
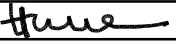
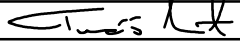
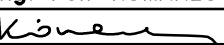



Výškový systém:

Bpv

Souřadnicový systém:

S-JTSK

| | | | | |
|--------------------------|---|--------------------------|--|--|
| Číslo zakázky: | 12 231 00 | HIP: | |  Praha 4, Bezová 1658, 147 14 tel: +420 244062215 fax: +420 244461038 |
| Schválil: | Ing. Václav HVÍZDAL | Zodp. projektant: | Ing. Tomáš MIČKA | |
| |  | 244062244, tmi@pontex.cz |  | |
| Tech. kontrola: | Ing. Petr KOMANEC | Vypracoval: | Ing. Vladimír JUNEK | |
| 244062244, pko@pontex.cz |  | 244062244, vju@pontex.cz |  | |

| | | | | | |
|-------------|---|-------|----------|----------|-------------|
| Objednatel: | POVODÍ VLTAVY státní podnik | Obec: | VELTRUSY | Kraj: | STŘEDOČESKÝ |
| Akce: | VD MÍŘEJOVICE – SILNIČNÍ MOST SPOJENÝ S JEZEM PŘES ŘEKU VLTAVU U MÍŘEJOVIC | | | Datum | Stupeň |
| | | | | 02/2013 | TP |
| Příloha: | STATICKÝ VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI | | | Souprava | Č. přílohy |
| | | | | | C |

VD MÍŘEJOVICE – SILNIČNÍ MOST SPOJENÝ S JEZEM PŘES ŘEKU VLTAVU U MÍŘEJOVIC

VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI

PONTEX 2013

OBSAH:

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | ÚVOD | 3 |
| 1.1. | V rámci statického výpočtu bylo provedeno..... | 3 |
| 1.2. | Použité podklady a literatura..... | 3 |
| 2. | POPIS MOSTNÍ KONSTRUKCE | 5 |
| 2.1. | Nosná konstrukce | 5 |
| 2.2. | Spodní stavby a založení..... | 6 |
| 2.3. | Stavební stav mostu..... | 6 |
| 2.4. | Rozdělní konstrukce pro statický výpočet | 6 |
| 3. | STATICKÉ POSOUZENÍ, VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI..... | 7 |
| 3.1. | část 1 – Posouzení mostovky..... | 7 |
| 3.2. | část 2 – Posouzení pole 1 – most 62 M..... | 18 |
| 3.3. | část 3 – Posouzení pole 2 – nosník 48 M..... | 32 |
| 3.4. | část 4 – Posouzení pole 3 – nosník 61+14,5 M..... | 45 |
| 3.5. | část 5 – Posouzení pole 5 – nosník 16 M..... | 67 |
| 3.6. | část 6 – Nýtové spoje, ložiska, spodní stavba | 76 |
| 4. | SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ STATICKÉHO POSOUZENÍ..... | 78 |

Přílohy: **Doklad o autorizaci**

1. ÚVOD

Na základě objednávky Povodí Vltavy státní podnik byl proveden statický výpočet zatížitelnosti Silničního mostu spojeného s jezem přes řeku Vltavu u Mířejovic. Silniční most spojený s jezem je ve vlastnictví obce Veltrusy. Střední část mostu kromě funkce převodu komunikace přes Vltavu současně plní funkci nosné konstrukce hradícího systému řeky (dnes pouze provizorního, systém trvalého hrazení zajišťují jezová tělesa postavená ve 20. letech minulého století). Statický výpočet má za cíl ověřit skutečnou únosnost nosné konstrukce mostu pro zatížení dopravou a pro zatížením vyplývající z vodohospodářské funkce mostního objektu (při spuštění systému provizorní hrazení). Statický výpočet zohlední stávající stav konstrukce mostu s ohledem na možnost spuštění systému provizorního hrazení popř. navrhne zesílení nosných prvků mostu.



Obr. 1.1 – pohled na mostní konstrukce VD Mířejovice

1.1. V RÁMCI STATICKÉHO VÝPOČTU BYLO PROVEDENO

- analýza podkladů z mimořádné mostní prohlídky
- analýza podkladů z ověření korozního oslabení
- analýza archivní projektové dokumentace
- zjednodušené stavební zaměření konstrukce, ověření příčného řezu
- statický výpočet jednotlivých částí konstrukce
- shrnutí výsledků

1.2. POUŽITÉ PODKLADY A LITERATURA

1. Posudek technického stavu mostu, Pontex, 2/2013
2. ČSN 73 6222 Zatížitelnost mostů pozemních komunikací

3. Ověření korozního oslabení průřezů, AQIS 2/2013
4. Říšský most silniční přes Vltavu u Milovic a Veltrus spojený s jezem, Jan Záhorský, 1906
5. ČSN 736203 – Zatížení mostů
6. ČSN 73 6221 Prohlídky mostů pozemních komunikací
7. TP 200 – Stanovení zatížitelnosti mostů PK navržených podle norem a přepisů platných před účinností EN – MD 2008
8. ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
9. ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
10. ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení mostů dopravou
11. ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí
12. ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí – obecná zatížení
13. ČSN EN 1991-2 Zatížení konstrukcí – část 2 – zatížení mostů
14. ČSN EN 1993-2 Navrhování ocelových konstrukcí – Část 2: Ocelové mosty
15. ČSN ISO 13822 – Zásady navrhování konstrukcí – hodnocení existujících konstrukcí
16. Archivní výkresová dokumentace, 1903-1906

2. POPIS MOSTNÍ KONSTRUKCE

2.1. NOSNÁ KONSTRUKCE

Most celkové délky 266,6 m je sestaven z pěti polí. Jednotlivá pole jsou od levého břehu sestavena následovně:

- 1. pole: prostý nosník o rozpětí 62 m, levý konec pole je podepřen na levobřežní kamenné opěře OP1, pravý konec je podepřen na kamenném pilíři P2.
- 2. pole: prostý nosník o rozpětí 48 m, levý konec je podepřen na kamenném pilíři P2, pravý konec je podepřen na převislém konci středního pole 3
- 3. pole (střední pole): prostý nosník o rozpětí 61 m s převislými konci délky 14,5 m podepřen kamennými pilíři P3 a P4, pod středním polem (61 m) je zavěšena konstrukce provizorního hrazení toku Vltavy (Záhorského jez)
- 4. pole: prostý nosník o rozpětí 48 m, levý konec je podepřen na převislém konci středního pole, pravý konec je podepřen na kamenném pilíři P5
- 5. pole: prostý nosník o rozpětí 16 m, levý konec je podepřen na kamenném pilíři P5, pravý konec je podepřen na pravobřežní opěře OP6

Pole 1-4 jsou řešeny jako příhradové komorové nosníky. Hlavní svislé nosníky jsou násobné příhradové soustavy. Příčné vazby jsou rámové. Pole 5 má svislé nosníky příhradové s horním pásem zajištěným příčnými polorámy.

Celá konstrukce je dle údajů z původní dokumentace provedená z plávkového železa (plávkové oceli) a je nýtovaná. Průřezy jednotlivých prvků jsou sestaveny z ocelových pásů a úhelníků.

Mostovka je tvořena železobetonovou deskou do profilů Zores. Profily Zorés jsou podporovány systémem podélníků průřezu „I“ vetknutých do příčníků. V krajních částech je atypické řešení ŽB desky s trámem.

Příčníky jsou tvořeny plnostěnným nýtovaným nosníkem konstantního rozpětí 8,0 m a výšky max. 0,76 m. Vzdálenost příčníků odpovídá systému příhrad hlavních nosníků a pohybuje se v rozmezí 2,24 až 3,1 m.

V úrovni spodních pásů hlavních nosníků v poli 1-5 je nýtované ztužení z úhelníků. V polích 1-4 je rovněž i horní ztužení z úhelníků.

Na konstrukci středního pole je zavěšen systém provizorního hrazení tzv. Záhorský jez. Jedná se o systém 25 slupicových dvojic, které jsou kloubově připojeny k hlavnímu nosníku na povodní straně. Slupice jsou běžně vytaženy proti vodě pod mostovkou. Při potřebě hradit říční tok jsou sklopeny do svislé polohy a opřeny o úložný práh, který je ve dně řeky součástí jezového tělesa. Pomocí zasouvání stavidel do slupic je říční tok zahrazen. K obsluze systému hrazení je na povodňové straně vně obrysu lávky obslužná lávka, která je podporovaná vykonzolovanými příčníky.

Jednotlivá mostní pole jsou na opěrách a pilířích podpírána ložisky pravděpodobně z ocelolitin v klasickém uspořádání systému pevných a posuvných válcových ložisek. Podpoření středního pole je řešeno atypicky. Jsou zde ocelové kotvící konstrukce zajišťující ve vodorovné rovině staticky určité podpoření mostu a současně zachytávající velké vodorovné reakce mostu pro zatížení kombinací větru a tlaku vody. Tyto speciální kotevní konstrukce přes celou šířku mostu jsou ocelové nýtované se samostatnými ložisky z ocelolitin a zakotvené pomocí šikmých táhel pilířů.

Po mostě vedena přímá komunikace celkové šířky 7,5 m. Vozovka je široká 5 m, chodník je na návodní straně široký 1,5 m a v poli 1-3 po něm vede kolejová dráha pro jeřáb obsluhující systém hrazení, chodník na povodní straně je široký 1,0 m. Světlá výška nad komunikací je min. cca 5 m.

2.2. SPODNÍ STAVBY A ZALOŽENÍ

Mostní opěry jsou masivní, na vnějším lici jsou vyžděny z masivních žulových kvádrů. Opěra OP6 je krabicová, uvnitř opěry je místnost - strojovna jezového objektu. Závěrné zídky jsou betonové.

Mostní pilíře jsou na vnějším lici vyžděny z kamenného řádkového zdiva. Materiálem zdiva na lici pilířů je žula. Jádru pilířů je dle archivní dokumentace betonové. Pilíře mají na návodní straně zaoblený líc. Na povodní straně jsou na pilířích umístěny objekty strojoven jezového objektu. Do pilířů jsou ukotveny klapkové jezy VD Mířejovice.

Křídla jsou rovnoběžná na lici vyžděná z masivních žulových kvádrů v pravidelném řádkovém zdivu. U opěry OP1 jsou křídla částečně vyžděná z kyklopského zdiva.

Dle archivní dokumentace jsou mostní podpěry založeny na masivních plošných základech, která jsou v hranách založeny na dřevěných pilotách.

2.3. STAVEBNÍ STAV MOSTU

Součástí Posudku technického stavu most [1] byla i mimořádná prohlídka mostů provedená ve smyslu ČSN 73 6221. V rámci statického výpočtu byly zohledněny nejzávažnější poruchy, které mají vliv na únosnost. Odhad korozního oslabení byl proveden dle [3] – Ověření korozního oslabení průřezů.

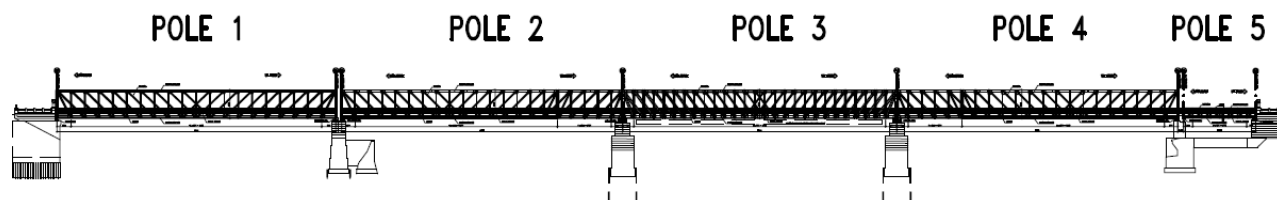
Podrobný popis závad je součástí mimořádné prohlídky mostu.

V mimořádné prohlídce byla v souladu s ČSN 73 6221 ohodnocena stavební stavba stupněm IV – uspokojivý a nosná konstrukce stupněm VI – velmi špatný.

2.4. ROZDĚLNÍ KONSTRUKCE PRO STATICKÝ VÝPOČET

Statický výpočet bude vzhledem k rozsáhlosti posuzované konstrukce rozdělen na několik částí:

- část 1: Posouzení mostovky
- část 2: Posouzení nosné konstrukce pole 1
- část 3: Posouzení nosné konstrukce pole 2 +4
- část 4: Posouzení nosné konstrukce v poli 5
- část 5: Posouzení nosné konstrukce v poli 3 (posouzení od dopravy a od hradidel)
- část 6: Posouzení spodní stavby, ložisek, nýtů



Obr. 2.1 – schéma konstrukce mostu

3. STATICKÉ POSOUZENÍ, VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI

3.1. ČÁST 1 – POSOUZENÍ MOSTOVKY

3.1.1. POPIS MOSTOVKY

Systém mostovky je velmi podobný ve všech mostních polích.

Mostovka je obecně ve všech polích tvořena systémem ocelových podpážnic Zorés typ 24. Ocelové podpážnice jsou podporovány celkem dvěma krajními atypickými podélníky složenými z plechů a úhelníků a čtyřmi mezilehlými podélníky válcovaného profilu „I“ 240. Ocelové podélníky jsou osazeny v osové vzdálenosti 1,06 m. Na horním líci ocelových podpážnic Zorés je nabetonovaná betonová deska tloušťky 80 – 130 mm, na níž je provedeno živičné souvrství tloušťky 50 mm. Vozovka je na obou stranách ukončena ocelovým odrazným profilem. V krajních částech mostovky pod chodníkem je provedeno atypické řešení ŽB trámem a deskou.

Ocelové válcované podélníky jsou vetknuty do ocelových příčníků. Příčníky jsou tvořeny plnostěnným nýtovaným nosníkem konstantního rozpětí 8,0 m a výšky max. 0,76 m. Vzdálenost příčníků odpovídá systému příhrad hlavních nosníků a pohybuje se v rozmezí 2 až 3,1 m.

Ve všech polích je původní chodníková část nahrazena novější z železobetonu. Chodníková část na návodní straně je v polích 4 a 5 tvořena železobetonovým trámem s deskou. ŽB trám s deskou jsou podepřeny na horním líci příčníků, rozpětí odpovídá vzdálenosti ocelových příčníků. V poli 1 -3 je navíc chodníková část pojížděna jeřábem obsluhujícím provizorní systém hrazení (Záhorského jez). Je zde vedena kolejnicová dráha, přičemž pod pravou kolejnicí je navíc podporující ocelový profil „I“ 140.

Ve středním poli 3 je navíc provedeno na povodní straně konzolové rozšíření vně komorový příčný řez konstrukce podporující kolejovou dráhu dalšího jeřábu obsluhující systém provizorního hrazení.

V rámci výpočtu mostovky bude posouzena část mostovky s největším rozpětím podélníků (tj. 3,1 m), které je použito v poli 1.

3.1.2. FOTODOKUMENTACE



Obr. 3.1 – Spodní líc mostovky



Obr. 3.2 – Kolejová dráha na návodní straně

3.1.3. OVĚŘENÍ PARAMETRŮ MOSTOVKY PRO STATICKÝ VÝPOČET

Tvary a průřezy nosné konstrukce pro výpočet byly zjištěny na základě oměření konstrukce v terénu a zejména pak analýzou původní projektové dokumentace.

Měřením v terénu bylo potvrzeno, že skutečná světlost konstrukce odpovídá hodnotám uvedeným v projektové dokumentaci. Odpovídá rovněž i šířkové uspořádání na mostě.

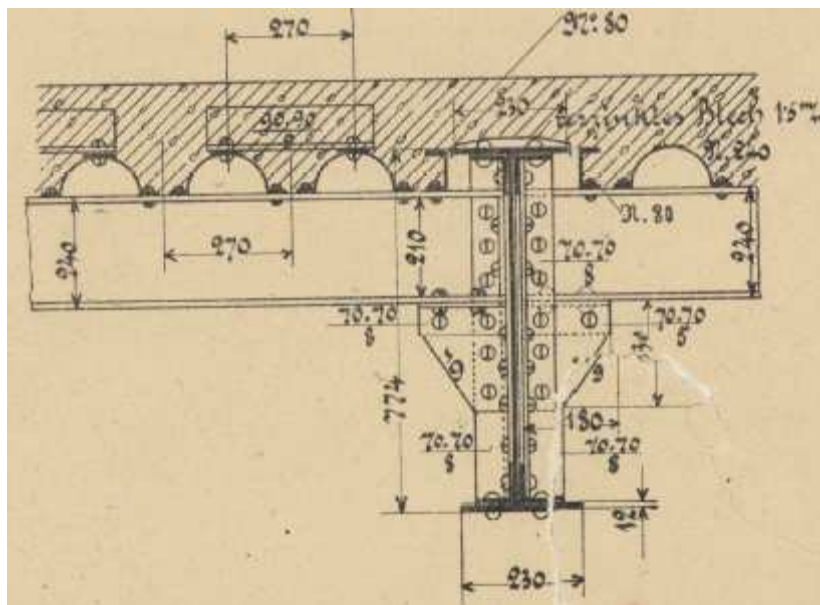
- vzdálenost podélníků 1,06 m
- profil Zorés typ 24
- profil podélníků I 240
- vzdálenost příčníků 2- 3,10 m

Materiálové parametry byly určeny na základě zkoušek vzorků odebraných z nosné konstrukce mostu. Zpráva ze zkoušení z laboratoře a výsledky měření jsou součástí [1].

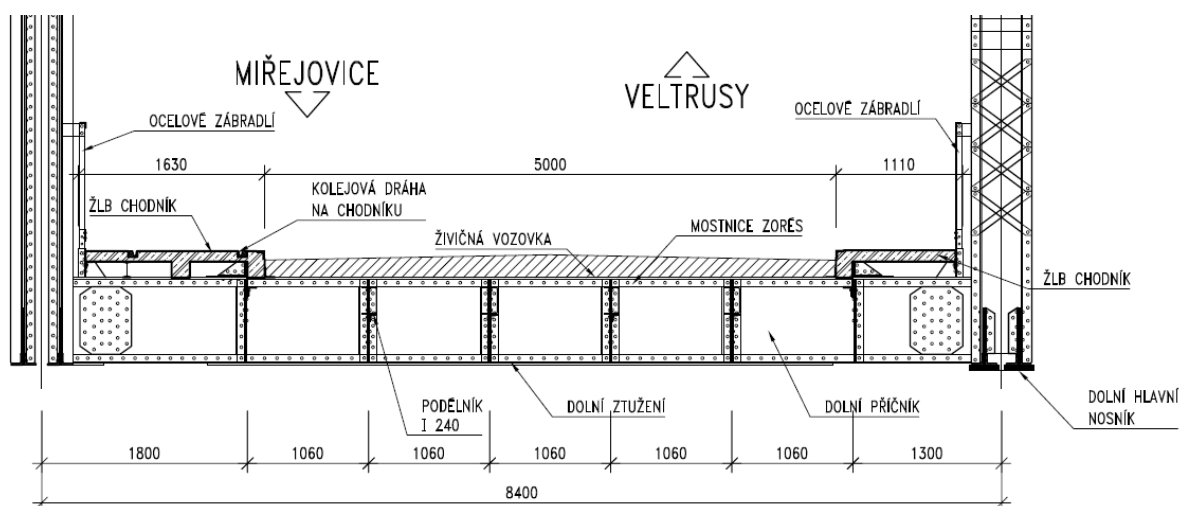
Materiálové parametry oceli zjištěné na základě zkoušek odebraných vzorků

- mez kluzu: **min. 217 MPa**
- výpočtová pevnost f_{yd} : **190 MPa**

3.1.4. SCHEMA KONSTRUKCE



Obr. 3.3 – Podélný řez mostovkou



Obr. 3.4 – Příčný řez mostovkou

3.1.5. VSTUPNÍ ÚDAJE A PŘEDPOKLADY

V rámci statického výpočtu byly posouzeny ocelové podpáznice Zorés, ocelové podélníky a příčníky. Výpočet byl proveden dle teorie mezních stavů dle normy ČSN 73 6222. Stanovení zatížitelnosti bylo provedeno pro rozhodující průřezy v souvislosti s polohou maximálních účinků nahodilého zatížení. Zatížení bylo ve výpočtu násobeno příslušnými součiniteli zatížení. Zatížení bylo následně posouzeno na kombinace zatížení – **6.10**.

Předpokládá se, že pro výpočet zatížitelnosti je rozhodující posouzení jednotlivých nosníků v polovině rozpětí v mezním stavu únosnosti případně použitelnosti od ohybového namáhání. Únosnost jednotlivých prvků mostovky bude redukována vzhledem k jejich stavbě – technickému stavu.

Výpočet únosnosti mostovky bude proveden zvlášť pro mostnice Zorés, pro podélník a příčník.

3.1.6. MOSTNICE ZORÉS - ZATÍŽENÍ

Nosná konstrukce mostovky byla posuzována na účinky stálého zatížení a svislého pohyblivého zatížení V_n , V_r a V_e . Zatížení budou navzájem zkombinovány v zatěžovacích kombinacích.

Roznášení zatížení bylo uvažováno do těžiště ocelových profilů Zorés. Z výpočtu příčného roznosu při šířce kola 0,2 vychází roznesená šířka zatížení kolem 570 mm. To téměř přesně odpovídá šířce dvou mostnic Zorés. Ve výpočtu tak bude posuzován pás mostnic šířky 570 mm.

Stálé zatížení:

| | tloušťka | šířka | obj.hmotnost | tíha | |
|-------------------------------------|----------|-------|------------------------------|-------------|------|
| 2 x ocelové podlažnice Zorés typ 24 | - | - | - | 1,44 | |
| betonová deska | 0,14 | 0,54 | 25 | 1,89 | |
| živičná vozovka | 0,05 | 0,54 | 24 | 0,648 | |
| | | | $\Sigma =$ | 3,98 | kN/m |

Přehled nahodilého zatížení – dle ČSN 73 6222:

- normální (V_n) – model LM1 čl. 7.1, vozidla 2, resp. 3-nápravová o hmotnosti 32 t
- výhradní (V_r) – čtyřnápravové vozidlo 80 t dle čl. 7.2
- vyjímečné (V_e) – zvláštní souprava o hmotnosti 196 t dle čl. 7.3

Zatížení tvořené kolovými tlaky předepsaných zatěžovacích souprav (V_n , V_r , V_e) bylo na konstrukci umístěno tak, aby vyvozovalo maximální účinky ohybové momentu na ocelové podpěžnici Zorés v polovině rozpětí mezi podélníky.

Dynamický součinitel pro účinky vozidel je uvažován dle normy ČSN 73 6222.

3.1.7. MOSTNICE ZORÉS - VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL

Výpočet vnitřních sil byl proveden v programu NEXIS 32.100. Mostnice Zorés byly uvažovány jako spojitý nosník, který je podporován pružnými podporami (v místě podélníků). Tuhost v místě uložení na podélníky byla vypočtena tak, aby odpovídala skutečnému chování konstrukce. To se velmi blíží prostému nosníku o rozpětí 1,06 m.

$L = 5 \times 1,06 \text{ m}$

Posuzovaná šířka = 0,54 m

Výsledky vnitřních sil

| | Msd (kNm) | souč. zatížení | dynamický součinitel | Mrd |
|-----------------------------------|--------------|-------------------|-------------------------|-------|
| | L/2 | | | L/2 |
| stálé zatížení | 0,44 | 1,35 | - | 0,60 |
| V_n rov - kolo 50 kN | 12,31 | 1,35 | 1,40 | 23,27 |
| V_n rov - 2,5 kN/m ² | 0,15 | 1,35 | 1,40 | 0,29 |
| V_r - kolo 100 kN | 24,24 | 1,35 | 1,40 | 45,81 |
| V_e - kolo 70 kN | 17,23 | 1,35 | 1,05 | 24,43 |

3.1.8. MOSTNICE ZORÉS - POSOUZENÍ ZATÍŽITELNOSTI (MSÚ)Mostnice Zorés č. 24 (2x)

$$W_y = 2 \cdot 61,81 \text{ cm}^3$$

$$R_d = 190 \text{ MPa}$$

Stavební stav mostnic Zorés je na různých místech nosné konstrukce různý. Na většině plochy nebyly zjištěny žádné vážnější úbytky plochy průřezu z důvodu koroze. Lokálně však byla zjištěna místa se silnou korozi a částečně i deformací profilů Zorés a to zejména v místech uložení na krajní atypický podélník (zejména v poli 2,3). Ve výpočtu jsou tak posouzena tato místa s nejhorším stavem. Je zde uvažován stavební stav mostnic – V. špatný a únosnost je redukována součinitelem 0,6. Výpočet bude proveden pro konstrukci oslabenou i neoslabenou korozi.

$$f_{yd} = \frac{M_{Rd}}{W_{el,y,d}}$$

$$M_{Rd} = 190 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 0,000062 = 23,48 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,red} = 0,6 \cdot 11,74 = 14,09 \text{ kNm}$$

MSÚ – posouzení ohybové únosnosti

Posouzení maximálního účinku kolového tlaku.

Výpočet zatížitelnosti bude určena dle kombinace 6.10 dle [2].

$$E_d = M_{Rd} = M_{Ed}$$

$$E_{da} = \gamma_{G,sup} \cdot G_K + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1}$$

$$14,09 = 1,35 \cdot 0,44 + 1,35 \cdot \delta \cdot M_{q,b}$$

$$\delta \cdot M_{q,b} = 10,0 \text{ kNm}$$

Normální zatížitelnost

$$\delta \cdot M_{q,b} = \delta \cdot M_{qp,1} + \delta \cdot M_{qv,1}$$

$$10,0 = 1,4 \cdot 0,15 \cdot v_n + 1,4 \cdot 12,31 v_n$$

$$v_n = 0,57 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$V_a = 100 v_n = 57 \text{ kN}$$

$$V_n = \frac{4}{3} \cdot V_a = 76 \text{ kN} = 7,6 \text{ t}$$

Max. nápravový tlak 5,7 t.

(Výpočet bez oslabení $V_n = 13 \text{ t}$, max. nápravový tlak = 9,7 t)

Výhradní zatížitelnost

$$V_r = 8 \cdot \frac{\delta \cdot M_{qkd}}{\delta \cdot M_{Vr}} \cdot V_r / 10 = 8 \cdot \frac{10,0}{1,4 \cdot 24,24} \cdot 100 / 10 = 23,6$$

(Výpočet bez oslabení $V_r = 40 \text{ t}$)

Výjimečná zatížitelnost

$$V_e = 14 \cdot 2 \cdot \frac{\delta \cdot M_{qkd}}{\delta \cdot M_{Ve}} \cdot V_e / 10 = 14 \cdot 2 \cdot \frac{10,0}{1,05 \cdot 17,23} \cdot 70 / 10 = 100,6 \text{ t}$$

(Výpočet bez oslabení $V_e = 170 \text{ t}$)

3.1.9. PODÉLNÍK - ZATÍŽENÍ**Stálé zatížení:**

| | tloušťka | šířka | obj.hm. | tíha | |
|---------------------------------|----------|-------|------------|-------|------|
| podélník I 240 | - | - | - | 0,46 | |
| ocelové podlažnice Zorés typ 24 | - | 1,06 | - | 0,77 | |
| betonová deska | 0,14 | 1,06 | 25 | 3,71 | |
| živičná vozovka | 0,05 | 1,06 | 24 | 1,272 | |
| | | | Σ = | 6,21 | kN/m |

Přehled nahodilého zatížení – dle ČSN 73 6222:

- normální (Vn) – model LM1 čl. 7.1, vozidla 2, resp. 3-nápravová o hmotnosti 32 t
- výhradní (Vr) – čtyřnápravové vozidlo 80 t dle čl. 7.2
- vyjímecné (Ve) – zvláštní souprava o hmotnosti 196 t dle čl. 7.3

Zatížení tvořené kolovými tlaky předepsaných zatěžovacích souprav (Vn, Vr, Ve) bylo na konstrukci umístěno tak, aby vyvozovalo maximální účinky ohybové momentu na ocelový podélník I240.

Dynamický součinitel pro účinky vozidel je uvažován dle normy ČSN 73 6222.

3.1.10. PODÉLNÍK – VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL

Výpočet vnitřních sil podélníku byl proveden s uvažováním statického fungování podélníku jako prostého nosníku. Uvažování prostého nosníku je na straně bezpečné. Částečná tuhost připoje podélníku na příčník byla zanedbána.

$L = 3,1\text{ m}$

Posuzovaná šířka = 1,06 m

Výsledky vnitřních sil

| | Msd (kNm) | souč. zatížení | dynamický součinitel | Mrd |
|--------------------------------|--------------|-------------------|-------------------------|---------------|
| | L/2 | | | L/2 |
| stálé zatížení | 7,46 | 1,35 | - | 10,07 |
| Vn rov - kolo 50 kN | 38,75 | 1,35 | 1,40 | 73,24 |
| Vn rov - 2,5 kN/m ² | 3,18 | 1,35 | 1,40 | 6,02 |
| Vr - kolo 3x100 kN | 105,00 | 1,35 | 1,25 | 177,19 |
| Ve - kolo 70kN | 54,25 | 1,35 | 1,05 | 76,90 |

3.1.11. PODÉLNÍK - POSOUZENÍ ZATÍŽITELNOSTI (MSÚ)

Podélník I240

$W_y = 477\text{ cm}^3$

$R_d = 190\text{ MPa}$

Stavební stav podélníku – IV. uspokojivý = redukce součinitelem 0,8

$$f_{yd} = \frac{M_{Rd}}{W_{el,y,d}}$$

$$M_{Rd} = 190 \cdot 10^3 \cdot 0,000477 = 90,63 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,red} = 0,8 \cdot 11,74 = \underline{72,5 \text{ kNm}}$$

MSÚ – posouzení ohybové únosnosti

Posouzení maximálního účinku kolového tlaku.

Výpočet zatížitelnosti bude určena dle kombinace 6.10 dle [2].

$$E_d = M_{Rd} = M_{Ed}$$

$$E_{da} = \gamma_{G,sup} \cdot G_K + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1}$$

$$72,5 = 1,35 \cdot 7,46 + 1,35 \cdot \delta \cdot M_{q,b}$$

$$\delta \cdot M_{q,b} = 46,24 \text{ kNm}$$

Normální zatížitelnost

$$\delta \cdot M_{q,b} = \delta \cdot M_{qp,1} + \delta \cdot M_{qv,1}$$

$$46,24 = 1,4 \cdot 3,18 \cdot v_n + 1,4 \cdot 38,75 v_n$$

$$v_n = 0,79 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$V_a = 100 v_n = 79 \text{ kN}$$

$$V_n = \frac{4}{3} \cdot V_a = 79 \text{ kN} = \underline{10,5 \text{ t}}$$

Max. nápravový tlak 8,0 t.

(Výpočet bez oslabení $V_n = 13,6 \text{ t}$, max. nápravový tlak = 10,2 t)

Výhradní zatížitelnost

$$V_n = \frac{\delta \cdot M_{qkd}}{\delta \cdot M_{Vr}} \cdot V_r = 80 \cdot \frac{46,24}{1,4 \cdot 105,0} = \underline{25,4 \text{ t}}$$

(Výpočet bez oslabení $V_r = 32,7 \text{ t}$)

Výjimečná zatížitelnost

$$V_e = 14 \cdot 2 \cdot \frac{\delta \cdot M_{qkd}}{\delta \cdot M_{Ve}} \cdot V_e / 10 = 14 \cdot 2 \cdot \frac{46,24}{1,05 \cdot 54,25} \cdot 70 / 10 = \underline{160,6 \text{ t}}$$

(Výpočet bez oslabení $V_e = 192 \text{ t}$)

3.1.12. PŘÍČNÍK - ZATÍŽENÍ

Stálé zatížení:

| | tíha | |
|---------------------------------|------|------|
| stálé zatížení podélník č.2-5 | 19,2 | kN |
| stálé zatížení podélník č.1 a 6 | 9,6 | kN |
| návodní chodník | 8,0 | kN/m |

| | | |
|-----------------|-----|------|
| povodní chodník | 8,0 | kN/m |
|-----------------|-----|------|

Přehled nahodilého zatížení – dle ČSN 73 6222:

- normální (Vn) – model LM1 čl. 7.1, vozidla 2, resp. 3-nápravová o hmotnosti 32 t
- výhradní (Vr) – čtyřnápravové vozidlo 80 t dle čl. 7.2
- vyjímečné (Ve) – zvláštní souprava o hmotnosti 196 t dle čl. 7.3

Zatížení tvořené kolovými tlaky předepsaných zatěžovacích souprav (Vn, Vr, Ve) bylo na konstrukci umístěno tak, aby vyvozovalo maximální účinky ohybové momentu na ocelový příčník.

Dynamický součinitel pro účinky vozidel je uvažován dle normy ČSN 73 6222.

3.1.13. PŘÍČNÍK - VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL

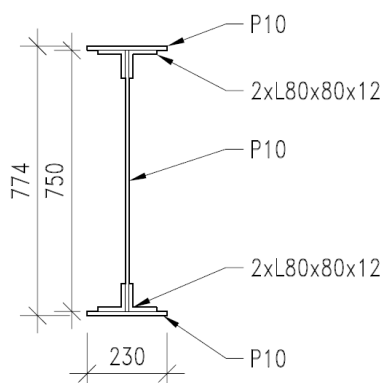
Příčník byl statickým výpočtu uvažován jako prostý nosník o rozpětí 8,0 m.

$L = 8,0$ m

Posuzovaná šířka = 3,1 m

Výsledky vnitřních sil

| | Msd (kNm) | souč. zatížení | dynamický součinitel | Mrd |
|--------------------------------|--------------|-------------------|-------------------------|---------|
| | L/2 | | | L/2 |
| stálé zatížení | 147,1 | 1,35 | 1,00 | 198,59 |
| Vn - kolo 50 kN | 150,0 | 1,35 | 1,40 | 283,50 |
| Vn rov - 2,5 kN/m ² | 54,6 | 1,35 | 1,40 | 103,23 |
| Vr - 80t | 783,5 | 1,35 | 1,25 | 1322,16 |
| Ve - 196t | 522,8 | 1,35 | 1,05 | 741,01 |
| chodníky | 7,4 | 1,35 | 1,00 | 10,04 |

3.1.14. PŘÍČNÍK - POSOUZENÍ ZATÍŽITELNOSTI**PŘÍČNÍK**

$$A_y = 2,01 \cdot 10^4 \text{ mm}^2$$

$$W_{el,y} = 5,24 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$R_d = 190 \text{ MPa}$$

Stavební stav příčnicku – V. špatný = redukce únosnosti součinitelem 0,6

$$f_{yd} = \frac{M_{Rd}}{W_{el,y,d}}$$

$$M_{Rd} = 190 \cdot 10^3 \cdot 0,00524 = 995,6 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,red} = 0,6 \cdot 995,6 = 597,4 \text{ kNm}$$

MSÚ – posouzení ohybové únosnosti

Výpočet zatížitelnosti bude určena dle kombinace 6.10 dle [2].

$$E_d = M_{Rd} = M_{Ed}$$

$$E_{da} = \gamma_{G,sup} \cdot G_K + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1}$$

$$597,4 = 1,35 \cdot 147,1 + 1,35 \cdot \delta \cdot M_{qkd}$$

$$\delta \cdot M_{qkd} = 295,4 \text{ kNm}$$

Normální zatížitelnost

$$M_{q,b} = M_{qp,1} + M_{qv,1} + M_{ch,1}$$

$$295,4 = 1,4 \cdot 54,6 v_n + 1,4 \cdot 150 v_n + 7,4 \cdot 1,35$$

$$v_n = 1,00 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$V_a = 100 v_n = 100 \text{ kN}$$

$$V_n = \frac{4}{3} \cdot V_a = 133 \text{ kN} = 13,3 \text{ t}$$

Max. nápravový tlak 10,0 t.

(Výpočet bez oslabení $V_n = 27,6 \text{ t}$, max. nápravový tlak = 20,5 t)

Výhradní zatížitelnost

$$V_n = \frac{\delta \cdot M_{qkd}}{\delta \cdot M_{Vr}} \cdot V_r = 80 \cdot \frac{295,4 - 7,4 \cdot 1,35}{1,4 \cdot 783,5} = 20,8 \text{ t}$$

(Výpočet bez oslabení $V_r = 42,3 \text{ t}$)

Výjimečná zatížitelnost

$$V_e = \frac{\delta \cdot M_{qkd}}{\delta \cdot M_{Ve}} \cdot V_e = \frac{295,4}{1,05 \cdot 522,8} \cdot 196 = 105,4 \text{ t}$$

(Výpočet bez oslabení $V_e = 196 \text{ t}$)

3.1.15. CHODNÍKOVÁ ČÁST MOSTOVKY, KONZOLA V POLI 3

V rámci statického posouzení příčného řezu nebyla posouzena ocelová konzola na levé straně pole 3, která je pojížděna jeřábem pro spouštění systému provizorního hrazení (Záhorského jezu). Předpokládá se, že její únosnost je dostatečná a odpovídá únosnosti zbytku konstrukce.

V rámci statického posouzení rovněž nebyla posouzena betonová chodníková část mostovky, která je na návodní (pravé) straně pojížděna jeřábem pro spouštění systému provizorního hrazení

(Záhorského jezu). Betonová část chodníkové mostovky je tvořena železobetonovou deskou s trámem a ocelovým nosníkem I140.

Tato konstrukce nebyla posuzována z toho důvodu, že její stav je havarijní, ale nelze ji na mostě nadále ponechat. Železobetonová deska je na několika místech zcela rozpadlá a je nahrazena provizorními ocelovými plechy (pole 1,2). Železobetonový nosný trám je v jednom místě v poli 2 zcela přerušen, visí pod most. Rovněž ocelový nosník I140 (podporující kolejovou dráhu jeřábu) je na jednom místě nad opěrou OP1 zcela přerušen.

Pojezd jeřábu po mostě není možný v poli 1 a 2 vzhledem k vážným závadám v nosné konstrukci chodníkové části mostovky!



Obr. 3.5 – koroze zcela přerušeny nosník I 140 pod kolejnicí nad opěrou OP1



Obr. 3.6 – betonový trám pod chodníkovou částí konzoly je zcela rozpadlý



Obr. 3.7 – rozpadlá ŽB deska návodního (pravého chodníku)

3.1.16. VÝPOČET MOSTOVKY - ZÁVĚR

Výpočet mostovky byl stanoven ve smyslu ČSN 73 6222 čl. 5.1.2 metodou V - podrobným statickým výpočtem. Bylo prokázáno, že nejslabším článkem mostovky jsou mostnice Zorés. Hodnoty maximálních zatížitelností jsou uvedeny v tabulce.

Výpočet únosnosti mostovky oslabené korozí pro zatížení vozidly

| | Normální zatížitelnost V_n [t] | Výhradní zatížitelnost V_r [t] | Výjimečná zatížitelnost V_e [t] | Max.nápravový tlak [t] |
|----------------|--|--|---|---------------------------|
| mostnice Zorés | 7 | 23 | 100 | 5,7 |
| podélník | 10 | 25 | 160 | 8,0 |
| příčník | 13 | 20 | 105 | 10,0 |

Výpočet únosnosti mostovky bez oslabení korozí pro zatížení vozidly

| | V_n [t] | V_r [t] | V_e [t] | Max.nápravový tlak [t] |
|----------------|-----------|-----------|-----------|---------------------------|
| mostnice Zorés | 13 | 40 | 170 | 9,7 |
| podélník | 13 | 32 | 192 | 10,2 |
| příčník | 27 | 42 | 196 | 20,5 |

Stav chodníkové části mostovky na návodní (pravé straně) je **havarijní**. Pojezd jeřábu po mostě v poli 1 a 2 není možný vzhledem k vážným závadám v nosné konstrukci chodníkové části mostovky! **Chodník na návodní straně v poli 1 a 2 je nutné okamžitě uzavřít!**

3.2. ČÁST 2 – POSOUZENÍ POLE 1 – MOST 62 M

3.2.1. POPIS POLE 1

Nosnou konstrukci v poli 1 tvoří prostý nosník o rozpětí 62 m, levý konec pole je podepřen na levobřežní kamenné opěře, pravý konec je podepřen na kamenném pilíři P2.

Nosná konstrukce je řešena jako příhradový komorový nosník. Hlavní svislé nosníky jsou násobné příhradové soustavy. Příhradové soustavy jsou tvořeny hlavním spodním a horním nosníkem, svislicemi, diagonálami, spodním a horním příčníkem a spodním a horním zavětrováním (ztužením). Pole 1 je tvořeno celkem 20 příhrad po 3,1 m. Výška příhradové soustavy je osově 6 m a šířka 8,4 m.

Jednotlivé prvky nosné konstrukce jsou tvořeny složenými průřezy z ocelových plechů a úhelníků, které jsou k sobě snýtovány. Technické řešení odpovídá dobře, kdy byly jednotlivé průřezy navrženy pokud možno co nejoptimálněji z hlediska využití výztuže a jsou v zásadě v každé příhradě odlišné.

Na opěře OP1 jsou ložiska pevná, na pilíři P2 jsou ložiska posuvná. Obě podpěry jsou vyzděny na líci z masivního žulového kvádrového zdiva.

Příčné uspořádání na mostě je tvořeno vozovkou šířky 5,0 m, návodním (pravostranným) chodníkem šířky 1,5 a povodním (levostranným) chodníkem šířky 1,0 m. V návodním chodníku je zabudována kolejová dráha pro pojezd mechanismu obsluhující systém provizorního hrazení v poli 3.

Nosná konstrukce v poli 1 je zatížena vlastní tíhou, ostatním stálým zatížením, proměnným zatížením od dopravy a pojezdu mechanismu obsluhující systém provizorního hrazení v poli 3.

Stav nosné konstrukce v poli 1 lze ohodnotit jako špatný až velmi špatný. Na ocelových prvcích pod úrovní mostovky byla zjištěna silná koroze zejména v místech styčníků napojení příčníků, hlavního spodního nosníku a ztužení [1]. Ve výpočtu bude zadáno průměrné oslabení průřezové plochy podle údajů z ověření korozního oslabení průřezů [2].

3.2.2. FOTODOKUMENTACE



Obr. 3.8 – Pohled na nosnou konstrukci pole 1 – rozpětí 62 m

3.2.3. MATERIÁL NOSNÉ KONSTRUKCE

Viz. kapitola 3.1.3.

3.2.4. SCHEMA KONSTRUKCE + ZNAČENÍ PRUTŮ, PRŮŘEZY

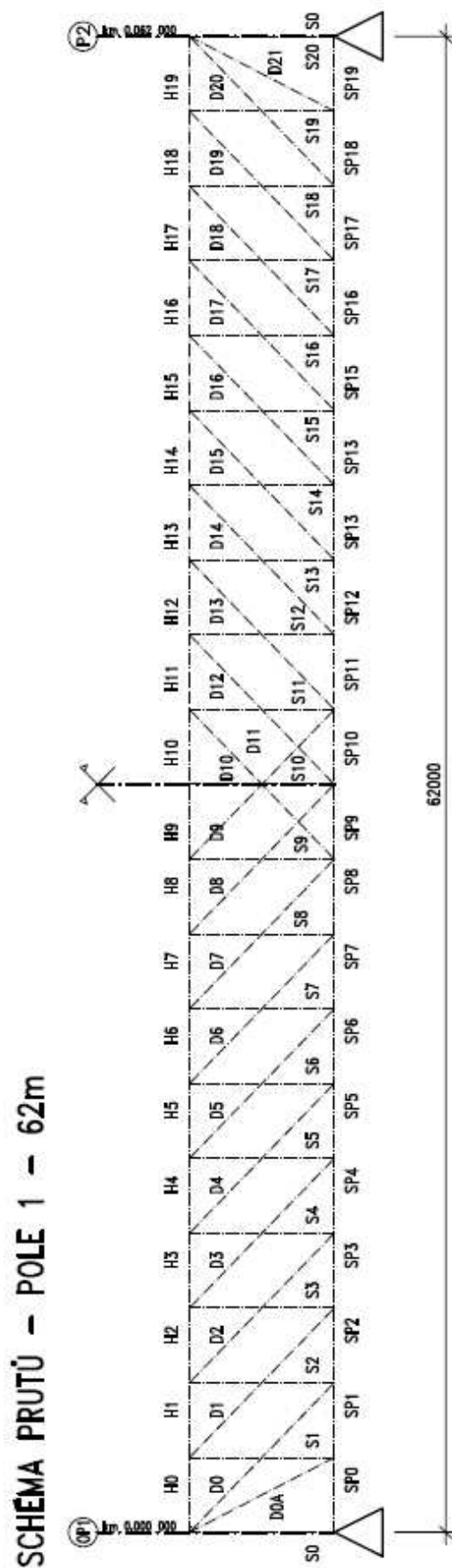
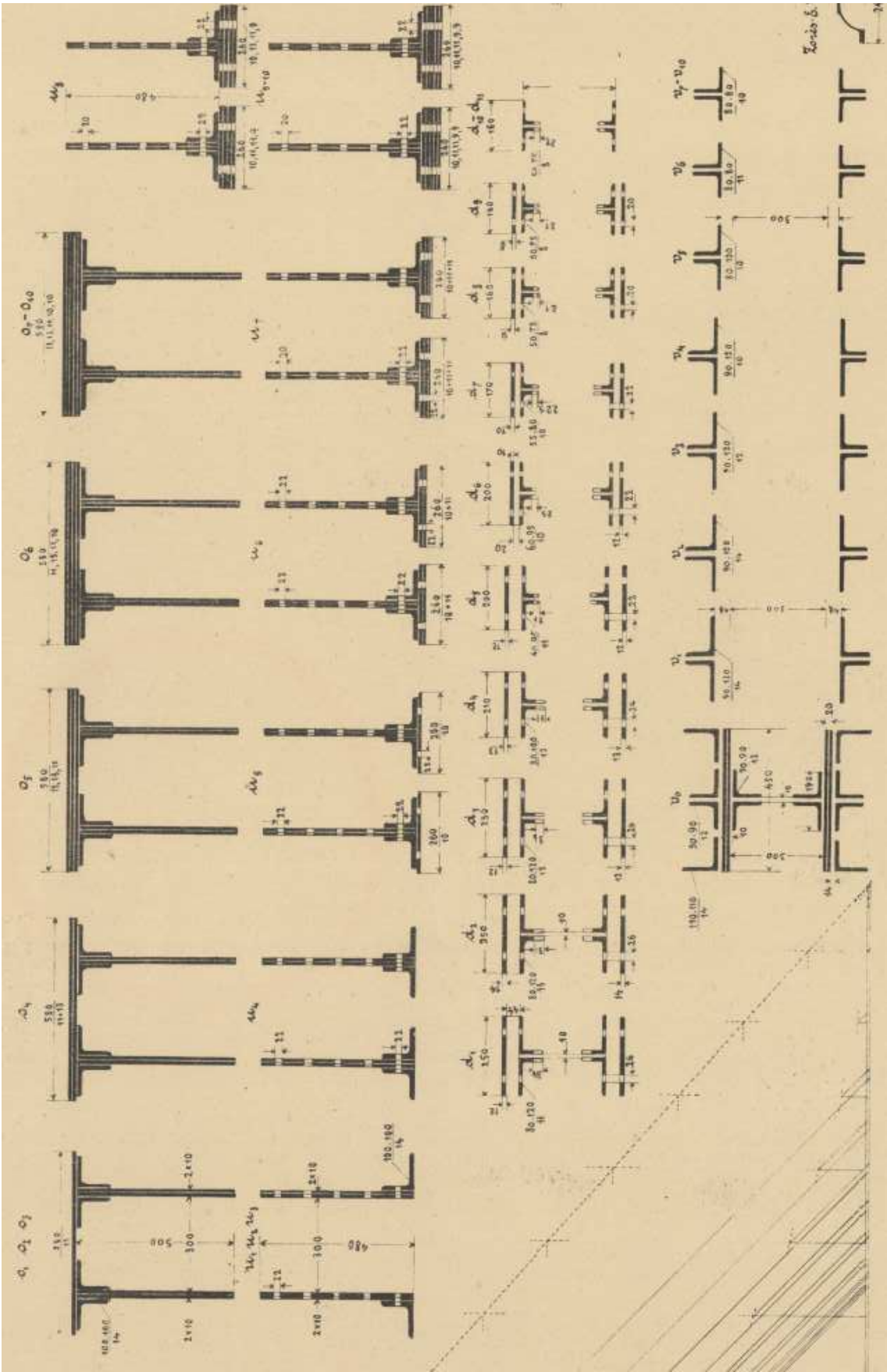


Schéma prutů použitých ve statickém výpočtu



3.2.5. VSTUPNÍ ÚDAJE A PŘEDPOKLADY

Výpočet zatížitelnosti byl proveden dle teorie mezních stavů podle normy ČSN 736222. Stanovení zatížitelnosti bylo provedeno pro rozhodující průřezy v souvislosti s polohou maximálních účinků proměnného zatížení. Zatížení bylo ve výpočtu násobeno příslušnými součiniteli zatížení. Zatížení bylo následně posouzeno na kombinace zatížení – **6.10**.

Vzhledem k rozdílným průřezovým charakteristikám jednolitých prvků nelze dopředu určit, který prvkem bude rozhodující. V prvním kroku výpočtu byly určeny pruty, u nichž bylo dosaženo největšího napětí od kombinace zatížení, a tyto vybrané pruty byly následně posouzeny.

Výpočet byl proveden pro dvě varianty – oslabenou a neoslabenou konstrukci. Ve výpočtu je stav konstrukce zohledněn úbytkem průřezové plochy jednotlivých prvků. U spodního hlavního nosníku a svislic je úbytek odhadnut o 20% plochy, u horního hlavního nosníku a diagonál o 10% plochy.

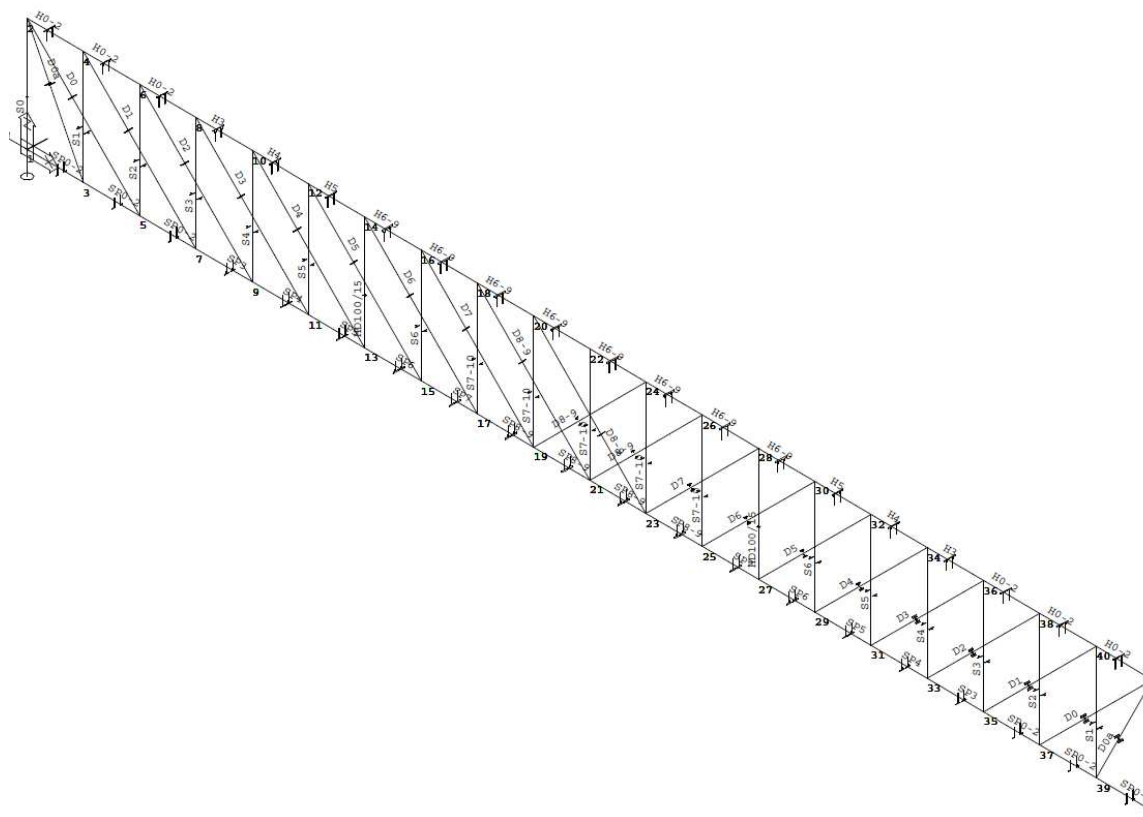
3.2.6. VÝPOČETNÍ MODEL

Výpočetní model byl proveden v programu NEXIS 32.100 a je tvořen rovinným modelem XZ návodního nosníku. Výpočet byl proveden metodou konečných prvků. Návodní nosník je sestaven z reálných prutů na konstrukci převzatých z kapitoly 3.2.4 do výpočetního programu. Výpočet průřezových charakteristik jednotlivých prutů byl rovněž proveden v tomto výpočetním programu.

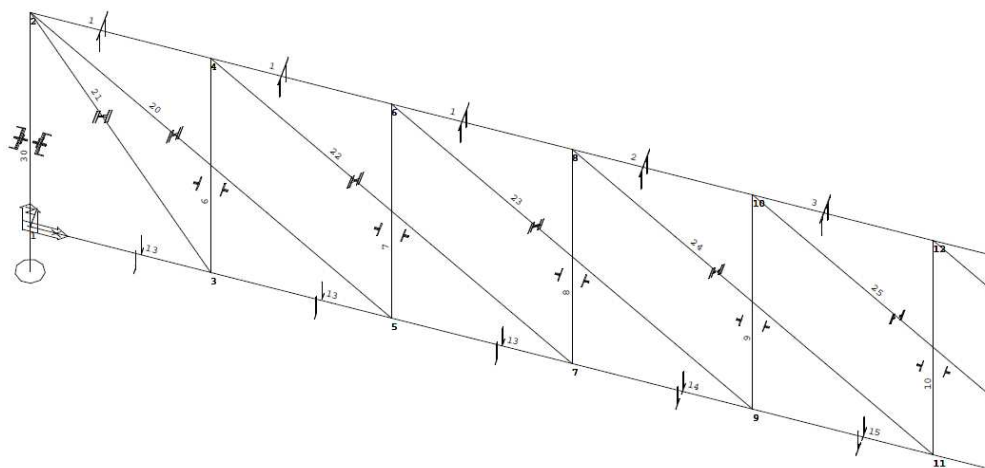
Nosná konstrukce je zatížena styčnickovým zatížením vypočteným z kapitoly 3.1 – Část 1 – Posouzení mostovky. U proměnného zatížení je uvažována jeho poloha tak, aby co nejvíce zatěžovala posuzovaný nosník. Proměnné zatížení je zadáváno pojezdy po příhradové konstrukci.

Tuhost jednotlivých spojů je výpočtu zanedbána, konstrukce je modelována jako klasická příhradová konstrukce.

Za účelem zjištění přírůstku osových sil od působení vodorovného zatížení (větre) byl sestaven zvláštní model spodního a horního ztužení. Z tohoto modelu získané vnitřní síly byly zkombinovány se silami získanými na modelu návodního nosníku.



Obr. 3.9 – schéma výpočetního modelu



Obr. 3.10– detail výpočetního modelu

3.2.7. ZATÍŽENÍ

Nosná konstrukce mostu byla posuzována na účinky stálého zatížení, svislého pohyblivého zatížení V_n , V_r a V_e a rovnoměrným zatížením velikosti 5 kN/m^2 . Zatížení jsou navzájem zkombinovávána v zatěžovacích kombinacích.

Zvláštní kapitolu tvoří zatížení větrem, které bylo modelováno na zvláštním modelu a jeho účinky byly plně započteny v celkovém vyhodnocení.

Stálé zatížení:

- vlastní tíha konstrukce mostovky (mostnice Zorés, vozovkové souvrství, podélníky, příčníky, chodníky) je převzata z výpočtu mostovky
- vlastní tíha ocelové příhradové konstrukce byla automaticky generována výpočetním modelem (jsou zde zadány skutečné délky a plochy průřezů), zatížení je zvýšeno tzv. konstrukčním součinitelem, který zohledňuje hmotnosti styčnickových plechů, nýtů, distančních plechů apod., velikost konstrukčního součinitele byla určena na základě zkušeností s podobnými železničními mosty z této doby $k = 1,30$ a do výpočetního modelu je zadána zvýšením objemové tíhy oceli o 30%
- tíha ostatního stálého zatížení (dolní a horní ztužení, horní příčníky, zábradlí) je rozpočítána jako styčnickové zatížení a byla vložena do příslušných uzlů

Přehled nahodilého zatížení – dle ČSN 73 6222:

- normální (V_n) – model LM1 čl. 7.1 – na konstrukci bude umístěn jeden zatěžovací pruh
- výhradní (V_r) – čtyřnápravové vozidlo 80 t dle čl. 7.2
- výjimečné (V_e) – zvláštní souprava o hmotnosti 196 t dle čl. 7.3
- plošné zatížení velikosti 5 kN/m^2

Zatížení tvořené kolovými tlaky předepsaných zatěžovacích souprav (V_n , V_r , V_e) bylo na konstrukci umístěno tak, aby vyvozovalo maximální účinky na rozhodující průřezy nosné konstrukce. Zatížení bylo na konstrukci modelováno pojezdy vozidel.

Dynamický součinitel pro účinky vozidel je uvažován dle normy ČSN 73 6222.

$$\delta_{V_n} = 1,33$$

$$\delta_{V_r} = 1,33$$

$$\delta_{V_e} = 1,05$$

Program : IDA Nexis32 release 3.100.230

VD Miřejovice - pole 5

Popis :

Autor : Ing. Vladimír Junek

Základní data

Typ konstrukce : Rám XZ

| | |
|------------------|----|
| Počet uzlů : | 42 |
| Počet prutů : | 83 |
| Počet maker 1D: | 83 |
| Počet linií : | 0 |
| Počet 2D maker : | 0 |
| Počet průřezů : | 30 |
| Počet stavů : | 61 |
| Počet materiálů: | 1 |

Materiál

| Jméno | | |
|-------------------|-----------------------------|--|
| S 235 | | |
| Pevnost v tahu | 190.000 MPa | |
| Mez kluzu | 190.000 MPa | |
| Modul E | 210000.00 MPa | |
| Poissonův souč. | 0.30 | |
| Objemová hmotnost | 10598.000 kg/m ³ | |
| Roztažnost | 0.012 mm/m.K | |

Uzly

| uzel | X m | Z m |
|------|--------|--------|
| 1 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | -0.000 | 6.000 |
| 3 | 3.100 | 0.000 |
| 4 | 3.100 | 6.000 |
| 5 | 6.200 | 0.000 |
| 6 | 6.200 | 6.000 |
| 7 | 9.300 | 0.000 |
| 8 | 9.300 | 6.000 |
| 9 | 12.400 | 0.000 |
| 10 | 12.400 | 6.000 |
| 11 | 15.500 | 0.000 |
| 12 | 15.500 | 6.000 |
| 13 | 18.600 | 0.000 |
| 14 | 18.600 | 6.000 |

| uzel | X m | Z m |
|------|--------|--------|
| 15 | 21.700 | 0.000 |
| 16 | 21.700 | 6.000 |
| 17 | 24.800 | 0.000 |
| 18 | 24.800 | 6.000 |
| 19 | 27.900 | 0.000 |
| 20 | 27.900 | 6.000 |
| 21 | 31.000 | 0.000 |
| 22 | 31.000 | 6.000 |
| 23 | 34.100 | 0.000 |
| 24 | 34.100 | 6.000 |
| 25 | 37.200 | 0.000 |
| 26 | 37.200 | 6.000 |
| 27 | 40.300 | 0.000 |
| 28 | 40.300 | 6.000 |

| uzel | X m | Z m |
|------|--------|--------|
| 29 | 43.400 | 0.000 |
| 30 | 43.400 | 6.000 |
| 31 | 46.500 | 0.000 |
| 32 | 46.500 | 6.000 |
| 33 | 49.600 | 0.000 |
| 34 | 49.600 | 6.000 |
| 35 | 52.700 | 0.000 |
| 36 | 52.700 | 6.000 |
| 37 | 55.800 | 0.000 |
| 38 | 55.800 | 6.000 |
| 39 | 58.900 | 0.000 |
| 40 | 58.900 | 6.000 |
| 41 | 62.000 | 0.000 |
| 42 | 62.000 | 6.000 |

Program : IDA Nexis32 release 3.100.230

VD Miřejovice - pole 5

Popis :

Autor : Ing. Vladimír Junek

Pruty

| makro | prut | uzel 1 | uzel 2 | délka m | Rx deg | průřez | jakost |
|-------|------|--------|--------|------------|-----------|---------------------|--------|
| 1 | 1 | 1 | 2 | 6.000 | 0.00 | 30 - S0 (Obecný) | S 235 |
| 2 | 2 | 3 | 4 | 6.000 | 0.00 | 6 - S1 (Obecný) | S 235 |
| 3 | 3 | 5 | 6 | 6.000 | 0.00 | 7 - S2 (Obecný) | S 235 |
| 4 | 4 | 7 | 8 | 6.000 | 0.00 | 8 - S3 (Obecný) | S 235 |
| 5 | 5 | 9 | 10 | 6.000 | 0.00 | 9 - S4 (Obecný) | S 235 |
| 6 | 6 | 11 | 12 | 6.000 | 0.00 | 10 - S5 (Obecný) | S 235 |
| 7 | 7 | 13 | 14 | 6.000 | 0.00 | 11 - S6 (Obecný) | S 235 |
| 8 | 8 | 15 | 16 | 6.000 | 0.00 | 12 - S7-10 (Obecný) | S 235 |
| 9 | 9 | 17 | 18 | 6.000 | 0.00 | 12 - S7-10 (Obecný) | S 235 |
| 10 | 10 | 19 | 20 | 6.000 | 0.00 | 12 - S7-10 (Obecný) | S 235 |
| 11 | 11 | 21 | 22 | 6.000 | 0.00 | 12 - S7-10 (Obecný) | S 235 |
| 12 | 12 | 23 | 24 | 6.000 | 0.00 | 12 - S7-10 (Obecný) | S 235 |
| 13 | 13 | 25 | 26 | 6.000 | 0.00 | 12 - S7-10 (Obecný) | S 235 |
| 14 | 14 | 27 | 28 | 6.000 | 0.00 | 12 - S7-10 (Obecný) | S 235 |
| 15 | 15 | 29 | 30 | 6.000 | 0.00 | 11 - S6 (Obecný) | S 235 |
| 16 | 16 | 31 | 32 | 6.000 | 0.00 | 10 - S5 (Obecný) | S 235 |
| 17 | 17 | 33 | 34 | 6.000 | 0.00 | 9 - S4 (Obecný) | S 235 |
| 18 | 18 | 35 | 36 | 6.000 | 0.00 | 8 - S3 (Obecný) | S 235 |
| 19 | 19 | 37 | 38 | 6.000 | 0.00 | 7 - S2 (Obecný) | S 235 |
| 20 | 20 | 39 | 40 | 6.000 | 0.00 | 6 - S1 (Obecný) | S 235 |
| 21 | 21 | 41 | 42 | 6.000 | 0.00 | 30 - S0 (Obecný) | S 235 |
| 22 | 22 | 2 | 5 | 8.628 | 0.00 | 20 - D0 (Obecný) | S 235 |
| 23 | 23 | 2 | 3 | 6.754 | 0.00 | 21 - D0a (Obecný) | S 235 |
| 24 | 24 | 4 | 7 | 8.628 | 0.00 | 22 - D1 (Obecný) | S 235 |
| 25 | 25 | 6 | 9 | 8.628 | 0.00 | 23 - D2 (Obecný) | S 235 |
| 26 | 26 | 8 | 11 | 8.628 | 0.00 | 24 - D3 (Obecný) | S 235 |
| 27 | 27 | 10 | 13 | 8.628 | 0.00 | 25 - D4 (Obecný) | S 235 |
| 28 | 28 | 12 | 15 | 8.628 | 0.00 | 26 - D5 (Obecný) | S 235 |
| 29 | 29 | 14 | 17 | 8.628 | 0.00 | 27 - D6 (Obecný) | S 235 |
| 30 | 30 | 16 | 19 | 8.628 | 0.00 | 28 - D7 (Obecný) | S 235 |
| 31 | 31 | 18 | 21 | 8.628 | 0.00 | 29 - D8-9 (Obecný) | S 235 |
| 32 | 32 | 19 | 24 | 8.628 | 0.00 | 29 - D8-9 (Obecný) | S 235 |
| 33 | 33 | 21 | 26 | 8.628 | 0.00 | 29 - D8-9 (Obecný) | S 235 |
| 34 | 34 | 23 | 28 | 8.628 | 0.00 | 28 - D7 (Obecný) | S 235 |
| 35 | 35 | 25 | 30 | 8.628 | 0.00 | 27 - D6 (Obecný) | S 235 |
| 36 | 36 | 27 | 32 | 8.628 | 0.00 | 26 - D5 (Obecný) | S 235 |
| 37 | 37 | 29 | 34 | 8.628 | 0.00 | 25 - D4 (Obecný) | S 235 |
| 38 | 38 | 31 | 36 | 8.628 | 0.00 | 24 - D3 (Obecný) | S 235 |
| 39 | 39 | 33 | 38 | 8.628 | 0.00 | 23 - D2 (Obecný) | S 235 |

Program : IDA Nexis32 release 3.100.230

VD Miřejovice - pole 5

Popis :

Autor : Ing. Vladimír Junek

| makro | prut | uzel 1 | uzel 2 | délka m | Rx deg | průřez | jakost |
|-------|------|--------|--------|------------|-----------|---------------------|--------|
| 40 | 40 | 35 | 40 | 8.628 | 0.00 | 22 - D1 (Obecný) | S 235 |
| 41 | 41 | 37 | 42 | 8.628 | 0.00 | 20 - D0 (Obecný) | S 235 |
| 42 | 42 | 39 | 42 | 6.754 | 0.00 | 21 - D0a (Obecný) | S 235 |
| 43 | 43 | 23 | 20 | 8.628 | 0.00 | 29 - D8-9 (Obecný) | S 235 |
| 44 | 44 | 2 | 4 | 3.100 | 0.00 | 1 - H0-2 (Obecný) | S 235 |
| 45 | 45 | 4 | 6 | 3.100 | 0.00 | 1 - H0-2 (Obecný) | S 235 |
| 46 | 46 | 6 | 8 | 3.100 | 0.00 | 1 - H0-2 (Obecný) | S 235 |
| 47 | 47 | 8 | 10 | 3.100 | 0.00 | 2 - H3 (Obecný) | S 235 |
| 48 | 48 | 10 | 12 | 3.100 | 0.00 | 3 - H4 (Obecný) | S 235 |
| 49 | 49 | 12 | 14 | 3.100 | 0.00 | 4 - H5 (Obecný) | S 235 |
| 50 | 50 | 14 | 16 | 3.100 | 0.00 | 5 - H6-9 (Obecný) | S 235 |
| 51 | 51 | 16 | 18 | 3.100 | 0.00 | 5 - H6-9 (Obecný) | S 235 |
| 52 | 52 | 18 | 20 | 3.100 | 0.00 | 5 - H6-9 (Obecný) | S 235 |
| 53 | 53 | 20 | 22 | 3.100 | 0.00 | 5 - H6-9 (Obecný) | S 235 |
| 54 | 54 | 22 | 24 | 3.100 | 0.00 | 5 - H6-9 (Obecný) | S 235 |
| 55 | 55 | 24 | 26 | 3.100 | 0.00 | 5 - H6-9 (Obecný) | S 235 |
| 56 | 56 | 26 | 28 | 3.100 | 0.00 | 5 - H6-9 (Obecný) | S 235 |
| 57 | 57 | 28 | 30 | 3.100 | 0.00 | 5 - H6-9 (Obecný) | S 235 |
| 58 | 58 | 30 | 32 | 3.100 | 0.00 | 4 - H5 (Obecný) | S 235 |
| 59 | 59 | 32 | 34 | 3.100 | 0.00 | 3 - H4 (Obecný) | S 235 |
| 60 | 60 | 34 | 36 | 3.100 | 0.00 | 2 - H3 (Obecný) | S 235 |
| 61 | 61 | 36 | 38 | 3.100 | 0.00 | 1 - H0-2 (Obecný) | S 235 |
| 62 | 62 | 38 | 40 | 3.100 | 0.00 | 1 - H0-2 (Obecný) | S 235 |
| 63 | 63 | 40 | 42 | 3.100 | 0.00 | 1 - H0-2 (Obecný) | S 235 |
| 64 | 64 | 41 | 39 | 3.100 | 0.00 | 13 - SP0-2 (Obecný) | S 235 |
| 65 | 65 | 39 | 37 | 3.100 | 0.00 | 13 - SP0-2 (Obecný) | S 235 |
| 66 | 66 | 37 | 35 | 3.100 | 0.00 | 13 - SP0-2 (Obecný) | S 235 |
| 67 | 67 | 35 | 33 | 3.100 | 0.00 | 14 - SP3 (Obecný) | S 235 |
| 68 | 68 | 33 | 31 | 3.100 | 0.00 | 15 - SP4 (Obecný) | S 235 |
| 69 | 69 | 31 | 29 | 3.100 | 0.00 | 16 - SP5 (Obecný) | S 235 |
| 70 | 70 | 29 | 27 | 3.100 | 0.00 | 17 - SP6 (Obecný) | S 235 |
| 71 | 71 | 27 | 25 | 3.100 | 0.00 | 18 - SP7 (Obecný) | S 235 |
| 72 | 72 | 25 | 23 | 3.100 | 0.00 | 19 - SP8-9 (Obecný) | S 235 |
| 73 | 73 | 23 | 21 | 3.100 | 0.00 | 19 - SP8-9 (Obecný) | S 235 |
| 74 | 74 | 21 | 19 | 3.100 | 0.00 | 19 - SP8-9 (Obecný) | S 235 |
| 75 | 75 | 19 | 17 | 3.100 | 0.00 | 19 - SP8-9 (Obecný) | S 235 |
| 76 | 76 | 17 | 15 | 3.100 | 0.00 | 18 - SP7 (Obecný) | S 235 |
| 77 | 77 | 15 | 13 | 3.100 | 0.00 | 17 - SP6 (Obecný) | S 235 |
| 78 | 78 | 13 | 11 | 3.100 | 0.00 | 16 - SP5 (Obecný) | S 235 |
| 79 | 79 | 11 | 9 | 3.100 | 0.00 | 15 - SP4 (Obecný) | S 235 |
| 80 | 80 | 9 | 7 | 3.100 | 0.00 | 14 - SP3 (Obecný) | S 235 |
| 81 | 81 | 7 | 5 | 3.100 | 0.00 | 13 - SP0-2 (Obecný) | S 235 |
| 82 | 82 | 5 | 3 | 3.100 | 0.00 | 13 - SP0-2 (Obecný) | S 235 |

Program : IDA Nexis32 release 3.100.230

VD Miřejovice - pole 5

Popis :

Autor : Ing. Vladimír Junek

| makro | prut | uzel 1 | uzel 2 | délka m | Rx deg | průřez | jakost |
|-------|------|--------|--------|------------|-----------|---------------------|--------|
| 83 | 83 | 3 | 1 | 3.100 | 0.00 | 13 - SP0-2 (Obecný) | S 235 |

Klouby

| makro | typ | poz |
|-------|-----|-----|
| 1 | fiy | zač |
| 1 | fiy | kon |
| 2 | fiy | zač |
| 2 | fiy | kon |
| 3 | fiy | zač |
| 3 | fiy | kon |
| 4 | fiy | zač |
| 4 | fiy | kon |
| 5 | fiy | zač |
| 5 | fiy | kon |
| 6 | fiy | zač |
| 6 | fiy | kon |
| 7 | fiy | zač |
| 7 | fiy | kon |
| 8 | fiy | zač |
| 8 | fiy | kon |
| 9 | fiy | zač |
| 9 | fiy | kon |
| 10 | fiy | zač |
| 10 | fiy | kon |
| 11 | fiy | zač |
| 11 | fiy | kon |
| 12 | fiy | zač |
| 12 | fiy | kon |
| 13 | fiy | zač |
| 13 | fiy | kon |
| 14 | fiy | zač |
| 14 | fiy | kon |
| 15 | fiy | zač |
| 15 | fiy | kon |
| 16 | fiy | zač |
| 16 | fiy | kon |
| 17 | fiy | zač |
| 17 | fiy | kon |
| 18 | fiy | zač |

| makro | typ | poz |
|-------|-----|-----|
| 18 | fiy | kon |
| 19 | fiy | zač |
| 19 | fiy | kon |
| 20 | fiy | zač |
| 20 | fiy | kon |
| 21 | fiy | zač |
| 21 | fiy | kon |
| 22 | fiy | zač |
| 22 | fiy | kon |
| 23 | fiy | zač |
| 23 | fiy | kon |
| 24 | fiy | zač |
| 24 | fiy | kon |
| 25 | fiy | zač |
| 25 | fiy | kon |
| 26 | fiy | zač |
| 26 | fiy | kon |
| 27 | fiy | zač |
| 27 | fiy | kon |
| 28 | fiy | zač |
| 28 | fiy | kon |
| 29 | fiy | zač |
| 29 | fiy | kon |
| 30 | fiy | zač |
| 30 | fiy | kon |
| 31 | fiy | zač |
| 31 | fiy | kon |
| 32 | fiy | zač |
| 32 | fiy | kon |
| 33 | fiy | zač |
| 33 | fiy | kon |
| 34 | fiy | zač |
| 34 | fiy | kon |
| 35 | fiy | zač |
| 35 | fiy | kon |

| makro | typ | poz |
|-------|-----|-----|
| 36 | fiy | zač |
| 36 | fiy | kon |
| 37 | fiy | zač |
| 37 | fiy | kon |
| 38 | fiy | zač |
| 38 | fiy | kon |
| 39 | fiy | zač |
| 39 | fiy | kon |
| 40 | fiy | zač |
| 40 | fiy | kon |
| 41 | fiy | zač |
| 41 | fiy | kon |
| 42 | fiy | zač |
| 42 | fiy | kon |
| 43 | fiy | zač |
| 43 | fiy | kon |
| 44 | fiy | zač |
| 44 | fiy | kon |
| 45 | fiy | zač |
| 45 | fiy | kon |
| 46 | fiy | zač |
| 46 | fiy | kon |
| 47 | fiy | zač |
| 47 | fiy | kon |
| 48 | fiy | zač |
| 48 | fiy | kon |
| 49 | fiy | zač |
| 49 | fiy | kon |
| 50 | fiy | zač |
| 50 | fiy | kon |
| 51 | fiy | zač |
| 51 | fiy | kon |
| 52 | fiy | zač |
| 52 | fiy | kon |
| 53 | fiy | zač |

Program : IDA Nexis32 release 3.100.230

VD Miřejovice - pole 5

Popis :

Autor : Ing. Vladimír Junek

| makro | typ | poz |
|-------|-----|-----|
| 53 | fiy | kon |
| 54 | fiy | zač |
| 54 | fiy | kon |
| 55 | fiy | zač |
| 55 | fiy | kon |
| 56 | fiy | zač |
| 56 | fiy | kon |
| 57 | fiy | zač |
| 57 | fiy | kon |
| 58 | fiy | zač |
| 58 | fiy | kon |
| 59 | fiy | zač |
| 59 | fiy | kon |
| 60 | fiy | zač |
| 60 | fiy | kon |
| 61 | fiy | zač |
| 61 | fiy | kon |
| 62 | fiy | zač |
| 62 | fiy | kon |
| 63 | fiy | zač |
| 63 | fiy | kon |

| makro | typ | poz |
|-------|-----|-----|
| 64 | fiy | zač |
| 64 | fiy | kon |
| 65 | fiy | zač |
| 65 | fiy | kon |
| 66 | fiy | zač |
| 66 | fiy | kon |
| 67 | fiy | zač |
| 67 | fiy | kon |
| 68 | fiy | zač |
| 68 | fiy | kon |
| 69 | fiy | zač |
| 69 | fiy | kon |
| 70 | fiy | zač |
| 70 | fiy | kon |
| 71 | fiy | zač |
| 71 | fiy | kon |
| 72 | fiy | zač |
| 72 | fiy | kon |
| 73 | fiy | zač |
| 73 | fiy | kon |
| 74 | fiy | zač |

| makro | typ | poz |
|-------|-----|-----|
| 74 | fiy | kon |
| 75 | fiy | zač |
| 75 | fiy | kon |
| 76 | fiy | zač |
| 76 | fiy | kon |
| 77 | fiy | zač |
| 77 | fiy | kon |
| 78 | fiy | zač |
| 78 | fiy | kon |
| 79 | fiy | zač |
| 79 | fiy | kon |
| 80 | fiy | zač |
| 80 | fiy | kon |
| 81 | fiy | zač |
| 81 | fiy | kon |
| 82 | fiy | zač |
| 82 | fiy | kon |
| 83 | fiy | zač |
| 83 | fiy | kon |

Podpory

| podpora | uzel | typ | Velikost m |
|---------|------|-----|---------------|
| 1 | 1 | Z | 0.20 |
| 2 | 41 | XZ | 0.20 |

3.2.8. VÝSLEDNÉ VNITŘNÍ SÍLY

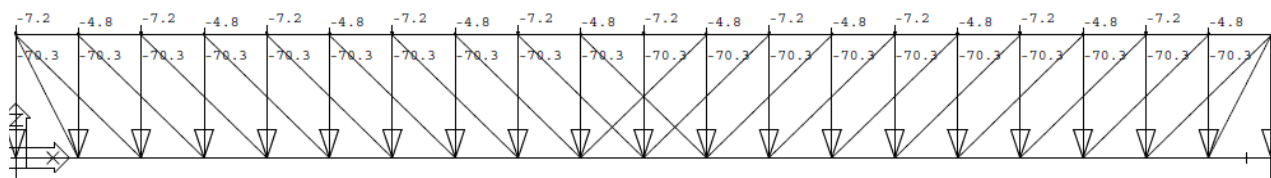
Soubor výsledných vnitřních je velmi rozsáhlý a jeho kompletní výpis je uložen u zpracovatele výpočtu. Pro posouzení únosnosti a zatížitelnosti byly vybrány prvky s největším napětím od zatížení – nejvíce namáhané prvky.

Spodní pás – SP8 a SP8

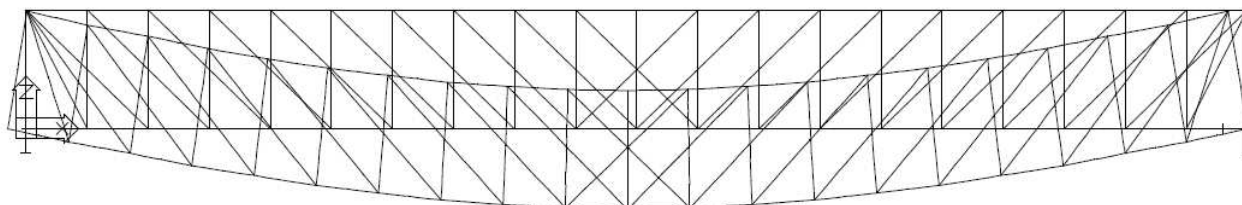
Horní pás – H3, H4, H6 a H9

Diagonály – D0, D1, D2, D3, D4, D5, D6 a D7

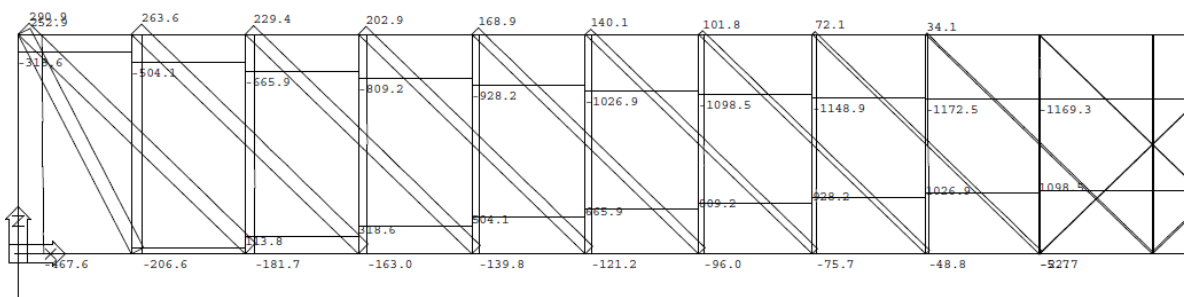
Svislice – S3 a S4



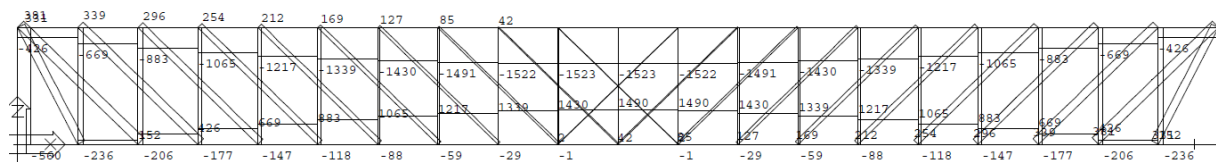
Obr. 3.11 - schema zatížení od tíhy mostovky



Obr. 3.12 - průběh deformací nosné konstrukce od zatížení



Obr. 3.13 - průběh vnitřních sil od vlastní tíhy



Obr. 3.14 - průběh normálové síly od plošného zatížení 5 kN/m^2 .

3.2.9. VÝPOČET ÚNOSNOSTI PRŮŘEZŮ

Na nosné konstrukci v poli 1 dva typy prvků – prvky namáhané tahem (spodní hlavní nosník, diagonály) a prvky namáhané tlakem v kombinaci se vzpěrem (horní hlavní nosník a svislice). Výpočet únosnosti jednotlivých prvků byl proveden v programu excel. V rámci statického posouzení bude předveden typický postup pro posouzení taženého a tlačného prvku. Výsledné hodnoty únosnosti všech posuzovaných prvků budou shrnuty v tabulce.

U tažených prvků je ve výpočtu zohledněna plocha průřezu oslabená otvory pro stykování pomocí nýtů. V závislosti na typu prvku se oslabení pohybovalo od 5 do 20% průřezové plochy.

Posouzení prvku na tlak: POLE 62m

Průřezové charakteristiky:

průřez:

S3

$$A = 9504 \text{ mm}^2$$

$$i_y = 223,28 \text{ mm}$$

$$i_z = 57,80 \text{ mm}$$

Geometrie prvku:

$$L_z = 3 \text{ m}$$

$$L_y = 6 \text{ m}$$

uložení y = koub-kloub

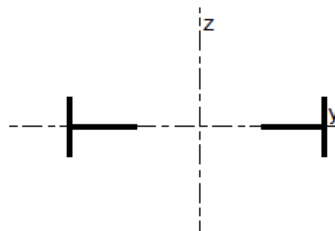
uložení z = koub-kloub

$$\beta_y = 1 -$$

$$\beta_z = 1 -$$

$$L_{ro,y} = 6 \text{ m}$$

$$L_{cr,z} = 3 \text{ m}$$



Materiálové charakteristiky:

Materiál:

$$f_y = 190 \text{ MPa}$$

$$E = 210 \text{ GPa}$$

$$\gamma_{M0} = 1,00$$

$$\gamma_{M1} = 1,00$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

třída průřezu 1

Součinitele štíhlosti:

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda_1 = 104,444 -$$

vybočení ve směru osy "z":

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y}$$

$$\lambda_y = 26,87 -$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1}$$

$$\bar{\lambda}_y = 0,26 -$$

vybočení ve směru osy "y":

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z}$$

$$\lambda_z = 51,90 -$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1}$$

$$\bar{\lambda}_z = 0,50 -$$

křivka vzpěrné pevnosti:

$$\alpha_y = 0,49$$

$$\alpha_z = 0,49$$

Součinitel vzpěrnosti:

$$\chi_y = 0,971$$

$$\chi_z = 0,845$$

rozhoduje

=>

$$\chi = 0,845$$

Únosnost prvku:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}}$$

$$N_{b,Rd} = 1525,32 \text{ kN}$$

Posouzení prvku na tah: POLE 62

Průřezové charakteristiky:

průřez: SP8

$h = 530$ mm

$b = 580$ mm

$A = 55616$ mm²

$oslabení = 9096$ mm²

$A_{net} = 46520$ mm²

$t = 11$ mm max. tloušťka

Materiálové charakteristiky:

Materiál: S235

$f_y = 190$ MPa

$E = 210$ GPa

$\gamma_{M0} = 1,00$

$\gamma_{M1} = 1,00$

$\gamma_{M2} = 1,25$

Únosnosti:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A_{net} f_y}{\gamma_{M,0}}$$

$$N_{pl,Rd} = 8838,8 \text{ kN}$$

3.2.10. VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI MOSTU

Výpočet zatížitelnosti byl proveden v mezním stavu únosnosti. Výpočet zatížitelnosti byl určena dle kombinace 6.10 dle [2]. Na straně bezpečnosti byly uvažovány plné účinky zatížení větrem spolu s plnými účinky od hlavního proměnného zatížení.

$$E_d = M_{Rd} = M_{Ed}$$

$$E_{da} = \gamma_{G,sup} \cdot G_K + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot Q_{k2}$$

Výsledné hodnoty zatížitelnosti jsou uvedeny v tabulce.

Výsledná zatížitelnost - přehled

| prut | neoslabený průřez | | | | oslabený průřez | | | |
|------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|
| | V _n [t] | V _r [t] | V _e [t] | max. plošně [kN/m ²] | V _n [t] | V _r [t] | V _e [t] | max. plošně [kN/m ²] |
| SP8 | 37 | 194 | 189 | 8,7 | 22 | 109 | 114 | 5,2 |
| SP9 | 35 | 191 | 169 | 8,0 | 20 | 104 | 99 | 4,7 |
| D0 | 33 | 141 | 195 | 9,3 | 27 | 113 | 159 | 7,6 |
| D1 | 33 | 137 | 211 | 9,4 | 27 | 110 | 173 | 7,7 |
| D2 | 31 | 121 | 211 | 9,3 | 26 | 97 | 172 | 7,6 |
| D3 | 30 | 113 | 154 | 9,2 | 24 | 90 | 126 | 7,5 |
| D4 | 36 | 125 | 198 | 11,8 | 30 | 103 | 165 | 9,8 |
| D5 | 30 | 98 | 171 | 10,2 | 25 | 79 | 141 | 8,4 |
| D6 | 30 | 84 | 190 | 11,3 | 25 | 68 | 158 | 9,4 |
| D7 | 44 | 117 | 325 | 19,3 | 38 | 100 | 279 | 16,6 |
| H3 | 58 | 307 | 320 | 13,6 | 48 | 255 | 283 | 12,0 |
| H4 | 58 | 308 | 304 | 13,6 | 48 | 255 | 267 | 11,9 |
| H6 | 62 | 337 | 311 | 14,6 | 52 | 281 | 276 | 12,9 |
| H9 | 57 | 313 | 279 | 13,3 | 48 | 259 | 246 | 11,7 |
| S3 | 52 | 203 | 266 | 15,8 | 36 | 138 | 185 | 11,0 |
| S4 | 33 | 113 | 180 | 10,7 | 21 | 69 | 115 | 6,9 |

3.2.11. ÚNOSNOST NOSNÉ KONSTRUKCE POLE 1

Únosnost nosné konstrukce v poli 1 byla stanovena ve smyslu ČSN 73 6222 čl. 5.1.2 metodou V - podrobným statickým výpočtem. Výpočet byl proveden pro konstrukci oslabenou a neoslabenou konstrukci korozí.

Únosnost nosné konstrukce pro zatížení dopravou

| | V _n [t] | V _r [t] | V _e [t] | Max.nápravový tlak [t] |
|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------|
| oslabená konstrukce | 20 | 69 | 99 | 15 |
| neoslabená konstrukce | 31 | 84 | 154 | 23,3 |

Pozn. V_n – zatížitelnost normální (libovolné množství vozidel na mostě)

V_r – zatížitelnost výhradní (jedno vozidlo na mostě + zatížení chodníků)

V_e – výjimečné zatížení (zvláštní zatěžovací souprava za vyloučení veškerého provozu)

3.3. ČÁST 3 – POSOUZENÍ POLE 2 – NOSNÍK 48 M

3.3.1. POPIS POLE 2

Nosnou konstrukci v poli 2 tvoří prostý nosník o rozpětí 48 m, levý konec pole je podepřen na kamenném pilíři P2, pravý konec na vykonzolované části hlavní středního pole 3. Identické řešení je rovněž použito v poli 4

Nosná konstrukce je řešena jako příhradový komorový nosník. Hlavní svislé nosníky jsou násobné příhradové soustavy. Příhradové soustavy jsou tvořeny hlavním spodním a horním nosníkem, svislicemi, diagonálami, spodním a horním příčnicí a spodním a horním zavětrováním (ztužením). Pole 2 je tvořeno celkem 16 příhrady po 3 m. Výška příhradové soustavy je osově 6 m a šířka 8,4 m.

Jednotlivé prvky nosné konstrukce jsou tvořeny složenými průřezy z ocelových plechů a úhelníků, které jsou k sobě snýtovány. Technické řešení odpovídá době, kdy byly jednotlivé průřezy navrženy pokud možno co nejoptimálněji z hlediska využití výztuže a jsou v zásadě v každé příhradě odlišné.

Na pilíři P2 jsou ložiska posuvná, na konzole pole 3 je konstrukce vložena pevným kloubem. Pilíř P2 je na lici vyzděn z masivního žulového kvádrového zdiva.

Příčné uspořádání na mostě je tvořeno vozovkou šířky 5,0 m, návodním (pravostranným) chodníkem šířky 1,5 a povodním (levostranným) chodníkem šířky 1,0 m. V návodním chodníku je zabudována kolejová dráha pro pojezd mechanismu obsluhující systém provizorního hrazení v poli 3.

Nosná konstrukce v poli 2 je zatížena vlastní tíhou, ostatním stálým zatížením, proměnným zatížením od dopravy a pojezdu mechanismu obsluhující systém provizorního hrazení v poli 3.

Stav nosné konstrukce v poli 1 lze ohodnotit jako špatný až velmi špatný. Na ocelových prvcích pod úrovní mostovky byla zjištěna silná koroze zejména v místech styčnicků napojení příčnic, hlavního spodního nosníku a ztužení [1]. Ve výpočtu bude zadáno průměrné oslabení průřezové plochy podle údajů z ověření korozního oslabení průřezů [2].

3.3.2. FOTODOKUMENTACE



Obr. 3.15 – Pohled na nosnou konstrukci pole 1 – rozpětí 48 m

3.3.3. MATERIÁL NOSNÉ KONSTRUKCE

Viz. kapitola 3.1.3.

3.3.4. SCHEMA KONSTRUKCE + ZNAČENÍ PRUTŮ, PRŮŘEZY

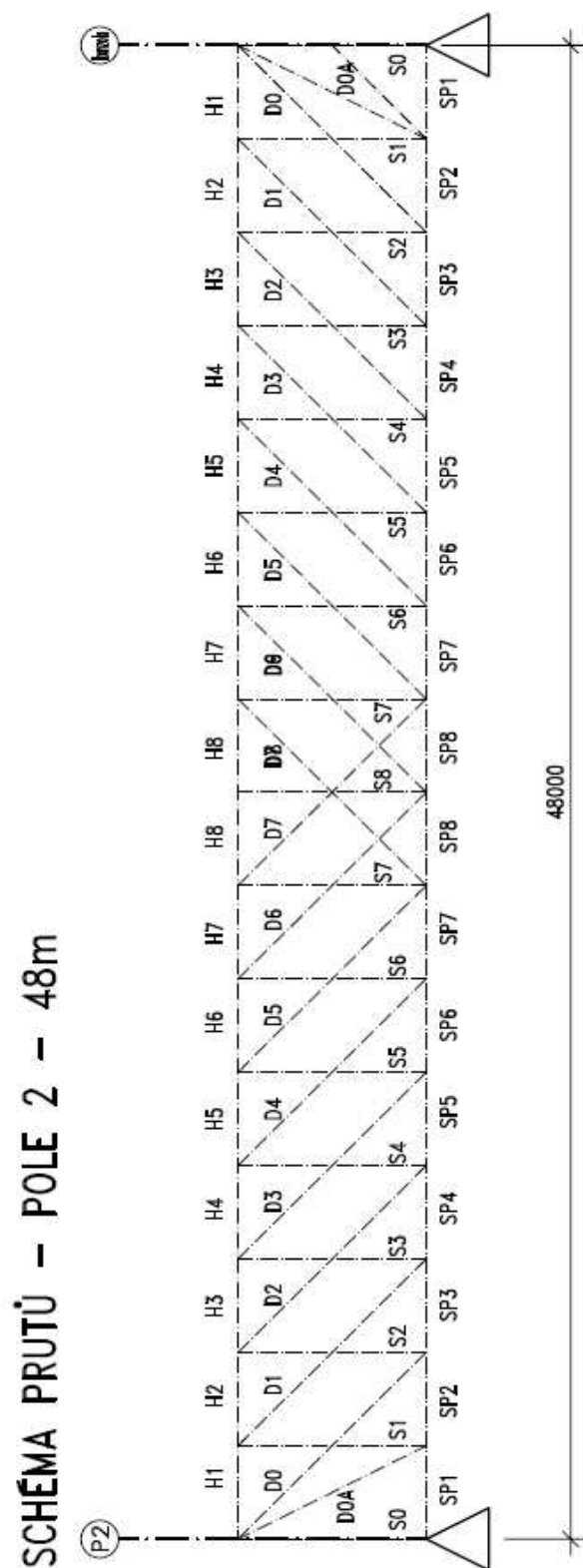
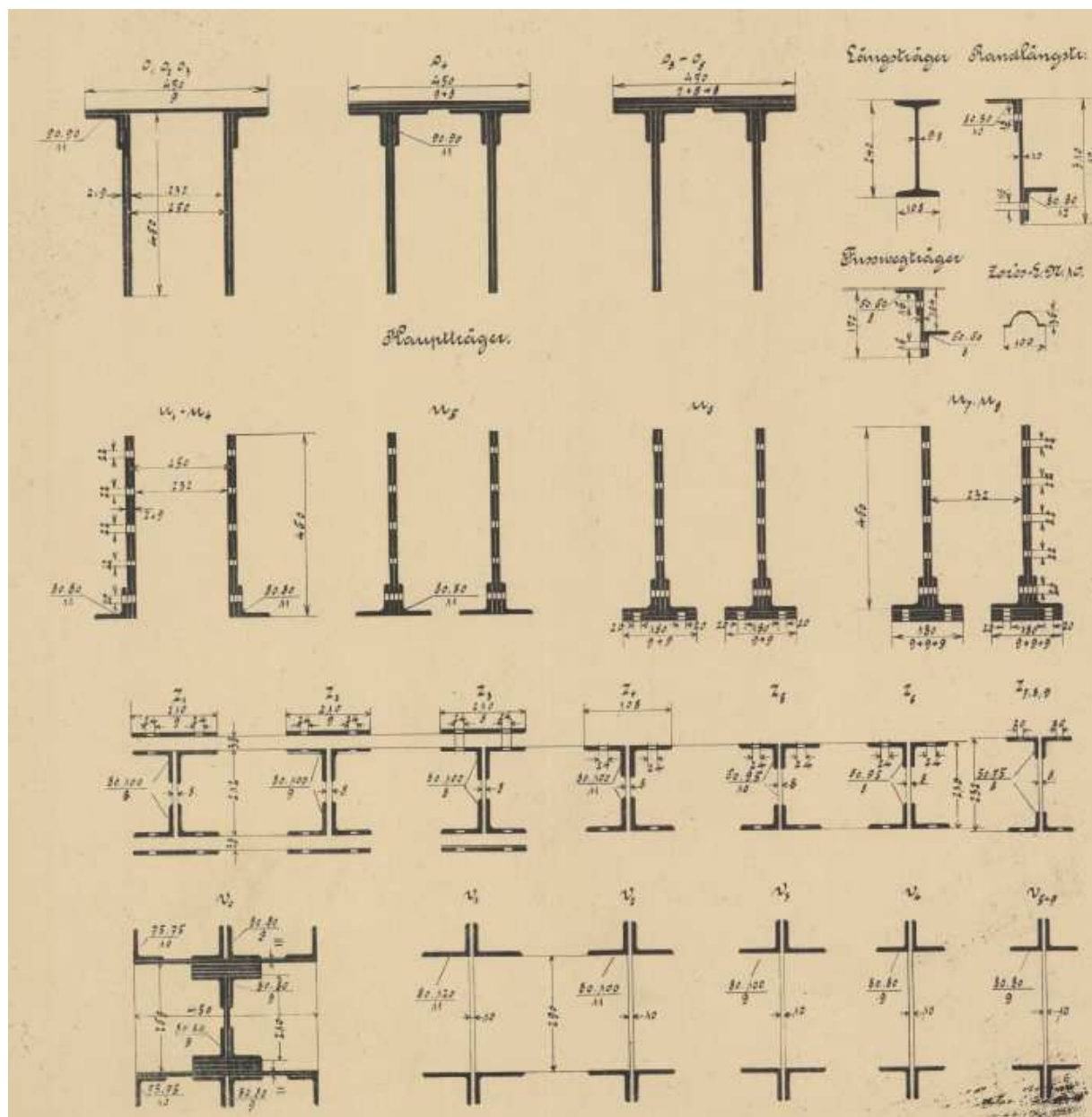


Schéma prutů použitých ve statickém výpočtu**3.3.5. VSTUPNÍ ÚDAJE A PŘEDPOKLADY**

Výpočet zatížitelnosti byl proveden dle teorie mezních stavů podle normy ČSN 736222. Stanovení zatížitelnosti bylo provedeno pro rozhodující průřezy v souvislosti s polohou maximálních účinků proměnného zatížení. Zatížení bylo ve výpočtu násobeno příslušnými součiniteli zatížení. Zatížení bylo následně posouzeno na kombinace zatížení – **6.10**.

Vzhledem k rozdílným průřezovým charakteristikám jednotlivých prvků nelze dopředu určit, který prvkem bude rozhodující. V prvním kroku výpočtu byly určeny pruty, u nichž bylo dosaženo největšího napětí od kombinace zatížení, a tyto vybrané pruty byly následně posouzeny.

Výpočet byl proveden pro dvě varianty – oslabenou a neoslabenou konstrukci. Ve výpočtu je stav konstrukce zohledněn úbytkem průřezové plochy jednotlivých prvků. U spodního hlavního nosníku a svislic je úbytek odhadnut o 20% plochy, u horního hlavního nosníku a diagonál o 10% plochy.

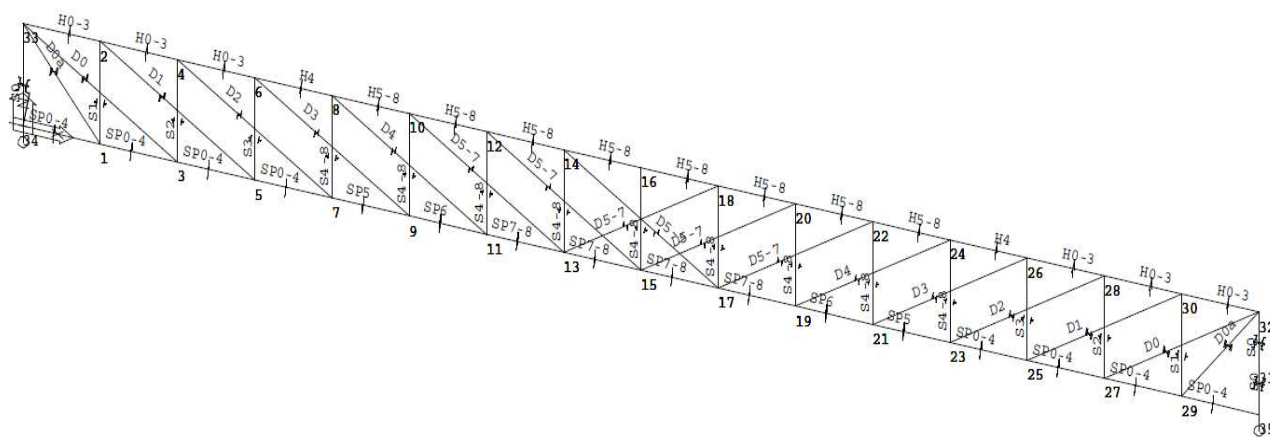
3.3.6. VÝPOČETNÍ MODEL

Výpočetní model byl proveden v programu NEXIS 32.100 a je tvořen rovinným modelem XZ návodního nosníku. Výpočet byl proveden metodou konečných prvků. Návodní nosník je sestaven z reálných prutů na konstrukci převzatých z kapitoly 3.2.4 do výpočetního programu. Výpočet průřezových charakteristik jednotlivých prutů byl rovněž proveden v tomto výpočetním programu.

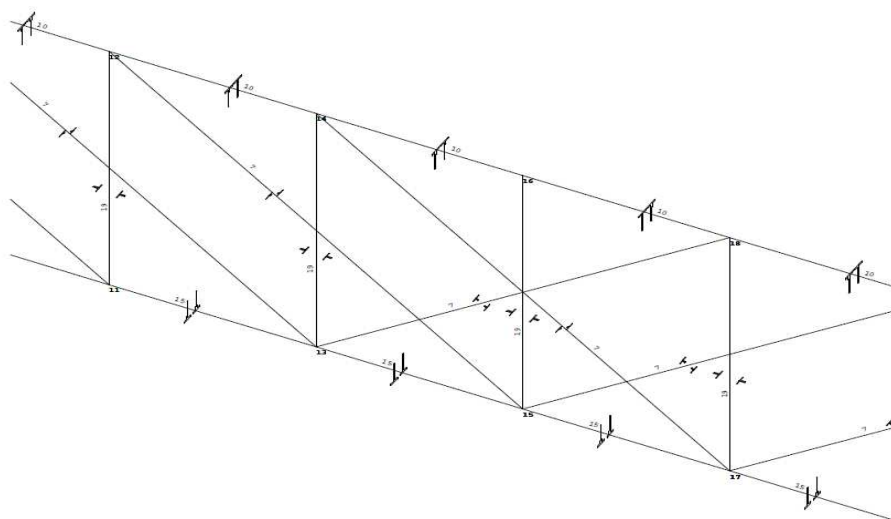
Nosná konstrukce je zatížena styčnickovým zatížením vypočteným z kapitoly 3.1 – Část 1 – Posouzení mostovky. U proměnného zatížení je uvažována jeho poloha tak, aby co nejvíce zatěžovala posuzovaný nosník. Proměnné zatížení je zadáváno pojezdy po příhradové konstrukci.

Tuhost jednotlivých spojů je výpočtu zanedbána, konstrukce je modelována jako klasická příhradová konstrukce.

Za účelem zjištění přírůstku osových sil od působení vodorovného zatížení (větem) byl sestaven zvláštní model spodního a horního ztužení. Z tohoto modelu získané vnitřní síly byly zkombinovány se silami získanými na modelu návodního nosníku.



Obr. 3.16 – schéma výpočetního modelu



Obr. 3.17 – detail výpočetního modelu

Program : IDA Nexis32 release 3.100.230

VD Miřejovice - pole 2

Popis :

Autor : Ing. Vladimír Junek

Základní data

Typ konstrukce : Rám XZ

| | |
|------------------|----|
| Počet uzlů : | 35 |
| Počet prutů : | 68 |
| Počet maker 1D: | 68 |
| Počet linií : | 0 |
| Počet 2D maker : | 0 |
| Počet průřezů : | 19 |
| Počet stavů : | 58 |
| Počet materiálů: | 1 |

Materiál

| Jméno | | |
|-------------------|-----------------------------|--|
| Mirejovice | | |
| Pevnost v tahu | 190.000 MPa | |
| Mez kluzu | 190.000 MPa | |
| Modul E | 210000.00 MPa | |
| Poissonův souč. | 0.30 | |
| Objemová hmotnost | 10597.000 kg/m ³ | |
| Roztažnost | 0.012 mm/m.K | |

Uzly

| uzel | X m | Z m |
|------|--------|--------|
| 1 | 3.000 | -0.000 |
| 2 | 3.000 | 6.023 |
| 3 | 6.000 | -0.000 |
| 4 | 6.000 | 6.023 |
| 5 | 9.000 | -0.000 |
| 6 | 9.000 | 6.023 |
| 7 | 12.000 | -0.000 |
| 8 | 12.000 | 6.023 |
| 9 | 15.000 | -0.000 |
| 10 | 15.000 | 6.023 |
| 11 | 18.000 | -0.000 |
| 12 | 18.000 | 6.023 |

| uzel | X m | Z m |
|------|--------|--------|
| 13 | 21.000 | -0.000 |
| 14 | 21.000 | 6.023 |
| 15 | 24.000 | -0.000 |
| 16 | 24.000 | 6.023 |
| 17 | 27.000 | -0.000 |
| 18 | 27.000 | 6.023 |
| 19 | 30.000 | -0.000 |
| 20 | 30.000 | 6.023 |
| 21 | 33.000 | -0.000 |
| 22 | 33.000 | 6.023 |
| 23 | 36.000 | -0.000 |
| 24 | 36.000 | 6.023 |

| uzel | X m | Z m |
|------|--------|--------|
| 25 | 39.000 | -0.000 |
| 26 | 39.000 | 6.023 |
| 27 | 42.000 | -0.000 |
| 28 | 42.000 | 6.023 |
| 29 | 45.000 | -0.000 |
| 30 | 45.000 | 6.023 |
| 31 | 48.000 | 3.010 |
| 32 | 48.000 | 6.023 |
| 33 | 0.000 | 6.023 |
| 34 | 0.000 | 0.000 |
| 35 | 48.000 | 0.000 |

Program : IDA Nexis32 release 3.100.230

VD Miřejovice - pole 2

Popis :

Autor : Ing. Vladimír Junek

Pruty

| makro | prut | uzel 1 | uzel 2 | délka m | Rx deg | průřez | jakost |
|-------|------|--------|--------|------------|-----------|--------------------|------------|
| 1 | 1 | 1 | 2 | 6.023 | 0.00 | 16 - S1 (Obecný) | Mirejovice |
| 2 | 2 | 3 | 4 | 6.023 | 0.00 | 17 - S2 (Obecný) | Mirejovice |
| 3 | 3 | 5 | 6 | 6.023 | 0.00 | 18 - S3 (Obecný) | Mirejovice |
| 4 | 4 | 7 | 8 | 6.023 | 0.00 | 19 - S4-8 (Obecný) | Mirejovice |
| 5 | 5 | 9 | 10 | 6.023 | 0.00 | 19 - S4-8 (Obecný) | Mirejovice |
| 6 | 6 | 11 | 12 | 6.023 | 0.00 | 19 - S4-8 (Obecný) | Mirejovice |
| 7 | 7 | 13 | 14 | 6.023 | 0.00 | 19 - S4-8 (Obecný) | Mirejovice |
| 8 | 8 | 15 | 16 | 6.023 | 0.00 | 19 - S4-8 (Obecný) | Mirejovice |
| 9 | 9 | 17 | 18 | 6.023 | 0.00 | 19 - S4-8 (Obecný) | Mirejovice |
| 10 | 10 | 19 | 20 | 6.023 | 0.00 | 19 - S4-8 (Obecný) | Mirejovice |
| 11 | 11 | 21 | 22 | 6.023 | 0.00 | 19 - S4-8 (Obecný) | Mirejovice |
| 12 | 12 | 23 | 24 | 6.023 | 0.00 | 19 - S4-8 (Obecný) | Mirejovice |
| 13 | 13 | 25 | 26 | 6.023 | 0.00 | 18 - S3 (Obecný) | Mirejovice |
| 14 | 14 | 27 | 28 | 6.023 | 0.00 | 17 - S2 (Obecný) | Mirejovice |
| 15 | 15 | 29 | 30 | 6.023 | 0.00 | 16 - S1 (Obecný) | Mirejovice |
| 16 | 16 | 31 | 32 | 3.013 | 0.00 | 11 - S0 (Obecný) | Mirejovice |
| 17 | 17 | 33 | 3 | 8.502 | 0.00 | 1 - D0 (Obecný) | Mirejovice |
| 18 | 18 | 33 | 1 | 6.729 | 0.00 | 2 - D0a (Obecný) | Mirejovice |
| 19 | 19 | 2 | 5 | 8.502 | 0.00 | 3 - D1 (Obecný) | Mirejovice |
| 20 | 20 | 4 | 7 | 8.502 | 0.00 | 4 - D2 (Obecný) | Mirejovice |
| 21 | 21 | 6 | 9 | 8.502 | 0.00 | 5 - D3 (Obecný) | Mirejovice |
| 22 | 22 | 8 | 11 | 8.502 | 0.00 | 6 - D4 (Obecný) | Mirejovice |
| 23 | 23 | 10 | 13 | 8.502 | 0.00 | 7 - D5-7 (Obecný) | Mirejovice |
| 24 | 24 | 12 | 15 | 8.502 | 0.00 | 7 - D5-7 (Obecný) | Mirejovice |
| 25 | 25 | 13 | 18 | 8.502 | 0.00 | 7 - D5-7 (Obecný) | Mirejovice |
| 26 | 26 | 15 | 20 | 8.502 | 0.00 | 7 - D5-7 (Obecný) | Mirejovice |
| 27 | 27 | 17 | 22 | 8.502 | 0.00 | 7 - D5-7 (Obecný) | Mirejovice |
| 28 | 28 | 19 | 24 | 8.502 | 0.00 | 6 - D4 (Obecný) | Mirejovice |
| 29 | 29 | 21 | 26 | 8.502 | 0.00 | 5 - D3 (Obecný) | Mirejovice |
| 30 | 30 | 23 | 28 | 8.502 | 0.00 | 4 - D2 (Obecný) | Mirejovice |
| 31 | 31 | 25 | 30 | 8.502 | 0.00 | 3 - D1 (Obecný) | Mirejovice |
| 32 | 32 | 27 | 32 | 8.502 | 0.00 | 1 - D0 (Obecný) | Mirejovice |
| 33 | 33 | 34 | 33 | 6.023 | 0.00 | 11 - S0 (Obecný) | Mirejovice |
| 34 | 34 | 31 | 35 | 3.010 | 0.00 | 11 - S0 (Obecný) | Mirejovice |
| 35 | 35 | 32 | 30 | 3.000 | 0.00 | 8 - H0-3 (Obecný) | Mirejovice |
| 36 | 36 | 30 | 28 | 3.000 | 0.00 | 8 - H0-3 (Obecný) | Mirejovice |
| 37 | 37 | 28 | 26 | 3.000 | 0.00 | 8 - H0-3 (Obecný) | Mirejovice |
| 38 | 38 | 26 | 24 | 3.000 | 0.00 | 9 - H4 (Obecný) | Mirejovice |
| 39 | 39 | 24 | 22 | 3.000 | 0.00 | 10 - H5-8 (Obecný) | Mirejovice |
| 40 | 40 | 22 | 20 | 3.000 | 0.00 | 10 - H5-8 (Obecný) | Mirejovice |

Program : IDA Nexis32 release 3.100.230

VD Mířejovice - pole 2

Popis :

Autor : Ing. Vladimír Junek

| makro | prut | uzel 1 | uzel 2 | délka m | Rx deg | průřez | jakost |
|-------|------|--------|--------|------------|-----------|---------------------|------------|
| 41 | 41 | 20 | 18 | 3.000 | 0.00 | 10 - H5-8 (Obecný) | Mířejovice |
| 42 | 42 | 18 | 16 | 3.000 | 0.00 | 10 - H5-8 (Obecný) | Mířejovice |
| 43 | 43 | 16 | 14 | 3.000 | 0.00 | 10 - H5-8 (Obecný) | Mířejovice |
| 44 | 44 | 14 | 12 | 3.000 | 0.00 | 10 - H5-8 (Obecný) | Mířejovice |
| 45 | 45 | 12 | 10 | 3.000 | 0.00 | 10 - H5-8 (Obecný) | Mířejovice |
| 46 | 46 | 10 | 8 | 3.000 | 0.00 | 10 - H5-8 (Obecný) | Mířejovice |
| 47 | 47 | 8 | 6 | 3.000 | 0.00 | 9 - H4 (Obecný) | Mířejovice |
| 48 | 48 | 6 | 4 | 3.000 | 0.00 | 8 - H0-3 (Obecný) | Mířejovice |
| 49 | 49 | 4 | 2 | 3.000 | 0.00 | 8 - H0-3 (Obecný) | Mířejovice |
| 50 | 50 | 2 | 33 | 3.000 | 0.00 | 8 - H0-3 (Obecný) | Mířejovice |
| 51 | 51 | 34 | 1 | 3.000 | 0.00 | 12 - SP0-4 (Obecný) | Mířejovice |
| 52 | 52 | 1 | 3 | 3.000 | 0.00 | 12 - SP0-4 (Obecný) | Mířejovice |
| 53 | 53 | 3 | 5 | 3.000 | 0.00 | 12 - SP0-4 (Obecný) | Mířejovice |
| 54 | 54 | 5 | 7 | 3.000 | 0.00 | 12 - SP0-4 (Obecný) | Mířejovice |
| 55 | 55 | 7 | 9 | 3.000 | 0.00 | 13 - SP5 (Obecný) | Mířejovice |
| 56 | 56 | 9 | 11 | 3.000 | 0.00 | 14 - SP6 (Obecný) | Mířejovice |
| 57 | 57 | 11 | 13 | 3.000 | 0.00 | 15 - SP7-8 (Obecný) | Mířejovice |
| 58 | 58 | 13 | 15 | 3.000 | 0.00 | 15 - SP7-8 (Obecný) | Mířejovice |
| 59 | 59 | 15 | 17 | 3.000 | 0.00 | 15 - SP7-8 (Obecný) | Mířejovice |
| 60 | 60 | 17 | 19 | 3.000 | 0.00 | 15 - SP7-8 (Obecný) | Mířejovice |
| 61 | 61 | 19 | 21 | 3.000 | 0.00 | 14 - SP6 (Obecný) | Mířejovice |
| 62 | 62 | 21 | 23 | 3.000 | 0.00 | 13 - SP5 (Obecný) | Mířejovice |
| 63 | 63 | 23 | 25 | 3.000 | 0.00 | 12 - SP0-4 (Obecný) | Mířejovice |
| 64 | 64 | 25 | 27 | 3.000 | 0.00 | 12 - SP0-4 (Obecný) | Mířejovice |
| 65 | 65 | 27 | 29 | 3.000 | 0.00 | 12 - SP0-4 (Obecný) | Mířejovice |
| 66 | 66 | 29 | 35 | 3.000 | 0.00 | 12 - SP0-4 (Obecný) | Mířejovice |
| 67 | 67 | 17 | 14 | 8.502 | 0.00 | 7 - D5-7 (Obecný) | Mířejovice |
| 68 | 68 | 32 | 29 | 6.729 | 0.00 | 2 - D0a (Obecný) | Mířejovice |

Klouby

| makro | typ | poz |
|-------|-----|-----|
| 1 | fiy | zač |
| 1 | fiy | kon |
| 2 | fiy | zač |
| 2 | fiy | kon |
| 3 | fiy | zač |
| 3 | fiy | kon |
| 4 | fiy | zač |
| 4 | fiy | kon |

| makro | typ | poz |
|-------|-----|-----|
| 5 | fiy | zač |
| 5 | fiy | kon |
| 6 | fiy | zač |
| 6 | fiy | kon |
| 7 | fiy | zač |
| 7 | fiy | kon |
| 8 | fiy | zač |
| 8 | fiy | kon |

| makro | typ | poz |
|-------|-----|-----|
| 9 | fiy | zač |
| 9 | fiy | kon |
| 10 | fiy | zač |
| 10 | fiy | kon |
| 11 | fiy | zač |
| 11 | fiy | kon |
| 12 | fiy | zač |
| 12 | fiy | kon |

Program : IDA Nexis32 release 3.100.230

VD Miřejovice - pole 2

Popis :

Autor : Ing. Vladimír Junek

| makro | typ | poz |
|-------|-----|-----|
| 13 | fiy | zač |
| 13 | fiy | kon |
| 14 | fiy | zač |
| 14 | fiy | kon |
| 15 | fiy | zač |
| 15 | fiy | kon |
| 16 | fiy | kon |
| 17 | fiy | zač |
| 17 | fiy | kon |
| 18 | fiy | zač |
| 18 | fiy | kon |
| 19 | fiy | zač |
| 19 | fiy | kon |
| 20 | fiy | zač |
| 20 | fiy | kon |
| 21 | fiy | zač |
| 21 | fiy | kon |
| 22 | fiy | zač |
| 22 | fiy | kon |
| 23 | fiy | zač |
| 23 | fiy | kon |
| 24 | fiy | zač |
| 24 | fiy | kon |
| 25 | fiy | zač |
| 25 | fiy | kon |
| 26 | fiy | zač |
| 26 | fiy | kon |
| 27 | fiy | zač |
| 27 | fiy | kon |
| 28 | fiy | zač |
| 28 | fiy | kon |
| 29 | fiy | zač |
| 29 | fiy | kon |
| 30 | fiy | zač |
| 30 | fiy | kon |
| 31 | fiy | zač |
| 31 | fiy | kon |

| makro | typ | poz |
|-------|-----|-----|
| 32 | fiy | zač |
| 32 | fiy | kon |
| 33 | fiy | zač |
| 33 | fiy | kon |
| 34 | fiy | kon |
| 35 | fiy | zač |
| 35 | fiy | kon |
| 36 | fiy | zač |
| 36 | fiy | kon |
| 37 | fiy | zač |
| 37 | fiy | kon |
| 38 | fiy | zač |
| 38 | fiy | kon |
| 39 | fiy | zač |
| 39 | fiy | kon |
| 40 | fiy | zač |
| 40 | fiy | kon |
| 41 | fiy | zač |
| 41 | fiy | kon |
| 42 | fiy | zač |
| 42 | fiy | kon |
| 43 | fiy | zač |
| 43 | fiy | kon |
| 44 | fiy | zač |
| 44 | fiy | kon |
| 45 | fiy | zač |
| 45 | fiy | kon |
| 46 | fiy | zač |
| 46 | fiy | kon |
| 47 | fiy | zač |
| 47 | fiy | kon |
| 48 | fiy | zač |
| 48 | fiy | kon |
| 49 | fiy | zač |
| 49 | fiy | kon |
| 50 | fiy | zač |
| 50 | fiy | kon |

| makro | typ | poz |
|-------|-----|-----|
| 51 | fiy | zač |
| 51 | fiy | kon |
| 52 | fiy | zač |
| 52 | fiy | kon |
| 53 | fiy | zač |
| 53 | fiy | kon |
| 54 | fiy | zač |
| 54 | fiy | kon |
| 55 | fiy | zač |
| 55 | fiy | kon |
| 56 | fiy | zač |
| 56 | fiy | kon |
| 57 | fiy | zač |
| 57 | fiy | kon |
| 58 | fiy | zač |
| 58 | fiy | kon |
| 59 | fiy | zač |
| 59 | fiy | kon |
| 60 | fiy | zač |
| 60 | fiy | kon |
| 61 | fiy | zač |
| 61 | fiy | kon |
| 62 | fiy | zač |
| 62 | fiy | kon |
| 63 | fiy | zač |
| 63 | fiy | kon |
| 64 | fiy | zač |
| 64 | fiy | kon |
| 65 | fiy | zač |
| 65 | fiy | kon |
| 66 | fiy | zač |
| 66 | fiy | kon |
| 67 | fiy | zač |
| 67 | fiy | kon |
| 68 | fiy | zač |
| 68 | fiy | kon |

Program : IDA Nexis32 release 3.100.230

VD Miřejovice - pole 2

Popis :

Autor : Ing. Vladimír Junek

Podpory

| podpora | uzel | typ | Velikost m |
|---------|------|-----|---------------|
| 1 | 34 | XZ | 0.20 |
| 2 | 35 | Z | 0.20 |

3.3.7. ZATÍŽENÍ

Nosná konstrukce mostu byla posuzována na účinky stálého zatížení, svislého pohyblivého zatížení V_n , V_r a V_e a rovnoměrným zatížením velikosti 5 kN/m^2 . Zatížení jsou navzájem zkombinována v zatěžovacích kombinacích.

Zvláštní kapitolu tvoří zatížení větrem, které bylo modelováno na zvláštním modelu a jeho účinky byly plně započteny v celkovém vyhodnocení.

Stálé zatížení:

- vlastní tíha konstrukce mostovky (mostnice Zorés, vozovkové souvrství, podélníky, příčníky, chodníky) je převzata z výpočtu mostovky
- vlastní tíha ocelové příhradové konstrukce byla automaticky generována výpočetním modelem (jsou zde zadány skutečné délky a plochy průřezů), zatížení je zvýšeno tzv. konstrukčním součinitelem, který zohledňuje hmotnosti styčnickových plechů, nýtů, distančních plechů apod., velikost konstrukčního součinitele byla určena na základě zkušeností s podobnými železničními mosty z této doby $k = 1,3$ a do výpočetního modelu je zadána zvýšením objemové tíhy oceli o 30%
- tíha ostatního stálého zatížení (dolní a horní ztužení, horní příčníky, zábradlí) je rozpočítána jako styčnickové zatížení a byla vložena do příslušných uzlů

Přehled nahodilého zatížení – dle ČSN 73 6222:

- normální (V_n) – model LM1 čl. 7.1 – na konstrukci bude umístěn jeden zatěžovací pruh
- výhradní (V_r) – čtyřnápravové vozidlo 80 t dle čl. 7.2
- výjimečné (V_e) – zvláštní souprava o hmotnosti 196 t dle čl. 7.3
- plošné zatížení velikosti 5 kN/m^2

Zatížení tvořené kolovými tlaky předepsaných zatěžovacích souprav (V_n , V_r , V_e) bylo na konstrukci umístěno tak, aby vyvozovalo maximální účinky na rozhodující průřezy nosné konstrukce. Zatížení bylo na konstrukci modelováno pojezdy vozidel.

Dynamický součinitel pro účinky vozidel je uvažován dle normy ČSN 73 6222.

$$\delta_{V_n} = 1,40$$

$$\delta_{V_r} = 1,40$$

$$\delta_{V_e} = 1,05$$

3.3.8. VÝSLEDNÉ VNITŘNÍ SÍLY

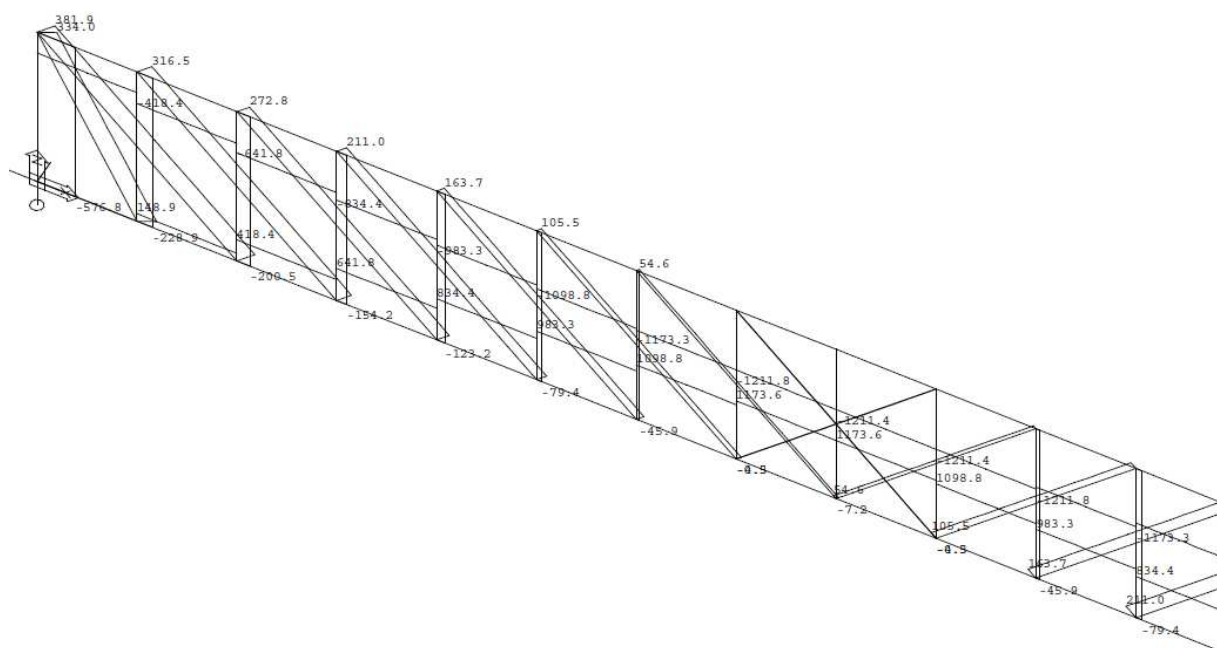
Soubor výsledných vnitřních je velmi rozsáhlý a jeho kompletní výpis je uložen u zpracovatele výpočtu. Pro posouzení únosnosti a zatížitelnosti byly vybrány prvky s největším napětím od zatížení – nejvíce namáhané prvky.

Spodní pás – SP8 a SP8

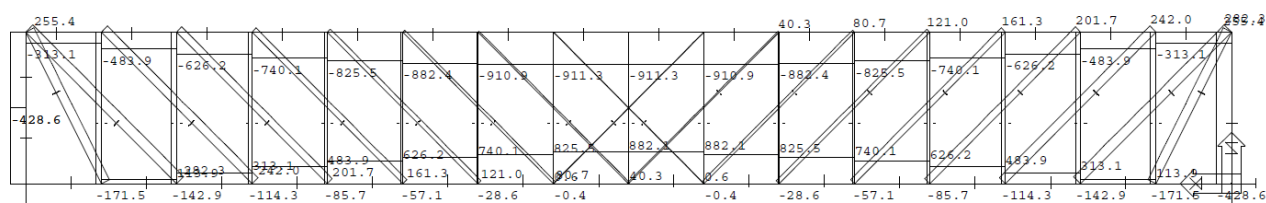
Horní pás – H3, H4 a H9

Diagonály – D0, D1, D2, D3, D4 a D5

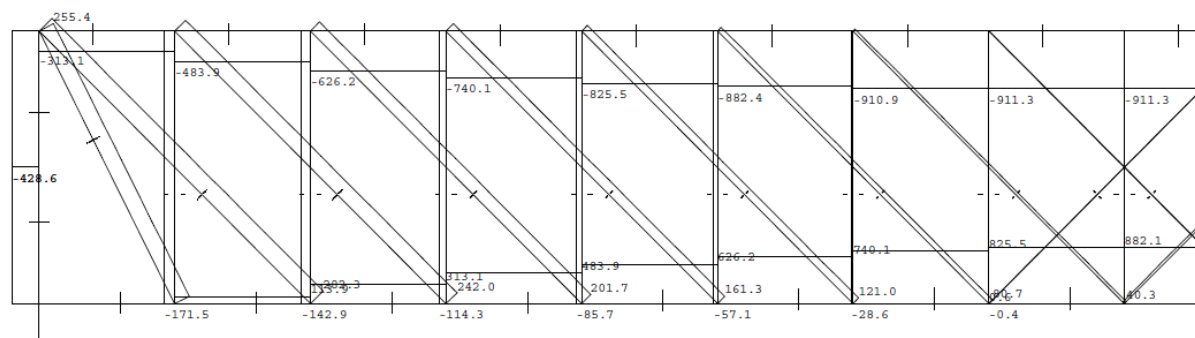
Svislice – S0, S2, S3 a S4



Obr. 3.18 - průběh normálové síly od ostatního stálého zatížení.



Obr. 3.19 - průběh normálové síly od plošného zatížení 5 kN/m^2 .



Obr. 3.20 - průběh normálové síly od plošného zatížení 5 kN/m^2 – výřez na polovině konstrukce

3.3.9. VÝPOČET ÚNOSNOSTI PRŮŘEZŮ

Na nosné konstrukci v poli 1 dva typy prvků – prvky namáhané tahem (spodní hlavní nosník, diagonály) a prvky namáhané tlakem v kombinaci se vzpěrem (horní hlavní nosník a svislice). Výpočet únosnosti jednotlivých prvků byl proveden v programu excel. V rámci statického posouzení bude předveden typický postup pro posouzení taženého a tlačného prvku. Výsledné hodnoty únosnosti všech posuzovaných prvků budou shrnuty v tabulce.

U tažených prvků je ve výpočtu zohledněna plocha průřezu oslabená otvory pro stykování pomocí nýtů. V závislosti na typu prvku se oslabení pohybovalo od 5 do 20% průřezové plochy.

Vzorový výpočet únosnosti prvků namáhaných tahem a tlakem v kombinaci se vzpěrem je uveden v kapitole 3.2.9.

3.3.10. VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI MOSTU

Výpočet zatížitelnosti bude proveden v mezním stavu únosnosti. Výpočet zatížitelnosti bude určena dle kombinace 6.10 dle [2]. Na straně bezpečnosti budou uvažovány plné účinky zatížení větrem spolu s plnými účinky od hlavního proměnného zatížení.

$$E_d = M_{Rd} = M_{Ed}$$

$$E_{da} = \gamma_{G,sup} \cdot G_K + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot Q_{k2}$$

Výsledné hodnoty zatížitelnosti jsou uvedeny v tabulce.

Výsledná zatížitelnost - přehled

| | neoslabený průřez | | | | oslabený průřez | | | |
|------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|
| prut | V _n [t] | V _r [t] | V _e [t] | max. plošně [kN/m ²] | V _n [t] | V _r [t] | V _e [t] | max. plošně [kN/m ²] |
| SP8 | 35 | 128 | 130 | 7,3 | 17 | 70 | 76 | 4,3 |
| SP9 | 37 | 152 | 137 | 7,6 | 19 | 86 | 83 | 4,6 |
| D0 | 31 | 98 | 141 | 7,9 | 16 | 58 | 89 | 5,0 |
| D1 | 36 | 111 | 164 | 9,5 | 20 | 71 | 109 | 6,3 |
| D2 | 33 | 95 | 158 | 9,2 | 18 | 59 | 103 | 6,0 |
| D3 | 33 | 89 | 166 | 9,6 | 18 | 57 | 110 | 6,4 |
| D4 | 33 | 81 | 187 | 10,9 | 19 | 53 | 126 | 7,3 |
| D5 | 34 | 109 | 216 | 12,6 | 20 | 73 | 150 | 8,8 |
| H3 | 62 | 117 | 191 | 13,1 | 37 | 80 | 135 | 9,3 |
| H4 | 72 | 135 | 216 | 15,1 | 43 | 95 | 155 | 10,8 |
| H9 | 64 | 119 | 174 | 13,1 | 38 | 82 | 123 | 9,3 |
| S0 | 138 | 588 | 500 | 28,4 | 87 | 437 | 375 | 21,3 |
| S2 | 47 | 141 | 229 | 13,3 | 28 | 95 | 158 | 9,2 |
| S3 | 47 | 133 | 241 | 14,0 | 28 | 90 | 168 | 9,8 |
| S4 | 43 | 106 | 240 | 14,0 | 25 | 71 | 165 | 9,6 |

3.3.11. ÚNOSNOST NOSNÉ KONSTRUKCE POLE 2 + 4

Únosnost nosné konstrukce v poli 1 byla stanovena ve smyslu ČSN 73 6222 čl. 5.1.2 metodou V - podrobným statickým výpočtem. Výpočet byl proveden pro konstrukci oslabenou a neoslabenou konstrukci korozí.

Únosnost nosné konstrukce pro zatížení dopravou

| | V _n [t] | V _r [t] | V _e [t] | Max.nápravový tlak [t] |
|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|
| oslabená konstrukce | 16 | 58 | 76 | 12 |
| neoslabená konstrukce | 31 | 98 | 130 | 23,3 |

Pozn. V_n – zatížitelnost normální (libovolné množství vozidel na mostě)

V_r – zatížitelnost výhradní (jedno vozidlo na mostě + zatížení chodníků)

V_e – výjimečné zatížení (zvláštní zatěžovací souprava za vyloučení veškerého provozu)

3.4. ČÁST 4 – POSOUZENÍ POLE 3 – NOSNÍK 61+14,5 M

3.4.1. POPIS POLE 3

Nosnou konstrukci v poli 3 tvoří prostý nosník s převislými konci do pole 2 a 4. Na převislých koncích jsou podepřena pole 2 a 4. Toto statické řešení bylo zvoleno z důvodů redukce zatížení ve středu rozpětí pole 3, kde je zavěšen systém provizorního hrazení (Záhorského jezu).

Nosná konstrukce je řešena jako příhradový komorový nosník. Hlavní svislé nosníky jsou násobné příhradové soustavy. Příhradové soustavy jsou tvořeny hlavním spodním a horním nosníkem, svislicemi, diagonálami, spodním a horním příčným a spodním a horním zavětrováním (ztužením). Konzoly jsou tvořeny celkem 5 příhradami na každé straně a samotné pole 3 dalšími 27 příhradami. Konzoly mají první čtyři příhrady o třech metrech a po jedné příhradě o 2,5 m. Střední pole má souměrně po jedné prvé příhradě o 2,5 m a 25 příhrad o délce 2,24 m. Výška příhradové soustavy je osově 6 m a šířka 8,4 m.

Jednotlivé prvky nosné konstrukce jsou tvořeny složenými průřezy z ocelových plechů a úhelníků, které jsou k sobě snýtovány. Technické řešení odpovídá dobře, kdy byly jednotlivé průřezy navrženy pokud možno co nejoptimálněji z hlediska využití výztuže a průřezy jsou v zásadě v každé příhradě odlišné. Pod nosnou konstrukcí mostu v poli 3 je podvěšena konstrukce systému provizorního hrazení, která zatěžuje zejména povodní (levý) příhradový nosník. K levému nosníku je rovněž přinýtovaná ocelová konzola vynášející kolejovou dráhu pro pojezd druhého mechanismu obsluhující systém provizorního hrazení. Průřezy návodního a povodního příhradového nosníku jsou různé. Ve statickém výpočtu bude posouzen více namáhaný povodní (levý) nosník.

Nosná konstrukce v poli 3 je uložena na pilířích P2 a P3. Uložení konstrukce je uskutečněno prostřednictvím složitěho systému ocelových ložisek, která umožňují předepsané pohyby nosné konstrukce a zároveň zajistí stabilitu nosné konstrukce při namáháním kroucením od kombinace větru a tlaku vzdušné vody při spuštění systému provizorního hrazení. Tyto speciální kotevní konstrukce přes celou šířku mostu jsou ocelové nýtované se samostatnými ložisky z ocelolitiny a zakotvené pomocí šikmých táhel pilířů. Spodní stavba je na lici masivní z žulového řádkového zdiva. Dřív uvnitř pilíře je nejspíše betonový.

Příčné uspořádání na mostě je tvořeno vozovkou šířky 5,0 m, návodním (pravostranným) chodníkem šířky 1,5 a povodním (levostranným) chodníkem šířky 1,0 m. V návodním chodníku je zabudována kolejová dráha pro pojezd mechanismu obsluhující systém provizorního hrazení v poli 3. Na povodní (levé straně) je ocelová konzola pojížděná dalším mechanismem.

Nosná konstrukce v poli 3 je zatížena vlastní tíhou, ostatním stálým zatížením, zatížením podvěšeného systému hrazení, zatížení reakcemi polí 2 a 4, proměnným zatížením od dopravy a pojezdu mechanismu obsluhující systém provizorního hrazení v poli 3. Výraznou složku namáhání představuje v případě spuštění Záhorského jezu vodorovná složka způsobená tlakem vody na jezovou konstrukci. Tento tlak se přenáší vodorovnými silami do konstrukce a způsobuje značné namáhání.

Stav nosné konstrukce v poli 3 lze ohodnotit jako špatný až velmi špatný. Na ocelových prvcích pod úrovní mostovky byla zjištěna silná koroze zejména v místech styčníků napojení příčníků, hlavního spodního nosníku a ztužení [1]. Stav vodorovného ztužení lez ohodnotit jako velmi špatný! Ve výpočtu bude zadáno průměrné oslabení průřezové plochy podle údajů z ověření korozního oslabení průřezů [3].

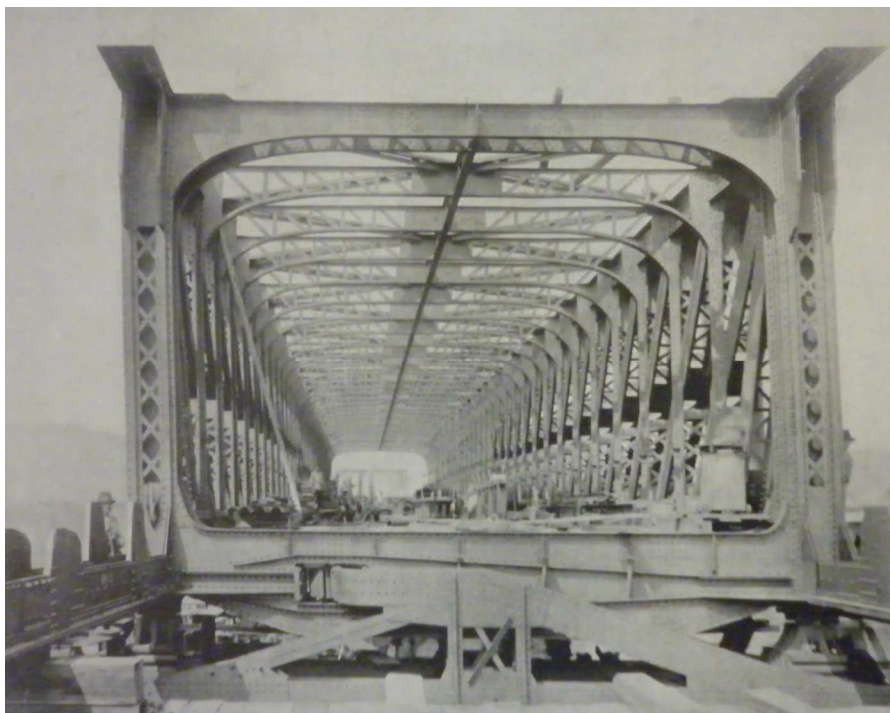
3.4.2. FOTODOKUMENTACE



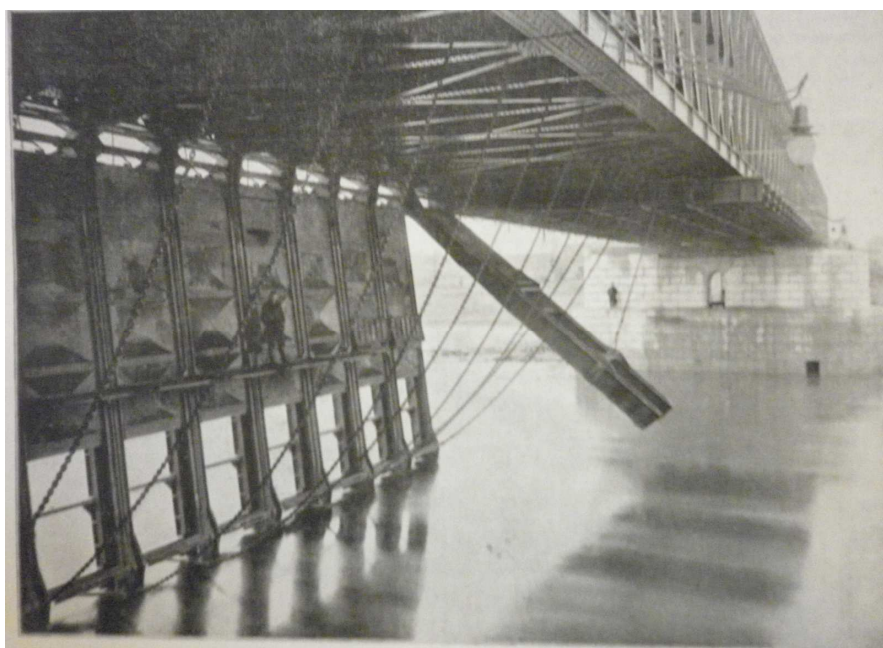
Obr. 3.21 – Spodní líc nosné konstrukce s podvěšenou konstrukcí systému provizorního hrazení



Obr. 3.22 – Šířkové uspořádání na mostovce v poli 3



Obr. 3.23 – Dobový výkres zachycuje kotvení nosné konstrukce na horním lici pilířů



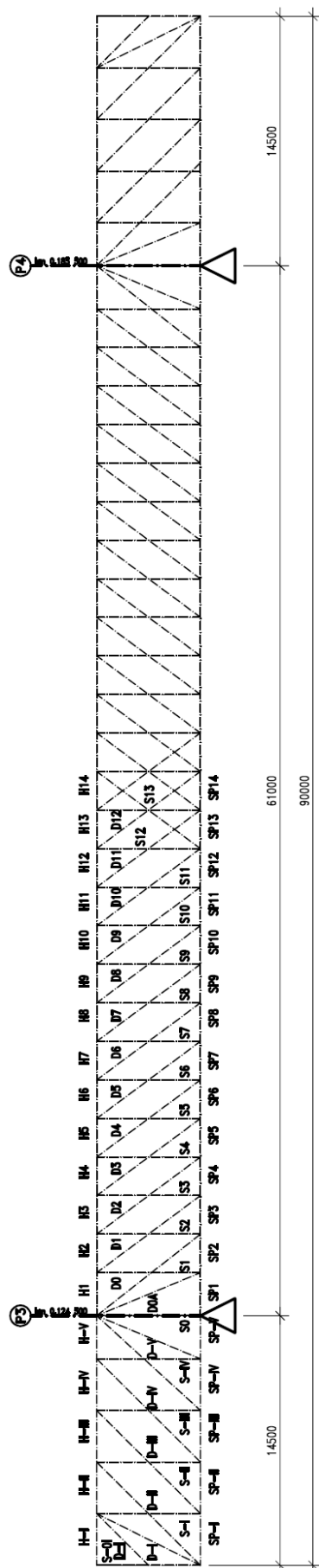
Obr. 3.24 – Dobový výkres zachycuje spouštění systému provizorního hrazení (Záhorského jezu)

3.4.3. MATERIÁL NOSNÉ KONSTRUKCE

Viz. kapitola 3.1.3.

3.4.4. SCHEMA KONSTRUKCE + ZNAČENÍ PRUTŮ, PRŮŘEZY

SCHEMA PRUTŮ – POLE 3 – 14,5+61+14,5m



SCHEMA PRUTŮ – POLE 3 – 14,5+61+14,5m

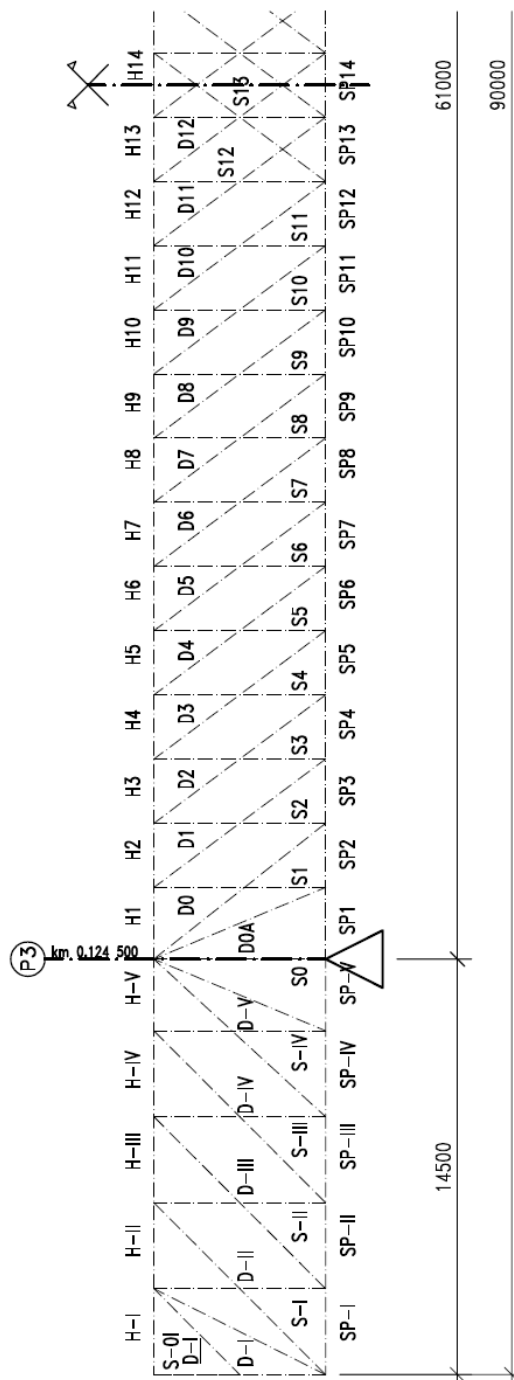
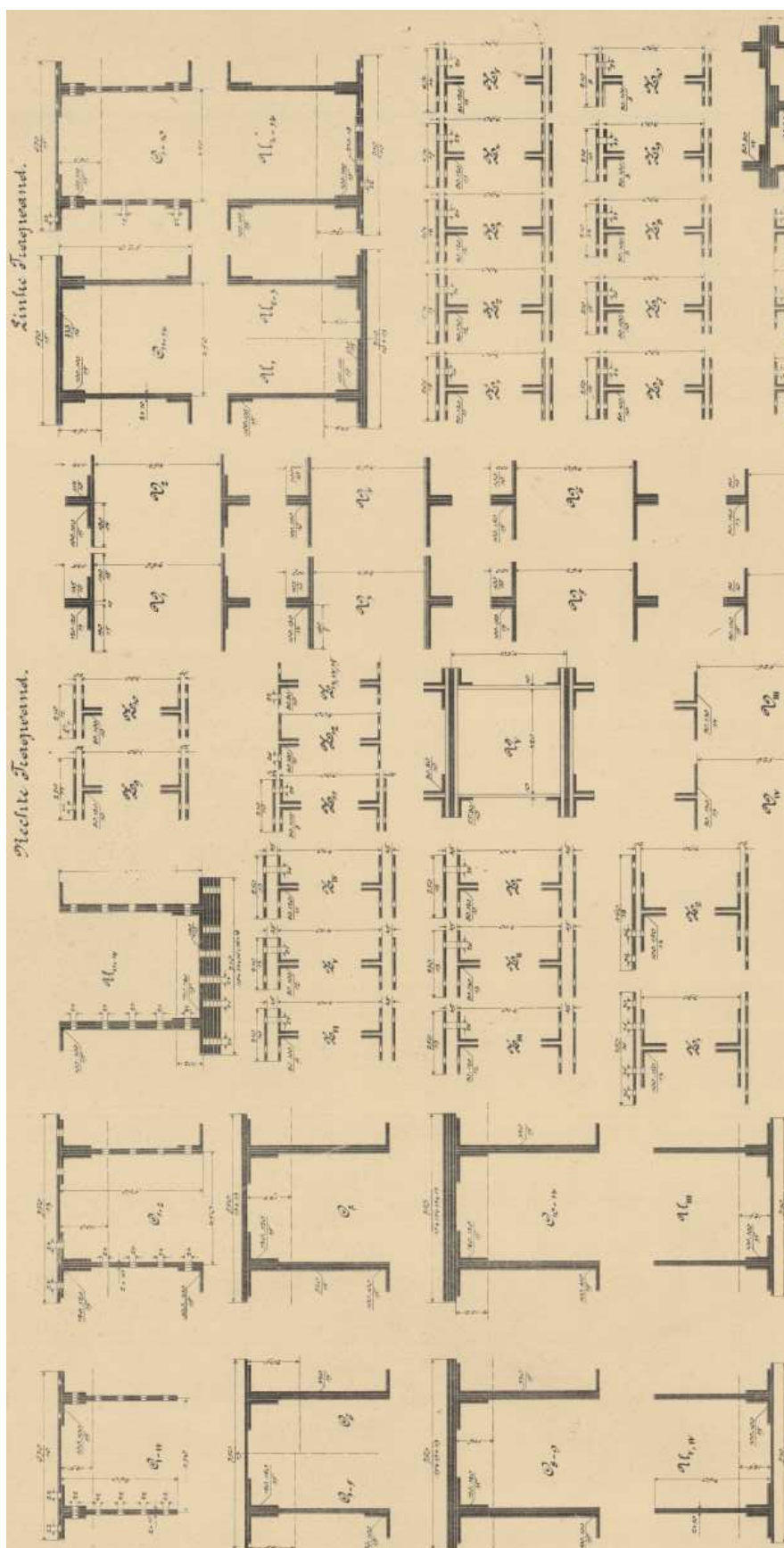
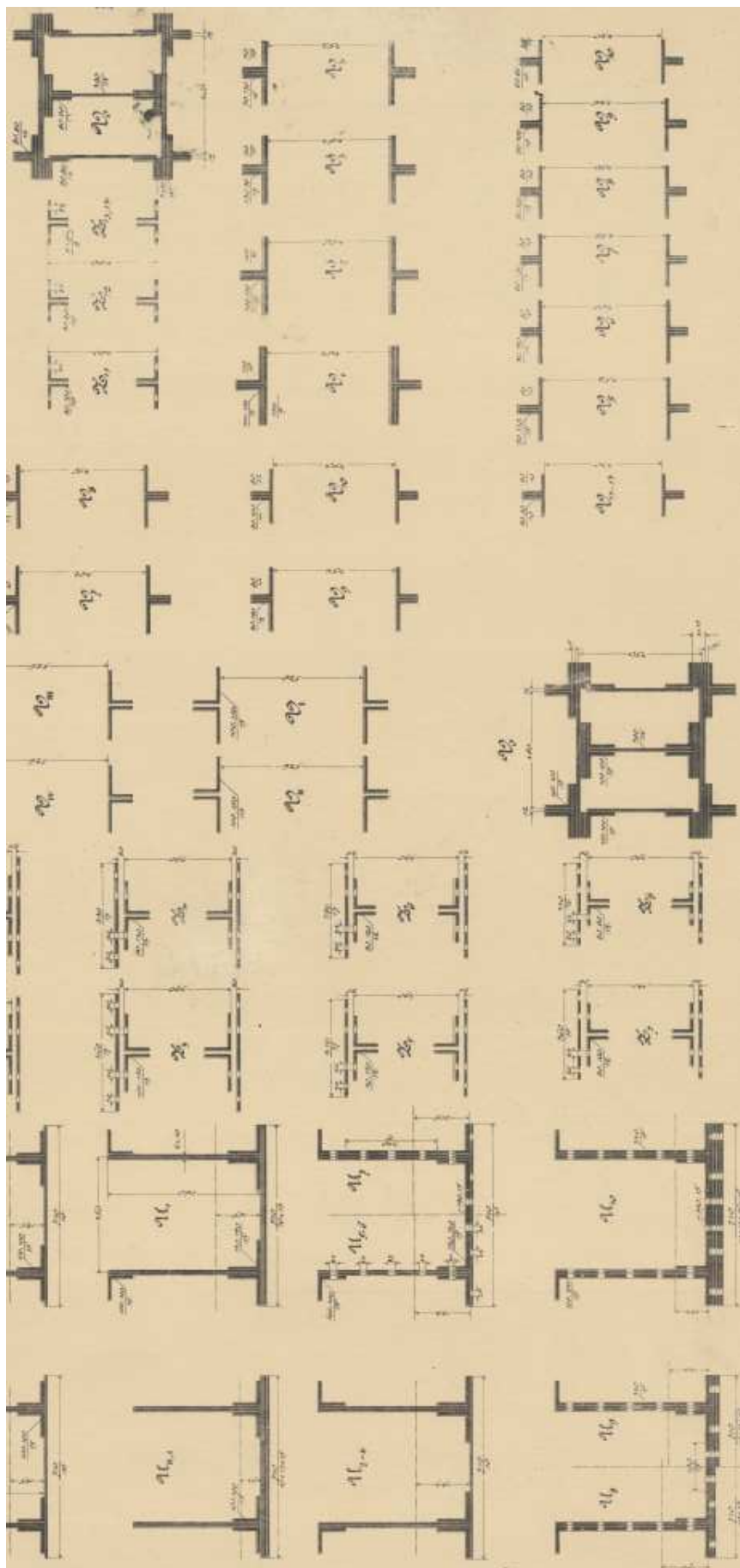


Schéma prutů použitých ve statickém výpočtu





3.4.5. VSTUPNÍ ÚDAJE A PŘEDPOKLADY

Výpočet zatížitelnosti byl proveden dle teorie mezních stavů podle normy ČSN 736222. Stanovení zatížitelnosti bylo provedeno pro rozhodující průřezy v souvislosti s polohou maximálních účinků proměnného zatížení. Zatížení bylo ve výpočtu násobeno příslušnými součiniteli zatížení. Zatížení bylo následně posouzeno na kombinace zatížení – **6.10**.

Vzhledem k rozdílným průřezovým charakteristikám jednodílných prvků nelze dopředu určit, který prvkem je rozhodující. V prvním kroku výpočtu byly určeny pruty, u nichž bylo dosaženo největšího napětí od kombinace zatížení, a tyto vybrané pruty byly následně posouzeny.

Výpočet byl proveden pro dvě varianty – oslabenou a neoslabenou konstrukci. Ve výpočtu je stavební stav konstrukce zohledněn úbytkem průřezové plochy jednotlivých prvků. U spodního hlavního nosníku a svislic je úbytek odhadnut o 20% plochy, u horního hlavního nosníku a diagonál o 10% plochy. Úbytek průřezové plochy příčných ztužidel je až 60%.

Výpočet je proveden za návrhové situace při spuštění systému provizorního hrazení a při maximální výšce zahrazení toku Vltavy, která konstrukce Záhorského jezu umožňuje. Tato návrhová situace vnáší maximální účinky sil do nosné konstrukce mostu.

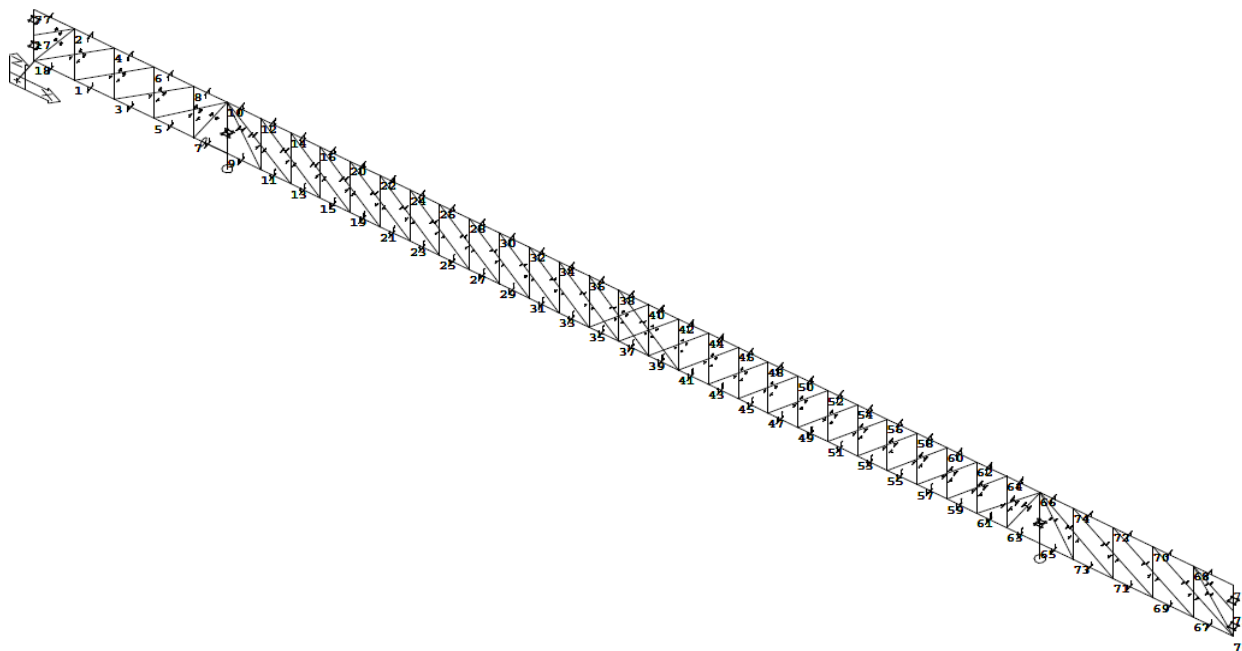
3.4.6. VÝPOČETNÍ MODEL

Výpočetní model byl proveden v programu NEXIS 32.100 a je tvořen rovinným modelem XZ návodního nosníku. Výpočet byl proveden metodou konečných prvků. Povodní nosník je sestaven z reálných prutů na konstrukci převzatých z kapitoly 3.4.4 do výpočetního programu. Výpočet průřezových charakteristik jednotlivých prutů byl rovněž proveden v tomto výpočetním programu.

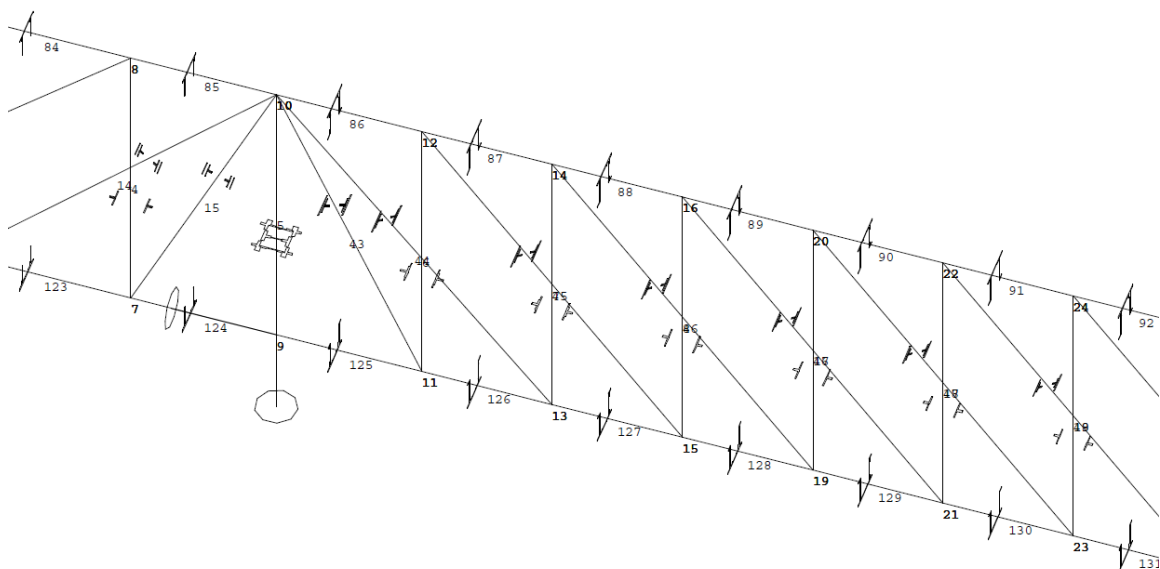
Nosná konstrukce je zatížena styčnickovým zatížením vypočteným z kapitoly 3.1 – Část 1 – Posouzení mostovky. U proměnného zatížení je uvažována jeho poloha tak, aby co nejvíce zatěžovala posuzovaný nosník. Proměnné zatížení je zadáváno pojezdy po příhradové konstrukci.

Tuhost jednotlivých spojů je výpočtu zanedbána, konstrukce je modelována jako klasická příhradová konstrukce.

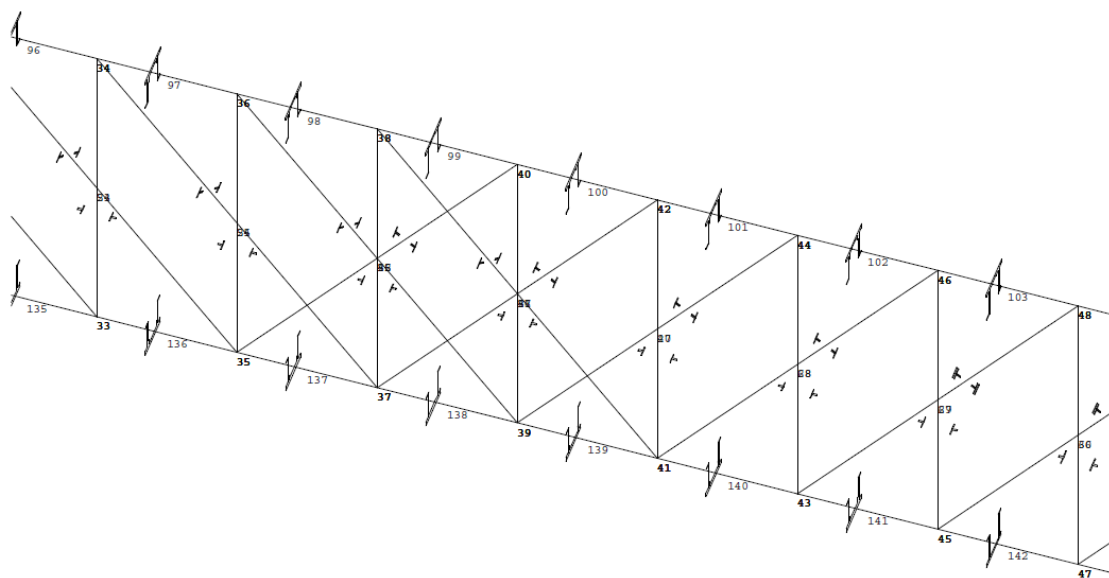
Za účelem zjištění přírůstku osových sil od působení vodorovného zatížení (větrek) byl sestaven zvláštní model spodního a horního ztužení. Z tohoto modelu získané vnitřní síly byly zkombinovány se silami získanými na modelu povodního nosníku.



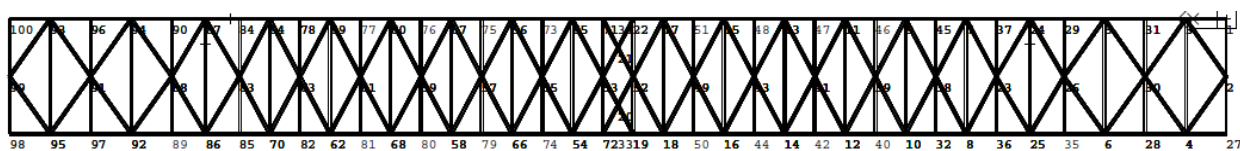
Obr. 3.25 – Schéma výpočetního modelu povodního (levého) nosníku



Obr. 3.26 – Výsek části výpočetního modelu



Obr. 3.27 – Výsek části výpočetního modelu



Obr. 3.28 – Výpočetní model dolního ztužení

Program : IDA Nexis32 release 3.100.230

VD Miřejovice - pole 3

Popis :

Autor : Ing. Vladimír Junek

Základní data

Typ konstrukce : Rám XZ

| | |
|------------------|-----|
| Počet uzlů : | 78 |
| Počet prutů : | 158 |
| Počet maker 1D: | 158 |
| Počet linií : | 0 |
| Počet 2D maker : | 0 |
| Počet průřezů : | 52 |
| Počet stavů : | 54 |
| Počet materiálů: | 1 |

Materiál

| Jméno | | |
|-------------------|-----------------------------|--|
| S 235 | | |
| Pevnost v tahu | 190.000 MPa | |
| Mez kluzu | 190.000 MPa | |
| Modul E | 210000.00 MPa | |
| Poissonův souč. | 0.30 | |
| Objemová hmotnost | 10205.000 kg/m ³ | |
| Roztažnost | 0.012 mm/m.K | |

Uzly

| uzel | X m | Z m |
|------|--------|--------|
| 1 | 3.000 | -0.000 |
| 2 | 3.000 | 6.023 |
| 3 | 6.000 | 0.000 |
| 4 | 6.000 | 6.023 |
| 5 | 9.000 | 0.000 |
| 6 | 9.000 | 6.023 |
| 7 | 12.000 | 0.000 |
| 8 | 12.000 | 6.023 |
| 9 | 14.500 | 0.000 |
| 10 | 14.500 | 6.023 |
| 11 | 17.000 | 0.000 |
| 12 | 17.000 | 6.023 |
| 13 | 19.240 | 0.000 |
| 14 | 19.240 | 6.023 |
| 15 | 21.480 | 0.000 |

| uzel | X m | Z m |
|------|--------|--------|
| 16 | 21.480 | 6.023 |
| 17 | 0.000 | 3.012 |
| 18 | 0.000 | -0.000 |
| 19 | 23.720 | -0.000 |
| 20 | 23.720 | 6.023 |
| 21 | 25.960 | -0.000 |
| 22 | 25.960 | 6.023 |
| 23 | 28.200 | -0.000 |
| 24 | 28.200 | 6.023 |
| 25 | 30.440 | -0.000 |
| 26 | 30.440 | 6.023 |
| 27 | 32.680 | -0.000 |
| 28 | 32.680 | 6.023 |
| 29 | 34.920 | -0.000 |
| 30 | 34.920 | 6.023 |

| uzel | X m | Z m |
|------|--------|--------|
| 31 | 37.160 | -0.000 |
| 32 | 37.160 | 6.023 |
| 33 | 39.400 | -0.000 |
| 34 | 39.400 | 6.023 |
| 35 | 41.640 | -0.000 |
| 36 | 41.640 | 6.023 |
| 37 | 43.880 | -0.000 |
| 38 | 43.880 | 6.023 |
| 39 | 46.120 | -0.000 |
| 40 | 46.120 | 6.023 |
| 41 | 48.360 | -0.000 |
| 42 | 48.360 | 6.023 |
| 43 | 50.600 | -0.000 |
| 44 | 50.600 | 6.023 |
| 45 | 52.840 | -0.000 |

Program : IDA Nexis32 release 3.100.230

VD Miřejovice - pole 3

Popis :

Autor : Ing. Vladimír Junek

| uzel | X m | Z m | uzel | X m | Z m | uzel | X m | Z m |
|------|--------|--------|------|--------|--------|------|--------|--------|
| 46 | 52.840 | 6.023 | 57 | 66.280 | -0.000 | 68 | 87.000 | 6.023 |
| 47 | 55.080 | -0.000 | 58 | 66.280 | 6.023 | 69 | 84.000 | 0.000 |
| 48 | 55.080 | 6.023 | 59 | 68.520 | -0.000 | 70 | 84.000 | 6.023 |
| 49 | 57.320 | -0.000 | 60 | 68.520 | 6.023 | 71 | 81.000 | 0.000 |
| 50 | 57.320 | 6.023 | 61 | 70.760 | -0.000 | 72 | 81.000 | 6.023 |
| 51 | 59.560 | -0.000 | 62 | 70.760 | 6.023 | 73 | 78.000 | 0.000 |
| 52 | 59.560 | 6.023 | 63 | 73.000 | -0.000 | 74 | 78.000 | 6.023 |
| 53 | 61.800 | -0.000 | 64 | 73.000 | 6.023 | 75 | 90.000 | 3.012 |
| 54 | 61.800 | 6.023 | 65 | 75.500 | 0.000 | 76 | 90.000 | 0.000 |
| 55 | 64.040 | -0.000 | 66 | 75.500 | 6.023 | 77 | 0.000 | 6.023 |
| 56 | 64.040 | 6.023 | 67 | 87.000 | 0.000 | 78 | 90.000 | 6.023 |

Pruty

| makro | prut | uzel 1 | uzel 2 | délka m | Rx deg | průřez | jakost |
|-------|------|--------|--------|------------|-----------|----------------------|--------|
| 1 | 1 | 1 | 2 | 6.023 | 0.00 | 11 - SI (Obecný) | S 235 |
| 2 | 2 | 3 | 4 | 6.023 | 0.00 | 12 - SII (Obecný) | S 235 |
| 3 | 3 | 5 | 6 | 6.023 | 0.00 | 13 - SIII (Obecný) | S 235 |
| 4 | 4 | 7 | 8 | 6.023 | 0.00 | 14 - SIV (Obecný) | S 235 |
| 5 | 5 | 9 | 10 | 6.023 | 0.00 | 15 - S0 (Obecný) | S 235 |
| 6 | 6 | 11 | 12 | 6.023 | 0.00 | 1 - S1 (Obecný) | S 235 |
| 7 | 7 | 13 | 14 | 6.023 | 0.00 | 2 - S2 (Obecný) | S 235 |
| 8 | 8 | 15 | 16 | 6.023 | 0.00 | 3 - S3 (Obecný) | S 235 |
| 9 | 9 | 2 | 17 | 4.251 | 0.00 | 47 - DI (Obecný) | S 235 |
| 10 | 10 | 2 | 18 | 6.729 | 0.00 | 47 - DI (Obecný) | S 235 |
| 11 | 11 | 4 | 18 | 8.502 | 0.00 | 48 - DII (Obecný) | S 235 |
| 12 | 12 | 6 | 1 | 8.502 | 0.00 | 49 - DIII (Obecný) | S 235 |
| 13 | 13 | 8 | 3 | 8.502 | 0.00 | 50 - DIV (Obecný) | S 235 |
| 14 | 14 | 10 | 5 | 8.156 | 0.00 | 51 - DV (Obecný) | S 235 |
| 15 | 15 | 10 | 7 | 6.521 | 0.00 | 51 - DV (Obecný) | S 235 |
| 16 | 16 | 19 | 20 | 6.023 | 0.00 | 52 - S4 (Obecný) | S 235 |
| 17 | 17 | 21 | 22 | 6.023 | 0.00 | 4 - S5 (Obecný) | S 235 |
| 18 | 18 | 23 | 24 | 6.023 | 0.00 | 5 - S6 (Obecný) | S 235 |
| 19 | 19 | 25 | 26 | 6.023 | 0.00 | 6 - S7 (Obecný) | S 235 |
| 20 | 20 | 27 | 28 | 6.023 | 0.00 | 7 - S8 (Obecný) | S 235 |
| 21 | 21 | 29 | 30 | 6.023 | 0.00 | 8 - S9 (Obecný) | S 235 |
| 22 | 22 | 31 | 32 | 6.023 | 0.00 | 9 - S10 (Obecný) | S 235 |
| 23 | 23 | 33 | 34 | 6.023 | 0.00 | 10 - S11-13 (Obecný) | S 235 |
| 24 | 24 | 35 | 36 | 6.023 | 0.00 | 10 - S11-13 (Obecný) | S 235 |
| 25 | 25 | 37 | 38 | 6.023 | 0.00 | 10 - S11-13 (Obecný) | S 235 |

Program : IDA Nexis32 release 3.100.230

VD Miřejovice - pole 3

Popis :

Autor : Ing. Vladimír Junek

| makro | prut | uzel 1 | uzel 2 | délka m | Rx deg | průřez | jakost |
|-------|------|--------|--------|------------|-----------|----------------------|--------|
| 26 | 26 | 39 | 40 | 6.023 | 0.00 | 10 - S11-13 (Obecný) | S 235 |
| 27 | 27 | 41 | 42 | 6.023 | 0.00 | 10 - S11-13 (Obecný) | S 235 |
| 28 | 28 | 43 | 44 | 6.023 | 0.00 | 10 - S11-13 (Obecný) | S 235 |
| 29 | 29 | 45 | 46 | 6.023 | 0.00 | 9 - S10 (Obecný) | S 235 |
| 30 | 30 | 47 | 48 | 6.023 | 0.00 | 8 - S9 (Obecný) | S 235 |
| 31 | 31 | 49 | 50 | 6.023 | 0.00 | 7 - S8 (Obecný) | S 235 |
| 32 | 32 | 51 | 52 | 6.023 | 0.00 | 6 - S7 (Obecný) | S 235 |
| 33 | 33 | 53 | 54 | 6.023 | 0.00 | 5 - S6 (Obecný) | S 235 |
| 34 | 34 | 55 | 56 | 6.023 | 0.00 | 4 - S5 (Obecný) | S 235 |
| 35 | 35 | 57 | 58 | 6.023 | 0.00 | 52 - S4 (Obecný) | S 235 |
| 36 | 36 | 59 | 60 | 6.023 | 0.00 | 3 - S3 (Obecný) | S 235 |
| 37 | 37 | 61 | 62 | 6.023 | 0.00 | 2 - S2 (Obecný) | S 235 |
| 38 | 38 | 63 | 64 | 6.023 | 0.00 | 1 - S1 (Obecný) | S 235 |
| 39 | 39 | 65 | 66 | 6.023 | 0.00 | 15 - S0 (Obecný) | S 235 |
| 40 | 40 | 44 | 39 | 7.506 | 0.00 | 45 - D11 (Obecný) | S 235 |
| 41 | 41 | 42 | 37 | 7.506 | 0.00 | 46 - D12 (Obecný) | S 235 |
| 42 | 42 | 40 | 35 | 7.506 | 0.00 | 46 - D12 (Obecný) | S 235 |
| 43 | 43 | 10 | 11 | 6.521 | 0.00 | 34 - D0a (Obecný) | S 235 |
| 44 | 44 | 10 | 13 | 7.664 | 0.00 | 33 - D0 (Obecný) | S 235 |
| 45 | 45 | 12 | 15 | 7.506 | 0.00 | 35 - D1 (Obecný) | S 235 |
| 46 | 46 | 14 | 19 | 7.506 | 0.00 | 36 - D2 (Obecný) | S 235 |
| 47 | 47 | 16 | 21 | 7.506 | 0.00 | 37 - D3 (Obecný) | S 235 |
| 48 | 48 | 20 | 23 | 7.506 | 0.00 | 38 - D4 (Obecný) | S 235 |
| 49 | 49 | 22 | 25 | 7.506 | 0.00 | 39 - D5 (Obecný) | S 235 |
| 50 | 50 | 24 | 27 | 7.506 | 0.00 | 40 - D6 (Obecný) | S 235 |
| 51 | 51 | 26 | 29 | 7.506 | 0.00 | 41 - D7 (Obecný) | S 235 |
| 52 | 52 | 28 | 31 | 7.506 | 0.00 | 42 - D8 (Obecný) | S 235 |
| 53 | 53 | 30 | 33 | 7.506 | 0.00 | 43 - D9 (Obecný) | S 235 |
| 54 | 54 | 32 | 35 | 7.506 | 0.00 | 44 - D10 (Obecný) | S 235 |
| 55 | 55 | 34 | 37 | 7.506 | 0.00 | 45 - D11 (Obecný) | S 235 |
| 56 | 56 | 36 | 39 | 7.506 | 0.00 | 46 - D12 (Obecný) | S 235 |
| 57 | 57 | 38 | 41 | 7.506 | 0.00 | 46 - D12 (Obecný) | S 235 |
| 58 | 58 | 66 | 63 | 6.521 | 0.00 | 34 - D0a (Obecný) | S 235 |
| 59 | 59 | 66 | 61 | 7.664 | 0.00 | 33 - D0 (Obecný) | S 235 |
| 60 | 60 | 64 | 59 | 7.506 | 0.00 | 35 - D1 (Obecný) | S 235 |
| 61 | 61 | 62 | 57 | 7.506 | 0.00 | 36 - D2 (Obecný) | S 235 |
| 62 | 62 | 60 | 55 | 7.506 | 0.00 | 37 - D3 (Obecný) | S 235 |
| 63 | 63 | 58 | 53 | 7.506 | 0.00 | 38 - D4 (Obecný) | S 235 |
| 64 | 64 | 56 | 51 | 7.506 | 0.00 | 39 - D5 (Obecný) | S 235 |
| 65 | 65 | 54 | 49 | 7.506 | 0.00 | 40 - D6 (Obecný) | S 235 |
| 66 | 66 | 50 | 45 | 7.506 | 0.00 | 42 - D8 (Obecný) | S 235 |
| 67 | 67 | 48 | 43 | 7.506 | 0.00 | 43 - D9 (Obecný) | S 235 |
| 68 | 68 | 46 | 41 | 7.506 | 0.00 | 44 - D10 (Obecný) | S 235 |

Program : IDA Nexis32 release 3.100.230

VD Miřejovice - pole 3

Popis :

Autor : Ing. Vladimír Junek

| makro | prut | uzel 1 | uzel 2 | délka m | Rx deg | průřez | jakost |
|-------|------|--------|--------|------------|-----------|----------------------|--------|
| 69 | 69 | 67 | 68 | 6.023 | 0.00 | 11 - SI (Obecný) | S 235 |
| 70 | 70 | 69 | 70 | 6.023 | 0.00 | 12 - SII (Obecný) | S 235 |
| 71 | 71 | 71 | 72 | 6.023 | 0.00 | 13 - SIII (Obecný) | S 235 |
| 72 | 72 | 73 | 74 | 6.023 | 0.00 | 14 - SIV (Obecný) | S 235 |
| 73 | 73 | 68 | 75 | 4.251 | 0.00 | 47 - DI (Obecný) | S 235 |
| 74 | 74 | 68 | 76 | 6.729 | 0.00 | 47 - DI (Obecný) | S 235 |
| 75 | 75 | 70 | 76 | 8.502 | 0.00 | 48 - DII (Obecný) | S 235 |
| 76 | 76 | 72 | 67 | 8.502 | 0.00 | 49 - DIII (Obecný) | S 235 |
| 77 | 77 | 74 | 69 | 8.502 | 0.00 | 50 - DIV (Obecný) | S 235 |
| 78 | 78 | 66 | 73 | 6.521 | 0.00 | 51 - DV (Obecný) | S 235 |
| 79 | 79 | 66 | 71 | 8.156 | 0.00 | 51 - DV (Obecný) | S 235 |
| 80 | 80 | 52 | 47 | 7.506 | 0.00 | 41 - D7 (Obecný) | S 235 |
| 81 | 81 | 77 | 2 | 3.000 | 0.00 | 22 - HI-V (Obecný) | S 235 |
| 82 | 82 | 2 | 4 | 3.000 | 0.00 | 22 - HI-V (Obecný) | S 235 |
| 83 | 83 | 4 | 6 | 3.000 | 0.00 | 22 - HI-V (Obecný) | S 235 |
| 84 | 84 | 6 | 8 | 3.000 | 0.00 | 22 - HI-V (Obecný) | S 235 |
| 85 | 85 | 8 | 10 | 2.500 | 0.00 | 22 - HI-V (Obecný) | S 235 |
| 86 | 86 | 10 | 12 | 2.500 | 0.00 | 17 - H1-5 (Obecný) | S 235 |
| 87 | 87 | 12 | 14 | 2.240 | 0.00 | 17 - H1-5 (Obecný) | S 235 |
| 88 | 88 | 14 | 16 | 2.240 | 0.00 | 17 - H1-5 (Obecný) | S 235 |
| 89 | 89 | 16 | 20 | 2.240 | 0.00 | 17 - H1-5 (Obecný) | S 235 |
| 90 | 90 | 20 | 22 | 2.240 | 0.00 | 17 - H1-5 (Obecný) | S 235 |
| 91 | 91 | 22 | 24 | 2.240 | 0.00 | 18 - H6 (Obecný) | S 235 |
| 92 | 92 | 24 | 26 | 2.240 | 0.00 | 19 - H7 (Obecný) | S 235 |
| 93 | 93 | 26 | 28 | 2.240 | 0.00 | 20 - H8-9 (Obecný) | S 235 |
| 94 | 94 | 28 | 30 | 2.240 | 0.00 | 20 - H8-9 (Obecný) | S 235 |
| 95 | 95 | 30 | 32 | 2.240 | 0.00 | 21 - H10-14 (Obecný) | S 235 |
| 96 | 96 | 32 | 34 | 2.240 | 0.00 | 21 - H10-14 (Obecný) | S 235 |
| 97 | 97 | 34 | 36 | 2.240 | 0.00 | 21 - H10-14 (Obecný) | S 235 |
| 98 | 98 | 36 | 38 | 2.240 | 0.00 | 21 - H10-14 (Obecný) | S 235 |
| 99 | 99 | 38 | 40 | 2.240 | 0.00 | 21 - H10-14 (Obecný) | S 235 |
| 100 | 100 | 40 | 42 | 2.240 | 0.00 | 21 - H10-14 (Obecný) | S 235 |
| 101 | 101 | 42 | 44 | 2.240 | 0.00 | 21 - H10-14 (Obecný) | S 235 |
| 102 | 102 | 44 | 46 | 2.240 | 0.00 | 21 - H10-14 (Obecný) | S 235 |
| 103 | 103 | 46 | 48 | 2.240 | 0.00 | 21 - H10-14 (Obecný) | S 235 |
| 104 | 104 | 48 | 50 | 2.240 | 0.00 | 20 - H8-9 (Obecný) | S 235 |
| 105 | 105 | 50 | 52 | 2.240 | 0.00 | 20 - H8-9 (Obecný) | S 235 |
| 106 | 106 | 52 | 54 | 2.240 | 0.00 | 19 - H7 (Obecný) | S 235 |
| 107 | 107 | 54 | 56 | 2.240 | 0.00 | 18 - H6 (Obecný) | S 235 |
| 108 | 108 | 56 | 58 | 2.240 | 0.00 | 17 - H1-5 (Obecný) | S 235 |
| 109 | 109 | 58 | 60 | 2.240 | 0.00 | 17 - H1-5 (Obecný) | S 235 |
| 110 | 110 | 60 | 62 | 2.240 | 0.00 | 17 - H1-5 (Obecný) | S 235 |
| 111 | 111 | 62 | 64 | 2.240 | 0.00 | 17 - H1-5 (Obecný) | S 235 |

Program : IDA Nexis32 release 3.100.230

VD Miřejovice - pole 3

Popis :

Autor : Ing. Vladimír Junek

| makro | prut | uzel 1 | uzel 2 | délka m | Rx deg | průřez | jakost |
|-------|------|--------|--------|------------|-----------|-----------------------|--------|
| 112 | 112 | 64 | 66 | 2.500 | 0.00 | 17 - H1-5 (Obecný) | S 235 |
| 113 | 113 | 66 | 74 | 2.500 | 0.00 | 22 - H1-V (Obecný) | S 235 |
| 114 | 114 | 74 | 72 | 3.000 | 0.00 | 22 - H1-V (Obecný) | S 235 |
| 115 | 115 | 72 | 70 | 3.000 | 0.00 | 22 - H1-V (Obecný) | S 235 |
| 116 | 116 | 70 | 68 | 3.000 | 0.00 | 22 - H1-V (Obecný) | S 235 |
| 117 | 117 | 68 | 78 | 3.000 | 0.00 | 22 - H1-V (Obecný) | S 235 |
| 118 | 118 | 77 | 17 | 3.012 | 0.00 | 16 - S0-I (Obecný) | S 235 |
| 119 | 119 | 17 | 18 | 3.012 | 0.00 | 16 - S0-I (Obecný) | S 235 |
| 120 | 120 | 18 | 1 | 3.000 | 0.00 | 31 - SPI-III (Obecný) | S 235 |
| 121 | 121 | 1 | 3 | 3.000 | 0.00 | 31 - SPI-III (Obecný) | S 235 |
| 122 | 122 | 3 | 5 | 3.000 | 0.00 | 31 - SPI-III (Obecný) | S 235 |
| 123 | 123 | 5 | 7 | 3.000 | 0.00 | 32 - SPIV-V (Obecný) | S 235 |
| 124 | 124 | 7 | 9 | 2.500 | 0.00 | 32 - SPIV-V (Obecný) | S 235 |
| 125 | 125 | 9 | 11 | 2.500 | 0.00 | 23 - SP1 (Obecný) | S 235 |
| 126 | 126 | 11 | 13 | 2.240 | 0.00 | 24 - SP2-4 (Obecný) | S 235 |
| 127 | 127 | 13 | 15 | 2.240 | 0.00 | 24 - SP2-4 (Obecný) | S 235 |
| 128 | 128 | 15 | 19 | 2.240 | 0.00 | 24 - SP2-4 (Obecný) | S 235 |
| 129 | 129 | 19 | 21 | 2.240 | 0.00 | 25 - SP5-6 (Obecný) | S 235 |
| 130 | 130 | 21 | 23 | 2.240 | 0.00 | 25 - SP5-6 (Obecný) | S 235 |
| 131 | 131 | 23 | 25 | 2.240 | 0.00 | 26 - SP7 (Obecný) | S 235 |
| 132 | 132 | 25 | 27 | 2.240 | 0.00 | 27 - SP8 (Obecný) | S 235 |
| 133 | 133 | 27 | 29 | 2.240 | 0.00 | 28 - SP9 (Obecný) | S 235 |
| 134 | 134 | 29 | 31 | 2.240 | 0.00 | 29 - SP10 (Obecný) | S 235 |
| 135 | 135 | 31 | 33 | 2.240 | 0.00 | 30 - SP11-14 (Obecný) | S 235 |
| 136 | 136 | 33 | 35 | 2.240 | 0.00 | 30 - SP11-14 (Obecný) | S 235 |
| 137 | 137 | 35 | 37 | 2.240 | 0.00 | 30 - SP11-14 (Obecný) | S 235 |
| 138 | 138 | 37 | 39 | 2.240 | 0.00 | 30 - SP11-14 (Obecný) | S 235 |
| 139 | 139 | 39 | 41 | 2.240 | 0.00 | 30 - SP11-14 (Obecný) | S 235 |
| 140 | 140 | 41 | 43 | 2.240 | 0.00 | 30 - SP11-14 (Obecný) | S 235 |
| 141 | 141 | 43 | 45 | 2.240 | 0.00 | 30 - SP11-14 (Obecný) | S 235 |
| 142 | 142 | 45 | 47 | 2.240 | 0.00 | 29 - SP10 (Obecný) | S 235 |
| 143 | 143 | 47 | 49 | 2.240 | 0.00 | 28 - SP9 (Obecný) | S 235 |
| 144 | 144 | 49 | 51 | 2.240 | 0.00 | 27 - SP8 (Obecný) | S 235 |
| 145 | 145 | 51 | 53 | 2.240 | 0.00 | 26 - SP7 (Obecný) | S 235 |
| 146 | 146 | 53 | 55 | 2.240 | 0.00 | 25 - SP5-6 (Obecný) | S 235 |
| 147 | 147 | 55 | 57 | 2.240 | 0.00 | 25 - SP5-6 (Obecný) | S 235 |
| 148 | 148 | 57 | 59 | 2.240 | 0.00 | 24 - SP2-4 (Obecný) | S 235 |
| 149 | 149 | 59 | 61 | 2.240 | 0.00 | 24 - SP2-4 (Obecný) | S 235 |
| 150 | 150 | 61 | 63 | 2.240 | 0.00 | 24 - SP2-4 (Obecný) | S 235 |
| 151 | 151 | 63 | 65 | 2.500 | 0.00 | 23 - SP1 (Obecný) | S 235 |
| 152 | 152 | 65 | 73 | 2.500 | 0.00 | 32 - SPIV-V (Obecný) | S 235 |
| 153 | 153 | 73 | 71 | 3.000 | 0.00 | 32 - SPIV-V (Obecný) | S 235 |
| 154 | 154 | 71 | 69 | 3.000 | 0.00 | 31 - SPI-III (Obecný) | S 235 |

Program : IDA Nexis32 release 3.100.230

VD Miřejovice - pole 3

Popis :

Autor : Ing. Vladimír Junek

| makro | prut | uzel 1 | uzel 2 | délka m | Rx deg | průřez | jakost |
|-------|------|--------|--------|------------|-----------|-----------------------|--------|
| 155 | 155 | 69 | 67 | 3.000 | 0.00 | 31 - SPI-III (Obecný) | S 235 |
| 156 | 156 | 67 | 76 | 3.000 | 0.00 | 31 - SPI-III (Obecný) | S 235 |
| 157 | 157 | 76 | 75 | 3.012 | 0.00 | 16 - S0-I (Obecný) | S 235 |
| 158 | 158 | 75 | 78 | 3.012 | 0.00 | 16 - S0-I (Obecný) | S 235 |

Klouby

| makro | typ | poz |
|-------|-----|-----|
| 1 | fiy | zač |
| 1 | fiy | kon |
| 2 | fiy | zač |
| 2 | fiy | kon |
| 3 | fiy | zač |
| 3 | fiy | kon |
| 4 | fiy | zač |
| 4 | fiy | kon |
| 5 | fiy | zač |
| 5 | fiy | kon |
| 6 | fiy | zač |
| 6 | fiy | kon |
| 7 | fiy | zač |
| 7 | fiy | kon |
| 8 | fiy | zač |
| 8 | fiy | kon |
| 9 | fiy | zač |
| 9 | fiy | kon |
| 10 | fiy | zač |
| 10 | fiy | kon |
| 11 | fiy | zač |
| 11 | fiy | kon |
| 12 | fiy | zač |
| 12 | fiy | kon |
| 13 | fiy | zač |
| 13 | fiy | kon |
| 14 | fiy | zač |
| 14 | fiy | kon |
| 15 | fiy | zač |
| 15 | fiy | kon |
| 16 | fiy | zač |
| 16 | fiy | kon |

| makro | typ | poz |
|-------|-----|-----|
| 17 | fiy | zač |
| 17 | fiy | kon |
| 18 | fiy | zač |
| 18 | fiy | kon |
| 19 | fiy | zač |
| 19 | fiy | kon |
| 20 | fiy | zač |
| 20 | fiy | kon |
| 21 | fiy | zač |
| 21 | fiy | kon |
| 22 | fiy | zač |
| 22 | fiy | kon |
| 23 | fiy | zač |
| 23 | fiy | kon |
| 24 | fiy | zač |
| 24 | fiy | kon |
| 25 | fiy | zač |
| 25 | fiy | kon |
| 26 | fiy | zač |
| 26 | fiy | kon |
| 27 | fiy | zač |
| 27 | fiy | kon |
| 28 | fiy | zač |
| 28 | fiy | kon |
| 29 | fiy | zač |
| 29 | fiy | kon |
| 30 | fiy | zač |
| 30 | fiy | kon |
| 31 | fiy | zač |
| 31 | fiy | kon |
| 32 | fiy | zač |
| 32 | fiy | kon |

| makro | typ | poz |
|-------|-----|-----|
| 33 | fiy | zač |
| 33 | fiy | kon |
| 34 | fiy | zač |
| 34 | fiy | kon |
| 35 | fiy | zač |
| 35 | fiy | kon |
| 36 | fiy | zač |
| 36 | fiy | kon |
| 37 | fiy | zač |
| 37 | fiy | kon |
| 38 | fiy | zač |
| 38 | fiy | kon |
| 39 | fiy | zač |
| 39 | fiy | kon |
| 40 | fiy | zač |
| 40 | fiy | kon |
| 41 | fiy | zač |
| 41 | fiy | kon |
| 42 | fiy | zač |
| 42 | fiy | kon |
| 43 | fiy | zač |
| 43 | fiy | kon |
| 44 | fiy | zač |
| 44 | fiy | kon |
| 45 | fiy | zač |
| 45 | fiy | kon |
| 46 | fiy | zač |
| 46 | fiy | kon |
| 47 | fiy | zač |
| 47 | fiy | kon |
| 48 | fiy | zač |
| 48 | fiy | kon |

Program : IDA Nexis32 release 3.100.230

VD Miřejovice - pole 3

Popis :

Autor : Ing. Vladimír Junek

| makro | typ | poz | makro | typ | poz | makro | typ | poz |
|-------|-----|-----|-------|-----|-----|-------|-----|-----|
| 49 | fiy | zač | 70 | fiy | kon | 92 | fiy | zač |
| 49 | fiy | kon | 71 | fiy | zač | 92 | fiy | kon |
| 50 | fiy | zač | 71 | fiy | kon | 93 | fiy | zač |
| 50 | fiy | kon | 72 | fiy | zač | 93 | fiy | kon |
| 51 | fiy | zač | 72 | fiy | kon | 94 | fiy | zač |
| 51 | fiy | kon | 73 | fiy | zač | 94 | fiy | kon |
| 52 | fiy | zač | 73 | fiy | kon | 95 | fiy | zač |
| 52 | fiy | kon | 74 | fiy | zač | 95 | fiy | kon |
| 53 | fiy | zač | 74 | fiy | kon | 96 | fiy | zač |
| 53 | fiy | kon | 75 | fiy | zač | 96 | fiy | kon |
| 54 | fiy | zač | 75 | fiy | kon | 97 | fiy | zač |
| 54 | fiy | kon | 76 | fiy | zač | 97 | fiy | kon |
| 55 | fiy | zač | 76 | fiy | kon | 98 | fiy | zač |
| 55 | fiy | kon | 77 | fiy | zač | 98 | fiy | kon |
| 56 | fiy | zač | 77 | fiy | kon | 99 | fiy | zač |
| 56 | fiy | kon | 78 | fiy | zač | 99 | fiy | kon |
| 57 | fiy | zač | 78 | fiy | kon | 100 | fiy | zač |
| 57 | fiy | kon | 79 | fiy | zač | 100 | fiy | kon |
| 58 | fiy | zač | 79 | fiy | kon | 101 | fiy | zač |
| 58 | fiy | kon | 80 | fiy | zač | 101 | fiy | kon |
| 59 | fiy | zač | 80 | fiy | kon | 102 | fiy | zač |
| 59 | fiy | kon | 81 | fiy | zač | 102 | fiy | kon |
| 60 | fiy | zač | 81 | fiy | kon | 103 | fiy | zač |
| 60 | fiy | kon | 82 | fiy | zač | 103 | fiy | kon |
| 61 | fiy | zač | 82 | fiy | kon | 104 | fiy | zač |
| 61 | fiy | kon | 83 | fiy | zač | 104 | fiy | kon |
| 62 | fiy | zač | 83 | fiy | kon | 105 | fiy | zač |
| 62 | fiy | kon | 84 | fiy | zač | 105 | fiy | kon |
| 63 | fiy | zač | 84 | fiy | kon | 106 | fiy | zač |
| 63 | fiy | kon | 85 | fiy | zač | 106 | fiy | kon |
| 64 | fiy | zač | 85 | fiy | kon | 107 | fiy | zač |
| 64 | fiy | kon | 86 | fiy | zač | 107 | fiy | kon |
| 65 | fiy | zač | 86 | fiy | kon | 108 | fiy | zač |
| 65 | fiy | kon | 87 | fiy | zač | 108 | fiy | kon |
| 66 | fiy | zač | 87 | fiy | kon | 109 | fiy | zač |
| 66 | fiy | kon | 88 | fiy | zač | 109 | fiy | kon |
| 67 | fiy | zač | 88 | fiy | kon | 110 | fiy | zač |
| 67 | fiy | kon | 89 | fiy | zač | 110 | fiy | kon |
| 68 | fiy | zač | 89 | fiy | kon | 111 | fiy | zač |
| 68 | fiy | kon | 90 | fiy | zač | 111 | fiy | kon |
| 69 | fiy | zač | 90 | fiy | kon | 112 | fiy | zač |
| 69 | fiy | kon | 91 | fiy | zač | 112 | fiy | kon |
| 70 | fiy | zač | 91 | fiy | kon | 113 | fiy | zač |

Program : IDA Nexis32 release 3.100.230

VD Miřejovice - pole 3

Popis :

Autor : Ing. Vladimír Junek

| makro | typ | poz | makro | typ | poz | makro | typ | poz |
|-------|-----|-----|-------|-----|-----|-------|-----|-----|
| 113 | fiy | kon | 129 | fiy | zač | 144 | fiy | kon |
| 114 | fiy | zač | 129 | fiy | kon | 145 | fiy | zač |
| 114 | fiy | kon | 130 | fiy | zač | 145 | fiy | kon |
| 115 | fiy | zač | 130 | fiy | kon | 146 | fiy | zač |
| 115 | fiy | kon | 131 | fiy | zač | 146 | fiy | kon |
| 116 | fiy | zač | 131 | fiy | kon | 147 | fiy | zač |
| 116 | fiy | kon | 132 | fiy | zač | 147 | fiy | kon |
| 117 | fiy | zač | 132 | fiy | kon | 148 | fiy | zač |
| 117 | fiy | kon | 133 | fiy | zač | 148 | fiy | kon |
| 118 | fiy | zač | 133 | fiy | kon | 149 | fiy | zač |
| 118 | fiy | kon | 134 | fiy | zač | 149 | fiy | kon |
| 119 | fiy | zač | 134 | fiy | kon | 150 | fiy | zač |
| 119 | fiy | kon | 135 | fiy | zač | 150 | fiy | kon |
| 120 | fiy | zač | 135 | fiy | kon | 151 | fiy | zač |
| 120 | fiy | kon | 136 | fiy | zač | 151 | fiy | kon |
| 121 | fiy | zač | 136 | fiy | kon | 152 | fiy | zač |
| 121 | fiy | kon | 137 | fiy | zač | 152 | fiy | kon |
| 122 | fiy | zač | 137 | fiy | kon | 153 | fiy | zač |
| 122 | fiy | kon | 138 | fiy | zač | 153 | fiy | kon |
| 123 | fiy | zač | 138 | fiy | kon | 154 | fiy | zač |
| 123 | fiy | kon | 139 | fiy | zač | 154 | fiy | kon |
| 124 | fiy | zač | 139 | fiy | kon | 155 | fiy | zač |
| 124 | fiy | kon | 140 | fiy | zač | 155 | fiy | kon |
| 125 | fiy | zač | 140 | fiy | kon | 156 | fiy | zač |
| 125 | fiy | kon | 141 | fiy | zač | 156 | fiy | kon |
| 126 | fiy | zač | 141 | fiy | kon | 157 | fiy | zač |
| 126 | fiy | kon | 142 | fiy | zač | 157 | fiy | kon |
| 127 | fiy | zač | 142 | fiy | kon | 158 | fiy | zač |
| 127 | fiy | kon | 143 | fiy | zač | 158 | fiy | kon |
| 128 | fiy | zač | 143 | fiy | kon | | | |
| 128 | fiy | kon | 144 | fiy | zač | | | |

Podpory

| podpora | uzel | typ | Velikost m |
|---------|------|-----|---------------|
| 1 | 9 | XZ | 0.20 |
| 2 | 65 | Z | 0.20 |

3.4.7. ZATÍŽENÍ

Nosná konstrukce mostu byla posuzována na účinky stálého zatížení (včetně zatížení podvěšeného jezu), svislého pohyblivého zatížení V_n , V_r a V_e a rovnoměrným zatížením velikosti 5 kN/m^2 . Zatížení jsou navzájem zkombinována v zatěžovacích kombinacích.

Zvláštní kapitolu tvoří zatížení větrem a vodorovný tlak vody, který se do konstrukce přenáší podvěšeným jezem. Účinky vodorovného zatížení byly modelovány na zvláštním modelu a jeho účinky byly plně započteny v celkovém vyhodnocení.

Stálé zatížení:

- vlastní tíha konstrukce mostovky (mostnice Zorés, vozovkové souvrství, podélníky, příčníky, chodníky) je převzata z výpočtu mostovky
- vlastní tíha ocelové příhradové konstrukce byla automaticky generována výpočetním modelem (jsou zde zadány skutečné délky a plochy průřezů), zatížení je zvýšeno tzv. konstrukčním součinitelem, který zohledňuje hmotnosti styčnickových plechů, nýtů, distančních plechů apod., velikost konstrukčního součinitele byla určena na základě zkušeností s podobnými železničními mosty z této doby $k = 1,3$ a do výpočetního modelu je zadána zvýšením objemové tíhy oceli o 30%
- tíha ostatního stálého zatížení (dolní a horní ztužení, horní příčníky, zábradlí) je rozpočítána jako styčnickové zatížení a byla vložena do příslušných uzlů
- tíha zavěšeného systému provizorního hrazení (Záhorského jez) při spuštění konstrukce do koryta Vltavy a maximální výšce zahrazené hladiny toku Vltavy

Přehled nahodilého zatížení – dle ČSN 73 6222:

- normální (V_n) – model LM1 čl. 7.1 – na konstrukci bude umístěn jeden zatěžovací pruh
- výhradní (V_r) – čtyřnápravové vozidlo 80 t dle čl. 7.2
- výjimečné (V_e) – zvláštní souprava o hmotnosti 196 t dle čl. 7.3
- plošné zatížení velikosti 5 kN/m^2

Zatížení tvořené kolovými tlaky předepsaných zatěžovacích souprav (V_n , V_r , V_e) bylo na konstrukci umístěno tak, aby vyvozovalo maximální účinky na rozhodující průřezy nosné konstrukce. Zatížení bylo na konstrukci modelováno pojezdy vozidel.

Dynamický součinitel pro účinky vozidel je uvažován dle normy ČSN 73 6222.

$$\delta_{V_n} = 1,33$$

$$\delta_{V_r} = 1,33$$

$$\delta_{V_e} = 1,05$$

3.4.8. VÝSLEDNÉ VNITŘNÍ SÍLY

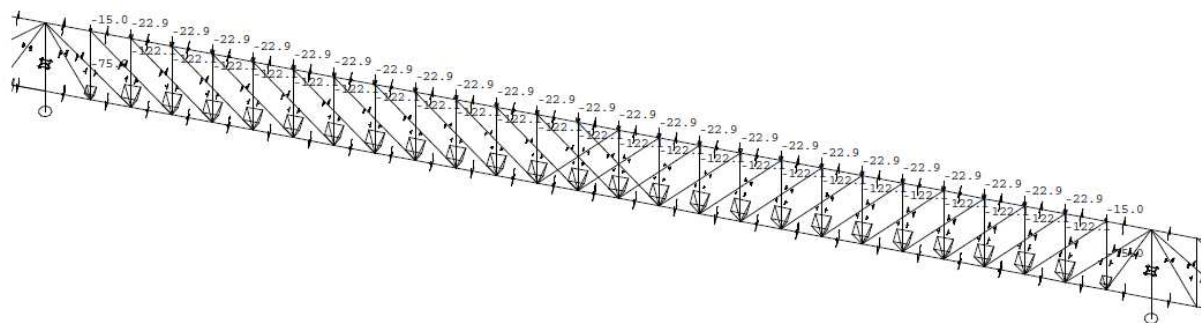
Soubor výsledných vnitřních je velmi rozsáhlý a jeho kompletní výpis je uložen u zpracovatele výpočtu. Pro posouzení únosnosti a zatížitelnosti byly vybrány prvky s největším napětím od zatížení – nejvíce namáhané prvky.

Spodní pás – SPIII, SPV, SP3, SP4, SP7, SP8, SP9 a SP13

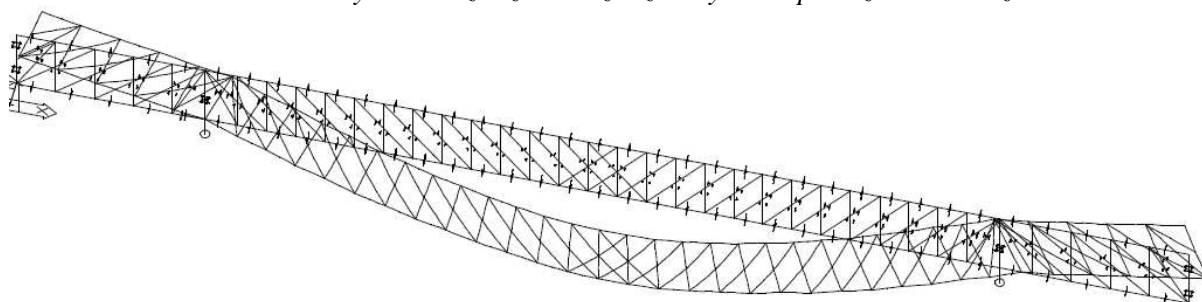
Horní pás – HV, H1, H3, H4, H5, H6 a H14

Diagonály – DI, DIV, DV, D0A, D0, D1, D2, D3, D4, D5 a D8

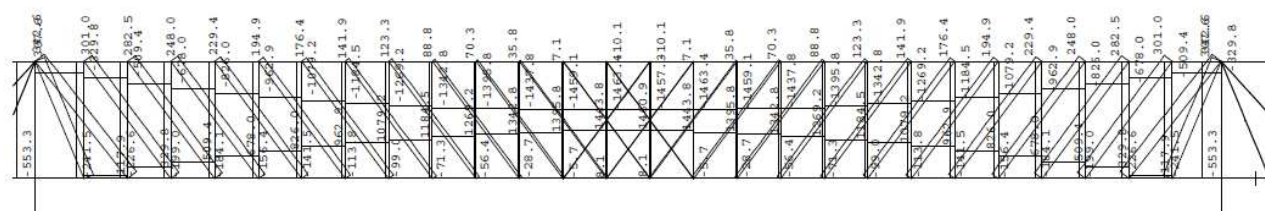
Svislice – SI, SII, S0, S2, S3 a S4



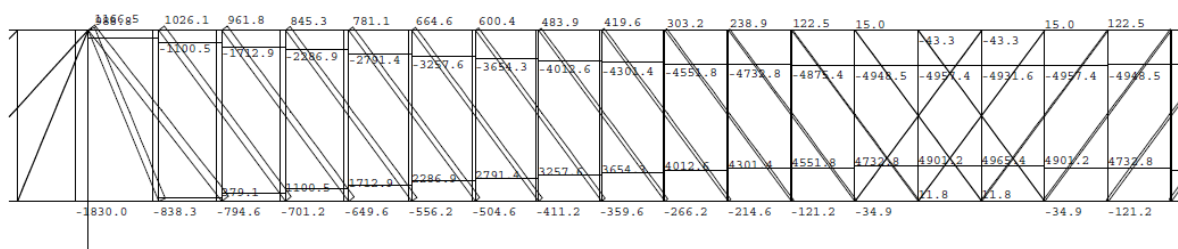
Obr. 3.29 - styčnickové zatížení od zatížení systému provizorního hrazení



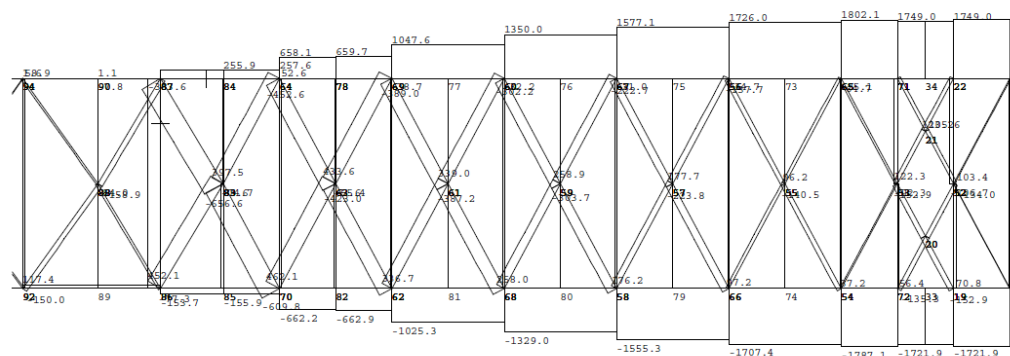
Obr. 3.30 - průběh deformací na konstrukci od zatížení systémem provizorního hrazení



Obr. 3.31 - průběh normálové síly na hlavním nosníku od plošného zatížení 5 kN/m^2 .



Obr. 3.32 - průběh normálové síly na hlavním nosníku od zatížení jezu – výřez na části konstrukce



Obr. 3.33 - průběh normálové síly na dolním ztužení od vodorovného zatížení tlakem vody a větru při spuštění jezu

3.4.9. VÝPOČET ÚNOSNOSTI PRŮŘEZŮ

Na nosné konstrukci v poli 1 dva typy prvků – prvky namáhané a prvky namáhané tlakem v kombinaci se vzpěrem. Výpočet únosnosti jednotlivých prvků byl proveden v programu excel. V rámci statického posouzení bude předveden typický postup pro posouzení taženého a tlačného prvku. Výsledné hodnoty únosnosti všech posuzovaných prvků budou shrnuty v tabulce.

U tažených prvků je ve výpočtu zohledněna plocha průřezu oslabená otvory pro stykování pomocí nýtů. V závislosti na typu prvku se oslabení pohybovalo od 5 do 20% průřezové plochy.

Vzorový výpočet únosnosti prvků namáhaných tahem a tlakem v kombinaci se vzpěrem je uveden v kapitole 3.2.9.

Únosnost prutů bez jejich korozního oslabení.

3.4.10. VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI MOSTU – POVODNÍ PŘÍHRADOVINA

Výpočet zatížitelnosti bude proveden v mezním stavu únosnosti. Výpočet zatížitelnosti bude určena dle kombinace 6.10 dle [13]. Na straně bezpečnosti budou uvažovány plné účinky zatížení větrem spolu s plnými účinky od hlavního proměnného zatížení.

$$E_d = M_{Rd} = M_{Ed}$$

$$E_{da} = \gamma_{G,sup} \cdot G_K + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot Q_{k2}$$

Výsledné hodnoty zatížitelnosti jsou uvedeny v tabulce.

Výpočet zatížitelnosti - přehled

| prut | neoslabený průřez | | | | oslabený průřez | | | |
|-------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|
| | V _n [t] | V _r [t] | V _e [t] | max. plošně [kN/m ²] | V _n [t] | V _r [t] | V _e [t] | max. plošně [kN/m ²] |
| SPIII | 113 | 212 | - | 52,2 | 75 | 139 | - | 34,4 |
| SPV | 108 | 240 | - | 44,2 | 72 | 158 | - | 29,3 |
| SP6 | 27 | 130 | 118 | 8,0 | 17 | 81 | 77 | 5,2 |
| SP7 | 25 | 122 | 107 | 7,5 | 16 | 72 | 67 | 4,7 |
| SP8 | 24 | 114 | 96 | 7,1 | 14 | 62 | 57 | 4,2 |
| SP9 | 26 | 125 | 99 | 7,7 | 16 | 72 | 61 | 4,7 |
| SP13 | 31 | 157 | 109 | 9,1 | 20 | 98 | 72 | 6,0 |
| SP14 | 29 | 147 | 101 | 8,4 | 18 | 88 | 64 | 5,3 |
| HV | 101 | 190 | - | 46,8 | 86 | 159 | - | 39,5 |
| H4 | 67 | 339 | 289 | 20,0 | 57 | 290 | 249 | 17,3 |
| H5 | 45 | 230 | 192 | 13,5 | 37 | 184 | 156 | 10,9 |
| H6 | 25 | 120 | 100 | 7,4 | 15 | 68 | 61 | 4,5 |
| H14 | 54 | 291 | 189 | 15,7 | 42 | 225 | 148 | 12,3 |
| D-I | 141 | 234 | - | 73,0 | 116 | 193 | - | 60,5 |
| D-IV | 91 | 220 | - | 41,5 | 76 | 184 | - | 34,7 |
| D-V | 40 | 116 | - | 16,8 | 31 | 88 | - | 12,9 |
| D-V0 | 71 | 246 | - | 29,1 | 126 | 442 | - | 51,8 |
| D0A | 60 | 363 | 341 | 20,2 | 47 | 282 | 268 | 15,9 |
| D0 | 55 | 325 | 327 | 19,0 | 43 | 250 | 255 | 14,8 |
| D1 | 67 | 380 | 334 | 23,3 | 53 | 302 | 268 | 18,7 |
| D2 | 62 | 343 | 316 | 21,7 | 49 | 270 | 251 | 17,3 |
| D3 | 67 | 354 | 285 | 24,1 | 54 | 283 | 230 | 19,4 |
| D4 | 65 | 336 | 281 | 23,8 | 52 | 268 | 226 | 19,1 |
| D5 | 66 | 321 | 234 | 25,1 | 53 | 258 | 189 | 20,3 |
| D8 | 57 | 226 | 221 | 24,5 | 46 | 181 | 178 | 19,8 |
| S-I | 202 | 203 | - | 161,5 | 103 | 103 | - | 82,0 |
| S-II | 119 | 205 | - | 83,6 | 59 | 101 | - | 41,6 |
| S0 | 257 | 1111 | 1353 | 79,3 | 147 | 630 | 773 | 45,3 |
| S2 | 87 | 488 | 445 | 30,6 | 40 | 221 | 207 | 14,3 |
| S4 | 81 | 425 | 353 | 30,0 | 37 | 189 | 162 | 13,7 |
| S10 | 162 | 297 | 442 | 49,6 | 87 | 158 | 237 | 26,7 |

3.4.11. ÚNOSNOST NOSNÉ KONSTRUKCE POLE 3

Únosnost povodní příhradové konstrukce v poli 3 byla stanovena ve smyslu ČSN 73 6222 čl. 5.1.2 metodou V - podrobným statickým výpočtem. Výpočet byl proveden pro konstrukci oslabenou a neoslabenou korozí. Ve výpočtu se předpokládá, že rozhodujícím prvkem ovlivňující únosnost konstrukce v poli 3 je více namáhaný povodní příhradový nosník.

Únosnost nosné konstrukce pro zatížení dopravou v kombinaci s plným zatížením od spuštěného jezu

| | V _n [t] | V _r [t] | V _e [t] | Max.nápravový tlak [t] |
|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------|
| oslabená konstrukce | 14 | 62 | 57 | 10,5 |
| neoslabená konstrukce | 24 | 114 | 96 | 18,0 |

Pozn. V_n – zatížitelnost normální (libovolné množství vozidel na mostě)

V_r – zatížitelnost výhradní (jedno vozidlo na mostě + zatížení chodníků)

V_e – výjimečné zatížení (zvláštní zatěžovací souprava za vyloučení veškerého provozu)

Zatížení od dopravy v poli 3 bylo zkombinováno s maximálními účinky spuštěné konstrukce systému provizorního hrazení.

Nosná konstrukce je v poli 3 při spuštění Záhorského jezu a při maximálním vzdušném tlaku hladiny Vltavy namáhána výraznou vodorovnou silou. Ta se skládá ze složek zatížením větrem a zejména pak vodním tlakem. Z toho důvodu je nosná konstrukce na spodním lici ztužena masivním zavětrováním (ztužením), které přenáší tyto velké síly.

Při mimořádné mostní prohlídce a při Ověření korozního oslabení průřezů [3] bylo zjištěno silné korozní oslabení prvků dolního ztužení dosahující až 60% průřezové plochy.

Ze statického výpočtu dolního ztužení vyplývá, že od maximálních vodorovných sil je v jednotlivých prutech dosaženo napětí na úrovni do 110 MPa. To odpovídá přibližně využití prvků do 60% jejich únosnosti. To ale platí pouze pro korozi neoslabenou konstrukci. Pokud by jsme zohlednili korozní oslabení některých průřezů až 60%, tak napětí od **maximální vodorovné síly převyšují přípustná napětí v prvcích dolního ztužení na mezi únosnosti.**

Lze konstatovat, že při spuštění Záhorského jezu jsou tak lokálně některé pruty spodního zavětrování napětově přemáhány. Z hlediska norem tento stav nelze připustit. Konstrukci Záhorského jezu tak nelze při stávajícím stavebním stavu dolního ztužení využít na maximální návrhovou hladinu zahrazení řeky Vltavy. **Pro bezpečné zajištění požadované funkce Záhorského jezu (jako hradičského systému) je nutné nejdříve opravit (vyměnit) korozi poškozené prvky dolního ztužení.**

Únosnost hlavních podélných spodních a horních nosníků příhradové konstrukce je dostatečná i přes jejich korozní oslabení.



Obr. 3.34 - koroze silně oslabený prvek spodního zavětrování

3.5. ČÁST 5 – POSOUZENÍ POLE 5 – NOSNÍK 16 M

3.5.1. POPIS POLE 5

Nosnou konstrukci v poli 5 tvoří prostý nosník o rozpětí 16 m, levý konec pole je podepřen na kamenném pilíři P5, pravý konec na masivní kamenné opěře OP6.

Nosná konstrukce je řešena jako příhradový otevřený nosník. Hlavní svislé nosníky jsou příhradové soustavy. Příhradové soustavy jsou tvořeny hlavním spodním a horním nosníkem, svislicemi, diagonálami, spodním příčným a spodním a zavětrováním (ztužením) Pole 5 je tvořeno celkem 8 příhrad po 2 m. Výška příhradové soustavy je osově 2 m a šířka 8,4 m.

Jednotlivé prvky nosné konstrukce jsou tvořeny složenými průřezy z ocelových plechů a úhelníků, které jsou k sobě snýtovány. Technické řešení odpovídá době, kdy byly jednotlivé průřezy navrženy pokud možno co nejoptimálněji z hlediska využití výztuže a jsou v zásadě v každé příhradě odlišné.

Na pilíři P5 jsou ložiska posuvná, na opěře OP6 jsou ložiska pevná. Spodní stavba je masivní, na líci vyzděná z pravidelného kvádrového zdiva.

Příčné uspořádání na mostě je tvořeno vozovkou šířky 5,0 m, návodním (pravostranným) chodníkem šířky 1,5 a povodním (levostranným) chodníkem šířky 1,0 m.

Nosná konstrukce v poli 5 je zatížena vlastní tíhou, ostatním stálým zatížením, proměnným zatížením od dopravy a větru.

Stav nosné konstrukce v poli 5 lze ohodnotit jako špatný až velmi špatný. Na ocelových prvcích pod úrovní mostovky byla zjištěna silná koroze zejména v místech styčníků napojení příčníků, hlavního spodního nosníku a ztužení [1]. Ve výpočtu bude zadáno průměrné oslabení průřezové plochy podle údajů z ověření korozního oslabení průřezů [2].

3.5.2. FOTODOKUMENTACE



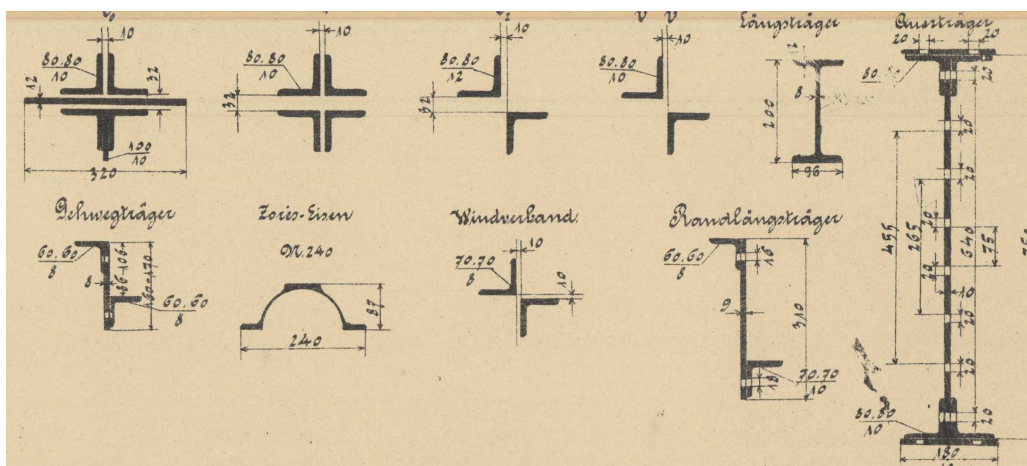
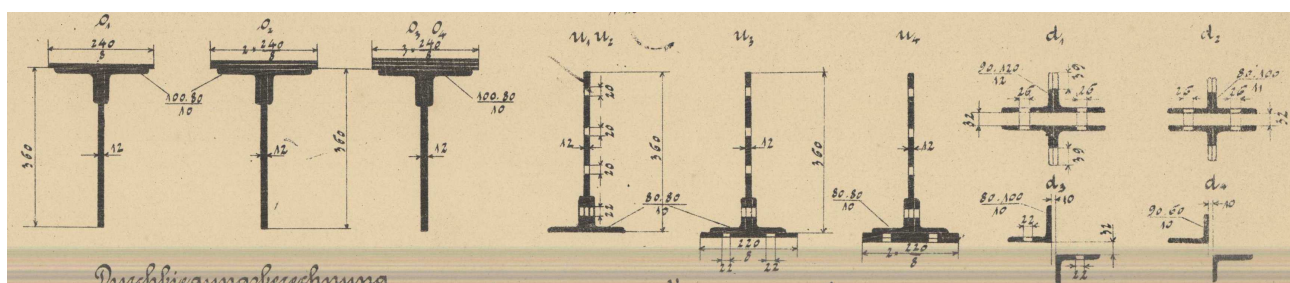
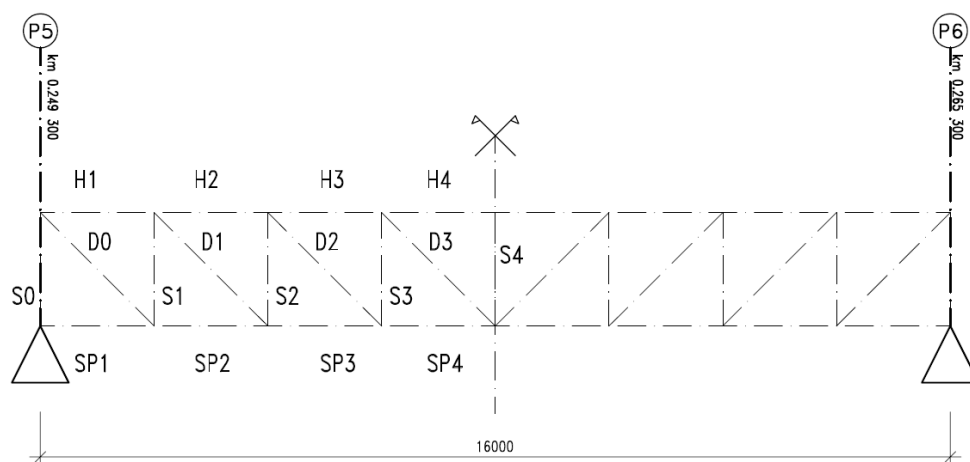
Obr. 3.35 – Pohled na nosnou konstrukci pole 5 – rozpětí 16 m

3.5.3. MATERIÁL NOSNÉ KONSTRUKCE

Viz. kapitola 3.1.3.

3.5.4. SCHEMA KONSTRUKCE + ZNAČENÍ PRUTŮ, PRŮŘEZY

SCHEMA PRUTŮ – POLE 3 – 14,5+61+14,5m



3.5.5. VSTUPNÍ ÚDAJE A PŘEDPOKLADY

Výpočet zatížitelnosti byl proveden dle teorie mezních stavů podle normy ČSN 736222. Stanovení zatížitelnosti bylo provedeno pro rozhodující průřezy v souvislosti s polohou maximálních účinků proměnného zatížení. Zatížení bylo ve výpočtu násobeno příslušnými součiniteli zatížení. Zatížení bylo následně posouzeno na kombinace zatížení – **6.10**.

Vzhledem k rozdílným průřezovým charakteristikám jednotlivých prvků nelze dopředu určit, který prvkem bude rozhodující. V prvním kroku výpočtu byly určeny pruty, u nichž bylo dosaženo největšího napětí od kombinace zatížení, a tyto vybrané pruty byly následně posouzeny.

Výpočet byl proveden pro dvě varianty – oslabenou a neoslabenou konstrukci. Ve výpočtu je stav konstrukce zohledněn úbytkem průřezové plochy jednotlivých prvků. U spodního hlavního nosníku a svislic je úbytek odhadnut o 20% plochy, u horního hlavního nosníku a diagonál o 10% plochy.

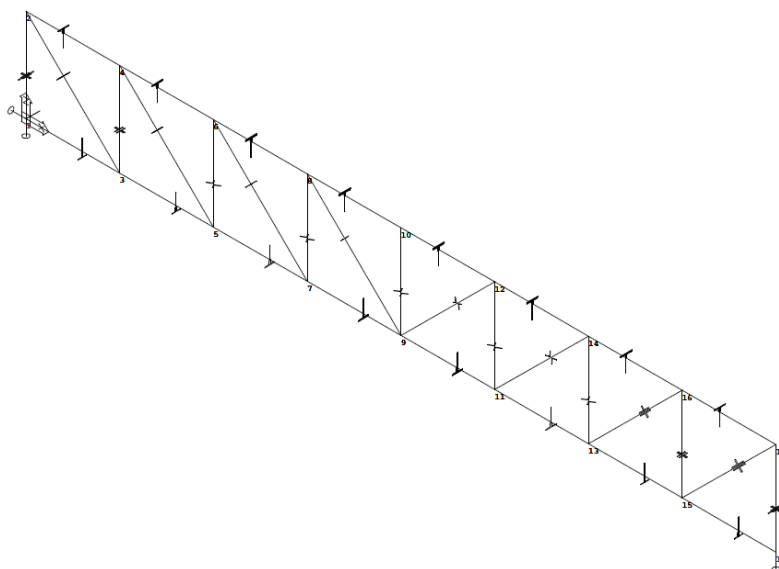
3.5.6. VÝPOČETNÍ MODEL

Výpočetní model byl proveden v programu NEXIS 32.100 a je tvořen rovinným modelem XZ návodního nosníku. Výpočet byl proveden metodou konečných prvků. Návodní nosník je sestaven z reálných prutů na konstrukci převzatých z kapitoly 3.5.4 do výpočetního programu. Výpočet průřezových charakteristik jednotlivých prutů byl rovněž proveden v programu NEXIS.

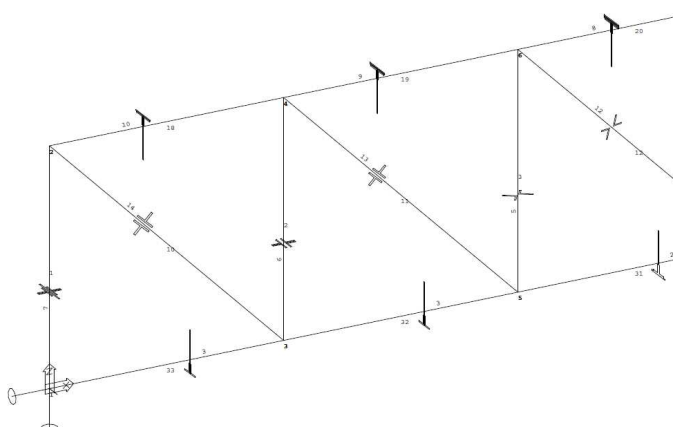
Nosná konstrukce je zatížena styčnickovým zatížením vypočteným z kapitoly 3.1 – Část 1 – Posouzení mostovky. U proměnného zatížení je uvažována jeho poloha tak, aby co nejvíce zatěžovala posuzovaný nosník. Proměnné zatížení je zadáváno pojezdy po příhradové konstrukci.

Tuhost jednotlivých spojů je výpočtu zanedbána, konstrukce je modelována jako klasická příhradová konstrukce.

Za účelem zjištění přírůstku osových sil od působení vodorovného zatížení (větre) byl sestaven zvláštní model spodního a horního ztužení. Z tohoto modelu získané vnitřní síly byly zkombinovány se silami získanými na modelu návodního nosníku.



Obr. 3.36 – schéma výpočetního modelu



Obr. 3.37 – detail výpočetního modelu

Program : IDA Nexis32 release 3.100.230

VD Miřejovice - pole 5

Popis :

Autor : Ing. Vladimír Junek

Základní data

Typ konstrukce : Rám XZ

| | |
|------------------|----|
| Počet uzlů : | 18 |
| Počet prutů : | 33 |
| Počet maker 1D: | 33 |
| Počet linií : | 0 |
| Počet 2D maker : | 0 |
| Počet průřezů : | 14 |
| Počet stavů : | 14 |
| Počet materiálů: | 1 |

Materiál

| Jméno | | |
|-------------------|-----------------------------|--|
| S 235 | | |
| Pevnost v tahu | 190.000 MPa | |
| Mez kluzu | 190.000 MPa | |
| Modul E | 210000.00 MPa | |
| Poissonův souč. | 0.30 | |
| Objemová hmotnost | 10205.000 kg/m ³ | |
| Roztažnost | 0.012 mm/m.K | |

Uzly

| uzel | X m | Z m |
|------|--------|--------|
| 1 | -0.000 | 0.000 |
| 2 | -0.000 | 2.000 |
| 3 | 2.000 | 0.000 |
| 4 | 2.000 | 2.000 |
| 5 | 4.000 | 0.000 |
| 6 | 4.000 | 2.000 |

| uzel | X m | Z m |
|------|--------|--------|
| 7 | 6.000 | 0.000 |
| 8 | 6.000 | 2.000 |
| 9 | 8.000 | 0.000 |
| 10 | 8.000 | 2.000 |
| 11 | 10.000 | 0.000 |
| 12 | 10.000 | 2.000 |

| uzel | X m | Z m |
|------|--------|--------|
| 13 | 12.000 | 0.000 |
| 14 | 12.000 | 2.000 |
| 15 | 14.000 | 0.000 |
| 16 | 14.000 | 2.000 |
| 17 | 16.000 | 0.000 |
| 18 | 16.000 | 2.000 |

Pruty

| makro | prut | uzel 1 | uzel 2 | délka m | Rx deg | průřez | jakost |
|-------|------|--------|--------|------------|-----------|-----------------|--------|
| 1 | 1 | 1 | 2 | 2.000 | 0.00 | 7 - S0 (Obecný) | S 235 |
| 2 | 2 | 3 | 4 | 2.000 | 0.00 | 6 - S1 (Obecný) | S 235 |

Program : IDA Nexis32 release 3.100.230

VD Miřejovice - pole 5

Popis :

Autor : Ing. Vladimír Junek

| makro | prut | uzel 1 | uzel 2 | délka m | Rx deg | průřez | jakost |
|-------|------|--------|--------|------------|-----------|--------------------|--------|
| 3 | 3 | 5 | 6 | 2.000 | 0.00 | 5 - S2 (Obecný) | S 235 |
| 4 | 4 | 7 | 8 | 2.000 | 0.00 | 4 - S3-4 (Obecný) | S 235 |
| 5 | 5 | 9 | 10 | 2.000 | 0.00 | 4 - S3-4 (Obecný) | S 235 |
| 6 | 6 | 11 | 12 | 2.000 | 0.00 | 4 - S3-4 (Obecný) | S 235 |
| 7 | 7 | 13 | 14 | 2.000 | 0.00 | 5 - S2 (Obecný) | S 235 |
| 8 | 8 | 15 | 16 | 2.000 | 0.00 | 6 - S1 (Obecný) | S 235 |
| 9 | 9 | 17 | 18 | 2.000 | 0.00 | 7 - S0 (Obecný) | S 235 |
| 10 | 10 | 2 | 3 | 2.828 | 0.00 | 14 - D0 (Obecný) | S 235 |
| 11 | 11 | 4 | 5 | 2.828 | 0.00 | 13 - D1 (Obecný) | S 235 |
| 12 | 12 | 6 | 7 | 2.828 | 0.00 | 12 - D2 (Obecný) | S 235 |
| 13 | 13 | 8 | 9 | 2.828 | 0.00 | 11 - D3 (Obecný) | S 235 |
| 14 | 14 | 18 | 15 | 2.828 | 0.00 | 14 - D0 (Obecný) | S 235 |
| 15 | 15 | 16 | 13 | 2.828 | 0.00 | 13 - D1 (Obecný) | S 235 |
| 16 | 16 | 14 | 11 | 2.828 | 0.00 | 12 - D2 (Obecný) | S 235 |
| 17 | 17 | 12 | 9 | 2.828 | 0.00 | 11 - D3 (Obecný) | S 235 |
| 18 | 18 | 2 | 4 | 2.000 | 0.00 | 10 - H1 (Obecný) | S 235 |
| 19 | 19 | 4 | 6 | 2.000 | 0.00 | 9 - H2 (Obecný) | S 235 |
| 20 | 20 | 6 | 8 | 2.000 | 0.00 | 8 - H3-4 (Obecný) | S 235 |
| 21 | 21 | 8 | 10 | 2.000 | 0.00 | 8 - H3-4 (Obecný) | S 235 |
| 22 | 22 | 10 | 12 | 2.000 | 0.00 | 8 - H3-4 (Obecný) | S 235 |
| 23 | 23 | 12 | 14 | 2.000 | 0.00 | 8 - H3-4 (Obecný) | S 235 |
| 24 | 24 | 14 | 16 | 2.000 | 0.00 | 9 - H2 (Obecný) | S 235 |
| 25 | 25 | 16 | 18 | 2.000 | 0.00 | 10 - H1 (Obecný) | S 235 |
| 26 | 26 | 17 | 15 | 2.000 | 0.00 | 3 - SP1-2 (Obecný) | S 235 |
| 27 | 27 | 15 | 13 | 2.000 | 0.00 | 3 - SP1-2 (Obecný) | S 235 |
| 28 | 28 | 13 | 11 | 2.000 | 0.00 | 2 - SP3 (Obecný) | S 235 |
| 29 | 29 | 11 | 9 | 2.000 | 0.00 | 1 - SP4 (Obecný) | S 235 |
| 30 | 30 | 9 | 7 | 2.000 | 0.00 | 1 - SP4 (Obecný) | S 235 |
| 31 | 31 | 7 | 5 | 2.000 | 0.00 | 2 - SP3 (Obecný) | S 235 |
| 32 | 32 | 5 | 3 | 2.000 | 0.00 | 3 - SP1-2 (Obecný) | S 235 |
| 33 | 33 | 3 | 1 | 2.000 | 0.00 | 3 - SP1-2 (Obecný) | S 235 |

Klouby

| makro | typ | poz |
|-------|-----|-----|
| 1 | fiy | zač |
| 1 | fiy | kon |
| 2 | fiy | zač |
| 2 | fiy | kon |
| 3 | fiy | zač |

| makro | typ | poz |
|-------|-----|-----|
| 3 | fiy | kon |
| 4 | fiy | zač |
| 4 | fiy | kon |
| 5 | fiy | zač |
| 5 | fiy | kon |

| makro | typ | poz |
|-------|-----|-----|
| 6 | fiy | zač |
| 6 | fiy | kon |
| 7 | fiy | zač |
| 7 | fiy | kon |
| 8 | fiy | zač |

Program : IDA Nexis32 release 3.100.230

VD Miřejovice - pole 5

Popis :

Autor : Ing. Vladimír Junek

| makro | typ | poz |
|-------|-----|-----|
| 8 | fiy | kon |
| 9 | fiy | zač |
| 9 | fiy | kon |
| 10 | fiy | zač |
| 10 | fiy | kon |
| 11 | fiy | zač |
| 11 | fiy | kon |
| 12 | fiy | zač |
| 12 | fiy | kon |
| 13 | fiy | zač |
| 13 | fiy | kon |
| 14 | fiy | zač |
| 14 | fiy | kon |
| 15 | fiy | zač |
| 15 | fiy | kon |
| 16 | fiy | zač |
| 16 | fiy | kon |

| makro | typ | poz |
|-------|-----|-----|
| 17 | fiy | zač |
| 17 | fiy | kon |
| 18 | fiy | zač |
| 18 | fiy | kon |
| 19 | fiy | zač |
| 19 | fiy | kon |
| 20 | fiy | zač |
| 20 | fiy | kon |
| 21 | fiy | zač |
| 21 | fiy | kon |
| 22 | fiy | zač |
| 22 | fiy | kon |
| 23 | fiy | zač |
| 23 | fiy | kon |
| 24 | fiy | zač |
| 24 | fiy | kon |
| 25 | fiy | zač |

| makro | typ | poz |
|-------|-----|-----|
| 25 | fiy | kon |
| 26 | fiy | zač |
| 26 | fiy | kon |
| 27 | fiy | zač |
| 27 | fiy | kon |
| 28 | fiy | zač |
| 28 | fiy | kon |
| 29 | fiy | zač |
| 29 | fiy | kon |
| 30 | fiy | zač |
| 30 | fiy | kon |
| 31 | fiy | zač |
| 31 | fiy | kon |
| 32 | fiy | zač |
| 32 | fiy | kon |
| 33 | fiy | zač |
| 33 | fiy | kon |

Podpory

| podpora | uzel | typ | Velikost m |
|---------|------|-----|---------------|
| 1 | 1 | XZ | 0.20 |
| 2 | 17 | Z | 0.20 |

3.5.7. ZATÍŽENÍ

Nosná konstrukce mostu byla posuzována na účinky stálého zatížení, svislého pohyblivého zatížení V_n , V_r a V_e a rovnoměrným zatížením velikosti 5 kN/m^2 . Zatížení jsou navzájem zkombinována v zatěžovacích kombinacích.

Zvláštní kapitolu tvoří zatížení větrem, které bylo modelováno na zvláštním modelu a jeho účinky byly plně započteny v celkovém vyhodnocení. Na straně bezpečnosti tak nebyl použit kombinační součinitel redukující více působících zatížení (proměnné od dopravy a větru)

Stálé zatížení:

- vlastní tíha konstrukce mostovky (mostnice Zorés, vozovkové souvrství, podélníky, příčníky, chodníky) je převzata z výpočtu mostovky
- vlastní tíha ocelové příhradové konstrukce byla automaticky generována výpočetním modelem (jsou zde zadány skutečné délky a plochy průřezů), zatížení je zvýšeno tzv. konstrukčním součinitelem, který zohledňuje hmotnosti styčnickových plechů, nýtů, distančních plechů apod., velikost konstrukčního součinitele byla určena na základě zkušeností s podobnými železničními mosty z této doby $k = 1,3$ a do výpočetního modelu je zadána zvýšením objemové tíhy oceli o 30%
- tíha ostatního stálého zatížení (dolní ztužení, zábradlí) je rozpočítána jako styčnickové zatížení a byla vložena do příslušných uzlů

Přehled nahodilého zatížení – dle ČSN 73 6222:

- normální (V_n) – model LM1 čl. 7.1 – na konstrukci bude umístěn jeden zatěžovací pruh
- výhradní (V_r) – čtyřnápravové vozidlo 80 t dle čl. 7.2
- výjimečné (V_e) – zvláštní souprava o hmotnosti 196 t dle čl. 7.3
- plošné zatížení velikosti 5 kN/m^2

Zatížení tvořené kolovými tlaky předepsaných zatěžovacích souprav (V_n , V_r , V_e) bylo na konstrukci umístěno tak, aby vyvozovalo maximální účinky na rozhodující průřezy nosné konstrukce. Zatížení bylo na konstrukci modelováno pojezdy vozidel.

Dynamický součinitel pro účinky vozidel je uvažován dle normy ČSN 73 6222.

$$\delta_{V_n} = 1,25$$

$$\delta_{V_r} = 1,25$$

$$\delta_{V_e} = 1,05$$

3.5.8. VÝSLEDNÉ VNITŘNÍ SÍLY

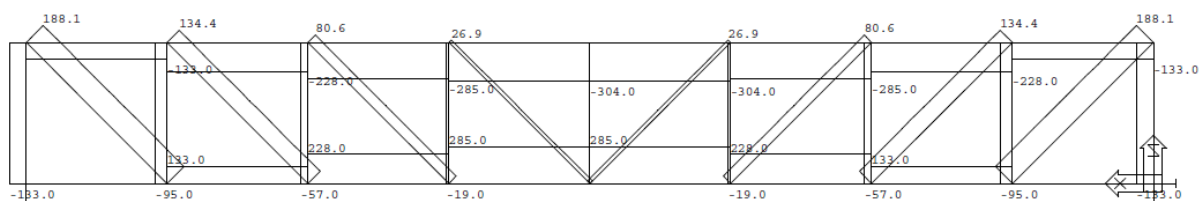
Soubor výsledných vnitřních je velmi rozsáhlý a jeho kompletní výpis je uložen u zpracovatele výpočtu. Pro posouzení únosnosti a zatížitelnosti byly vybrány prvky s největším napětím od zatížení – nejvíce namáhané prvky.

Spodní pás – SP3 a SP4

Horní pás – H2 a H4

Diagonály – D0, D1, D2 a D3

Svislice – S0, S1, S2 a S3

Obr. 3.38 - průběh normálové síly od plošného zatížení 5 kN/m^2 .

3.5.9. VÝPOČET ÚNOSNOSTI PRŮŘEZŮ

Na nosné konstrukci v poli 1 dva typy prvků – prvky namáhané tahem (spodní hlavní nosník, diagonály) a prvky namáhané tlakem v kombinaci se vzpěrem (horní hlavní nosník a svislice). Výpočet únosnosti jednotlivých prvků byl proveden v programu excel. V rámci statického posouzení byl předveden typický postup pro posouzení taženého a tlačného prvku. Výsledné hodnoty únosnosti všech posuzovaných prvků budou shrnuty v tabulce.

U tažených prvků je ve výpočtu zohledněna plocha průřezu oslabená otvory pro stykování pomocí nýtů. V závislosti na typu prvku se oslabení pohybovalo od 5 do 20% průřezové plochy.

Vzorový výpočet únosnosti prvků namáhaných tahem a tlakem v kombinaci se vzpěrem je uveden v kapitole 3.2.9.

U horního tlačného pásu se otázka pevnostní mění ve stabilitní. Horní pás přenesse takové zatížení, při kterém ještě vlivem vzpěru (tj. tuhosti příčných polorámů) nevybočí. Vzpěr nosníku bude posuzován z roviny nosníku

$$L_{vzp} = \beta \cdot L, \text{ kde } \beta \geq 1, 2 \leq \alpha \leq 3$$

Pružný odpor polorámu se vypočte:

$$C = \frac{E}{\frac{h_v^3}{3 I_v} + \frac{b h^2}{2 I_p}} = 18235 \text{ N/mm}$$

Potřebný odpor vnitřních polorámů

$$C_{\min} = \frac{3 N_{Sd, \max} \gamma_{M1}}{\beta_m^2 S_{\min}} = 540 \text{ N/mm} \leq 18235 \text{ N/mm}$$

Provedené polorámy jsou velmi tuhé, tzn. lze tlačný pás nosníku posoudit jako tlačný prut při vzpěrné délce rovné vzdálenosti polorámu.

$$C \geq C_{\lim} = \frac{4,5 N_{Sd, \max}}{S_{\min}} = 5476 \text{ N/mm}$$

3.5.10. VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI MOSTU

Výpočet zatížitelnosti bude proveden v mezním stavu únosnosti. Výpočet zatížitelnosti bude určena dle kombinace 6.10 dle [13]. Na straně bezpečnosti budou uvažovány plné účinky zatížení větrem spolu s plnými účinky od hlavního proměnného zatížení.

$$E_d = M_{Rd} = M_{Ed}$$

$$E_{da} = \gamma_{G,sup} \cdot G_K + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot Q_{k2}$$

Výsledné hodnoty zatížitelnosti jsou uvedeny v tabulce.

Výpočet zatížitelnosti - přehled

| prut | neoslabený průřez | | | | oslabený průřez | | | |
|------|-------------------|-----------|------------|-------------------------------------|-----------------|-----------|------------|-------------------------------------|
| | V_n [t] | V_r [t] | V_e [t] | max. plošně [kN/m ²] | V_n [t] | V_r [t] | V_e [t] | max. plošně [kN/m ²] |
| SP3 | 35 | 69 | 130 | 12,7 | 30 | 57 | 111 | 10,9 |
| SP4 | 33 | 64 | 121 | 11,9 | 28 | 53 | 103 | 10,1 |
| D0 | 49 | 99 | 180 | 17,6 | 42 | 84 | 156 | 15,3 |
| D1 | 82 | 161 | 330 | 32,3 | 75 | 147 | 301 | 29,5 |
| D2 | 34 | 55 | 165 | 16,2 | 29 | 47 | 143 | 14,0 |
| D3 | 50 | 335 | 452 | 44,4 | 45 | 295 | 401 | 39,4 |
| H2 | 55 | 115 | 203 | 20,0 | 48 | 98 | 177 | 17,4 |
| H4 | 47 | 101 | 174 | 17,1 | 41 | 86 | 151 | 14,8 |
| S0 | 79 | 141 | 292 | 28,7 | 70 | 123 | 257 | 25,2 |
| S1 | 60 | 117 | 244 | 24,0 | 53 | 101 | 214 | 21,0 |
| S2 | 60 | 104 | 291 | 28,6 | 45 | 77 | 221 | 21,7 |
| S3 | 92 | 625 | 826 | 81,1 | 72 | 487 | 648 | 63,6 |

3.5.11. ÚNOSNOST NOSNÉ KONSTRUKCE POLE 5

Únosnost nosné konstrukce v poli 1 byla stanovena ve smyslu ČSN 73 6222 čl. 5.1.2 metodou V - podrobným statickým výpočtem. Výpočet byl proveden pro konstrukci oslabenou a neoslabenou konstrukci korozí.

Únosnost nosné konstrukce pro zatížení dopravou

| | V_n [t] | V_r [t] | V_e [t] | Max.nápravový tlak [t] |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|---------------------------|
| oslabená konstrukce | 15 | 43 | 76 | 4,3 |
| neoslabená konstrukce | 24 | 65 | 130 | 7,3 |

Pozn. V_n – zatížitelnost normální (libovolné množství vozidel na mostě)

V_r – zatížitelnost výhradní (jedno vozidlo na mostě + zatížení chodníků)

V_e – výjimečné zatížení (zvláštní zatěžovací souprava za vyloučení veškerého provozu)

3.6. ČÁST 6 – NÝTOVÉ SPOJE, LOŽISKA, SPODNÍ STAVBA

3.6.1. NÝTOVÉ SPOJE

Pro výpočet nýtových spojů neměl zpracovatel výpočtu k dispozici konkrétní údaje (tj. u každého jednotlivého spoje oslabení nýtů). Toto zjišťování je velice pracné a zdlouhavé. Dle korozního průzkumu stav hlav nýtů odpovídá stavu příslušných prutů. V závisti na umístění styku je tak oslabení nýtového spoje hlavních nosníků do 20%, u dolního ztužení bylo zjištěno oslabení výraznější.

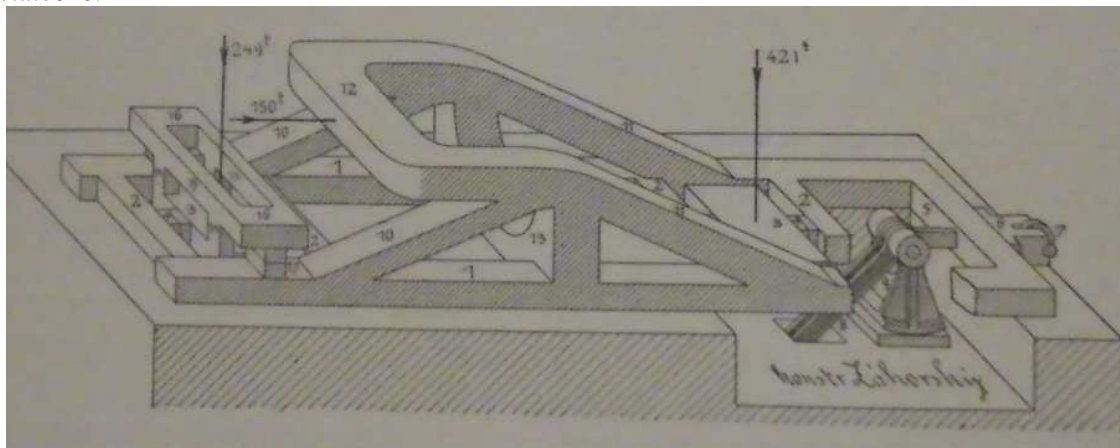
Nýtové spoje byly navrženy s největší pravděpodobností na únosnost původních profilů ocelové konstrukce. Lze tedy konstatovat, že o zatížitelnosti **mostu nerozhodují**.

3.6.2. LOŽISKA

Hodnoty reakcí, na které byla ložiska původně navržena, jsou přibližně stejná, jako hodnoty zjištěné při tomto statickém posouzení. Stav ložisek na nosné konstrukci je velmi různý. Stav ložisek na obou opěrách a pilířích 3 a 4 lze ohodnotit jako uspokojivý. Stav ložisek na pilířích P2 a P5 je velmi špatný, ložiska mají silný korozní úbytek průřezové plochy, který je odhadován na cca 20%. V rámci opravy mostu je tato ložiska nutná vyměnit.

Specifickou skupinu tvoří ložiska na pilířích P3 a P4. Kombinace zatížení od větru a spuštěného systému provizorního hrazení způsobuje jednak výrazné vodorovné reakce a jednom nadzvedává ložisko pod návodním trámem. Na pilířích P3 a P4 byl proto vystavěn velmi složitý mechanismus. Princip fungování mechanismu je podrobně popsán v [4]. Celý mechanismus je kotven proti vodorovnému posunu ocelovým táhlem zakotveným do spodní stavby.

V rámci statického výpočtu nebyl proveden výpočet tohoto mechanismu, z toho důvodu důvodů, že k němu není dostupná žádná archivní dokumentace. Kotevní mechanismus je mírně oslaben korozí, ale lze předpokládat, že jeho funkce není omezena. Vzhledem k úspěšnému fungování konstrukce jezu po dobu více než 100 let lze usuzovat, že konstrukce mechanismu byla navržena pro místní poměry dostatečně.



Obr. 3.39 – kotevní mechanismus nosné konstrukce do spodní stavby na pilířích P3 a P4.

3.6.3. SPODNÍ STAVBA

Spodní stavba je tvořena velmi masivními konstrukcemi. Na vnějším líci pilířů je spodní stavba vyzděna z pravidelného kvádrového zdiva. Na zkouškách odebraných vzorků vývrtů bylo zjištěno, že se průměrná krychlená pevnost zdiva pohybuje okolo 70 MPa. Vypočtená návrhová pevnost kamenného zdiva je 4,33 MPa.

Dle výsledků průzkumu mostu je spodní stavba v **dobrému stavu** a bez zjevných poruch. O zatížitelnosti a únosnosti celé konstrukce tedy největší pravděpodobností **nerozhoduje**.

V rámci výpočtu byla zjednodušeně posouzena hlava pilíře P2 a P3. Hlava pilíře P2 je zatížena reakcí pod ložiskem z pole 1, hlava pilíře P3 je zatížena reakcí z hlavního pole 3 a části zavěšeného pole 2.

$$R_{P2,max} = 3500 \text{ kN}$$

$$R_{P3,max} = 9530 \text{ kN}$$

Posouzení pilířů P2 a P3:

Uvažuji roznášecí šířku pod ložiskem na straně bezpečnosti 1 x 1 m u pilíře P2 a 2 x 2 m u pilíře P3. Roznášecí plocha odpovídá rozměrům spodní ložiskové desky a je mírně zvětšena o roznášecí šířku.

$$R_{p2,m\max} \leq A_{P2} \cdot f_{Zdiva} = 1 \cdot 1 \cdot 4330 = 4330 \text{ kN} - \text{vyhovuje}$$

$$R_{p3,m\max} \leq A_{P3} \cdot f_{Zdiva} = 2 \cdot 2 \cdot 4330 = 17320 \text{ kN} - \text{vyhovuje}$$

4. SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ STATICKÉHO POSOUZENÍ

V rámci statického posouzení silničního mostu spojeného s jezem přes řeku Vltavu u Mířejovic byl proveden výpočet únosnosti mostovky a všech čtyř rozdílných mostních polí – pole 1 rozpětí 62 m, pole 2 (4) o rozpětí 48 m, pole 3 o rozpětí 14,5+61+14,5 m a pole 5 o rozpětí 16m.

Statický výpočet byl proveden ve dvou variantách – pro oslabenou a neoslabenou konstrukci koroze. Výpočet si kladl za cíl určit únosnost nosné konstrukce pro pojezd nahodilého dopravního zatížení po mostě a rovněž způsobnost konstrukce (v poli 3) pro spuštění systému provizorního hrazení (Záhorského jezu). Spuštění konstrukce Záhorského jezu mimo jiné předpokládá i pojezd jeřábových mechanismů po kolejové dráze přes pole 1 a 2 do pole 3.

Zvláštní kapitola výpočtu byla vyhrazena nýtovým spojům, spodní stavbě a ložiskům na mostě.

A) Zatížitelnost nosné konstrukce pro pojezd nahodilého dopravního zatížení dle normy ČSN 73 6222

| Konstrukce | | V _n [t] | V _r [t] | V _e [t] | Max.nápravový tlak [t] |
|-----------------|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------|
| mostovka | oslabená kce | 7 | 20 | 100 | 5,7 |
| | neoslabená kce | 13 | 32 | 170 | 9,7 |
| pole 1 | oslabená kce | 20 | 69 | 99 | 15 |
| | neoslabená kce | 31 | 84 | 154 | 23,3 |
| pole 2 | oslabená kce | 16 | 58 | 76 | 12 |
| | neoslabená kce | 31 | 98 | 130 | 23,3 |
| pole 3 | oslabená kce | 14 | 62 | 57 | 10,5 |
| | neoslabená kce | 24 | 114 | 96 | 18,0 |
| pole 5 | oslabená kce | 29 | 47 | 103 | 21,8 |
| | neoslabená kce | 34 | 55 | 165 | 25,5 |

Pozn. V_n – zatížitelnost normální (libovolné množství vozidel na mostě)

V_r – zatížitelnost výhradní (jedno vozidlo na mostě + zatížení chodníků)

V_e – výjimečné zatížení (zvláštní zatěžovací souprava za vyloučení veškerého provozu)

Zatížení od dopravy v poli 3 bylo zkombinováno s maximálními účinky spuštění konstrukce systému provizorního hrazení.

Výpočet v poli 3 byl proveden na principu určení zbytkové únosnosti po odečtení účinků zatížení spuštěného Záhorského jezu. Hodnoty zatížitelnosti mohou být odčerpány rovněž zatížením jeřábů v polích 1 – 3. Návodní nosník může být zatížen dvojicí jeřábů o hmotnosti každého 2,7 t, povodní nosník v poli může být zatížen dvojicí jeřábů o hmotnosti každého 1,4 t. Je doporučeno při použití jeřábů na mostě vyloučit ostatní dopravní zatížení.

O únosnosti (zatížitelnosti) mostu rozhoduje nejslabší prvek. Nejslabším prvkem na mostě v Mířejovicích je původní mostovka tvořená mostnicemi Zorés, podélníky a příčníky. Nižší únosnost mostovky je dána tehdejšími nízkými návrhovými zatíženími, které tvořily povozy tažené koňmi a rovnoměrné zatížení davem lidí. Svoji roli hraje rovněž i oslabení prvků mostovky, které dále snižuje hodnoty zatížitelnosti.

Hlavní příhradové nosníky prokázaly, že mají i přes své korozní oslabení relativně velkou únosnost i pro dnešní normové zatížení proměnným zatížením.

Výsledná zatížitelnost Silničního mostu spojeného s jezem přes Vltavu u Mířejovic pro dopravní zatížení

| Zatížitelnost | Zatížitelnost mostu dle ČSN 73 6222 |
|------------------------------|-------------------------------------|
| $V_n = V - CZEN$ (normální) | 7 t |
| $V_r = V - CZEN$ (výhradní) | 20 t |
| $V_e = V - CZEN$ (výjimečné) | 57 t |
| max. nápr. tlak | 5,7 t |

B) Způsobilost konstrukce pro spuštění systému provizorního hrzení

Pro objednatele posudku (Povodí Vltavy státní podnik) je zásadní informace, zda je bezpečně možné využít stávající Záhorského jez jako systému hrzení toku Vltavy pod středním polem 3.

Statickým výpočtem bylo prokázáno, že únosnost hlavních nosníků příhradové konstrukce je i přes své korozní oslabení dostatečná pro bezpečné spuštění Záhorského jezu. Nosná konstrukce v poli 3 je ale při spuštění Záhorského jezu a při maximálním vzdušném hladině Vltavy namáhána výraznou vodorovnou silou. Ta se skládá ze složek zatížením větrem a zejména pak vodním tlakem. Z toho důvodu je nosná konstrukce na spodním lici ztužena masivním zavětrováním (ztužením), které přenáší tyto velké síly.

Při mimořádné mostní prohlídce a při Ověření korozního oslabení průřezů [3] bylo zjištěno silné korozní oslabení prvků dolního ztužení dosahující až 60% průřezové plochy.

Ze statického výpočtu dolního ztužení vyplývá, že od maximálních vodorovných sil je v jednotlivých prutech dosaženo napětí na úrovni do 110 MPa. To odpovídá přibližně využití prvků do 60% jejich únosnosti. To ale platí pouze pro korozi neoslabenou konstrukci. Pokud bychom zohlednili korozní oslabení některých průřezů až 60%, tak napětí od **maximální vodorovné síly převyšují přípustná napětí v prvcích dolního ztužení na mezi únosnosti (v souladu s normami nelze využít vodorovnou tuhost mostovky, která se ale na skutečné konstrukci podílí na přenosu vodorovných namáhání).**

Lze konstatovat, že při spuštění Záhorského jezu jsou tak lokálně některé pruty spodního zavětrování napětově přemáhány. Z hlediska norem tento stav nelze připustit. Konstrukci Záhorského jezu tak nelze při stávajícím stavebním stavu dolního ztužení využít na maximální návrhovou hladinu zahřezání řeky Vltavy z důvodu nadměrného namáhání spodního ztužení. **Pro bezpečné zajištění požadované funkce Záhorského jezu (jako hradícího systému) je nutné nejdříve opravit (vyměnit) korozi poškozené prvky dolního ztužení.**

Dalším problémem představuje kolejová dráha vedená v betonovém chodníku u návodního nosníku. Konstrukce mostovky chodníku vynášející kolejovou dráhu je na několika místech v **havarijním stavu!** Železobetonová deska je na několika místech zcela rozpadlá a je nahrazena provizorními

ocelovými plechy (pole 1,2). Železobetonový nosný trám je v jednom místě v poli 2 zcela přerušen, visí pod most. Rovněž ocelový nosník I140 (podporující kolejovou dráhu jeřábu) je na jednom místě nad opěrou OP1 zcela přerušen.

Pojezd jeřábu po mostě tak není možný v poli 1 a 2 vzhledem k vážným závadám v nosné konstrukci chodníkové části mostovky!

Závěr:

Statickým výpočtem bylo prokázáno, že únosnost mostní konstrukce silničního mostu spojeného s jezem je dostatečná pro pojezd vozidel do hmotností $V_n = 7 \text{ t}$, $V_r = 20 \text{ t}$, $V_e = 57 \text{ t}$. Dále bylo prokázáno, že únosnost hlavních příhradových nosníků je dostatečná pro spuštění konstrukce Záhorského jezu a zahrazení toku Vltavy.

Spuštění konstrukce Záhorského jezu a jeho využití na projektované vzdutí Vltavy není bezpečně možné z důvodu koroze silně poškozeného dolního ztužení, které by v případě spouštění Záhorského jezu bylo přemáháno (příznivý vliv vodorovné tuhosti mostovky nebyl ve výpočtu v souladu s normami uvažován). Rovněž není z důvodu havarijního stavu chodníkové části mostovky v poli 1 a 2 možný pojezd jeřábů obsluhující Záhorského jez v poli 3.

Po odstranění výše uvedených závad bude konstrukce mostu způsobila pro spuštění systému provizorního hrazení -. Záhorského jezu.

Únor 2013

Vypracoval: Ing. Vladimír Junek

OSVĚDČENÍ O AUTORIZACI

číslo 20423

vydané

Českou komorou autorizovaných inženýrů a techniků
činných ve výstavbě
podle zákona ČNR č. 360/1992 Sb.

Ing. Tomáš Míčka

jméno a příjmení

660503/0432

rodné číslo

je

autorizovaným inženýrem

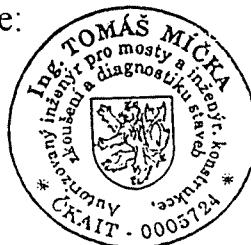
v oboru

**mosty a inženýrské konstrukce
zkoušení a diagnostika staveb**

V seznamu autorizovaných osob vedeném ČKAIT je veden pod číslem

0005724

a je oprávněn používat autorizační razítko, jehož kontrolní otisk
je uveden zde:



Autorizace je udělena ke dni 6.1.1998



Ing. Václav Mach
předseda ČKAIT