Ing. FRANTIŠEK KOŠÁN
Autorizovaný inženýr pro mosty a inženýrské stavby
ČKAIT - 0101621

Číslo zakázky: 11 711 00		HIP:	
Schválil:	Ing. Václav HVÍZDAL	Zodp. projektant:	Ing. František KOŠÁN
		386353136, 602 496 210 kosan@pontex.cz	
Tech. kontrola:	Ing. Petr Drbohlav	Vypracoval:	Ing. František KOŠÁN
		386353136, 602 496 210 kosan@pontex.cz	

PONTEX S.R.O.®
Praha 4, Bezová 1658, 147 14
tel: +420 244062215 fax: +420 244461038
stř. Č. Budějovice, Žižkova 12, 370 01

Objednatel: Statutární město České Budějovice	Obec: České Budějovice	Kraj:	Jihočeský
Akce: LÁVKA EV. Č. CB-003 U ZIMNÍHO STADIONU V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH		Datum: 8/2011	Stupeň: TP
Příloha: STATICKÝ VÝPOČET ZATÍŽITELNOSTI		Souprava: 2	Č. přílohy: -

Lávka ev. č. CB-003 U zimního stadionu v Českých Budějovicích

Statický výpočet zatížitelnosti.

Lávka převádí stezku pro pěší přes řeku Vltavu. Je přímá a kolmá. Má 3 spojitá pole o rozpětí 12,56 + 43,96 + 12,56 m.

Lávka je založená na vrtaných žlb. pilotách. Spodní stavba mostu, krajní opěry a střední pilíře, je železobetonová.

Nosná konstrukce je ocelová, příhradová s dolní mostovkou. Horní pas je z ocelových trubek vnějšího průřezu 127 mm, tl. trubek je proměnná, viz str. 3. Zřejmě dodatečně byl zesílený přivařeným úhelníkem L 70x70x8 a v místech velkého namáhání, tj. nad středními pilíři a v polovině středního pole, 2 plechy P 50x16 mm. Dolní pas je z ocelových trubek vnějšího průřezu 127 mm. tl. trubek je proměnná, viz str. 3, pruty vedle ložisek nad pilíři jsou zesíleny ocel. válc. profilem U-140. Diagonály jsou provedeny z ocelových trubek průměr 90/8. Svislice jsou tvořeny ocelovými válcovanými profily U-120, 1 nebo 2 ks. Zavětrování je umístěno při dolním pasu, je tvořeno ocelovými trubkami průměr 60/3,5 mm. Příčníky jsou z ocel. válc. profilů I-160. Mostovka je tvořena ocelovými profilovanými plechy VSŽ a výplňovým betonem. Povrch chodníků je z litého asfaltu.

Nosná konstrukce je uložena na pevná ocelová ložiska a na posuvná pryžová ložiska.

V roce 1982 byla na lávku dodatečně osazeno parovodní a kondenzační potrubí Teplárny České Budějovice a. s., které podstatně přitížilo nosnou konstrukci lávky.

Projekt mostu se nedochoval, ocelová nosná konstrukce lávky byla oměřena. Tloušťka jednotlivých trubek byla změřena ultrazvukem, viz str. 3. Bylo zjištěno oslabení nosné konstrukce :

- příčníky I-160 : lokálně 15 %
- lokální zesílení dolního pasu U-140 : 20 %

Statický výpočet zatížitelnosti byl provedený programy DEFOR a PC-4. Dynamický součinitel byl, dle 2), uvažovaný hodnotou 1,10.

Zatížitelnost jednotlivých prvků nosné konstrukce lávky je následující :

- Mostovka, plechy VSŽ.....4,00 kN/m^2
- Tlačený dolní pas nad pilíři.....1,91 kN/m^2
- Tažený dolní pas v polovině středního pole .....2,12 kN/m^2
- Tažená diagonála střední pole u pilíře.....2,93 kN/m^2
- Tlačená svislice.....1,49 kN/m^2
- Tlačený horní pas, příčníky jako součást polorámu....2,00 kN/m^2.

Zatížitelnost lávky pro pěší jako celku je 1,49 kN/m^2.

Současně s rovnoměrným nahodilým zatížením na lávce bylo uvažováno zatížení větrem, dle 3), 4). O zatížitelnosti lávky rozhodují tlačené svislice, mají malou průřezovou plochu a malý poloměr setrvačnosti, tudíž velký součinitel vzpěrnosti. Nové lávky jsou dle 1), navrhovány na rovnoměrné nahodilé zatížení 5,00 kN/m^2 včetně dynamického součinitele. Vyhovující zatížitelnost lávky dle 2) je 4,00 kN/m^2.

Vzhledem ke stavu nosné konstrukce lávky a vzhledem k výsledkům statického posouzení doporučujeme uzavření lávky pro pěší provoz a v co nejkratší době zajistit náhradu lávky novou konstrukcí.

Rekonstrukci nebo zesílení lávky nedoporučujeme z následujících důvodů:

- Lávka byla na horním pasu již dodatečně zesilována přivařenými plechy s úhelníkem.
- Zatížitelnost všech prvků ocelové nosné konstrukce je nevyhovující.
- Ocelová nosná konstrukce je výrazně narušena vlivem koroze.
- Dodatečné podepření lávky v korytu Vltavy není možné.
- Perioda vlastního kmitání lávky je 1,13 s, takže lávka při přechodu chodců výrazně kmitá, k čemuž by docházelo i v případě omezení průchozího prostoru lávky.
- Finanční náklady na odstranění všech výše uvedených vad by byly výrazně vyšší než provedení nové nosné konstrukce lávky.

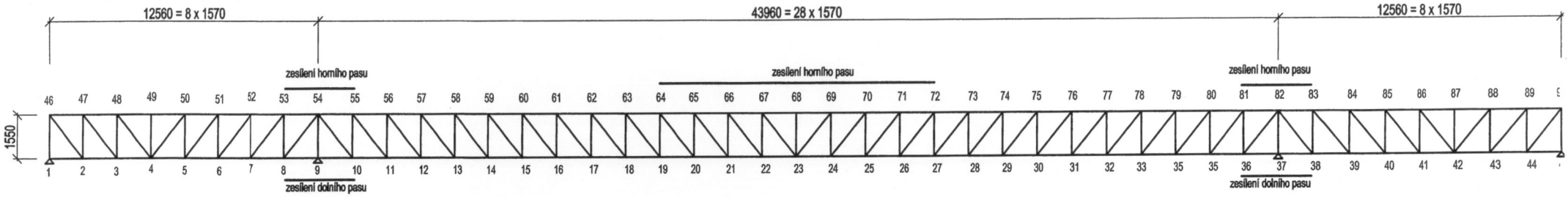
Podklady a použitá literatura :

1) ČSN EN 1991-2 – Zatížení konstrukcí – Část 2 : Zatížení mostů dopravou
2) ČSN 73 6222 : Zatížitelnost mostů pozemních komunikací
3) ČSN EN 1990 - Zásady navrhování konstrukcí
4) ČSN EN 1991-1-4 : Zatížení větrem
5) ČSN EN 1993-1 : Ocelové konstrukce, Obecná pravidla
6) ČSN EN 1993-2 : Ocelové konstrukce – Mosty
7) Mostní list
8) Hlavní prohlídka mostu.....Ing. Brázda, 2009
9) Zjednodušený diagnostický průzkum .....Pontex s. r. o. 2000, zodpovědný projektant Ing. Pejchal
10) Projekt parovodu na lávce.....Jihočeské energetické závody, útvar projektování České Budějovice, 1982

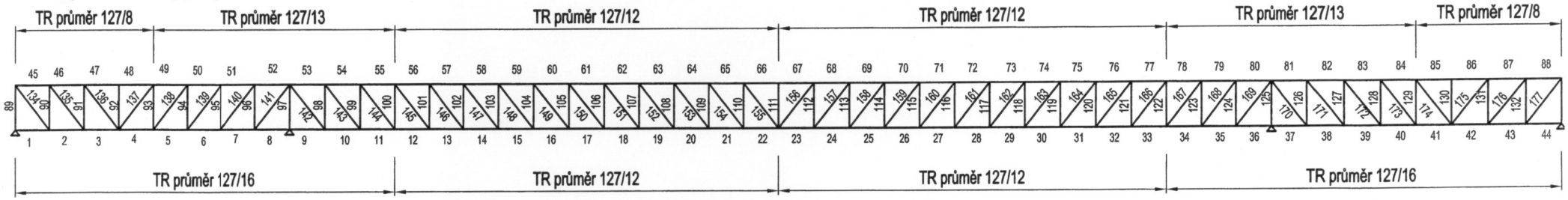
Použité programy :

DEFOR – Výpočet prutových konstrukcí.....(FEM consulting. Brno)
PC-4 - Vyhodnocení příčinkových čar.....(V. Kvasnička)

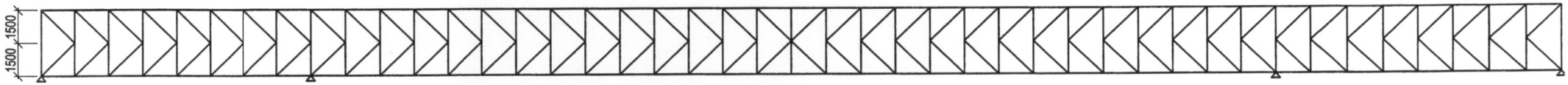
Podélný řez, značeny uzly



Podélný řez, značeny pruty



Půdorys zavětrování



Všechny diagonály : TR průměr 90/8

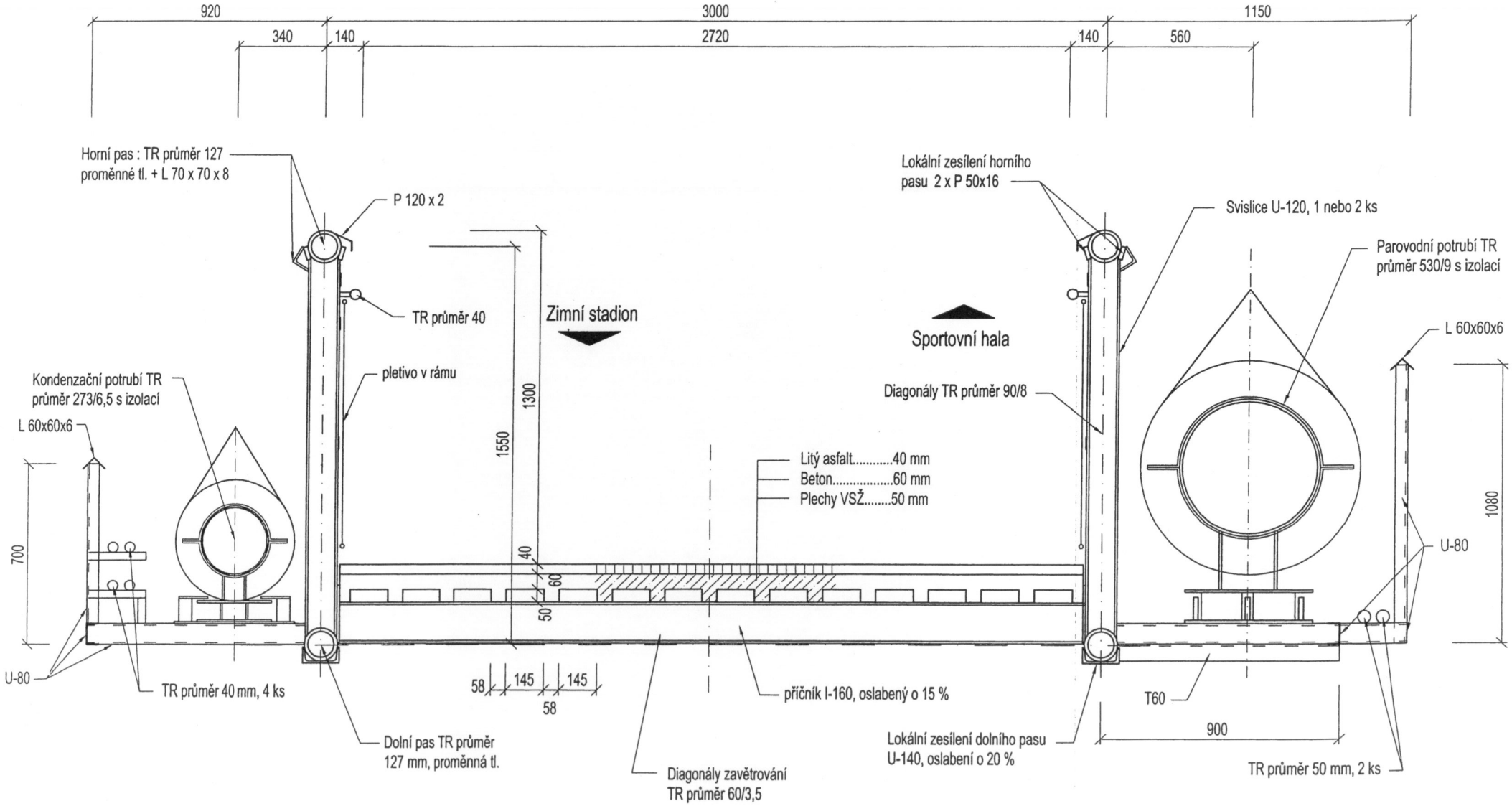
Svislice, pruty 89, 92, 111, 130, 133, 96 až 99, 123 až 126 : 2 x U-120. Ostatní pruty : 1 x U-120

Diagonály zavětrování : TR průměr 60/3,5

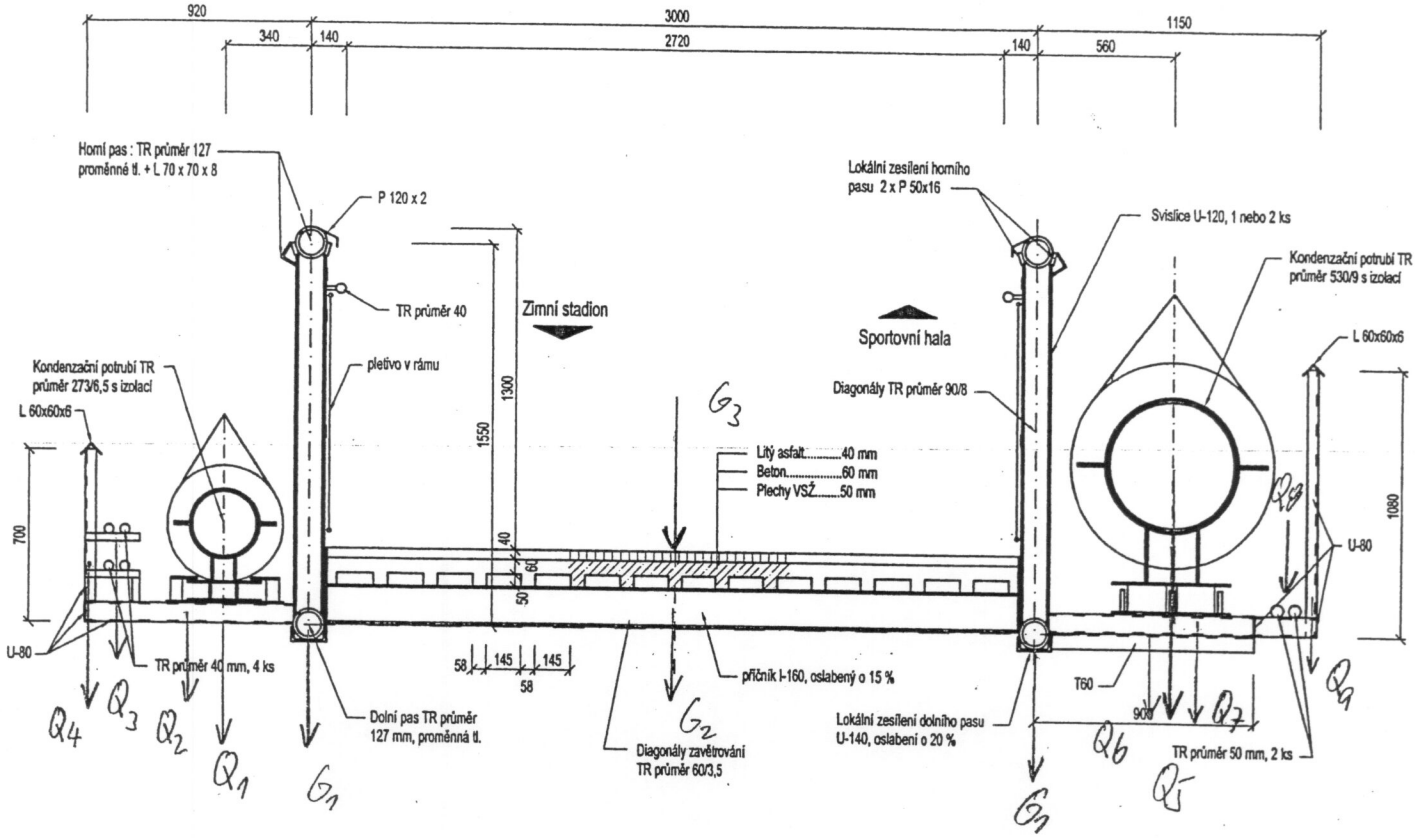
Posoudím pruty :

- 7, 8, 9, 10 .....tlačený dolní pas
- 22.....tažený dolní pas
- 142.....tažená diagonála
- 155..... ..tlačená diagonála
- 48, 51, 52, 53, 54 ..... tažený horní pas
- 97, 100, 101, 110.....svislice
- Stabilitu tlačeného pasu ve středním poli
- Příčník : ohyb svislé zatížení + ohyb polorámu zajišťujícího stabilitu tlačeného pásu

Příčný řez M 1:20



Příčný řez M 1:20



G_1 : svislice, diagonály, L 70×70×8, P 120 × 2, pletivo, TR Ø 40

G_2 : příčník, diagonály zavětrování

G_3 : mostovka

Zatížení na 1 hlavní nosník

$G_1 = 0{,}63$ kN/m'

$G_2 = 0{,}40$ kN/m'

$G_3 = 1{,}46 \cdot [24 \cdot 0{,}04 + 23 \cdot 0{,}075] = 3{,}92$ kN/m'

$Q_1 = 0{,}89$ kN/m' bez vody $r = 0{,}34$ m

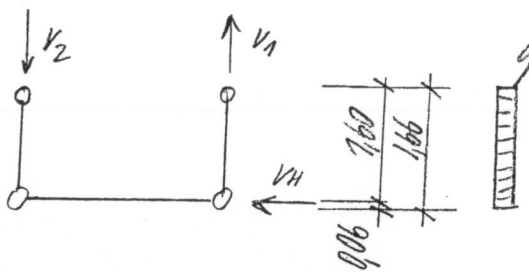
$Q_1 = 0{,}53$ kN/m' voda $r = 0{,}34$ m

$Q_2 = 0{,}86 \cdot 0{,}0865 = 0{,}07$ kN/m' $r = 0{,}49$ m

$Q_3 = 0{,}17$ kN/m' $r = 0{,}803$ m

$Q_4 = 0{,}20$ kN/m' $r = 0{,}90$ m

ZATÍŽENÍ VĚTREM



$q_d = 1{,}034$ kN/m'

$v_H = 1{,}716$ kN/m²

$v_1 = 1{,}716 \cdot 0{,}77 \cdot 0{,}8^{-1} = 0{,}44$ kN/m²

Základní dynamický tlak větru

Měrná hmotnost vzduchu ρ [kg/m3]	Větrná oblast	Základní rychlost větru v_b [m/sec]	Základní dynamický tlak větru q_b [kN/m2]
1,25	II	25,0	**0,391**

Součinitel expozice

referenční výška z_e [m]	Kategorie terénu	Součinitel expozice c_e
5,00	IV	**1,176**

Součinitel sil ve směru x (kolmý vítr)

		NEZATÍŽENÝ MOST							ZATÍŽENÝ MOST				
šířka NK b [m]	Výška NK d [m]	Typ záchyt. systému	Zvětšení výšky d_1 [m]	Počet záchyt. systémů na mostě n	Přidaná hodnota výšky $n \times d_1$ [m]	Referenč. výška NK d_{tot} [m]	b / d_{tot}	Součinitel sil ve směru x $c_{fx,0}$	Tloušťka vozovky h_{voz} [m]	Výška nah. zatížení h_{NAH} [m]	Referenč. výška NK d_{tot} [m]	b / d_{tot}	Součinitel sil ve směru x $c_{fx,0}$
2,00	0,50	2	1,000	2	2,000	2,500	**0,800**	**2,251**	0,00	2,00	2,500	**0,800**	**2,251**

Pozn. Neprodyšné zábradlí uvaž. Výškou 1.10m, neprodyšné svodidlo uvaž. Výškou 0.80m

Výsledný součinitel C pro mosty

NEZATÍŽENÝ MOST		NEZATÍŽENÝ MOST	
C	dynamický tlak větru q_d [kN/m2]	C2	dynamický tlak větru q_d [kN/m2]
2,648	**1,034**	**2,648**	**1,034**

Nahodilé zatížení $p = 4{,}0$ kN/m²

Na 1 kosník

$p = 1{,}10 \cdot 4{,}0 \cdot 2{,}72 \cdot 2^{-1} = 5{,}984$ kN/m'

$Q_5 =$ 1,90 kN/m' r = 0,56 m

$Q_6 =$ 0,05 kN/m' r = 0,49 m

$Q_7 =$ 0,10 kN/m' r = 0,605 m

$Q_8 =$ 0,08 kN/m' r = 1,03 m

$Q_9 =$ 0,12 kN/m' r = 1,14 m

Vítr vodorovný ohyb

prut	7	8	9	10	11
M	-192,88	-237,35	-237,35	-180,25	177,16
N = M/3,0	-64,29	-79,12	-79,12	-60,08	59,05

Charakteristické hodnoty

Stálé, Teplárna Č. BU. a. s.

zatížení	Síla (kN/m)	rameno (m)	M
Q1 voda	0,53	-0,34	-0,18
Q1 stálé	0,89	-0,34	-0,30
Q2	0,07	-0,49	-0,03
Q3	0,17	-0,80	-0,14
Q4	0,20	-0,90	-0,18
Q5	1,90	3,56	6,76
Q6	0,05	3,49	0,17
Q7	0,10	3,61	0,36
Q8	0,08	4,03	0,32
Q9	0,12	4,14	0,50
celkem	3,58		7,46
levý nosník	1,09		
pravý nosník	2,49		

— neuvažuji odlehčuje pravý nosník

Levý nosník, Q1 voda

$q = 1{,}09 + 0{,}59$

$q = 1{,}68$ kN/m'

Posoudím pravý nosník

rozhoduje vítr zleva: sečtu vodorovný ohyb + svislé přitížení 0,44 kN/m'. U prutů 7, 8, 9, 10, 22.

Stálé zatížení:

Pruty 1,44: $q = [0{,}63 + \overset{4{,}95}{0{,}40 + 3{,}92}) + \overset{\text{svislice}}{0{,}15} + \ldots + \overset{\text{TR 127/16}}{0{,}44} = 5{,}51$ kN/m'

Pruty 2, 43: $q =$ 5,39 kN/m'

Pruty 3-4, 41-42: $q = 5{,}39 + 0{,}08$ 5,47 kN/m'

pruty 5-7, 38-40: $q =$ 5,39 kN/m'

pruty 8÷11, 34÷37: $q =$ 5,70 kN/m'

Pruty 12÷21, 24÷33: $q = 4{,}95 + \ldots + \overset{\text{TR 127/12}}{0{,}34} =$ 5,29 kN/m'

Pruty 22-23: $q =$ 5,45 kN/m'

Pruty 45-48, 85-88 : $g = 0{,}24 + 0{,}02 =$ 0,26 kN/m'

Pruty 49-51, 82-84 : $g =$ 0,39 kN/m'

Pruty 52-53, 80÷81 : $g = 0{,}39 + 0{,}13 =$ 0,52 kN/m'

pruty 54÷55, 78÷79 : $g =$ 0,39 kN/m'

pruty 56÷62, 71÷77 : $g =$ 0,36 kN/m'

pruty 63÷70 : $g =$ 0,49 kN/m'

PAROVOD

Pruty 5-40 : $g =$ 2,49 kN/m'

Vítr přitížení : pruty 1÷44 : $p =$ 0,44 kN/m'

Průřezy :

Pruty 1÷7, 38÷44 : $A =$ 0,00558 m²

10÷11, 34÷35 : $A =$ 0,00558 m²

Pruty 8-9, 36÷37 : $A =$ 0,00648 m²

Pruty 12÷33 : $A =$ 0,00434 m²

Pruty	TR 127/8	∠70x70x8	A [m²]
45÷48, 85÷88	0,00299 +	0,00107 =	0,00354

49-51, 54÷55, 78÷79, 82÷84 : 0,00521 m²

52÷53, 80÷81 : 0,00681 m²

56÷62, 71÷77 : 0,00434 m²

63÷70 : 0,00594 m²

89, 92, 111, 130, 133, 96÷99, 123÷126 : $2 \cdot 0{,}0017 =$ 0,0034 m²

90÷91, 93÷95, 100-110, 112÷122, 127÷129, 131÷132 : 0,0017 m²

134÷177 : 0,00204 m²