

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

Stanovení zatížitelnosti silničního mostu  
Bc. Vojtěch Koleta

Diplomová práce  
2021

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2020/2021

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Vojtěch Koleta**  
Osobní číslo: **D19334**  
Studijní program: **N0732A260017 Dopravní stavitelství**  
Studijní obor: **Dopravní stavitelství**  
Téma práce: **Stanovení zatížitelnosti silničního mostu**  
Zadávací katedra: **Katedra dopravního stavitelství**

### Zásady pro vypracování

Na základě mostní prohlídky a dostupných archivních podkladů stanovte zatížitelnost (ve smyslu ČSN 73 6222) a vhodný systém opravy vybraného mostu. Předmětem práce je provedení prohlídky mostu, stanovení jeho zatížitelnosti a návrhu vhodného systému sanace mostu včetně vybraných výkresových příloh a statického přepočtu.

Součástí práce bude řešerše, provedení mostní prohlídky, přepočet zatížitelnosti a návrh vhodné sanace; zpracování přehledných výkresů.

Rozsah pracovní zprávy:  
Rozsah grafických prací:  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

ČSN 73 6200. *Mosty &#x2013; Terminologie a třídění*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 48 s. Třídící znak 73 6200

ČSN 73 6201. *Projektování mostních objektů*. Praha: Český normalizační institut, 2008, 76 s. Třídící znak 73 6201

ČSN 73 6221. *Prohlídky mostů pozemních komunikací*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018, 64 s. Třídící znak 73 6221

ČSN 73 6222. *Zatížitelnost mostů pozemních komunikací*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013, 32 s. Třídící znak 73 6222

ČSN EN 1990

ČSN EN 1991

ČSN EN 1992

ČSN EN 1993

ČSN EN 1994

A další dle pokynů vedoucího práce

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Pavel Jiříček, Ph.D.**  
Katedra dopravního stavitelství

Datum zadání diplomové práce: **26. října 2020**  
Termín odevzdání diplomové práce: **19. května 2021**

L.S.

---

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

---

**Ing. Aleš Šmejda, Ph.D.**  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 28. října 2020

Prohlašuji:

Práci s názvem „Stanovení zatížitelnosti silničního mostu“ 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., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 14. 03. 2021

Bc. Vojtěch Koleta



## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji Ing. Pavlu Jiříčkovi, Ph.D. za cenné rady a nekonečnou trpělivost při vedení diplomové práce. Mé poděkování též patří všem konzultantům a v neposlední řadě mé rodině za podporu během celého studia na vysoké škole.

## **ANOTACE**

Diplomová práce se zabývá mostními prohlídkami a zatížitelností mostů pozemních komunikací. Text se skládá ze dvou částí, teoretické a praktické. Teorie práce pojednává o problematice mostních prohlídek a stanovení zatížitelnosti. Praktická část obsahuje hlavní mostní prohlídku a komentovaný statický výpočet zatížitelnosti konkrétního mostu.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

zatížitelnost, mostní prohlídka, silniční most, statický výpočet

## **TITLE**

Assessment load capacity of road bridge

## **ANNOTATION**

The diploma thesis deals with load capacity and bridge inspection of road bridges. The text contains two parts. The theoretical part is about bridge inspections and load capacities. The practical part consists of the main bridge inspection and structural analysis of load capacity of the specific bridge.

## **KEYWORDS**

load capacity, bridge inspection, road bridge, structural analysis

# Obsah

1	Teoretická část .....	13
1.1	Mostní názvosloví .....	14
1.2	Problematika mostních prohlídek .....	14
1.2.1	Druhy mostních prohlídek .....	15
1.2.1.1	První hlavní prohlídka .....	15
1.2.1.2	Hlavní mostní prohlídka .....	16
1.2.1.3	Běžná mostní prohlídka .....	17
1.2.1.4	Mimořádná mostní prohlídka .....	18
1.2.1.5	Kontrolní mostní prohlídka .....	18
1.2.2	Hodnocení stavu mostní konstrukce .....	19
1.2.2.1	Klasifikační stupně stavu mostu .....	19
1.2.2.2	Použitelnost .....	23
1.2.2.3	Naléhavost odstranění poruchy .....	24
1.2.3	Kompetence k provádění mostních prohlídek .....	25
1.2.4	Evidence mostů .....	27
1.2.4.1	BMS – Bridge Managment Systém .....	27
1.2.4.2	MostařNet .....	29
1.2.5	Diagnostický průzkum .....	30
1.2.5.1	Účel a rozsah průzkumu .....	31
1.2.5.2	Metody diagnostického průzkumu .....	31
1.2.6	Sanace betonových mostů .....	32
1.2.6.1	Příklady Sanací .....	33
1.3	Zatížitelnost mostů pozemních komunikací .....	36
1.3.1	Podklady pro stanovení zatížitelnosti .....	37
1.3.2	Statický výpočet zatížitelnosti .....	38
1.3.3	Druhy zatížitelnosti .....	39
1.3.3.1	Normální zatížitelnost .....	40
1.3.3.2	Výhradní zatížitelnost .....	41
1.3.3.3	Výjimečná zatížitelnost .....	42
1.3.4	Vodorovné účinky .....	43
1.3.5	Dynamické účinky .....	44
1.3.6	Únava .....	45

1.3.7	Evidence zatížitelnosti .....	45
1.3.8	Značení zatížitelnosti na mostech .....	46
	Použitá literatura a zdroje .....	50

## Seznam obrázků

<i>Obr. 1: Návrhové charakteristiky mostního objektu [1].....</i>	<i>14</i>
<i>Obr. 2: Schéma organizační struktury komise Ministerstva dopravy a zkušební komise [3]..</i>	<i>26</i>
<i>Obr. 3 Zobrazení mostu na mapě v BMS [10].....</i>	<i>28</i>
<i>Obr. 4 Vedení mostních prohlídek pomocí MostářNet [5].....</i>	<i>29</i>
<i>Obr. 5 Evidence mostu pomocí MostářNet [5].....</i>	<i>30</i>
<i>Obr. 6 Nátěr betonových ploch [13].....</i>	<i>33</i>
<i>Obr. 7 Sanace zkarbonatovaného betonu a zkorodované výztuže [14].....</i>	<i>35</i>
<i>Obr. 8 Principiální postup při stanovení zatížitelnosti [5].....</i>	<i>39</i>
<i>Obr. 9 Charakteristická sestava zatížení pro stanovení normální zatížitelnosti [9]..</i>	<i>40</i>
<i>Obr. 10 Schéma vozidel pro stanovení normální zatížitelnosti [9].....</i>	<i>41</i>
<i>Obr. 11 Zatěžovací schéma šestináp. vozidla pro stanovení výhradní zatížitelnost [9].....</i>	<i>42</i>
<i>Obr. 12 Zatěžovací schéma dvounáp a třínáp vozidla pro stanovení výhr. zat. [9].....</i>	<i>42</i>
<i>Obr. 13 Zatěžovací schéma zvláštní soupravy pro stanovení výjimečné zatížitelnosti [9]....</i>	<i>43</i>
<i>Obr. 14 Dynamický součinitel v závislosti na vlastní frekvenci [9].....</i>	<i>45</i>
<i>Obr. 15 Příklad značení zatížitelnosti na mostě.....</i>	<i>46</i>

## **Seznam tabulek**

<i>Tab. 1: Klasifikační stupně technického stavu objektu [2].....</i>	<i>20</i>
<i>Tab. 2: Stupně použitelnosti mostního objektu [2] .....</i>	<i>23</i>
<i>Tab. 3 Požadavky pro získání kompetence [3] .....</i>	<i>25</i>
<i>Tab. 4 Minimální doporučené hodnoty zatížitelnosti pro mosty po obnově [9] .....</i>	<i>36</i>
<i>Tab. 5 Určení šířky zatěžovacích pruhů [9] .....</i>	<i>41</i>

## Seznam příloh

P1.	Hlavní mostní prohlídka	
P2.	Statický výpočet zatížitelnosti	
P3.	Výkresová část	
	01/ Půdorys	1:50
	02/ Podélný řez	1:50
	03/ Příčný řez	1:50
P4.	Mostní list	

# Úvod

Cílem této diplomové práce je provést hlavní mostní prohlídku včetně návrhu opatření a statickým výpočtem stanovit zatížitelnost deskového mostu evidenčního čísla 29820-3, který se nachází na silnici III. třídy mezi obcemi Újezd u Sezemic a Borek. Jedná se o prostě uloženou deskovou konstrukci postavenou začátkem roku 1951. Objekt je evidován v systému MostářNet. K objektu není dostupná projektová dokumentace.

Most je vybrán pro diplomovou práci díky své jednoduchosti, přístupnosti a z důvodu, že zatížitelnost objektu nebyla doposud stanovena pomocí statického výpočtu. Prostě uložená desková konstrukce je vhodná pro ruční výpočet. Hlavní mostní prohlídku je možné provést jen se základním vybavením bez úvazů nebo mostní prohlížečky.

Z údajů zjištěných v terénu je vypracován protokol o hlavní mostní prohlídce obsahující všechny potřebné náležitosti. Na základě zjištěných rozměrů jsou vytvořeny základní výkresy v podobě půdorysu, příčného a podélného řezu.

Zatížitelnost je stanovena pomocí kombinovaného a podrobného statického výpočtu dle platné normy. V závěru praktické části jsou srovnány rozdíly a výsledky těchto dvou postupů. Z informací získaných během hlavní mostní prohlídky a statického přepočtu je vypracován mostní list.



# 1 Teoretická část

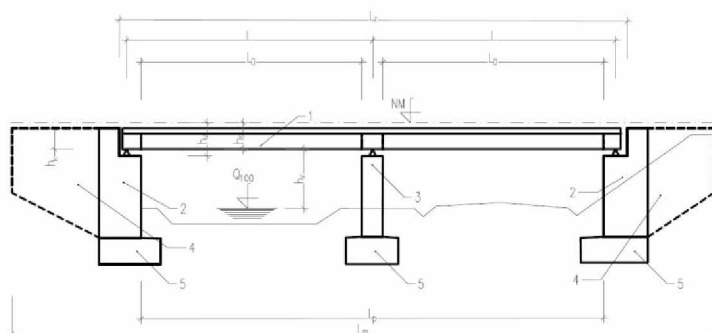
Mostní dílo vzniklo jako výsledek snahy překonat obtíže kladené jednotlivými krajinnými prvky, které se v minulosti vyskytly při objevování, cestách za obchodem a rozvoji obyvatelstva. Jejich historický vývoj byl vždy podmíněn technologickými možnostmi. Uplatnění poznatků získaných stavbou a užití vhodnějších materiálů umožňovalo překonávat snadněji čím dál větší překážky.

Z důvodu vzniku více druhů dopravy a jejího nárůstu musely mosty odolávat čím dál většímu zatížení, proto se postupem času zlepšovalo stavební provedení i materiál tak aby, konstrukce vyhovovala čím dál větším nárokům. V průběhu let se měnily přístupy, podle kterých byla mostní díla navrhována od metody dovolených namáhání až po současnou metodu mezních stavů.

Aktuálně jsou mosty nedílnou součástí veškeré pozemní dopravy. Z důvodu složitých stavebních podmínek, velkého zatížení a nepříznivých okolních vlivů se jedná o náročné stavební konstrukce. Při návrhu je kladen důraz na ekonomiku, technickou stránku a estetickou část. Z toho se odvíjejí požadavky na tvar a použitý materiál. Pro stavbu mostů pozemních komunikací se nejčastěji využívá ocel a beton nebo jejich kombinace.

Mosty jsou zpravidla navrhovány na 100 let. Během této doby jsou vystavovány nepříznivým klimatickým vlivům, nepřetržitě zatěžovány dopravou a musí odolat mimořádným situacím, které se během provozu mohou vyskytnout. Postupem času dochází ke stárnutí materiálu a opotřebení jednotlivých částí. Aby konstrukce plnila požadované funkce, musí být pod neustálou kontrolou. V průběhu životnosti jsou opotřebené nebo poškozené dílčí části obměňovány a vzniklé vady co nejefektivněji odstraněny. Za tímto účelem vznikl systém mostních prohlídek, pomocí kterého jsme schopni sledovat stav mostu, předcházet vzniku poruch, odstraňovat problémy a zajistit bezpečný a použitelný provoz mostního objektu po celou dobu životnosti.

## 1.1 Mostní názvosloví



LEGENDA:

1 – NOSNÁ KONSTRUKCE  
2 – KRAJNÍ OPĚRA  
3 – MEZILEHLÁ PODPĚRA  
4 – MOSTNÍ KŘÍDLO  
5 – ZÁKLAD  
NM – NIVELETA MOSTU  
 $Q_{100}$  – HLADINA STOLETÉHO PRŮTOKU

$L_0$  – SVĚTLOST MOSTNÍHO OTVORU  
 $L_p$  – DĚLKA PŘEMOSTĚNÍ  
 $L_z$  – VZDALENOST ZÁVĚRNÝCH ZDI  
 $L_m$  – DĚLKA MOSTU  
 $h_V$  – VOLNÁ VÝŠKA  
 $h_S$  – STAVEBNÍ VÝŠKA  
 $h_O$  – ŮLOŽNÁ VÝŠKA  
 $h_K$  – KONSTRUKČNÍ VÝŠKA  
 $L$  – ROZPĚTÍ MOSTNÍHO POLE

Obr. 1: Návrhové charakteristiky mostního objektu

### Definice mostu [1]:

Mostem označujeme stavební dílo sloužící k převedení komunikace přes překážku s volnou světlostí pod mostem větší než 2 m.

### Části mostu [1]:

- spodní stavba (základ, podpěry, mostní křídla, ledolamy, závěrné zdi, kotevní bloky)
- nosná konstrukce (hlavní nosníky, mostovka, ztužení, ložiska, mostní závěry)
- mostní svršek (kolejnice, upevňovadla, pražce, mostnice, vozovky, obrubníky, izolace)
- mostní vybavení (zábradlí, svodidla, odvodňovače, potrubí, elektrické vedení)

## 1.2 Problematika mostních prohlídek

Prohlídky mostních konstrukcí slouží k zajištění bezpečnosti při provozu, prodloužení životnosti a předcházení možným poruchám konstrukce. Veškeré mosty na území České republiky musí být pod stálým dohledem správce a příslušného státního orgánu, jejichž úkolem je kontrolovat v určitých intervalech stav objektu. Prohlídky mostů pozemních komunikací a lávek trvalých i zatímních jsou prováděny na základě pokynů a požadavků dle platné normy ČSN 73 6221 – Prohlídky mostů pozemních komunikací. [2]

Zajištění prohlídek je úkolem správce/vlastníka objektu, který se snaží most udržovat co nejeekonomičtěji v provozuschopném stavu. Mostní prohlídku smí vykonávat pouze osoba vlastníci příslušné osvědčení nebo oprávnění vydané Ministerstvem dopravy. [3]

Pravidelné prohlídky jsou prováděny u všech mostů bez výjimky mostů dočasně mimo provoz. [2]

Mostní prohlídky jsou prováděny ve většině případů na základě vizuálního hodnocení, tím pádem jsou ve velké míře ovlivněny zkušeností osoby, jež je vykonává. Jedná se o po celou dobu životnosti opakující se činnost, která slouží k zajištění bezpečného provozu a zjištění aktuálního stavu konstrukce. Dochází k vyhodnocení získaných údajů z prohlídky či diagnostického průzkumu a jejich srovnání s daty z předešlých. Ze získaných výsledků jsou navrhována opatření k zajištění co nejlepšího stavu mostního objektu.

Na základě mostní prohlídky je vystaven protokol o jejím provedení. Záznam z mostní prohlídky slouží jako doklad o stavu mostu, je součástí mostního pasportu a zhotovuje se i v tištěné formě. Musí obsahovat informace o osobě s příslušným osvědčením/oprávněním, která mostní prohlídku garantuje, základní údaje o mostě, zjištěné vady a fotodokumentaci, umožňující sledování vývoje poruch. V závěru provádějící rozhodne na základě výsledků o změně klasifikačního stupně stavu. Navrhne vhodná opatření, popřípadě stanoví navazující kroky, jako například provedení statické zatěžovací zkoušky. Osoba provádějící mostní prohlídky vystaví protokol o provedení, který nesmí být v rozporu s ČSN 73 6221 - Prohlídky mostů pozemních komunikací. [2]

Každá mostní prohlídka je ovlivněna typem konstrukce, velikostí, uložením v terénu, intenzitou dopravy a mnoha dalšími faktory. Tvar a zároveň její velikost ovlivňuje i minimální vybavení, kterým musí zhotovitel disponovat od běžných měřících zařízení až po mostní prohlížečku.

### **1.2.1 Druhy mostních prohlídek**

Dle platné normy dělíme mostní prohlídky na hlavní, běžné, mimořádné a kontrolní. Jejich jednotlivé náležitosti týkající se dokumentace a postupů při jejich provádění jsou uvedeny v následujících kapitolách. [2]

#### **1.2.1.1 První hlavní prohlídka**

Účelem je posouzení mostu z hlediska připravenosti pro uvedení do provozu s ohledem na kvalitu a úplnost provedených prací. Jedná se také o kontrolu shody projektové dokumentace se skutečným provedením stavby a prověření všech částí z hlediska spolehlivosti a funkčnosti. Prohlídku zajišťuje zhotovitel stavby.

Při provádění první hlavní mostní prohlídky se kontrolují všechny části konstrukce. V případě pochybností o kvalitě stavebních prací, nebo stavebních hmot musí zhotovitel doložit dodatečné kontrolní zkoušky.

Kontrola řádného provedení je provedena na základě zprávy zhotovitele a písemného vyjádření objednatele/stavebního dozoru.

Před zahájením prohlídky musí být objednatelem doložena dokumentace skutečného provedení stavby nebo realizační dokumentace stavby.

Během první hlavní mostní prohlídky jsou zaznamenány všechny závady včetně jejich rozsahu a umístění. Následujícím krokem je navržení vhodných oprav nebo opatření a termín, do kdy musí být náprava provedena. Po provedení první hlavní mostní prohlídky a opravě všech nalezených závad je stanoviskem uvedení mostu do provozu. [2]

#### **1.2.1.2 Hlavní mostní prohlídka**

Četnost hlavních mostních prohlídek u trvalých betonových, ocelobetonových, kamenných a cihelných mostů je ovlivněna klasifikačním stupněm z předešlé mostní prohlídky typem konstrukce a provozu na mostě [2]:

- nejdéle 6 let při klasifikačním stupni I-III;
- 4 roky při klasifikačním stupni IV;
- 2 roky u mostních objektů s klasifikačním stupněm V-VII;
- u mostů dřevěných a zatímních je nejdelší interval hlavní mostní prohlídky 2 roky;
- mosty tramvajů a metra mají nejdelší možný interval hlavní mostní prohlídky 3 roky.

Nejdelší intervaly jsou zkráceny v případě zhoršení stavu mostu na stupeň IV-VII, nebo dojde-li k porušení již jednou opravovaných částí. Mosty vedené jako kulturní památky mají četnost hlavních prohlídek individuální.

Při provádění se prověřují všechny části mostu z hlediska spolehlivosti, únosnosti, životnosti, použitelnosti a zachování bezpečného provozu. Prohlídky jsou prováděny vizuálně a hodnoceny na základě klasifikačních stupňů stavu.

Zhotoviteli hlavní mostní prohlídky musí být umožněn přístup ke všem částem konstrukce. V případě nutnosti zásahu je nutné získat souhlas správce mostu a v protokolu o provedení hlavní mostní prohlídky musí být uveden způsob zpřístupnění.

Dochází k porovnání stavu konstrukce s výsledky z předešlé kontroly, s věnováním zvýšené pozornosti vadám a poruchám zmíněných v dřívější hlavní mostní prohlídce, a konstrukcím, u

nichž byl proveden zásah do nosné části v průběhu rekonstrukce nebo opravy. Hlavní prohlídky mohou být doplněny o potřebná měření a diagnostický průzkum. [2]

Na základě hlavní mostní prohlídky je vytvořen protokol, který jasně definuje stav mostu, aby bylo možné [2]:

- definovat požadavky údržbových prací pro daný objekt;
- navrhnout diagnostický průzkum, který přesněji stanoví rozsah poškození objektu a potřebných oprav se současným vypracováním statického výpočtu zatížitelnosti mostu;
- navržení neodkladných opatření (úplné nebo částečné uzavření mostu, náhrada konstrukce).

### **1.2.1.3 Běžná mostní prohlídka**

Běžnou mostní prohlídku je povinen zajistit správce mostu, popřípadě jeho vlastník. Četnost prohlídek je ovlivněna klasifikačním stupněm z předešlé prohlídky. U mostů s klasifikačním stupněm [2]:

- I-III nejméně jedenkrát ročně;
- IV-VII nejméně dvakrát do roka.

Nejdelší intervaly jsou ovlivněny závěry z hlavní, mimořádné nebo kontrolní prohlídky mostu nebo dle diagnostické dokumentace.

Během běžné mostní prohlídky je nutné kontrolovat všechny přístupné části mostu bez demontáže nebo odstranění jiných částí. Nejdůležitější aspekty při kontrole jsou bezpečnost a použitelnost, s nejvyšším důrazem na spodní stavbu, nosnou konstrukci, dutiny mostu, funkčnost ložisek a mostních závěrů, povrchy vozovek a chodníků, odvodňovací systémy, záchytná zařízení, cizí zařízení na mostě a území pod mostem. [2]

Závěrem běžné mostní prohlídky může být [2]:

- návrh kroků a opatření, které slouží jako podklad pro provádění běžné údržby objektu;
- v případech, kdy k uvedení mostu do požadovaného stavu nestačí běžná údržba, může být výsledkem běžné mostní prohlídky návrh na provedení mimořádné prohlídky mostu.

#### **1.2.1.4 Mimořádná mostní prohlídka**

Při mimořádné mostní prohlídce dochází ke srovnání aktuálního stavu objektu se závěry z předešlých prohlídek k získání informací o nově vzniklých poruchách. Na základě výsledků může být rozhodnuto o provedení zatěžovací zkoušky mostu. Správce je povinen mimořádnou mostní prohlídku zajistit v případě [2]:

- živelných pohrom;
- dopravní nehody na mostě nebo v podjezdu;
- poškození nosné konstrukce anebo spodní stavby;
- sesuvů v bezprostřední blízkosti;
- oslabení průřezu (koroze, hniloby, škůdci atd.);
- nadměrné deformace či vzniku trhlin mezi hlavními mostními prohlídkami;
- zjištění nebezpečných jevů za jízdy vozidel na mostě nebo po přepravě nadměrných nákladů.

#### **1.2.1.5 Kontrolní mostní prohlídka**

Kontrolní mostní prohlídkou nesmí být pověřen správce mostu, ale příslušný správní úřad (ve většině případů kompetentní odbor dopravy). Nejdelsí možný interval pro provádění je 6 let, ale obvykle se uskutečňuje každé 4 roky. Jsou kontrolovány předešlé prohlídky z hlediska rozsahu, dodržení lhůt, kvality a provedení navržených prací. [2]

## **1.2.2 Hodnocení stavu mostní konstrukce**

Jednotlivé závady jsou vždy vázány k určité části mostu (základy, opěry, vozovka, římsy atd.), nebo na určitý materiál (beton, ocel, asfalt atd.), tvořící jednotlivé části konstrukce. Každou závadu je nutné charakterizovat z hlediska jejího vlivu na některou ze schopností mostu. Tyto schopnosti můžeme dělit do tří základních kategorií, které charakterizují celkový stav mostu [2]:

- Spolehlivost konstrukce ( zatížitelnost) – Reprezentuje prvořadou vlastnost konstrukce (viz. ČSN 73 6222). Hodnotí se dle klasifikačního stupně stavu.
- Bezpečnost provozu ( použitelnost) – Vlastnosti, díky kterým je most schopen plnit svou funkci. Konstrukce je hodnocena pomocí stupně použitelnosti.
- Naléhavost odstranění poruch – Parametrem této charakteristiky je čas. Pravděpodobně po uplynutí určité doby, způsobí vada zhoršení technického stavu.

### **1.2.2.1 Klasifikační stupně stavu mostu**

Na základě mostní prohlídky je stanoven klasifikační stupeň stavu mostu. Zařazení do jednotlivých klasifikačních stavů se provádí na základě kvalifikovaného odhadu, který slouží jako vizuální hodnocení jednotlivých částí. Hodnocení závad se provádí z hlediska jejich vlivu na zatížitelnost mostního objektu. Stav spodní stavby a nosné konstrukce je určován samostatně. Při výpočtu zatížitelnosti je uvažována nejnepříznivější možnost (rozhodující část). Každému klasifikačnímu stupni odpovídá „Součinitel stavu konstrukce“, který slouží při výpočtu zatížitelnosti. Násobí se jím hodnota zatížitelnosti mostu v bezvadném stavu (konstrukce bez poruch). [2]

<b>Tabulka klasifikačních stupňů stavu</b>		
<b>Klasifikační stupeň</b>	<b>Stav konstrukce</b>	<b>Součinitel stavu konstrukce</b>
I	bezvadný	1.0
II	velmi dobrý	1.0
III	dobry	1.0
IV	uspokojivý	0.8
V	špatný	0.6
VI	velmi špatný	0.4
VII	havarijní	0.2

*Tab. 1: Klasifikační stupně technického stavu objektu [2]*

### **I – bezvadný stav**

Konstrukce bez patrných závad. [2]

### **II – velmi dobrý stav**

Jedná se pouze o vzhledové vady, které nijak nesouvisejí se zatížitelností. [2]

- Zděné konstrukce: drobné nepřesnosti při zdění v lici zdiva.
- Betonové konstrukce: barevná nejednotnost povrchu, přeteklé cementové mléko, drobné deformace zapříčiněné posunem bednění, drobná poškození ochranných nátěrů atd.
- Ocelové konstrukce: bez zjevných vad ve svarech, nebo šroubových spojích, konstrukce beze stop po korozním napadení.
- Mostní svršek a ostatní: drobné nerovnosti na vozovce a chodnicích.



### **III – dobrý stav**

Na konstrukci se nacházejí větší závady, které však neovlivní zatížitelnost. [2]

- Zděné konstrukce: větší nepřesnosti při zdění v lici zdiva, uchycený mech, lokálně vydrolená malta ze spár atd.
- Betonové konstrukce: deformace vzniklé posunem bednění do velikost cca 30 mm, lokální poškození ochranných nátěrů se slabým porušením povrchu betonu.
- Ocelové konstrukce: bez zjevných vad materiálu a ve svarech, lokální koroze šroubových spojů, bez vlivu na funkčnost, počínající bodová koroze atd.
- Mostní svršek a ostatní: nánosy nečistot na vozovce, které negativně neovlivňují odtok vody z vozovky, uchycení vegetace v malém rozsahu, lokálně stojící voda na vozovce atd.

### **IV – uspokojivý stav**

Poškození a opotřebení, která nemají okamžitý vliv na zatížitelnost, ale mohou se projevit v budoucnu. [2]

- Zděné konstrukce: vydrolená malta ze spár, uchycená vegetace ve zdivu, trhliny bez statického charakteru atd.
- Betonové konstrukce: povrchová degradace betonu, lokální koroze betonářské oceli bez známek zeslabení průřezu, zatékání vody na ložiska atd.
- Ocelové konstrukce: bez zjevných vad základního materiálu a svarů, lokální koroze šroubů bez vlivu na jejich funkci, počínající proces koroze bez znatelného oslabení korodujících profilů, zatékání vody na ložiska atd.
- Mostní svršek a ostatní: netěsné mostní dilatační závěry, poruchy krytu vozovky a chodníků ve větším rozsahu, nánosy nečistot se zakořeněnou vegetací mající vliv na hromadění vody na povrchu konstrukce atd.

### **V – špatný stav**

Poškození a oslabení s vlivem na zatížitelnost, odstranitelné bez zásahu do konstrukce. [2]

- Zděné konstrukce: trhliny šířky větší než 4,0 mm, plošně vydrolená malta, lokální deformace zdiva atd.

- Betonové konstrukce: koroze betonářské výztuže s oslabením průřezu do 5 % plochy, rovnoměrná lokální koroze předpínací výztuže bez znatelného oslabení, částečně nezainjektované kabelové kanálky atd.
- Ocelové konstrukce: bez zjevných vad ve svarech, lokální koroze šroubových spojů, povolování šroubových spojů, nálezy zbytků šroubových spojů, uvolnění spojovacích prvků ze spojů, deformace styčnicků, zjištěné materiálové vady atd.
- Mostní svršek a ostatní: lokálně podemleté základy podpěr, nefunkční mostní dilatační závěry, nesprávná poloha ložisek, rozsáhlé stopy po prosakující vodě, nadměrné kmitání konstrukce atd.

## **VI – velmi špatný stav**

Poškození ovlivňující zatížitelnost s opravou zahrnující zásah do konstrukce. [2]

- Zděné konstrukce: plošně hloubkově porušené zdivo atd.
- Betonové konstrukce: koroze betonářské výztuže s oslabením průřezu maximálně do 15 % plochy, rovnoměrná koroze s maximálním oslabením do 5 %, nezainjektované kabelové kanálky se stopami po zatékání atd.
- Ocelové konstrukce: bez zjevných vad ve svarech, lokální koroze šroubových spojů, povolování šroubových spojů, deformace nebo trhání šroubů/matice, nálezy zbytků šroubových spojů, deformace styčnicků, zjištěné vady oceli, nemající vliv na nosnou funkci mostní konstrukce atd.
- Mostní svršek a ostatní: silně posunutá, nebo zablokovaná ložiska, lokálně podemleté základy opěr (v ploše maximálně do 30% plochy základu), viditelné naklonění a deformace podpěr způsobené nerovnoměrným sedáním spodní stavby atd.

## **VII – havarijní stav**

Do havarijního stavu spadají veškeré poruchy, které mají zásadní vliv na zatížitelnost a bez jejich odstranění dojde neodvratně ke kolapsu mostní konstrukce. Veškeré zjištěné vady vyžadují okamžité posouzení konstrukce statikem. [2]

- Zděné konstrukce: vypadávání zdiva, výrazné prosednutí klenby (deformace větší než 100 mm) atd.

- Betonové konstrukce: koroze betonářské výztuže větší než 15 % plochy, nerovnoměrná koroze přeplácací výztuže s oslabením maximální plochy do 15 %, otevřené kabelové kanálky s viditelnou nechráněnou přeplácací výztuží atd.
- U ocelových konstrukcí: nepřipustné vady svarů, lokální koroze šroubových spojů, povolování šroubových spojů, deformace nebo trhání šroubů/matic/podložek, nálezy zbytků šroubových spojů, deformace nosných částí, zjištěné vady základního materiálu, mající vliv na nosnou část mostní konstrukce atd.
- Ostatní: nadměrné deformace, průhyb a naklonění konstrukce (max. 30 % nad povolenou deformaci, plošné podepření základů v ploše o rozmezí 30 % až 50 % celkové plochy základů, výrazné kmitání konstrukce, výrazné oslabení nosných prvků atd.

### 1.2.2.2 Použitelnost

*„Hodnocení závad u svršku a vybavení mostu nemá zpravidla přímý vliv na zatížitelnost, a proto je nově definováno hodnocení vzhledem k použitelnosti mostu (myšleno především z hlediska bezpečnosti provozu).“ [2]*

Most je ve finále klasifikován pomocí stupně použitelnosti mostu. V této stupnici jsou zařazeny jednotlivé závady z hlediska jejich vlivu na použitelnost:

<b>Stupně použitelnosti mostu</b>	
Použitelný	Závady nemají vliv na použitelnost.
Podmíněně použitelný	Závady, které mohou mít v budoucnu vliv na použitelnost.
Použitelný s výhradou	Závady, které mají vliv na použitelnost, ale nevyžadují okamžité omezení provozu.
Omezeně použitelný	Mostní objekt je použitelný pouze pro dočasný omezený provoz.
Nepoužitelný	Mostní objekt není použitelný pro bezpečný provoz, je nutné uzavření mostu.

*Tab. 2: Stupně použitelnosti mostního objektu [2]*

## Řazení poruch do jednotlivých stupňů použitelnosti

### 1 - použitelný

- lokální povrchová koroze svodidel a zábradlí, lokální trhliny vozovky, rostoucí drobná vegetace u chodníků, nečistoty, začínající povrchová degradace vozovky a chodníků atd. [2]

### 2 - podmíněně použitelný

- lokálně poškozené uchycení cizích zařízení, začínající povrchová koroze sloupků svodidel nebo zábradlí, lokální trhliny na římsách, trhliny na vozovce a chodnících, lokální výtluky krytu s maximální tloušťkou jedné vrstvy atd. [2]

### 3 - použitelný s výhradou

- lokální výtluky, příčné nerovnosti, vyjeté koleje do hloubky 50 mm, lokální hromadění na vozovce, trhliny v římsách, slabá povrchová degradace betonu, trhliny vozovky podél mostního závěru, rovnoměrná koroze zachytného zařízení, výrazné poškození uchycení cizích zařízení atd. [2]

### 4 - omezeně použitelný

- výrazné příčné nerovnosti, plošné porušení vozovky, vyjeté koleje hlubší než 50 mm, navýšení vozovky do úrovně obrubníků, stojící voda na vozovce, odpadávání drobných kousků betonu částí konstrukce atd. [2]

### 5 - nepoužitelný

- porušená vozovka v celé ploše, zřícené zábradlí nebo výrazně deformované svodidlo, uvolněné a volně odpadávající části říms, silná koroze převáděných cizích zařízení s možností porušení potrubí atd. [2]

#### 1.2.2.3 Naléhavost odstranění poruchy

Jedná se o časový interval, během kterého musí být závada odstraněna. V případě, že nedojde k odstranění závady v tomto čase, předpokládá se snížení technického stavu mostu. Technická opatření se dělí na okamžitá (nutné kroky k odvrácení rozsáhlejších škod nebo havárie), opatření dlouhodobá vedoucí k sanaci závady. Naléhavost odstranění závady je zpravidla zahrnuta v systému pro plánování pravidelné údržby mostů. Závady jsou charakterizovány dobou, během které musí dojít k jejich odstranění [2]:

- odstranění možno do 10 let;
- odstranění nutno do 5 let;

- odstranění nutno do 1 roku;
- odstranění do nejbližšího zimního období;
- odstranění nutno provést ihned;
- periodicky;
- odstranění do předání a převzetí dokončené stavby;
- odstranění do doby uvedení do provozu;
- odstranění do kolaudace;
- odstranění do doby ukončení záruční doby.

### 1.2.3 Kompetence k provádění mostních prohlídek

K provádění veškerých prohlídek mostů pozemních komunikací je zapotřebí získat patřičné oprávnění anebo osvědčení. Fyzická osoba, jež jej vlastní, garantuje svým razítkem výsledek prohlídky. Tato kompetence je udělena Ministerstvem dopravy na základě splnění odborné způsobilosti, praxe, požadovaného vzdělání a obstáním uchazeče před zkušební komisí. [3]

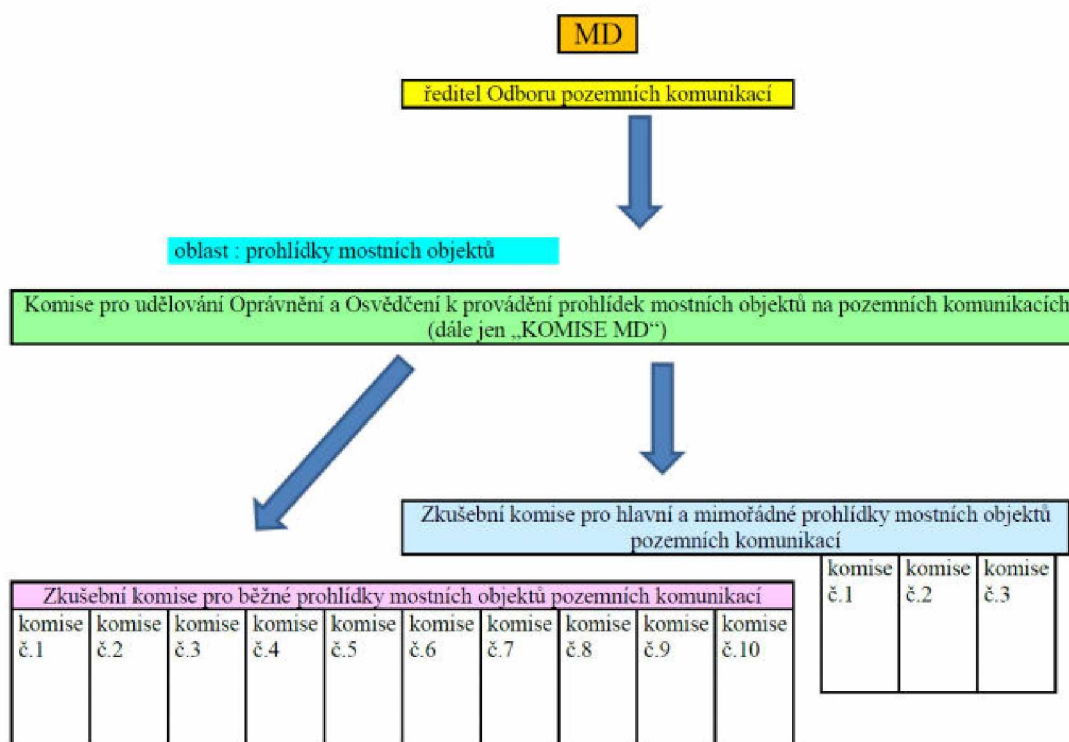
<b>Druh kompetence</b>	<b>Minimální vzdělání</b>	<b>Praxe</b>	<b>Platnost</b>	<b>Školení</b>
<b>Osvědčení k výkonu běžných prohlídek</b>	Středoškolské s technickým zaměřením	Tři roky v mostním stavitelství jako mostní technik nebo pracovník ve správě mostů	Dva roky	Každý druhý rok absolvovat „Školení mostmistrů a mostních techniků ČR“
<b>Oprávnění k výkonu hlavních a mimořádných prohlídek</b>	Vysokoškolské vzdělání technického směru se zaměřením na stavbu mostů nebo dopravní infrastrukturu	Pět let jako mostní inženýr ve státní správě nebo mostním stavitelství	Maximálně pět let	Každý rok absolvovat „Odborný seminář mostních inženýrů“

Tab. 3 Požadavky pro získání kompetence [3]

O toto osvědčení může žádat i autorizovaný technik „České komory autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě“ pro příslušný obor s úplným středoškolským vzděláním technického směru, po splnění podmínek uvedených v metodickém pokynu. Oprávnění má platnost maximálně pěti let a držitel musí splňovat předpoklad pravidelného provádění činnosti s maximálním intervalem 12 měsíců. [3]

Pro získání osvědčení a oprávnění musí být podána žádost a přiloženy kopie požadovaných dokladů, přehled o provedených prohlídkách, odborná praxe a doložené vlastnictví potřebné výbavy k výkonu mostních prohlídek (metr, žebřík, úvazky, zařízení na měření PKO a šířky trhlín atd.). Při žádosti o Oprávnění k výkonu hlavních a mimořádných prohlídek musí žádost obsahovat i vyjádření správců pozemních komunikací k provedeným prohlídkám. Uchazeč absolvuje písemný test, rozpravu ohledně předložených podkladů k žádosti, popřípadě zodpoví položené otázky. Pro úspěšné splnění zkoušek musí udělit nadpoloviční většina zkušební komise žadateli stupeň „vyhověl“. [3]

V případě výskytu opakovaných stížností ze strany správců na kvalitu provedených prohlídek, může být oprávnění/osvědčení držiteli odebráno. [3]



Obr. 2: Schéma organizační struktury a řízení komise Ministerstva dopravy a zkušební komise [3]

#### **1.2.4 Evidence mostů**

V dnešní době se upřednostňuje elektronická evidence projektů a jiných dokumentů, ke kterým je často vyžadován opětovný přístup či nahlédnutí. Tyto požadavky plynou ze složitého archivování papírových souborů a ušetření času pracovníkům při zpětném dohledávání a s tím spojenými cestami. To v minulosti vedlo k vytvoření serverů s přístupem oprávněných osob, na které se postupně data začala nahrávat. U mostních objektů se v České republice pro elektronickou evidenci využívají primárně systémy BMS a MostářNet.

Jednou z povinností správců mostních objektů je spravovat mostní pasport, který slouží jako archiv základních informací, dokladů, projektových dokumentací a mostních prohlídek. Informace nezbytné pro provoz na mostě jsou následně zveřejňovány. Veškerý sběr dat slouží ke stanovení životnosti, návrhu opatření k zabránění rozšíření poruchy, posouzení přejezdu mimořádné přepravy a pro úpravu intervalů mezi jednotlivými mostními prohlídkami. Nejdelší intervaly aktualizací dat musí odpovídat normou stanovenými časovými rozestupy mezi hlavními mostními prohlídkami. Záznam o každé konstrukci musí obsahovat dostatečné množství dat, která budou během provozní doby sledována a archivována. Každému mostu náleží evidenční číslo, které je umístěno na mostním zábradlí, vlastním sloupku nebo svislém dopravním značení. Pod tímto kódem je veden objekt v mostní evidenci. Za přidělení, nebo změnu evidenčního čísla zodpovídá správce objektu. [4]

Výstupem z mostní evidence je mostní list, ve kterém jsou uvedeny základní údaje o mostu. Tyto informace musí být pravidelně aktualizovány, aby vždy odpovídaly skutečnému stavu objektu. Údaje, které musí být obsaženy v mostním listu, jsou uvedeny v ČSN 73 6220. [4]

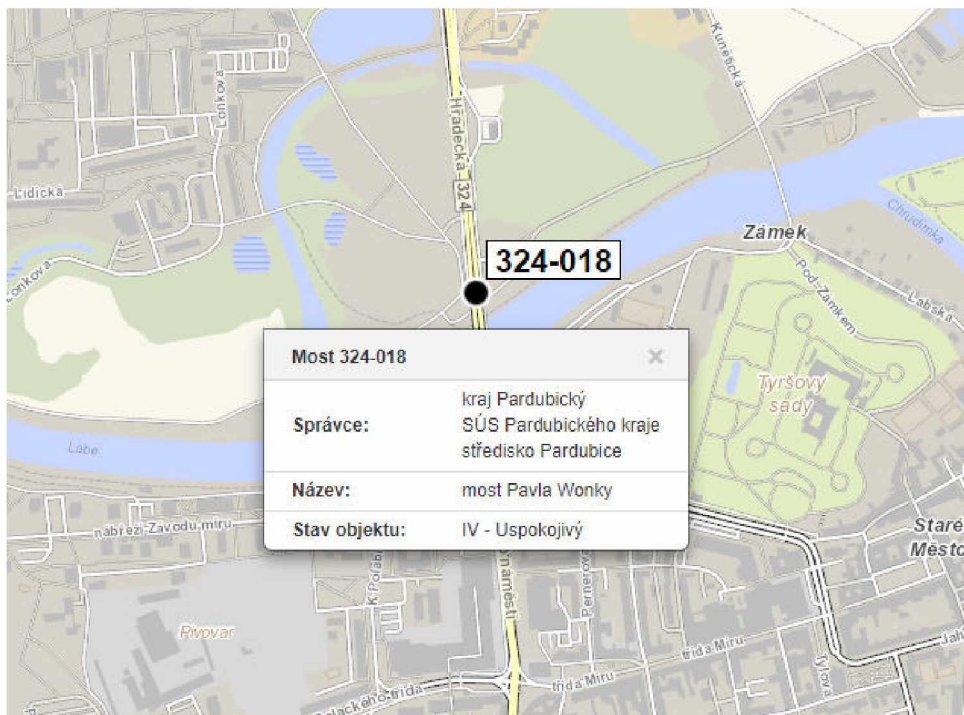
Převážná část evropských států využívá systémy elektronické evidence pro hospodaření s mosty k více účelům. Mimo archivaci projektové dokumentace, přehled o mostních prohlídkách, vedení údržbových prací, obsahují ve většině případů modul sloužící k analýze celoživotních nákladů. Jedná se o metodickou činnost založenou na sledování a vyhodnocování veškerých nákladů souvisejících s konstrukcí od počátku stavby až po konec životnosti. Tyto informace napomáhají správci při rozhodování o rekonstrukci či kompletní výměně konstrukce. [7]

##### **1.2.4.1 BMS – Bridge Management System**

Systém BMS vznikl spoluprací projekčních firem VARS BRNO a. s., Pontex, spol. s r. o. a Viapont s.r.o. v roce 2004. První verze tohoto systému byla navržena pro ŘSD. Jedná se o externí systém sloužící k evidenci mostů, propustků a prohlídek mostních objektů. BMS umožňuje sledovat stav mostu, ekonomičtější plánování údržby, evidenci vad, včetně jejich

lokalizace na konstrukci a případné rozrůstání. Systém působí celorepublikově a je veřejně přístupný, slouží správcům pozemních komunikací a zhotovitelům mostních prohlídek. [6] První verze tohoto systému nebyla schopna reagovat na požadavky uživatelů, jako například volba prohlížeče, uživatelského rozhraní nebo podpora mobilních a jiných zařízení. To vedlo ke kompletnímu předělání systému po jeho technologické a designové stránce s přihlédnutím na požadavky dosavadních uživatelů, kterými byli primárně pracovníci ŘSD ČR. Ke spuštění nejsou vyžadované externí programy a samotné BMS je podporováno většinou internetových prohlížečů. Systém je napojen na silniční síť provozovanou Ředitelstvím silnic a dálnic ČR. V současnosti BMS obsahuje klasickou evidenci mostu, zobrazení na mapě, fotodokumentaci, záznamy o prohlídkách a možnost plánování/vedení údržby. Oproti původní verzi může být evidován typ uložení konstrukce, mostní závěry, izolace, podrobný popis spodní stavby, mostní svršek a vybavení mostu. [10]

Záznam mostu je přímo napojen na mostní prohlídku, kde je umožněno správci nebo pověřené osobě umístit nalezenou vadu ke konkrétní části konstrukce včetně fotografie, což zvyšuje přehlednost. Mostní prohlídka je do systému zadávána pomocí formuláře uvedeném v ČSN 73 6221 - Prohlídky mostů pozemních komunikací. Aktuálně je BMS využíváno Ředitelstvím silnic a dálnic ČR a Správou a údržbou silnic většiny krajů. [10]



Obr. 3 Zobrazení mostu na mapě v BMS [10]



### 1.2.4.2 MostařNet

Aplikace byla vytvořena firmou DUMO Solutions s.r.o., která poskytuje informační systém pro správu silničních objektů. MostařNet slouží jako webová databáze mostních objektů a propustků. V dnešní době je využívána a preferována při vedení mostního pasportu u větších měst a obcí. MostařNet nabízí dvě možnosti přístupu [5]:

- V základní verzi může uživatel čerpat z již editovaných informací. Jedná se o bezplatné využívání aplikace.
- V případě zájmu o vedení záznamu mostních prohlídek přímo v aplikaci a neomezeného využívání databáze musí uživatel platit roční poplatek.

Databáze nabízí podobné možnosti jako výše zmíněné BMS, je spárována souřadnicemi GPS s přesnou lokalizací objektů, které jsou přímo napojeny na podrobné informace. Záznam obsahuje vlastníka/správce, veškeré základní údaje, umístění a fotodokumentaci. MostařNet nabízí možnost vedení mostních prohlídek a údržbový modul, popřípadě přikládání souborů k jednotlivým objektům. Uživatel může data exportovat do formátu PDF, XLS, popřípadě GPX. Vyjma mostního pasportu nabízí společnost i asistenci při mostních prohlídkách v podobě dronu. Jedná se o certifikovanou diagnostiku ke kontrole nepřístupných částí konstrukce ve formě fotek nebo videa s vysokým rozlišením. [5]

The screenshot shows the web interface of MostařNet. At the top, it displays the bridge ID 'Most: 29820-3' and the responsible person 'Ing. Vojtěch Mareš'. Below this is a navigation menu with tabs for 'Základní údaje', 'Údržba', 'Opatření', 'Foto', 'Soubory', and 'Sestavy'. The main content area is titled 'Prohlídky mostu:' and includes summary statistics for the last inspection (BMP: 11.05.2020, HMP: 15.07.2020, next HMP: 2021). It also shows 'Výsledky poslední prohlídky' with load capacity (Zatížitelnost) and technical status (Stavebně-technický stav) data. A table of 'Hlavní a mimořádné prohlídky' follows, listing inspection dates, types, inspectors, and various status metrics. Finally, there is a 'Běžné prohlídky' section with a table of regular inspections.

Vn [t]:	10.0
Vr [t]:	24.0
Ve [t]:	151.0
Fe [t]:	0.0

spodní stavby:	III - Dobrý
nosné konstrukce:	IV - Uspokojivý
mostního vybavení:	III - Dobrý
koef. stav. stavu :	0.8

Vn [t]:	10.0
Vr [t]:	24.0
Ve [t]:	151.0
Fe [t]:	0.0

Datum prohlídky	Druh prohlídky	Prohlížel	Stavebně-technický stav				Zatížitelnost [t]				Datum plánovaná smp
			spodní stavby	nosné konstrukce	most. vybavení	Koeficient stav. stavu	Vn	Vr	Ve	Fe	
15.07.2020	Mimořádná prohlídka	Ing. Jan Dobrovainý	III - Dobrý	IV - Uspokojivý	III - Dobrý	0.8	10.0	24.0	151.0	0.0	2021
23.09.2017	Hlavní prohlídka	Ing. Petr Jedlínský	III - Dobrý	IV - Uspokojivý	III - Dobrý	0.8	10.0	24.0	151.0	0.0	2021
01.01.2008	Stanovení zatížitelnosti		III - Dobrý	IV - Uspokojivý		0.0	10.0	24.0	151.0	0.0	2006
01.01.2002	Hlavní prohlídka		III - Dobrý	IV - Uspokojivý		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0000

Datum prohlídky	Prohlížel	Stavebně-technický stav		
		spodní stavby	nosné konstrukce	mostního vybavení
11.05.2020	Ing. Vojtěch Mareš	III - Dobrý	IV - Uspokojivý	III - Dobrý
12.09.2019	Ing. Vojtěch Mareš	III - Dobrý	IV - Uspokojivý	III - Dobrý
19.06.2018	Ing. Vojtěch Mareš	III - Dobrý	IV - Uspokojivý	III - Dobrý
11.10.2017	Ing. Vojtěch Mareš	III - Dobrý	IV - Uspokojivý	III - Dobrý
19.06.2017	Ing. Vojtěch Mareš	III - Dobrý	IV - Uspokojivý	Nezadaný
03.11.2016	Ing. Marek Bakřík	III - Dobrý	IV - Uspokojivý	Nezadaný
02.06.2016	Ing. Marek Bakřík	III - Dobrý	IV - Uspokojivý	Nezadaný
23.11.2015	Ing. Dušan Chocholouš			
17.09.2015	Ing. Dušan Chocholouš			
01.01.2015				

Obr. 4 Vedení mostních prohlídek pomocí MostařNet [5]

Nezabezpečeno — mosty.mostar.cz

Most 29820-3 zodpovědná osoba: Ing. Vojtěch Mareš

Převzít

Základní údaje Uspořádání - míry NK SS Ostatní RPH Prohlídky (14) Údržba Opatření (4) Foto (195) Soubory (2) Sestavy

**Základní údaje** Smazat objekt

Číslo silnice: 29820  
 Druh objektu: Most  
 Třída komunikace: 3. třída  
 Úsek: 1324A148 1324A121 na mapě  
 Okres: Pardubice

Číslo objektu: 3  
 Stanění na úseku [m]: 0.712  
 Stanění liniové [m]: 3.378  
 Správce: SÚS Pardubice

**Umístění » zobrazit na mapě**

Obec: Újezd u Sezemic  
 Místní název: Přes Bohumilečský potok (2.)  
 Předmět přemostění: Vodotoč (stálý průtok)  
 Ztotožňovací objekt:

GPS šířka: 50.1185531616  
 GPS délka: 15.8601093292  
 Název vodního toku: Bohumilečský potok

**Datace**

Rok postavení: 1951  
 Rok poslední přestavby: 0000

**Poznámka**

Obr. 5 Evidence mostu pomocí MostářNet [5]

### 1.2.5 Diagnostický průzkum

Diagnostický průzkum mostů pozemních komunikací se řídí a je prováděn na základě ČSN 73 6221 a TP 72, popřípadě dalších předpisů pro konkrétní typy zkoušek. Metody diagnostického průzkumu jsou prostředkem k doplnění informací získaných z vizuálního hodnocení během mostních prohlídek.

Pomocí diagnostického průzkumu lze stanovit příčiny vad a degradace konstrukce s uvážením jejich předpokládaného vývoje, zbytkovou životnost a navržení opatření pro odstranění poruch. Průzkum může být zajištěn na základě hlavní nebo mimořádné prohlídky správcem/vlastníkem mostu, před plánovanou rekonstrukcí anebo například v případě, změny intenzity dopravy na mostě. Získané informace jsou součástí mostního pasportu. Diagnostický průzkum může být prováděn pouze osobou s příslušnou akreditací k činnosti, pracovníkem pověřeným ústředním orgánem statní správy ve věcech dopravy, nebo držitelem průkazu Celostátního defektoskopického úřadu. [2]

Před vlastním provedením diagnostického průzkumu obvykle probíhá sběr všech existujících informací o mostní konstrukci. Tyto informace slouží ke zjednodušení průzkumu a vybrání vhodných metod. Z archivních údajů lze získat projektovou dokumentaci, statický přepočet, informace o výstavbě a použitých materiálech, popřípadě změnách během výstavby atd. [8]

### 1.2.5.1 Účel a rozsah průzkumu

Diagnostický průzkum z hlediska účelu rozlišujeme jako podklad pro [8]:

- určení vhodného způsobu údržby v návaznosti na výsledky a závěry z mostních prohlídek;
- doplnění dokumentace objektu v mostním pasportu;
- podklady pro stanovení zatížitelnosti;
- podklady pro opravu/rekonstrukci mostního objektu.

Rozsah diagnostického průzkumu vychází z jeho účelu, stavu objektu, přístupnosti, vybavení a dalších okolností. Dle rozsahu dělíme diagnostický průzkum na [8]:

- Základní – Pouze jako zjištění stavu mostního objektu, doplnění informací hlavní nebo mimořádné prohlídky nebo k dokumentaci stávajícího stavu.
- Dílčí – Výpočet zatížitelnosti.
- Podrobný – Při zjištěném poškození konstrukce. Slouží jako podklad pro návrh opravy nebo rekonstrukce.
- Doplnkový – Slouží k upřesnění prováděných prací nebo návrhu opravy během již probíhající opravy/rekonstrukce.

### 1.2.5.2 Metody diagnostického průzkumu

Jednotlivé zkoušky jsou podrobně popsány v TP 72 , TP 121 a konkrétních předpisech pro daný typ.

Jednotlivé metody se dělí na:

- Destruktivní – Při jejich využití vždy musí být udělen souhlas správce mostního objektu. [1] Například: Odpor proti vniknutí, sondy, chemický rozbor na odebraných vzorcích, půlčlanková metoda.
- Nedestruktivní – statická zatěžovací zkouška, radiometrie, ultrazvuk atd.

Z vizuálního hlediska:

- Přímé – fotoaparát, lupa atd.
- Nepřímé – radiografie, ultrazvuk, radar atd.

Dle způsobu kontroly mostních objektů [8]:

- vizuální kontrola – mostní prohlídky, ultrazvukové metody atd.
- mechanické a fyzikální metody – statická zatěžovací zkouška, tlaková zkouška atd.
- chemické a fyzikálně-chemické metody – chemické rozmrazovací látky atd.
- geodetické metody – laserové skenování, nivelační zkoušky atd.
- dynamometrické metody – tenzometry
- metody geotechnického průzkumu – dynamické penetrační zkoušky, statická zatěžovací zkouška atd.

Dle zkoušeného materiálu [8]:

- zdivo – vlhkost zdiva (radiometrická metoda), skryté dutiny (radar) atd.
- beton – pevnost betonu (tlakové zkoušky, Schmidtův tvrdoměr), stejnoměrnost (ultrazvuk) atd.
- betonářská výztuž – plocha výztuže (sondy, magnetická metoda), koroze atd.
- předpínací výztuž – zjištění polohy kabelových kanálků (radar), injektáž (sondy)
- ocel – tvrdost (Brinellova zkouška), měření tloušťky nátěru (magneticko-indukční metody atd.)
- ostatní materiály – zkoušky kameniva (zrnitost, tvarový index) , asfaltu (penetrační zkouška), zemin (statická zatěžovací zkouška atd.)

### **1.2.6 Sanace betonových mostů**

Mostní konstrukce jsou po celou dobu životnosti vystavovány nepříznivostem klimatického prostředí, chemikáliím a velkému zatížení. Vlivem těchto faktorů dochází k neodvratným změnám ve struktuře materiálu, které mají za následek jeho zeslabení, poškození nebo úplné zničení. Vyjma těchto činitelů může dojít k poruše z důvodu špatného návrhu konstrukce nebo zanedbáním údržbových prací.

Vzniklé vady je třeba včas identifikovat a předejít rozsáhlejšími škodám. Volba opatření závisí na příčině, finanční náročnosti a efektivitě odstranění poruchy. Při výběru vhodné varianty oprav je nutné zvážit faktory, které mohou ovlivnit převádění dopravy na mostě.

Základním podkladem pro volbu vhodného typu sanací je kvalitní zpracování mostních prohlídek v pravidelných intervalech dle ČSN 73 6221. V případě, že není zřejmá příčina vady, je nutné provést doplňující diagnostický průzkum. [13]

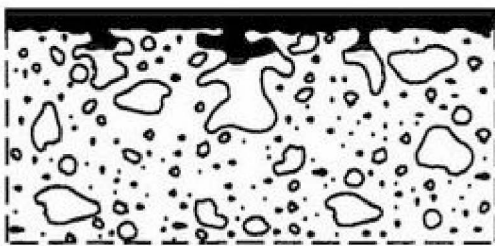
Pokyny pro návrh oprav/rekonstrukcí jsou uvedeny v TKP 31 Opravy betonových konstrukcí, TP 120 Údržba, opravy a rekonstrukce betonových mostů pozemních komunikací. Postupy jednotlivých metod jsou uvedeny v ČSN EN 1504 a konkrétních technologických předpisech.

### 1.2.6.1 Příklady Sanací

#### Ochranný nátěr betonové konstrukce

Tento typ sanací se využívá při opravách pohledových ploch nosné konstrukce a spodní stavby. Povrch musí být před samotným nátěrem řádně vyspraven dle příslušných technických podmínek. Jedná se o ucelený, ochranný, povrchový systém prováděný v požadovaném počtu vrstev. Nátěr musí plnit tyto funkce [15]:

- ochranný povlak proti účinkům výfukových plynů dle ČSN 73 6223;
- proti karbonatační schopnost;
- hydrofobizační schopnost;
- zajištění průniku vodních par;
- uzavření trhlin do max. šířky 0,3 mm včetně;
- barevné sjednocení ploch konstrukce, a to jak na betonovém původním podkladu, tak na podkladu ze sanační malty.



Obr. 6 Nátěr betonových ploch [13]

#### Injektáž trhlin

Tento typ sanací se využívá v případě výskytu trhlin širších než 0,3 mm. Injektáž betonových konstrukcí je prováděna dle TP 88 Oprava trhlin v betonových konstrukcích. Účelem je zabránit

průsaku vody, jiných nepříznivých látek a znovu obnovit strukturální integritu. Volba injektážní směsi závisí na původu trhliny a chemickém složení okolního prostředí.

### **Sjednocující celoplošná sanace**

Sanace se týká všech pohledových ploch nosné konstrukce a spodní stavby. Slouží ke zvýšení pasivace oslabené krycí vrstvy betonu karbonatací. Porušení nesmí dosahovat úrovně výztuže.

Sanace se skládá z těchto operací [15]:

- odstranění znehodnoceného betonu otryskáním vhodným abrazivním materiálem;
- diagnostika povrchu, beton musí mít po otryskání pevnost v tahu 1,50 MPa, nesmí být zkarbonatován, na povrchu nesmí být po otryskání trhliny větších než 0,3 mm;
- celoplošná aplikace spojovacího můstku;
- vlastní celoplošné pokrytí stěrkovou hmotou;

### **Reprofilace betonových povrchů – povrchová**

Sanace se týká těch částí konstrukce, kde dochází k porušení krycí vrstvy betonu, ale nedosáhlo úrovně výztuže. Sanace se skládá z těchto operací [15]:

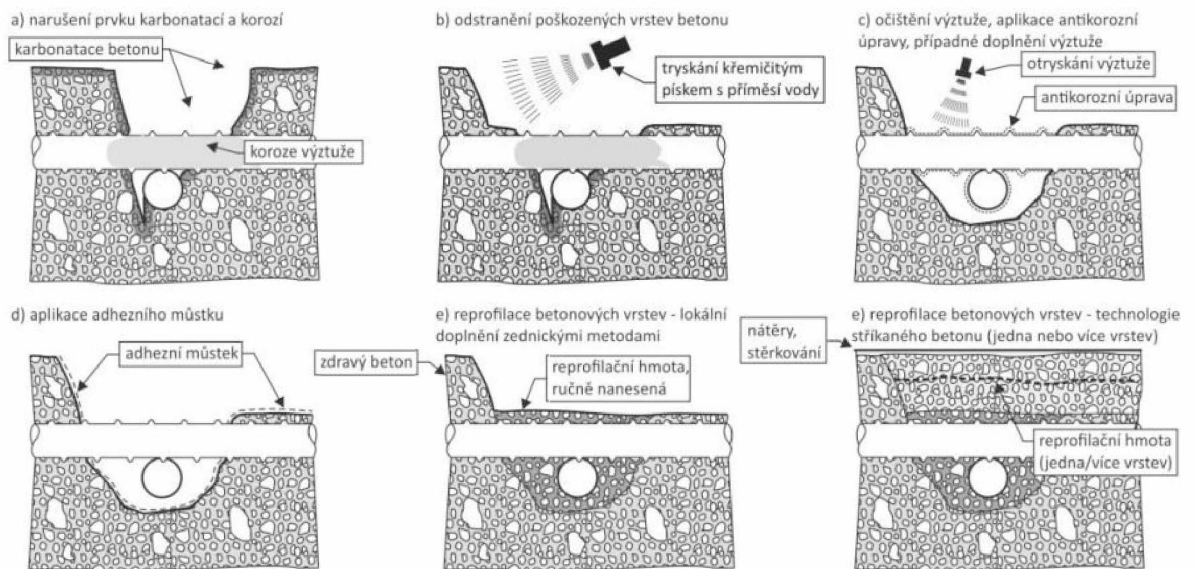
- odstranění znehodnoceného betonu otryskáním vhodným abrazivním materiálem;
- diagnostika povrchu, beton musí mít po otryskání pevnost v tahu 1,50 MPa, nesmí být zkarbonatován, na povrchu nesmí být po otryskání trhliny větších než 0,3 mm;
- reprofilace pohledových ploch, která zahrnuje výplň nerovností vzniklých po odstraněním znehodnoceném betonu nanesením reprofilační hmoty. Přitom je nutné nanést reprofilační hmotu s kolmým ukončením (nikoliv nanesení reprofilační hmoty "do ztracena").

### **Reprofilace betonových povrchů – hloubková**

Sanace se týká částí konstrukce, kde dochází k porušení krycí vrstvy betonu a dosáhlo úrovně výztuže, která koroduje. Sanace se skládá z těchto operací [15]:

- odstranění znehodnoceného betonu otryskáním vhodným abrazivním materiálem;
- zaříznutí betonu ve vzdálenosti min. 20 mm od hrany vložky na každou stranu tak, aby nebyla zasažena sousední vložka;
- očištění výztuže po celém obvodu vložky na požadovaný stupeň čistoty (SA 2 1/2);
- ošetření výztuže pasivačním nátěrem dle použitého sanačního systému;

- diagnostika povrchu, beton musí mít po otryskání pevnost v tahu 1,50 MPa, nesmí být zkarbonatován, na povrchu nesmí být po otryskání trhliny větších než 0,3 mm;
- reprofilace pohledových ploch, která zahrnuje výplň nerovností vzniklých po odstraněném znehodnoceném betonu nanesením reprofilační hmoty.



Obr. 7 Sanace zkarbonatovaného betonu a zkorodované výztuže [14]

### 1.3 Zatížitelnost mostů pozemních komunikací

Pro zajištění spolehlivosti mostní konstrukce je nezbytné, aby byly poruchy včas identifikovány a byla posouzena použitelnost a únosnost konstrukce. Most musí zajistit přenesení dopravního zatížení odpovídající intenzitě dopravy při zachování životnosti a udržitelnosti. K poruše, která může mít za následek ztrátu stability, pevnosti konstrukce anebo například omezení použitelnosti, dochází z několika příčin. Důvodem může být špatná údržba nebo oprava, nevhodný návrh samotné mostní konstrukce anebo mimořádná situace, která se na mostě může vyskytnout. [16]

Zatížitelnost mostu je celková okamžitá hmotnost každého vozidla, u něhož můžeme za určitých podmínek dovolit jízdu na konstrukci. Pomocí zatížitelnosti je možné vyjádřit rezervu konstrukce ve vztahu k zatížení dopravou a je-li to nutné, informovat řidiče vozidla, zda je mu umožněn přejezd přes most. Zatížitelnost se stanovuje podle aktuální normy ČSN 73 6222 a technických podmínek TP 200.

U nových mostů musí být zatížitelnost stanovena před uvedením mostu do provozu na základě návrhu dle Eurokódu, skutečného provedení stavby a využitím teoretických modelů uvedených v ČSN 73 6222. Jednotlivé hodnoty a způsob stanovení musí být zaznamenány v mostním listě. [9]

V případě modernizace, nebo rekonstrukce mající vliv na zatížitelnost určenou v minulosti, musí být znovu stanovena před opětovným uvedením mostu do provozu. Nová zatížitelnost se stanoví na základě návrhu obnovy/rekonstrukce/modernizace, skutečného provedení v souladu dle ČSN 73 6222. Objednatel stanoví minimální hodnoty zatížitelnosti, které musí být odsouhlaseny příslušným úřadem. Při stanovení těchto hodnot sloužících pro návrh obnovy mostu se přihlíží k zatížitelnosti mostu na stejné trase se zohledněním plánovaných hodnot. [9]

Skupina pozemních komunikací podle ČSN EN 1991-2	Druh zatížitelnosti		
	Normální ( $V_n$ )	Výhradní ( $V_r$ )	Výjimečná ( $V_e$ )
1	32 t	80 t	180 t
2	22t	40 t	-

Tab. 4 Minimální doporučené hodnoty zatížitelnosti pro mosty po obnově [9]



Dle ČSN 73 6222 může být zatížitelnost mostů pozemních komunikací stanovena [9]:

- podrobným statickým výpočtem – stanovení zatížitelnosti dle platných ČSN EN pro návrh a zatížení mostů v kombinaci s ustanovením ČSN 73 6222;
- kombinovaným statickým výpočtem – stanovení zatížitelnosti dle platných ČSN EN pro návrh a zatížení mostů, s ustanovením ČSN 73 6222 a užitých norem v době návrhu mostu;
- dle zvláštních předpisů (zatížitelnost určená odhadem, zatížitelnost stanovena porovnávacím výpočtem, stanovení zatížitelnosti na základě výsledků zatěžovací zkoušky).

### **1.3.1 Podklady pro stanovení zatížitelnosti**

Základním podkladem pro stanovení zatížitelnosti pozemních komunikací je ČSN 73 6222 - Zatížitelnost mostů pozemních komunikací, TP 200 - Stanovení zatížitelnosti mostů PK navržených podle norem a předpisů platných před účinností EN, popřípadě další související normy a technické podmínky. Před samotným statickým výpočtem je vhodné opatřit co nejvíce dostupných údajů o řešeném mostním objektu. Nejvhodnějším podkladem je projektová dokumentace skutečného provedení stavby, ze které budou známy použité materiály, vlastnosti průřezu a statické působení. V případě absence těchto zdrojů je nutné pracovat s daty získanými během hlavní nebo mimořádné mostní prohlídky, popřípadě diagnostického průzkumu. Vyplývá-li nutnost ověření skutečných materiálů z hlavní nebo mimořádné mostní prohlídky, je nutné provést potřebné zkoušky materiálů i v případě existence projektové dokumentace. Při stanovení zatížitelnosti kombinovaným statickým výpočtem je nutné navrhnout průřez na základě metodiky užívané v době realizace. Konstrukce musí být navržena na podle tehdejších platných norem a předpisů. Při tomto postupu musí být uvažovány skutečné vlastnosti materiálů dle ČSN ISO 13822 nebo ČSN 73 0038. [9]

### 1.3.2 Statický výpočet zatížitelnosti

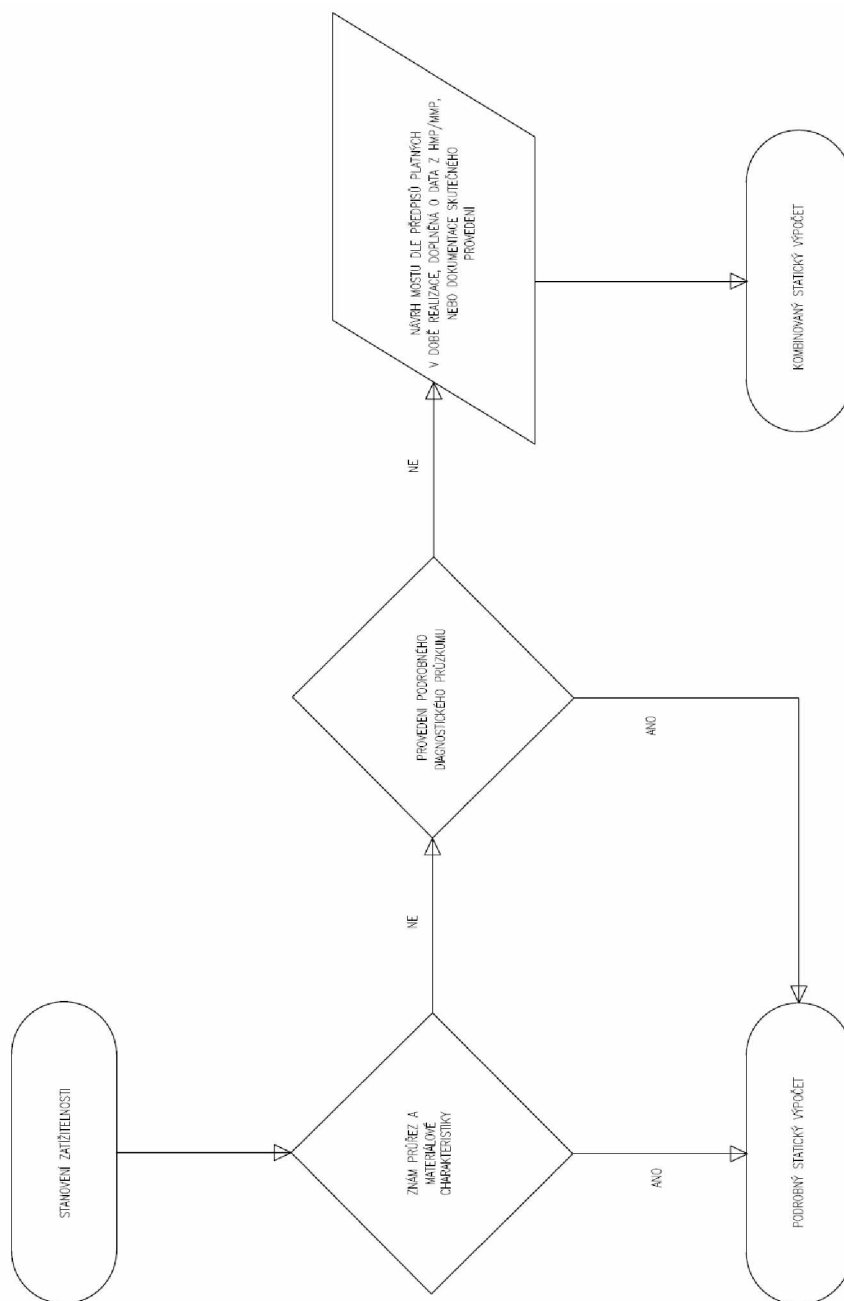
Postup stanovení zatížitelnosti se odvíjí z dostupných informací o mostní konstrukci. Při absenci projektové dokumentace a v situacích, kdy není možné provést diagnostický průzkum, je nutné zvolit kombinovanou formu výpočtu. Jednotlivé konstrukční prvky jsou navrhovány podle předpisů a norem platných v době realizace. Nachází-li se ověřovaný most v klasifikačním stupni V až VII dle ČSN 73 6221, kombinovaný statický výpočet je nedoporučován.

V případech, kdy je dostupná projektová dokumentace, nebo je možné provést diagnostický průzkum, je vhodné stanovit zatížitelnost podrobným statickým výpočtem. Výsledky podrobného statického výpočtu jsou přesnější, jelikož vycházejí ze skutečných informací o konstrukci.

Hodnoty jednotlivých zatížitelností se určí z vhodně zvolené kombinace pro zatížení dle ČSN EN 1990 s ohledem na mezní stavy. Je nutné stanovit odolnost všech částí konstrukce pro odpovídající druhy namáhání. Od této hodnoty se odečtou účinky všech zatížení kromě zatížení dopravou. Výsledná odolnost odpovídá maximálnímu možnému namáhání dopravou.

Navržená konstrukce se zatíží normovými vozidly dle ČSN 73 6222 pro stanovení jednotlivých druhů zatížitelnosti. Sestavy zatížení musí být umístěny tak, aby vyvolaly maximální možné namáhání, které reprezentuje nejnepříznivější situaci, jenž může nastat během skutečného provozu.

Zatížitelnost jednotlivých částí je potom stanovena z výsledné odolnosti prvku, odpovídající maximálnímu možnému namáhání dopravou, účinků od normových vozidel dle ČSN 73 6222 a zohlednění dynamického namáhání pomocí součinitelů. Výsledná zatížitelnost mostu je nejmenší ze zatížitelností jednotlivých konstrukčních prvků. [9]

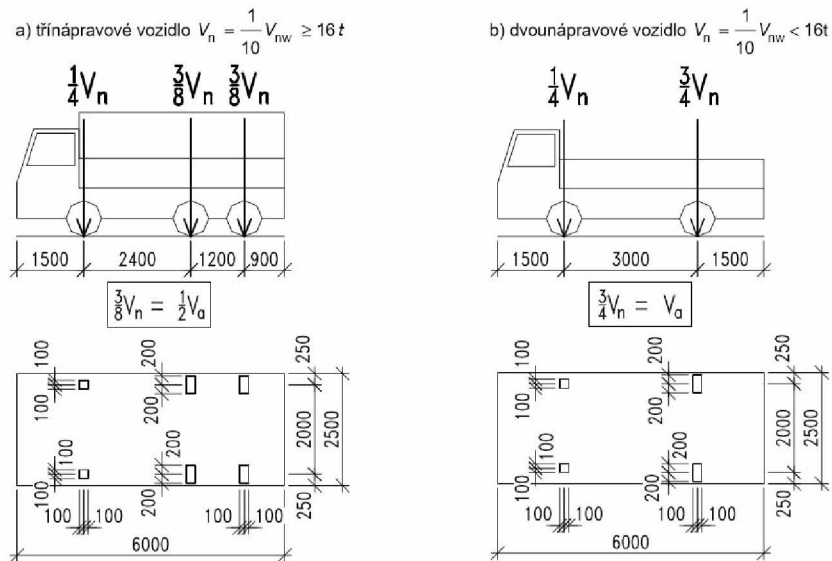


Obr. 8 Principiální postup při stanovení zatížitelnosti

### 1.3.3 Druhy zatížitelnosti

Běžný provoz na mostě je reprezentován pomocí normální zatížitelnosti. Situace, ve kterých se na mostě může nacházet maximálně jedno vozidlo, například v kombinaci s pěší dopravou, jsou charakterizovány výhradní zatížitelností. Mimořádné situace, ve kterých musíme umožnit přejezd neobvyklé soupravy nebo nadměrného nákladu a musíme vyloučit všechnu ostatní dopravu na mostě jsou reprezentovány výjimečnou zatížitelností. [9]





POZNÁMKA Zatížení přední nápravou vozidla  $\frac{1}{4} V_{nw}$  je nahrazeno ekvivalentním rovnoměrným zatížením v příslušném zatěžovacím pruhu ( $2,5v_n$  v zatěžovacím pruhu č. 1 a č. 2, resp.  $v_n$  v zatěžovacím pruhu č. 3 a č. 4)

Obr. 10 Schéma vozidel pro stanovení normální zatížitelnosti [9]

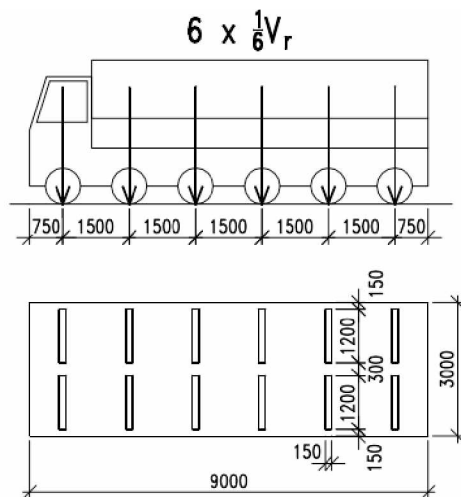
$w \leq 5,4 \text{ m}$	Jeden zatěžovací pruh šířky 3,0 m.
$5,4 \text{ m} \leq w \leq 6,0 \text{ m}$	Dva zatěžovací pruhy šířky 0,5 w.
$w > 6,0 \text{ m}$	W/3 zatěžovacích pruhů (zaokrouhлено na celé číslo dolů) šířky 3,0 m.

Tab. 5 Určení šířky zatěžovacích pruhů [9]

### 1.3.3.2 Výhradní zatížitelnost

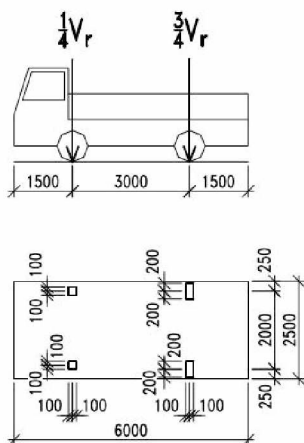
Výhradní zatížitelnost je stanovena [9]:

- nejvyšší přípustnou hmotností  $V_r$  jediného dvounápravového vozidla dle Obr. 12. za předpokladu, že  $V_r \leq 16 t$ ;
- nejvyšší přípustnou hmotností  $V_r$  jediného třínápravového vozidla dle Obr. 12. za předpokladu, že  $V_r \leq 32 t$  a zároveň je stanovena hmotnost jediného dvounápravového vozidla  $V_r > 16 t$ ;
- nejvyšší přípustnou hmotností  $V_r$  jediného šestinápravového vozidla dle Obr. 11. za předpokladu, že hmotnost jediného třínápravového vozidla je  $V_r > 32 t$

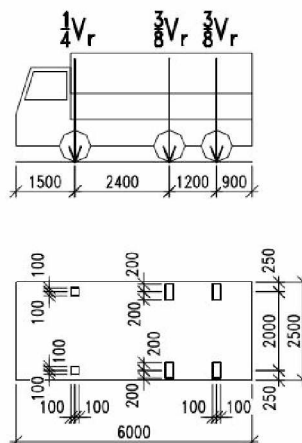


Obr. 11 Zatěžovací schéma šestinápravového vozidla pro stanovení výhradní zatížitelnosti [9]

a) dvounápravové vozidlo  $V_r = \frac{1}{10} V_{rw} < 16t$



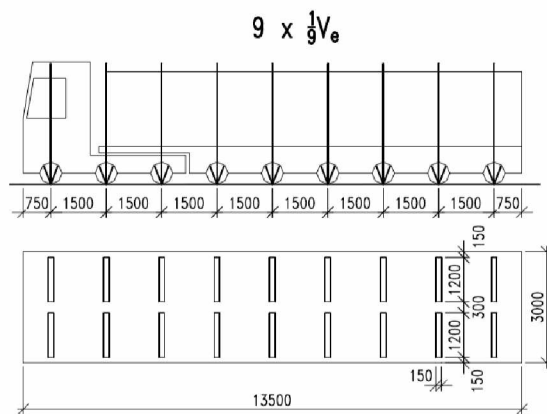
b) třinápravové vozidlo  $V_r = \frac{1}{10} V_{rw} \geq 16t$



Obr. 12 Zatěžovací schéma dvounápravového a třinápravového vozidla pro stanovení výhradní zatížitelnosti [9]

### 1.3.3.3 Výjimečná zatížitelnost

Výjimečná zatížitelnost je stanovena jako největší přípustná hmotnost devitinápravového vozidla jedoucího předepsanou rychlostí v předepsané stopě s maximální odchylkou 0,5 m. [9]



Obr. 13 Zatěžovací schéma zvláštní soupravy pro stanovení výjimečné zatížitelnosti [9]

### 1.3.4 Vodorovné účinky

Vodorovné síly se uvažují pouze pro normální a výhradní zatížitelnost, při výpočtu se dají stanovit přístupy dle ČSN 73 6222 [9]:

1. V případě normální zatížitelnosti lze stanovit vodorovné účinky jako část svislého zatížení normální zatížitelnosti umístěné zpravidla v pruhu č. 1 a 2 ve schématu pro normální zatížitelnost na posuzované konstrukci vyjádřené vztahem:

$$0,2 V_{aw} + 0,025 v_{n1} \cdot w_1 \cdot L$$

Kde:

$v_{n1}$  je rovnoměrné zatížení v pruhu č. 1, resp. pruhu č. 2;

$w_1$  šířka zatěžovacího pruhu č. 1, resp. pruhu č. 2;

$L$  délka zatížené části nosné konstrukce.

2. V případě výhradní zatížitelnosti jsou vodorovné účinky zatížení dány 0,15ti násobkem náprav vozidla výhradní zatížitelnosti nacházejícím se na posuzované části konstrukce.

3. V případě nutnosti zahrnutí odstředivých sil do výpočtu normální a výhradní zatížitelnosti, se vodorovné zatížení vzniklé těmito silami určí jako  $n_{tk}$  násobek celkového svislého zatížení dopravou. Působíště těchto sil je uvažováno ve výšce 1,0 m nad povrchem vozovky. V případě tohoto výpočtu není uvažováno zatížení chodníků a cyklistických pruhů.

$$n_{tk} = \frac{v^2}{127 \cdot r} \cdot \varphi$$

kde je

v návrhová rychlost na komunikaci v místě mostu, v km/h, přitom  $v \leq 70$  km/hod;

r poloměr směrového oblouku na mostě, v m;

$\varphi$  redukční součinitel zohledňující počet pruhů na vozovce.

1. pro jeden zatížený pruh  $\varphi = 1$
2. pro dva zatížené pruhy  $\varphi = 0,75$
3. pro tři zatížené pruhy  $\varphi = 0,65$
4. pro čtyři a více zatížených pruhů  $\varphi = 0,55$

4. V případě mostů přesýpaných, u nichž je výška přesypávky  $h \geq 0,5$  m, světlost maximálně 20 m a na konstrukci se nachází průběžná konstrukce vozovky, mohou být vodorovné síly stanovené výše uvedenými způsoby redukovány o část přenášenou přesypávkou a vozovkou s uvážením změny v čase a skutečného chování. Brzdné a rozjezdové síly lze potom redukovat pomocí součinitele:

$$k_n = \left(1 - \frac{h - 0,5}{2}\right) \geq 0$$

kde

h značí minimální výšku přesypávky v metrech

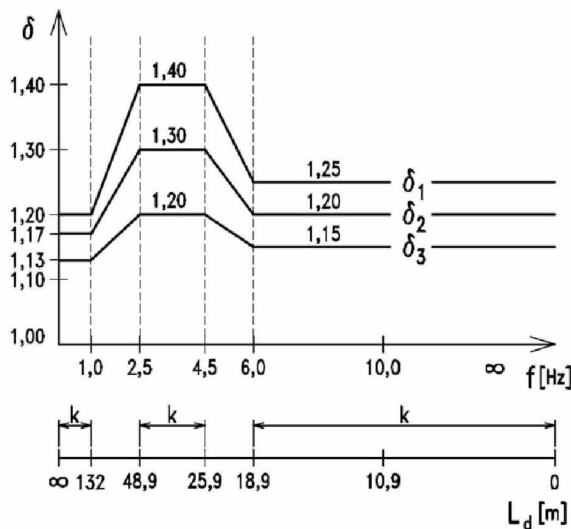
### 1.3.5 Dynamické účinky

Dynamické účinky od dopravy jsou zohledněny pomocí součinitele  $\delta$ , jímž jsou násobeny statické účinky odpovídajícího zatížení. Hodnoty dynamických součinitelů pro jednotlivé zatížitelnosti jsou uvedeny v ČSN 73 6222.

V případě méně běžných neboli neobvyklých mostů z hlediska statického působení (např. lanové mosty), konstrukčního uspořádání, materiálů, rozměrů anebo zvláštního významu musí být dynamické účinky stanoveny individuálním postupem v podobě výpočtu a zkoušek. [9]

Dynamický součinitel lze určit i v závislosti na vlastní frekvenci „f“:





Obr. 14 Dynamický součinitel v závislosti na vlastní frekvenci [9]

### 1.3.6 Únava

Posouzení na únavu se provádí pouze při výpočtu normální zatížitelnosti jen v odůvodněných případech pomocí určení tzv. únavového vozidla. Je třeba posoudit konstrukci na účinky charakteristické únavové sestavy zatížení, která je odlišná od klasické sestavy pro stanovení „ $V_n$ “ redukcí všech hodnot zatížení součinitelem „ $k$ “ jehož hodnoty jsou uvedeny v ČSN 73 6222. [9]

### 1.3.7 Evidence zatížitelnosti

Jednou z dalších povinností vlastníka mostu je evidovat zprávu o provedení přepočtu zatížitelnosti. [9]

Zpráva musí obsahovat [9]:

- názvy předpisů, podle kterých byl přepočet proveden;
- zatížitelnost všech částí mostu;
- rozhodující prvek;
- základní předpoklady pro výpočet;
- jakým způsobem byl zohledněn stav mostu;
- v případě provedení zatěžovací zkoušky se uvedou údaje z jejího vyhodnocení;
- u výjimečné zatížitelnosti se uvede i uvažovaná stopa.

Ve zprávě jsou uváděny všechny druhy zatížitelnosti dle ČSN 73 6222. Hodnoty zatížitelnosti jsou uváděny spolu s rokem a způsobem jejich stanovení. Dle způsobu stanovení zatížitelnosti se liší i její značení [9]:

V případě návrhu dle ČSN EN nebo ČSN P ENV stanovené na základě ČSN 73 6222:

V – EN      Zatížitelnost stanovená podrobným statickým výpočtem

K – EN      Zatížitelnost stanovená kombinovaným statickým výpočtem

V případě návrhu dle původních ČSN a jiných předpisů než ČSN EN na základě ČSN 73 6222:

V – CZEN    Zatížitelnost stanovená podrobným statickým výpočtem

K – CZEN    Zatížitelnost stanovená kombinovaným statickým výpočtem

V případě odlišného způsobu stanovení než ČSN 73 6222 musí být způsob stanovení uveden v mostním listu a zatížitelnost se značí písmenem Z.

### 1.3.8 Značení zatížitelnosti na mostech

Hodnota normální, výhradní a výjimečné zatížitelnosti se uvádí na dopravním značení v tunách. Správce/vlastník mostu je povinen osadit příslušnou dopravní značku B13, popřípadě dodatkovou tabulku E5 omezující okamžitou celkovou hmotnost vozidel v případě, že [9]:

- normální zatížitelnost vyjde nižší než 26 t, nebo výhradní zatížitelnost je menší než 48 t;
- normální zatížitelnost vyjde větší, nebo rovna 26 t a výhradní zatížitelnost menší než 48 t;
- zatížitelnost na jednu nápravu je nižší než 11,5 t.



Obr. 15 Příklad značení zatížitelnosti na mostě

## Shrnutí

Text se skládá z teoretické části a na sebe navazujících příloh, které obsahují praktickou práci. V první části diplomové práce jsou základní myšlenky mostních prohlídek a zatížitelnosti mostů pozemních komunikací.

Praktická část začíná hlavní mostní prohlídkou na vybraném mostě – viz příloha P1., během které proběhla kontrola všech dostupných částí konstrukce. Z důvodu vysoké hladiny vody pod mostem nebylo možné ověřit celou spodní stavbu a způsob založení. Na základě informací získaných vizuální kontrolou byl vypracován protokol o hlavní mostní prohlídce obsahující popis konstrukce, výpis závad včetně návrhu opatření s doporučeným termínem plnění, fotodokumentaci a rozhodnutí o změně stavebně-technického stavu mostu.

Povrch vozovky na mostě je narušen drobnými nerovnostmi a začínají se tvořit výtluky. Podél vozovky jsou značné nánosy nečistot, což vypovídá o nedostatečné údržbě. Na římsách je znatelná povrchová degradace betonu. Zábradlí na pravé straně mostu je zdeformováno.

Na nosné konstrukci se vyskytují stopy po zatékání a výluhy, což svědčí o nefunkční izolaci mostu. Po obou stranách se nacházejí trhliny do šířky 0,3 mm. Na několika místech podhledu chybí betonová krycí vrstva až do úrovně výztuže, která je napadená korozi.

S ohledem na výše uvedené poruchy nosné konstrukce a přihlédnutím ke skutečnosti, že správce mostu od poslední hlavní mostní prohlídky neprovedl žádná opatření, došlo ke změně stavebně-technického stavu ze stavu „uspokojivý“ na „špatný“.

Při návrhu opatření bylo přihlédnuto k tomu, že v blízkosti objektu probíhá výstavba dálnice D35 a most leží na jedné z přístupových cest. Lze předpokládat, že během dokončování výstavby dojde ke zhoršení stavu mostního svršku.

Na podhledu nosné konstrukce, v místě již chybějící krycí vrstvy byla provedena sonda pomocí bouracího kladiva pro zjištění skutečné polohy výztuže a odečtení krycí vrstvy. Následně byla výztuž zbavena vrstvy povrchové koroze, aby bylo možné odečíst neoslabený průměr prutu. Dále byla provedena nedestruktivní zkouška pomocí Schmidtova kladívka pro určení tlakové pevnosti betonu.

Navazující část obsahuje statický výpočet zatížitelnosti – viz příloha P2. Mimo literaturu byly základním podkladem pro výpočet informace získané během hlavní mostní prohlídky. V rámci diplomové práce byla zatížitelnost stanovena pomocí ručně komentovaného kombinovaného a podrobného statického výpočtu.

V kombinovaném přístupu byl navržen průřez podle předpisů platných v době realizace a původní metodiky. Takto stanovené hodnoty zatížitelnosti nosné konstrukce odpovídají: normální zatížitelnost 25 t, výhradní zatížitelnost 78 t a výjimečná zatížitelnost 149 t.

Podrobný statický výpočet vychází z informací o průřezu a materiálech získaných během hlavní mostní prohlídky. Zatížitelnost stanovená tímto způsobem odpovídá: normální zatížitelnost 37 t, výhradní zatížitelnost 117 t a výjimečná zatížitelnost 224 t. Tyto výsledky nebyly redukovány součinitelem stavebního stavu, do výpočtu vstupovaly hodnoty oslabeného průřezu.

Zatížitelnost doposud uváděná v mostní evidenci odpovídá: normální zatížitelnost 7,5 t, výhradní zatížitelnost 18 t a výjimečná zatížitelnost 113 t. U těchto hodnot nebyl uveden způsob jejich stanovení.

Z informací získaných v rámci kontroly objektu a statického přepočtu byl vytvořen mostní list a základní výkresy v podobě půdorysu, příčného a podélného řezu – viz P3. a P4.

## **Závěr**

Cílem této práce bylo posouzení stavu vybraného mostního objektu včetně statického přepočtu zatížitelnosti a v případě potřeby navržení potřebných opatření.

Zatížitelnost stanovená statickým výpočtem je několikanásobně vyšší, než bylo doposud uváděno v mostní evidenci. Hodnoty stanovené podrobným statickým výpočtem, který přesněji reprezentují stav objektu, přesahují doporučená čísla pro zatížitelnost mostů po rekonstrukci. Norma ČSN 73 6222 doporučuje minimální hodnotu normální zatížitelnosti 32 t, výhradní zatížitelnosti 80 t a výjimečné zatížitelnosti 180 t.

Z výsledků vyplývá, že není nutné provádět zesílení průřezu ani jiná opatření ke zvýšení únosnosti, pouze je potřeba odstranit chybné dopravní značení na mostě.

## Použitá literatura a zdroje

- [1] ČSN 73 6200 - Mosty – Terminologie a třídění, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011
- [2] ČSN 73 6221 – Prohlídky mostů pozemních komunikací, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018
- [3] Metodický pokyn – Oprávnění k výkonu prohlídek mostních objektů pozemních komunikací [online]  
Odkaz:  
[http://www.pjpk.cz/data/USR\\_001\\_2\\_11\\_METODICKE\\_POKYNY/MP\\_Opraveni\\_k\\_vykonu\\_prohlidek\\_mostnich\\_objektu\\_PK\\_\\_\\_2016\\_.pdf](http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_11_METODICKE_POKYNY/MP_Opraveni_k_vykonu_prohlidek_mostnich_objektu_PK___2016_.pdf)
- [4] ČSN 73 6220 - Evidence mostních objektů pozemních komunikací, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011
- [5] DUMO Solutions s.r.o., informační systém pro správu silničních objektů [online]  
Odkaz:  
<https://dumo.cz/>
- [6] POKORNÝ, Jiří; ŠERTLER, Hynek. MOSTY část druhá [online]  
Odkaz:  
[https://vladimirsuchanek.upce.cz/files/Mosty\\_-\\_cast\\_2.pdf](https://vladimirsuchanek.upce.cz/files/Mosty_-_cast_2.pdf)
- [7] KALNÝ, Milan; Vladislav Vodička. CELKOVÉ NÁKLADY PO DOBU ŽIVOTNOSTI MOSTU. Beton TKS, S.R.O., Praha 2015(4), ISSN 12133116
- [8] TP 72 DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM MOSTŮ PK [online]  
Odkaz:  
[http://www.pjpk.cz/data/USR\\_001\\_2\\_8\\_TP/TP\\_72.pdf](http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_72.pdf)
- [9] ČSN 73 6222 - Zatížitelnost mostů pozemních komunikací, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013
- [10] VARS Brno a.s. – Článek: Znáte BMS – Bridge Management System? [online]  
Odkaz:  
<http://www.vars.cz/znate-bms--bridge-management-system>
- [11] TP 200 STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI MOSTŮ PK navržených podle norem a předpisů platných před účinností EN [online]  
Odkaz:  
[http://www.pjpk.cz/data/USR\\_001\\_2\\_8\\_TP/TP\\_200.pdf](http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_200.pdf)

- [12] POKORNÝ, Jiří; ŠERTLER, Hynek. MOSTY část první [online]  
Odkaz:  
[https://vladimirsuchanek.upce.cz/files/Mosty\\_-\\_cast\\_1.pdf](https://vladimirsuchanek.upce.cz/files/Mosty_-_cast_1.pdf)
- [13] TP 120 Údržba, opravy a rekonstrukce betonových mostů pozemních komunikací [online]  
Odkaz:  
[http://www.pjpk.cz/data/USR\\_001\\_2\\_8\\_TP/TP\\_120.pdf](http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_120.pdf)
- [14] WITZANY, Jiří; Metodické a technické pokyny pro posuzování stavebních úprav a zásahů do nosné konstrukce panelových domů. Ministerstvo pro místní rozvoj, Praha 2016
- [15] ČSN EN 1504-9 – Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Definice, požadavky, kontrola kvality a hodnocení shody – Část 9: Obecné zásady pro používání výrobků a systémů, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009
- [16] SLAŠŤAN, P., SOKOLÍK, A., ZEMKO, Š., Betonové mosty (Přepočet zatížitelnosti silničních mostů). (1990) Alfa. Bratislava

**Univerzita Pardubice**  
**Dopravní fakulta Jana Pernera**

**Stanovení zatížitelnosti silničního mostu**  
**P1. Hlavní mostní prohlídka**

**Diplomová práce**

**2021**



**Datum prohlídky:** 20.02.2021

**Evidenční číslo:** 29820-3

**Vykonal:** Bc. Vojtěch Koleta

**Směr popisu:** zleva doprava, po směru staničení

**Přístupnost:** objekt je zcela přístupný, pod mostem je zhoršený pohyb z důvodů vysoké vodní hladiny a nerovnostem dna

**Počasí při prohlídce:** zataženo, 10 °C

## IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

**Název objektu:** Újezd u Sezemic, Přes Bohumilečský potok (2.)

**Okres:** Pardubice

**Rok výstavby:** 1951

**Liniové staničení:** 3.375 km

## DIAGNOSTICKÉ ZJIŠTĚNÍ

### **Základy mostních podpěr a křídel, zemní těleso**

Základy mostu nejsou přístupné, způsob založení nebyl ověřován.

### **Mostní podpěry, křídla, čelní zdi**

Masivní opěry z monolitického betonu. Křídla jsou ze stejného materiálu jako opěry, rovnoběžná s převáděnou komunikací.

### **Ložiska, klouby, mostní závěry**

Nosná konstrukce je uložena na lepenku.

### **Izolační systém**

Plošná, vytažená do zvýšených říms.

### **Nosná konstrukce**

Mostní konstrukce o jednom poli tvořeném železobetonovou monolitickou deskou.

### **Vozovka, chodníky, římsy**

Vozovka se živičným krytem. Po obou stranách římsa z monolitického železového betonu.

## **Svodidla, zábradelní svodidla, zábradlí, dopravní značení, označení mostu**

Ocelové trubkové zábradlí o výšce 1,0 m.

Oboustranně osazená evidenční čísla.

Na mostě se nachází dopravní značení omezující zatížitelnost:

$$V_n = 10 \text{ t}$$

$$V_r = 24 \text{ t}$$

## **VÝPIS ZÁVAD**

### **Mostní podpěry, křídla, čelní zdi**

- na křídle K1 jsou stopy po zatékání, výluhy
- na křídle K2 jsou stopy po zatékání, výluhy
- na křídle K3 jsou stopy po zatékání, výluhy
- na křídle K4 jsou stopy po zatékání, výluhy
- na opěře O2 vlevo je trhlina o šířce do 0,3 mm
- ve výšce vodní hladiny se místy vyskytuje povrchová degradace betonu, zatím bez obnažené výztuže

### **Izolační systém**

- hydroizolace mostu je nefunkční

### **Nosná konstrukce**

- na levé i pravé boční ploše jsou stopy po zatékání, ve většině míst se vyskytují výluhy a krápníky
- na levé i pravé straně NK se objevují nepravidelné trhliny (možná povrchové) v šířce do 0,3 mm
- na nosné konstrukci se nachází lokálně obnažená výztuž napadená korozi

### **Vozovka, chodníky, římsy**

- na vozovce se nacházejí drobné nerovnosti a začínající výtlučky
- na okrajích za nosnou konstrukcí propadlá vozovka
- podél obou říms jsou velké nánosy nečistot
- na pravé i levé římse je znatelná degradace betonu, římsy jsou porostlé mechem, výztuž zatím není obnažena
- kaverny v místech původních betonových sloupků zábradlí

### **Svodidla, zábradelní svodidla, zábradlí, dopravní značení, označení mostu**

- zábradlí na pravé římse mírně zdeformováno

### **Prostor pod mostem**

- silně zanešené koryto potoka

## **HODNOCENÍ PÉČE O MOST, VÝKONU BĚŽNÝCH A KONTROLNÍCH PROHLÍDEK, KVALITY ÚDRŽBOVÝCH PRACÍ A PROVÁDĚNÝCH OPRAV, ZÁVADY MOSTNÍ EVIDENCE**

- běžné a hlavní prohlídky jsou prováděny
- navrhuji častější čištění prostoru pod mostem a vozovky

## **NÁVRH OPATŘENÍ A ODSTRANĚNÍ ZJIŠTĚNÝCH VAD**

- aktualizace statického přepočtu zatížitelnosti

### Termín splnění: Ihned

- sanace podhledu a boků nosné konstrukce ( pasivace výztuže, doplnění betonové krycí vrstvy)

### Termín splnění: Ihned

- odstranění vegetace podél vozovky a z říms

### Termín splnění: do jednoho roku

- realizace nového záchytného systému v kombinaci s osazením nových říms
- s ohledem na zatékání doporučuji opravu hydroizolace

### Termín splnění: do příští mostní prohlídky

- pravidelné odstraňování nečistot a vegetace z vozovky, podél říms a těsného okolí mostu
- pravidelné čištění prostoru pod mostem, čištění koryta potoku
- výše zmíněné trhliny sledovat při provádění BMP A HMP
- opravu nerovností a výtluků ve vozovce doporučuji realizovat až po dokončení výstavby dálnice D35

## **ROZHODNUTÍ O ZMĚNĚ ZATÍŽITELNOSTI A STAVEBNĚ-TECHNICKÉHO STAVU MOSTU**

### **STAVEBNĚ-TECHNICKÉ STAVY**

<b>Spodní stavba</b>	<b>III – Dobrý</b>
<b>Nosná konstrukce</b>	<b>V – Špatný</b>
<b>Mostní vybavení</b>	<b>III – Dobrý</b>
<b>Použitelnost</b>	<b>II – Podmíněně použitelný</b>

**Koeficient stavebního stavu 0,6**

**Rok příští HMP 2022**

### **ZATÍŽITELNOST MOSTU**

**$V_n = 7,5 \text{ t}$**

**$V_r = 18 \text{ t}$**

**$V_e = 113 \text{ t}$**

**$F_e \dots$**

### **POZNÁMKY:**

Hodnoty zatížitelnosti byly přepočítány z původních hodnot stanovených v hlavní mostní prohlídce provedené Ing. Janem Dobrovolným v roce 2020. Přepočet zatížitelnosti doposud nebyl proveden/není k dispozici. Není známo, zda původní hodnoty byly redukovány součinitelem stavebně-technického stavu. Statický přepočet zatížitelnosti bude nově proveden a hodnoty budou aktualizovány.

Průběh mostní prohlídky a veškeré závěry budou projednány se správcem mostu.

## FOTODOKUMENTACE



Pohled ve směru staničení



Pohled proti směru staničení



Vozovka na začátku mostu



Vozovka na mostě



Vozovka na konci mostu



Pohled na levou římsu ve směru staničení





Pohled na levou římsu proti směru staničení



Pohled na pravou římsu ve směru staničení



Pohled na pravou římsu proti směru staničení



Pohled na objekt zleva



Pohled na objekt zprava



Pohled na svislou plochu levé římsy





Pohled na svislou plochu pravé římsy



Levé křídlo na začátku mostu



Pravé křídlo na začátku mostu



Levé křídlo na konci mostu



Pravé křídlo na konci mostu



Pohled na opěru O1





Pohled na opěru O2



Pohled na NK zleva



Pohled na NK zprava



Pohled mostu



Výška zábradlí 1000 mm



Výtluky a nerovnosti na vozovce za mostem





Drobné nerovnosti na kraji vozovky před/za mostem



Povrch levé i pravé římsy začíná degradovat a je porostlý mechem



Povrch levé i pravé římsy začíná degradovat a je porostlý mechem



Rostoucí vegetace podél levé i pravé římsy



Rostoucí vegetace podél levé i pravé římsy



Povrchová degradace levé i pravé římsy





Nánosy nečistot podél obou říms



Zdeformované madlo zábradlí



Stopy po zatékání, výluhy



Svislé plochy říms porostlé mechem

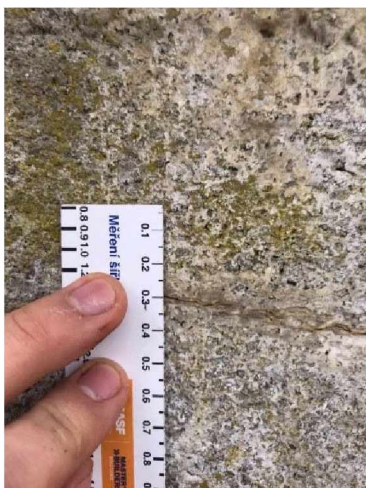


Praskliny na pravé straně NK



Praskliny na levé straně NK





Prasklina na levé straně NK (0,3mm)



Prasklina na levé straně NK



Chybějící krycí vrstva, výztuž napadená povrchovou korozi



Chybějící krycí vrstva, výztuž napadená povrchovou korozi



Chybějící krycí vrstva, výztuž napadená povrchovou korozi



Chybějící krycí vrstva, výztuž napadená povrchovou korozi



Stopy po zatékání, výluhy, krápníky



Stopy po zatékání, výluhy, krápníky

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

Stanovení zatížitelnosti silničního mostu  
P2. Statický výpočet zatížitelnosti

Diplomová práce

2021

## Obsah

1 Kombinovaný statický výpočet .....	3
1.1 Identifikační údaje .....	3
1.2 Popis konstrukce .....	3
1.3 Geometrie .....	4
1.3.1 Půdorys .....	4
1.3.2 Podélný řez .....	4
1.3.3 Příčný řez .....	5
1.4 Zatížení .....	5
1.4.1 Stálé zatížení .....	5
1.4.2 Zatížení dopravou .....	6
1.5 Materiálové charakteristiky nosné konstrukce .....	9
1.6 Návrh průřezu dle původní metodiky .....	10
1.7 Stanovení momentu únosnosti dle platných předpisů .....	14
1.8 Posouzení navrženého průřezu na smyk .....	15
1.9 Stanovení zatížitelnosti dle ČSN 73 6222 .....	17
2 Podrobný statický výpočet .....	27
2.1 Materiálové charakteristiky .....	27
2.2 Návrh průřezu .....	29
2.3 Stanovení momentu únosnosti dle platných předpisů .....	30
2.4 Stanovení zatížitelnosti dle ČSN 73 6222 .....	31
3 Vyhodnocení výsledků .....	35
Podklady .....	37

# 1 Kombinovaný statický výpočet

Dle informací poskytnutých správcem k předmětnému objektu není dostupná projektová dokumentace, veškeré informace byly získány během hlavní mostní prohlídky. Most byl postaven začátkem roku 1951. V rámci kombinovaného statického výpočtu bude stanovena zatížitelnost nosné konstrukce. Průřez bude navržen dle norem a předpisů platných v době realizace mostu. Zatížitelnost bude řešena s ohledem na mezní stav únosnosti. Smyková výztuž nebude navrhována a uvažována ve výpočtu, dojde pouze k posouzení průřezu na maximální smykovou sílu, aby došlo k ověření, zda průřez nevyžaduje smykové vyztužení.

Při stanovení zatížitelnosti s ohledem na mezní stav použitelnost uvažuje ČSN 73 6222 pouze mezní stav šířky trhliny u železobetonových a předpjatých konstrukcí a mezní stav dekomprese pouze u předpjatých konstrukcí. Po zatřídění konstrukce dle tab. 12.3. v této normě odpovídá kategorii kvazistálá kombinace dle ČSN EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí. Tato kombinace neuvažuje zatížení dopravou, tudíž není pro stanovení zatížitelnosti rozhodující. [1]

## 1.1 Identifikační údaje

**Název objektu:** Újezd u Sezemic, Přes Bohumilečský potok (2.)

**Evidenční číslo:** 29820-3

**Okres:** Pardubice

**Rok výstavby:** 1951

**Liniové staničení:** 3.375 km

**GPS souřadnice:** 50.1185608N, 15.8601044E

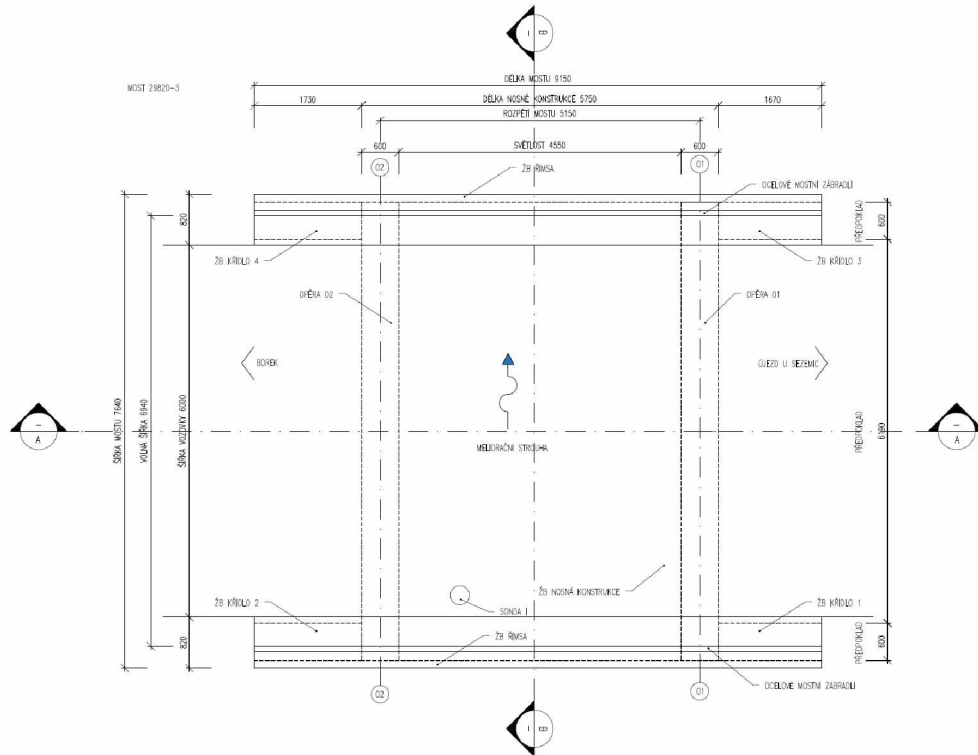
## 1.2 Popis konstrukce

Nosnou konstrukci tvoří železobetonová monolitická deska o tloušťce 350 mm, šířce 7390 mm a délce 5750 mm. Deska je kolmá v zanedbatelném podélném sklonu pro výpočet, prostě uložená na betonových masivních opěrách s kolmými křídly. Jejím statickým modelem je prostý nosník.

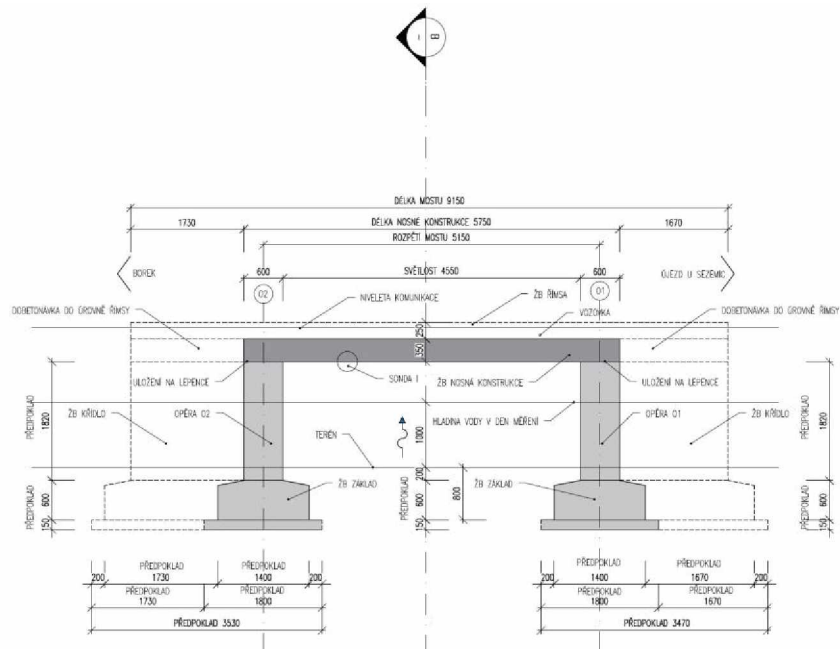
Způsob založení není znám, vzhledem k rozměrům konstrukce a zatížení jsou předpokládány plošné základy. Konstrukce je z obou stran osazena železobetonovou římsou, na které se nachází ocelové zábradlí o výšce 1000 mm. Most převádí směrově nerozdělenou komunikaci o šířce 6 m přes vodoteč.

### 1.3 Geometrie

#### 1.3.1 Půdorys

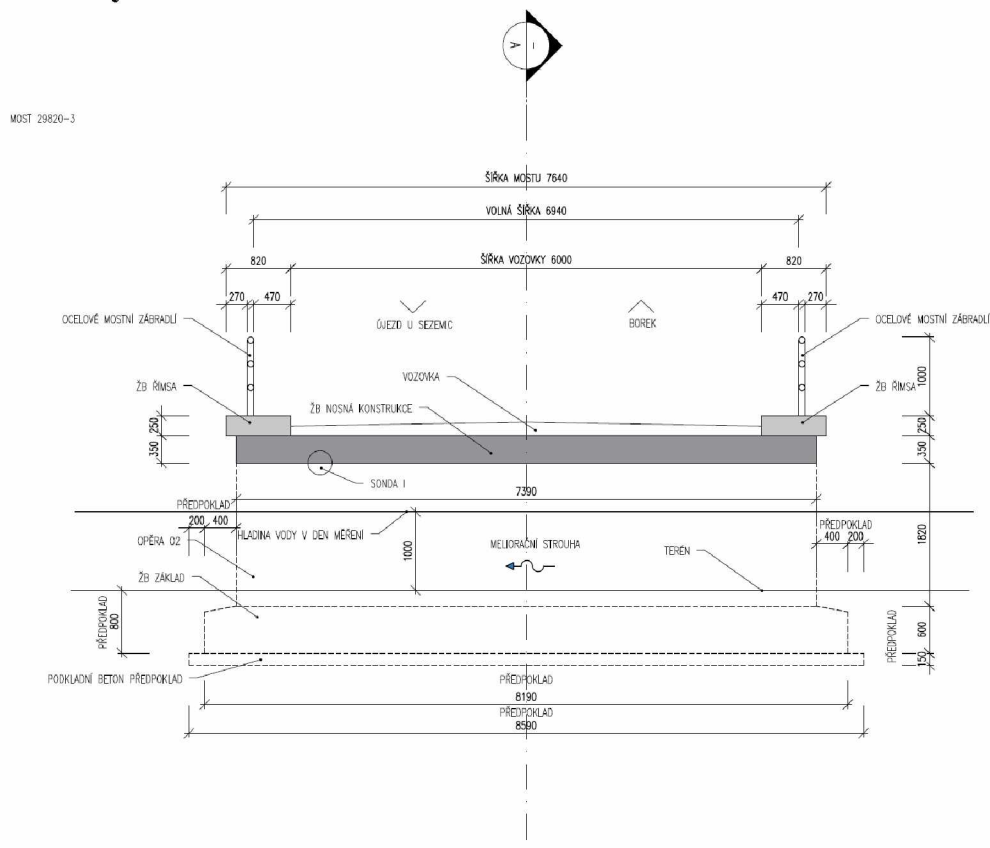


#### 1.3.2 Podélný řez





### 1.3.3 Příčný řez



## 1.4 Zatížení

Celkové zatížení se skládá ze součtu vlastní tíhy, ostatního stálého zatížení a zatížení dopravou stanoveného dle předpisů platných v době realizace. Rozměry konstrukce jsou převzaty z mostní prohlídky. Objemové tíhy jsou stanoveny na základě Eurokódu 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. Vzhledem k poloze konstrukce, jejímu statickému působení a rozměrům jsou nahodilá zatížení v podobě zatížení větrem, sněhem a teplotou zanedbány.

### 1.4.1 Stálé zatížení

**Vlastní tíha:**

	Tloušťka [m]	Obj. tíha [kN/m <sup>3</sup> ]	Spojité zatížení [kN/m]
Deska	0,35	25	$0,35 \cdot 7,39 \cdot 25 = 64,7$
<b>Celkem</b>			<b>64,7</b>

**Ostatní stálé:**

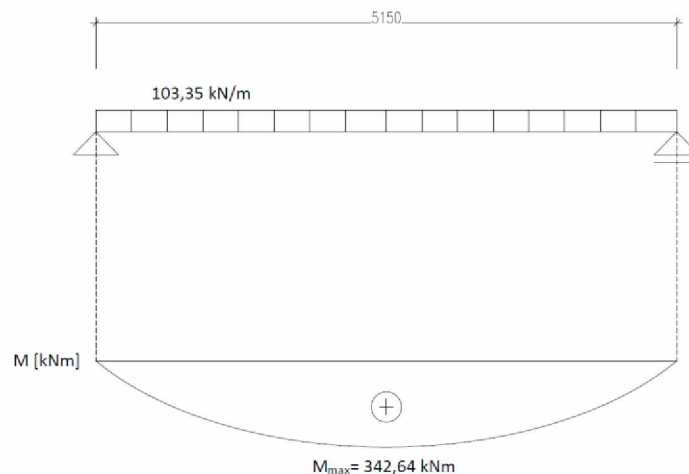
	Tloušťka [m]	Obj. tíha [kN/m <sup>3</sup> ]	Spojité zatížení [kN/m]
Vozovka	0,2	22	$0,2 \cdot 6,0 \cdot 22 = 26,4$
Římsy	0,25	25	$2,0 \cdot 0,82 \cdot 0,25 \cdot 25 = 10,25$
Zábradlí			2
<b>Celkem</b>			<b>38,65</b>

**Vlastní tíha + ostatní stálé:**

$$64,7 + 38,65 = \underline{\underline{103,35 \text{ kN/m}}}$$

**Moment od stálého zatížení:**

$$M_g = \frac{1}{8} \cdot q \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 103,35 \cdot 5,15^2 = \underline{\underline{342,64 \text{ kNm}}}$$

**1.4.2 Zatížení dopravou**

Vzhledem k datu realizace mostu ( leden roku 1951) je uvažován návrhový předpis „Zatímní směrnice pro stavby mostů: 1945“ jako jediný platný předpis stanovující dopravní zatížení. Směrnice obsahuje zatěžovací třídy A a B. Zatěžovací třída B se liší od zatěžovací třídy A pouze v první alternativě zatížení a je příznivější. V následující části je výpočtem dokázáno, že rozhodující alternativou pro tento most je „2.“, tudíž konstrukce nemohla být v době realizace navrhována na jiné zatížení.

Alternativy sestav zatížení, zatěžovací třída A):

1. Vozidlo 600 kN a rovnoměrné zatížení 5 kN/m<sup>2</sup> na chodnicích širších než 0,5m

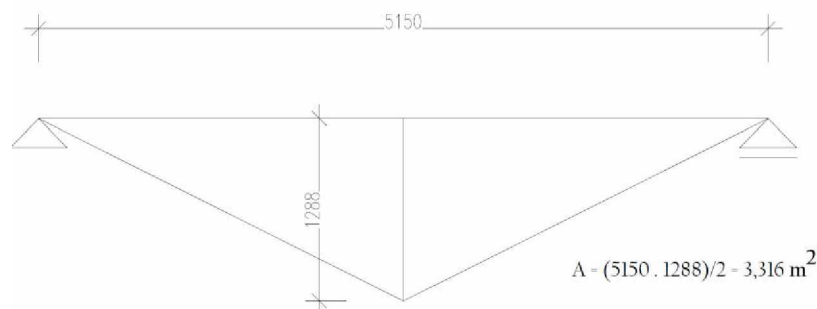
2. Vozidlo 400 kN a jeden nákladní automobil 120 kN v každém dalším jízdním pruhu šířky 2,5 m a rovnoměrné zatížení zbývající plochy vozovky a chodníků šířky větší než 0,5 m
3. Pro dálniční mosty – shluk nákladních automobilů po 120 kN (vedle sebe i za sebou – nejvíce 3 řady pro každý dopravní směr).

Dynamický součinitel se uvažuje dle ČSN 1230:1937.

Zatížení je umístěno tak, aby vyvolalo největší ohybový moment uprostřed rozpětí, kde se nachází maximální moment od stálého zatížení. Výpočet je proveden pomocí příčnickových čar na prostém nosníku o délce 5,15 m. Kritická břemena jsou nalezena pomocí Winklerova kritéria.

### Pořadnice příčnickové čáry:

$$\eta_{1/2} = \frac{x \cdot x'}{l} = \frac{2,575 \cdot 2,575}{5,15} = 1,288$$

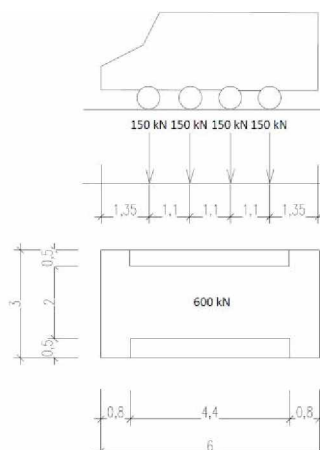


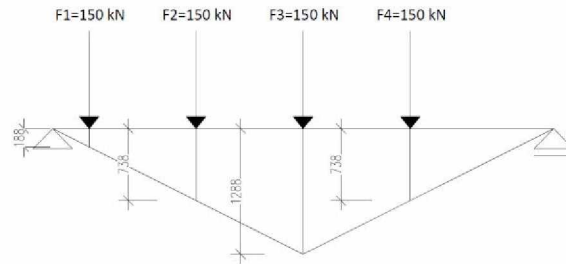
**Winklerovo kritérium:** Břemeno  $F_r$  v nejučinnější poloze mění znamení nerovnosti.

$$R_{k-1} < R \frac{x}{L} \leq R_k$$

## Zatímní směrnici pro stavby mostů : 1945

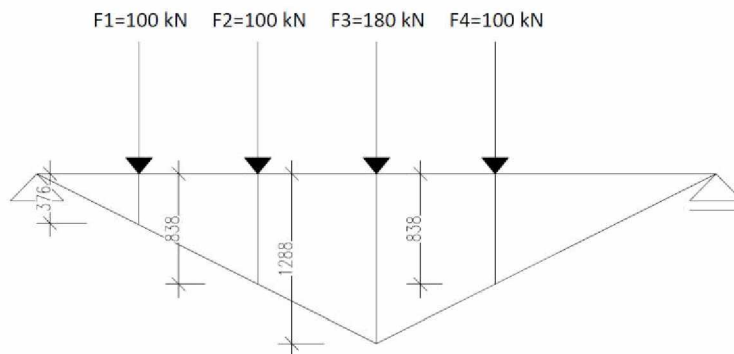
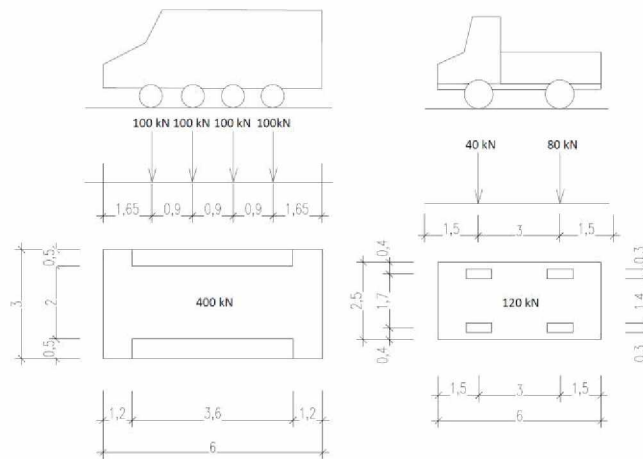
### A) Vozidlo o celkové tíze 600 kN





$$M_A = 150 \cdot 1,288 + 150 \cdot 2 \cdot 0,738 + 150 \cdot 0,188 = \underline{\underline{442,8 \text{ kNm}}}$$

**B) Vozidlo o tíze 400 kN a jeden nákladní automobil 120 kN v každém dalším pruhu šířky 2,5 m a rovnoměrném zatížení 5 kN/m<sup>2</sup> zbývajících plochy vozovky a chodníků šířky větší než 0,5 m**



$$q = 0,5 \cdot 5 = 2,5 \text{ kN/m}$$

$$M_q = 2,5 \cdot 3,316 = \underline{\underline{8,29 \text{ kNm}}}$$

$$M_v = 180 \cdot 1,288 + 100 \cdot 0,838 \cdot 2 + 100 \cdot 0,376 = 437,04 \text{ kNm}$$

$$M_B = 8,29 + 437,04 = \underline{\underline{445,33 \text{ kNm}}}$$

### Dynamický součinitel:

Aby bylo zohledněno dynamické chování vozidla a řešení se obešlo bez dynamického výpočtu, je využit vztah pro dynamický součinitel dle ČSN 1230:1937. Veškerá nahodilá zatížená jsou dána alternativou B, která vyvolala nejnepříznivější účinek.

$$\delta = 1 + \frac{0,4}{1+0,2L} + \frac{0,6}{1+4\frac{G}{P}} = 1 + \frac{0,4}{1+0,2 \cdot 7,39} + \frac{0,6}{1+\frac{504,391}{532,875}} = \mathbf{1,4} \quad \delta \leq 1,4$$

kde

L Rozpětí vyšetřované části konstrukce;

G Veškeré stálé zatížení;

P Veškeré nahodilé zatížení.

### Maximální moment na celou šířku mostu:

Pro maximální moment uprostřed rozpětí rozhoduje alternativa B).

$$M_{\max} = \delta \cdot M_b = 1,4 \cdot 445,33 = \underline{\underline{623,462 \text{ kNm}}}$$

## 1.5 Materiálové charakteristiky nosné konstrukce

### Ocel:

Během mostní prohlídky byla nalezena hladká ocel neznámé třídy o  $\varnothing$  20 mm. S ohledem na zvolenou směrnici a dobu realizace mostu je vybrána dle TP 200 Ocel C37.

Dovolené namáhání:  $k_a = 120 \text{ MPa}$

Návrhová pevnost dle ČSN 73 0038:  $f_{yd} = 180 \text{ MPa}$



**Beton:**

Třída betonu je neznámá, pro výpočet volím dle TP 200 beton zn. 330, který byl využíván v době realizace.

Pevnostní třída betonu dle ČSN 73 0038: **C 23/28**

Charakteristická pevnost betonu v tlaku:  **$f_{ck} = 23 \text{ MPa}$**

Součinitel spolehlivosti betonu dle ČSN EN 1992-1-1:  **$\gamma_c = 1,5$**

Součinitel zohledňující dlouhodobé účinky na pevnost tlaku a nepříznivé účinky ze zatěžování (doporučená hodnota dle ČSN EN 1992-2 kap. 3.1.6):  **$\alpha_{cc} = 0,9$**

Návrhová pevnost: 
$$f_{cd} = \frac{f_{ck} \cdot \alpha_{cc}}{\gamma_c} = \frac{23 \cdot 0,9}{1,5} = 13,8 \text{ MPa}$$

**1.6 Návrh průřezu dle původní metodiky**

Průřez bude navržen teorií dovolených namáhání na maximální ohybový moment uprostřed rozpětí. Návrh je proveden tak, aby došlo k plnému využití průřezu. Teorie je založena na principu, že ani v jednom z materiálů není překročeno dovolené namáhání. Za předpokladu, že napětí stanovená výpočtem jsou menší než dovolená napětí, konstrukce je považována za bezpečnou. Podmínku musí splnit oba materiály:

$$\sigma_b \leq \sigma_{b,dov};$$

kde je

$\sigma_b$  napětí v betonu;

$\sigma_{b,dov}$  maximální dovolené napětí v betonu;

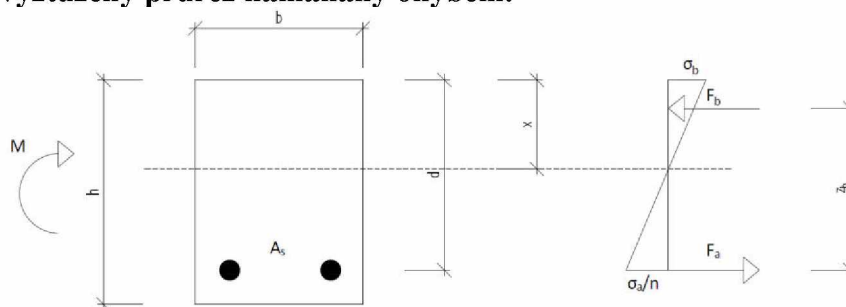
a

$$\sigma_a \leq \sigma_{a,dov};$$

kde je

$\sigma_a$  napětí v oceli;

$\sigma_{a,dov}$  maximální dovolené napětí v oceli;

**Jednostranně vyztužený průřez namáhaný ohybem:**

Ze schématu vyplývá:

$$\sigma_b = \frac{\sigma_a}{n} \cdot \frac{x}{d-x}; F_a = A_s \cdot \sigma_a; F_b = \frac{1}{2} \cdot \sigma_b \cdot x \cdot b$$

Polohu neutrálné osy získáme ze součtové podmínky rovnováhy  $F_a = F_b$ .

$$A_s \cdot \sigma_a = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sigma_a}{n} \cdot \frac{x}{d-x} \cdot x \cdot b$$

Po vyřešení kvadratické rovnice obdržíme polohu neutrálné osy:

$$x = \frac{n \cdot A_s}{b} \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2bd}{nA_s}} \right)$$

Rameno vnitřních sil lze vypočítat z podílu momentu setrvačnosti a statického momentu k neutrálné ose:

$$z_b = d - (x/3)$$

**Moment od celkového zatížení:**

Při výpočtu dle původní metodiky nebyly v době realizace uvažovány dílčí součinitele zatížení. Výsledný ohybový moment, na který je průřez navrhován se rovná součtu momentů od vlastní tíhy a pohyblivého zatížení.

$$M_{\text{celk}} = 623,432 + 342,64 = \underline{\underline{975,072 \text{ kNm}}}$$

**Návrhové charakteristiky použitých materiálů:**

Beton zn. 330  $\rightarrow k_b = 9,9 \text{ MPa}$

Ocel zn. C 37  $\rightarrow k_a = 120 \text{ MPa}$

$k_a$  a  $k_b$  jsou dovolená namáhání pro daný materiál dle původní metodiky

**Účinná výška průřezu:**

$$d = 350 - 20 - (20/2) = 320 \text{ mm}$$

**Odhad ramene vnitřních sil:**

$$z_{b0} = 0,9d = \mathbf{0,30 \text{ m}}$$

kde

d je účinná výška desky.

**Návrh výztuže:**

$$A_a = \frac{M_{celk}}{z_{b0} \cdot k_a} = \frac{975,072}{0,3 \cdot 120} = \mathbf{25\,392 \text{ mm}^2}$$

**Počet prutů:**

$$\frac{A_a}{\pi r^2} = \frac{25392}{\pi 10^2} = \mathbf{80,83 \text{ ks}}$$

Zvoleno **81 x Ø 20 (25 450mm<sup>2</sup>)**.

**Ověření minimální vzdálenosti mezi pruty:**

$$t_{\min} = \max(D; 30 \text{ mm}) = \max(20; 30 \text{ mm})$$

$$t = (7390 - 81 \cdot 20 - 2 \cdot 20) / 80 = \mathbf{71,63 > 30 \text{ mm}}$$

**Vyhoví**

**Poloha neutrálné osy:**

$$x = \frac{n \cdot A_a}{b} \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2bd}{nA_a}} \right) = \frac{15,0,025450}{7,39} \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2,7,39 \cdot 0,320}{15,0,025450}} \right) = \mathbf{141,36 \text{ mm}}$$

kde

n je pracovní součinitel, založen na principu, že napětí v oceli je n-násobkem napětí betonu v témže vlákne téhož řezu  $\left(\frac{E_a}{E_b}\right)$ , pro ideální průřez je n = 15.

**Rameno vnitřních sil:**

$$z_b = d - (x/3) = 320 - (141,36/3) = \mathbf{272,88 \text{ mm}}$$

**Maximální dovolené napětí v oceli:**

$$\sigma_a = \frac{M}{A_s \cdot z_b} = \frac{975072000}{25450 \cdot 272,88} = \mathbf{140,40 \text{ Mpa} > 120 \text{ MPa}}$$

**NEVYHOVÍ**



Při výpočtu s touto plochou výztuže překročí napětí v oceli dovolenou hodnotu. Plocha bude postupně zvyšována, dokud nebude nalezen minimální počet prutů, při kterém nedojde k porušení podmínky. Dále je uveden postup s plochou, při níž výztuž nedosáhne dovoleného namáhání.

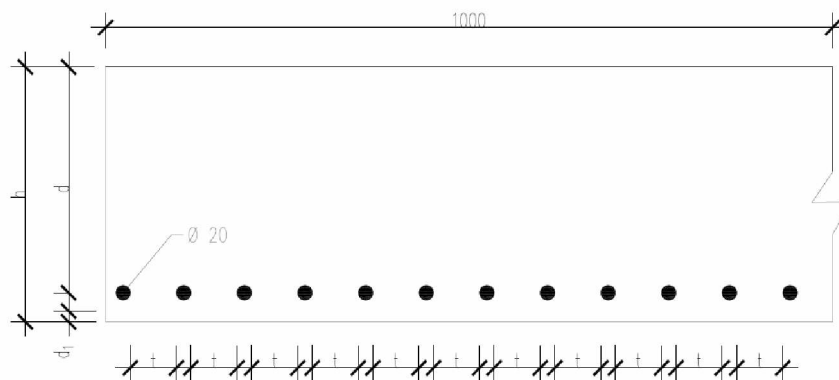
**Zvoleno 99 x Ø 20 ( 31 105 mm<sup>2</sup>).**

### Ověření minimální vzdálenosti mezi pruty:

$$t_{\min} = \max(D; 30 \text{ mm}) = \max(20; 30 \text{ mm})$$

$$t = (7390 - 99 \cdot 20 - 2 \cdot 20) / 98 = \underline{54,79} > 30 \text{ mm}$$

**Vyhoví**



### Poloha neutrálné osy:

$$x = \frac{n \cdot A_a}{b} \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2bd}{nA_a}} \right) = \frac{15,0,031105}{7,39} \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2,7,39 \cdot 0,320}{15,0,031105}} \right) = \underline{172,78 \text{ mm}}$$

kde

n je pracovní součinitel, založen na principu, že napětí v oceli je n-násobkem napětí betonu v téže vlákni téhož řezu  $\left(\frac{E_a}{E_b}\right)$ , pro ideální průřez je  $n = 15$ .

### Rameno vnitřních sil:

$$z_b = d - (x/3) = 320 - (172,78/3) = \underline{262,41 \text{ mm}}$$

### Maximální dovolené napětí v oceli:

$$\sigma_a = \frac{M}{A_s \cdot z_b} = \frac{975072000}{31105 \cdot 262,41} = \underline{119,46 \text{ Mpa} < 120 \text{ Mpa}}$$

**Vyhoví**

**Maximální dovolené napětí v betonu:**

$$\sigma_b = \frac{\sigma_a}{n} \cdot \frac{x}{d-x} = \frac{119,46}{15} \cdot \frac{0,17278}{0,320-0,17278} = \underline{\underline{9,35 \text{ MPa} < 9,9 \text{ MPa}}}$$

**Vyhoví****Moment únosnosti:**

Moment únosnosti vychází z předpokladu, že v jednom z materiálů dojde k dosažení dovoleného namáhání. Konstrukce je považována za bezpečnou, pouze pokud tato hodnota není překročena.

A) Beton dosáhne maximálního dovoleného namáhání  $\sigma_b = \sigma_{b,dov}$

$$M_{\bar{u}} = A_a \cdot \sigma_a \cdot z_b \text{ [kNm]}$$

kde

$\sigma_a$  Napětí ve výztuži, odpovídající  $\sigma_b = \sigma_{b,dov}$ :

B) Výztuž dosáhne maximálního dovoleného namáhání  $\sigma_a = \sigma_{a,dov}$ :

$$M_{\bar{u}} = A_a \cdot k_a \cdot z_b \text{ [kNm]}$$

Předpokládám, že výztuž dosáhne dříve maximálního dovoleného namáhání.

$$\sigma_a = k_a = 120 \text{ MPa}$$

$$\sigma_b = \frac{k_a}{n} \cdot \frac{x}{d-x} = \frac{120}{15} \cdot \frac{0,17278}{0,320-0,17278} = \underline{\underline{9,38 \text{ MPa} < 9,9 \text{ MPa}}}$$

**Předpoklad splněn**

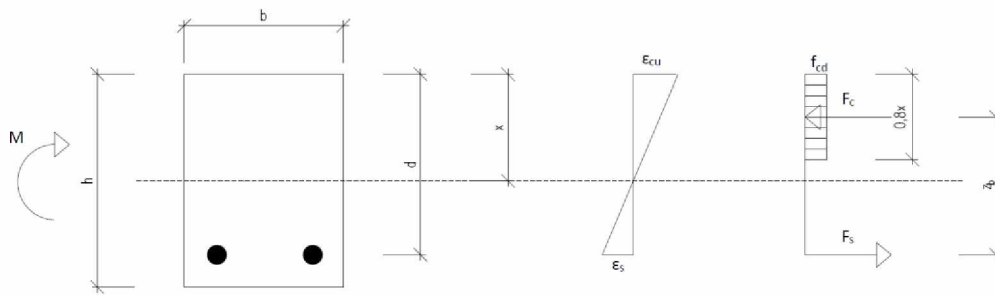
$$M_{\bar{u}} = A_a \cdot k_a \cdot z_b = 0,031105 \cdot 120 \cdot 10^3 \cdot 262,41 = \underline{\underline{979,46 \text{ kNm}}}$$

**Vyhoví**

Průřez vyhovuje podmínkám pro návrh platných v době realizace.

**1.7 Stanovení momentu únosnosti dle platných předpisů**

Moment únosnosti je stanoven na základě Eurokódu 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady. Materiálové charakteristiky jsou uvedené v kapitole 1.5.

**Jednostranně vyztužený obdélníkový průřez namáhaný ohybem:****Poloha neutrálné osy:**

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{31\,105 \cdot 10^{-6} \cdot 180 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 7,39 \cdot 13,8 \cdot 10^6} = \mathbf{0,069\,m}$$

**Rameno vnitřních sil:**

$$z_b = d - 0,4 \cdot x = 0,320 - 0,4 \cdot 0,069 = \mathbf{0,292\,m}$$

**Moment únosnosti průřezu:**

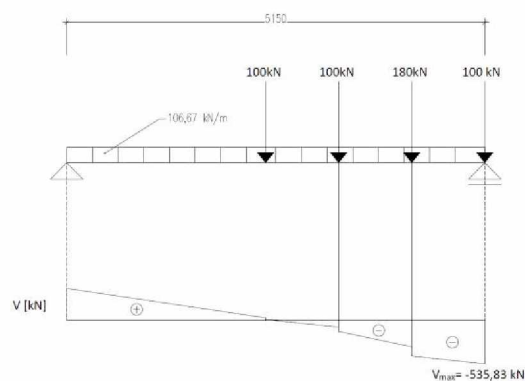
$$M_{RD} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 31\,105 \cdot 180 \cdot 0,292 = \mathbf{1638\,kNm}$$

**1.8 Posouzení navrženého průřezu na smyk**

Navržený průřez bude posouzený na smykovou sílu dle ČSN EN 1992-1-1. Jestliže z výpočtu vyplyne potřeba smykové výztuže, bude navržena dle původní metodiky a posouzena dle platné normy.

**Výpočet smykové síly:**

Maximální posouvající síla bude vypočtena z vlastní tíhy a nahodilého zatížení dle Zatímní směrnice pro stavby mostů: 1945. Nahodilá zatížení se umístí tak, aby vyvolala maximální posouvající sílu.



**Výpočet návrhové hodnoty únosnosti ve smyku dle ČSN EN 1992-1-1 kap. 6.2.2:**

Únosnost ve smyku  $V_{Rd,c}$  je dána jako menší z hodnot  $V_{Rd,c1}$  a  $V_{Rd,c2}$ . Pokud je splněna podmínka  $V_{ED} \leq V_{Rd,c}$  není nutno navrhovat smykovou výztuž, jelikož průřez přenesse smykové zatížení.

$$V_{Rd,c1} = \left( C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_e \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot b_w \cdot d$$

Kde je

$d$  účinná výška průřezu (**320 mm**);

$b_w$  šířka průřezu (**7390 mm**);

$f_{ck}$  charakteristická pevnost betonu v tlaku (**23 MPa**);

$\sigma_{cp}$  normálové napětí (uvažováno 0);

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{320}} = 1,79 \leq 2,0;$$

$$\rho_e = \frac{A_s}{b_w \cdot d} = \frac{31 \cdot 105}{7390 \cdot 320} = 0,013;$$

$k_1$  konstanta (**0,15**);

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12.$$

$$V_{Rd,c1} = \left( 0,12 \cdot 1,79 \cdot (100 \cdot 0,013 \cdot 23)^{\frac{1}{3}} + 0 \right) \cdot 7390 \cdot 320 = \underline{\underline{1576 \text{ kN}}}$$

$$V_{Rd,c2} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Kde je

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,79^{\frac{3}{2}} \cdot 23^{\frac{1}{2}} = 0,41$$

$$V_{Rd,c2} = 0,41 \cdot 7390 \cdot 320 = \underline{\underline{969,6 \text{ kN}}}$$

**Návrhová únosnost ve smyku:**

$$V_{Rd,c} = \min(V_{Rd,1}; V_{Rd,2}) = \min(1576; 969,6) = \underline{\underline{969,6 \text{ kN}}}$$

**Posouzení na smyk:**

$$V_{ED} \leq V_{Rd,c} = \underline{\underline{535,83 \leq 969,6 \text{ [kN]}}}$$

**Vyhoví**

Jelikož je podmínka splněna, není nutno navrhovat smykovou výztuž. Únosnost průřezu ve smyku je i bez smykové výztuže vyšší, než je účinek od zatížení návrhovými vozidly. Ve statickém výpočtu není smyková výztuž uvažována a je předpokládáno, že nerozhoduje ve výpočtu zatížitelnosti.

## 1.9 Stanovení zatížitelnosti dle ČSN 73 6222

Zatížitelnost bude stanovena na základě momentů s ohledem na mezní stav únosnosti. Pro stanovení jednotlivých zatížitelností dojde k zatížení konstrukce dle ČSN 73 6222. Zatížení se umístí tím způsobem, aby vyvolala největší momentový účinek uprostřed rozpětí a zároveň bude zahrnuto příčné roznášení.

### Stanovení šířky zatěžovacích pruhů dle ČSN EN 1991-2:

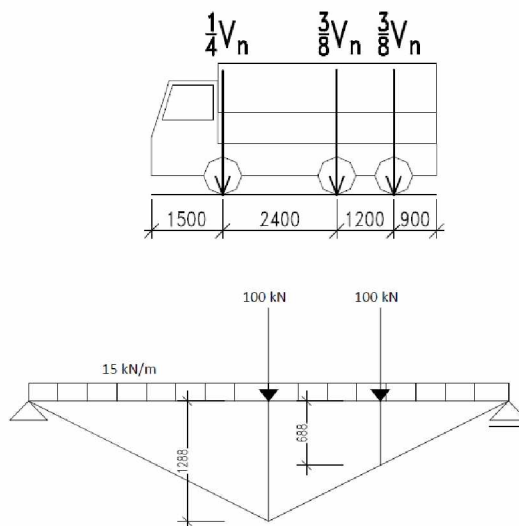
$w \leq 5,4 \text{ m}$	Jeden zatěžovací pruh šířky 3,0 m.
$5,4 \text{ m} \leq w \leq 6,0 \text{ m}$	Dva zatěžovací pruhy šířky 0,5 w.
$w > 6,0 \text{ m}$	$W/3$ zatěžovacích pruhů (zaokrouhleno na celé číslo dolů) šířky 3,0 m.

$w = 6 \text{ m} \rightarrow$  Volím dva zatěžovací pruhy o šířce 3 m.

### Zatížení konstrukce v podélném směru dle ČSN 73 6222:

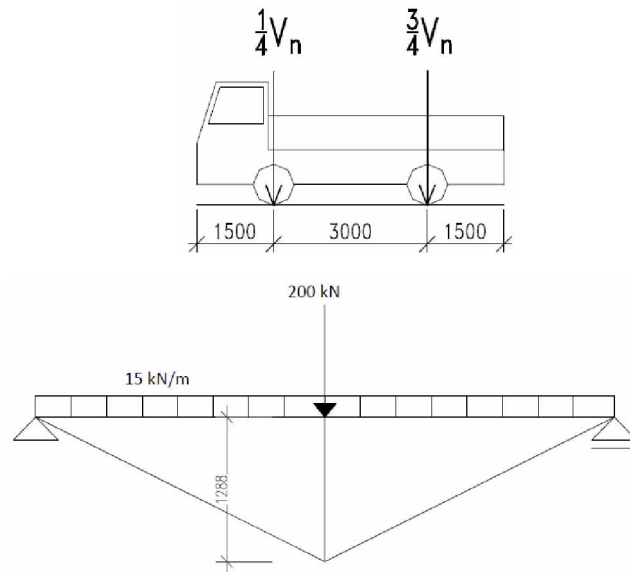
#### A) Normální zatížitelnost

1. Třínápravové vozidlo (přední náprava je nahrazena spojitým zatížením):



$$M_{V,k,1,1} = 1,288 \cdot 100 + 0,688 \cdot 100 + (15 \cdot 3,316) = \underline{\underline{247,34 \text{ kNm}}}$$

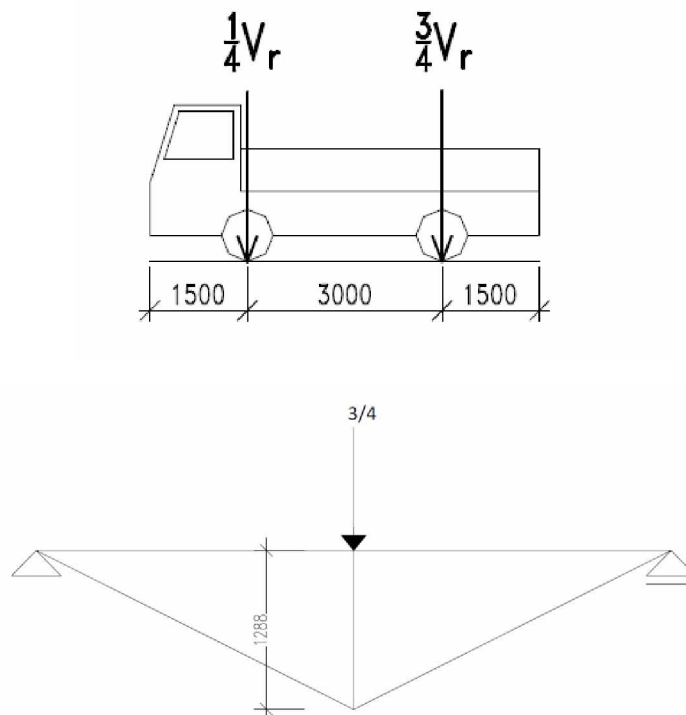
2. Dvounápravové vozidlo (přední náprava je nahrazena spojitým zatížením):



$$M_{V,k,1,1} = 1,288 \cdot 200 + (15 \cdot 3,316) = \underline{\underline{307,34 \text{ kNm}}}$$

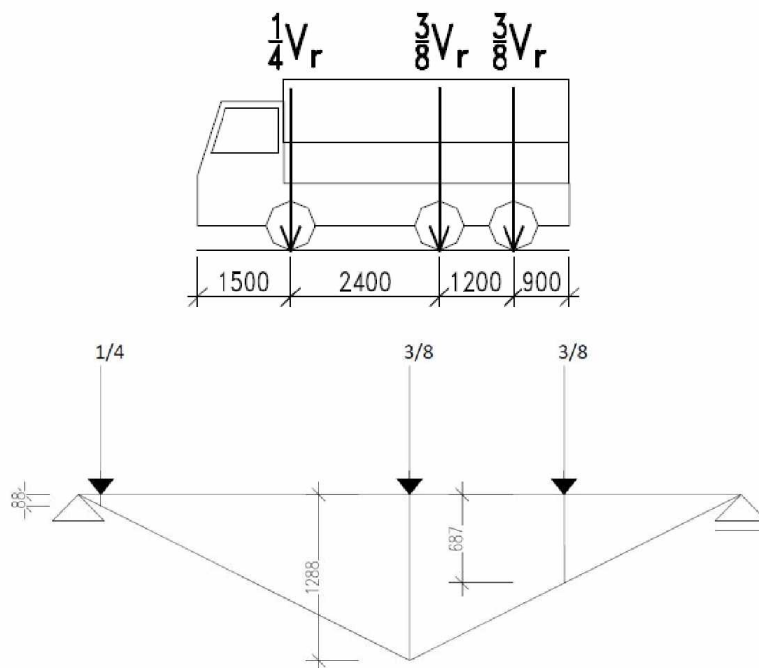
### B) Výhradní zatížitelnost:

1. Dvounápravové vozidlo o tíze 1 kN ( norma uvažuje 3/4 celkového zatížení na zadní nápravu):



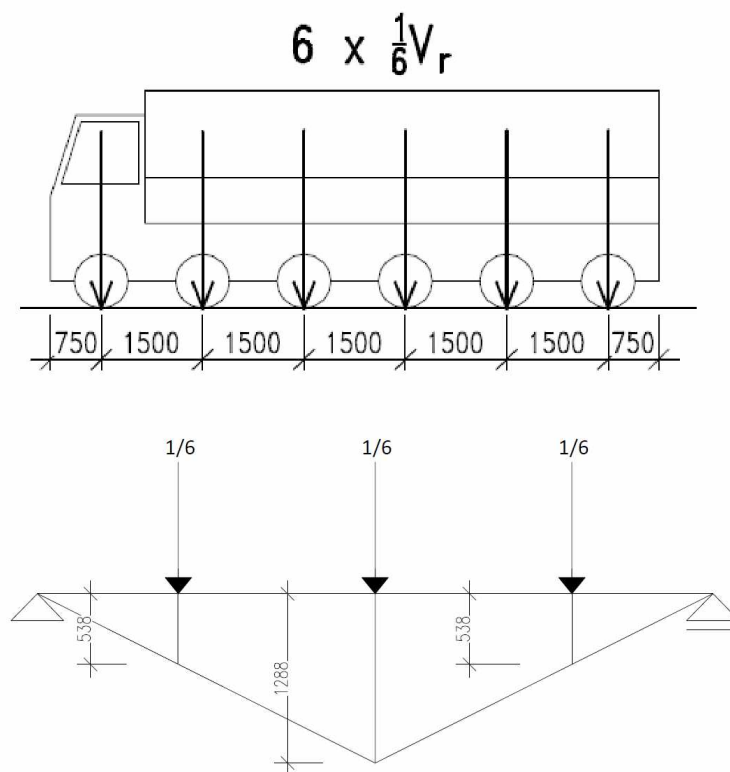
$$M_{V,k,2,1} = 0,75 \cdot 1,288 = \underline{\underline{0,966 \text{ kNm}}}$$

2. Třínápravové vozidlo o tíze 1 kN ( norma uvažuje 1/4 celkového zatížení na přední nápravu a 3/8 na každou zadní nápravu):



$$M_{V,k,2,1} = 3/8 \cdot 1,288 + 0,687 \cdot 3/8 + 1/4 \cdot 0,088 = \underline{\underline{0,763 \text{ kNm}}}$$

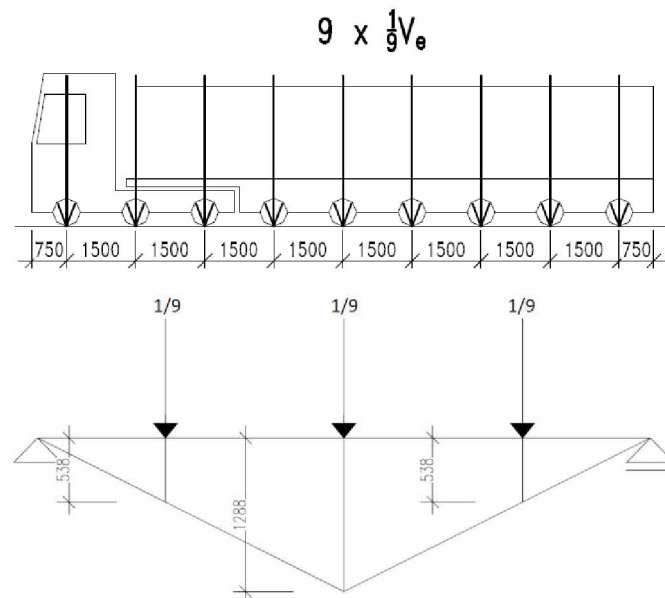
3. Šestinápravové vozidlo o tíze 1 kN:



$$M_{V,k,2,1} = 1/6 \cdot 1,288 + 0,538 \cdot 1/6 \cdot 2 = \underline{\underline{0,384 \text{ kNm}}}$$

### C) Výjimečná zatížitelnost:

Devítinápravové vozidlo o tíze 1 kN:



$$M_{V,k,1,1} = 1/9 \cdot 1,288 + 1/9 \cdot 2 \cdot 0,538 = \underline{\underline{0,265 \text{ kNm}}}$$

### Zohlednění příčného roznosu:

Při výpočtu je nutné zohlednit skutečnost, že zatížení od dopravy není rovnoměrně rozloženo po celém průřezu. Vozidla se mohou na konstrukci nacházet v nespočetném množství poloh a jejich účinky působí vždy v rámci efektivní šířky podle roznosu zatížení. Aby byla zatížitelnost stanovena správně, musí být kromě zatížení uvažována i jejich poloha v příčném uspořádání. Výsledná hodnota zatížitelnosti je potom dána maximálním momentovým účinkem v podélném směru a nejnepříznivější polohou vozidel vzhledem k příčnému řezu.

V rámci ručního výpočtu bude příčný roznos stanoven na základě vzdorující šířky desky. Přesnost této metody je velice omezená, jelikož neuvažuje spolupůsobení zbylé části desky a zatížení je rovnoměrně rozděleno po zvolené šířce. Tuto metodu je možné použít pouze u mostních desek uložených na dvou protilehlých stranách s úhlem křížení 60-90°. Zároveň musí platit podmínka:

$$h < \frac{1}{5}b = \underline{\underline{0,350 < 1,478 \text{ m}}}$$

**Vyhoví**

Kde je

h výška desky;



b šířka desky.

### Vzdorující šířka:

$$b = b_1 + \frac{1}{3} l$$

Kde je

$b_1$  roznášecí šířka zatěžovací plochy (kolové zatížení se roznáší pod úhlem 45°);

$l$  rozpětí desky.

Dále se stanoví momentová odolnost vzdorující šířky, od které se odečtou účinky stálého zatížení v její oblasti. Zatížitelnost bude stanovena v rámci této šířky. Jednotlivé momenty odolnosti a momenty od stálého zatížení budou vypočteny pomocí Microsoft Excel. Vzdorující šířka je stanovena pomocí schémat normových vozidel pro jednotlivé typy zatížitelnosti.

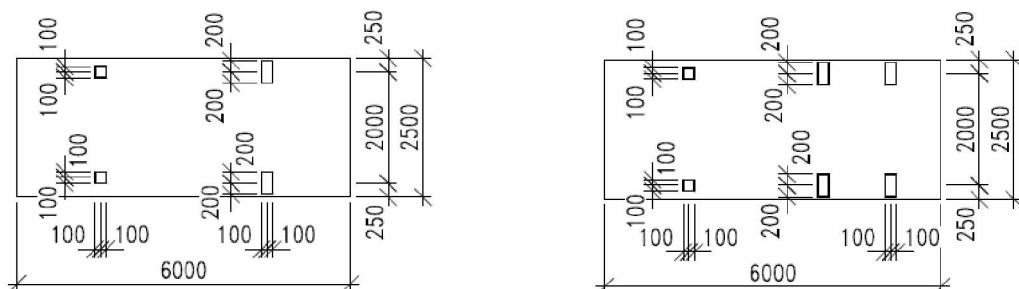
#### A) Normální zatížitelnost

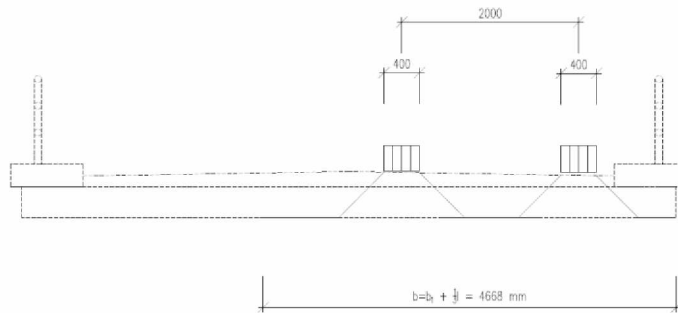
V případě normální zatížitelnost není nutné stanovovat vzdorující šířku, jelikož vzdorující šířka odpovídá šířce nosné konstrukce. Zatížitelnost se stanoví z momentu odolnosti celého průřezu.

#### B) Výhradní zatížitelnost

Výhradní zatížitelnost je charakterizována maximální hmotností vozidla, které se může pohybovat po mostě za předpokladu, že ostatní provoz mimo cyklistů a chodců je vyloučen. Z hlediska příčného uspořádání nejsou stanoveny podmínky pro jeho jízdu, tudíž bude umístěno do nejnepříznivější polohy, při které bude vzdorující šířka nejmenší. [1]

1) Dvou a třinápravové vozidlo



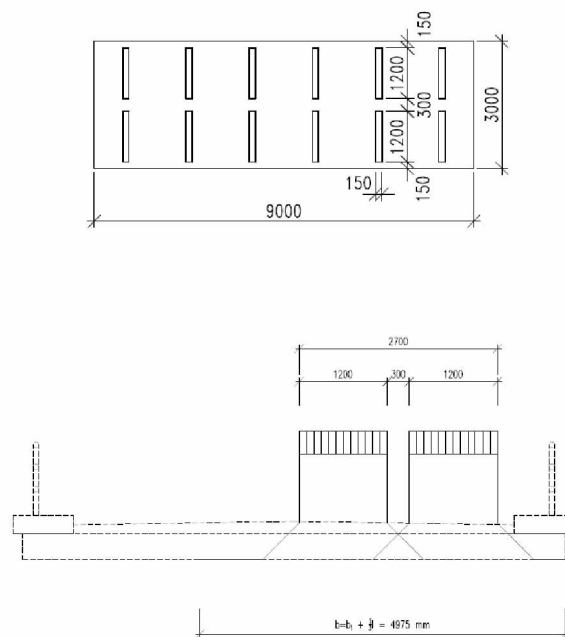


**Vzdorující šířka:  $b = 4\,668\text{ mm}$**

**Moment únosnosti vzdorující šířky:  $M_{RD} = 1027\text{ kNm}$**

**Stálé zatížení v rámci vzdorující šířky:  $M_g = 215\text{ kNm}$**

2) Šestinápravové vozidlo



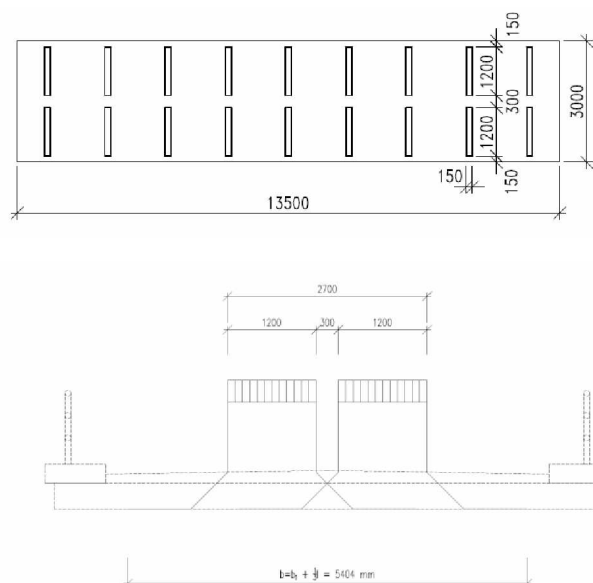
**Vzdorující šířka:  $b = 4\,975\text{ mm}$**

**Moment únosnosti vzdorující šířky:  $M_{RD} = 1108\text{ kNm}$**

**Stálé zatížení v rámci vzdorující šířky:  $M_g = 227\text{ kNm}$**

### C) Výjimečná zatížitelnost

Vozidlo výjimečné zatížitelnosti se musí pohybovat určenou rychlostí v předepsané stopě. [1]



**Vzdorující šířka:  $b = 5\,404\text{ mm}$**

**Moment únosnosti vzdorující šířky:  $M_{RD} = 1196\text{ kNm}$**

**Stálé zatížení v rámci vzdorující šířky:  $M_g = 235\text{ kNm}$**

#### **Dynamické součinitele:**

Hodnoty dynamických součinitelů pro jednotlivé typy zatížitelnosti dle ČSN 73 6222, kap. 8.

Náhradní délka je rovna rozpětí konstrukce:  $L_d = 5,15\text{ m}$ .

##### A) Normální zatížitelnost

Zatížení jedním kolem, nebo jednou nápravou:  $\delta = 1,4$

Zatížení dvěma zatěžovacími pruhy:  $\delta = 1,2$

##### B) Výhradní zatížitelnost

Zatížení jedním kolem, jednou nápravou:  $\delta = 1,4$

Zatížení dvěma, třemi nebo čtyřmi nápravami, celým vozidlem:  $\delta = 1,25$

##### C) Výjimečná zatížitelnost

Zatížení více nápravami nebo celou soupravou:  $\delta = 1,05$

##### D) Ostatní zatížení

Rovnoměrné zatížení na vozovce:  $\delta = 1,1$

**Zatížitelnosti s ohledem na mezní stav únosnosti:**

Výpočet bude proveden pomocí lineární analýzy, vychází se z podmínky:

$$\underline{M_{Ed} \leq M_{Rd}}$$

kde

$M_{Ed}$  Návrhová hodnota ohybového momentu od příslušné kombinace zatížení v rozhodujícím průřezu;

$M_{Rd}$  Návrhová hodnota momentu únosnosti rozhodujícího prvku v rozhodujícím průřezu při namáhání ohybem.

**Kombinace zatížení dle ČSN EN 1990 pro stanovení zatížitelnosti s ohledem na MSÚ:**

Rozhoduje větší z hodnot:

$$M_{Ed,a} = \sum_{j \leq 1} \gamma_{G,j} \cdot M_{Gk,j} + \gamma_V \cdot \Psi_{0,1} \cdot M_{Vk,c} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot M_{Qk,i}$$

$$M_{Ed,b} = \sum_{j \leq 1} \gamma_{G,j} \cdot M_{Gk,j} \cdot \xi + \gamma_V \cdot M_{Vk,c} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot M_{Qk,i}$$

kde

$\gamma_{G,j}$  součinitel j-tého stálého zatížení;

$\gamma_V$  součinitel uvažovaného proměnného zatížení dopravou pro stanovení zatížitelnosti mostu. Hodnota  $\gamma_V$  je rovna hodnotě  $\gamma_Q$  pro zatížení silniční dopravou a/nebo chodci podle ČSN EN 1990;

$\gamma_{Q,i}$  součinitel i-tého proměnného zatížení;

$M_{Gk,j}$  charakteristická hodnota ohybového momentu od j-tého zatížení stálého;

$M_{Vk,c}$  charakteristická hodnota ohybového momentu od proměnného zatížení dopravou odpovídajícího hledané zatížitelnosti mostu (normální  $c = 1$ , výhradní  $c = 2$  nebo výjimečné  $c = 3$ ). V této veličině musí být zahrnut i vliv dynamických účinků zatížení dopravou;

$M_{Qk,i}$  charakteristická hodnota ohybového momentu od i-tého (vedlejšího) proměnného zatížení;

$\Psi_{0,i}$  součinitel kombinace pro i-té proměnné (vedlejší) zatížení;

$\Psi_{0,1}$  součinitel kombinace pro stanovení zatížitelnosti;

$\xi$  redukční součinitel pro stálá zatížení.

Z kombinace se stanoví maximální možný moment od zatížení dopravou. Tím způsobem, že postavíme do rovnosti návrhovou hodnotu momentu únosnosti a návrhovou hodnotu ohybového momentu od příslušné kombinace zatížení. Od tohoto momentu odečteme účinky stálého zatížení se zohledněním výše uvedených součinitelů. Z této hodnoty a jednotlivých zatěžovacích stavů budou následně stanoveny jednotlivé zatížitelnosti se zohledněním dynamických účinků.

$$M_{V_{k,c,a}} = \frac{M_{Rd} - \sum_{j \leq 1} \gamma_{G,j} \cdot M_{Gk,j} - \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot M_{Qk,i}}{\gamma_V \cdot \Psi_{0,1}}$$

$$M_{V_{k,c,b}} = \frac{M_{Rd} - \sum_{j \leq 1} \gamma_{G,j} \cdot M_{Gk,j} \cdot \xi - \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot M_{Qk,i}}{\gamma_V}$$

### Hodnoty součinitelů dle ČSN EN 1990:

$$\gamma_v = 1,35$$

$$\gamma_{G,j} = 1,35$$

$$\Psi_{0,1} = 0,75$$

$$\xi = 0,85$$

### Normální zatížitelnost:

Třinápravové vozidlo:

$$M_{V_{k,c,a}} = \frac{1638 - 1,35 \cdot 342,64}{1,35 \cdot 0,75} = 1160 \text{ kNm}$$

$$M_{V_{k,c,b}} = \frac{1638 - 1,35 \cdot 342,64 \cdot 0,85}{1,35} = 922 \text{ kNm}$$

**Zvoleno  $M_{V_{k,c,b}} = 922 \text{ kNm}$ .**

$$v_n = \frac{M_{V_{k,1}}}{M_{V_{k,1,1}} \cdot \delta} = \frac{922}{247,34 \cdot 1,2} = 3,10$$

Zatížení na zadní nápravu, popřípadě dvounápravu:

$$V_{aw} = 100 \cdot v_n = 310 \text{ [kN]}$$

Tíha vozidla odpovídající normální zatížitelnosti:

$$V_{nw} = \frac{4}{3} \cdot V_{aw} = \frac{4}{3} \cdot 310 = 413 \text{ [kN]}$$

Normální zatížitelnost:

$$V_n = 0,1 \cdot V_{nw} = 413 \cdot 0,1 = \underline{\underline{41 \text{ [t]}}}$$

Normální zatížitelnost je stanovena třinápravovým vozidlem, jelikož  $V_n > 16 \text{ t}$ .

### Výhradní zatížitelnost:

Šestinápravové vozidlo:

$$M_{V_{k,c,a}} = \frac{1108 - 1,35 \cdot 227}{1,35 \cdot 0,75} = 791 \text{ kNm}$$

$$M_{V_{k,c,b}} = \frac{1108 - 1,35 \cdot 227 \cdot 0,85}{1,35} = 627 \text{ kNm}$$

**Zvoleno  $M_{V_{k,c,b}} = 627 \text{ kNm}$ .**

$$V_{r,w} = \frac{M_{V_{k,2}}}{M_{V_{k,2,1}} \cdot \delta} = \frac{627}{0,384 \cdot 1,25} = 1306$$

$$V_r = 0,1 \cdot V_{r,w} = 0,1 \cdot 1306 = \underline{\underline{131 \text{ [t]}}}$$

Výhradní zatížitelnost je stanovena šestnápravovým vozidlem, jelikož hmotnost dvounápravového vozidla je větší než 16 t a váha třinápravového vozidla větší, než 32 t.

**Výjimečná zatížitelnost:**

Devítinápravové vozidlo:

$$M_{V_{k,c,a}} = \frac{1196 - 1,35 \cdot 235}{1,35 \cdot 0,75} = 867 \text{ kNm}$$

$$M_{V_{k,c,b}} = \frac{1196 - 1,35 \cdot 235 \cdot 0,85}{1,35} = 689 \text{ kNm}$$

**Zvoleno  $M_{V_{k,c,b}} = 689 \text{ kNm}$ .**

$$V_{e,w} = \frac{M_{V_{k,3}}}{M_{V_{k,3,1}} \cdot \delta} = \frac{689}{0,265 \cdot 1,05} = 2476$$

$$V_e = 0,1 \cdot V_{e,w} = 2476 \cdot 0,1 = \underline{\underline{248 \text{ [t]}}}$$

**Výsledná zatížitelnost:**

Výsledná zatížitelnost se stanoví z vypočtených hodnot vynásobených koeficientem stavebního stavu stanoveného na základě hlavní mostní prohlídky  $\alpha = 0,6$ . Hodnoty jsou zaokrouhleny na celé tuny.

Normální zatížitelnost	<b>25</b>	t
Výhradní	<b>78</b>	t
Výjimečná	<b>149</b>	t

## 2 Podrobný statický výpočet

Zatížitelnost řešeného objektu bude stanovena podrobným statickým výpočtem, na základě údajů z hlavní mostní prohlídky. Do výpočtu nebude vstupovat koeficient stavebně-technického stavu, ale bude se vycházet z hodnot oslabeného průřezu.

Rozměry nosné konstrukce a z nich odvíjející se stálá zatížení se nemění a budou převzaty z kombinovaného výpočtu spolu s účinky vozidel v podélném směru a dynamickými součiniteli.

### 2.1 Materiálové charakteristiky

Před jakýmkoli zásahem do konstrukce je nutné obdržet povolení od správce mostu. V případě odebrání vzorků pro stanovení charakteristických hodnot materiálu je nutné, aby narušení nemělo vliv na odolnost daného prvku. Během provádění jednotlivých zkoušek musí být postupováno podle platných předpisů pro daný typ. Kvalita vzorků nesmí být ovlivněna způsobem odebrání a zároveň vzorky musí reprezentovat skutečný stav materiálu celého prvku. [3]

#### Ocel:

Betonářská výztuž byla nalezena během mostní prohlídky (absence krycí vrstvy) a provedením jedné sondy na podhledu nosné konstrukce. Jedná se o hladkou ocel Ø 20 mm. V rámci diplomové práce bude uvažována stejná třída oceli jako v případě kombinovaného statického výpočtu, tedy C 37. Do návrhu bude vstupovat mez kluzu, uvedená v TP 200 pro tuto třídu. Aby takto šlo postupovat v praxi, musela by být ve vhodném místě výztuž odebrána a podrobena certifikovanou zkouškou tahem, z níž by byly známy skutečné mechanické vlastnosti. Při odebrání nesmí dojít ke snížení odolnosti konstrukce.

Ocel je pokryta povrchovou korozí. Po odbroušení oslabené vrstvy činí Ø 18 mm. S touto hodnotou bude uvažováno ve výpočtu.

Charakteristická hodnota meze kluzu:

$$f_{yk,C37} = 230 \text{ MPa}$$

Součinitel spolehlivosti oceli ČSN EN 1992-1-1:

$$\gamma_s = 1,15$$

Návrhová hodnota meze kluzu:

$$f_{yd,C37} = \frac{f_{yk,C37}}{\gamma_s} = \frac{230}{1,15} = 200 \text{ MPa}$$

**Beton:**

Nosná konstrukce byla podrobena nedestruktivní zkoušce Schmidtovým tvrdoměrem. Zkouška proběhla dle instrukcí uvedených v ČSN 73 1373 - Nedestruktivní zkoušení betonu – Tvrdoměrné metody zkoušení betonu a ČSN 73 2011 - Nedestruktivní zkoušení betonových konstrukcí.

**Postup:**

Byla zvolena dvě zkušební místa, tak aby reprezentovala zkoušenou plochu betonu a zároveň splňovala minimální požadované rozměry pro daný typ tvrdoměru. Zkarbonatovaná vrstva betonu byla před měřením odstraněna (odbroušením). Na každém místě bylo provedeno deset platných měření, která se neliší od průměru více než 20 %. Pro každou hodnotu byla pomocí kalibrační tabulky odečtena odpovídající krychelná pevnost v MPa. Z výsledné hodnoty byl stanoven průměr a vynásoben odpovídajícím koeficientem  $\alpha_t$  pro betony starší 360 dnů. V rámci diplomové práce nebyl proveden jádrový odvrt pro stanovení korelačního koeficientu. Byl využit tabulkový koeficient  $\alpha_t$  (0,9).

Charakteristická hodnota pevnosti betonu v tlaku:

$$f_{ck} = 29 \text{ MPa}$$

Součinitel spolehlivosti betonu dle ČSN EN 1992-1-1:

$$\gamma_c = 1,5$$

Součinitel zohledňující dlouhodobé účinky na pevnost tlaku a nepříznivé účinky ze zatěžování (doporučená hodnota dle ČSN EN 1992-2 kap. 3.1.6):

$$\alpha_{cc} = 0,9$$

Návrhová pevnost:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck} \cdot \alpha_{cc}}{\gamma_c} = \frac{29 \cdot 0,9}{1,5} = 17,4 \text{ MPa}$$





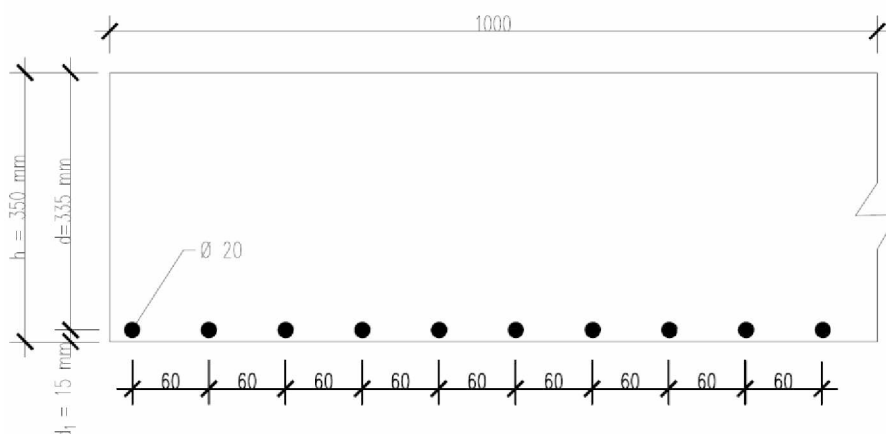
Při skutečném stanovení charakteristické pevnosti v tlaku musí být vhodným způsobem odebrány vzorky v místě, kde nedojde ke snížení odolnosti průřezu. Hodnota pevnosti se následně zjistí pomocí certifikované tlakové zkoušky v laboratoři.

## 2.2 Návrh průřezu

Poloha výztuže byla zjištěna během mostní prohlídky. Při hlavní mostní prohlídce byla provedena jedna sonda na podhledu nosné konstrukce v místě již chybějící krycí vrstvy a byla odměřena vzdálenost prutů. V práci je dále předpokládáno, že výztuž je uložena rovnoměrně po celém průřezu. Krycí vrstva byla změřena v místě sondy.



Schéma průřezu:



**Počet prutů:**

$$60 \cdot (x-1) + 20x + 2 \cdot 5 = 7390$$

$$x = \mathbf{93 \text{ ks}}$$

**Plocha výztuže:**

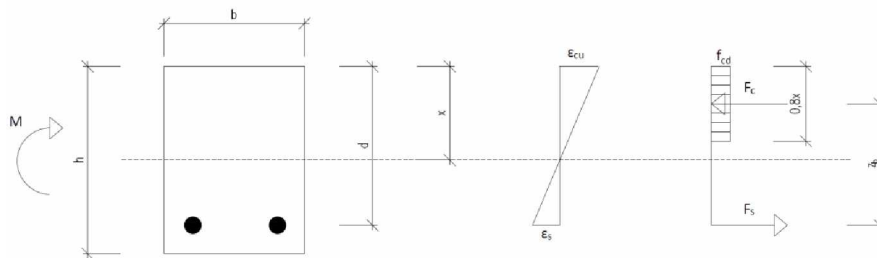
$$A_{s,20} = \pi r^2 \cdot 93 = \mathbf{29\,221 \text{ mm}^2}$$

**Plocha výztuže nenarušená korozí:**

$$A_{s,18} = \pi r^2 \cdot 93 = \mathbf{23\,622 \text{ mm}^2}$$

**2.3 Stanovení momentu únosnosti dle platných předpisů**

Moment únosnosti je stanoven na základě Eurokódu 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady. Materiálové charakteristiky jsou uvedené v kapitole 2.1.

**Jednostranně vyztužený průřez namáhaný ohybem:****Poloha neutrálné osy:**

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{23622 \cdot 10^{-6} \cdot 200 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 7,39 \cdot 17,4 \cdot 10^6} = \mathbf{0,04593 \text{ m}}$$

**Rameno vnitřních sil:**

$$z_b = d - 0,4 \cdot x = 0,335 - 0,4 \cdot 0,04593 = \mathbf{0,317 \text{ m}}$$

**Moment únosnosti průřezu:**

$$M_{RD} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 23622 \cdot 200 \cdot 0,317 = \mathbf{1496 \text{ kNm}}$$

## 2.4 Stanovení zatížitelnosti dle ČSN 73 6222

Zatížitelnost bude stanovena na základě momentů s ohledem na mezní stav únosnosti. Pro stanovení jednotlivých zatížitelností dojde k zatížení konstrukce dle ČSN 73 6222. Účinky vozidel v podélném směru budou převzaty z kombinovaného statického výpočtu.

### Zohlednění příčného roznosu:

Příčný roznos bude stanoven stejným způsobem, jako v kombinovaném statickém výpočtu.

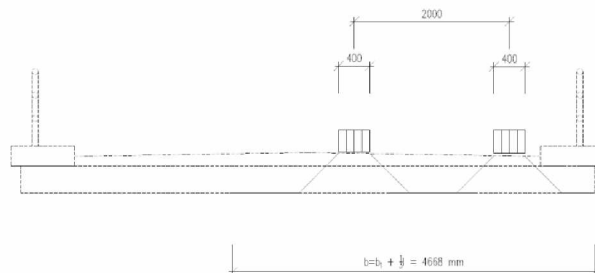
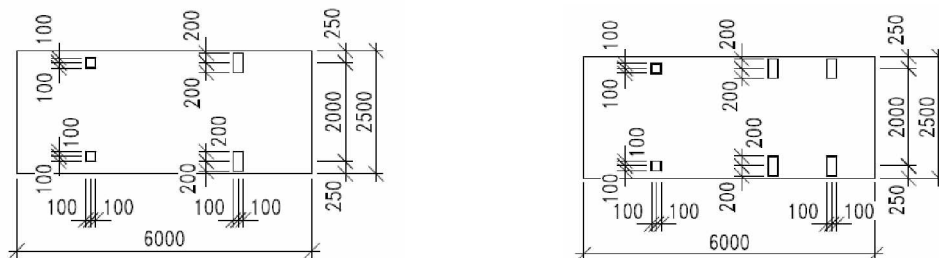
#### A) Normální zatížitelnost

V případě normální zatížitelnost není nutné stanovovat vzdorující šířku, jelikož vzdorující šířka odpovídá šířce nosné konstrukce. Zatížitelnost bude vypočtena z momentu odolnosti celého průřezu.

#### B) Výhradní zatížitelnost

Výhradní zatížitelnost je charakterizována maximální hmotností vozidla, které se může pohybovat po mostě v případě, že ostatní provoz mimo cyklistů a chodců je vyloučen. Z hlediska příčného uspořádání nejsou stanoveny podmínky pro jeho jízdu, tudíž bude umístěno do nejnepříznivější polohy, při které bude vzdorující šířka nejmenší. [1]

#### 1) Dvou a třinápravové vozidlo

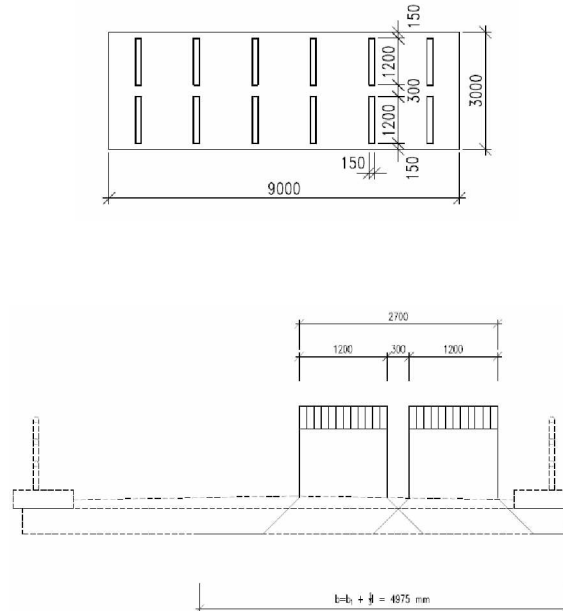


**Vzdorující šířka:  $b = 4\,668\text{ mm}$**

**Moment únosnosti vzdorující šířky:  $M_{RD} = 970\text{ kNm}$**

**Stálé zatížení v rámci vzdorující šířky:  $M_g = 215\text{ kNm}$**

2) Šestinápravové vozidlo



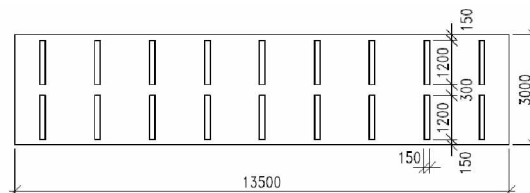
**Vzdorující šířka:  $b = 4\,975\text{ mm}$**

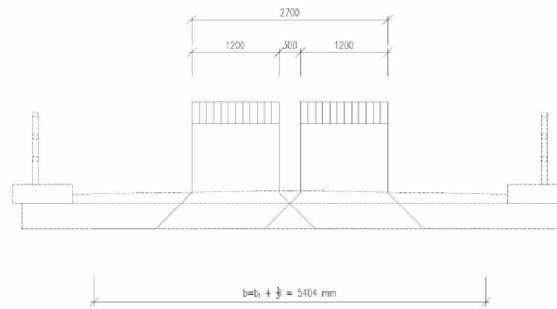
**Moment únosnosti vzdorující šířky:  $M_{RD} = 1018\text{ kNm}$**

**Stálé zatížení v rámci vzdorující šířky:  $M_g = 227\text{ kNm}$**

### C) Výjimečná zatížitelnost

Vozidlo výjimečné zatížitelnosti se musí pohybovat určenou rychlostí v předepsané stopě.[1]





**Vzdorující šířka:  $b = 5\,404\text{ mm}$**

**Moment únosnosti vzdorující šířky:  $M_{RD} = 1109\text{ kNm}$**

**Stálé zatížení v rámci vzdorující šířky:  $M_g = 235\text{ kNm}$**

**Kombinace zatížení dle ČSN EN 1990 pro stanovení zatížitelnosti s ohledem na MSÚ:**

Zatížitelnost bude stanovena stejným způsobem jako v případě podrobného statického výpočtu.

**Normální zatížitelnost:**

Třínápravové vozidlo:

$$M_{Vk,c,a} = \frac{1496 - 1,35 \cdot 342,64}{1,35 \cdot 0,75} = 1021\text{ kNm}$$

$$M_{Vk,c,b} = \frac{1496 - 1,35 \cdot 342,64 \cdot 0,85}{1,35} = 817\text{ kNm}$$

**Zvoleno  $M_{Vk,c,b} = 817\text{ kNm}$ .**

$$v_n = \frac{M_{Vk,1}}{M_{V,k,1,1} \cdot \delta} = \frac{817}{247,34 \cdot 1,2} = 2,75$$

Zatížení na zadní nápravu, popřípadě dvounápravu:

$$V_{aw} = 100 \cdot v_n = 275\text{ [kN]}$$

Tíha vozidla odpovídající normální zatížitelnosti:

$$V_{nw} = \frac{4}{3} \cdot V_{aw} = \frac{4}{3} \cdot 275 = 367\text{ [kN]}$$

Normální zatížitelnost:

$$V_n = 0,1 \cdot V_{nw} = 367 \cdot 0,1 = \underline{\underline{37\text{ [t]}}}$$

Normální zatížitelnost je stanovena třínápravovým vozidlem, jelikož  $V_n > 16\text{ t}$ .

**Výhradní zatížitelnost:**

Šestinápravové vozidlo

$$M_{V_{k,c,a}} = \frac{1018 - 1,35 \cdot 227}{1,35 \cdot 0,75} = 703 \text{ kNm}$$

$$M_{V_{k,c,b}} = \frac{1018 - 1,35 \cdot 227 \cdot 0,85}{1,35} = 561 \text{ kNm}$$

**Zvoleno  $M_{V_{k,c,b}} = 561 \text{ kNm}$ .**

$$V_{r,w} = \frac{M_{V_{k,2}}}{M_{V_{k,2,1}} \cdot \delta} = \frac{561}{0,384 \cdot 1,25} = 1169$$

$$V_r = 0,1 \cdot V_{r,w} = 0,1 \cdot 1169 = \underline{\underline{117 \text{ [t]}}}$$

Výhradní zatížitelnost byla stanovena šestinápravovým vozidlem, jelikož hmotnost dvounápravového vozidla je větší než 16 t a váha třinápravového vozidla větší, než 32 t.

**Výjimečná zatížitelnost:**

Devitinápravové vozidlo:

$$M_{V_{k,c,a}} = \frac{1109 - 1,35 \cdot 235}{1,35 \cdot 0,75} = 782 \text{ kNm}$$

$$M_{V_{k,c,b}} = \frac{1109 - 1,35 \cdot 235 \cdot 0,85}{1,35} = 622 \text{ kNm}$$

**Zvoleno  $M_{V_{k,c,b}} = 622 \text{ kNm}$ .**

$$V_{e,w} = \frac{M_{V_{k,3}}}{M_{V_{k,3,1}} \cdot \delta} = \frac{622}{0,265 \cdot 1,05} = 2235$$

$$V_e = 0,1 \cdot V_{e,w} = 2235 \cdot 0,1 = \underline{\underline{224 \text{ [t]}}}$$

**Výsledná zatížitelnost:**

Výsledné hodnoty zatížitelnosti nejsou redukovány součinitel stavebního stavu, jelikož do výpočtu již vstupovaly oslabené hodnoty průřezu.

Normální zatížitelnost	<b>37</b>	t
Výhradní	<b>117</b>	t
Výjimečná	<b>224</b>	t

### 3 Vyhodnocení výsledků

Statický výpočet mostu ev.č. 29820-3 proběhl v návaznosti na hlavní mostní prohlídku. Zatížitelnost je stanovena kombinovaným a podrobným statickým výpočtem. Tyto přístupy se od sebe liší způsobem stanovení průřezových charakteristik.

V kombinovaném výpočtu je průřez navržen dle teorie dovolených namáhání, která byla uplatňována v době realizace. Při volbě návrhového předpisu došlo k ověření, zda průřez nemohl být navrhován na jiná zatížení. Podrobný statický výpočet vychází ze skutečných informací o průřezu. Obě metody jsou komentovány v jednotlivých krocích, při výpočtu je vycházeno z literatury uvedené v podkladech.

Nevýhodou kombinovaného přístupu je, že průřez navržený dle původní metodiky nemusí odpovídat skutečnosti. Výsledné hodnoty zatížitelnosti se tedy mohou významně lišit od reálných. K zohlednění skutečného stavu mostního objektu je využit součinitel stavu konstrukce odpovídající klasifikačnímu stupni „špatný“, který byl stanoven v hlavní mostní prohlídce. Tímto součinitelem jsou přenásobeny výsledné hodnoty jednotlivých zatížitelností.

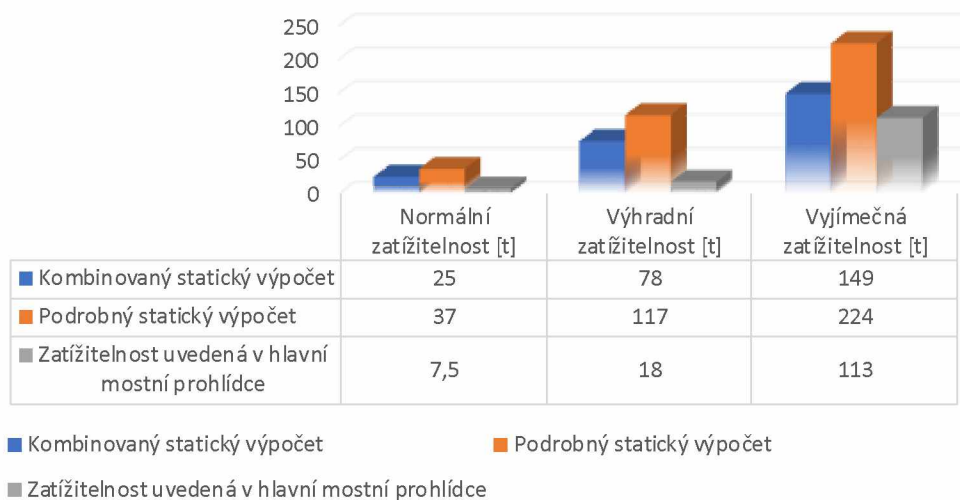
Podrobný výpočet vychází z informací o konstrukci získaných během hlavní mostní prohlídky. Posuzovaný průřez odpovídá skutečnosti. Celková zatížitelnost je stanovena s ohledem na zmenšenou plochu hlavní nosné výztuže vlivem koroze, která vznikla absencí krycí vrstvy.

Dle podmínek uvedených v ČSN 73 6222 byla v obou přístupech stanovena normální zatížitelnost třínápravovým vozidlem, výhradní zatížitelnost šestnápravovým vozidlem a výjimečná zatížitelnost devítinápravovým vozidlem.

Z výsledků je patrné, že uvedené hodnoty zatížitelnosti v hlavní mostní prohlídce se výrazně liší od hodnot stanovených pomocí statického výpočtu. Tato čísla neodpovídají tabulkám pro odhad zatížitelnosti dle TP 200, kde je zatížitelnost stanovena s ohledem na délku rozpětí, zatěžovací třídu a rok výstavby. Na základě zatřídění mostu dle této metody odpovídá neredukovaná normální zatížitelnost 32 t a neredukovaná výhradní zatížitelnost 66 t. Způsob získání hodnot zatížitelnosti uvedených v hlavní mostní prohlídce není znám.

O výsledcích zatížitelnosti je nutné informovat správce mostu, který aktualizuje data objektu v mostní evidenci a odstraní chybné dopravní značení. Ze zjištěných hodnot nevyplývá potřeba provedení stavebních úprav pro zvýšení zatížitelnosti.

## SROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ ZATÍŽITELNOSTI





## Podklady

### Literatura a normy:

- [1] 73 6222 – Zatížitelnost mostů pozemních komunikací, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013
- [2] TP 200 STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI MOSTŮ PK navržených podle norem a předpisů platných před účinností EN
- [3] ČSN 73 0038 – Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019
- [4] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015
- [5] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004
- [6] ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005
- [7] ČSN EN 1992-2 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2007
- [8] ČSN 73 6206 – Navrhování betonových a železobetonových mostních konstrukcí, Úřad pro normalizaci a měření, Praha 1971
- [9] MAJDUCH, Dušan; kolektiv. Pomůcka pro určování zatížitelnosti straších mostů, Bratislava 1989

### Ostatní dokumenty:

Hlavní mostní prohlídka

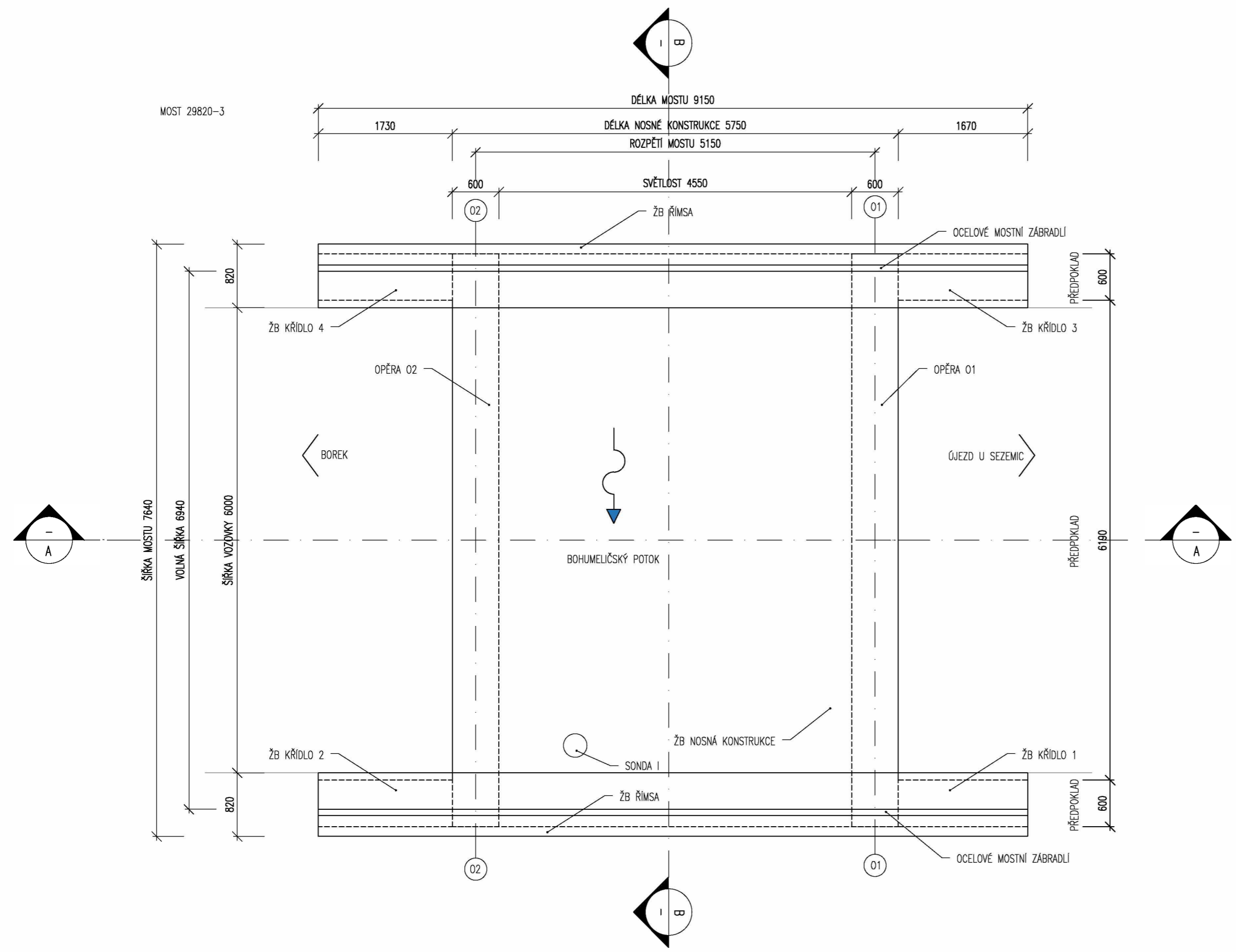
### Programy:

AutoCAD, Microsoft Excel

**Univerzita Pardubice**  
**Dopravní fakulta Jana Pernera**

**Stanovení zatížitelnosti silničního mostu**  
**P3. Výkresová část**

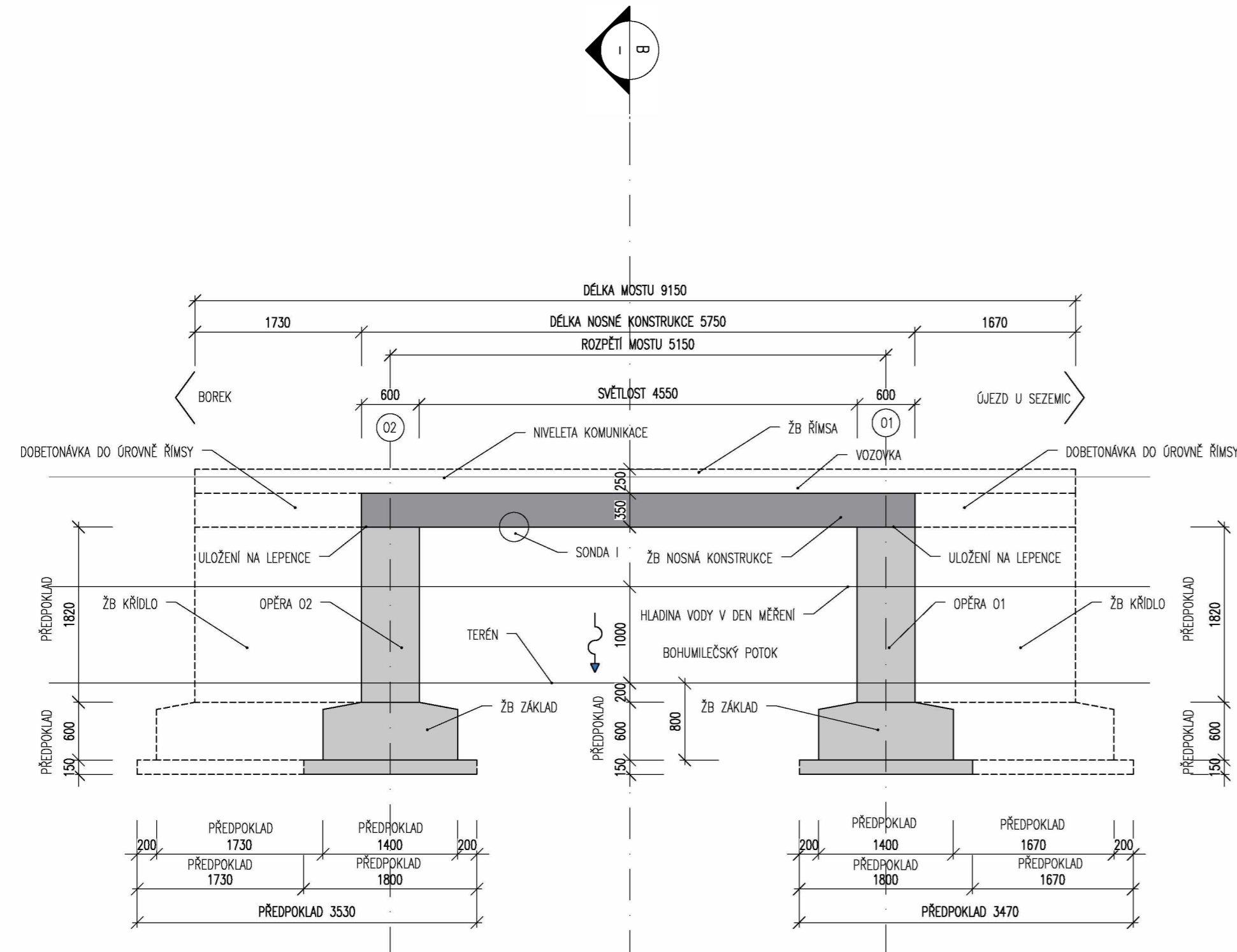
**Diplomová práce**  
**2021**



FORMÁT:	3xA4	Č. VÝKRESU:	2	VÝKRES:	PŮDORYS	MĚŘÍTKO:	1:50
DIPLOMOVÁ PRÁCE: STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI SILNIČNÍHO MOSTU							
KATEDRA:	KATEDRA DOPRAVNÍHO STAVITELSTVÍ						
VYPRACOVAL:	Bc. Vojtěch Koleta						
VEDOUCÍ PRÁCE:	Ing. Pavel Jiříček Ph.D.						
DATUM:	01/2021						



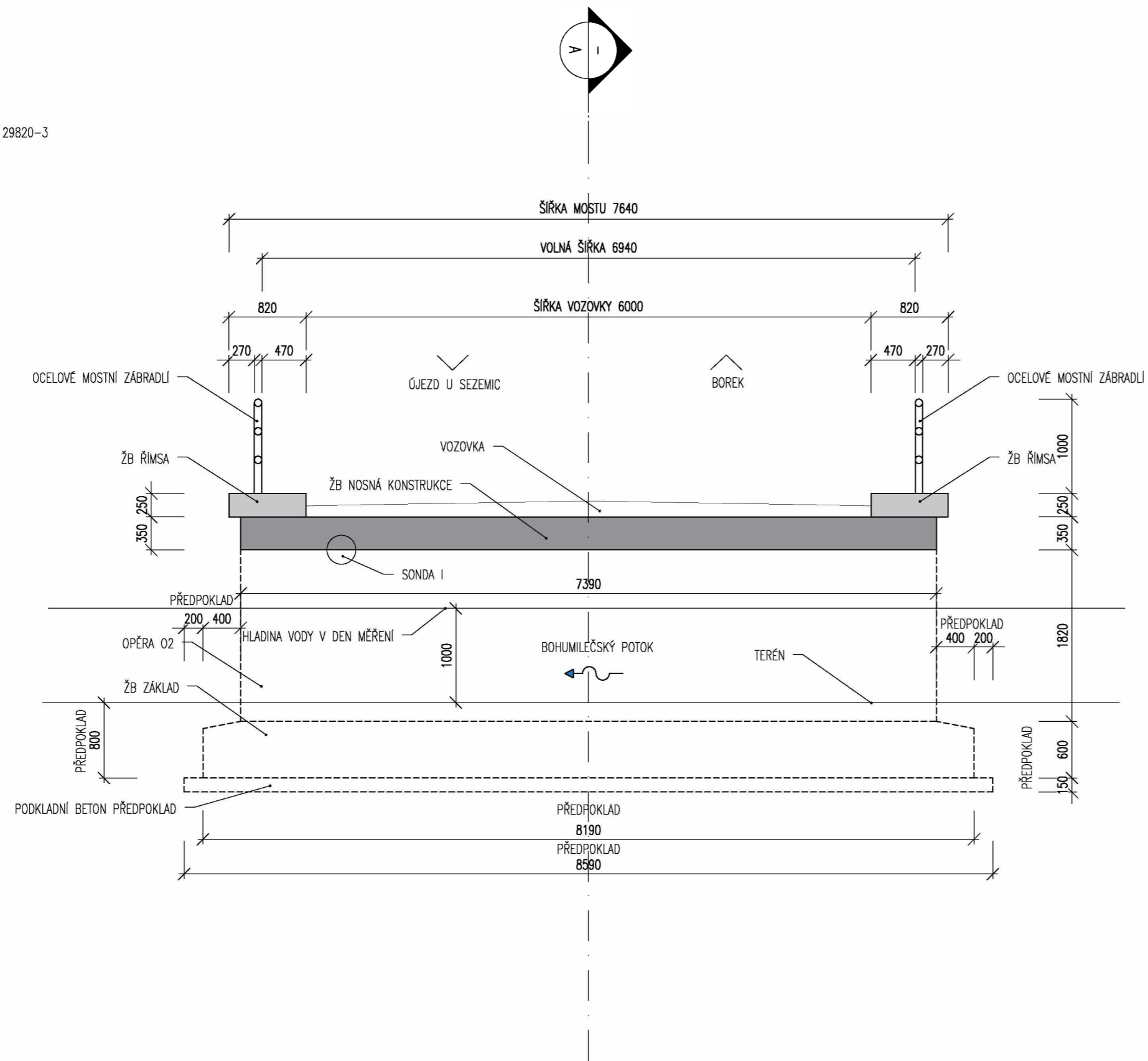
MOST 29820-3



FORMÁT:	3xA4	Č. VÝKRESU:	3	VÝKRES:	PODÉLNÝ ŘEZ	MĚŘITKO:	1:50
DIPLOMOVÁ PRÁCE: STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI SILNIČNÍHO MOSTU							
KATEDRA:	KATEDRA DOPRAVNÍHO STAVITELSTVÍ						
VYPRACOVAL:	Bc. Vojtěch Koleta						
VEDOUCÍ PRÁCE:	Ing. Pavel Jiříček Ph.D.						
DATUM:	01/2021						



MOST 29820-3



FORMÁT:	3x4	Č. VÝKRESU:	1	VÝKRES:	PODÉLNÝ ŘEZ	MĚŘÍTKO:	1:50
DIPLOMOVÁ PRÁCE: STANOVENÍ ZATIŽITELNOSTI SILNIČNÍHO MOSTU							
KATEDRA:	KATEDRA DOPRAVNÍHO STAVITELSTVÍ						
VYPRACOVAL:	Bc. Vojtěch Koleta						
VEDOUCÍ PRÁCE:	Ing. Pavel Jiříček Ph.D.						
DATUM:	01/2021						



**Univerzita Pardubice**  
**Dopravní fakulta Jana Pernera**

**Stanovení zatížitelnosti silničního mostu**  
**P4. Mostní list**

**Diplomová práce**  
**2021**

Mostní list mostu pozemní komunikace					
Ev. č. mostu:	29820-3				
Název mostu:	Újezd u Sezemic, Přes Bohumilečský potok (2.)				
Místní název:	Újezd u Sezemic, Přes Bohumilečský potok (2.)				
Předmět přemostění:	Bohumilečský potok				
Převáděná komunikace:	silnice III. třídy				
Název převáděné komunikace:	29820				
Staničení liniové:	3.375	km	Staničení na úseku:	0.712	km
Rok postavení:	1951				
Rok poslední rekonstrukce:	-				
Kraj:	Pardubický				
Okres:	Pardubice				
Katastrální území:	773662				
Správce mostu:	Správa a údržba silnic Pardubického kraje				
Zatížitelnost v době uvedení do provozu, způsob a rok stanovení:	Nedochováno				
Způsob stanovení	Nedochováno			Rok:	1951
Vn=	t	Vr=	t	Ve=	t
				jedna náprava =	--- t
Zatížitelnost současná, způsob a rok stanovení:	Statickým výpočtem				
Způsob stanovení dle ČSN 73 6222				Rok:	2021
Vn=	37 t	Vr=	117 t	Ve=	224 t
				jedna náprava =	--- t
Dl. přemostěn kolmá	5.75	m	Dl. nosné konst.:	kolmá	5.75 m
				Šikmost:	0.00 gr
Volná šířka:	6.94	m	Celková šířka mostu:	7.39	m
				Plocha mostu:	69.3 m <sup>2</sup>
<b>Nosná konstrukce</b>					
celk. počet polí:	1				
Popis nosné konstrukce:					
Nosná konstrukce je tvořena železobetonovou, monolitickou deskou o tloušťce 350 mm, šířce 7390 mm a délce 5750 mm.					
Počet polí:	Světlost šikmá:	Kolmá:	Konstr. výška	Rozpětí:	Druh stat. působení:
1	- m	4.45 m	0.35 m	5,150 m	Prostý nosník
Stavební výška:	0.55 m	Úložná výška:	0.350 m		
Způsob uložení NK:					
Pozice:	Způsob uložení:	Typ:	Výrobce:	Označení:	
Opěra 1.	Prosté uložení	-	-	-	
Opěra 2.	Prosté uložení	-	-	-	
Mostní závěry:					
Pozice:	Typ:	Výrobce:	Označení		
Opěra 1.	Bez mostního závěru	-	-		
Opěra 2.	Bez mostního závěru	-	-		

Izolace desky mostovky:					
Typ:	Výrobce:	Materiál:			
Celoplošná izolace	nezjištěno	nezjištěno			
<b>Spodní stavba</b>					
Popis spodní stavby:					
Spodní stavba je tvořena železobetonovými opěrami s kolnými křídly z betonu neznámé třídy, neznámých vlastností. Způsob založení není znám.					
Opěry: Opěra 1 a 2					
Počet:	2	Délka:	7.39 m	Tloušťka:	0.60 m
		Délka:	7.39 m	Tloušťka:	0.60 m
		Výška:	1.82 m	Materiál:	ŽB
		Výška:	1.82 m	Materiál:	ŽB
Základy:	základy z železového betonu (předpoklad)				
Přechodová oblast: nezjištěno					
Mezilehlé podpěry					
Počet:	-	Délka:	-	Tloušťka:	- m
		Výška:	-	Materiál:	-
Základy:	-				
<b>Vozovka/chodníky:</b>					
Povrch komunikace:	Živičný kryt	Šířka mezi obrubami:	6.00 m	Plocha vozovky:	54.9 m <sup>2</sup>
Konstrukce vozovky:	Nezjištěno				
Povrch římsy:	Železobeton	Vlevo	Šířka římsy:	0.82 m	Plocha římsy:
		Vpravo	Šířka římsy:	0.82 m	Plocha římsy:
				7.5 m <sup>2</sup>	7.5 m <sup>2</sup>
Konstrukce římsy:	Železobetonová, beton neznámé třídy, ocel neznámých vlastností				
<b>Odvodnění mostu:</b>					
Druh:	gravitační	Typ odvodňovačů:	-	Výrobce:	---
				Svody (dn/mat):	-
<b>Záchytná zařízení</b>					
Zábradelní svodidla (typ/délka): -					
Svodidla (typ/délka): -					
Jiné vybavení: Ocelové zábradlí s podélnou a svislou výplní, h=1 m					
<b>Ostatní údaje</b>					
Výška NK nad terénem:	1.62	m	Výška NK nad hladinou vody:	0.62	m
Q100:	---	m <sup>3</sup> /sec.	Hladina Q100:	---	m
			Normální hl. vody:	1	m
Souřadnice mostu					
WGS-84	N:	50.1185608	E:	15.8601044	
<b>Cizí zařízení</b>					
Typ:	---	Správce:		Popis:	---
<b>Správní údaje</b>					
Archivace projektu:	Nedochováno				
Klasifikace stupně stavu mostu:					
<b>nosná konst.:</b>	V - Špatný	<b>spodní stavba:</b>	III - Dobrý	<b>použitelnost:</b>	II- Podmíněné
Rok provedení poslední HPM (MPM): 2021					
Reprodukční pořizovací hodnota					
RPH:	Kč	Datum posledního stanovení RPH:			
Datum tisku ML: 04/2021					
Vypracoval: Bc. Vojtěch Koleta					