

DIAGNOSTIKA STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ s.r.o.

Svobody 814, Liberec 15, 460 15,
tel.482750583, fax.482750584, mobil 603711985, 724034307
e-mail : diagnostika.lb@volny.cz, [http:// www.diagnostikaliberec.cz](http://www.diagnostikaliberec.cz)

Z P R Á V A č. 46/18

**Diagnostický průzkum mostu ev.č.348-017
ARNOLEC**



Počet stran: 12
Počet příloh: 11
Datum: 9.5.2018

Vypracovali:
ing.K.Čapek
ing.A.Hlaváček
ing.A.Hlaváček ml.

1.ÚVOD

OBJEDNAVATEL: Krajská správa a údržba silnic Vysočiny
STAVBA-OBJEKT: most ev.č.348-017 přes potok Balinku v obci Arnolec

Na základě požadavku objednavatele byl proveden v průběhu dubna 2018 diagnostický průzkum výše uvedeného mostního objektu. Diagnostický průzkum slouží pro zhodnocení stavu, statický přepočet zatížitelnosti a podklad pro projektovou přípravu rekonstrukce mostu s cílem odstranit stávající omezení zatížitelnosti mostu.

1.1.KONSTRUKČNÍ USPOŘÁDÁNÍ MOSTU

Původní nosnou konstrukci mostu tvoří kamenná klenba, která byla vlevo rozšířena monolitickou železobetonovou klenbou. Délka přemostění je 2,7 až 2,8m. Podhled kamenné klenby je opatřen stříkaným betonem. Opěry všech částí jsou provedeny jako kamenné a navazují na ně mostní křídla vyzděná z lomového kamene. Vlevo na most navazují kamenné zídky a konstrukce hráze rybníka. Most je šikmý. Vozovka na mostě je asfaltová s nezpevněnou krajnicí vpravo. Odvodnění vozovky je provedeno příčným a podélným sklonem. Zábradlí na mostě je ocelové trubkové.

2.PODKLADY PRŮZKUMU

Objednatelem byla jako podklad předána poslední hlavní prohlídka mostu (9/2013, Ing. David Marván a ing. Ondřej Vodák) a mostní list. Mostní list obsahuje náčrt. Mostní list je v této zprávě uveden jako příloha č.2. Hlavní prohlídka z roku 2013 je uvedena jako příloha č.4 této zprávy.

3. PROVEDENÉ PRÁCE A VÝSLEDKY ZKOUŠEK

Rozsah prací byl stanoven na základě požadavku objednavatele tak, aby byly zjištěny základní informace o stavu mostu a byly získány podklady pro statický přepočet zatížitelnosti a projektovou přípravu rekonstrukce mostu. Jako projekt diagnostiky mostu sloužila kalkulace cenové nabídky.

Z hlediska postupu prací byla v první fázi provedena prohlídka mostu se zjištěním základních skutečností. Na základě této prohlídky, zjištěných skladeb a konstrukčního řešení bylo dále rozhodnuto o umístění zkušebních míst, míst pro odběr vzorků a dalších metod provádění průzkumu. V průběhu provádění diagnostického průzkumu byla uskutečněna mimořádná mostní prohlídka a protokol z této MMP je uveden jako příloha č.10 této zprávy.

Na místě byla nejprve provedena základní měření tak, aby byly stanoveny rozměry hlavních nosných prvků v rozhodujících průřezích. Byly také zjištěny základní rozměry pro vykreslení schematického půdorysu a příčného řezu. Toto schematické zaměření je uvedeno v příloze č.3b.

V následující fázi byly provedeny sondy a zkoušky pro zjištění základních charakteristik konstrukcí.

3.1. ZKOUŠKY ZDIVA

Zkoušky zdiva byly provedeny pro konstrukci kamenné klenby mostu za účelem získání pevnostních charakteristik zdiva. Zkoušky se skládají z destruktivních zkoušek zdících prvků na odebraných vzorcích a z nedestruktivního zkoušení spárové malty zdiva. Místa zkoušek zdících materiálů byla zvolena s ohledem na přístupnost konstrukcí a možnost odebrání vzorků. Místa provedení zkoušek jsou zakreslena ve schématu v příloze č.3a.

3.1.1. NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY MALTY

Nedestruktivní zkoušky malty byly provedeny pro kamenné zdivo klenby. Na zkušebních místech rozložených po ploše konstrukce klenby byly provedeny zkoušky malty tak, aby bylo možné stanovit příslušné pevnostní charakteristiky dle ČSN ISO 13822 (2014) a ČSN 730038 (2014).

Na zkušebních místech byla jako příprava zkušebního místa pro zkoušky zdiva odstraněn torkret tak, aby byla obnažena malta ložných spár. Zkoušky malty byly provedeny nedestruktivní metodou přiklepového vrtání dle TZÚS Praha přístrojem PZZ 01. K vyhodnocení bylo využito obecných kalibračních vztahů pro maltu s následným statistickým zpracováním výsledků a zařazením materiálů v souladu s ČSN EN 1996-1-1 (2013).

Výsledky zkoušek malty včetně statistického zpracování výsledků jsou patrné z přílohy č.7. Zařazení materiálů je uvedeno v tabulce č.2 dle výsledků zkoušek. Charakteristická a návrhová pevnost zdiva dle ČSN EN 1996-1-1 a ČSN 730038 (2014) je uvedena v tabulce č.3. V přílohách této zprávy je použito následujícího označení veličin:

R je výběrový průměr vyšetřované pevnosti zjištěný z " n " vzorků

s_x je výběrová směrodatná odchylka

t_n součinitel pro meze konfidenčního intervalu
pro odhad průměru základního souboru náhodné veličiny se
zvolenou konfidencí.

Výsledky a vyhodnocení nedestruktivních zkoušek malty jsou uvedeny v příloze č.6. Na základě provedených nedestruktivních zkoušek lze konstatovat, že pevnost v tlaku malty konstrukce kamenné klenby je 0,73 MPa a dle dříve platných norem ji tedy lze zařadit jako **IV4** (0,4MPa).

3.1.2. DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI KAMENE

Po provedení nedestruktivních zkoušek malty byly odebrány vzorky kamene jádrovými vývrty. Celkem bylo provedeno 5 jádrových vrtů označených jako ZK1 až ZK5 na konstrukci klenby. Odběr vzorků byl proveden metodou diamantového jádrového vrtání přístrojem DUSS. Tímto způsobem byly získány vzorky kamene klenby o průměru 44 mm, které byly po úpravě a zakoncování podrobeny destruktivní zkoušce pevnosti v tlaku dle ČSN EN 12390-3. Protokoly o zkouškách pevnosti vzorků odebraných jádrovými vývrty je uveden v příloze č.5a. V tabulce č.1 jsou uvedeny výsledky destruktivních zkoušek.

TABULKA č.1: Výsledky destruktivních zkoušek kamenů klenby

| Zkušební vzorek č. | Rozměry v mm | | Tlačná plocha (mm ²) | Maximální zatížení při porušení | Pevnost kamene N/mm ² |
|--------------------|--------------|-------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| | průměr | výška | | N | N/mm ² |
| 1 | 45 | 45 | 1590 | 62000 | 39,0 |
| 2 | 45 | 45 | 1590 | 55000 | 34,6 |
| 3 | 45 | 45 | 1590 | 48000 | 30,2 |
| 4 | 45 | 45 | 1590 | 52000 | 32,7 |
| 5 | 45 | 45 | 1590 | 98000 | 61,6 |

PRŮMĚR: 39,6 MPa

3.1.3. VYHODNOCENÍ ZKOUŠEK ZDIVA

| TABULKA č.2: Charakteristiky zdiva zkušebních míst | | | | | |
|---|---|-------------|----------------------|---------------|--------|
| zkušební místo | konstrukce | malta (MPa) | kusové stavivo (MPa) | vlhkost % hm. | vazba |
| klenba | zdivo z lomového kamene do vápenné malty s úlomky cihel | 0,73 | 39,6 | do 20% | špatná |

Charakteristická pevnost zdiva v tlaku f_k byla stanovena ze vztahu:

$$f_k = K \cdot f_b^\alpha \cdot f_m^\beta$$

Návrhová pevnost zdiva v tlaku f_d byla stanovena ze vztahu

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_{m1} \cdot \gamma_{m2} \cdot \gamma_{m3} \cdot \gamma_{m4}}$$

K ... konstanta dle druhu zdiva, skupiny zdících prvků závislá na geometrických charakteristikách těchto prvků dle ČSN EN 1996-1-1 tabulek 3.1 a 3.3.

f_b ... normalizovaná průměrná pevnost v tlaku zdících prvků v MPa (N/mm²)

δ ... součinitel vyjadřující vliv rozměrů zkoušeného prvku dle ČSN EN 772-1

- $\delta = 0,75$ celá cihla
- $\delta = 0,85$ vývrt průměru 50 mm
- $\delta = 0,80$ vývrt průměru 40 mm

f_m ... průměrná pevnost malty v tlaku v MPa (N/mm²)

uvažuje se max $2f_b$ nebo 20 MPa

α ... exponent závislý na tloušťce ložných spár a druhu malty
 $\alpha = 0,7$ – nevyztužené zdivo s obyčejnou nebo lehkou maltou.
 $\alpha = 0,85$ – nevyztužené zdivo s maltou pro tenké spáry.

β ... exponent závislý na druhu malty
 $\beta = 0,3$ pro obyčejnou maltu
 $\beta = 0$ - pro lehkou maltu a pro tenké spáry

γ_{m1} ... základní hodnota dílčího součinitele
 γ_{m2} ... součinitel vlivu pravidelnosti vazby zdiva a vyplnění spár maltou
 γ_{m3} ... součinitel zvýšené vlhkosti
 γ_{m4} ... součinitel vlivu svislých a šikmých trhlin ve zdivu

TABULKA č.3: Návrhová pevnost dle ČSN EN 1996-1-1 a ČSN 73 0038 (2014)

| Zkuš. místo | δ | f_b ($f_b = f_{b,prům} \cdot \delta$) | f_m | K | α | β | f_k (MPa) ($f_k = K \cdot f_b^\alpha \cdot f_m^\beta$) | γ_{m1} | γ_{m2} | γ_{m3} | γ_{m4} | f_d (MPa) |
|----------------|----------|--|-------|------|----------|---------|---|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| klenba | 0,83 | 32,9 | 0,73 | 0,36 | 0,7 | 0,3 | 3,8 | 3,0 | 1,2 | 1,25 | 1,4 | 0,6 |

Z hlediska návrhové pevnosti zdiva f_d dle ČSN 730038 (2014) a ČSN ISO 13822 (2014) lze pro klenbu uvažovat s hodnotou návrhové pevnosti zdiva 0,6 MPa. V líci se jeví zdivo jako kamenné z lomového kamene s častými drobnými kameny bez jakékoliv specifikovatelné vazby. Malta je pod cementovou omítkou (Torkretem) velmi vlhká s nízkou pevností. Ve skladbě klenby se mezi kameny nacházejí také úlomky cihel. Tloušťka kamenné klenby (smíšené s cihlami) byla zjištěna cca 500mm.

3.2. ZKOUŠKY BETONU KLENEB ROZŠÍŘENÍ

Na nosné konstrukci rozšíření mostu provedené ze železobetonové monolitické klenby byly provedeny práce, které vedly k zatřídění betonu, zhodnocení jeho stavu a také měření ke zjištění způsobu a míry vyztužení klenby rozšíření.

3.2.1. ZJIŠTĚNÍ VÝZTUŽE KLENBY

Zjištění výztuže železobetonové klenby rozšíření vlevo bylo prováděno nedestruktivně elektromagnetickým měření přístrojem PROFOMETR 5 fy PROCEQ a nedestruktivní metodou GPR přístrojem X-SCAN PS1000 fy HILTI. Oběma metodami bylo zjištěno, že beton je v dosahu obou přístrojů (150mm resp. 300mm) vyztužen uloženou betonářskou výztuží dle schématu v příloze č.3b.

3.2.2. STANOVENÍ OBSAHU CHLORIDŮ V BETONU

Pro zhodnocení stavu konstrukcí mostu je třeba znát také obsah iontů Cl^- v zatvrdlém betonu. Aby byl získán obraz o stavu konstrukce rozšíření klenby z tohoto pohledu, byl odebrán vzorek betonu ze dvou hloubek. Zkušební místo bylo vybráno po předchozí celkové prohlídce. Místo odběru vzorků je popsáno v tabulce č.5 a zakresleno do schématu v příloze č.3a.

Výsledky zkoušek obsahu chloridů jsou uvedeny v tabulce č.4 jako procento Cl^- k hmotnosti cementu. Samotné určení obsahu chloridů bylo provedeno tak, že byly odebrány vzorky betonu na zkušebním místě. Na vzorcích byl stanoven obsah sušiny a chemickým rozbořem byl stanoven obsah chloridových iontů v sušině. Laboratorní rozbor v tomto smyslu provedla zkušební laboratoř ALS Czech republic s.r.o. akreditovaná ČIA č.1163. Výsledky zkoušek jsou uvedeny v příloze č.8. Výsledky získané chemickým rozbořem byly dále zpracovány tak, že bylo nutné přepočítat procentuelní obsahy Cl^- vztažené na jednotku sušiny na procentuelní obsahy vztažené k jednotce množství cementu tak, jak udává ČSN EN 206.

Při přepočtu se vycházelo z předpokladu, že receptura byla navržena na běžné množství cementu pro beton dané konstrukce, ze které byl vzorek odebrán. Při stanovení koeficientů se tedy vycházelo z následujících předpokladů. Pro beton konstrukce rozšíření klenby, byla uvažována třída betonu C12/15 (B15, B170). Bylo předpokládáno použití cca 300 kg cementu na m^3 betonu.

Při takto uvažovaném předpokladu byl získán součinitel dle tabulky č.4. Tento součinitel pak slouží k přepočtu obsahu Cl^- na množství cementu. Výsledky chemických zkoušek jsou uvedeny v tabulce č.4 včetně přepočtu. Specifikace míst odběru vzorků je provedena v příloze č.3a a v tabulce č.5.

TABULKA č.4: Výsledky zkoušek obsahu chloridů

| Označení vzorku | Součinitel | Obsah CL^- (% hmotnosti) Vztaženo ke hmotnosti | | Obsah CL^- (% hmotnosti) Vztaženo ke hmotnosti cementu |
|-----------------|------------|--|--------------|--|
| | K | Betonu | Cementu | Přípustné maximální hodnoty dle ČSN EN 206 (tab.15) |
| C1/1 | 7,0 | 0,004 | 0,028 | 0,4 (0,2) |
| C1/2 | 7,0 | 0,134 | 0,938 | 0,4 (0,2) |

TABULKA č.5: Specifikace míst odběru vzorků betonu pro stanovení obsahu chloridů.

| VZOREK | MÍSTO ODBĚRU | HLOUBKA ODBĚRU |
|--------|---|----------------|
| C1/1 | beton rozšíření klenby v levé části mostu | 0-30mm |
| C1/2 | beton rozšíření klenby v levé části mostu | 30-60mm |

Dle ČSN EN 206 (732403) v článku 5.2.8. a tabulce č.15 nesmí překročit pro prostý beton obsah chloridových iontů hodnotu 1,0 % z hmotnosti cementu. Pro železobeton nesmí hodnota obsahu chloridových iontů překročit 0,4 % z hmotnosti cementu.

Z výsledků zkoušek je jasné patrné, že na rozšíření klenby byla zjištěna kontaminace vysokým obsahem chloridových iontů v železobetonu přesahující přípustné maximum dle ČSN EN 206 (tab.15). Množství chloridových iontů do hloubky roste. Tuto skutečnost lze vysvětlit možným průsakem z rubu klenby a zadržováním chloridových iontů v konstrukci.

3.2.3. NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI BETONU ULTRAZVUKOVÁ IMPULZOVÁ METODA

V rámci provedených nedestruktivních zkoušek betonu bylo uskutečněno měření rychlosti šíření ultrazvukových vln v konstrukci železobetonové klenby rozšíření mostu vlevo. Měření bylo provedeno dle ČSN 731371. Na základě zjištěných hodnot bylo na zkušebních místech možno určit nedestruktivně modul pružnosti betonu. Všeobecně se nedestruktivní měření na konstrukcích řídí ustanoveními ČSN 732011 a ČSN 731370. S ohledem na uspořádání konstrukcí v prostoru zkušebních míst byla zvolena metoda polopřímého prozvučování dle čl.7.2 ČSN 731371 (2011). Výsledky těchto nedestruktivních zkoušek jsou uvedeny v rámci této zprávy jako přílohy č.6a až č.6c.

Pro stanovení statického modulu pružnosti betonu jsme vycházeli z ustanovení ČSN 732011 (tab.5 této normy).

$$E_{stat} = \kappa_u \cdot E_{dyn}$$

$$E_{stat} = 0,71 E_{dyn}$$

Stanovení statického modulu pružnosti je patrné z tabulky č.1.

TABULKA č.1 – Stanovení statického modulu pružnosti

| Dynamický modul pružnosti E_{dyn} (MPa) | Součinitel κ_u | Statický modul pružnosti E_{stat} (MPa) zaokrouhleno |
|---|-----------------------|--|
| 38285 | 0,71 | 27200 |
| 39263 | 0,71 | 27900 |
| 39648 | 0,71 | 28200 |
| | průměr | 27800 |

Jak je patrné z tabulky č.1 a z porovnání zjištěných statických modulů pružnosti betonu, vykazuje beton dle ultrazvukové impulzní metody hodnoty modulu pružnosti odpovídající přibližně svými parametry betonu třídy C12/15 (B15, B170).

3.2.3. STANOVENÍ HLOUBKY KARBONATACE BETONU

Při chemických zkouškách byla zjišťována hloubka karbonatace betonu rozšíření klenby. Stanovení hloubky karbonatace bylo uskutečněno na zkušebních místech provedených formou vývrtu. Jedná se o metodu získání čerstvého řezu tak, aby byl získán přístup k rozhraní zkarbonatovaného a nezkarbonatovaného betonu. Místo zjištění karbonatace jsou uvedena v tabulce č.7 a v příloze č.3. Samotné stanovení hloubky karbonatace bylo uskutečněno kolorimetrickým testem a výsledky jsou uvedeny v tabulce č.7.

TABULKA č.7: Výsledky zkoušek karbonatace betonu klenob rozšíření

| ZKUŠEBNÍ MÍSTO | Konstrukční prvek | Hloubka karbonatace |
|----------------|---|---------------------|
| KB1 | levá část klenby rozšíření, místo sondy k výztuži | 10-15 mm |

3.3. ZJIŠTĚNÍ SKLADBY NA MOSTĚ

Do konstrukce vozovky na mostě byla provedena sonda označená jako SK1. Do konstrukce vozovky na předpolí mostu byla provedena sonda SK2. V místě nezpevněné krajnice byla vytvořena kopaná sonda KS1 ve vrcholu klenby s dosažením úrovně horní plochy klenby na pravé straně mostu. Sonda KS2 byla provedena v místě křídla ke zjištění tloušťky. Tloušťka křídla v místě KS2 byla ověřena cca 700 až 800mm

Zaměřením konstrukce a kopanou sondou nad kamennou klenbou bylo zjištěno, že celková tloušťka klenby ve vrcholu je cca 500mm. Na klenbě nebyla zjištěna žádná hydroizolace, pouze násyp zeminy s kameny.

SCHÉMA č.1: Skladba vrstev vozovky na mostě v sondě SK1 v místě vrcholu klenby



-živičná vrstva

-prolévaný makadam
přechází ve štěrkodrt

-kamenná klenba
tl. 450 až 500 mm

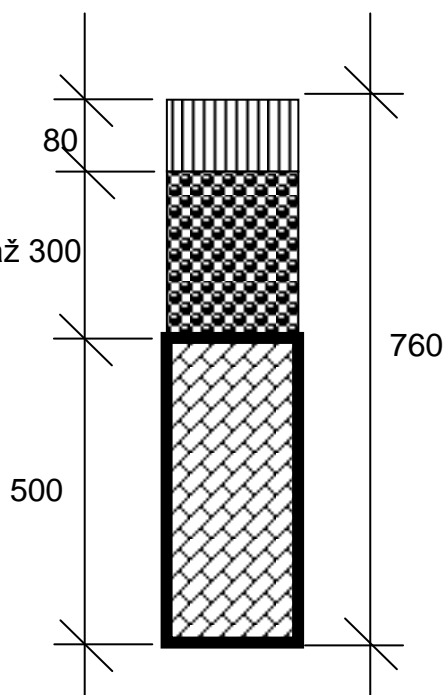
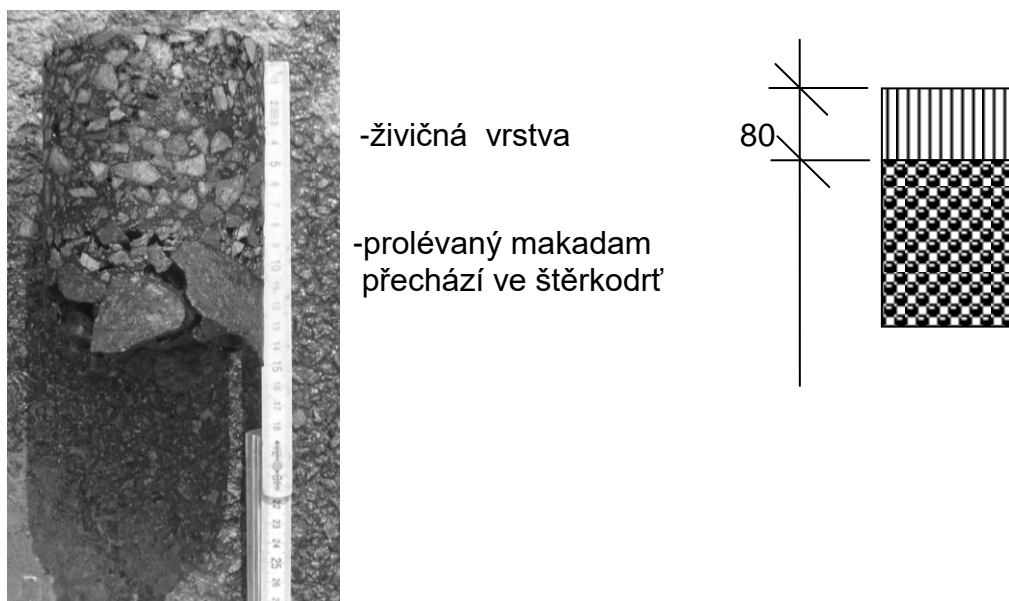


SCHÉMA č.2: Skladba vrstev vozovky za mostem v sondě SK2



3.4. DALŠÍ ZJIŠTĚNÉ SKUTEČNOSTI

3.4.1 KOPANÁ SONDA, KŘÍDLO OPĚRY OP1

V pravé části byla provedena kopaná sonda KS1 ke zjištění skladby na nezpevněné krajnici a zároveň ke zjištění tloušťky klenby. Výsledky sondážních prací jsou uvedeny v příloze č.3b.

Šířky křídel mostu (křídla provedena jako zděná z kamenného zdiva) byly ověřeny kopanou sondou KS2 a penetračními vrty vpravo. Tímto způsobem byla ověřena tloušťka křídla cca 800mm.

Vlevo bylo realizováno provrtání křídla opěry 2 vlevo. Vrtem byla zjištěna tloušťka křídla cca 700 až 800mm. Křídlo přechází v opěrnou zídku.

3.4.2 OSTATNÍ KONSTRUKCE

Ze souvisejících konstrukcí je třeba zmínit havarijní stav zídky navazující na opěru 1 směrem k rybníku v místě, kde odděluje tok potoka od rybníka a překonává výškový rozdíl hladin. Tato zídka propouští vodu a její kamenné zdivo vykazuje četné poruchy a trhliny. V případě porušení zídky kolem výpustě rybníka by mohlo dojít také k porušení zdiva klenby v patě v důsledku přívalové vlny.

3.5. STATICKÝ PŘEPOČET ZATÍŽITELNOSTI A NÁVRHY OPRAV MOSTU

Statický přepočet zatížitelnosti a návrhy oprav mostu jsou uvedeny v příloze č.11. Ze statického přepočtu zatížitelnosti vyplývají skutečnosti dle rekapitulace v bodě 4.5 závěru této zprávy.

4. ZÁVĚR

Veškeré zjištěné skutečnosti jsou uvedeny v předchozích bodech této zprávy a přílohách č.1 až č.11- přepočet zatížitelnosti a návrh alternativ oprav mostu.

4.1. PEVNOST ZDIVA

Pro zdivo kamenné klenby při vyhodnocení dle ČSN EN 1996-1-1 a ČSN 73 0038 (2014) vycházejí ze zkoušek na zkušebních místech hodnoty návrhové pevnosti zdiva kamenné klenby v tlaku $f_d = 0,6 \text{ MPa}$.

Pro zdivo klenby byla zjištěna vysoká vlhkost a degradace malty, neboť úpravou povrchu s torkretem na spodním líci klenby je veškerá vlhkost ve zdivu klenby zadržována.

4.2. ZKOUŠKY BETONU

4.2.1. VÝZTUŽ A KARBONATACE BETONU

Nedestruktivním měřením bylo zjištěno, že rozšíření mostu vlevo je tvořeno železobetonovou klenbou. Hloubka karbonatce pro beton klenby rozšíření byla zjištěna 10 až 15mm. Při zjištěném uložení výztuže v hloubce cca 50 až 80mm nemá proces karbonatce betonu žádný významný vliv na stav výztuže.

4.2.2. OBSAH CHLORIDŮ V KLENBĚ ROZŠÍŘENÍ MOSTU

Byla zjištěna kontaminace betonu chloridovými ionty v místě železobetonové klenby vlevo. V tomto místě bylo zjištěno, že jsou překročeny i mírnější přípustné hodnoty uvedené v ČSN EN 206 (732403) v článku 5.2.8. a tabulce č.15. Do hloubky se obsah chloridů zvyšuje zřejmě jako důsledek průsaků při absenci nebo v důsledku nefunkční hydroizolace.

4.2.3 PEVNOST BETONU V TLAKU

Z nedestruktivních zkoušek pevnosti betonu v tlaku byl beton rozšíření klenby zatříděn jako **C12/15 (B15, B170)**.

4.3. SKLADBA VRSTEV NA MOSTĚ

Sondami SK1 a SK2 a dále sondami KS1 a KS2 byly zjištěny skladby dle schémat v příloze č.3a a č.3b

4.4. STAV MOSTU

Nosná konstrukce v části klenby plošně silně prosakuje. Na pohledu klenby jsou patrné stopy po průsacích v podobě výluhů a mokrých skvrn. V důsledku vlhkosti dochází k degradaci a odtržení omítky a k degradaci malty do hloubky. V sondě z úrovně vozovky byla na rubu klenby zjištěna malta stejně degradovaná jako z dolního líce klenby. Lze předpokládat tedy degradaci malty v celém profilu klenby.

Z hlediska založení mostu nebyly při mimořádné prohlídce, ani při sondážních pracích zjištěny žádné poruchy svědčící o nedostatečném založení nebo o poruchách založení.

K průsakům nosné konstrukce dochází také v levé části s železobetonovou monolitickou klenbou. Opěry vykazují poruchy v podobě průsaků a potékání. V úrovni kolísání hladiny došlo v důsledku rozplavení degradované spárové malty k jejímu vyplavování.

Při stanovení "klasifikačního stupně stavu" podle ČSN 736221 (z r.2011) čl. 6.6.2. je na základě provedených prací a výše uvedených zjištění možné konstatovat, že stav nosné konstrukce mostu odpovídá klasifikačnímu stupni **V – špatný** s hodnotou součinitele stavu konstrukce **alfa=0,6**.

Stavební stav spodní stavby mostu odpovídá také klasifikačnímu stupni **V - špatný** s hodnotou součinitele stavu konstrukce **alfa=0,6**.

4.5. PŘEPOČET ZATÍŽITELNOSTI A NÁVRH ALTERNATIV REKONSTRUKCE MOSTU

Přepočet zatížitelnosti je uveden jako přílohy č.11 této zprávy a dále je uvedena rekapitulace výsledků.

| typ zatížení | bez redukce | α | po redukcii |
|-----------------------------------|-------------|----------|-------------|
| normální dvounápravová vozidla | 9.3 | 0.6 | 5.6 |
| výhradní dvounápravové vozidlo | 9.3 | 0.6 | 5.6 |
| výhradní třínápravové vozidlo | 29.0 | 0.6 | 17.4 |
| výhradní šestnápravové vozidlo | 158.3 | 0.6 | 95.0 |
| vyjíměčné devítinápravové vozidlo | 237.5 | 0.6 | 142.5 |

Rozhodujícím prvkem je kamenná klenba, rozšíření železobetonovým obloukem přenese podstatně větší namáhání.

Zatížitelnost dle kritérií ČSN 73 6222:

- normální zatížitelnost 5t dvounápravová vozidla
- výhradní zatížitelnost 5t třínápravové vozidlo
- vyjíměčná zatížitelnost 95t devítinápravové vozidlo
- zatížení na nápravu 4.2t náprava dvounápravového vozidla

Na základě tohoto statického výpočtu zatížitelnosti je nutno osadit následující dopravní opatření:

- dopravní značku č.B13 s hodnotou normální zatížitelnosti 5t
- dopravní značku č.B14 s hodnotou zatížení na nápravu 4.2t

V případě potřeby přejezdu těžších vozidel, než která jsou posouzena, lze statický výpočet doplnit o konkrétní typ vozidla, případně snížit rychlost průjezdu na 5km/h a tím dynamické účinky. Takový případ je nutno prověřit v dostatečném předstihu.

Na základě výsledků diagnostického průzkumu mostního objektu a přepočtu zatížitelnosti jsou navrženy tři varianty rekonstrukce. Návrh variant rekonstrukce a vyčíslení předpokládaných nákladů je uvedeno v příloze č.11. Dále je uvedena rekapitulace dle přílohy č.11.

Varianty návrhu oprav jsou sestaveny v pořadí podle zadávacích podmínek:

1. Sanace pohledových ploch spodní stavby a nosné konstrukce klenby, výměna záchytných zařízení.
2. Obnova mostního svršku se zesílením klenby obetonávkou a provedením hydroizolace. Sanace spodní stavby a nosné konstrukce klenby.
3. Výměna nosné konstrukce např. za otevřený rám z monolitického železobetonu nebo rámové prefabrikáty.

Při volbě způsobu opravy je nutno zohlednit nejen cenu opravy, ale i přístup pro techniku, možnosti převádění vody, prodloužení životnosti, následnou údržbu a podobně.

Hrubý odhad stavebních nákladů:

| varianta opravy | Délka nk [m] | Šířka nk [m] | jedn.cena [Kč/m ²] | stavební náklady [Kč] | životnost [rok] | náklady na rok životnosti [Kč] | zatížitelnost Vn/Vr/Ve | | |
|-----------------|--------------|--------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------|--------------------------------|------------------------|-----|-----|
| 1 | 3.5 | 9.7 | 20 000 Kč | 679 000 Kč | 10 | 67 900 Kč | 9 | 9 | 180 |
| 2 | 3.5 | 9.7 | 40 000 Kč | 1 358 000 Kč | 30 | 45 267 Kč | 50 | 120 | 180 |
| 3 | 3.5 | 9.7 | 70 000 Kč | 2 376 500 Kč | 100 | 23 765 Kč | 50 | 120 | 180 |

Variantu 1 nedoporučuji. Jedná se o kosmetické úpravy bez podstatnějšího zvýšení zatížitelnosti a bez záruky životnosti.

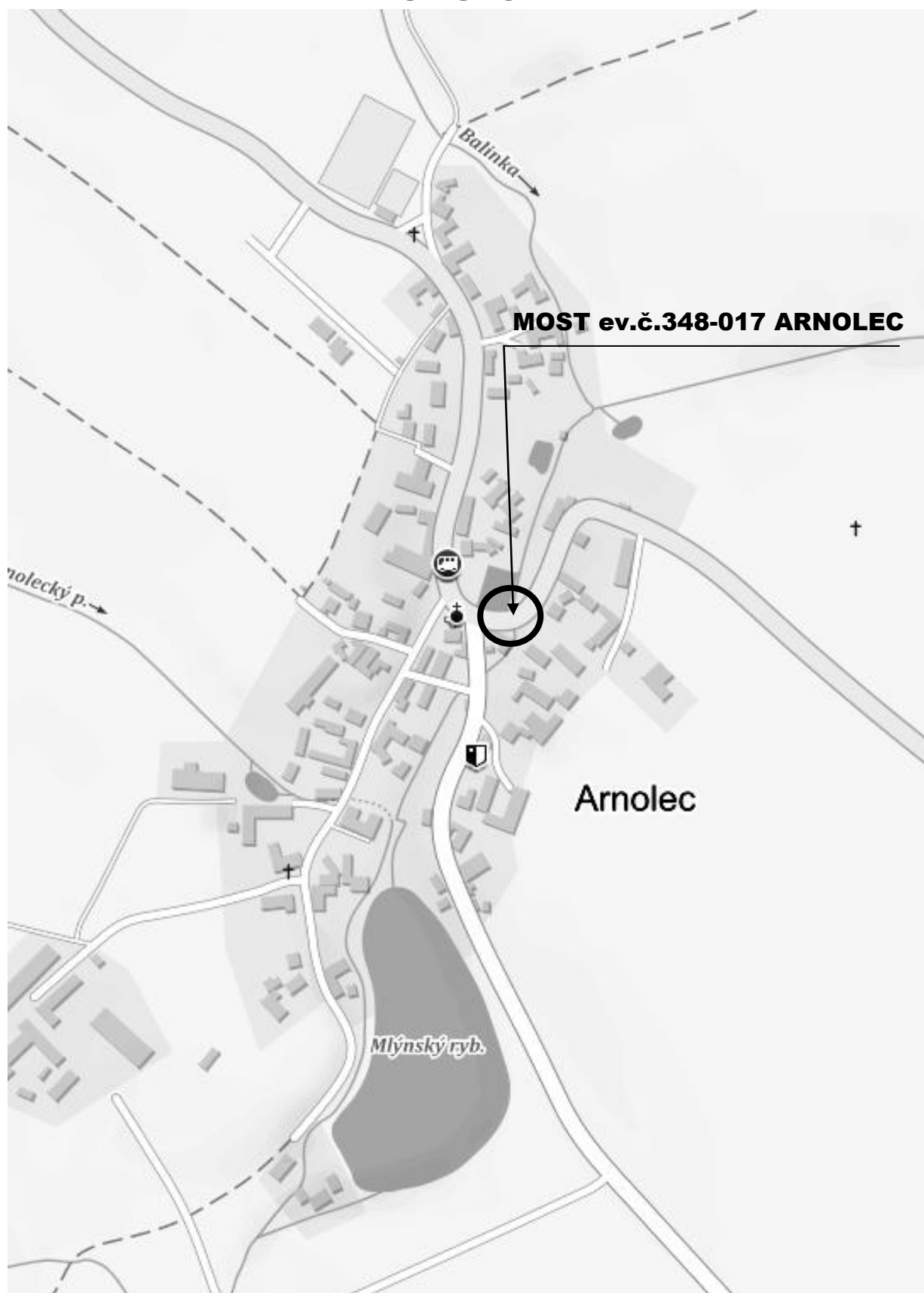
Varianta 2 je poměrně lepší. Obetonávkou klenby docílíme požadovanou zatížitelnost a poměrně dobrou životnost obetonávky. Nedokážeme ale zajistit životnost původní klenby a to i když ji vypojíme z nosné funkce obetonávkou.

Varianta 3 je z pohledu ročních nákladů rozložených na dobu životnosti dlouhodobě nejefektivnější.

v Liberci dne 28.5.2018

Diagnostika stavebních konstrukcí
s.r.o.
ing.K.Čapek
ing.A.Hlaváček
ing.A.Hlaváček ml.

SITUACE

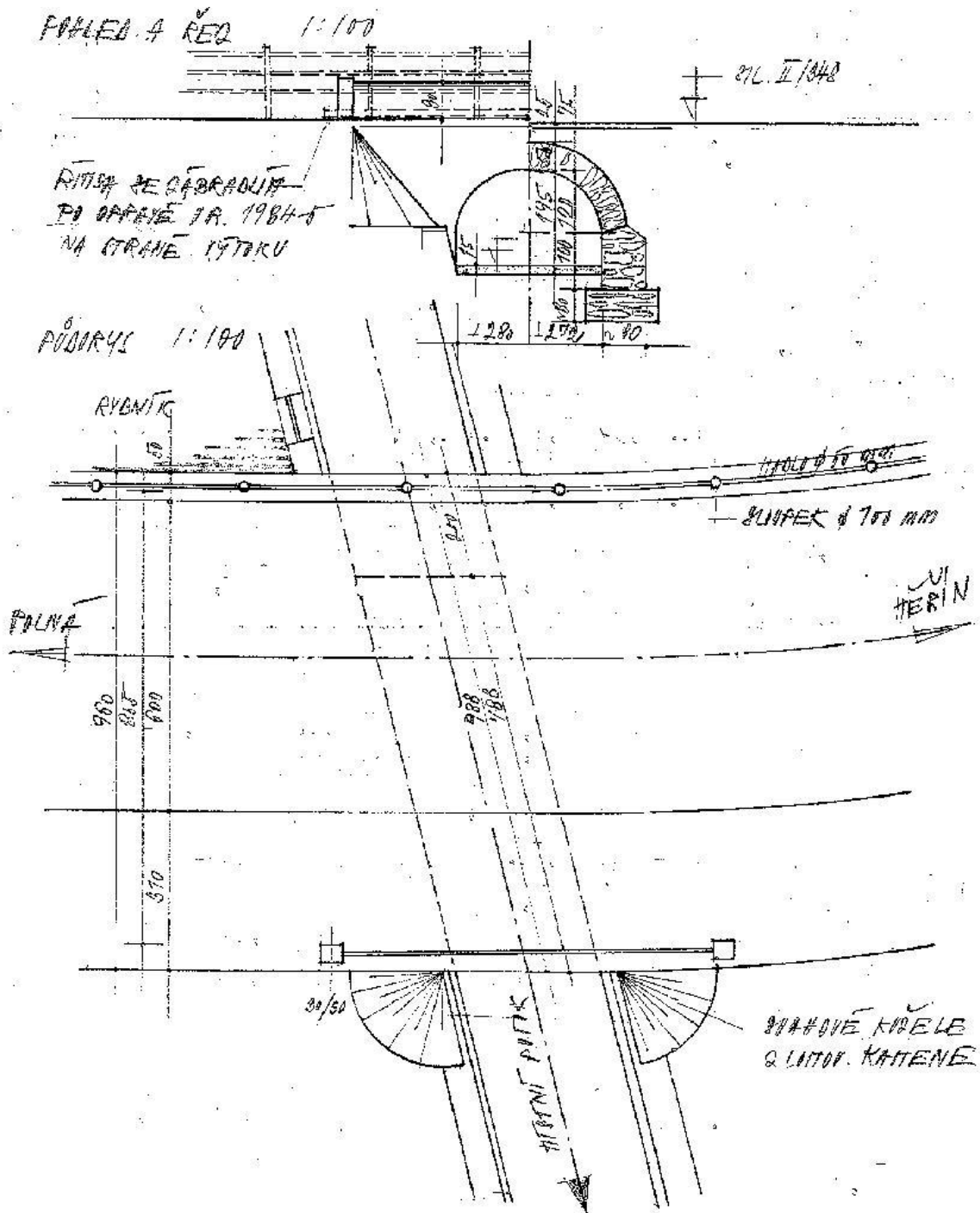


PŘÍLOHA č.1

| Mostní list mostu pozemní komunikace | | | | | |
|--|---|----------------------------|----------------|-----------|----------|
| Ev.č. mostu: | 348 - 017 | | | | |
| Název mostu: | Most přes potok Balinku v obci Arnolec | | | | |
| Místní název : | JI | | | | |
| Předmět přemostění : | Vodoteč (stálý průtok) Potok | | | | |
| Převáděná komunikace: | 2. třída / 348 | | | | |
| Název převáděné komunikace : | | | | | |
| Staničení liniové: | 38,305 km | Staničení na úseku: | | | 0,030 km |
| Rok postavení: | 1880 | | | | |
| Rok poslední rekonstrukce : | | | | | |
| Kraj : | Vysočina | | | | |
| Okres : | Jihlava | | | | |
| Katastrální území: | Arnolec | | | | |
| Správce mostu: | Kraj Vysočina/Krajská správa a údržba silnic Vysočiny/KSÚSV Jihlava | | | | |
| Zatížitelnost v době uvedení do provozu, způsob a rok stanovení | | | | | |
| Způsob stanovení: V – CZEN (Zatížitelnost stanovená podrobným statickým výpočtem) Rok: 2002 | | | | | |
| Vn = 5 t | Vr = 23 t | Ve = 55 t | Vaj (Va) = - t | | |
| Zatížitelnost současná, způsob a rok stanovení | | | | | |
| Způsob stanovení: N (Způsob stanovení zatížitelnosti neznámý) | | | | | Rok: |
| 2013 | | | | | |
| Vn = 5 t | Vr = 23 t | Ve = 55 t | Vaj (Va) = 4 t | | |
| Dl. přemostění: 2,8 m Dl. nosné konst. : 3,7 m Šikmost : Pravá / 84,44 gr | | | | | |
| Vlná šířka : 8,55 m Celková šířka mostu : 9,6 m Plocha mostu : 35,52 m ² | | | | | |
| Nosná konstrukce | | | | | |
| celk.počet polí : 1 | | | | | |
| Podrobný popis nosné konstrukce: Segmentová klenba z lomového kamene tl. 0.45m, vzp. 1.26m. Na straně vtoku klenba rozšířena o 2.0m, rozšíření z betonu tl. 0.40m, vzp. 1.20m. | | | | | |
| Popis skupin polí | | | | | |
| Počet polí: | Světlost šikmá: | Kolmá: | Konstr.výška: | Rozpětí: | Druh |
| stat.působení: | | m | m m m | m | |
| 1 | 2,8 | 2,72 | 0,45 | 3,25 | Klenba |
| Stavební výška : 0,75 m | | Úložná výška : - m | | | |
| Způsob uložení NK | | | | | |
| Pozice: | Způsob uložení: | Typ: | Výrobce: | Označení: | |
| Mostní závěry | | | | | |
| Pozice: | Typ: | Výrobce: | Označení: | | |
| Izolace desky mostovky | | | | | |
| Typ: | Výrobce: | Materiál: | | | |

| | | | |
|--|------------------|--|---------------------------------------|
| Spodní stavba | | | |
| Podrobný popis spodní stavby: Opěry z lomového kamene. | | | |
| Opěry | | Počet : 2 Délka: 9,88 až 9,88 | |
| m Tloušťka: 0,8 až 0,8 m Výška: 1 až 1 m | | Materiál: Kámen | |
| Základy: | | | |
| Přechodová oblast: | | | |
| Mezilehlé podpěry | | Počet : 0 Délka: | |
| Tloušťka: Výška: | | Materiál: Základy: | |
| Vozovka/chodníky: | | | |
| Povrch komunikace: Živice | | Šířka mezi obrubami: 6 m Plocha vozovky: 22,2 m2 | |
| Konstrukce vozovky: | | | |
| Povrch chodníku: Nezadaný | | Šířka chodníku: -/- m Plocha chodníku: 0 m2 | |
| Konstrukce chodníku: | | | |
| Odvodnění mostu: | | | |
| Druh: | Typ odvodňovačů: | Výrobce: | Svody (dn/mat):. |
| Záchytná zařízení | | | |
| Zábradlí (typ/délka): | | | |
| Zábradelní svodidla (typ/délka): | | | |
| Svodidla (typ/délka) : | | | |
| Jiné vybavení : | | | |
| Ostatní údaje | | | |
| Výška mostu nad terénem: 2,7 m Výška NK nad hladinou vody: - m | | | |
| Q100: m3/sec. | | Hladina Q100: Normální hl. vody: 0,1 m | |
| Souřadnice mostu | | | |
| WGS-84 N: 49,436173 | | E: 15,822552 | S-JTSK X: -651881,006 Y: -1127683,581 |
| Cizí zařízení | | | |
| Typ: | Správce: | Popis: | |
| Správní údaje | | | |
| Archivace projektu: | | Nezadaná | |
| Klasifikační stupeň stavu mostu: | | | |
| nosná konst.: IV - Uspokojivý spodní stavba: IV - Uspokojivý použitelnost: II - Podmíněně použitelné | | | |
| Rok provedení poslední HPM (MPM): 2013 | | | |
| Reprodukční pořizovací hodnota | | | |
| RPH : 30 645,00 Kč | | Datum posledního stanovení RPH: 12.1.2018 | |
| | | | |
| Datum tisku ML: 12.1.2018 Vypracoval: tisk z BMS - Felkl Jan, Ing. | | | |


Schematický náčrt mostu (podélný řez, půdorys)




Schematický náčrt mostu, převzatý z ML

OZNAČENÍ POUŽITÁ V PŘÍLOZE č.3a

 **ZK** - místa odběru vzorků pro destruktivní zkoušky kamene zdiva klenby

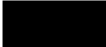
 **ZM** - místa provedení nedestruktivních zkoušek malty zdiva kamenné klenby

 **KB** - místa zjištění karbonatace betonu klenby rozšíření

 **SK** - místa provedení jádrového vrtu ke zjištění skladby vozovky na mostě a před mostem

 **C** - místa odběru vzorků pro zjištění chloridů v betonu

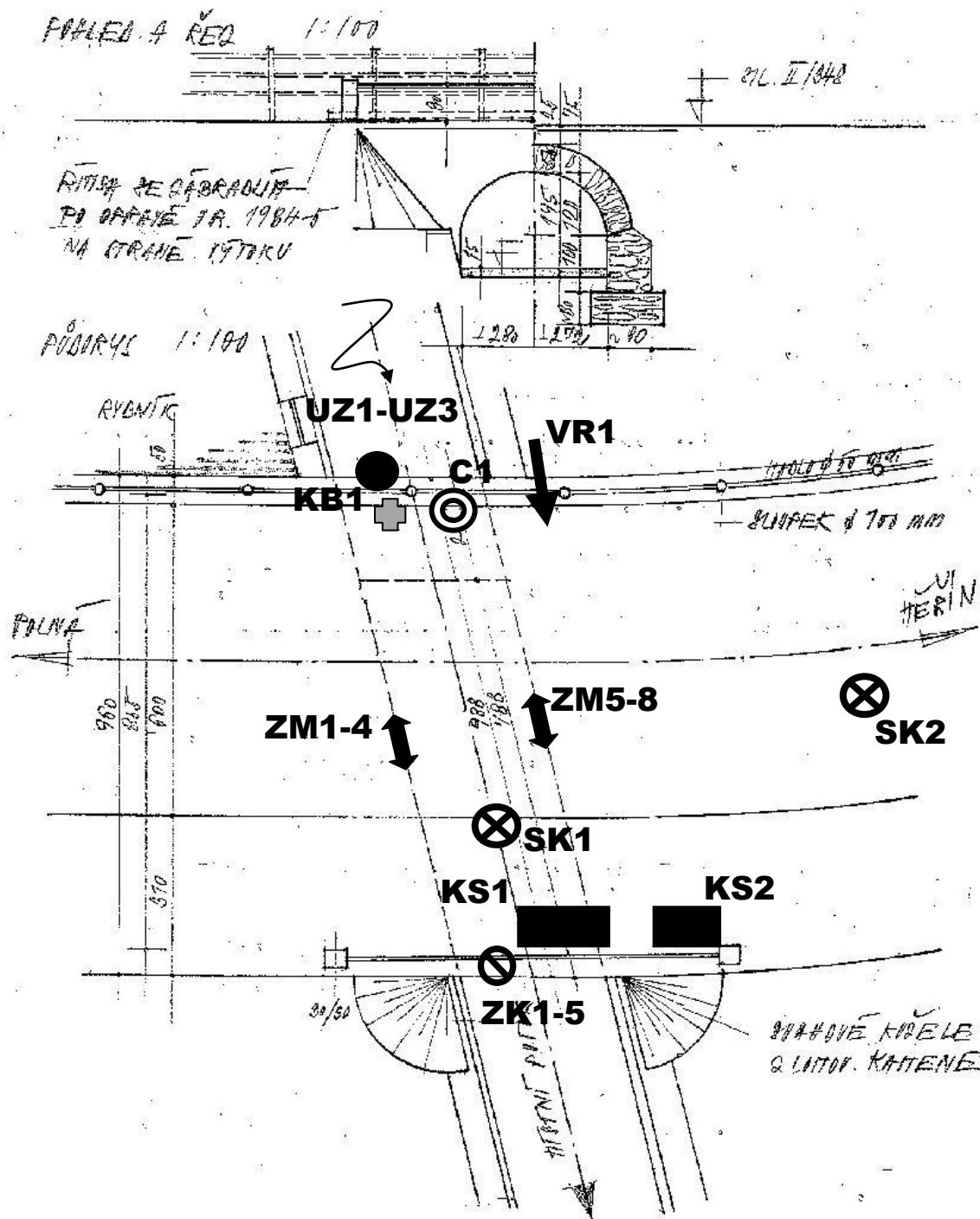
 **UZ** - místa provedení nedestruktivních zkoušek betonu klenby rozšíření

 **KS** - místa provedení kopané sondy

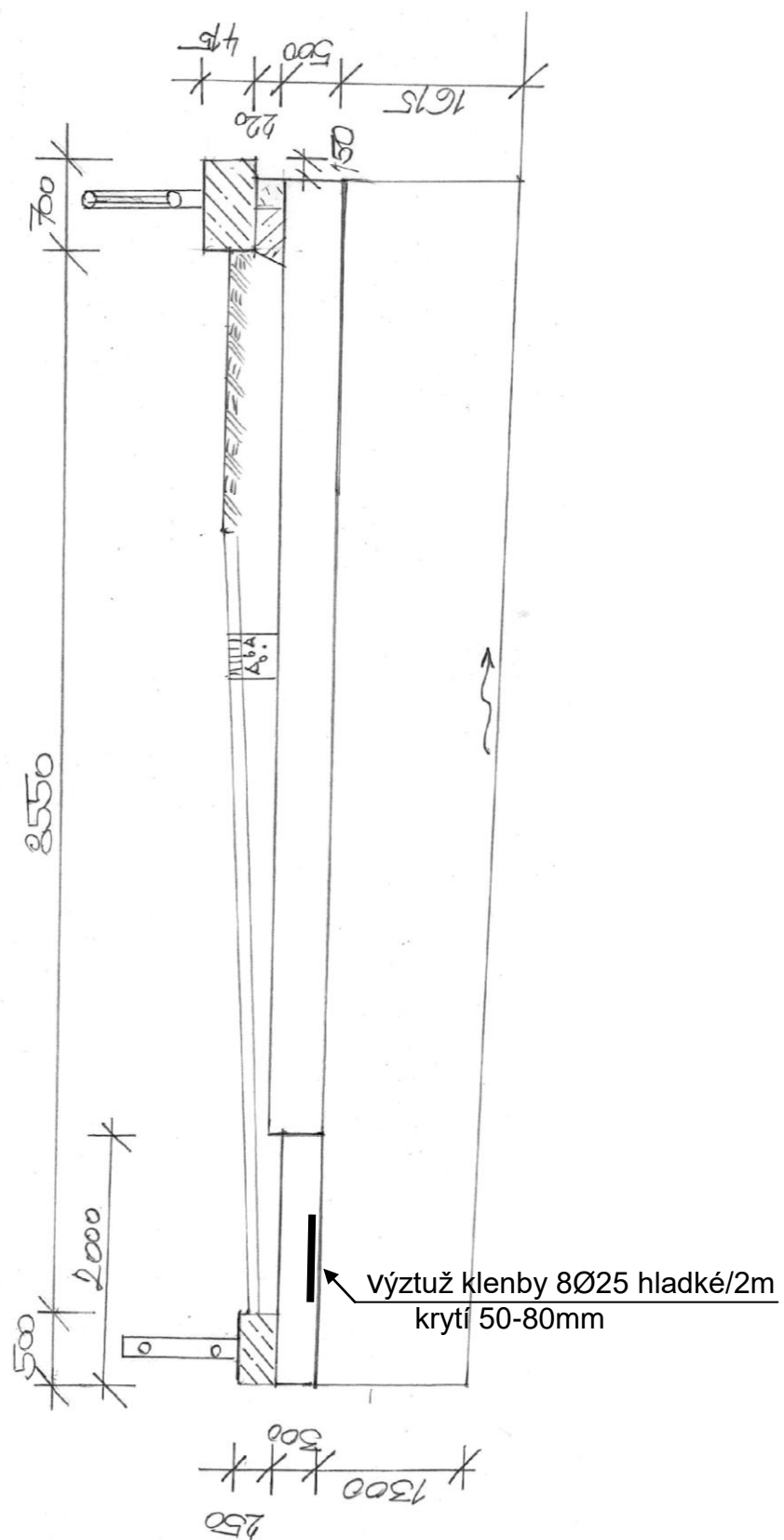
 **VR** - místa provedení vrtu v místě křídla (navazující zídky)

ZAKRESLENÍ ZKUŠEBNÍCH MÍST A MÍST ODBĚRU VZORKŮ

Schematický náčrt mostu (podélný řez, půdorys)



SCHEMATICKÝ NÁČRT MOSTU (příčný řez)



Most 348 - 017

Most přes potok Balinku v obci Arnolec

HLAVNÍ PROHLÍDKA

Objekt: Most ev. č. 348 - 017 (Most přes potok Balinku v obci Arnolec)

Okres: Jihlava

Prohlídku provedla firma: Nežadáno

Prohlídku provedl: Pechal Antonín, Ing.

Datum provedení prohlídky: 17.9.2013

Poznámka: Prohlídku provedl Ing. David Marván a Ing. Ondřej Vodák. Teplota NK nebyla při prohlídce měřena.

Počasí v době provádění prohlídky: zataženo

Teplota vzduchu: 8 °C

Teplota NK: 0 °C

A. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo komunikace: 348

Staničení km: 38,305

Ev. č. mostu: 348 - 017

Název objektu: Most přes potok Balinku v obci Arnolec

Staničení ve směru: od Polná do Měřín

Způsob zpřístupnění: Most přístupný po svazích zemního tělesa.

B. POPIS ČÁSTÍ MOSTU

1. Základy mostních podpěr a křídel

- | | |
|-----|--|
| 1.1 | Základy mostních podpěr jsou nepřístupné. Při prohlídce nebyly podrobněji diagnostikovány, přičemž bez provedení sond nelze způsob založení zjistit. |
|-----|--|

2. Mostní podpěry, křídla, čelní zdi

- | | | |
|-----|----------------|--|
| 2.1 | Mostní podpěry | Mostní opěry jsou zděné z lomového kamene. Povrchová úprava opěr je provedena stříkaným betonem (torkret). |
| 2.2 | Křídla | Mostní křídla jsou šikmá, zděná z lomového kamene. |
| 2.3 | Čelní zdi | Čelní zdi jsou na obou stranách konstrukce zděné z lomového kamene. |

3. Nosná konstrukce, ložiska, klouby, mostní závěry

- | | | |
|-----|------------------|---|
| 3.1 | Nosná konstrukce | Most o jednom poli. Nosnou konstrukci tvoří segmentová klenba vyžděná z lomového kamene, která je na návodní straně rozšířena o cca 2.0 m z betonu. Podhled nosné konstrukce je opatřen krycí vrstvou ze stříkaného betonu (torkret). |
| 3.2 | Ložiska | Ložiska nejsou na konstrukci tohoto typu provedena. |
| 3.3 | Mostní závěry | Mostní závěry nejsou na konstrukci tohoto typu prováděny. |

4. Mostní svršek - vozovka, izolační systém, chodníky, římsy, kolejový svršek, zálivky

- | | | |
|-----|---------|---|
| 4.1 | Vozovka | Vozovka na mostě je s živичným krytem se zpevněnou krajnicí na levé straně a s nezpevněnou krajnicí na pravé straně. Příčný sklon vozovky je jednostranný levý, podélný sklon je proti směru staničení. Odrazné proužky nejsou vytvořeny. |
|-----|---------|---|

| | | |
|-----|-----------------|--|
| 4.2 | Izolační systém | Hydroizolaci nelze zjistit bez provedení sond. |
| 4.3 | Chodníky | Chodníky nejsou na mostě provedeny. Obrubníky nejsou na mostě osazeny. |
| 4.4 | Římsy | Mostní římsy jsou na obou stranách mostu železobetonové monolitické. |

5. Mostní vybavení - záchytná, ochranná a revizní zařízení; dopravní značení, osvětlení, odvodňovací zařízení

| | | |
|-----|----------------------|---|
| 5.1 | Záchytná zařízení | Na mostě jsou na pravé i levé straně různá zábradlí. Na levé straně ocelové s vodorovnou výplní se dvěma madly, na pravé straně ocelové se svislou výplní. Výška zábradlí je na pravé povodní straně 1,15 m od římsy, na levé návodní straně 0,85 m od římsy. Svodidla nejsou na mostě osazena. |
| 5.2 | Ochranná zařízení | Žádná ochranná zařízení nejsou na mostě umístěna. |
| 5.3 | Revizní zařízení | Žádná revizní zařízení nejsou na mostě umístěna. |
| 5.4 | Dopravní značení | Tabulky s evidenčními čísly jsou na mostě osazeny. Dopravní značení omezující zatížitelnost B13 – 5 t, B14 - 4 t a dodatková tabulka E5 - 23 t je osazeno na obou stranách mostu. Jiné dopravní značení na mostě není. |
| 5.5 | Odvodňovací zařízení | Odvodnění mostu je provedeno příčným a podélným sklonem vozovky mimo most. |

6. Cizí zařízení

| | | |
|-----|-------------------|--|
| 6.1 | Vedení, chráničky | Na povodní straně mostu podél římsy je umístěna ocelová chránička průměru 35 mm. |
|-----|-------------------|--|

7. Území pod mostem a přístupové cesty

| | | |
|-----|------------------|--|
| 7.1 | Území pod mostem | Území pod mostem tvoří koryto potoka Balinka. Dno pod mostem je zpevněno kamennou zádláždou. |
| 7.2 | Přístupové cesty | Přístupové cesty pod most tvoří mírné svahy s nízkými nábřežními zdmi z lomového kamene. |

C. STAV A ZÁVADY ČÁSTÍ MOSTU

2. Mostní podpěry, křídla, čelní zdi

| | |
|-----|--|
| 2.1 | Křídla porostlá mechem. Spárování kamenného zdiva křídel se místy drolí. Čelní zeď na návodní straně zvlhlá a porostlá mechem. |
|-----|--|

3. Nosná konstrukce

| | |
|-----|---|
| 3.1 | Na spodním líci NK torkret místy odpadá, patrné stopy průsaků z horní části konstrukce. |
|-----|---|

5. Vozovka, chodníky, římsy, kolejový svršek, zálivky

| | |
|-----|---|
| 5.1 | Vozovka je převrstvená a vykazuje podélné trhliny. Uchycená vegetace na levé krajnici. Římsy porostlé mechem. |
|-----|---|

8. Svodidla, zábradelní svodidla, zábradlí, dopravní značení a označení mostu

| | |
|-----|---|
| 8.1 | Konstrukce zábradlí na levé straně je nevyhovující z hlediska výšky (výška zábradlí od římsy 0,85 m). Levé zábradlí je poškozeno nárazem. Zábradlí na obou stranách je porostlé mechem. |
|-----|---|

D. HODNOCENÍ PÉČE O MOST, VÝKONU BĚŽNÝCH PROHLÍDEK, KVALITY ÚDRŽBOVÝCH PRACÍ A PROVÁDĚNÝCH OPRAV, ZÁVADY MOSTNÍ EVIDENCE

Údržba se provádí v minimálním rozsahu v rámci možností správce

E. OPATŘENÍ NA ZKVALITNĚNÍ SPRÁVY OBJEKTU, NÁVRH NA ODSTRANĚNÍ ZJIŠTĚNÝCH ZÁVAD

6.periodicky

- Očistit křídla a čelní zeď od mechu.
- Očistit římsy od mechu.
- Očistit krajnice od uchycené vegetace.

3.odstranění nutno do 1 roku

- Vyspravit spárování zdiva křídel.

2.odstranění nutno do 5 let

- Nahradit nenormové zábradlí na levé straně normovým.

F. ZÁZNAM O PROJEDNÁNÍ OPATŘENÍ SE SPRÁVCEM MOSTU, STANOVENÍ DRUHU ÚDRŽBY A OPRAV, STANOVENÍ ZPŮSOBU A TERMÍNU ODSTRANĚNÍ ZÁVAD, PŘÍPADNÉ NAŘÍZENÍ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKY, STANOVENÍ PŘEDBĚŽNÉ CENY PRACÍ

Datum projednání :14.10.2013

Poznámka :

HPM byla projednána se zástupcem zadavatele p. Rosickým.

G. ROZHODNUTÍ O ZMĚNĚ ZATÍŽITELNOSTI A KLASIFIKAČNÍHO STUPNĚ STAVU NOSNÉ KONSTRUKCE A SPODNÍ STAVBY MOSTU

Stavební stav

Spodní stavba

Stavební stav: Koeficient stavebního stavu:
IV - Uspokojivý $a = 0,8$

Nosná konstrukce

Stavební stav: Koeficient stavebního stavu:
IV - Uspokojivý $a = 0,8$

Zatížitelnost

Způsob zjištění zatížitelnosti:

N (Způsob stanovení zatížitelnosti neznámý)

$V_n = 5 \text{ t}$

$V_r = 23 \text{ t}$

$V_e = 55 \text{ t}$

Použitelnost: II - Podmíněně použitelné

Maximální nápravový tlak = 4,0 t

Stanovený termín další hlavní prohlídky: září 2017

V souladu s článkem 5.3.1. ČSN 73 6221 - Prohlídky mostů pozemních komunikací, případně první hlavní prohlídku po provedení rekonstrukce mostu.



Pohled ve směru staničení.



Pohled proti směru staničení.



Pravá povodňá strana mostu



Levá návodní strana mostu. Čelní zeď porostlá mechem.



Odpadlý torkret na klenbě.



Zvlhlá čelní zeď na návodní straně.



Levé zábradlí poškozené nárazem.

DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI KAMENE KLENBY

TESTAV-LAB s.r.o.

Zkušební laboratoř stavebních hmot a výrobků

Chodská 545/7, 460 07 Liberec III-Jeřáb

Tel. : 485151265

Fax : 485150496

E-mail : testav-lab@raz-dva.cz

Společnost je zapsaná do obchodního rejstříku Krajského soudu v Ústí nad Labem v oddílu C, vložka 13890 dne 11. 05. 1998. IČ: 25036645, DIČ: CZ25036645

Zpráva č. 016/2018

O zkoušce stanovení pevnosti kamene v prostém tlaku na odebraných vývrtech

Počet výtisků : 3

Výtisk číslo :

Počet stran :2

Rozdělovník : výtisk č. 1 a č. 2 - zákazník

výtisk č. 3 - archiv TESTAV-LAB s.r.o.

V Liberci dne: 16. 04. 2018

Údaje o zákazníkovi:

Zákazník - Diagnostika stavebních konstrukcí, s.r.o.
Ul. Svobody 814/95
460 15 Liberec 15

Objednávka - ze dne 11. 04. 2018

Údaje o zpracovateli protokolu:

Řešitelské pracoviště - TESTAV – LAB s.r.o.
ul. Chodská 7, 46010 Liberec 3
Chodská 545/7, 460 07 Liberec III-Jeřáb

Odběr vzorků - Proveden zákazníkem

Provedení zkoušek - M. Pecháč

Předmět zkoušky - 5 ks jádrových vývrtů z kamene.

Zkušební vzorky - Dne 11. 04. 2018 doručil zástupce objednavatele do zkušební laboratoře 5 ks jádrových vývrtů z kamene průměru 45 mm. Zkušební vzorky byly označeny zákazníkem č. 1, 2, 3, 4 a 5, akce „MOST ARNOLEC ev.č. 348-017“.

Do zahájení zkoušky byly uloženy v přirozeném prostředí zkušební laboratoře.

Rozsah zkoušek - Před zkouškou byly ložné plochy vzorků zarovnaný. Zkoušky byly provedeny podle zákazníkem odsouhlaseného zkušebního postupu dle ČSN EN 1926 (vydání červenec 2007). Zkušební měřidla a zařízení jsou metrologicky navázána. Zkoušky byly zahájeny 16. 04. 2018. Zkoušky byly ukončeny 16. 04. 2018.

Výsledky zkoušek tabulka č. 1:

Tabulka č. 1

| Zkušební vzorek č. | Rozměry v mm | | Tlačná plocha (mm ²) | Maximální zatížení při porušení | Pevnost kamene N/mm2 |
|--------------------|--------------|-------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| | průměr | výška | | N | N/mm2 |
| 1 | 45 | 45 | 1590 | 62000 | 39,0 |
| 2 | 45 | 45 | 1590 | 55000 | 34,6 |
| 3 | 45 | 45 | 1590 | 48000 | 30,2 |
| 4 | 45 | 45 | 1590 | 52000 | 32,7 |
| 5 | 45 | 45 | 1590 | 98000 | 61,6 |

Upozornění:

Stížnost nebo námitku proti výsledkům zkoušek lze podat do 15 dnů od obdržení protokolu k rukám vedoucího laboratoře Ing. M. Zahradníka.

Výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušeného vzorku.

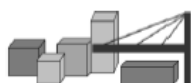
Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře nesmí být tento protokol reprodukován jinak než celý.

Ing. Miloš Zahradník
vedoucí zkušební laboratoře

--- KONEC ZPRÁVY ---

PŘÍLOHA č.5

NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI BETONU KLENBY ROZŠÍŘENÍ



Diagnostika stavebních konstrukcí s.r.o.

Svobody 814 Liberec 15 460 15, tel.482750583, fax 482750584 mobil 603711985, 724034307

e-mail:diagnostika.lb@volny.cz

ULTRAZVUKOVÁ IMPULZNÍ METODA - PROCEQ TICO
FREKVENCE SONDY f: 54 000 Hz

OBJEKT/KONSTRUKCE : **Most ev.č.348-017 ARNOLEC - UZ1**

OBJEMOVÁ HMOTNOST: 2250 kg/m³

Te= 21 milisek(ms) Tem= 26,1 milisek

Tm= 5,1 milisek L = 200 mm

MĚŘENÍ Ti (ms) Ti-Tm (ms) v_L (m/s) PRŮMĚR (m/s)

50,9 45,8 4367

50,8 45,7 4376 4348 $\lambda = v_L/f$ 0,081 m

51,6 46,5 4301

ROZMĚRNOST PROSTŘEDÍ

a)jednorozměrné :a < 0,2λ (a < λ/5)

ad a) i=1

b)dvojitrozměrné :t < 0,2λ (t < λ/5)

ad b) i=2

c)trojitrozměrné :a > 2λ (λ < a/2)

ad c) i=3

:b > 2λ (λ < a/2)

:d > 2λ (λ < a/2)

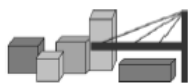
(dle tab.1 ČSN pro Poissonovu konst. 0,2-0,24 zvoleno k_i² = 1,1111

DYNAMICKÝ MODUL PRUŽNOSTI BETONU V TLAKU (V TAHU) E_{cu} MPa

E_{cu}(MPa) = 2250 (kg/m³) * v_L² (m/s) * 1/k_i² * 10⁻⁶

E_{cu}(MPa) = 38285

NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI BETONU KLENBY ROZŠÍŘENÍ



Diagnostika stavebních konstrukcí s.r.o.

Svobody 814 Liberec 15 460 15, tel.482750583, fax 482750584 mobil 603711985, 724034307

e-mail:diagnostika.lb@volny.cz

ULTRAZVUKOVÁ IMPULZNÍ METODA - PROCEQ TICO

FREKVENCE SONDY f: 54 000 Hz

OBJEKT/KONSTRUKCE : **Most ev.č.348-017 ARNOLEC - UZ2**

OBJEMOVÁ HMOTNOST: 2250 kg/m³

Te= 21 milisek(ms) Tem= 26,1 milisek

Tm= 5,1 milisek L = 200 mm

MĚŘENÍ Ti (ms) Ti-Tm (ms) v_L (m/s) PRŮMĚR (m/s)

50,1 45,0 4444

49,9 44,8 4464 4403

51,6 46,5 4301

$\lambda = v_L / f$ 0,082 m

ROZMĚRNOST PROSTŘEDÍ

a)jednorozměrné :a < 0,2λ (a < λ/5)

ad a) i=1

b)dvojitrozměrné :t < 0,2λ (t < λ/5)

ad b) i=2

c)trojrozměrné :a > 2λ (λ < a/2)

ad c) i=3

:b > 2λ (λ < a/2)

:d > 2λ (λ < a/2)

(dle tab.1 ČSN pro Poissonovu konst. 0,2-0,24 zvolen $k_i^2 = 1,1111$

DYNAMICKÝ MODUL PRUŽNOSTI BETONU V TLAKU (V TAHU) Ecu MPa

Ecu(MPa) = 2250 (kg/m³) * v_L² (m/s) * 1/k_i² * 10⁻⁶

Ecu(MPa) = 39263

NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY PEVNOSTI BETONU KLENBY ROZŠÍŘENÍ



Diagnostika stavebních konstrukcí s.r.o.

Svobody 814 Liberec 15 460 15, tel.482750583, fax 482750584 mobil 603711985, 724034307

e-mail:diagnostika.lb@volny.cz

ULTRAZVUKOVÁ IMPULZNÍ METODA - PROCEQ TICO
FREKVENCE SONDY f : 54 000 Hz

OBJEKT/KONSTRUKCE : **Most ev.č.348-017 ARNOLEC - UZ3**

OBJEMOVÁ HMOTNOST: 2250 kg/m³

Te= 21 milisek(ms)

Tem= 26,1 milisek

Tm= 5,1 milisek

L = 200 mm

MĚŘENÍ T_i (ms) $T_i - T_m$ (ms) v_L (m/s) PRŮMĚR (m/s)

50,3 45,2 4425

50,1 45,0 4444 4425

50,5 45,4 4405

$\lambda = v_L / f$ 0,082 m

ROZMĚRNOST PROSTŘEDÍ

a)jednorozměrné : $a < 0,2\lambda$ ($a < \lambda/5$)

ad a) $i=1$

b)dvojitrozměrné : $t < 0,2\lambda$ ($t < \lambda/5$)

ad b) $i=2$

c)trojitrozměrné : $a > 2\lambda$ ($\lambda < a/2$)

ad c) $i=3$

: $b > 2\lambda$ ($\lambda < a/2$)

: $d > 2\lambda$ ($\lambda < a/2$)

(dle tab.1 ČSN pro Poissonovu konst. 0,2-0,24 zvoleno $k_i^2 = 1,1111$

DYNAMICKÝ MODUL PRUŽNOSTI BETONU V TLAKU (V TAHU) E_{cu} MPa

$E_{cu}(\text{MPa}) = 2250 (\text{kg/m}^3) * v_L^2 (\text{m/s}) * 1/k_i^2 * 10^{-6}$

$E_{cu}(\text{MPa}) = 39648$

NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY MALTY KLENBY



DIAGNOSTIKA STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ s.r.o

Svobody 814, Liberec 15, 460 15, tel. 482 750 583, fax 482 750 584, mobil 603 711 985, 724 034 307,
email: diagnostika.lb@volny.cz

PEVNOST ZDÍČÍCH PRVKŮ A MALTY

Materiál: Malta

Přístroj: Elektrická Kučerova vrtačka typ PZZ 01 - 008

Objednavatel: KSUSV

Stavba: most ev č 348-017, Arnolec

Konstrukce: zdivo kamenné klenby

Datum a čas provedení zkoušky: 10.4.2018 / 9:00

Počet zkušebních míst: 8

Kalibrační součinitel: $\alpha = 1,00$

| | 1 | 2 | 3 | d_m | $R_{m,q}$ | α | $R_{m,p} = \alpha \cdot R_{m,q}$ |
|---|----|----|----|-------|-----------|----------|----------------------------------|
| 1 | 75 | 77 | 71 | 74,3 | 0,73 | 1,00 | 0,73 |
| 2 | 69 | 77 | 66 | 70,7 | 0,79 | 1,00 | 0,79 |
| 3 | 71 | 72 | 68 | 70,3 | 0,79 | 1,00 | 0,79 |
| 4 | 75 | 76 | 77 | 76,0 | 0,71 | 1,00 | 0,71 |
| 5 | 68 | 68 | 70 | 68,7 | 0,82 | 1,00 | 0,82 |
| 6 | 81 | 77 | 78 | 78,7 | 0,68 | 1,00 | 0,68 |
| 7 | 65 | 79 | 70 | 71,3 | 0,78 | 1,00 | 0,78 |
| 8 | 78 | 80 | 71 | 76,3 | 0,71 | 1,00 | 0,71 |

Průměrná hodnota

$R_m = 0,75 \text{ MPa}$

$s_r = 0,05 \text{ MPa}$

$t_n = 0,5$

Pevnost malty

$R = 0,73 \text{ MPa}$

CHEMICKÉ ZKOUŠKY-OBSAH CHLORIDOVÝCH IONTŮ V BETONU KLENBY ROZŠÍŘENÍ



Protokol o zkoušce

| | | | |
|-----------------------------|--|-----------------------|---|
| Zakázka | : PR1831966 | Datum vystavení | : 16.4.2018 |
| Zákazník | : Diagnostika stavebních konstrukcí s.r.o. | Laboratoř | : ALS Czech Republic, s.r.o. |
| Kontakt | : Ing. Arnost Hlavacek | Kontakt | : Zákaznický servis |
| Adresa | : Svobody 814 460 15 Liberec 15 | Adresa | : Na Harfě 336/9 Praha 9 - Vysočany 190 00 Česká republika |
| E-mail | : diagnostika.lb@volny.cz | E-mail | : customer.support@alsglobal.com |
| Telefon | : +420 482750583 | Telefon | : +420 226 226 228 |
| Fax | : +420 482750584 | Fax | : +420 284 081 635 |
| Projekt | : Most 348-017 Arnolec | Stránka | : 1 z 2 |
| Číslo objednávky | : ---- | Datum přijetí vzorků | : 11.4.2018 |
| Číslo předávacího protokolu | : ---- | Číslo nabídky | : PR2014DIAST-CZ0358 (CZ-112-14-0505_V2) |
| Místo odběru | : ---- | Datum zkoušky | : 12.4.2018 - 16.4.2018 |
| Vzorkoval | : zákazník | Úroveň řízení kvality | : Standardní QC dle ALS ČR interních postupů |

Poznámky

Bez písemného souhlasu laboratoře se nesmí protokol reprodukovat jinak, než celý.

Laboratoř prohlašuje, že výsledky zkoušek se týkají pouze vzorků, které jsou uvedeny na tomto protokolu.

Za správnost odpovídá

Jméno oprávněné osoby
Zdeněk Jiráček

Pozice
Environmental Business Unit
Manager

Zkušební laboratoř č. 1163, akreditovaná
ČIA dle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005



PŘÍLOHA č.8

CHEMICKÉ ZKOUŠKY-OBSAH CHLORIDOVÝCH IONTŮ V BETONU KLENBY ROZŠÍŘENÍ

Datum vystavení : 16.4.2018
Stránka : 2 z 2
Zakázka : PR1831966
Zákazník : Diagnostika stavebních konstrukcí s.r.o.



Výsledky zkoušek

| Matrice: BETON | | | | Název vzorku | C1/1 | C1/2 | ---- | |
|------------------------------|------------|------|------------|-------------------------|-----------------|-----------------|---------|-------------|
| | | | | Identifikace vzorku | PR1831966-001 | PR1831966-002 | ---- | |
| | | | | Datum odběru/čas odběru | 11.4.2018 00:00 | 11.4.2018 00:00 | ---- | |
| Parametr | Metoda | LOQ | Jednotka | Výsledek | NM | Výsledek | NM | Výsledek NM |
| fyzikální parametry | | | | | | | | |
| sušina při 105 °C | S-DRY-GRCI | 0.10 | % | 96.7 | ± 0.0% | 96.1 | ± 0.0% | ---- |
| anorganické parametry | | | | | | | | |
| chloridy | S-CL-TIT | 100 | mg/kg suš. | 41 | ± 0.4% | 1340 | ± 10.2% | ---- |

Pokud zákazník neuvede datum a čas odběru vzorků, laboratoř uvede jako datum odběru datum přijetí vzorku do laboratoře a je uvedeno v závorce. Pokud je čas vzorkování uveden 0:00 znamená to, že zákazník uvedl pouze datum a neuvedl čas vzorkování. Nejistota je rozšířená nejistota měření odpovídající 95% intervalu spolehlivosti s koeficientem rozšíření k = 2.

Vysvětlivky: LOQ = Mez stanovitelnosti; NM = Nejistota měření

Konec výsledkové části protokolu o zkoušce

Přehled zkušebních metod

| Analytické metody | Popis metody |
|--|--|
| Místo provedení zkoušky: Bendlova 1687/7 Česká Lípa Česká republika 470 01 | |
| S-CL-TIT | CZ_SOP_D06_07_023.B (ČSN EN 480-10) Stanovení chloridů potenciometrickou titrací a stanovení NaCl výpočtem z naměřených hodnot. Stanoveny jsou jen chloridy rozpustné ve vodě. |
| S-DRY-GRCI | CZ_SOP_D06_01_045 (ČSN ISO 11465, ČSN EN 12880, ČSN EN 14346), CZ_SOP_D06_07_046 (ČSN ISO 11465, ČSN EN 12880, ČSN EN 14346, ČSN 46 5735), Stanovení sušiny gravimetricky a stanovení vlhkosti výpočtem z naměřených hodnot. |
| Přípravné metody | Popis metody |
| Místo provedení zkoušky: Bendlova 1687/7 Česká Lípa Česká republika 470 01 | |
| * S-PPHOM2 | Sušení a sítování vzorků na zrnitost < 2 mm. |

Symbol "*" u metody značí neakreditovanou zkoušku laboratoře nebo subdodavatele. V případě, že laboratoř použila pro neakreditovanou nebo nestandardní matrici vzorku postup uvedený v akreditované metodě a vydává neakreditované výsledky, je tato skutečnost uvedena na titulní straně tohoto protokolu v oddílu „Poznámky“. Jsou-li na protokolu o zkoušce výsledky subdodávky, je místo provedení zkoušky mimo laboratoře ALS Czech Republic, s.r.o.

Způsob výpočtu sumačních parametrů je k dispozici na vyžádání v zákaznickém servisu.

FOTODOKUMENTACE

FOTO č.1

Místa provedení sond SK1 a SK2 do vozovky.

FOTO č.2

Místa provedení kopané sondy KS1.

FOTO č.3

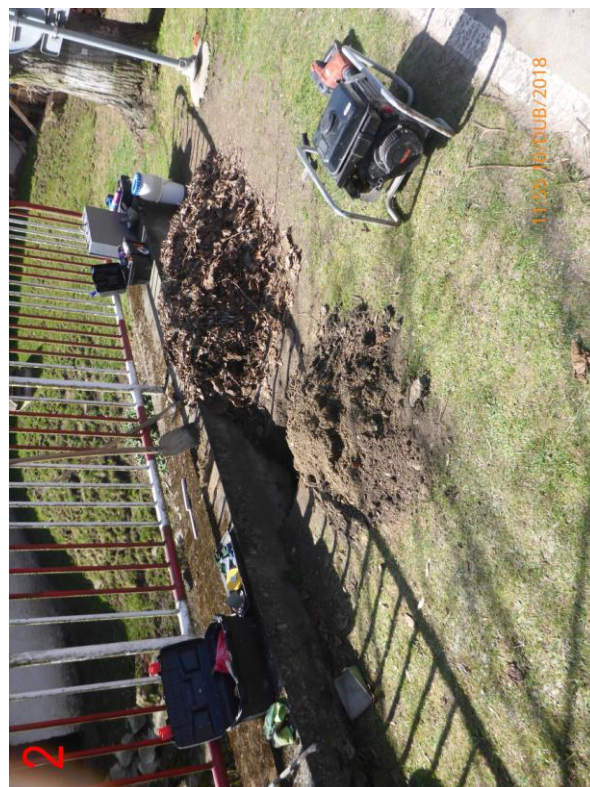
Úprava provedení křídla opěry 1 vpravo.

FOTO č.4

Úprava provedení křídla opěry 2 vpravo.

Pozn.: Podrobná fotodokumentace prvků mostu a poruch byla provedena v rámci mimořádné prohlídky mostu, která je v této zprávě uvedena jako příloha č.10.

FOTODOKUMENTACE



MIMOŘÁDNÁ PROHLÍDKA MOSTU

Most 348 - 017

Most přes potok Balinku v obci Arnolec

MIMOŘÁDNÁ PROHLÍDKA



Objekt: Most ev. č. 348 - 017 (Most přes potok Balinku v obci Arnolec)

Okres: Jihlava

Prohlídku provedla firma: Diagnostika stavebních konstrukcí s.r.o., Liberec

Prohlídku provedl: Ing. Arnošt Hlaváček, Ing. Karel Čapek, Ing. Arnošt Hlaváček ml.

Datum provedení prohlídky: 10.4.2018

Poznámka: Mimořádná prohlídka mostu proběhla jako součást diagnostického průzkumu mostu. Součástí diagnostického průzkumu je také přepočet zatížitelnosti mostu, který je zohledněn v závěrech této mimořádné prohlídky.

Počasí v době provádění prohlídky: jasno a polojasno

Teplota vzduchu: 10 až 15 °C

Teplota NK: 10 °C

A. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo komunikace: 348

Staničení km: 38,305

Ev. č. mostu: 348 - 017

Název objektu: Most přes potok Balinku v obci Arnolec

Staničení ve směru: od Polná do Měřín

Způsob zpřístupnění: Most přístupný po svazích zemního tělesa a z koryta.

B. POPIS ČÁSTÍ MOSTU

1. Základy mostních podpěr a křídel

- | | |
|-----|--|
| 1.1 | Základy mostních podpěr jsou nepřístupné. Při prohlídce nebyly podrobněji diagnostikovány, přičemž bez provedení sond nelze způsob založení zjistit. |
|-----|--|

2. Mostní podpěry, křídla, čelní zdi

- | | | |
|-----|----------------|--|
| 2.1 | Mostní podpěry | Mostní opěry jsou zděné z lomového kamene. Povrchová úprava opěr je provedena stříkaným betonem (torkret). |
| 2.2 | Křídla | Mostní křídla jsou šikmá, zděná z lomového kamene. Vpravo jsou křídla krátká masivní (polokruhový a šípovitý tvar). Vlevo přecházejí do zdí hráze rybníka a do zdi opěrné za mostem. |
| 2.3 | Čelní zdi | Čelní zdi jsou na obou stranách konstrukce zděné z lomového kamene. |

3. Nosná konstrukce, ložiska, klouby, mostní závěry

- | | | |
|-----|------------------|---|
| 3.1 | Nosná konstrukce | Most o jednom poli. Nosnou konstrukci tvoří segmentová klenba vyzděná z lomového kamene, která je na návodní straně (vlevo) rozšířena o cca 2.0m železobetonovou klenbou s nepřesným tvarem v patě. Podhled nosné konstrukce je opatřen krycí vrstvou ze stříkaného betonu (torkret). Kamenná klenba je vyzděna v ploše podhledu z malých kamenů s lokálními zabudovanými úlomky cihel. |
| 3.2 | Ložiska | Ložiska nejsou na konstrukci tohoto typu provedena. |
| 3.3 | Mostní závěry | Mostní závěry nejsou na konstrukci tohoto typu prováděny. |

4. Mostní svršek - vozovka, izolační systém, chodníky, římsy, kolejový svršek, zálivky

| | | |
|-----|-----------------|---|
| 4.1 | Vozovka | Vozovka na mostě je s živičným krytem se zpevněnou krajnicí na levé straně a s nezpevněnou krajnicí na pravé straně. Příčný sklon vozovky je jednostranný levý, podélný sklon je proti směru staničení. Odrazné proužky nejsou vytvořeny. |
| 4.2 | Izolační systém | Hydroizolace nebyla při sondážních pracích zjištěna. |
| 4.3 | Chodníky | Chodníky nejsou na mostě provedeny. Obrubníky nejsou na mostě osazeny. |
| 4.4 | Římsy | Mostní římsy jsou na obou stranách mostu železobetonové monolitické. |

5. Mostní vybavení - záchytná, ochranná a revizní zařízení; dopravní značení, osvětlení, odvodňovací zařízení

| | | |
|-----|----------------------|---|
| 5.1 | Záchytná zařízení | Na mostě jsou na pravé i levé straně různá zábradlí. Na levé straně ocelové s vodorovnou výplní se dvěma madly, na pravé straně ocelové se svislou výplní. Výška zábradlí je na pravé povodní straně 1,15 m od římsy, na levé návodní straně 0,85 m od římsy. Svodidla nejsou na mostě osazena. |
| 5.2 | Ochranná zařízení | Žádná ochranná zařízení nejsou na mostě umístěna. |
| 5.3 | Revizní zařízení | Žádná revizní zařízení nejsou na mostě umístěna. |
| 5.4 | Dopravní značení | Tabulky s evidenčními čísly jsou na mostě osazeny. Dopravní značení omezující zatížitelnost B13 – 5 t, B14 - 4 t a dodatková tabulka E5 - 23 t je osazeno na obou stranách mostu. Jiné dopravní značení na mostě není. |
| 5.5 | Odvodňovací zařízení | Odvodnění mostu je provedeno příčným a podélným sklonem vozovky mimo most. |

6. Cizí zařízení

| | | |
|-----|-------------------|--|
| 6.1 | Vedení, chráničky | Na povodní straně mostu podél římsy je umístěna ocelová chránička průměru 35 mm. |
|-----|-------------------|--|

7. Území pod mostem a přístupové cesty

| | | |
|-----|------------------|--|
| 7.1 | Území pod mostem | Území pod mostem tvoří koryto potoka Balinka. Dno pod mostem je zpevněno kamennou zádlazbou. |
| 7.2 | Přístupové cesty | Přístupové cesty pod most tvoří mírné svahy s nízkými nábrežními zdmi z lomového kamene. |

C. STAV A ZÁVADY ČÁSTÍ MOSTU

2. Mostní podpěry, křídla, čelní zdi

| | | |
|-----|--|--|
| 2.1 | | Křídla porostlá mechem. Spárování kamenného zdiva křídel se místy drolí a vypadává. Čelní zeď na návodní straně (vlevo) zvlhlá a porostlá mechem. Patrné průsaky v patě opěry 1 vlevo. Na vtoku (vlevo) patrné odtržení vršku klenby od čelní zdi. |
|-----|--|--|

3. Nosná konstrukce

| | | |
|-----|--|--|
| 3.1 | | Na spodním líci NK torkret plošně odpadá, patrné četné stopy průsak na podhledu konstrukce. Malta pod torkretem promáčená a degradovaná vlhkostí |
|-----|--|--|

5. Vozovka, chodníky, římsy, kolejový svršek, zálivky

- 5.1 Vozovka je převrstvená. Římsy porostlé mechem. Vpravo nezpevněná krajnice s travním porostem a kupou suchého listí u římsy.

8. Svodidla, zábradelní svodidla, zábradlí, dopravní značení a označení mostu

- 8.1 Konstrukce zábradlí na levé straně je nevyhovující z hlediska výšky (výška zábradlí od římsy 0,85 m). Levé zábradlí je poškozeno nárazem.

11. Území pod mostem a přístupové cesty

- 11.1 Pod mostem na výtoky porušené zabetonování dna. Podemletí navazující regulace a křídla opěry 2.
- 11.2. Vlevo u opěry 1 havarijní stav navazující zídky výpusti rybníka. Hrozí havárie rybníka.

D. HODNOCENÍ PÉČE O MOST, VÝKONU BĚŽNÝCH PROHLÍDEK, KVALITY ÚDRŽBOVÝCH PRACÍ A PROVÁDĚNÝCH OPRAV, ZÁVADY MOSTNÍ EVIDENCE

Údržba se provádí v minimálním rozsahu.

E. OPATŘENÍ NA ZKVALITNĚNÍ SPRÁVY OBJEKTU, NÁVRH NA ODSTRANĚNÍ ZJIŠTĚNÝCH ZÁVAD

1.odstranění ihned

- Projednat havarijní stav navazující zdi rybníka se správcem (majitelem) rybníka
- Je třeba změnit SDZ. Osadit dopravní značku B13 s hodnotou normální zatížitelnosti 5t a značku B14 s hodnotou zatížitelnosti na nápravu 4,2t

6.periodicky

- Očistit křídla a čelní zeď od mechu.
- Očistit římsy od mechu.
- Očistit krajnici od složené hromady listí.

3.odstranění nutno do 1 roku

- Vyspravit spárování zdiva křídel.

2.odstranění nutno do 5 let

- Nahradit nenormové zábradlí na levé straně normovým.
- Plánovat celkovou rekonstrukci mostu

F. ZÁZNAM O PROJEDNÁNÍ OPATŘENÍ SE SPRÁVCEM MOSTU, STANOVENÍ DRUHU ÚDRŽBY A OPRAV, STANOVENÍ ZPŮSOBU A TERMÍNU ODSTRANĚNÍ ZÁVAD, PŘÍPADNÉ NAŘÍZENÍ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKY, STANOVENÍ PŘEDBĚŽNÉ CENY PRACÍ

Datum projednání : Provedeno v rámci diagnostického průzkumu mostu.

G. ROZHODNUTÍ O ZMĚNĚ ZATÍŽITELNOSTI A KLASIFIKAČNÍHO STUPNĚ STAVU NOSNÉ KONSTRUKCE A SPODNÍ STAVBY MOSTU

Stavební stav

Spodní stavba

Stavební stav: Koeficient stavebního stavu:

V - Špatný $a = 0,6$

Nosná konstrukce

Stavební stav: Koeficient stavebního stavu:

V - Špatný $a = 0,6$

Zatížitelnost

Způsob zjištění zatížitelnosti:

V – EN R (Způsob stanovení zatížitelnosti podrobným statickým výpočtem 2018)

$$V_n = 9 \times 0,6 = 5 \text{ t}$$

$$V_r = 9 \times 0,6 = 5 \text{ t}$$

$$V_e = 158 \times 0,6 = 55 \text{ t}$$

Použitelnost: II - Podmíněně použitelné

Maximální nápravový tlak = 4,2 t

- Stav mostu v předloženém ML se mění. Je třeba upravit záznam

- Zatížitelnost uváděná v ML je třeba změnit

Stanovený termín další hlavní prohlídky: duben 2020

V souladu s článkem 5.3.1. ČSN 73 6221 - Prohlídky mostů pozemních komunikací, případně první hlavní prohlídku po provedení rekonstrukce mostu.



Pohled ve směru staničení. Hromada Listí u římsy vpravo



Pohled proti směru staničení.



Levá strana mostu s havarijním stavem zídky u stavidla rybníka, průsaky v patě opěry 1 vlevo, čelní zeď porostlá mechem



Pravá strana mostu. Dvě masivní křídla. Křídlo opěry 1 půlkulaté. Křídlo opěry 2 šípovité. Podemletí křídla opěry 2 a navazující zdi regulace potoka.



Odpadlý torkret na klenbě.



Cihly v konstrukci klenby



Levé zábradlí poškozené nárazem.



Podemletí křídla opěry 2 v místě rozpadu betonu dna a podemletí dna.



Průsaky v patě opěry 1 vlevo na straně u rybníka.


STATICKÝ PŘEPOČET ZATÍŽITELNOSTI A NÁVRHY OPRAVY

PŘÍLOHA č.11



348-017

Arnolec most přes potok Balinka

| | | | | | |
|--|---------------------------------|----------------|--|-------------|---------------|
| <div>VANER</div> <div><small>s. r. o.</small></div> <div><small>PROJEKTOVÁ KANCELÁŘ</small></div> | vypracoval | ING. T. HUMPAL |  | investor | KSUS Vysočina |
| | zodp. projektant | ING. T. HUMPAL | | zak. číslo | 18-04-024 |
| | techn. kontrola | ING. L. VANER | | datum | 04/2018 |
| | akce: | | | stupeň | ZAT |
| Mosty ve správě kraje Vysočina | | | | měřítka | |
| V Horkách 101/1 460 07 Liberec 9 tel. 485 152 532 | příloha: | | | č. přílohy: | paré: |
| | Statický výpočet zatížitelnosti | | | - | |

Statický výpočet zatížitelnosti

Obsah :

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | ÚVOD..... | 1 |
| 1.1 | VŠEOBECNĚ | 1 |
| 1.2 | POPIS KONSTRUKCE..... | 1 |
| 1.3 | PŘEDPOKLADY VÝPOČTU | 2 |
| 1.4 | LITERATURA | 2 |
| 2 | STATICKÝ VÝPOČET | 2 |
| 2.1 | GEOMETRIE..... | 2 |
| 2.1.1 | Schéma nosné konstrukce | 3 |
| 2.1.2 | Model | 5 |
| 2.2 | ZATÍŽENÍ..... | 7 |
| 2.2.1 | Stálé zatížení | 7 |
| 2.2.2 | Nahodilé zatížení..... | 8 |
| 2.2.3 | Sestavené zatěžovací stavy..... | 10 |
| 2.3 | VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL..... | 12 |
| 2.3.1 | Průběhy vnitřních sil..... | 12 |
| 2.4 | ZATÍŽITELNOST KLENBY | 16 |
| 2.4.1 | Výhradní dvounáprava..... | 17 |
| 2.4.2 | Výhradní třínáprava | 18 |
| 2.4.3 | Výhradní šestináprava | 19 |
| 2.5 | POSOUZENÍ ŽELEZOBETONOVÉHO OBLOUKU ROZŠÍŘENÍ..... | 19 |
| 3 | ZÁVĚR..... | 20 |


1 Úvod

1.1 Všeobecně

Jedná se o most ev.č.348-017 v Arnolci v okrese Jihlava kraj Vysočina. Most převádí komunikaci II. třídy přes potok Balinka.

1.2 Popis konstrukce

Nosná konstrukce mostu je charakteru šikmé kamenné klenby tloušťky 50cm o šikmé světlosti 2.8m. Vzepětí podhledu klenby činí 1.2m, výška nadnásypu ve vrcholu klenby je min.20cm. Kamenná klenba byla jednostranně rozšířena o 2.0m železobetonovým obloukem tloušťky 30cm.

| | | |
|--|---|--|
|  PROJECTOINKANZLÄR s. r. o. | Akce: Mosty ve správě kraje Vysočina Objekt: 348-017 Arnolec most přes potok Balinka | str.2 Statický výpočet zatížitelnosti |
|--|---|--|

1.3 Předpoklady výpočtu

Kolové tlaky v příčném směru rozneseny na roznášecí šířku přes vrstvy vozovky. Uvažují rovinný model šířky 1.0m.

Vliv šikmosti je zanedbán, naproti tomu je uvažováno šikmé rozpětí. Rovněž vliv zatížení od říms a zábradlí je zanedbatelný.

Výpočet zatížitelnosti je omezen na únosnost klenby v podélném směru, stavební stav konstrukce je zohledněn součinitelem stavebního stavu.

1.4 Literatura

Normy:

- ČSN 73 6220/2011 Evidence mostů pozemních komunikací
- ČSN 73 6221/2016 Prohlídky mostů pozemních komunikací
- ČSN 73 6222/2013 Zatížitelnost mostů pozemních komunikací

Programy:

- FEAT'2000 SCIA s.r.o., řešení konstrukcí metodou konečných prvků

Podklady:

- Mostní list
- Hlavní mostní prohlídka
- Diagnostický průzkum

Literatura:

- Statické tabulky

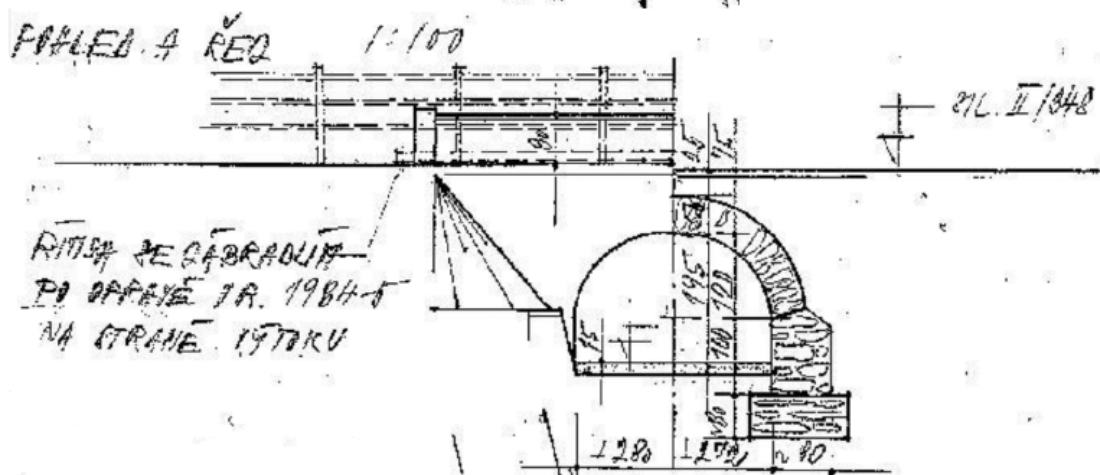
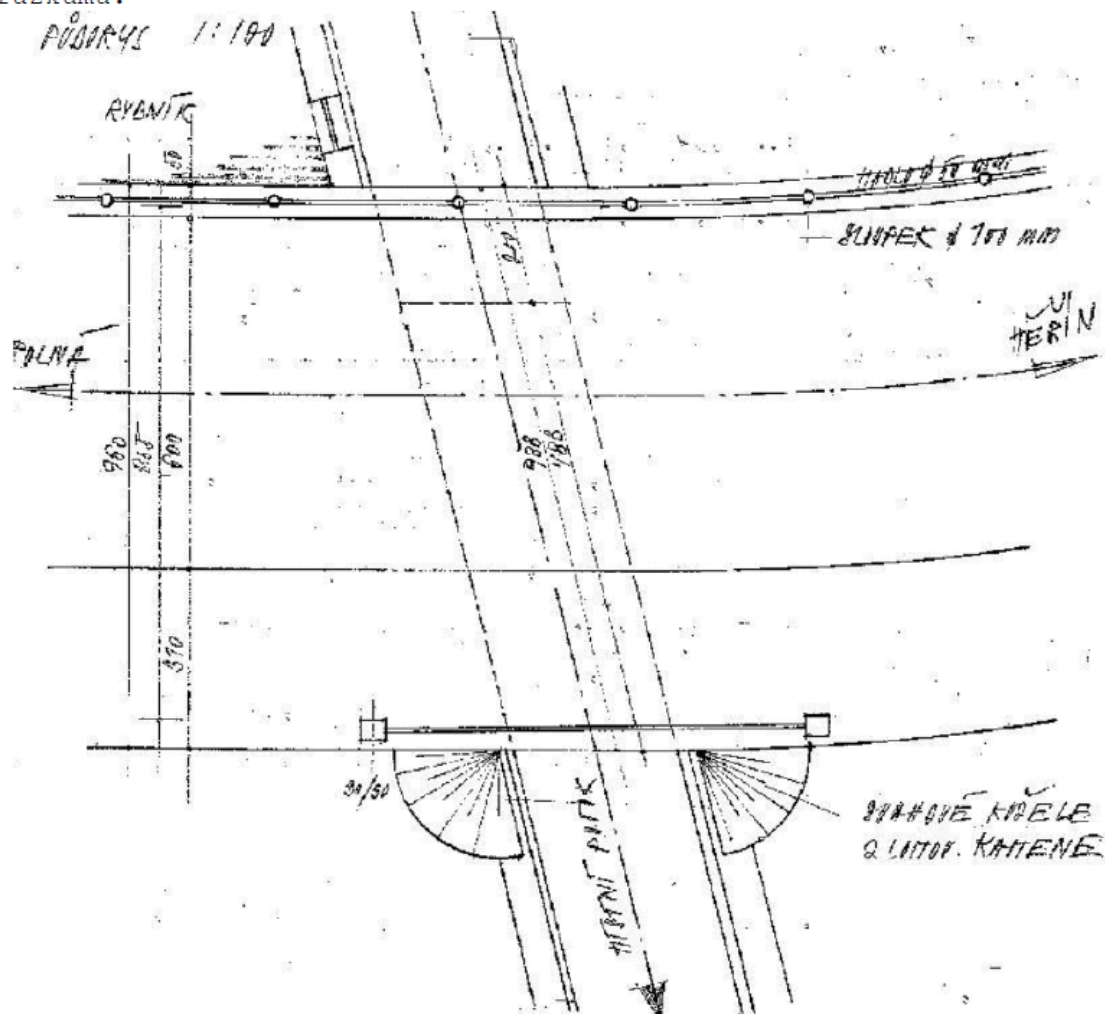
2 Statický výpočet

2.1 Geometrie

Tvar a základní rozměry mostu jsou patrné z příložených schémat. Vlastní model je uvažován jako rovinná konstrukce, kde vlastní klenba je modelována prutovými prvky a nadnásyp stěnodeskovými prvky. Šířka rovinného modelu je zvolena jako jednotková, tedy 1.0m, s tím, že zatížení je rozneseno na metr šířky. Roznos do délky zajišťují stěnodeskové prvky nadnásypu. S ohledem na značné množství údajů o modelu jsou přiložena pouze vybraná data a schémata, kompletní vstupy i výstupy jsou archivovány u zpracovatele statického výpočtu.

2.1.1 Schéma nosné konstrukce

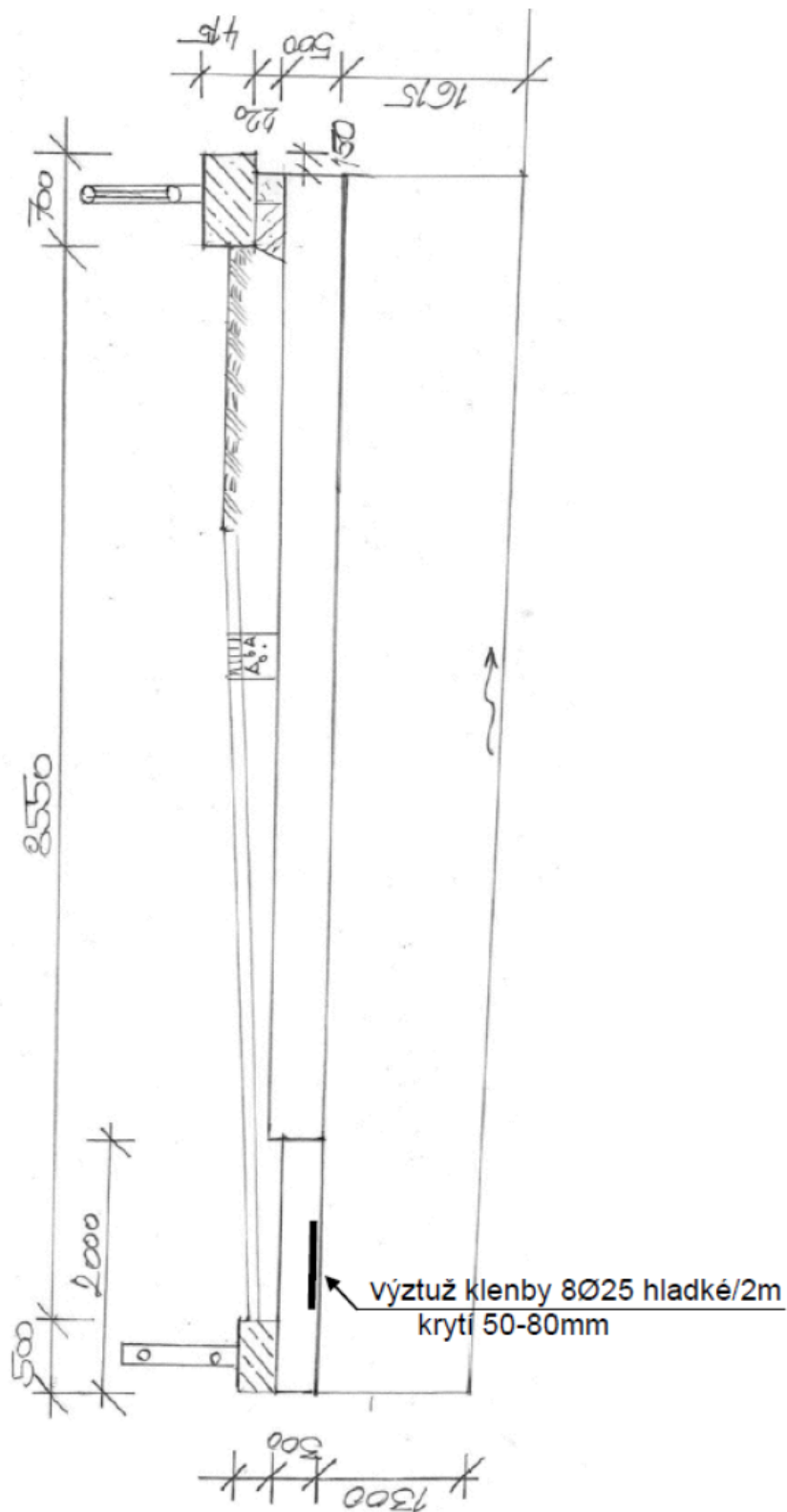
Tvar mostu je převzatý z mostního listu a diagnostického průzkumu.



VANER

Akce: Mosty ve správě kraje Vysočina
Objekt: 348-017 Arnolec most přes potok Balinka

str. 4
Statický výpočet zatížitelnosti

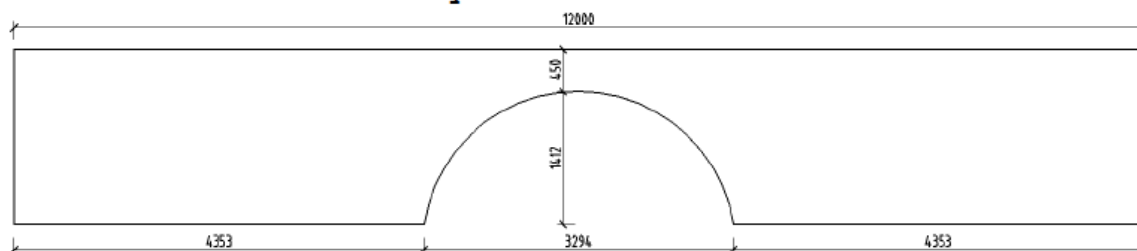


| | | |
|---|---|--|
| VANER s. r. o. PROJEKTOVÁ KANCELAR | Akce: Mosty ve správě kraje Vysočina Objekt: 348-017 Arnolec most přes potok Balinka | str.5 Statický výpočet zatížitelnosti |
|---|---|--|

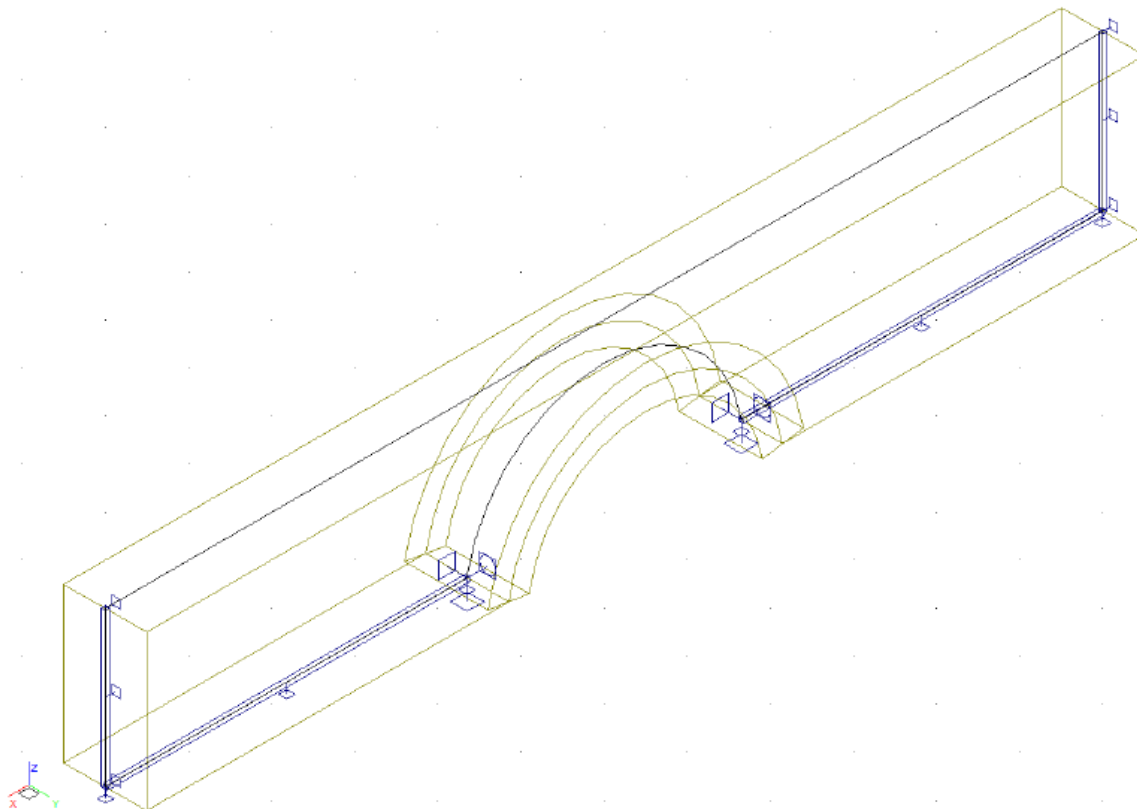
2.1.2 Model

Model je vytvořen v programu FEAT 2000 jako rovinný jednotkové šířky s prutovými prvky oblouku a stěnodeskovými prvky zásypu.

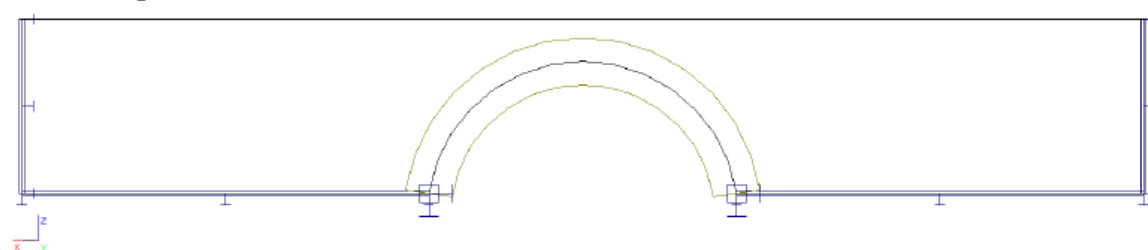
Model se základními rozměry



Modelové schéma v axonometrii



Model v pohledu



Údaje o konstrukci

| | | | | | |
|-----------------|--------------|------------|-----|-----------------------------|-----|
| Jméno projektu | nk | Prutů | 1 | Geometrie - délky | m |
| Autor projektu | Ing.T.Humpal | Ploch | 1 | Geometrie - úhly | deg |
| Popis projektu | klenba | Zatížení | 201 | Průřezy - délky | m |
| Rozměr projektu | Prostor | Podpor | 6 | Zatížení, výsledky - síly | kN |
| Datum | 26.4.2018 | Bodů | 0 | Zatížení, výsledky - napětí | kPa |
| Čas | 6:45 | Linii | 6 | Zatížení, výsledky - délky | m |
| | | Ploch | 0 | Deformace - posuny | m |
| | | Kontaktů | 1 | Deformace - natočení | deg |
| | | Materiálů | 2 | Čas | sec |
| | | Průřezů | 1 | Teplota | °C |
| | | Tloušťek | 1 | Hmota | t |
| | | Podloží | 0 | | |
| | | Skupin | 3 | | |
| | | Zat. stavů | 64 | | |

Výpis zadanych materiálů:

| E1, E2 | [kPa] | moduly pružnosti (E2 pouze pro ortotropní materiál) | | | | | | |
|----------|---------|---|-------|--------|-----------|-------|---------|-------|
| ni | | Poissonův součinitel | | | | | | |
| gama | [t/m3] | objemová hmotnost | | | | | | |
| K1, K2 | [kN/m3] | koeficienty tepelné roztažnosti | | | | | | |
| útlum | | dekrement útlumu | | | | | | |
| Materiál | Typ | E 1 | ni | gama | K 1 | E 2 | K 2 | útlum |
| | | [kPa] | | [t/m3] | [kN/m3] | [kPa] | [kN/m3] | |
| ZDIVO | ZDIVO | 3.150e+06 | 0.150 | 2.600 | 5.000e-06 | | | |
| zemina | DŘEVO | 1.500e+05 | 0.150 | 2.000 | 3.000e-06 | | | |
| Materiál | Objem | Hmotnost | | | | | | |
| | [m3] | [t] | | | | | | |
| ZDIVO | 2.362 | 6.141 | | | | | | |
| zemina | 18.824 | 37.648 | | | | | | |
| celkem | | 43.790 | | | | | | |

Výpis zadanych tlouštěk:

| Označení | Materiál | Tloušťka |
|----------|----------|----------|
| | | [m] |
| zásyp | -zemina | 1.000 |

Výpis prutových dílců - parametry prutů:

| Prut | Typ prutu | Průřez l | Působení | Délka | Objem | Skupina |
|------|----------------|----------|----------|-------|-------|----------|
| | | | | [m] | [m3] | |
| 1 | Kruhový oblouk | klenba | Běžný | 4.724 | 2.362 | MODEL-NK |

Výpis prutových dílců - souřadnice vrcholů:

| Prut | Počátek | Konec |
|------|--------------------|---------------------|
| | [m] | [m] |
| 1 | 1.647,0.000,-1.862 | -1.647,0.000,-1.862 |

Výpis plošných dílců - parametry ploch:

| Plocha | Typ plochy | Deska | Tloušťka | Objem | Skupina |
|--------|---------------|-------------|----------|--------|----------|
| | | | [m] | [m3] | |
| 1 | Rovinná deska | Tenká deska | 1.000 | 18.824 | MODEL-NK |

Výpis plošných dílců - souřadnice vrcholů ploch:

| Plocha | Hrana | Počátek | Konec |
|----------|-------|---------------------|---------------------|
| | | [m] | [m] |
| Polygon1 | 1 | 1.647,0.000,-1.862 | -1.647,0.000,-1.862 |
| | 2 | -1.647,0.000,-1.862 | -6.000,0.000,-1.862 |
| | 3 | -6.000,0.000,-1.862 | -6.000,0.000,0.000 |
| | 4 | -6.000,0.000,0.000 | 6.000,0.000,0.000 |
| | 5 | 6.000,0.000,0.000 | 6.000,0.000,-1.862 |
| | 6 | 6.000,0.000,-1.862 | 1.647,0.000,-1.862 |

Výpis zadaných průřezů:

Průřez : klenba

Rozměry :

výška : $h = 0.5 \text{ m}$

šířka : $b = 1 \text{ m}$

Průřezové charakteristiky :

průřezová plocha : $A = 0.5 \text{ m}^2$

první hlavní moment setrvačnosti : $I_u = 0.0104167 \text{ m}^4$

druhý hlavní moment setrvačnosti : $I_v = 0.0416667 \text{ m}^4$

moment setrvačnosti k ose Y : $I_y = 0.0104167 \text{ m}^4$

moment setrvačnosti k ose Z : $I_z = 0.0416667 \text{ m}^4$

odklon hlavních os momentu setrvačnosti : 0 deg

"teplotní koeficient" Temp Y : $\text{TempY} = 0.0208333 \text{ m}^3$

"teplotní koeficient" Temp Z : $\text{TempZ} = 0.0416667 \text{ m}^3$

koeficient smykové poddajnosti Y : $A_y/A = 0.833333$

koeficient smykové poddajnosti Z : $A_z/A = 0.833333$

poloha těžiště vztažená k zadávacím souř. osám : $e_y = 0 \text{ m}$: $e_z = 0 \text{ m}$

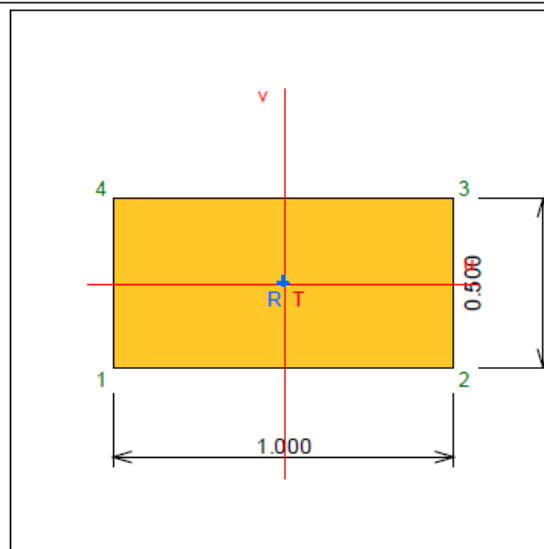
poloha těžiště vztažená k prvnímu vrcholu prvního průřezu : $e_y = 0.5 \text{ m}$: $e_z = 0.25 \text{ m}$

moment tuhosti v prostém kroucení : $I_k = 0.03 \text{ m}^4$

modul průřezu : $W_y = 0.0416667 \text{ m}^3$: $W_z = 0.0833333 \text{ m}^3$

poloměr setrvačnosti : $i_y = 0.144338 \text{ m}$: $i_z = 0.288675 \text{ m}$

plastický průřezový modul : $W_{pl.y} = 0.0625 \text{ m}^3$: $W_{pl.z} = 0.125 \text{ m}^3$



Další údaje o průřezu :

natočení průřezu : $\alpha = 0 \text{ deg}$

poloha referenčního bodu : $y = 0 \text{ m}$: $z = 0 \text{ m}$

přiřazený materiál : ZDIVO

objem 1 metru průřezu : 0.5 m^3

plocha 1 metru průřezu - vnější : 3 m^2

hmotnost 1 metru pro přiřazený materiál : 1.3 t

Souřadnice vrcholů průřezu:

Vrchol č. 1 : $y = -0.5 \text{ m}$: $z = -0.25 \text{ m}$

Vrchol č. 2 : $y = 0.5 \text{ m}$: $z = -0.25 \text{ m}$

Vrchol č. 3 : $y = 0.5 \text{ m}$: $z = 0.25 \text{ m}$

Vrchol č. 4 : $y = -0.5 \text{ m}$: $z = 0.25 \text{ m}$

2.2 Zatížení

2.2.1 Stálé zatížení

Vlastní tíha klenby a nadnáspy je v programu vygenerována ze zadaných průřezů, resp. tlouštěk a tvarů, zadáním gravitačního zrychlení aplikovaného na danou objemovou hmotnost materiálu. Ostatní stálé zatížení je zanedbáno.

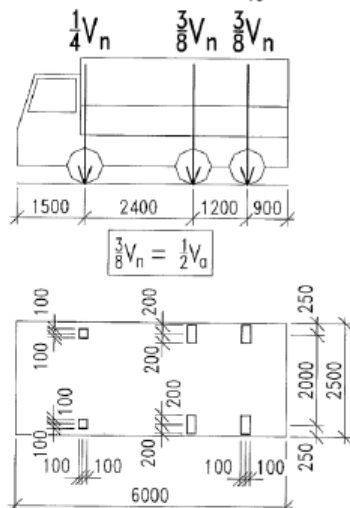
2.2.2 Nahodilé zatížení

Nahodilé zatížení je sestaveno podle ČSN 73 6222 pro zatížení normální (dvounápravovými vozidly 32t v každém jízdním pruhu), výhradní (dvounápravovým vozidlem 32t, třinápravovým vozidlem 32t a šestinápravovým vozidlem 72t) a vyjímecné (devitinápravovým vozidlem 108t).

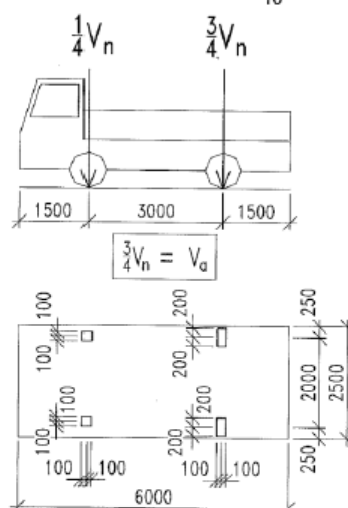
ČSN 73 6222

Rozměry v mm

a) třinápravové vozidlo $V_n = \frac{1}{10} V_{nw} \geq 16 \text{ t}$



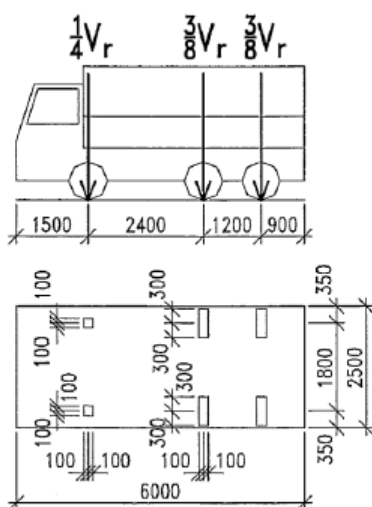
b) dvounápravové vozidlo $V_n = \frac{1}{10} V_{nw} < 16 \text{ t}$



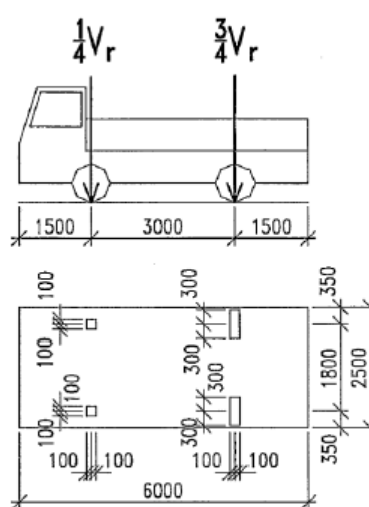
POZNÁMKA Zatížení přední nápravou vozidla $\frac{1}{4} V_{nw}$ je nahrazeno ekvivalentním rovnoměrným zatížením v příslušném zatěžovacím pruhu (2,5 v_n v zatěžovacím pruhu č. 1 a č. 2, resp. v_n v zatěžovacím pruhu č. 3 a č. 4)

Obrázek 7.2 – Schémata vozidel pro stanovení normální zatížitelnosti V_n

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

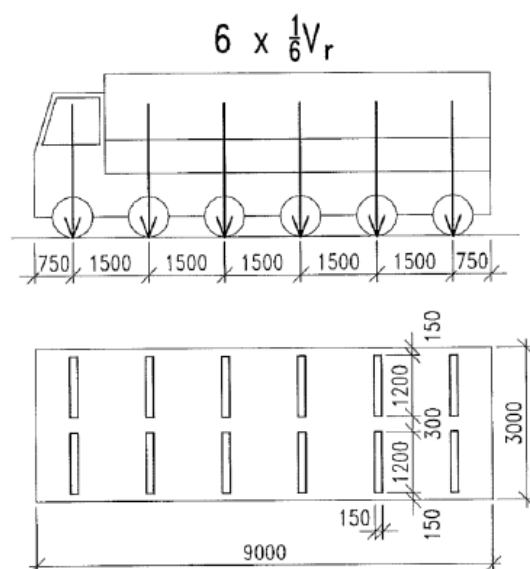


b) dvounápravové vozidlo $V_r = \frac{1}{10} V_{rw} < 16 \text{ t}$

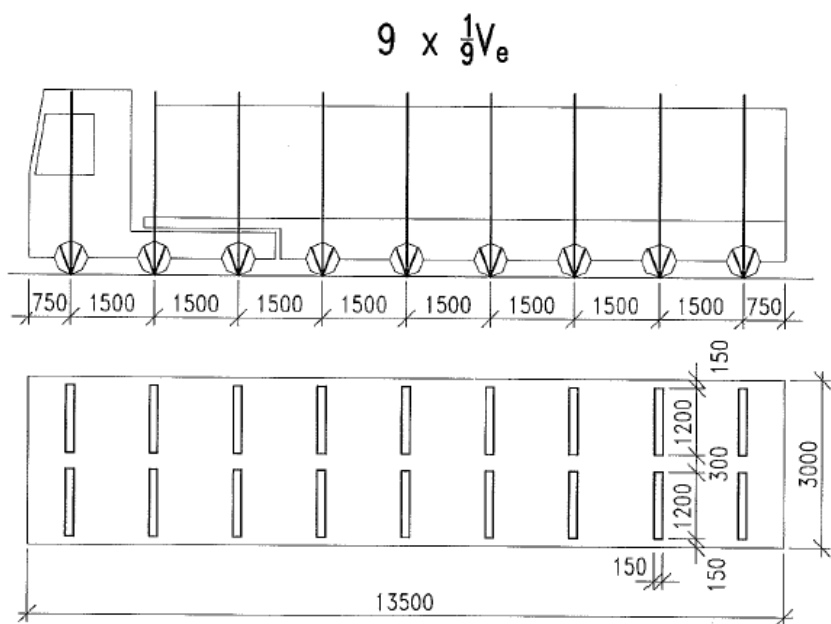


Obrázek 7.4 – Schéma dvounápravového a třinápravového vozidla pro stanovení výhradní zatížitelnosti V_r

| | | |
|---|---|--|
| VANER <small>PROJEKTOVÁNÍ A VÝKON</small> | Akce: Mosty ve správě kraje Vysočina Objekt: 348-017 Arnolec most přes potok Balinka | str.9 Statický výpočet zatížitelnosti |
|---|---|--|



Obrázek 7.3 – Schéma šestinápravového vozidla pro stanovení výhradní zatížitelnosti V_r



Obrázek 7.5 – Schéma zvláštní soupravy pro stanovení výjimečné zatížitelnosti V_e

Kolové tlaky jsou rozneseny přes minimální vozovkové vrstvy pod roznášecím úhlem 45° v příčném směru, v podélném směru je roznos zajištěn použitým modelem přes stěnodeskové prvky.

$$q_{2N-zadni} = \frac{120}{0.45 + 0.4 + 0.45} = 92.3kN/m$$

$$q_{2N-predni} = \frac{40}{0.45 + 0.4 + 0.45} = 30.7kN/m$$

$$q_{3N-zadni} = \frac{60}{0.45 + 0.4 + 0.45} = 46.1kN/m$$

$$q_{3N-predni} = \frac{40}{0.45 + 0.4 + 0.45} = 30.7kN/m$$

$$q_{6N-naprava} = \frac{120}{0.45 + 1.2 + 0.3 + 1.2 + 0.45} = 35.3kN/m$$

$$q_{9N-naprava} = \frac{120}{0.45 + 1.2 + 0.3 + 1.2 + 0.45} = 35.3kN/m$$

Pro vystižení extrémů rozhodujících vnitřních sil je simulován pojezd roznesených kolových tlaků po 0.5m.

Dynamický součinitel je uvažován hodnotou $\delta=1.25$ pro uvažované zatížení. Vliv nadnásypu se v našem případě neprojeví, je příliš nízký.

Brzdné ani odstředivé síly nemají na zatížitelnost praktický vliv.

2.2.3 Sestavené zatěžovací stavy

Rekapitulace je provedena formou výpisu z použitého programu. Vybrané zatěžovací stavy jsou zobrazeny dále, přičemž u nahodilého zatížení se jedná o začátky pojezdů.

Výpis zatěžovacích stavů :

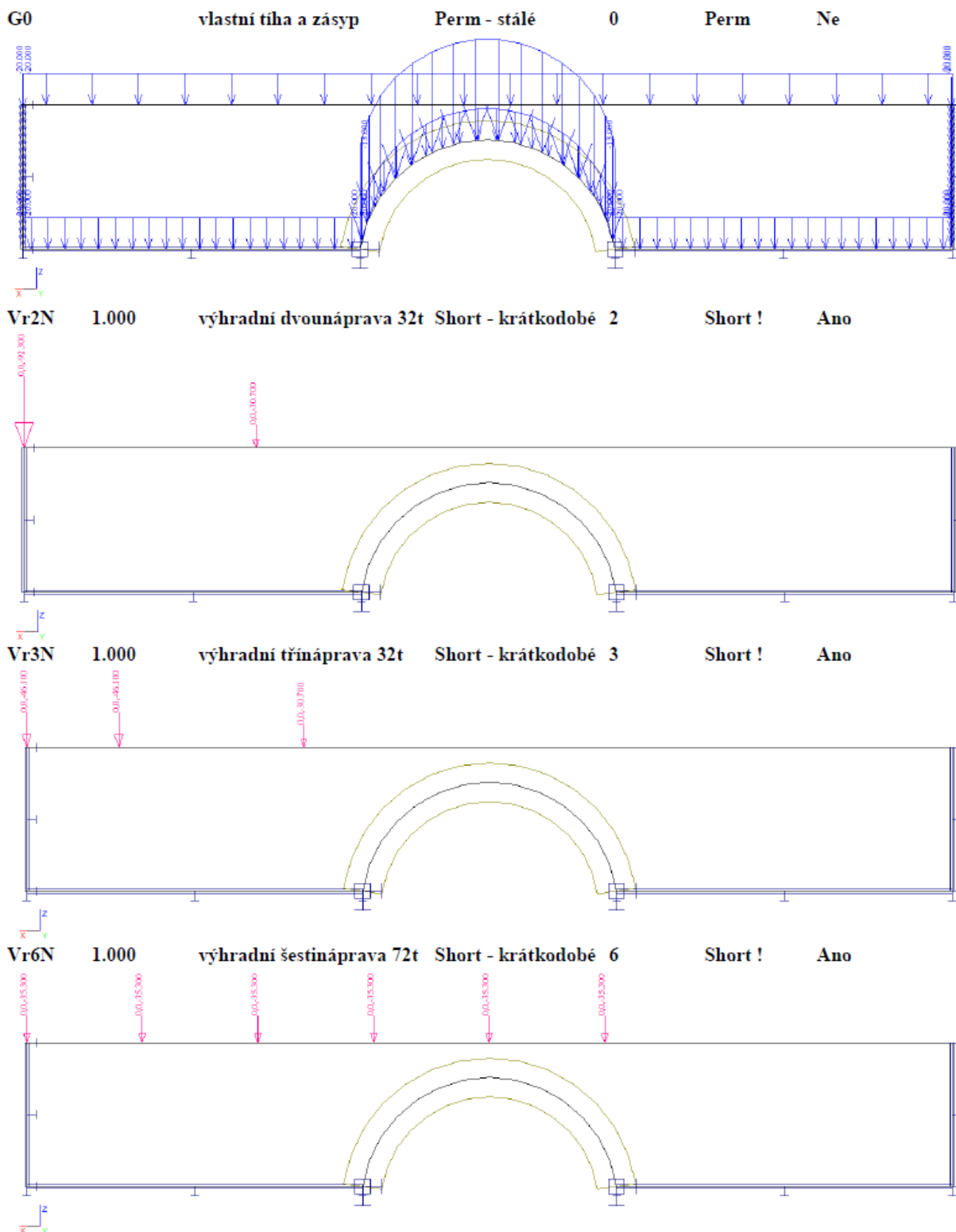
| Jméno | Koeficient | Komentář | Typ zatížení | Skupina | Parametry | Výběrový |
|--------|------------|--------------------------|--------------------|---------|-----------|----------|
| G0 | | vlastní tíha a zásyp | Perm - stálé | 0 | Perm | Ne |
| Vr2N | 1.000 | výhradní dvounáprava 32t | Short - krátkodobé | 2 | Short ! | Ano |
| Vr2N1 | 1.000 | výhradní dvounáprava 32t | Short - krátkodobé | 2 | Short ! | Ano |
| ... | | | | | | |
| Vr2N20 | 1.000 | výhradní dvounáprava 32t | Short - krátkodobé | 2 | Short ! | Ano |
| Vr3N | 1.000 | výhradní třínáprava 32t | Short - krátkodobé | 3 | Short ! | Ano |
| Vr3N1 | 1.000 | výhradní třínáprava 32t | Short - krátkodobé | 3 | Short ! | Ano |
| ... | | | | | | |
| Vr3N20 | 1.000 | výhradní třínáprava 32t | Short - krátkodobé | 3 | Short ! | Ano |
| Vr6N | 1.000 | výhradní šestnáprava 72t | Short - krátkodobé | 6 | Short ! | Ano |
| Vr6N1 | 1.000 | výhradní šestnáprava 72t | Short - krátkodobé | 6 | Short ! | Ano |
| ... | | | | | | |
| Vr6N20 | 1.000 | výhradní šestnáprava 72t | Short - krátkodobé | 6 | Short ! | Ano |

VANER

PROJEKTOVÁ KANCELÁŘ

Akce: Mosty ve správě kraje Vysočina
Objekt: 348-017 Arnolec most přes potok Balinka

str.11
Statický výpočet zatížitelnosti



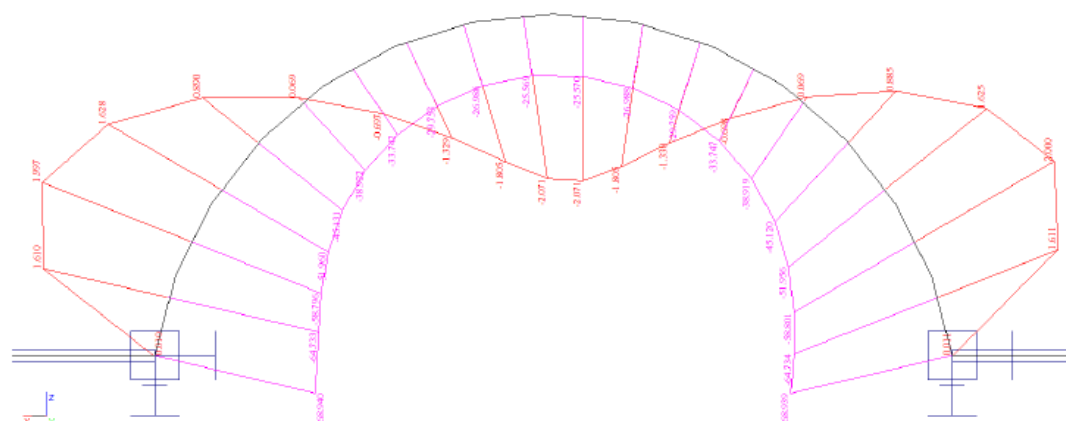
2.3 Výpočet vnitřních sil

Výpočet vnitřních sil je proveden programem pro řešení konstrukcí metodou konečných prvků. Vzhledem ke značnému množství údajů jsou přiložena pouze vybraná data. Kompletní vstupní i výstupní údaje jsou archivovány u projektanta.

2.3.1 Průběhy vnitřních sil

Přiloženy jsou pouze průběhy vybraných vnitřních sil (momenty a normálové síly) od stálého zatížení a extrémy ze simulace přejezdu jednotlivých vozidel. Maxima a minima vnitřních sil od nahodilého zatížení jsou stanovena superpozicí strojovým výběrem extrémů pro jednotlivé typy vozidel.

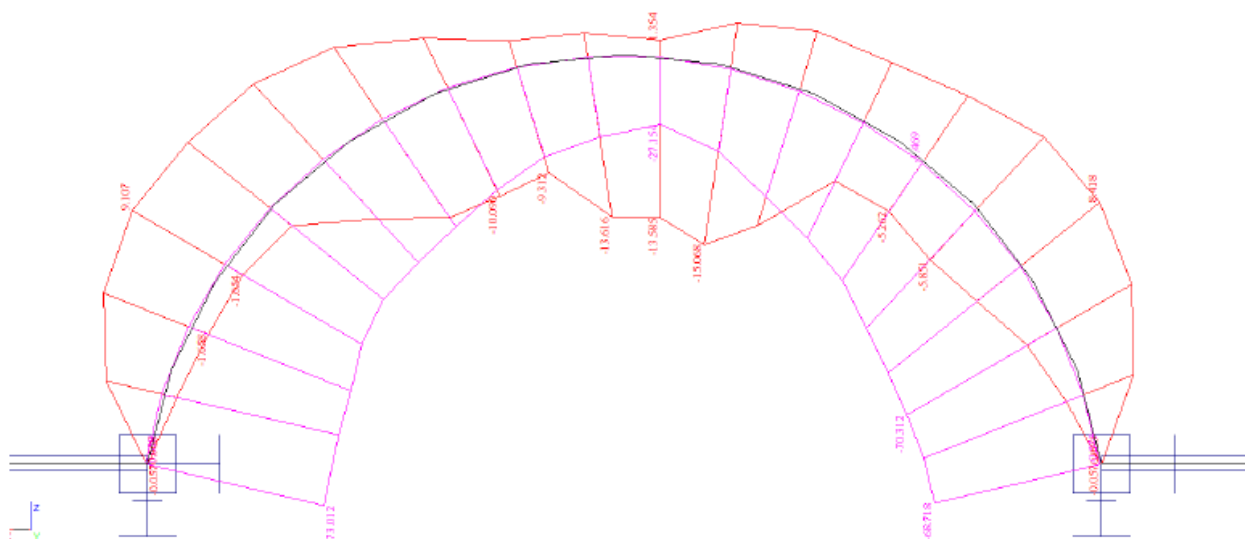
Stálé zatížení



Výpis pro výsledek : 1 - G0 ZS - Statika
vlastní tíha a zásep

| ID prutu | Poloha [m] | My [kNm] | Nx [kN] | | | |
|----------|---------------|-------------|------------|-------|--------|---------|
| 1 | 0.000 | 0.010 | -68.940 | 2.236 | -2.071 | -25.569 |
| | 0.248 | 1.610 | -64.733 | 2.484 | -2.071 | -25.570 |
| | 0.248 | 1.610 | -64.733 | 2.484 | -2.071 | -25.570 |
| | 0.497 | 1.997 | -58.796 | 2.733 | -1.805 | -26.988 |
| | 0.497 | 1.997 | -58.796 | 2.733 | -1.805 | -26.988 |
| | 0.745 | 1.628 | -51.960 | 2.981 | -1.330 | -29.759 |
| | 0.745 | 1.628 | -51.960 | 2.981 | -1.330 | -29.759 |
| | 0.994 | 0.890 | -45.131 | 3.229 | -0.698 | -33.747 |
| | 0.994 | 0.890 | -45.131 | 3.229 | -0.698 | -33.747 |
| | 1.242 | 0.069 | -38.922 | 3.478 | 0.069 | -38.919 |
| | 1.242 | 0.069 | -38.922 | 3.478 | 0.069 | -38.919 |
| | 1.490 | -0.697 | -33.742 | 3.726 | 0.885 | -45.120 |
| | 1.490 | -0.697 | -33.742 | 3.726 | 0.885 | -45.120 |
| | 1.739 | -1.329 | -29.753 | 3.975 | 1.625 | -51.956 |
| | 1.739 | -1.329 | -29.753 | 3.975 | 1.625 | -51.956 |
| | 1.987 | -1.805 | -26.986 | 4.223 | 2.000 | -58.801 |
| | 1.987 | -1.805 | -26.986 | 4.223 | 2.000 | -58.801 |
| | 2.236 | -2.071 | -25.569 | 4.472 | 1.611 | -64.734 |
| | | | | 4.472 | 1.611 | -64.734 |
| | | | | 4.720 | 0.011 | -68.939 |

Výhradní dvounáprava 32t



Výpis obalových křivek :

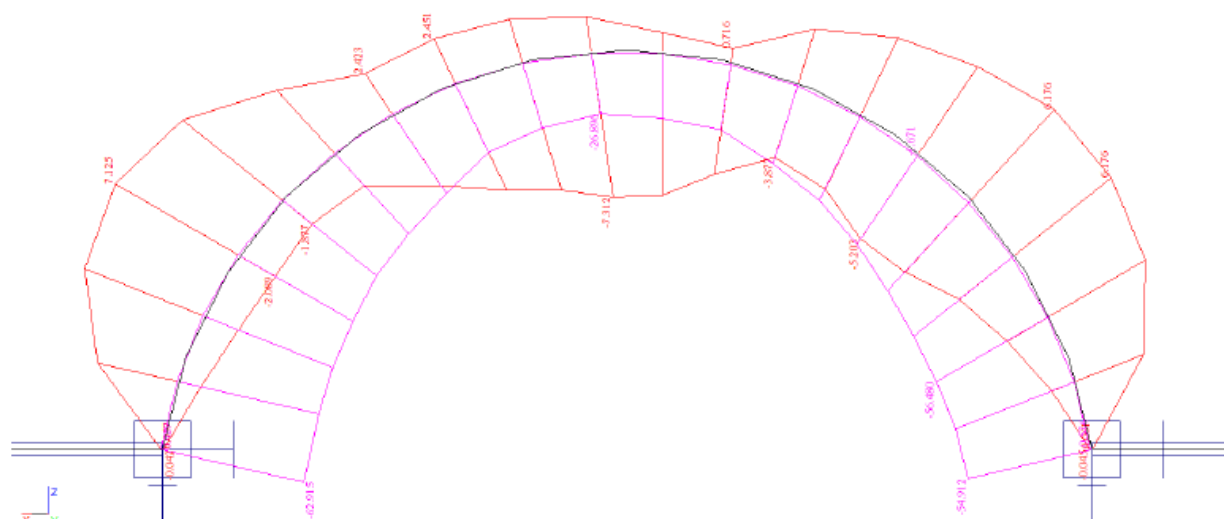
| Jméno | ZS | Komentář |
|--------|---------|--|
| vyhr2N | min/max | 2N0001, 2N0002, 2N0003, 2N0004, 2N0005, 2N0006, 2N0007 |
| | 2N0001 | 0.00*G0+1.00*Vr2N12 |
| | 2N0002 | 0.00*G0+1.00*Vr2N16 |
| | 2N0003 | 0.00*G0+1.00*Vr2N |
| | 2N0004 | 0.00*G0+1.00*Vr2N13 |
| | 2N0005 | 0.00*G0+1.00*Vr2N17 |
| | 2N0006 | 0.00*G0+1.00*Vr2N10 |
| | 2N0007 | 0.00*G0+1.00*Vr2N19 |

Extrémy pro výsledek : 72 - vyhr2N Obal. křivka stand.

Typ obalové křivky : min/max

| ID prutu | Poloha | My | Nx | |
|----------|--------|-----------|---------|--------|
| | [m] | [kNm] | [kN] | |
| 1 | 2.733 | -15.068 | -20.212 | 2N0004 |
| | 0.745 | 9.107 | -57.902 | 2N0001 |
| | 0.000 | 0.049 | -73.012 | 2N0006 |
| | 0.000 | 4.070e-04 | 0.628 | 2N0007 |

Výhradní třínáprava 32t




Výpis obalových křivek :

| Jméno | ZS | Komentář |
|--------|---------|--|
| Vyhr3N | min/max | 3N0001, 3N0002, 3N0003, 3N0004, 3N0005, 3N0006, 3N0007 |
| | | 3N0001 0.00*G0+1.00*Vr3N10 |
| | | 3N0002 0.00*G0+1.00*Vr3N15 |
| | | 3N0003 0.00*G0+1.00*Vr3N |
| | | 3N0004 0.00*G0+1.00*Vr3N9 |
| | | 3N0005 0.00*G0+1.00*Vr3N16 |
| | | 3N0006 0.00*G0+1.00*Vr3N11 |
| | | 3N0007 0.00*G0+1.00*Vr3N18 |

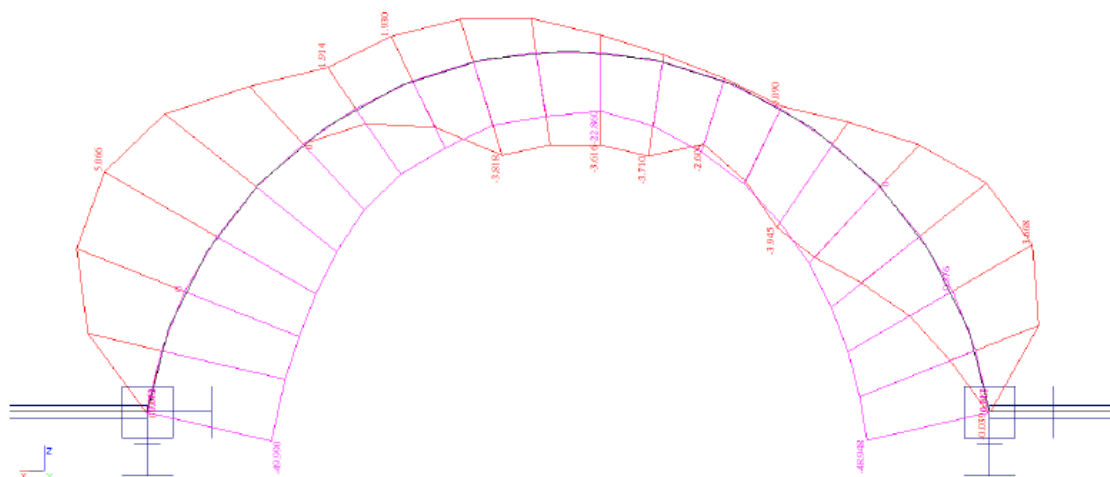
Extrémy pro výsledek : 80 - Vyhr3N Obal. křivka stand.

Typ obalové křivky : min/max

| ID prutu | Poloha [m] | My [kNm] | Nx [kN] | |
|----------|---------------|-------------|------------|--------|
| 1 | 2.236 | -7.312 | -25.766 | 3N0001 |
| | 0.745 | 7.125 | -51.118 | 3N0006 |
| | 0.000 | 0.057 | -62.915 | 3N0004 |
| | 0.000 | 1.541e-03 | 0.429 | 3N0007 |

| | | |
|---|---|--|
|  | Akce: Mosty ve správě kraje Vysočina Objekt: 348-017 Arnolec most přes potok Balinka | str. 15 Statický výpočet zatížitelnosti |
|---|---|--|

Výhradní šestinápřava 72t



Výpis obalových křivek :

| Jméno | ZS | Komentář |
|--------|---------|--|
| Vyhr6N | min/max | 6N0001, 6N0002, 6N0003, 6N0004, 6N0005, 6N0006, 6N0007, 6N0008, 6N0009 |
| | 6N0001 | 0.00*G0 |
| | 6N0002 | 0.00*G0+1.00*Vr6N |
| | 6N0003 | 0.00*G0+1.00*Vr6N15 |
| | 6N0004 | 0.00*G0+1.00*Vr6N9 |
| | 6N0005 | 0.00*G0+1.00*Vr6N16 |
| | 6N0006 | 0.00*G0+1.00*Vr6N11 |
| | 6N0007 | 0.00*G0+1.00*Vr6N7 |
| | 6N0008 | 0.00*G0+1.00*Vr6N19 |
| | 6N0009 | 0.00*G0+1.00*Vr6N6 |

Extrémy pro výsledek : 90 - Vyhr6N Obal. křivka stand.

Typ obalové křivky : min/max

| ID prutu | Poloha | My | Nx |
|----------|--------|--------|---------|
| | [m] | [kNm] | [kN] |
| 1 | 3.478 | -3.945 | -7.399 |
| | 0.745 | 5.066 | -36.100 |
| | 0.000 | 0.052 | -49.990 |
| | 4.223 | -0.867 | 0.376 |
| | | | 6N0003 |
| | | | 6N0006 |
| | | | 6N0007 |
| | | | 6N0008 |

2.4 Zatížitelnost klenby

Zatížitelnost je vypočtena dvěma metodami a to:

- metodou za předpokladu výslednice sil v jádru průřezu, tedy celý průřez je tlačný
- metodou výpočtu za vyloučeného tahu, kdy rozhodující podmínkou je velikost tlačné oblasti, resp. velikost tlakového namáhání

Obě varianty jsou vypočteny iterací ve stejné tabulce, která je sestavena dle následujících vztahů.

Výpočet napětí je proveden za podmínky vyloučeného tahu, tedy připouští se rozevírání spar klenby. Zatížitelnost je vypočtena iterací (variováním) koeficientu „k“, který je násobkem účinků normového (výchozího) nahodilého zatížení. Výpočet je proveden podle následujících vztahů:

Výpočet namáhání:

$$M = M_q + k \cdot \delta \cdot M_p \quad N = N_q + k \cdot \delta \cdot N_p$$

Výpočet za vyloučeného tahu:

$$x = \frac{3 \cdot h}{2} + \frac{3 \cdot M}{N} \quad \sigma = \frac{2 \cdot N}{b \cdot x}$$

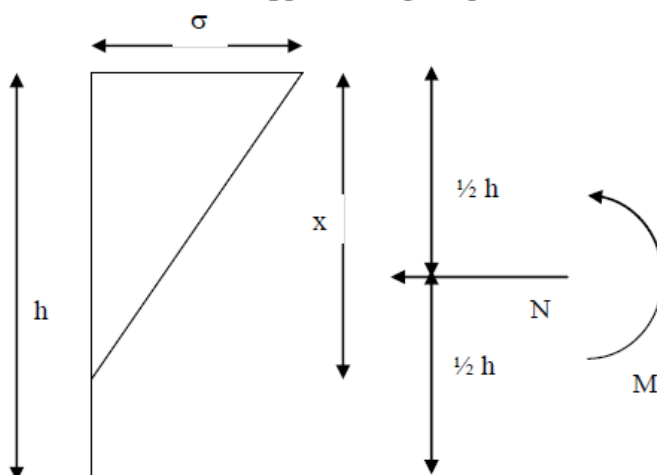
Podmínky platnosti:

$$0 < x \leq h$$

$$M \geq 0$$

Výpočet bez vyloučení tahu:

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W}$$



Zatížitelnost je určena jako „k“ násobek normového zatížení včetně dynamického součinitele. Kvalita zdiva klenby je dána diagnostickým průzkumem pevností v tlaku je stanovena odborným odhadem tabulkovou únosností ze statických tabulek hodnotou výpočtové únosnosti v mimostředním tlaku 0.6MPa.

Posouzení smykové únosnosti ve tření není třeba provádět, součinitel tření je dostatečně vysoký.

2.4.1 Výhradní dvounáprava

Max M - běžná pevnost zdiva 1.3MPa:

| | | | |
|--|--------------------------|------------|------------|
| Vstupní údaje | | | |
| k= 0.3427 | δ= 1.25 | h= 0.50 | b= 1.00 |
| M _g = 1.805 | M _p = 15.068 | M= 8.260 | W= 0.04167 |
| N _g = -26.988 | N _p = -20.212 | N= -35.646 | A= 0.50000 |
| Výpočet za vyloučeného tahu pro x<h | | | |
| x= 0.055 | σ= -1300 | | |
| Výpočet za předpokladu homogenního průřezu | | | |
| σ _d = 127 | V _n = 32 | | |
| σ _h = -270 | Z= 10.966 | | |

Max M - pevnost zdiva dle diagnostiky 0.6MPa:

| | | | |
|--|--------------------------|------------|------------|
| Vstupní údaje | | | |
| k= 0.2902 | δ= 1.25 | h= 0.50 | b= 1.00 |
| M _g = 1.805 | M _p = 15.068 | M= 7.271 | W= 0.04167 |
| N _g = -26.988 | N _p = -20.212 | N= -34.320 | A= 0.50000 |
| Výpočet za vyloučeného tahu pro x<h | | | |
| x= 0.114 | σ= -600 | | |
| Výpočet za předpokladu homogenního průřezu | | | |
| σ _d = 106 | V _n = 32 | | |
| σ _h = -243 | Z= 9.286 | | |

Min M - pevnost zdiva dle diagnostiky 0.6MPa:

| | | | |
|--|--------------------------|-------------|------------|
| Vstupní údaje | | | |
| k= 1.0660 | δ= 1.25 | h= 0.50 | b= 1.00 |
| M _g = 1.628 | M _p = 9.107 | M= 13.763 | W= 0.04167 |
| N _g = -51.960 | N _p = -57.902 | N= -129.114 | A= 0.50000 |
| Výpočet za vyloučeného tahu pro x<h | | | |
| x= 0.430 | σ= -600 | | |
| Výpočet za předpokladu homogenního průřezu | | | |
| σ _d = 72 | V _n = 32 | | |
| σ _h = -589 | Z= 34.112 | | |

2.4.2 Výhradní třínáprava

Max M - běžná pevnost zdiva 1.3MPa:


| | | | |
|--|------------------|------------|------------|
| Vstupní údaje | | | |
| k= 1.4685 | δ = 1.25 | h= 0.50 | b= 1.00 |
| M_g = 2.071 | M_p = 7.312 | M= 15.493 | W= 0.04167 |
| N_g = -25.569 | N_p = -25.766 | N= -72.866 | A= 0.50000 |
| Výpočet za vyloučeného tahu pro $x < h$ | | | |
| x= 0.112 | σ = -1300 | | |
| Výpočet za předpokladu homogenního průřezu | | | |
| σ_d = 226 | V_n = 32 | | |
| σ_h = -518 | | Z= 46.992 | |

Max M - pevnost zdiva dle diagnostiky 0.6MPa:

| | | | |
|--|-----------------|------------|------------|
| Vstupní údaje | | | |
| k= 0.9070 | δ = 1.25 | h= 0.50 | b= 1.00 |
| M_g = 2.071 | M_p = 7.312 | M= 10.361 | W= 0.04167 |
| N_g = -25.569 | N_p = -25.766 | N= -54.781 | A= 0.50000 |
| Výpočet za vyloučeného tahu pro $x < h$ | | | |
| x= 0.183 | σ = -600 | | |
| Výpočet za předpokladu homogenního průřezu | | | |
| σ_d = 139 | V_n = 32 | | |
| σ_h = -358 | | Z= 29.024 | |

Min M - pevnost zdiva dle diagnostiky 0.6MPa:

| | | | |
|--|-----------------|-------------|------------|
| Vstupní údaje | | | |
| k= 1.3230 | δ = 1.25 | h= 0.50 | b= 1.00 |
| M_g = 1.628 | M_p = 7.125 | M= 13.411 | W= 0.04167 |
| N_g = -51.960 | N_p = -51.118 | N= -136.496 | A= 0.50000 |
| Výpočet za vyloučeného tahu pro $x < h$ | | | |
| x= 0.455 | σ = -600 | | |
| Výpočet za předpokladu homogenního průřezu | | | |
| σ_d = 49 | V_n = 32 | | |
| σ_h = -595 | | Z= 42.336 | |

| | | |
|---|---|---|
|  | Akce: Mosty ve správě kraje Vysočina Objekt: 348-017 Arnolec most přes potok Balinka | str.19 Statický výpočet zatížitelnosti |
|---|---|---|

2.4.3 Výhradní šestináprava

Max M - běžná pevnost zdiva 1.3MPa:

| | | | |
|--|-------------------------|---------------------|------------|
| Vstupní údaje | | | |
| k= 2.8537 | δ= 1.25 | h= 0.50 | b= 1.00 |
| M _g = 0.069 | M _p = 3.945 | M= 14.141 | W= 0.04167 |
| N _g = -38.919 | N _p = -7.399 | N= -65.312 | A= 0.50000 |
| Výpočet za vyloučeného tahu pro x<h | | | |
| x= 0.100 | σ= -1300 | | |
| Výpočet za předpokladu homogenního průřezu | | | |
| σ _d = 209 | | V _n = 72 | |
| σ _h = -470 | | Z= 205.466 | |

Max M - pevnost zdiva dle diagnostiky 0.6MPa:

| | | | |
|--|-------------------------|------------|------------|
| Vstupní údaje | | | |
| k= 2.1990 | δ= 1.25 | h= 0.50 | b= 1.00 |
| M _g = 0.069 | M _p = 3.945 | M= 10.913 | W= 0.04167 |
| N _g = -38.919 | N _p = -7.399 | N= -59.257 | A= 0.50000 |
| Výpočet za vyloučeného tahu pro x<h | | | |
| x= 0.198 | σ= -600 | | |
| Výpočet za předpokladu homogenního průřezu | | | |
| σ _d = 143 | V _n = 72 | | |
| σ _h = -380 | Z= 158.328 | | |

Min M - pevnost zdiva dle diagnostiky 0.6MPa:

| | | | |
|--|--------------------------|---------------------|------------|
| Vstupní údaje | | | |
| k= 4.5420 | δ= 1.25 | h= 0.50 | b= 1.00 |
| M _g = 1.628 | M _p = 5.066 | M= 30.390 | W= 0.04167 |
| N _g = -51.960 | N _p = -36.100 | N= -256.918 | A= 0.50000 |
| Výpočet za vyloučeného tahu pro x<h | | | |
| x= 0.395 | σ= -1300 | | |
| Výpočet za předpokladu homogenního průřezu | | | |
| σ _d = 216 | | V _n = 72 | |
| σ _h = -1243 | | Z= 327.024 | |

2.5 Posouzení železobetonového oblouku rozšíření

Posouzení je provedeno zjednodušeným postupem a s uvažováním pouze momentů. Předpokládá se přitom stejná výztuž u obou povrchů.

$$N_{4R25} = 4 \cdot 0.001954 \cdot 120000 = 937 \text{ kN/m}$$

$$M_u = 937 \cdot (0.3 - 2 \cdot 0.08) = 131 \text{ kNm/m}$$

$$M_{max} = 30.390 \text{ kNm/m}$$

$$M_u > M_{max}$$

3 Závěr

Zatížitelnost stávajícího mostu je stanovena dle ČSN 73 6222. Hodnoty zatížitelnosti jednotlivých typů vozidel jsou dále redukovány součinitelem stavebního stavu dle ČSN 73 6221. Stavební stav mostu je hodnocen dle závěrů diagnostického průzkumu stupněm V jako špatný se součinitelem stavebního stavu $\alpha=0.6$.

| typ zatížení | bez redukce | α | po redukcí |
|-----------------------------------|-------------|----------|------------|
| normální dvounápravová vozidla | 9.3 | 0.6 | 5.6 |
| výhradní dvounápravové vozidlo | 9.3 | 0.6 | 5.6 |
| výhradní třínápravové vozidlo | 29.0 | 0.6 | 17.4 |
| výhradní šestinápravové vozidlo | 158.3 | 0.6 | 95.0 |
| vyjímecné devítinápravové vozidlo | 237.5 | 0.6 | 142.5 |

Rozhodujícím prvkem je kamenná klenba, rozšíření železobetonovým obloukem přenese podstatně větší namáhání.

Zatížitelnost dle kritérií ČSN 73 6222:

- normální zatížitelnost 5t dvounápravová vozidla
- výhradní zatížitelnost 5t třínápravové vozidlo
- vyjímecná zatížitelnost 95t devítinápravové vozidlo
- zatížení na nápravu 4.2t náprava dvounápravového vozidla

Na základě tohoto statického výpočtu zatížitelnosti je nutno osadit následující dopravní opatření:

- dopravní značku č.B13 s hodnotou normální zatížitelnosti 5t
- dopravní značku č.B14 s hodnotou zatížení na nápravu 4.2t


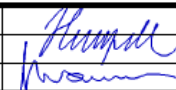
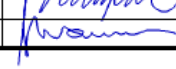
V případě potřeby přejezdu těžších vozidel, než která jsou posouzena, lze statický výpočet doplnit o konkrétní typ vozidla, případně snížit rychlost průjezdu na 5km/h a tím dynamické účinky. Takový případ je nutno prověřit v dostatečném předstihu.

V Liberci, dne 9.5.2018
Vypracoval Ing.T.Humpal



348-017

Arnolec most přes potok Balinka

| | | | | | |
|--|------------------|---|--|-------------|---------------|
|  PROJEKTOVÁ KANCELÁŘ s. r. o. | vypracoval | ING. T. HUMPAL |  | investor | KSUS Vysočina |
| | zodp. projektant | ING. T. HUMPAL | | zak. číslo | 18-04-024 |
| | techn. kontrola | ING. L. VANER |  | datum | 04/2018 |
| | akce: | Mosty ve správě kraje Vysočina | | stupeň | TP |
| V Horkách 101/1 460 07 Liberec 9 tel. 485 152 532 | příloha: | Návrh opravy a odhad stavebních nákladů | | č. přílohy: | paré: |
| | | | | - | |

348-017 Arnolec

Návrh opravy a odhad stavebních nákladů

Jedná se o šikmý most o jednom klenbovém poli jednostranně rozšířený železobetonovým obloukem. Kamenná klenba je tloušťky 50cm o šikmé světlosti 2.8m. Vzepětí podhledu klenby činí 1.2m, výška nadnásypu ve vrcholu klenby je min.20cm. Rozšíření je provedeno o 2.0m obloukem tloušťky 30cm.

Opěry jsou charakteru masivních kamenných zdí.

Mostní svršek je opatřen betonovými římsami se zábradlím. Vozovky se živичným povrchem tloušťky 20 až 40 cm.

Varianty návrhu oprav jsou sestaveny v pořadí podle zadávacích podmínek:

1. Sanace pohledových ploch spodní stavby a nosné konstrukce klenby, výměna záchytných zařízení.
2. Obnova mostního svršku se zesílením klenby obetonávkou a provedením hydroizolace. Sanace spodní stavby a nosné konstrukce klenby.
3. Výměna nosné konstrukce např. za otevřený rám z monolitického železobetonu nebo rámové prefabrikáty.

Při volbě způsobu opravy je nutno zohlednit nejen cenu opravy, ale i přístup pro techniku, možnosti převádění vody, prodloužení životnosti, následnou údržbu a podobně.

Hrubý odhad stavebních nákladů:

| varianta opravy | Délka nk [m] | Šířka nk [m] | jedn.cena [Kč/m ²] | stavební náklady [Kč] | životnost [rok] | náklady na rok životnosti [Kč] | zatížitelnost Vn/Vr/Ve | | |
|-----------------|--------------|--------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------|--------------------------------|------------------------|-----|-----|
| 1 | 3.5 | 9.7 | 20 000 Kč | 679 000 Kč | 10 | 67 900 Kč | 9 | 9 | 180 |
| 2 | 3.5 | 9.7 | 40 000 Kč | 1 358 000 Kč | 30 | 45 267 Kč | 50 | 120 | 180 |
| 3 | 3.5 | 9.7 | 70 000 Kč | 2 376 500 Kč | 100 | 23 765 Kč | 50 | 120 | 180 |

Variantu 1 nedoporučuji. Jedná se o kosmetické úpravy bez podstatnějšího zvýšení zatížitelnosti a bez záruky životnosti.

Varianta 2 je poměrně lepší. Obetonávkou klenby docílíme požadovanou zatížitelnost a poměrně dobrou životnost obetonávky. Nedokážeme ale zajistit životnost původní klenby a to i když ji vypojíme z nosné funkce obetonávkou.

Varianta 3 je z pohledu ročních nákladů rozložených na dobu životnosti dlouhodobě nejefektivnější.