bod: S10	
měření	hodnoty [mm]
1	8,82
2	8,70
3	8,92
4	9,61
5	9,49

referenční hodnota	
10	[mm]

4.8.4 Měřící den č. 4

Měření dne 8. 4. 2010. Měřena byla pravá část příhradové konstrukce mostu ve směru železniční trati Moravany – Borohrádek. Měřená konstrukce nebyla otryskána, ale došlo k ručnímu odbroušení měřených míst. Přesné umístění měřených míst je možno vyhledat v příložené dokumentaci.

Podmínky měření	
Teplota	12 °C
Vlhkost	62 %
Tlak vzduchu	1023 hPa
Čas měření	10:30 – 13:40

Tabulka 13 - Podmínky měření den č. 4

Naměřené hodnoty:

bod: P1	
měření	hodnoty [mm]
1	9,65
2	9,82
3	9,53
4	9,95
5	9,65

referenční hodnota	
10	[mm]

bod: P2	
měření	hodnoty [mm]
1	9,95
2	10,00
3	9,95
4	9,75
5	10,00

referenční hodnota	
10	[mm]

bod: P3	
měření	hodnoty [mm]
1	9,78
2	9,83
3	9,65
4	9,75
5	9,95

referenční hodnota	
10	[mm]

bod:P4	
měření	hodnoty [mm]
1	8,82
2	8,86
3	8,58
4	8,94
5	8,70

referenční hodnota	
10	[mm]

bod: P5	
měření	hodnoty [mm]
1	7,67
2	7,63
3	7,58
4	7,66
5	7,59

referenční hodnota	
10	[mm]

bod: P6	
měření	hodnoty [mm]
1	5,74
2	5,89
3	6,36
4	6,12
5	6,01

referenční hodnota	
10	[mm]

bod: P7	
měření	hodnoty [mm]
1	9,95
2	9,96
3	9,76
4	10,00
5	9,66

referenční hodnota	
10	[mm]

bod: P8	
měření	hodnoty [mm]
1	11,95
2	11,83
3	11,95
4	11,96
5	11,95

referenční hodnota	
12	[mm]

bod: P9	
měření	hodnoty [mm]
1	9,95
2	9,76
3	6,83
4	8,11
5	9,99

referenční hodnota	
10	[mm]

bod: P10	
měření	hodnoty [mm]
1	9,94
2	9,95
3	9,97
4	9,76
5	9,65

referenční hodnota	
10	[mm]

bod: P11	
	hodnoty [mm]
1	7,78
2	7,82
3	7,78
4	7,80
5	7,76

referenční hodnota	
8	[mm]

bod: P12	
měření	hodnoty [mm]
1	9,96
2	9,95
3	10,00
4	9,76
5	9,86

referenční hodnota	
10	[mm]

bod: P13	
měření	hodnoty [mm]
1	5,27
2	6,25
3	6,83
4	6,24
5	6,01

referenční hodnota	
10	[mm]

bod: P14	
měření	hodnoty [mm]
1	7,54
2	5,62
3	5,27
4	6,43
5	5,50

referenční hodnota	
10	[mm]

bod: P15	
měření	hodnoty [mm]
1	10,00
2	9,81
3	9,99
4	9,95
5	9,98

referenční hodnota	
10	[mm]

bod: P16	
měření	hodnoty [mm]
1	10,00
2	10,01
3	10,00
4	10,00
5	10,02

referenční hodnota	
10	[mm]

4.9 Vyhodnocení měření

Měřené body byly rozmístěny na konstrukci následovně: 26 měřících bodů na levé straně, 16 měřících bodů na pravé straně a 10 měřících bodů v podmostovkovém ztužení mostní konstrukce ve směru železniční trati Moravany - Borohrádek. Jednotlivá měřící místa jsou podrobněji popsána v kapitole 4.5 Místa měření. V další části vyhodnocení jsou měřené body rozděleny podle umístění na konstrukci a přiřazeny k jednotlivým prvkům. Pro každý bod měření byly ze získaných hodnot stanoveny minimální, maximální a průměrné hodnoty.

4.9.1 Vyhodnocení měření z 1. dne

bod: L6	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
10,32	10,05	10,83

bod: L10	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
10,04	10	10,07

bod: L12	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
9,97	9,47	10,47

bod: L11	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
10,05	10,02	10,06

bod: L17	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
10,06	10,05	10,17

bod: L16	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
10,01	10	10,03

bod: L7	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
8,65	8,42	8,94

bod: L5	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
10,24	10,24	10,32

bod: L20	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
10,00	10	10,03

bod: L21	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
10,31	10,12	10,94

bod: L19	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
10,32	10,05	10,95

bod: L8	referenční hodnota	
	8	[mm]
∅	MIN	MAX
8,24	7,99	8,79

bod: L9	referenční hodnota	
	8	[mm]
∅	MIN	MAX
8,18	8,11	8,23

4.9.2 Vyhodnocení měření z 2. dne

bod: L1	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
9,98	9,95	10

bod: L2	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
9,79	9,65	9,95

bod: L15	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
9,65	9,53	9,81

bod: L14	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
10,02	10	10,06

bod: L13	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
9,90	9,76	10,05

bod: L18	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
9,74	9,41	9,96

bod: L3	referenční hodnota	
	12	[mm]
∅	MIN	MAX
11,79	11,59	11,95

bod: L4	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
9,95	9,76	10

bod: S1	referenční hodnota	
	8	[mm]
∅	MIN	MAX
8,74	8,58	8,82

bod: S2	referenční hodnota	
	8	[mm]
∅	MIN	MAX
7,78	7,78	7,79

bod: S3	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
10,21	10	10,35

bod: S4	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
9,54	9,3	9,65

bod: S5	referenční hodnota	
	8	[mm]
∅	MIN	MAX
7,74	7,56	7,99

bod: S6	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
3,34	2,12	4

4.9.3 Vyhodnocení měření z 3. dne

bod: L22	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
9,57	9,41	9,76

bod: L24	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
4,97	3,37	5,62

bod: L23	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
7,66	7,19	10,47

bod: S7	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
10,05	10	10,24

bod: S8	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
9,69	9,32	10

bod: S9	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
10,00	9,95	10,05

bod: S10	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
9,08	8,7	9,61

4.9.4 Vyhodnocení měření z 4. dne

bod: P1	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
9,71	9,53	9,95

bod: P2	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
9,97	9,75	10

bod: P3	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
9,79	9,65	9,95

bod: P4	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
8,79	8,58	8,94

bod: P5	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
7,63	7,58	7,67

bod: P6	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
6,01	5,74	6,36

bod: P7	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
9,89	9,66	10

bod: P8	referenční hodnota	
	12	[mm]
∅	MIN	MAX
11,95	11,83	11,96

bod: P9	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
9,27	6,83	9,99

bod: P10	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
9,88	9,65	9,97

bod: P11	referenční hodnota	
	8	[mm]
∅	MIN	MAX
7,79	7,76	7,82

bod: P12	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
9,92	9,76	10

bod: P13	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
6,17	5,27	6,83

bod: P14	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
5,85	5,27	7,54

bod: P15	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
9,97	9,81	10

bod: P16	referenční hodnota	
	10	[mm]
∅	MIN	MAX
10,00	10	10,02

4.9.5 Zatřídění měřených bodů

Podle polohy měřených bodů na konstrukci byly jednotlivé body zatříděny a následně z nich bylo provedeno vyhodnocení získaných hodnot. Pro každý měřený prvek byly vybrány minimální, maximální a celkové průměrné hodnoty.

Umístění bodů	Levá strana	Pravá strana
Spodní pásnice	L18	P1, P7
Horní pásnice	L19, L20, L21	P14, P15
Ztužení příhrady - pásnice diagonála	L2, L17	P2, P5
Ztužení příhrady - L-profil diagonála 10 mm	L6, L12, L15, L24	P4, P6
Ztužení příhrady - L-profil diagonála 12 mm	L3	P8
Ztužení příhrady - pásnice horizontála	L11, L22	P10
Ztužení příhrady - pásnice vrchní horizontála	L13, L16	P13
Ztužení příhrady - pásnice spodní horizontála	L4	P3
Horní styčnickový plech	L10	P16
Stojina	L1	neměřeno
L-profil na stojině	L8, L9	P11
Příčné ztužení hlavního nosníku	L5, L7, L14, L23	P9, P12

Tabulka 14 - Umístění měřených bodů na příhradové konstrukci

Umístění bodů	Označení
Podélné ztužení L-profil	S1
Podélník - stojina	S3, S7
Podélník - vrchní L-profil	S4, S8
Podélník - spodní L-profil	S6
Příčník - spodní pásnice	S2
Ztužení podélníků	S5
Styčnickový plech na příčném ztužení	S10
Styčnickový plech	S9

Tabulka 15 - Umístění měřených bodů na spodním ztužení konstrukce

Umístění bodů	Celkové hodnoty		
	MIN	MAX	Ø
Podélné ztužení L-profil	8,58	8,82	8,74
Podélník - stojina	10,00	10,35	10,14
Podélník - vrchní L-profil	9,30	10,00	9,60
Podélník - spodní L-profil	2,12	4	3,34
Příčník -spodní pásnice	7,78	7,79	7,78
Ztužení podélníků	7,56	7,99	7,74
Styčnickový plech na příčném ztužení	8,7	9,61	9,08
Styčnickový plech	9,95	10,05	10

Tabulka 16 - Vyhodnocení měřených bodů na spodním ztužení konstrukce

Umístění bodů	Levá strana			Pravá strana			Celkové hodnoty		
	MIN	MAX	Ø	MIN	MAX	Ø	MIN	MAX	Ø
Spodní pásnice	9,41	9,96	9,74	9,53	10	9,79	9,41	10	9,77
Horní pásnice	10,00	10,95	10,27	5,27	10	8,01	5,27	10,95	9,36
Ztužení příhrady - pásnice diagonála	9,65	10,17	9,94	7,58	10	8,78	7,58	10,17	9,36
Ztužení příhrady - L-profil diagonála 10 mm	3,37	10,83	8,69	5,74	8,94	7,40	3,37	10,83	8,26
Ztužení příhrady - L-profil diagonála 12 mm	11,59	11,95	11,79	11,83	11,96	11,95	11,59	11,96	11,86
Podélná ztužení hlavního nosníku	9,41	10,06	9,81	9,65	9,97	9,88	9,41	10,06	9,73
Horní pás	9,76	10,05	9,96	5,27	6,83	6,17	5,27	10,05	8,68
Spodní pás	9,76	10	9,95	9,65	9,95	9,79	9,65	10	9,86
Horní styčnickový plech	10	10,07	10,04	10	10,02	10	10	10,07	10,02
Stojina	9,95	10	9,98	neměřeno			9,95	10	9,98
Ztužení stojiny profilem L	7,99	8,79	8,24	7,76	7,82	7,79	7,76	8,79	8,09
Příčné ztužení hlavního nosníku	7,19	10,47	9,27	6,83	10	9,42	6,83	10,47	9,32

Tabulka 17 - Vyhodnocení měřených bodů na příhradové konstrukci

5. ZÁVĚR

Podle přiložených vyhodnocených výsledků je možno se přesvědčit, na kterých prvcích mostní konstrukce dochází ke korozivním úbytkům a jak velké tyto hodnoty jsou. Je třeba připomenout, že měření která probíhala během prvního dne, byla provedena na otryskaných bodech konstrukce. Měření provedena v následujících dnech byla provedena na ručně odbroušených bodech.

Měření byla provedena na ocelové příhradové mostní konstrukci přes řeku Loučná v km 30,784 traťového úseku Moravany - Borohrádek. Měření probíhala pomocí ultrazvukového tloušťkoměru TT 300 vyrobeného firmou TIME Group Inc.. Celkově bylo získáno 50 měřených bodů, které byly konzultovány se správcem SŽDC.

Celkově na mostní konstrukci docházelo k loupání povrchového nátěru a místní důlkové korozi. Tento stav byl napraven provedením nového povrchového nátěru.

Jako nejhůře postižené místo celé konstrukce je podle měření nýtovaný podélník, konkrétně jeho spodní L-profil. V daném měřeném bodě byl zjištěn korozivní úbytek 66,57 % z původní hodnoty tedy zbylo pouhých 33,43% materiálu. Stav horních L-profilů podélníku je výrazně lepší. To je dáno skutečností, že v předchozích letech došlo k částečné výměně těchto profilů.

Dalším výrazně poškozeným prvkem jsou diagonály příhrad, které jsou tvořeny nýtovanými L-profilů. Mezi nýtovanými plochami dochází k opakovanému vnikání srážkové vody. To má za následek zvýšení tvorby koroze, následné bobtnání mezi nýty a úbytek materiálu.

Výrazně postižená místa jsou také profily, na kterých byly umístěny tabulky s nápisy. V těchto místech se mohla udržovat vlhkost a došlo tak ke vzniku hluboké koroze.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Tenzometry* [online]. [cit. 2010-04-28]. Www.aterm.cz. Dostupné z WWW: <<http://www.aterm.cz/Tenzometry.htm>>.
- [2] KOMANEC, Petr; MÍČKA, Tomáš. *Diagnostika a monitorování mostních konstrukcí* [online]. 2009-08-21 [cit. 2010-04-25]. Asb-portal.cz. Dostupné z WWW: <<http://www.asb-portal.cz/inzenyrske-stavby/dopravni-stavby/diagnostika-a-monitorovani-mostnich-konstrukci-1415.html>>.
- [3] Konstantan In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 15. 2. 2006, 25. 8. 2008, 14:45 [cit. 2010-04-28]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Konstantan>>.
- [4] Tenzometr In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 13. 2. 2008, 10. 12. 2008 [cit. 2010-04-28]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Tenzometr>>.
- [5] *Tenzometry* [online]. [cit. 2010-04-28]. Www.vtsz.cz. Dostupné z WWW: <http://www.vtsz.cz/n_tenz.htm#unava>.
- [6] *Akustické emise* [online]. [cit. 2010-04-28]. Www.ped.muni.cz. Dostupné z WWW: <<http://www.ped.muni.cz/wphy/projekty/KEMIS.HTML>>.
- [7] KREIDL, Marcel; ŠMÍD, Radislav. *Technická diagnostika : senzory-metody-analýza signálu*. 1.vydání. Praha : BEN-technická literatura, 2006. 406 s. ISBN 80-7300-158-6.
- [8] DVORŽÁK, Jaroslav. *Nedestruktivní zkoušení –Měření tloušťky ultrazvukem* [online]. 2006-11-02 [cit. 2010-04-25]. TLAKinfo.cz. Dostupné z WWW: <<http://www.tlakinfor.cz/t.py?t=2&i=1306>>.
- [9] *NDT Trade - specialisté na ndt,ultrazvuk, tloušťkoměry, defektoskopy EPOCH, Phased array, TOFD* [online]. [cit. 2010-04-25]. Ndttrade.cz. Dostupné z WWW: <<http://www.ndttrade.cz/category/49/sondy-sk>>.
- [10] *Katalog - Ultrazvukové sondy* [online]. [cit. 2010-04-28]. Www.sonotec.cz. Dostupné z WWW: < http://www.sonotec.cz/czech/sensors/pdf/further_sensor_applications.pdf >.
- [11] TIME Group Inc., Manuál přístroje: Digitálního ultrazvukového tloušťkoměru TT-300
- [12] COLLINO, Theodor. *Statický přepočítání příhradové ocelové mostní konstrukce v km 30,784 t.ú. 1551 Moravany - Borohrádek*. [s.l.], 2007. 153 s. Diplomová práce. Univerzita Pardubice.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1- Pohled na mostní konstrukci ve směru od Moravan	2
Obr. 2 - Upevnění tenzometrů	3
Obr. 3 - Drátkový a fóliový tenzometr	4
Obr. 4 - Tenzometrický pásek a konstrukce polovodičových tenzometrů	5
Obr. 5 - Vznik a šíření vlny při akustické emisi [7]	6
Obr. 6 - Parametry nespojitého signálu akustické emise [7]	7
Obr. 7 - Odrazová impulzivní metoda: a) kontaktní vazba, b) bezkontaktní vazba [7]	9
Obr. 8 - Průchodová metoda: a) kontaktní vazba, b) bezkontaktní vazba [7]	9
Obr. 9 - Ultrazvukové sondy	10
Obr. 10 - Obsah sady měřicího přístroje TT 300.....	11
Obr. 11 - Popis jednotlivých částí přístroje	12
Obr. 12 - Vazební prostředek	15
Obr. 13 - Rozmístění měřených bodů na konstrukci.....	17

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Měřené veličiny při zatěžovací zkoušce	1
Tabulka 2 - Měřené veličiny při měření napětí v konstrukci	1
Tabulka 3 - Měřené veličiny při sledování trhlin	2
Tabulka 4 - Měřené veličiny při sledování úbytku materiálu.....	2
Tabulka 5 - Příslušenství měřicí sady TT 300.....	11
Tabulka 6 - Specifikace přístroje.....	12
Tabulka 7 - Rychlost šíření zvuku dle druhů materiálů.....	13
Tabulka 8 - Označení měřených veličin	16
Tabulka 9 - Specifikace používaných měřicích přístrojů	18
Tabulka 10 - Podmínky měření den č. 1.....	18
Tabulka 11 - Podmínky měření den č. 2.....	20
Tabulka 12 - Podmínky měření den č. 3.....	22
Tabulka 13 - Podmínky měření den č. 4.....	23
Tabulka 14 - Umístění měřených bodů na příhradové konstrukci	29
Tabulka 15 - Umístění měřených bodů na spodním ztužení konstrukce.....	29
Tabulka 16 - Vyhodnocení měřených bodů na spodním ztužení konstrukce.....	30
Tabulka 17 - Vyhodnocení měřených bodů na příhradové konstrukci	31

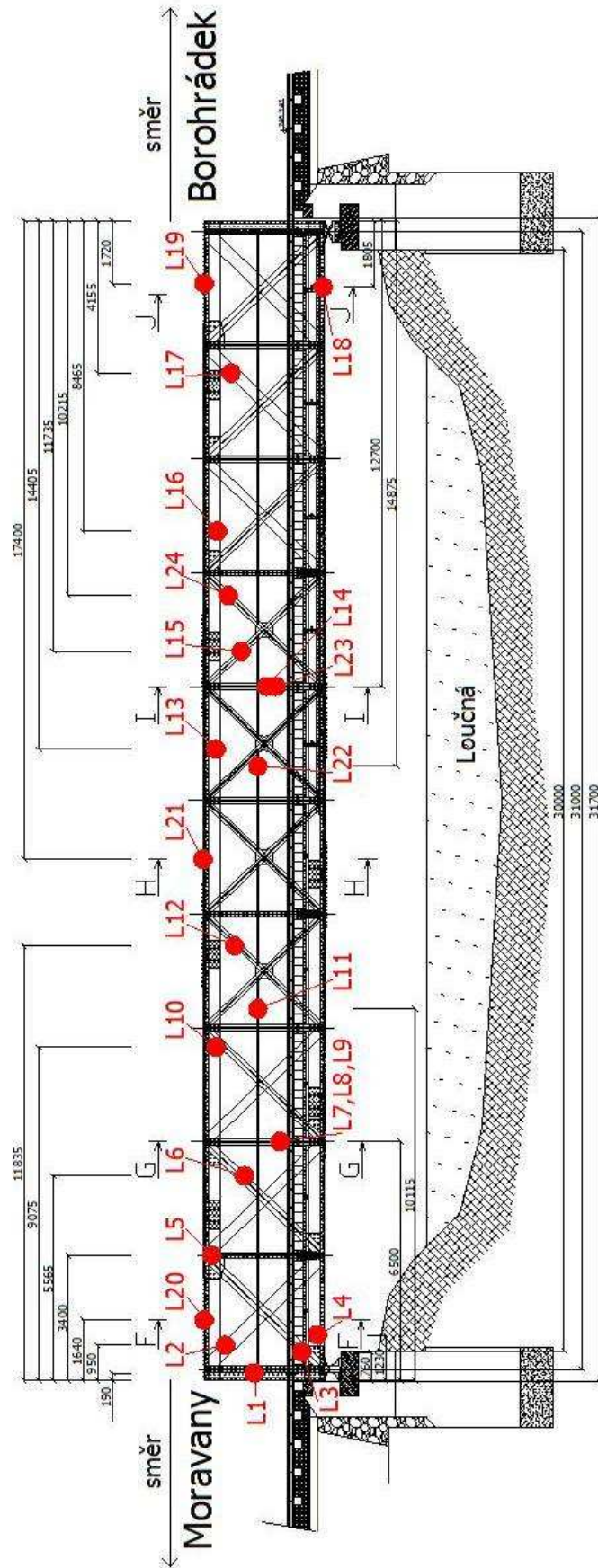
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 – Dispozice mostní konstrukce
Příloha č. 2 – Grafické znázornění naměřených hodnot
Příloha č. 3 – Protokol o podrobné prohlídce
Příloha č. 4 – Deník měření
Příloha č. 5 – Fotodokumentace

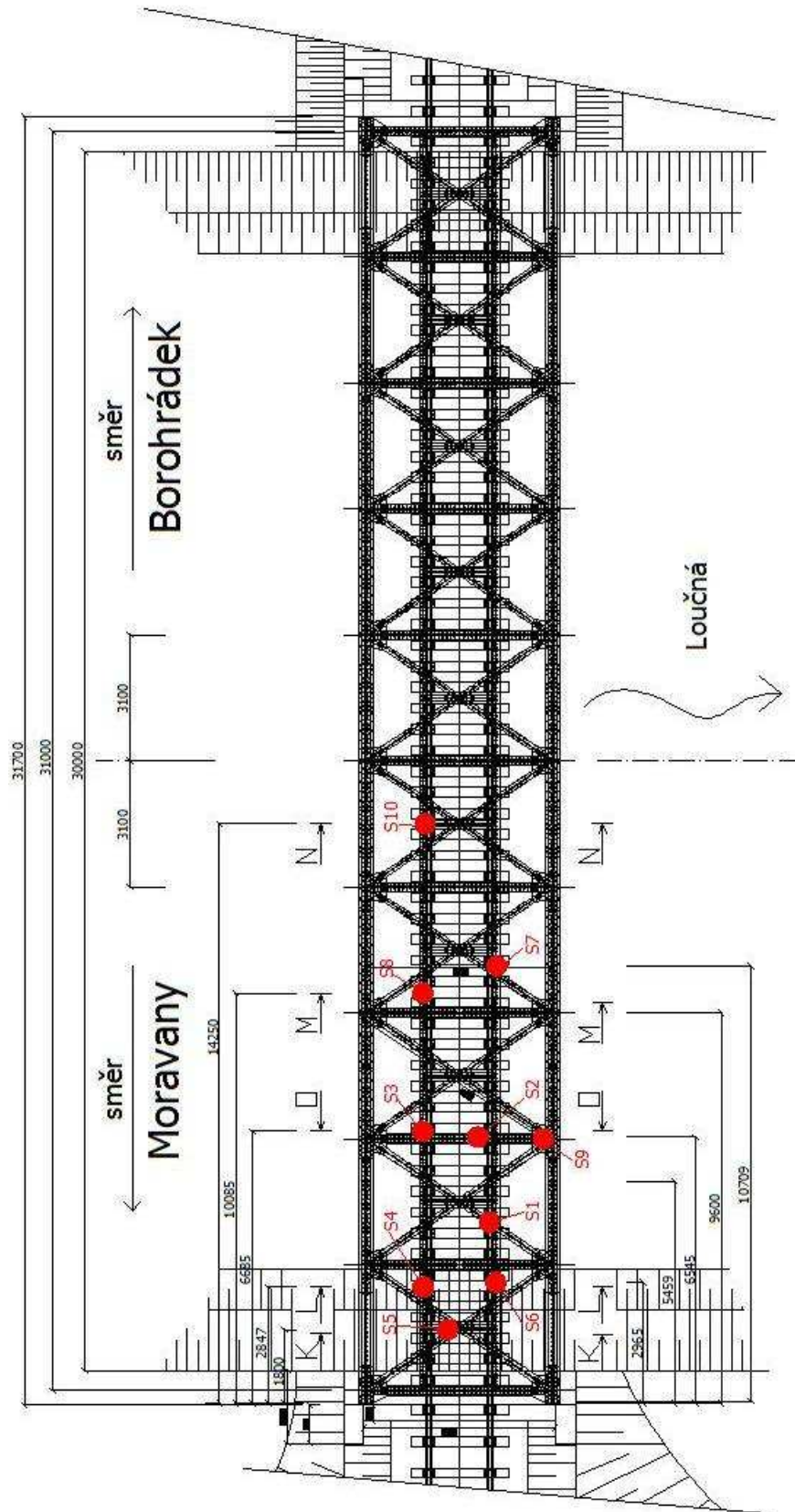
Diagnostika mostní konstrukce v km 30,784 t.ú. 1551 Moravany - Borohrádek

Příloha č. 1

Dispozice mostní konstrukce

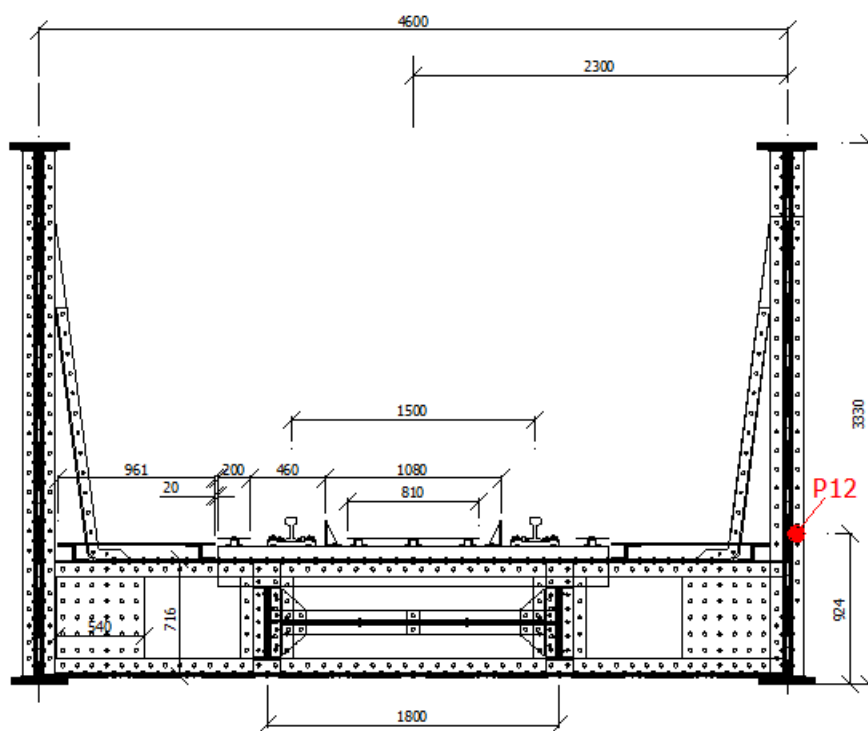


Rozmístění měřených bodů na levé straně konstrukce

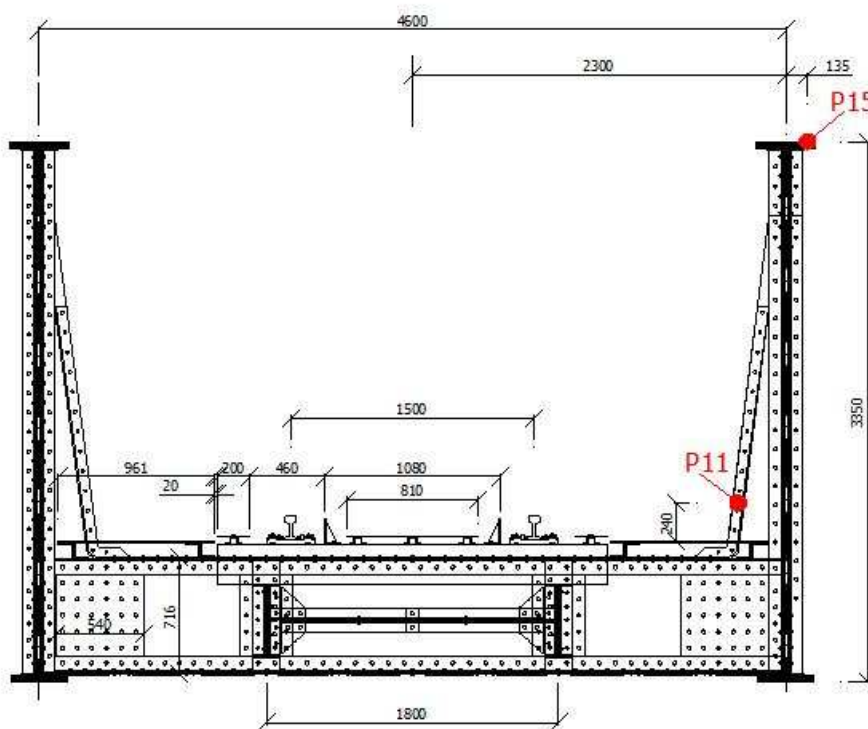


Rozmístění měřených bodů na spodním ztužení konstrukce

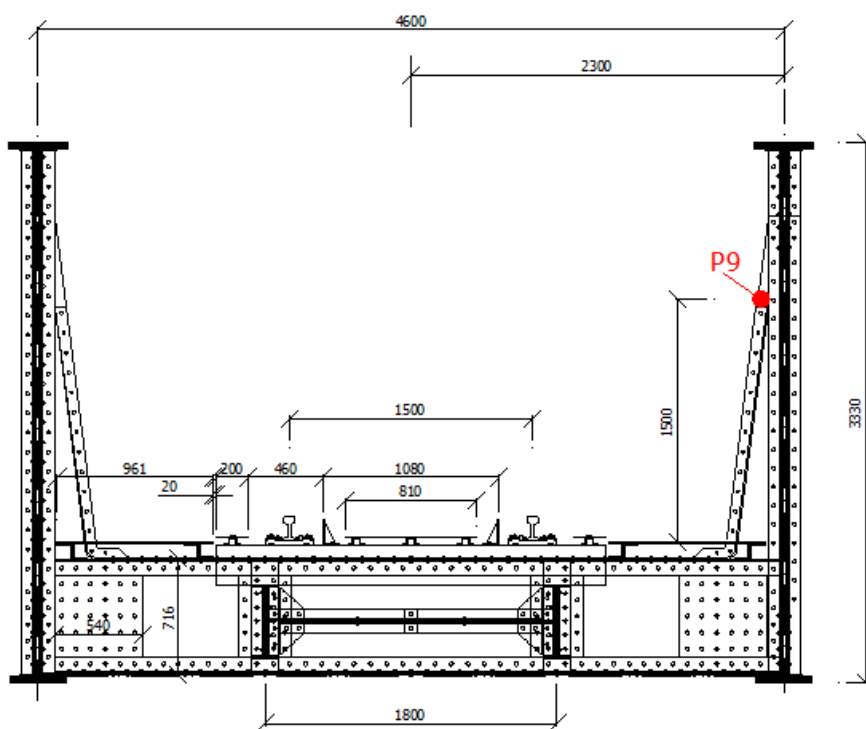
Řez A-A



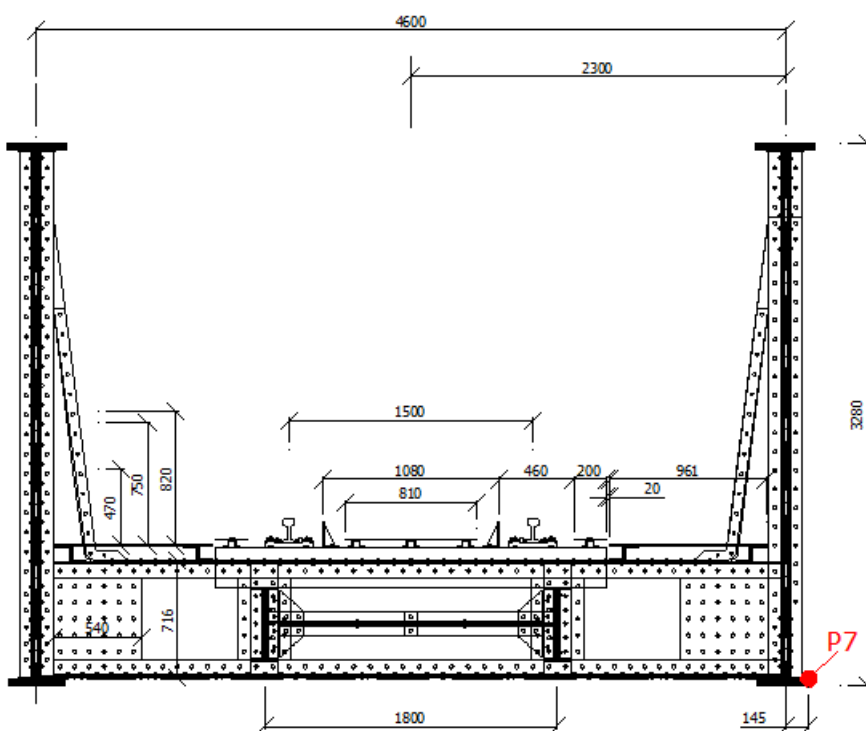
Řez B-B



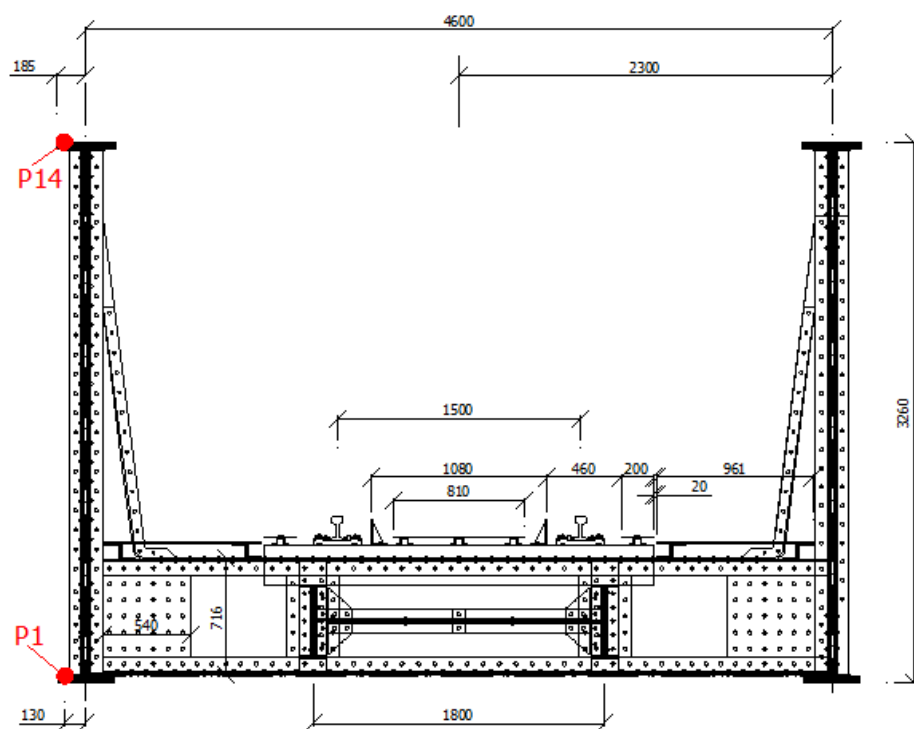
Řez C-C



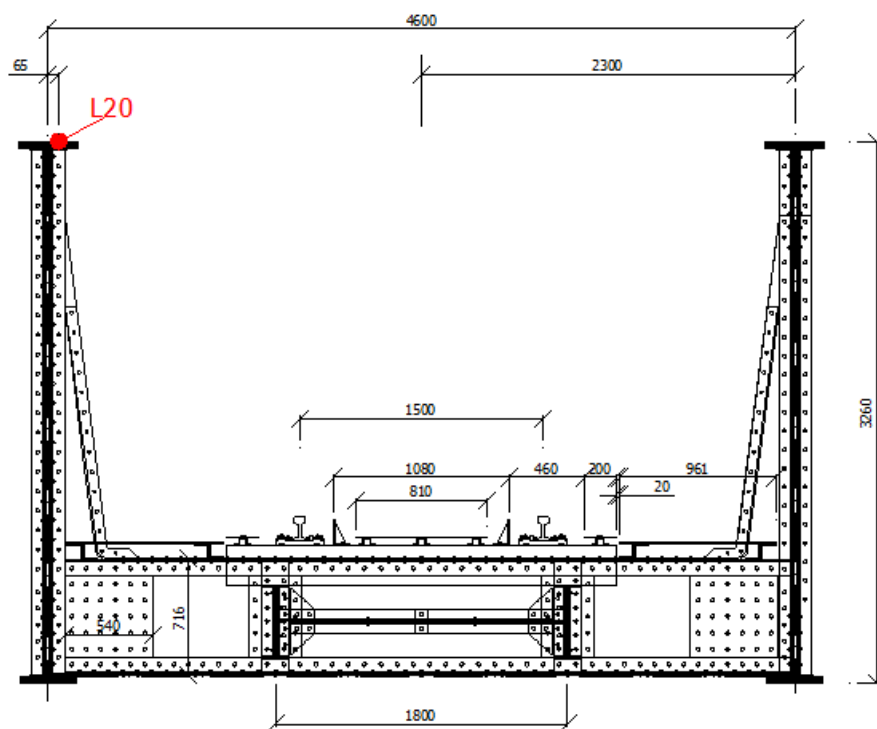
Řez D-D



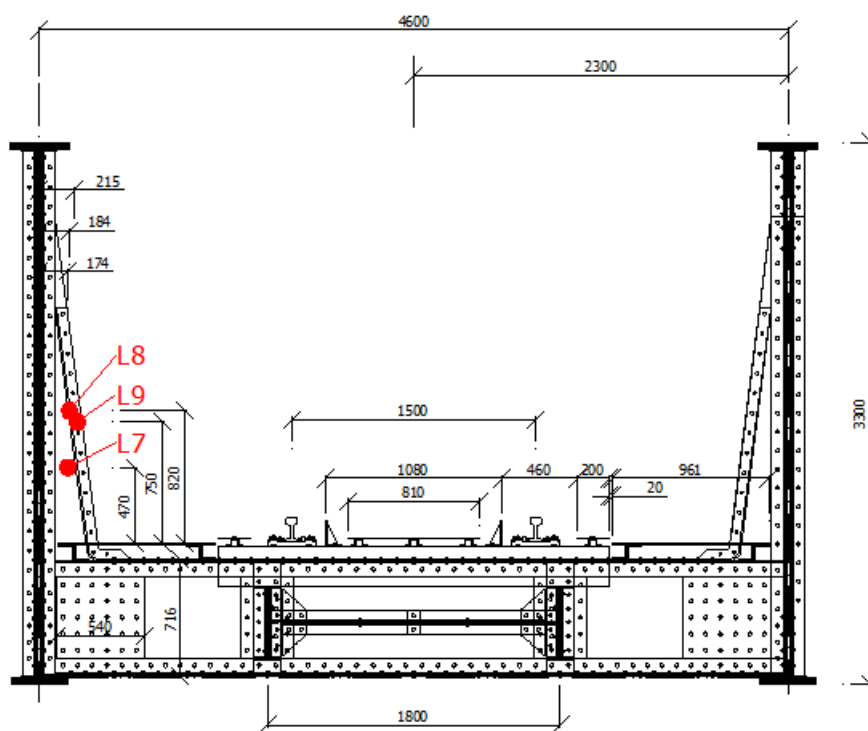
Řez E-E



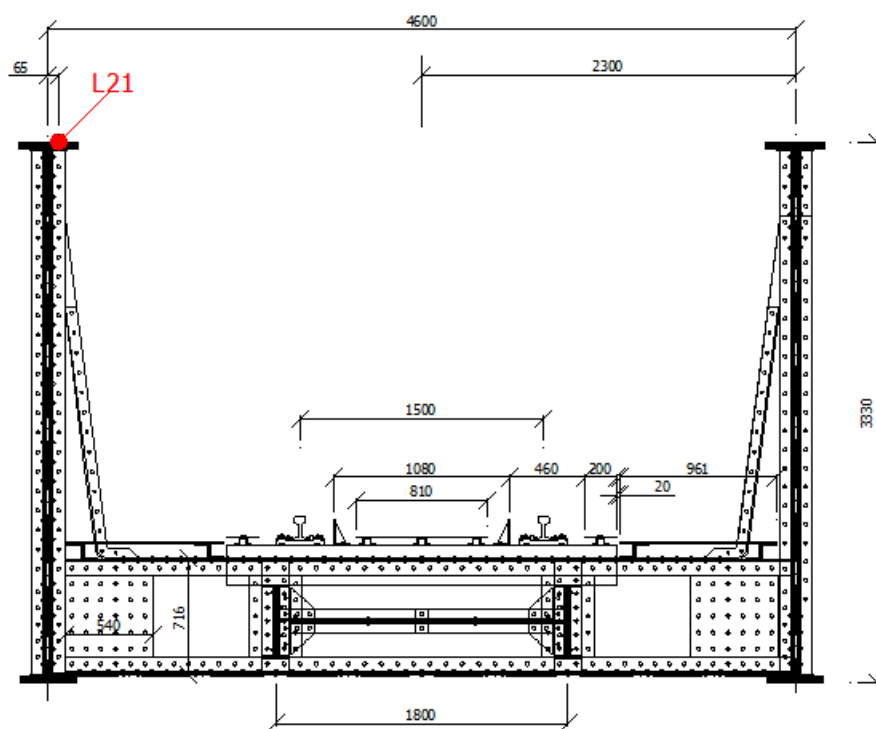
Řez F-F



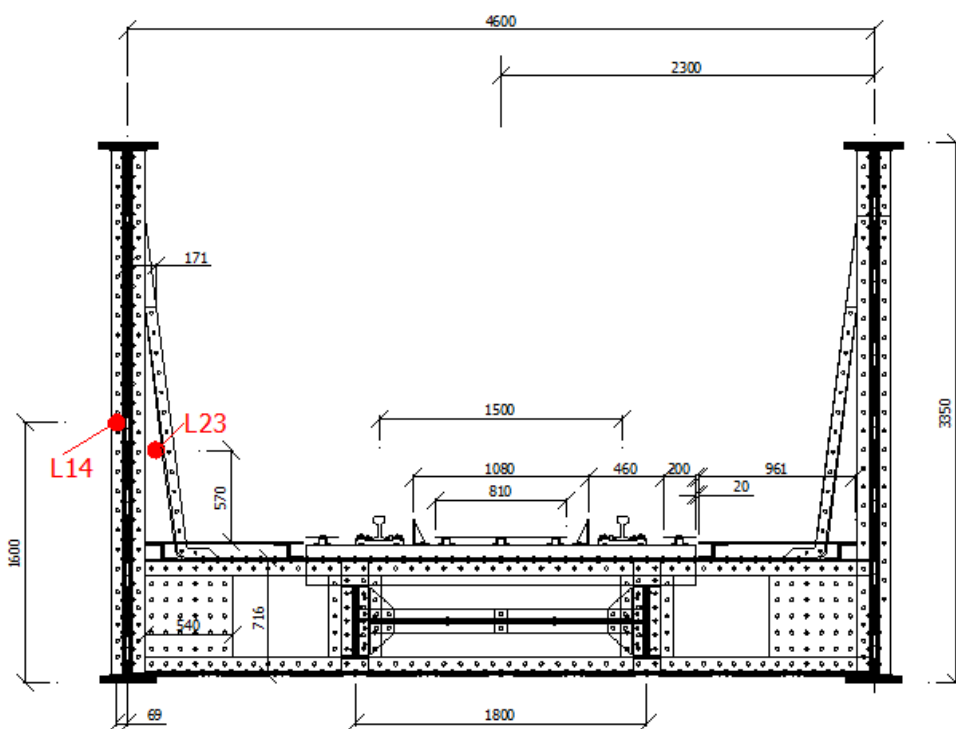
Řez G-G



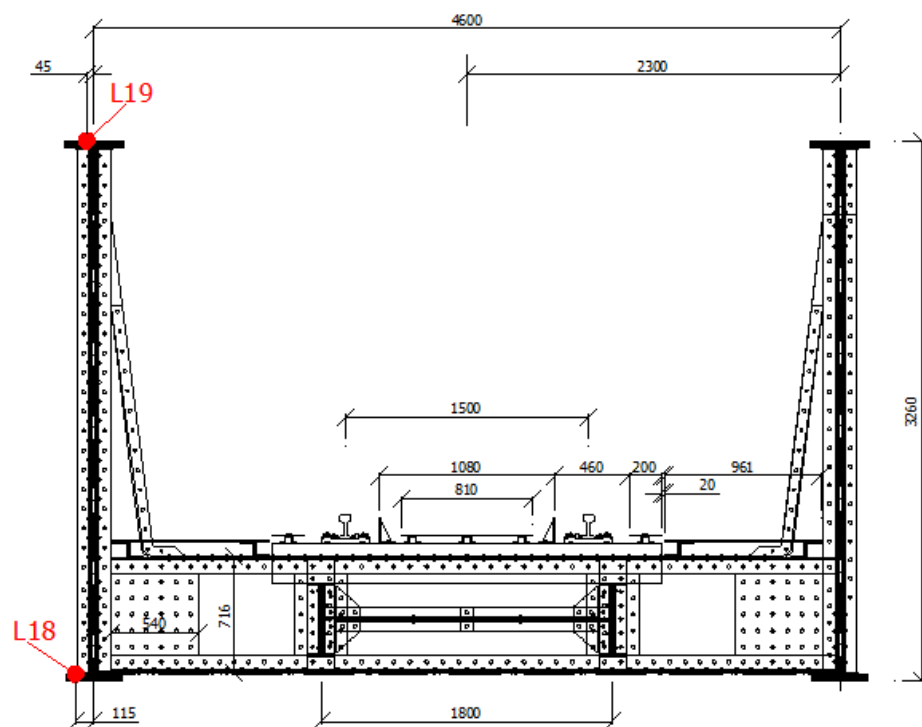
Řez H-H



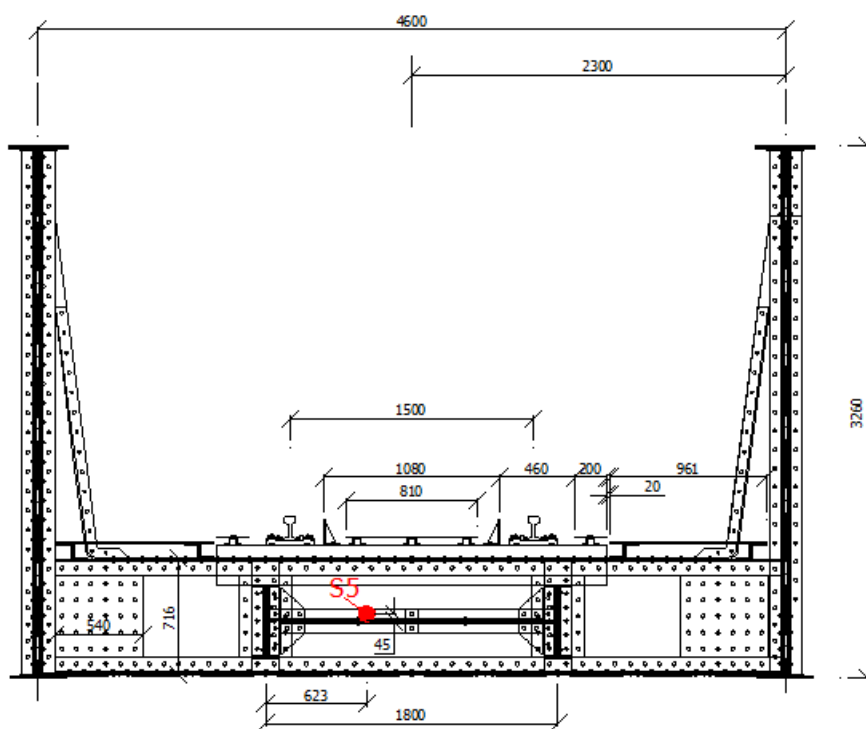
Řez I-I



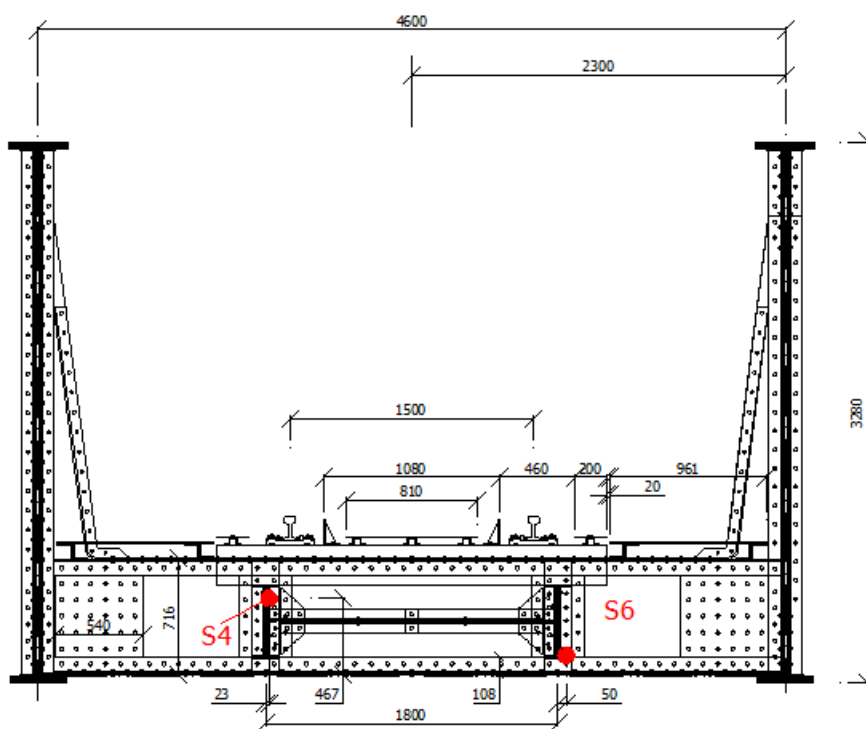
Řez J-J



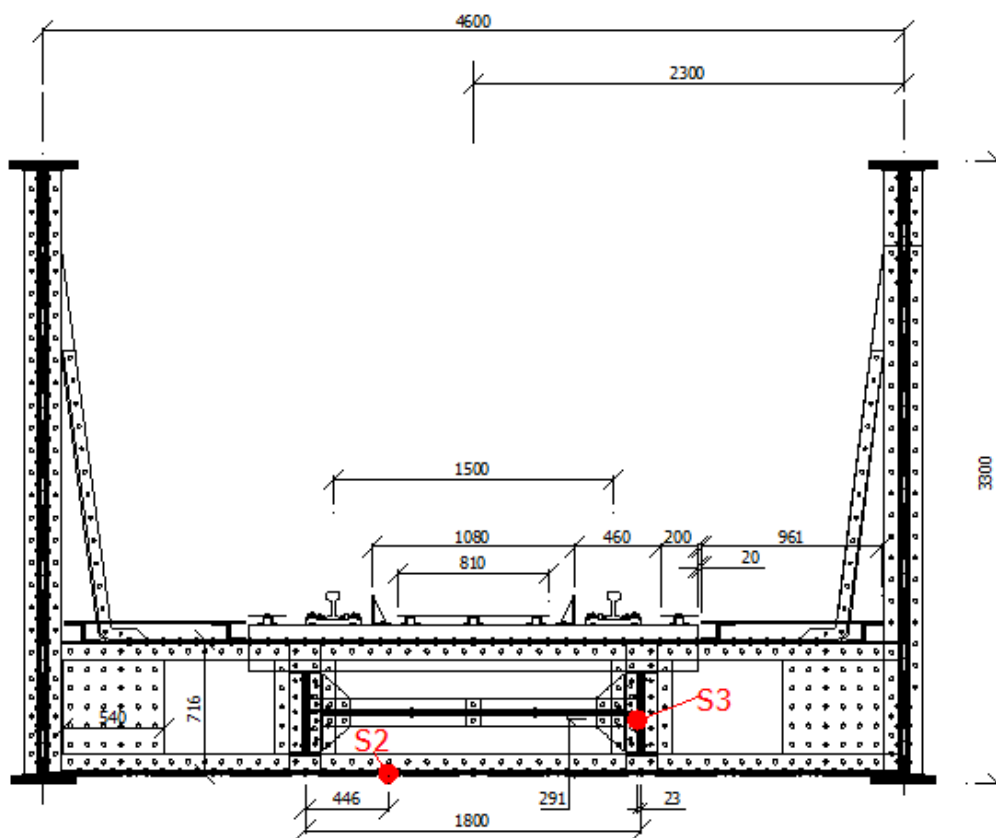
Řez K-K



Řez L-L



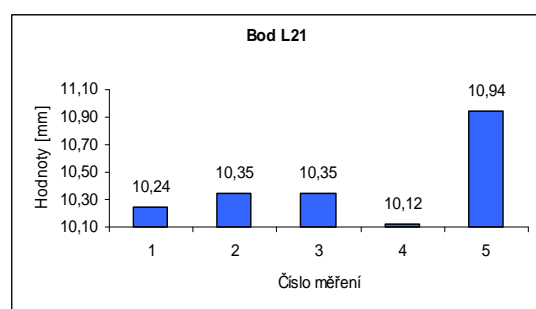
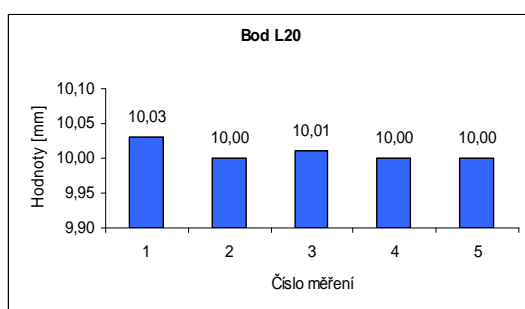
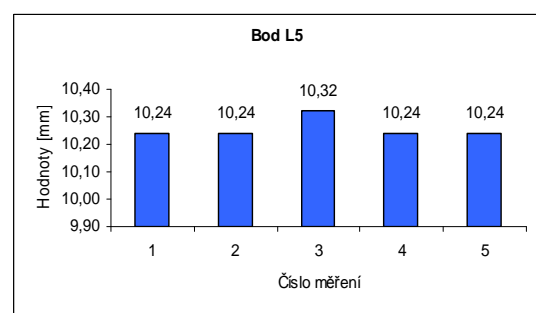
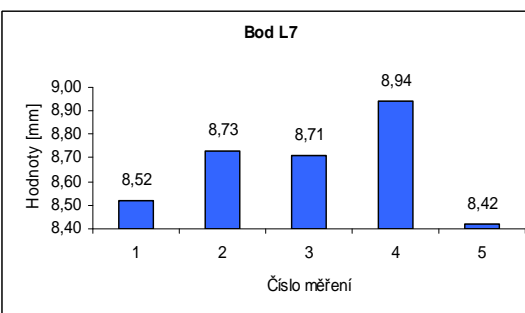
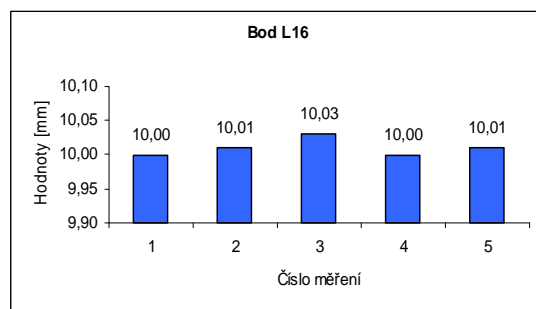
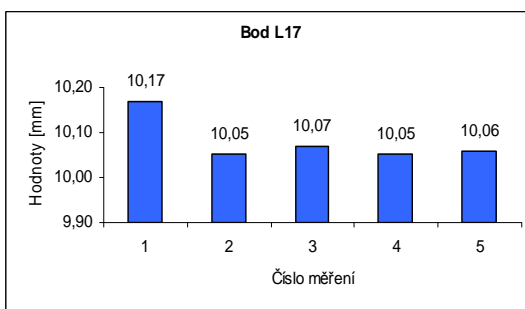
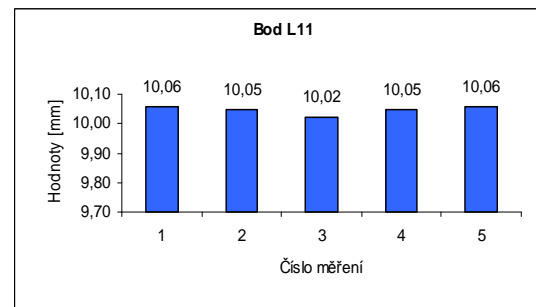
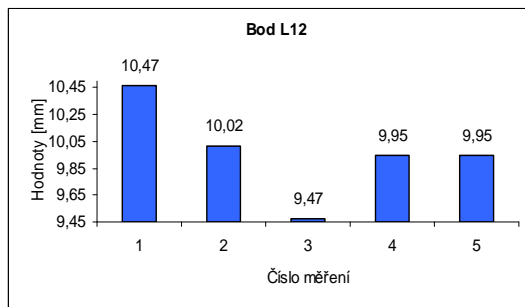
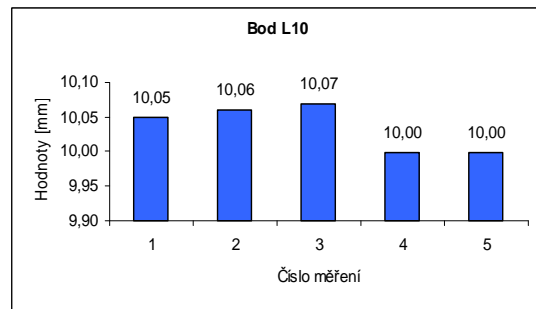
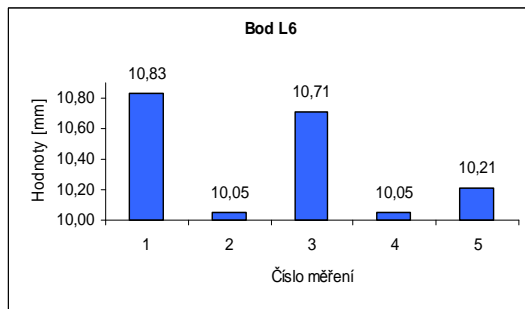
Řez 0-0



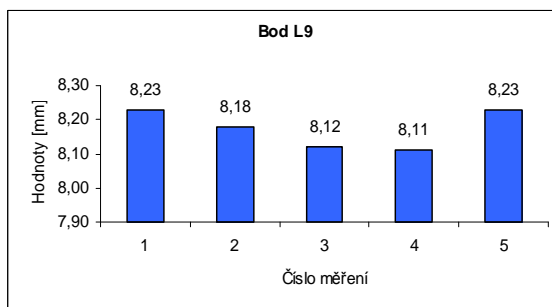
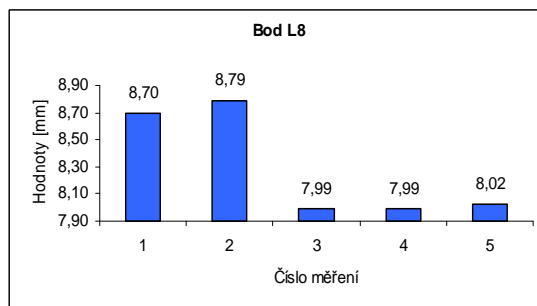
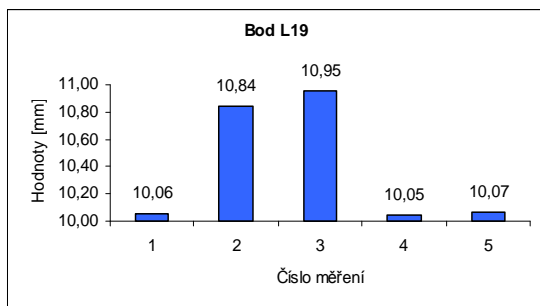
Diagnostika mostní konstrukce v km 30,784 t.ú. 1551 Moravany - Borohrádek

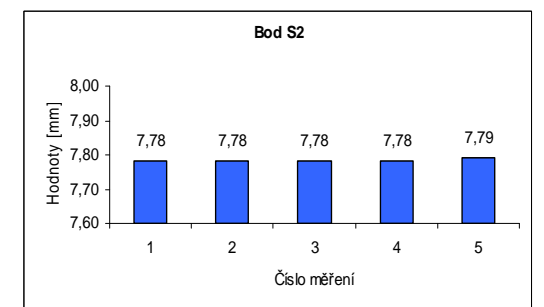
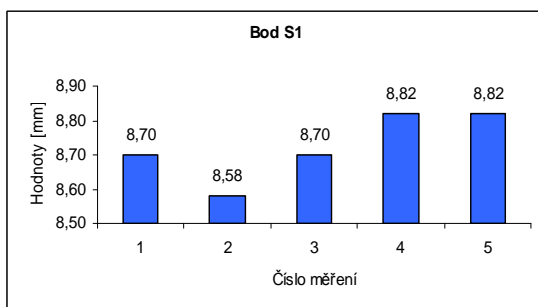
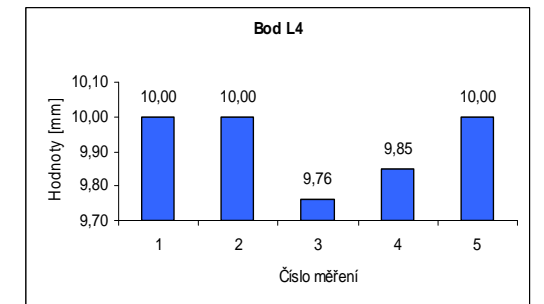
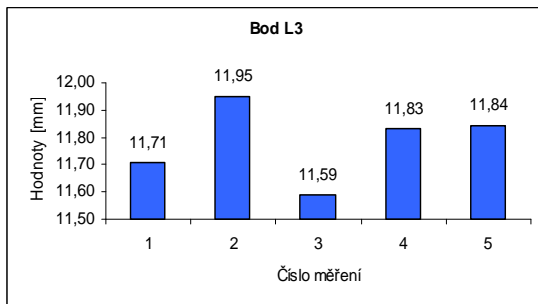
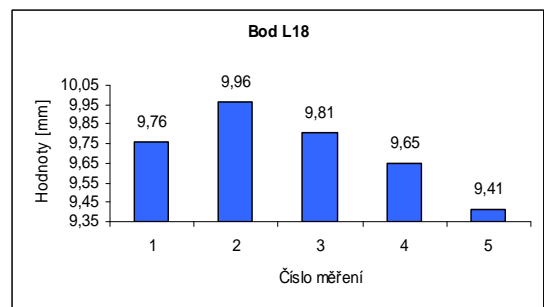
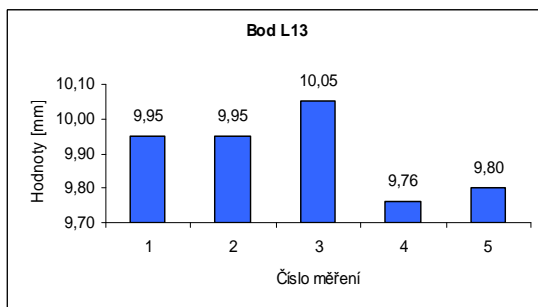
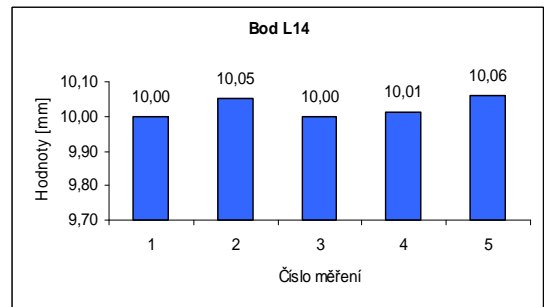
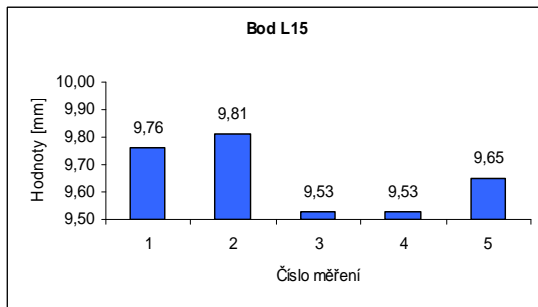
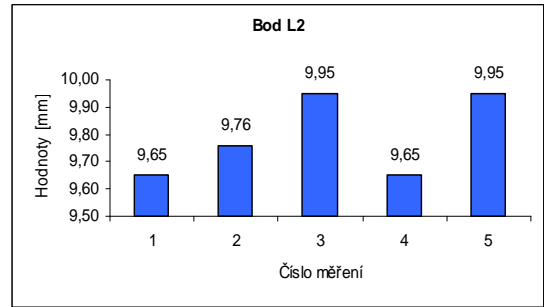
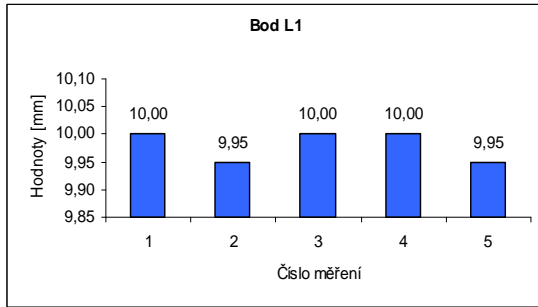
Příloha č. 2

Grafické znázornění naměřených hodnot

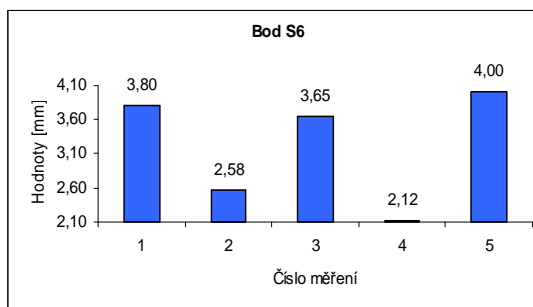
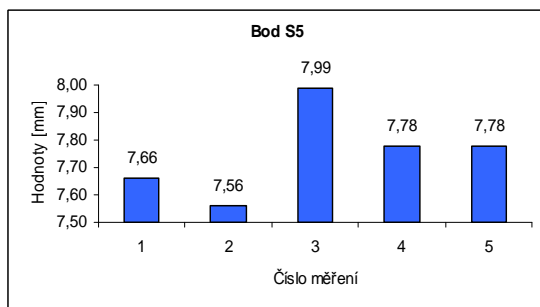
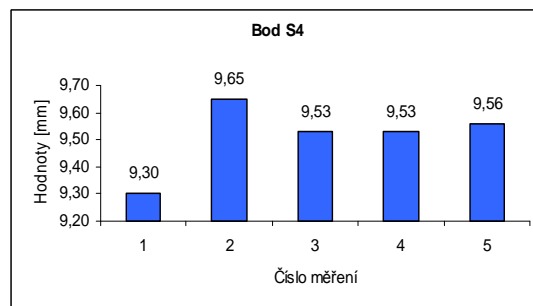
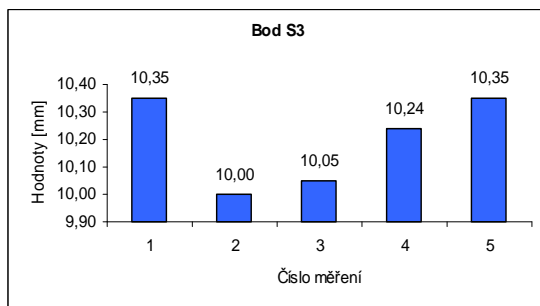


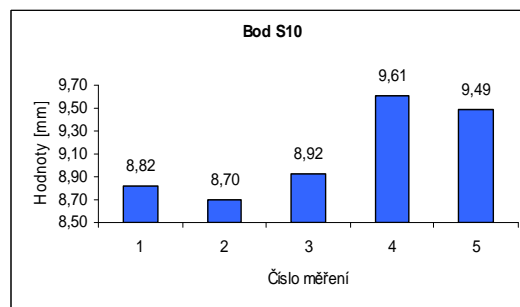
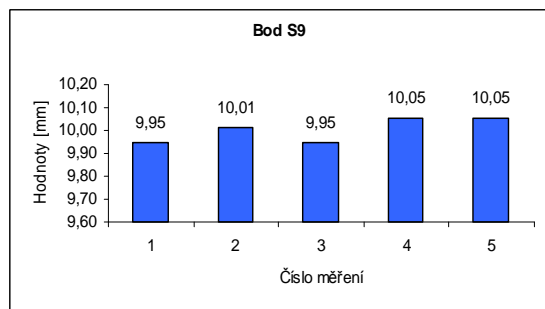
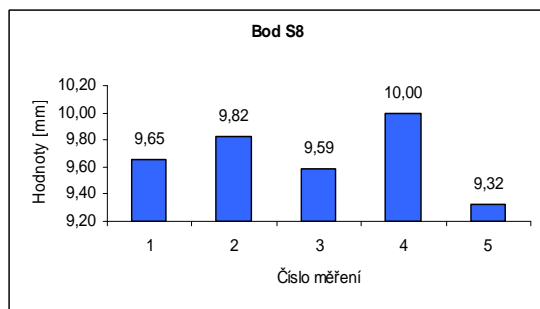
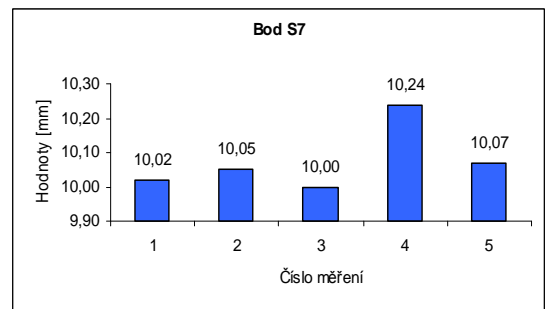
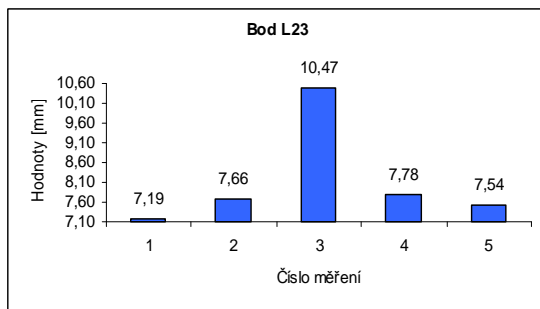
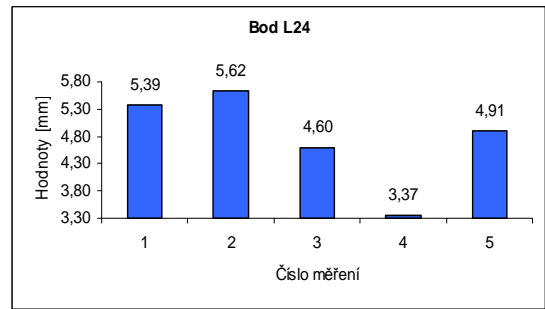
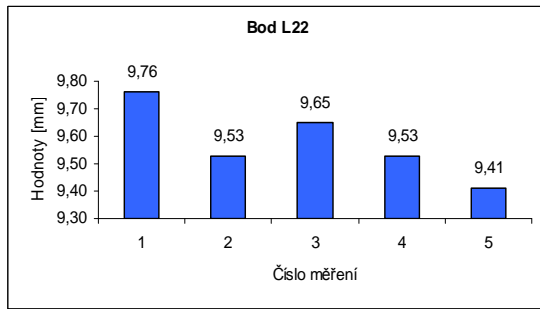
Hodnoty z 1. dne měření

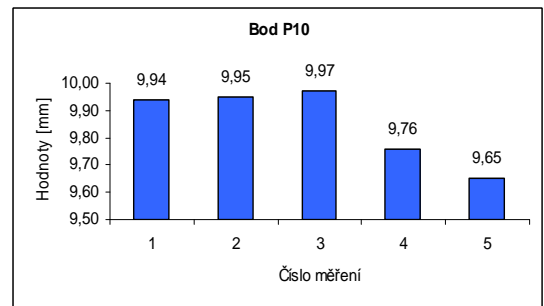
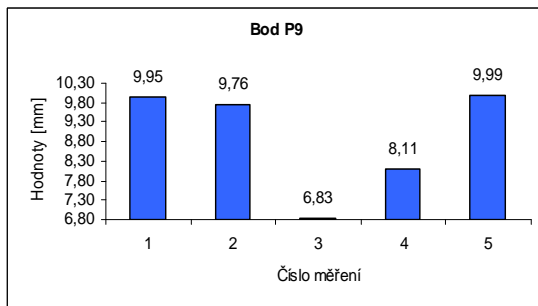
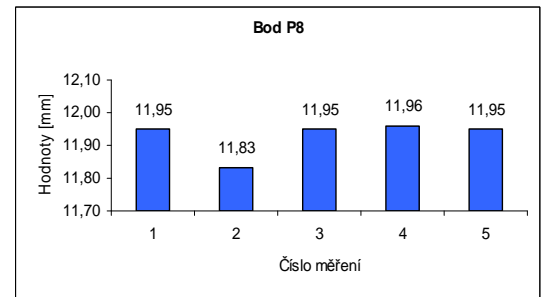
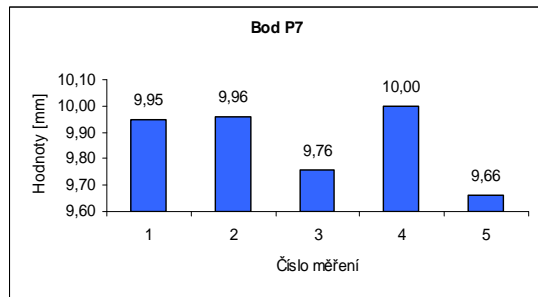
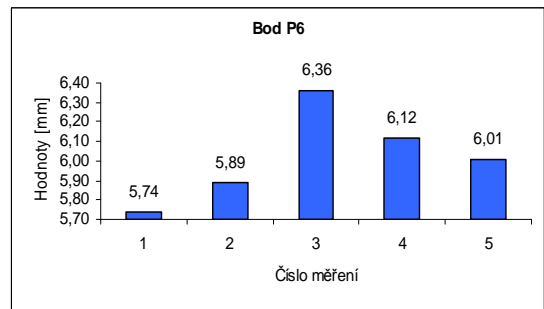
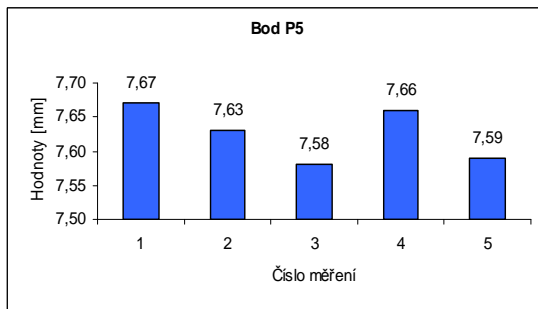
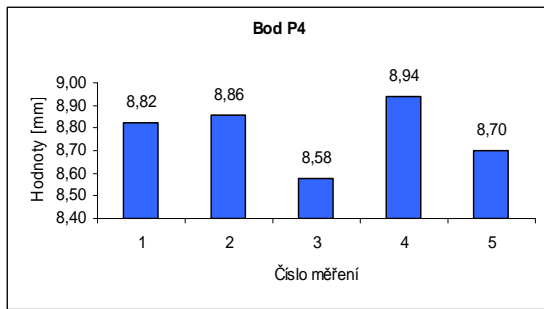
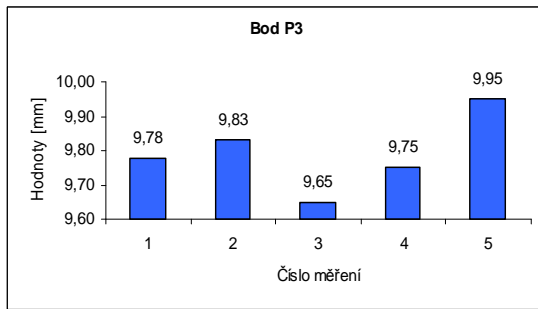
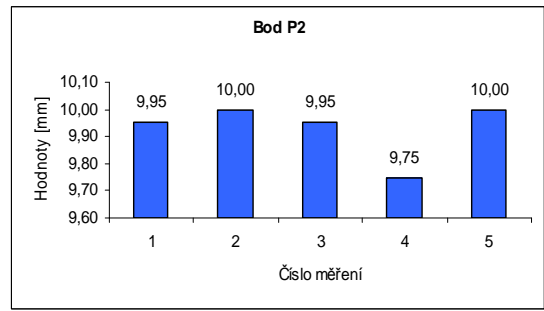
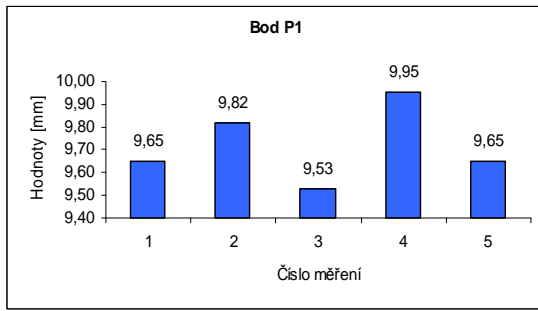


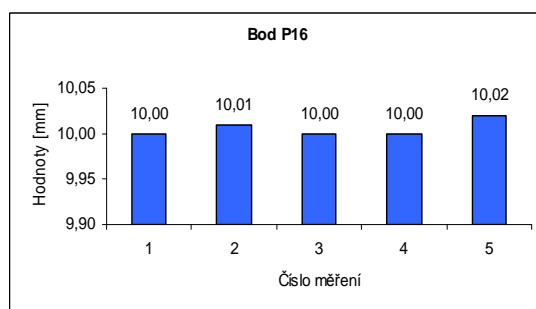
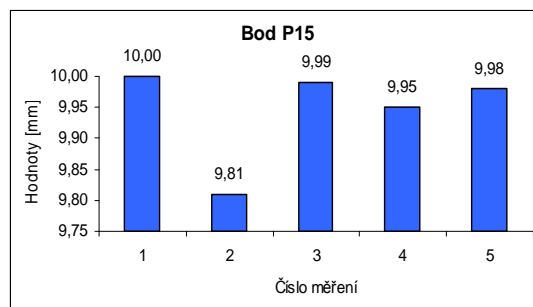
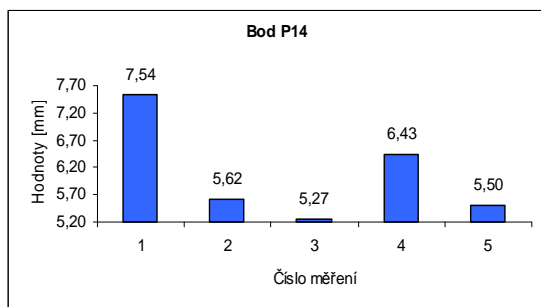
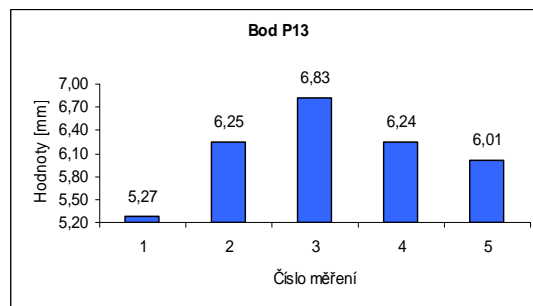
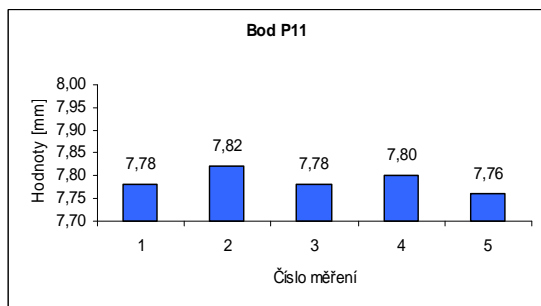


Hodnoty z 2. dne měření









Hodnoty z 4. dne měření

Diagnostika mostní konstrukce v km 30,784 t.ú. 1551 Moravany - Borohrádek

Příloha č. 3

Protokol o podrobné prohlídce

V protokolu jsou uvedeny důvěrné informace, které byly poskytnuty SŽDC pro účely zjištění stavu nosné konstrukce pomocí ultrazvukového tloušťkoměru. Vzhledem k uvedené důvěrnosti jsou údaje týkající se bližší identifikace mostní konstrukce vynechány.

Diagnostika mostní konstrukce v km 30,784 t.ú. 1551 Moravany - Borohrádek

Příloha č. 4

Deník měření

V deníku měření jsou uvedeny originální zdrojové záznamy. Celkové naměřené údaje byly získány během 4 dnů. Každý den měření docházelo k zaznamenání podmínek měření v podobě teploty, tlaku, vlhkosti vzduchu a času měření. Dále bylo ke každému měřicímu dnu krátce popsáno, v jakých místech na mostní konstrukci měření probíhala.

Měřicí den č.1

Měření proběhlo dne 30. 3. 2010. Měřena byla levá část příhradové konstrukce ve směru železniční trati Moravany - Borohrádek, k měření bylo připraveno (otryskáno) 7 polí z 10 a celé horní pásnice. Konstrukce byla otryskána pouze ke krycím plechům. Spodní část bude otryskána v další etapě. Všechny získané hodnoty byly měřeny na otryskaných prutech. Přesné umístění měřených míst je možno vyhledat v příložené dokumentaci.

Podmínky měření	
Teplota	14 ⁰ C
Vlhkost	54,8%
Tlak vzduchu	996 hPa
Čas měření	14:20 – 16: 40

Měřicí den č. 2

Měření dne 1. 4. 2010. Měřena byla levá část příhradové konstrukce a spodní část mostovky ve směru žel. trati Moravany – Borohrádek. Měřeny byly 3 zbývající příhrady pole a spodní část mostovky s jejím ztužení. Měřená konstrukce nebyla otryskána, ale došlo k ručnímu odbroušení měřených míst. Přesné umístění měřených míst je možno vyhledat v příložené dokumentaci.

Podmínky měření	
Teplota	9 ⁰ C
Vlhkost	62 %
Tlak vzduchu	1020 hPa
Čas měření	13:20 – 16: 40

Měřící den č. 3

Měření dne 7. 4. 2010. Měřena byla levá část příhradové konstrukce a spodní část mostovky ve směru žel. trati Moravany – Borohrádek. Měřená konstrukce nebyla otryskána, ale došlo k ručnímu odbroušení měřených míst. Přesné umístění měřených míst je možno vyhledat v příložené dokumentaci.

Podmínky měření	
Teplota	13 ° C
Vlhkost	38 %
Tlak vzduchu	1022 hPa
Čas měření	13:00 – 16: 40

Měřící den č. 4

Měření dne 8. 4. 2010. Měřena byla pravá část příhradové konstrukce mostu ve směru železniční trati Moravany – Borohrádek. Měřená konstrukce nebyla otryskána, ale došlo k ručnímu odbroušení měřených míst. Přesné umístění měřených míst je možno vyhledat v příložené dokumentaci.

Podmínky měření	
Teplota	12 ° C
Vlhkost	62 %
Tlak vzduchu	1023 hPa
Čas měření	10:30 – 13: 40

1. měření

teplota: 14°C
 vlhkost: 54,8%
 tlak: 996 hPa

v době 14:20-16:40

- konstanta před měřením přístroje 30.3.2010

bod 1 Prut číslo: L6		- 19 2 průhledů od Moravan - myšlenka průhledy
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	10,83	
2	10,05	
3	10,71	
4	10,05	
5	10,21	

bod N Prut číslo: L 10		- 15 3 průhledů od Moravan - horní stycem-los' plech, na pravé straně pole
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	10,05	
2	10,06	
3	10,07	
4	10,00	
5	10,00	

bod 3 Prut číslo: L 12		- ve 4 púhradě od Moravan - vyřezána púhrady
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	10,47	
2	10,02	
3	9,47	
4	9,95	
5	9,95	

bod 2 Prut číslo: L 11		- ve 4 púhradě od Moravan - vyřezána púhrady
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	10,06	
2	10,05	
3	10,02	
4	10,05	
5	10,06	

bod č. 5 Prut číslo: L 17		- v 9 příhradě od Moravan - "křížem" příhrady
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	10,17	
2	10,05	
3	10,07	
4	10,05	
5	10,06	

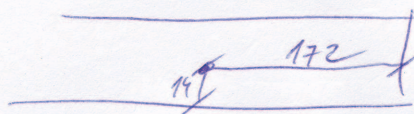
bod č. 4 Prut číslo: L 16		- v 8. příhradě od Moravan
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	10,00	
2	10,01	
3	10,03	
4	10,00	
5	10,01	

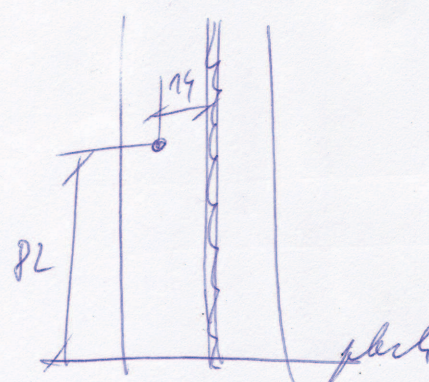
bod 8 Prut číslo: L7	- myšlenka přesí 2 a 3 příhradou od Moravan	
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	8,52	
2	8,73	
3	8,71	
4	8,94	
5	8,42	

bod 12 k Moravan Prut číslo: L5	- přesí 1 a 2 příhradou od Moravan - na přímé myšleně	
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	10,29	
2	10,29	
3	10,32	
4	10,29	
5	10,29	

bod 9 Prut číslo: L 20		- v 1 pětici od Moravan - horní pascie	
Číslo měření	Naměřená hodnota	Dobudka dl	
1	10,03		
2	10,00		
3	10,01		
4	10,00		
5	10,00		

bod 10 Prut číslo: L 21		- v 5 pětici od Moravan - horní pascie - na sobě 4 pasciové plody	
Číslo měření	Naměřená hodnota	Moravy	
1	10,24		
2	10,35		
3	10,35		
4	10,12		
5	10,24		

bod 11 Prut číslo: L 19	- v 10 pětáctě od Moravan - horní palmeie	
Číslo měření	Naměřená hodnota	Moravy Borohovál 
1	10,06	
2	10,89	
3	10,95	
4	10,05	
5	10,07	

bod 12 Prut číslo: L 8	- v 1/2 stábe mezi 2 a 3 pětáctem od Moravan	
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	8,70	
2	8,79	
3	7,99	
4	7,99	
5	8,02	

bod 13 Prut číslo: L9	- měří 2 a 3 ojetá pětadvacet od Morava - výška pětadvacet
-----------------------------------	---

Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	8,23	
2	8,18	
3	8,12	
4	8,11	
5	8,23	

Prut číslo:		
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1		
2		
3		
4		
5		

2. měření ; dne 1. 4

teplota: 14 °C
vlhkost: 54,8 °C
tlak: 996 hPa

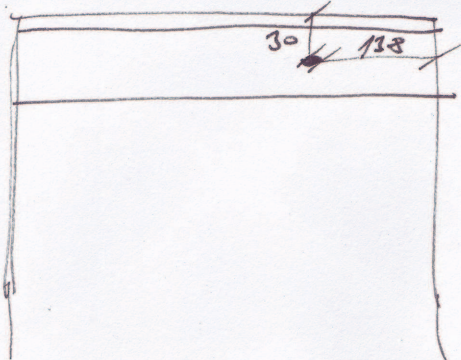
- body od hranice v době: 14:20 - 16:40

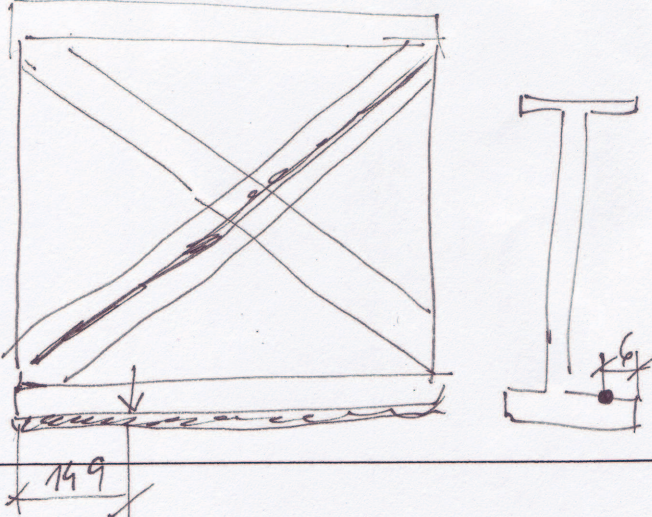
<p>B</p> <p>Prut číslo:</p> <p>L1</p>		<p>- v 1 příhradě od Moravan</p> <p>- stojí na</p>
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	10,00	
2	9,95	
3	10,00	
4	10,00	
5	9,95	

<p>C</p> <p>Prut číslo:</p> <p>L2</p>		<p>- v 1 příhradě od Moravan</p> <p>- stavební příhrady pomocí pásovce</p>
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	9,65	
2	9,76	
3	9,95	
4	9,65	
5	9,95	

<p>D</p> <p>Prut číslo:</p> <p>L 15</p>		<p>- v 7 průhledů od Moravan</p> <p>- suchým pole</p>
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	9,46	
2	9,81	
3	9,53	
4	9,53	
5	9,65	

<p>E</p> <p>Prut číslo:</p> <p>L 14</p>		<p>- stojana mezi 6 a 7 průhledem od Moravan</p> <p>- (směrem z mostu do pole)</p>
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	10,00	
2	10,05	
3	10,00	
4	10,07	
5	10,06	

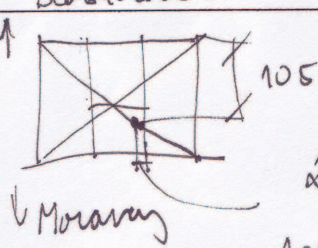
<p>F</p> <p>Prut číslo:</p> <p>L 13</p>	<p>- 6 přehrad od Moravan na levé straně</p> <p>- horní výstupka</p>	
<p>Číslo měření</p>	<p>Naměřená hodnota</p>	<p>Dovnaděl</p> <p>Moravy</p> 
<p>1</p>	<p>9,95</p>	
<p>2</p>	<p>9,95</p>	
<p>3</p>	<p>10,05</p>	
<p>4</p>	<p>9,76</p>	
<p>5</p>	<p>9,80</p>	

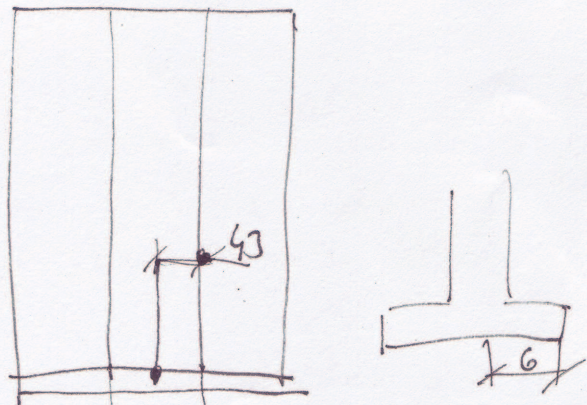
<p>P</p> <p>Prut číslo:</p> <p>L 18</p>	<p>- 10 přehrad od Moravan</p> <p>- spodní pásnice</p>	
<p>Číslo měření</p>	<p>Naměřená hodnota</p>	
<p>1</p>	<p>9,46</p>	
<p>2</p>	<p>9,96</p>	
<p>3</p>	<p>9,81</p>	
<p>4</p>	<p>9,65</p>	
<p>5</p>	<p>9,41</p>	

<p>M</p> <p>Prut číslo:</p> <p>L3</p>		<p>- v 1. příhradě od Moravan,</p> <p>- na levé straně</p> <p>- myšlené pole</p>
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	11,41	
2	11,95	
3	11,59	
4	11,83	
5	11,84	

<p>N</p> <p>Prut číslo:</p> <p>L4</p>		<p>- v 1. příhradě od Moravan</p> <p>- spodní střešní plech</p> <p>- na levé straně</p>
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	10,00	
2	10,00	
3	9,76	
4	9,85	
5	10,00	

↓ spodní část.

<p>H</p> <p>Prut číslo:</p> <p>S1</p>		<p>- ve 2 příhradě od Moravan</p> <p>- spodní střešní kce</p>	
Číslo měření	Naměřená hodnota	<p>Daruhvařoch</p>  <p>23 od podélné osy</p> <p>105 od 3 příčnic</p>	
1	8,70		
2	8,58		
3	8,70		
4	8,82		
5	8,82		

<p>I</p> <p>Prut číslo:</p> <p>S2</p>		<p>- příčnice mezi 2 a 3 příhradou od Moravan</p> <p>- spodní pásnice</p>	
Číslo měření	Naměřená hodnota		
1	7,78		
2	7,78		
3	7,78		
4	7,78		
5	7,79		

<p>G</p> <p>Prut číslo:</p> <p>53</p>		<p>- ve 3 púhradô, by' podélun'ê ve smêru od Moraven na vnútorn' strane</p>	
Číslo měření	Naměřená hodnota		
1	10,35		
2	10,00		
3	10,05		
4	10,24		
5	10,35		

<p>J</p> <p>Prut číslo:</p> <p>54</p>		<p>- v. 1 púhradô od Moraven</p> <p>- vynešme ma' horn' pásnuce podélun' êru</p>	
Číslo měření	Naměřená hodnota		
1	9,30		
2	9,65		
3	9,53		
4	9,53		
5	9,56		

<p>K</p> <p>Prut číslo:</p> <p>55</p>	<p>- v 1. příhradě od Moraven</p> <p>- přečna' n'stula</p>	
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	7,66	
2	7,56	
3	7,99	
4	7,78	
5	7,78	

<p>L</p> <p>Prut číslo:</p> <p>56</p>	<p>- v 1. příhradě od Morava</p> <p>- podélna' n'stula, spodní</p> <p>pásovici (velká korose)</p>	
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	3,80	
2	5,50	
3	4,14	
4	5,02	
5	4,48	

2,58

3,65

2,12

4,00

3,19

3. měření

teplota: 13°C
 vlhkost: 38%
 tlak: 1022 hPa

dobu: 13:00 - 16:40

- body průřezu měne

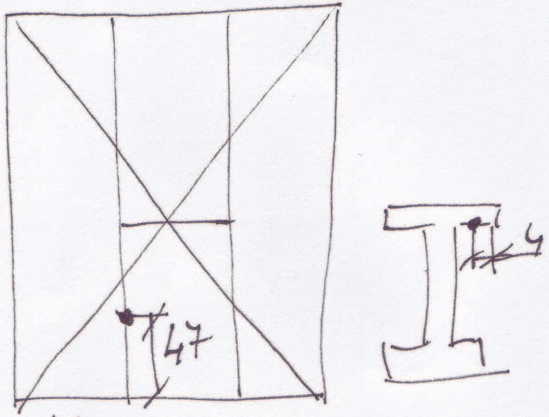
7.4.2010

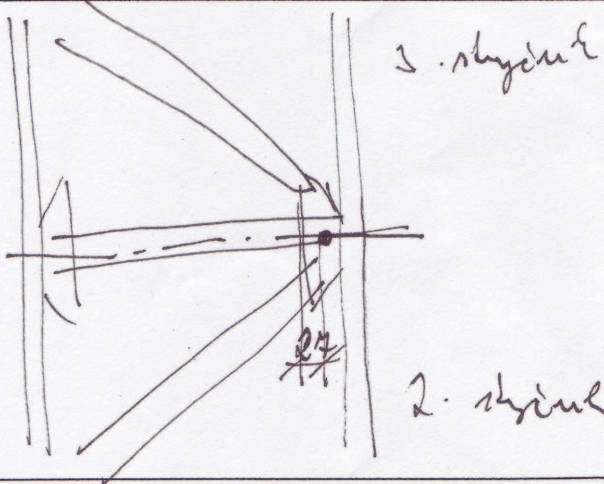
<p>A1</p> <p>Prut číslo:</p> <p>L22</p>		<p>- v 6. příhradě od Moravan</p> <p>- na levé straně</p> <p>- sloužím' průřady pažnic'</p>	
Číslo měření	Naměřená hodnota		
1	9,76		
2	9,53		
3	9,65		
4	9,53		
5	9,41		

<p>B1</p> <p>Prut číslo:</p> <p>L24</p>		<p>- v 4 příhradě od Moravan</p> <p>- sloužím' průřady pomocí vy'ložných L-profilů</p> <p>- v místech mezi L profily dochází k většímu vlivem kore</p>	
Číslo měření	Naměřená hodnota		
1	5,39		
2	5,62		
3	4,60		
4	3,37		
5	4,91		

<p>C₁</p> <p>Prut číslo:</p> <p>L23</p>		<p>- v 6 příhradě od Moravy</p> <p>- spodní nosič na část starší</p> <p>- mezi 6 a 7 příhradou, stojím</p>	
Číslo měření	Naměřená hodnota		
1	4,19		
2	4,66		
3	10,47		
4	4,48		
5	4,54		

<p>E₁</p> <p>Prut číslo:</p> <p>S7</p>		<p>- ve 4 příhradě od Moravy</p> <p>- prava' podélná' nýstuba, její stojím</p>	
Číslo měření	Naměřená hodnota		
1	10,02		
2	10,05		
3	10,00		
4	10,29		
5	10,07		

<p>F_1</p> <p>Prut číslo:</p> <p>58</p>	<p>- se 4 příhradě od Moravan</p> <p>- na levém podélníku, horní mřížová pásnice</p>	
<p>Číslo měření</p>	<p>Naměřená hodnota</p>	<p>Borohradek</p>  <p>Morava</p>
1	9,65	
2	9,82	
3	9,59	
4	10,00	
5	9,32	

<p>G_1</p> <p>Prut číslo:</p> <p>59</p>	<p>- spodní styčnicový plech pro místy</p> <p>- musí 2 a 3 příhradou od Moravan</p>	
<p>Číslo měření</p>	<p>Naměřená hodnota</p>	<p>Borohradek</p>  <p>1. styčnic</p> <p>2. styčnic</p> <p>Morava</p>
1	9,95	
2	10,01	
3	9,95	
4	10,05	
5	10,05	

<p>H₁</p> <p>Prut číslo:</p> <p>S10</p>	<p>- v 5 m² kvádru od Moravy</p> <p>- jde o pode'len' kore' stave'm'</p> <p>- z jedne' strany velka' koroze na prum' pohled</p>	
<p>Číslo měření</p>	<p>Naměřená hodnota</p>	<p>Dorobádek</p> <p>Moravy</p>
1	8,82	
2	8,70	
3	8,92	
4	9,61	
5	9,49	

<p>Prut číslo:</p>		
<p>Číslo měření</p>	<p>Naměřená hodnota</p>	
1		
2		
3		
4		
5		

4. měření

teplota: 12,8°C
vlhkost: 62%
tlak: 1023 hPa

v době: 10:50 - 11:10
8.4.2010

body měří brásky, kompletní pravošlana

<p>1</p> <p>Prut číslo:</p> <p>P1</p>		<p>- v 1 pětce od Moravy</p> <p>- spodní pásnice</p>	
Číslo měření	Naměřená hodnota	<p>Moravy</p> <p>Borohrad</p>	
1	9,65		
2	9,82		
3	9,53		
4	9,95		
5	9,65		

<p>7</p> <p>Prut číslo:</p> <p>P2</p>		<p>- v 2 pětce od Moravy</p> <p>- střední pole pomocí pásnice</p>	
Číslo měření	Naměřená hodnota	<p>Moravy</p> <p>Borohrad</p>	
1	9,95		
2	10,00		
3	9,95		
4	9,75		
5	10,00		

3 Prut číslo:	- 10 7 púlnadi od Moravan - spodná stúžim' púlnady	
P3		
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	9,78	
2	9,83	
3	9,65	
4	9,75	
5	9,95	

5 Prut číslo:	- 10 7. púlnadi od Moravan - stúžim' púlnady pomocou L profle - kovane muci 1/2 horay/m' plocha	
P4		
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	8,82	
2	8,86	
3	8,58	
4	8,94	
5	8,70	

4	- v 9 příkladech od Moravan - Musím příklady pomocí pásmu
Prut číslo:	
P5	

Číslo měření	Naměřená hodnota	Moravan	Drobnatěl
1	7,67		
2	7,63		
3	7,58		
4	7,66		
5	7,59		

6	- ve 4 příkladech od Moravan - Musím příklady pomocí 2 L profilů - mezi profily
Prut číslo:	
P6	

Číslo měření	Naměřená hodnota	Moravan	Drobnatěl
1	5,74		
2	5,89		
3	6,36		
4	6,12		
5	6,01		

8	- se 2 pútkadé od Moravy	
Prut číslo:	- spodnu' pal'mu'ce	
P7		
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	9,95	
2	9,96	
3	9,76	
4	10,00	
5	9,66	

9	- v 6. pútkadé od Moravy	
Prut číslo:	- stuzim' pole	
P8		
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	11,95	
2	11,83	
3	11,95	
4	11,96	
5	11,95	

10 Prut číslo: P9	- N 7 příhradě od Morava - stojana mezi 7 a 8 příhradou	
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	9,95	
2	9,76	
3	6,83	
4	8,11	
5	9,99	

11 Prut číslo: P10	- ve 3 příhradě od Morava - nástudka příhrady pomocí podélné pásmice	
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	9,94	
2	9,95	
3	9,97	
4	9,76	
5	9,65	

<p>12</p> <p>Prut číslo:</p> <p>P11</p>	<p>- se 4 průhledy od Moravan</p> <p>- stojana mesi: 4 a 5 průhledů</p> <p>- průměr kříže pomou: L profil</p>	
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	7,78	
2	7,82	
3	7,78	
4	7,80	
5	7,76	

<p>14</p> <p>Prut číslo:</p> <p>P12</p>	<p>- stojana mesi: 3 a 4 průhledů</p>	
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	9,96	
2	9,95	
3	10,00	
4	9,76	
5	9,86	

15 Prut číslo: P13	- v 1. příhradě od Moravy - korní střešní - velká korně, byla umístěna vedle	
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	5,27	
2	6,25	
3	6,83	
4	6,24	
5	6,07	

16 Prut číslo: P14	- v 1. příhradě od Moravy - korní palnice nesoucí	
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	7,54	
2	5,62	
3	5,27	
4	6,43	
5	5,50	

17 Prut číslo: P15	- v 5 půlmetrů od Moravan - horní palnice (5 ostev)	
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	10,00	
2	9,81	
3	9,99	
4	9,95	
5	9,98	

18 Prut číslo: P16	- v 10 půlmetrů od Moravan - stejné 'ky' plech na horní	
Číslo měření	Naměřená hodnota	
1	10,00	
2	10,01	
3	10,00	
4	10,00	
5	10,02	

**Diagnostika mostní konstrukce v km 30,784 t.ú. 1551
Moravany - Borohrádek**

Příloha č. 5

FOTODOKUMENTACE



Obr. 1 - Uspořádání širších vztahů v okolí mostní konstrukce



Obr. 2 - Přejezd motorového vozu směrem k Borohrádku



Obr. 3 - Celkový pohled na mostní konstrukci



Obr. 4 - Podmostovkové ztužení



Obr. 5 - Detail stavu horní pásnice



Obr. 6 - Otryskaná příhrada před měřením a provedením základního nátěru



Obr. 7 - Detail označení měřeného místa na otryskané příhradě



Obr. 8 - Označení vybraného místa před odstraněním koroze



Obr. 9 - Detail označení měřeného místa při ručním odbroušení



Obr. 10 - Získávání dat při měření



Obr. 11 - Detail koroze mezi nýtovaným ztužením příhrady



Obr. 12 - Nejvíce postižené místo celé konstrukce