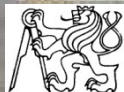


BETONOVÉ KONSTRUKCE – B03C + B03K



Betonové konstrukce B03C + B03K

ZATÍŽENÍ MOSTŮ

DRUHY ZATÍŽENÍ

STÁLÁ ZATÍŽENÍ

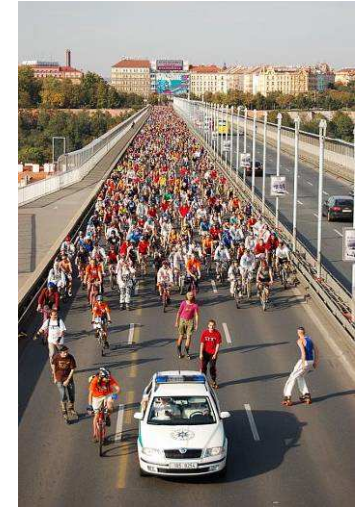
- Vlastní tíha NK
- Ostatní stálá zatížení

PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ

- Klimatická zatížení (teplota, vítr, sníh)
- Geotechnická zatížení (zemní tlak, poklesy podpor,...)
- **Zatížení dopravou**

MIMOŘÁDNÁ ZATÍŽENÍ

- Výbuchy, nárazy, ...

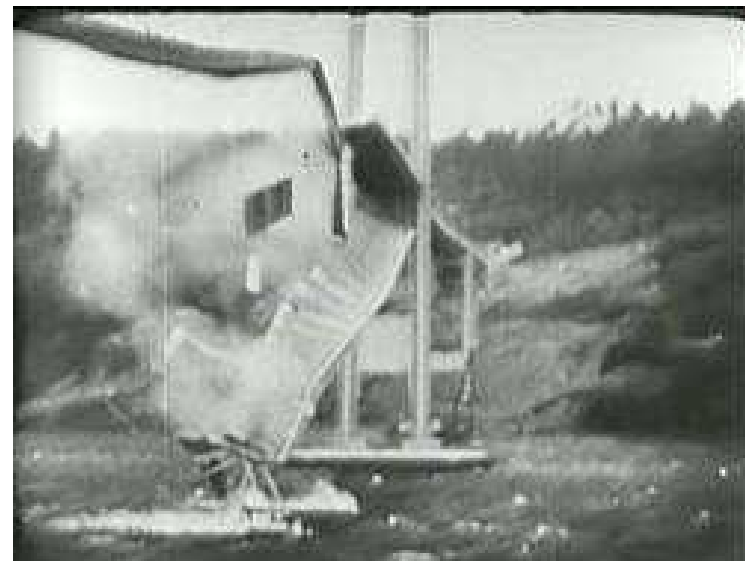


PŘEDPISY PRO ZATÍŽENÍ MOSTŮ

ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1-# Zatížení konstrukcí

(Vlastní váha, vítr, sníh, teplota, požár
mimořádná zatížení)



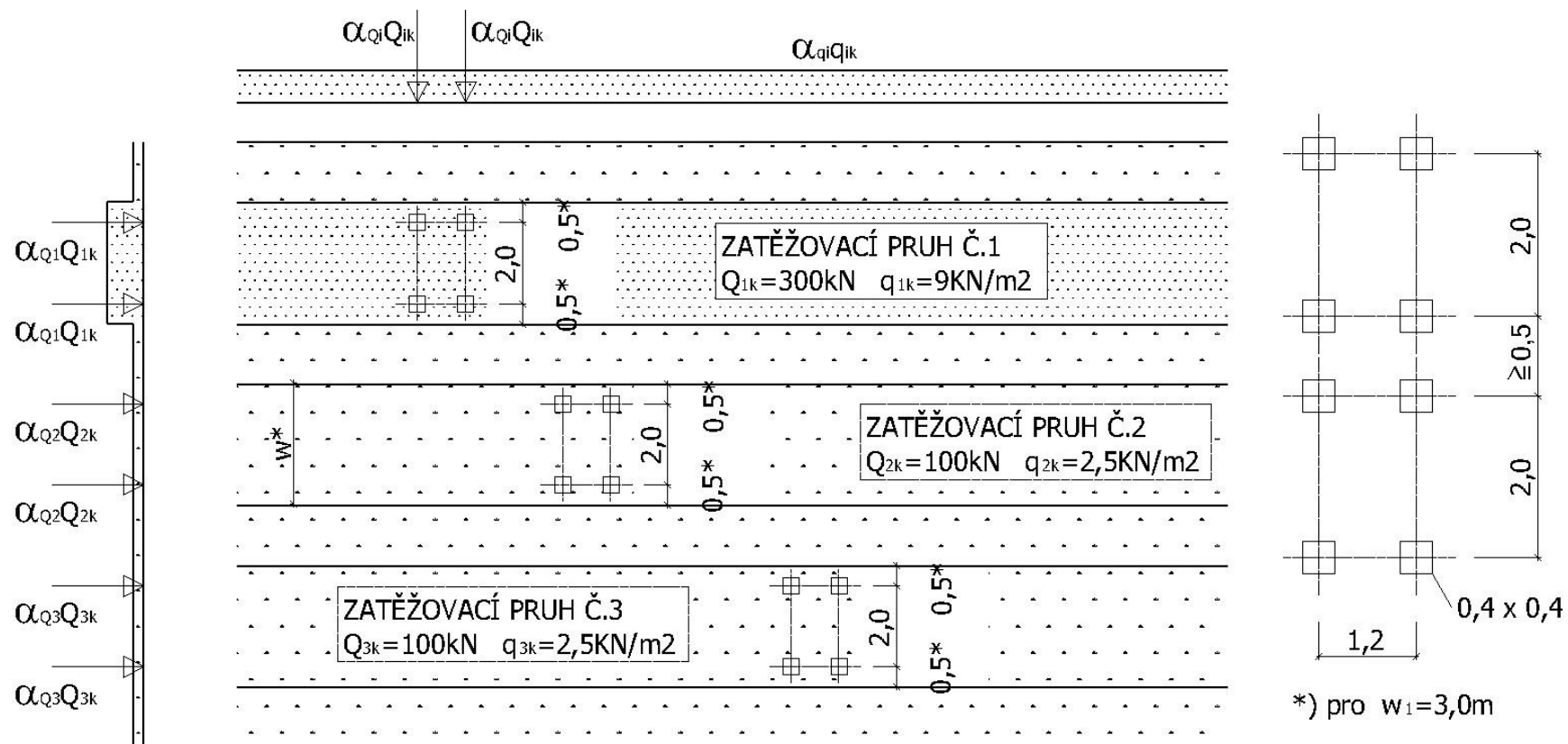
ČSN EN 1991-2 Zatížení mostů dopravou



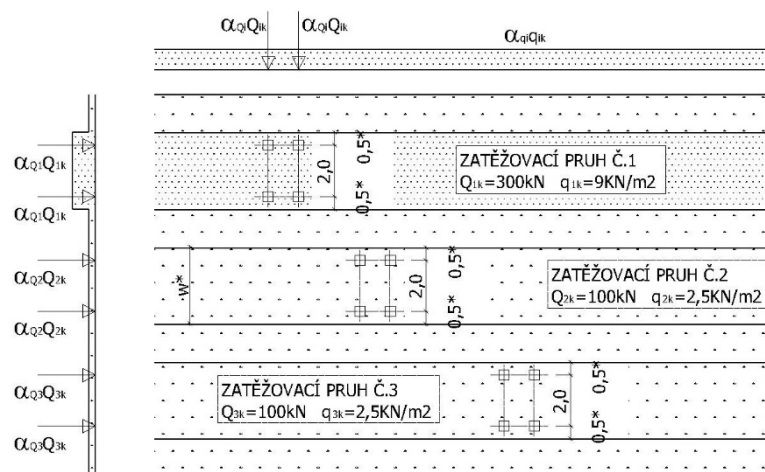
ZATÍŽENÍ MOSTŮ PK DOPRAVOU

Dopravní zatížení je definováno pomocí 4 základních modelů zatížení (LM1 – LM4).

MODEL ZATÍŽENÍ 1 – Běžný provoz



V národní příloze k ČSN EN 1991-2 jsou dále definovány regulační součinitele („třídy zatížení“) podle třídy (druhu) komunikace :





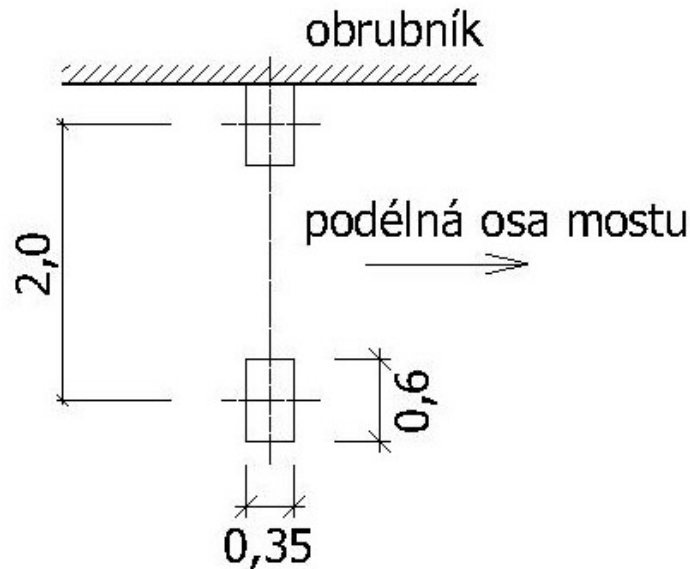
Betonové konstrukce B03C + B03K

MODEL ZATÍŽENÍ 2 – Jednotlivá náprava

Zatížení na nápravu je rovno $\beta_Q \cdot Q_{ak}$, kde Q_{ak} je rovno 400 kN včetně dynamických účinků.

V případě potřeby se může uvažovat pouze jedno kolo.

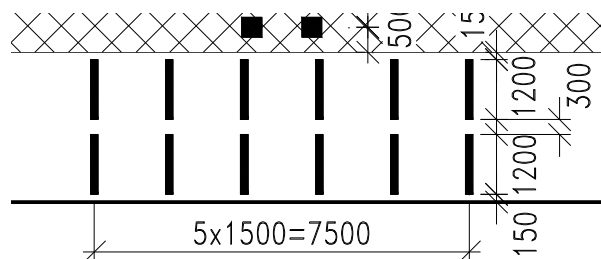
Součinitel β_Q je uvažován roven součiniteli α_{Q1} .



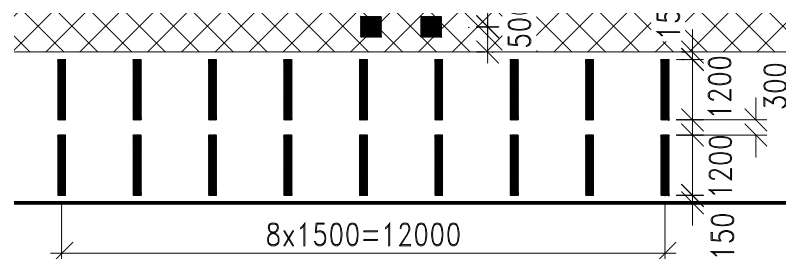
MODEL ZATÍŽENÍ 3 – Zvláštní vozidla

Zvláštní vozidla jsou definovaná v Příloze A a NAČSN EN 1991-2. LM3 se použije podle třídy komunikace na mostě.

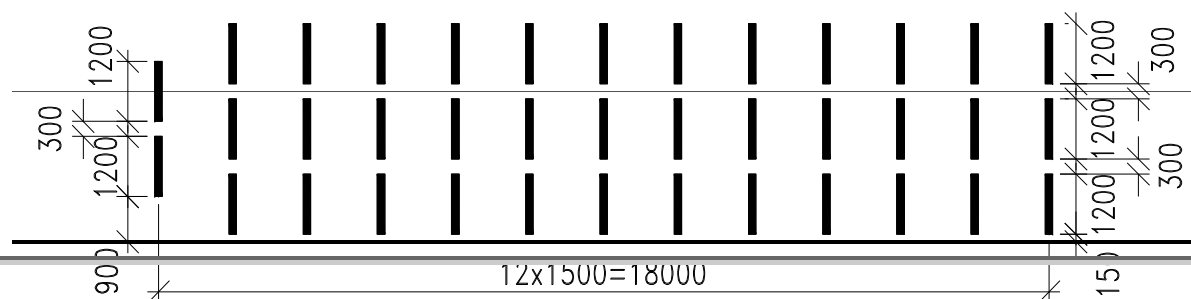
900/150 (6x150)



1800/200 (9x200)



1800/200 (9x200)



Betonové konstrukce B03C + B03K

Definovány podmínky použití vozidel LM3 podle třídy komunikace

- schéma zatížení
- poloha zatížení
- další zatížení působící současně na vozovce
- rychlost / dynamický součinitel

Třída komunikace	Vozidlo	Poloha	Rychlost	Další zatížení ve vozovce
D, R a vybraná síť	1800/200	Kdekoliv	≤ 70 km/hod	$y_0 \cdot LM1$
	3000/240	Ideální $\pm 0,5m$	≤ 5 km/hod	Ne
SI a SII	1800/200	Ideální $\pm 0,5m$	≤ 70 km/hod	Ne
SIII	900/150	Kdekoliv	≤ 70 km/hod	Ne





Betonové konstrukce B03C + B03K

MODEL ZATÍŽENÍ 4 – Zatížení davem lidí



$$q_{fk} = 2 + 120 / (L+30) \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

přitom $2,5 \leq q_{fk} \leq 5,0$

Základní model zatížení pěším provozem.

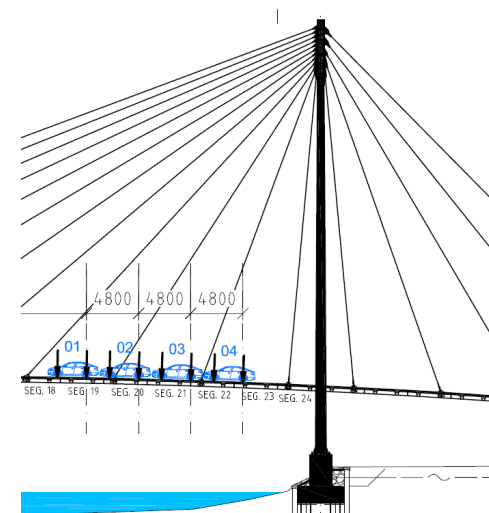
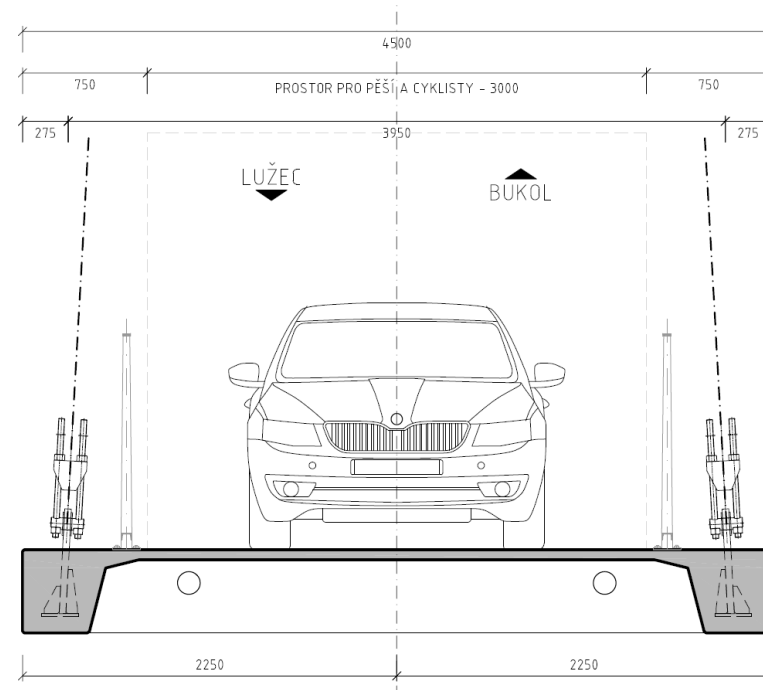
Základní **rovnoměrné zatížení 5 kN/m²** (včetně dynamických účinků).

LM4 je základním zatížením pro chodníky a lávky pro pěší, kdy je možné jej redukovat v závislosti na délce mostu :



Table 4-3: Pedestrian traffic classes and densities

Traffic Class	Density d (P = pedestrian)	Description	Characteristics
TC 1*)	group of 15 P ; $d = 15 P / (B L)$	Very weak traffic	(B =width of deck; L =length of deck)
TC 2	$d = 0,2 P/m^2$	Weak traffic 	Comfortable and free walking Overtaking is possible Single pedestrians can freely choose pace
TC 3	$d = 0,5 P/m^2$	Dense traffic 	Still unrestricted walking Overtaking can intermittently be inhibited
TC 4	$d = 1,0 P/m^2$	Very dense traffic 	Freedom of movement is restricted Obstructed walking Overtaking is no longer possible
TC 5	$d = 1,5 P/m^2$	Exceptionally dense traffic	Unpleasant walking Crowding begins One can no longer freely choose pace



Brzdné a rozjezdové síly

Síla od brzdění vozidel na mostě.

Uvažuje se rovnoměrně rozdělená po šířce mostu.

$$Q_{lk} = 0,6\alpha_{Q1}(2Q_{1k}) + 0,10\alpha_{q1}q_{1k}w_1L$$
$$180\alpha_{Q1} \text{ (kN)} \leq Q_{lk} \leq 900 \text{ (kN)},$$



Odstředivé síly

Pro normální rychlosti (70 km/hod) viz Tabulka. Pokud je návrhová rychlost menší (městské komunikace, větve křižovatek,...) lze stanovení odstředivých sil použít základní vztah :

$$Q_{tk} = Q_v \cdot \frac{v_n^2}{127 \cdot r}$$

$Q_{tk} = 0,2Q_v \text{ (kN)}$	ak $r < 200 \text{ m}$
$Q_{tk} = 40Q_v/r \text{ (kN)}$	ak $200 \leq r \leq 1500 \text{ m}$
$Q_{tk} = 0$	ak $r > 1500 \text{ m}$



Dynamické účinky zatížení dopravou



Betonové konstrukce B03C + B03K



ZATÍŽENÍ NA ÚNAVU

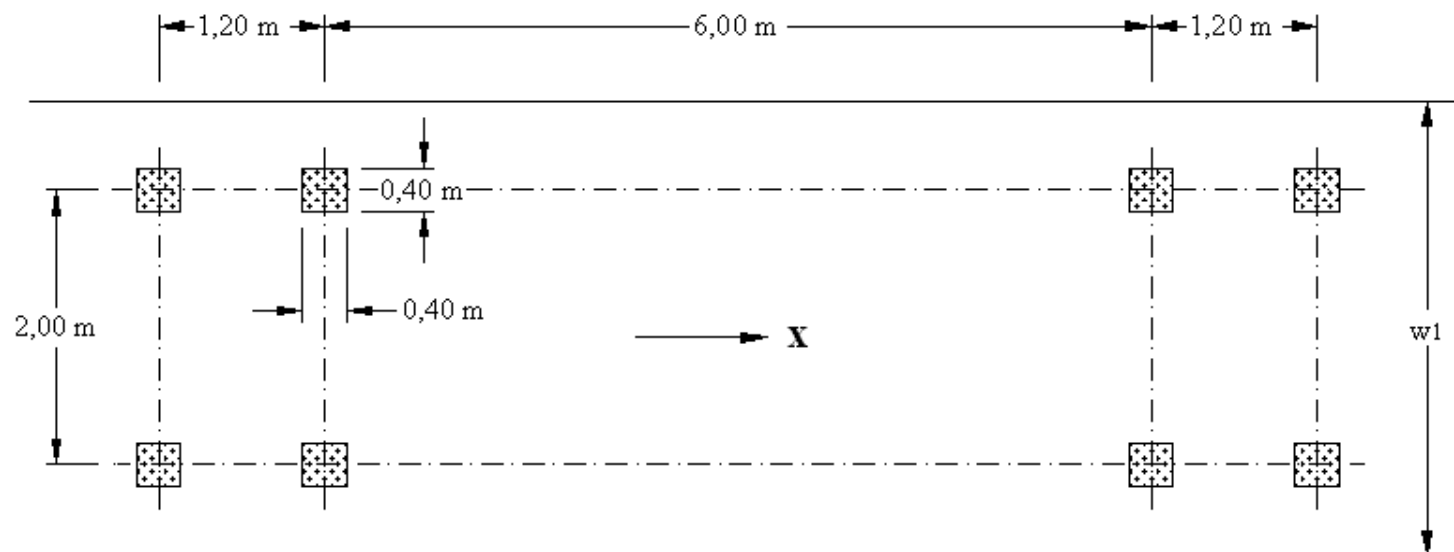
ČSN EN 1991-2 definuje 5 modelů zatížení na únavu. Pro navrhování mostů jsou důležité FLM1 a FLM3.

FLM1

Stejný jako LM1, hodnoty zatížení jsou redukovány.

FLM3

Model dvojice nákladních vozidel



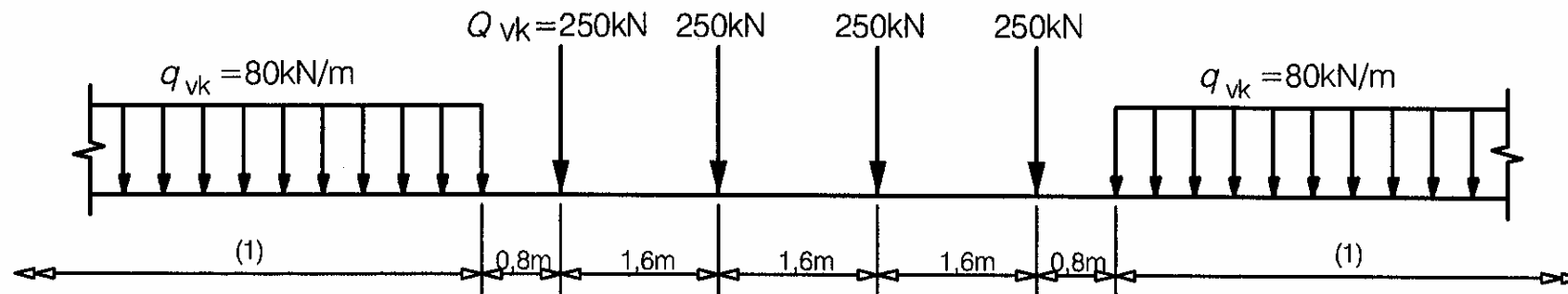
MIMOŘÁDNÁ ZATÍŽENÍ DOPRAVOU

- Nárazy do podpor
- Nárazy do nosné konstrukce (v podjezdu)
- Nárazy do svodidel, obrubníků a zábradlí
- Mimořádnou polohu vozidla na mostě (na chodníku)



ZATÍŽENÍ ŽELEZNIČNÍCH MOSTŮ DOPRAVOU

MODEL ZATÍŽENÍ 71



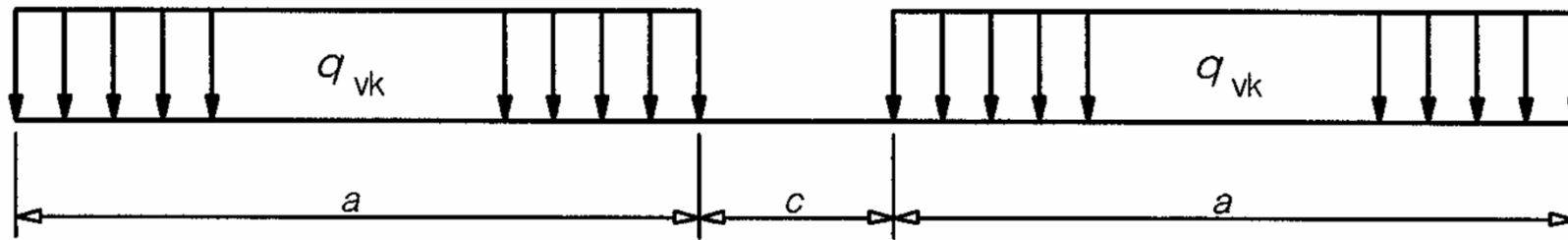
Statický účinek zatížení železniční dopravou.

Podle požadované traťové třídy se násobí klasifikačním součinitelem α .

Pro zohlednění dynamických účinků se účinky zatížení násobí dynamickým součinitelem φ .



MODEL ZATÍŽENÍ SW/0 A SW/2



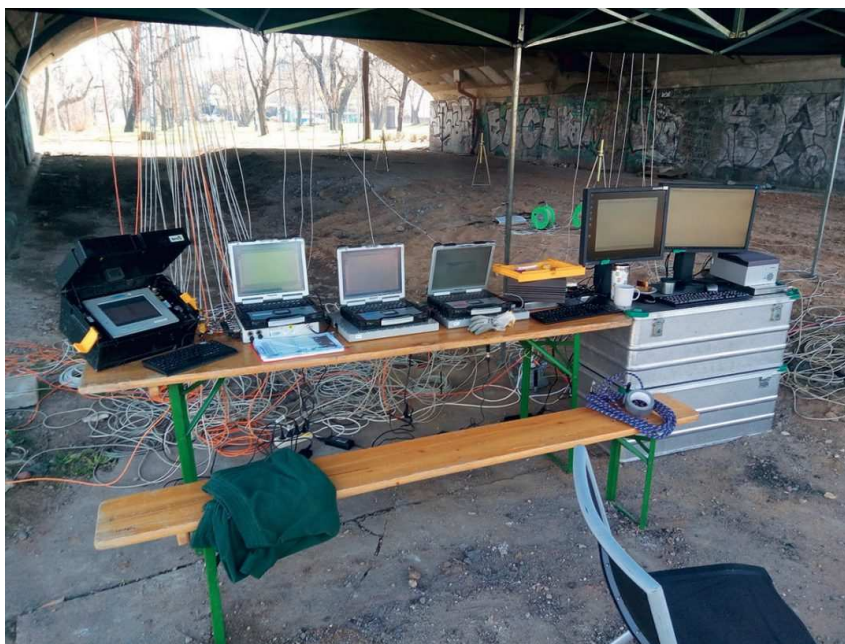
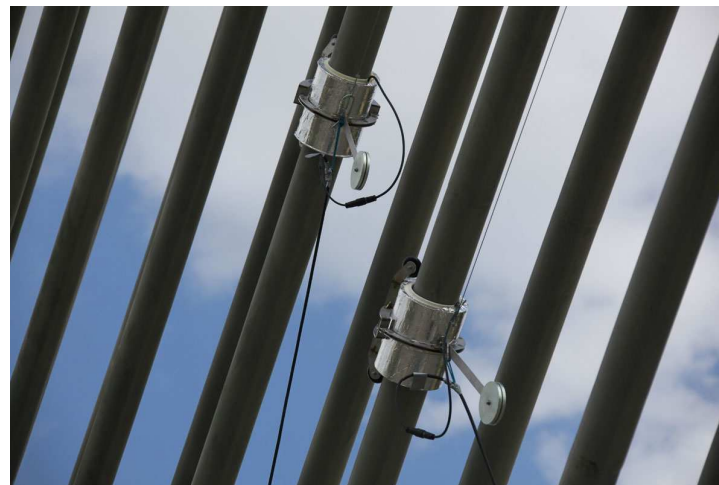
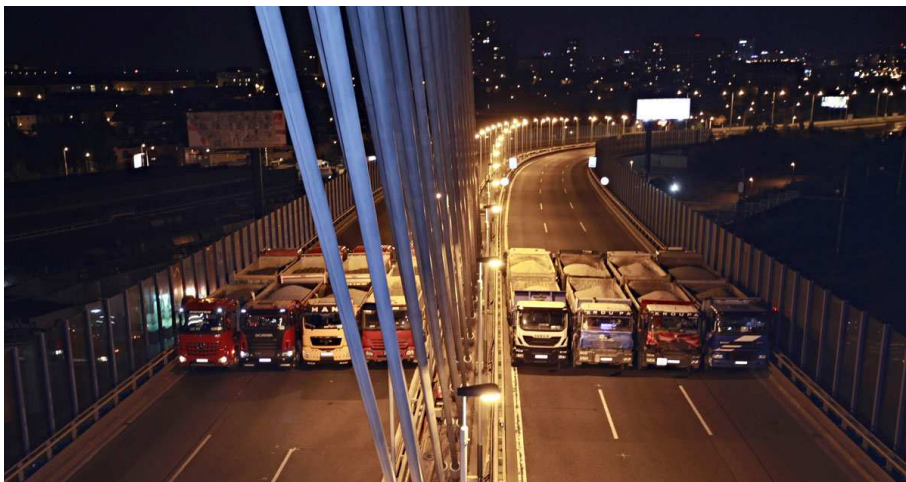
Statický účinek zatížení normální/těžkou železniční dopravou.

Účinky zatížení se násobí klasifikačním součinitelem α podle požadované traťové třídy.

Pro zohlednění dynamických účinků se účinky zatížení násobí dynamickým součinitelem φ .



ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKY MOSTŮ – STATICKÉ A DYNAMICKÉ





Betonové konstrukce B03C + B03K

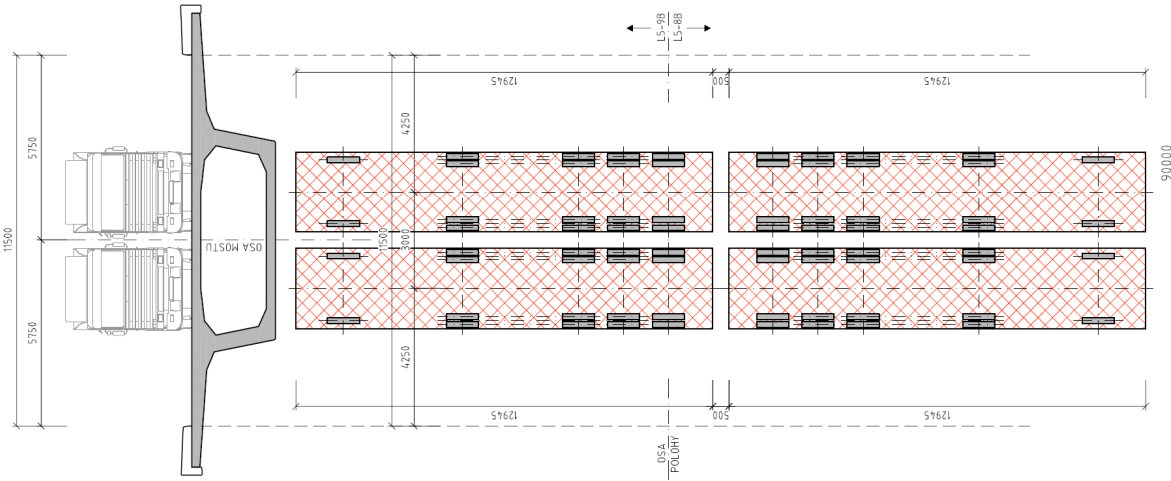


SCHÉMA UMÍSTĚNÍ VOZIDEL - POLOHA "2"

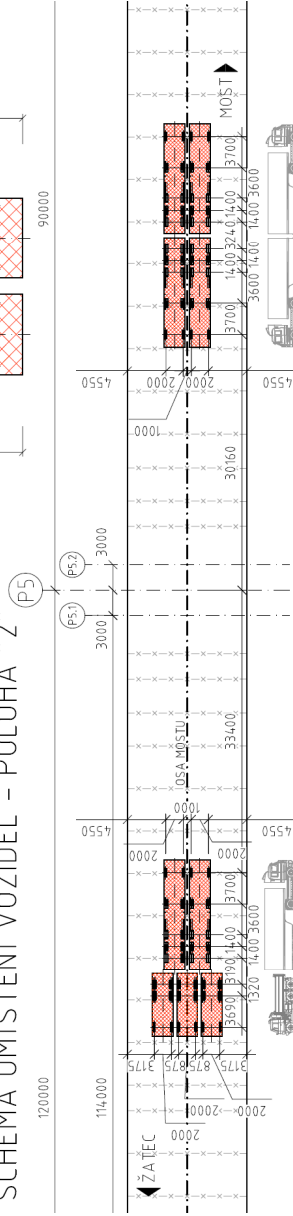
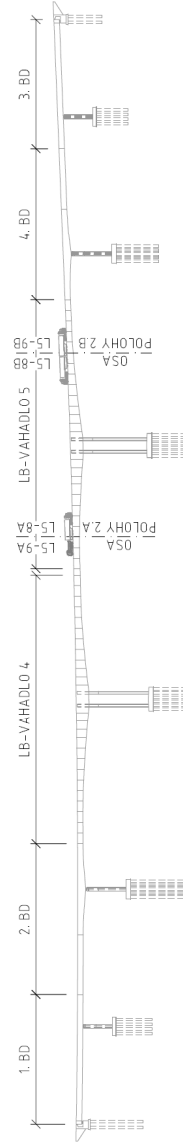
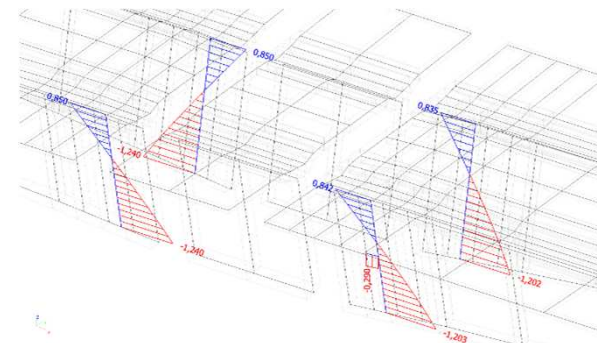
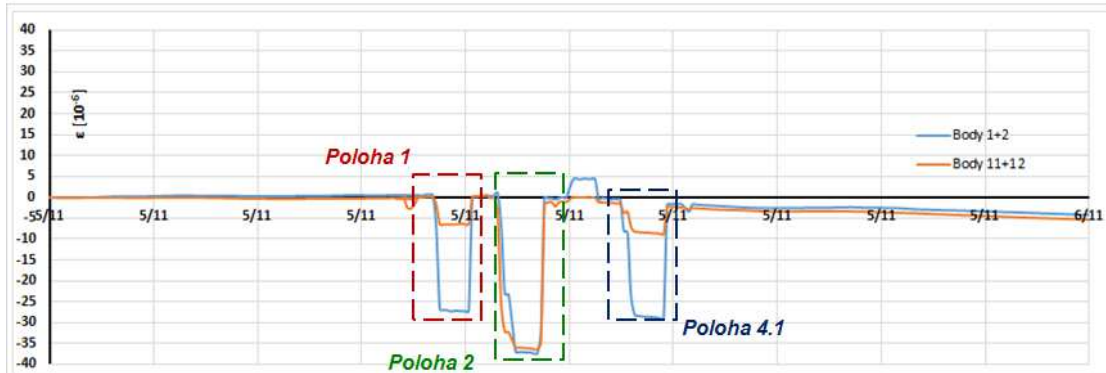
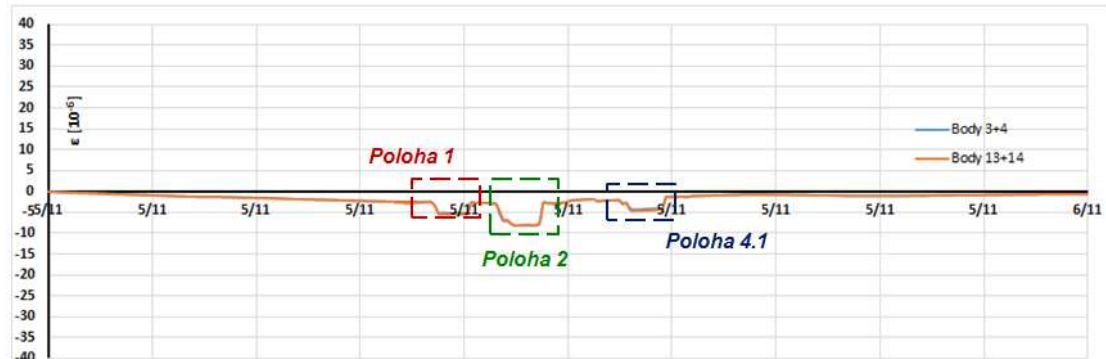
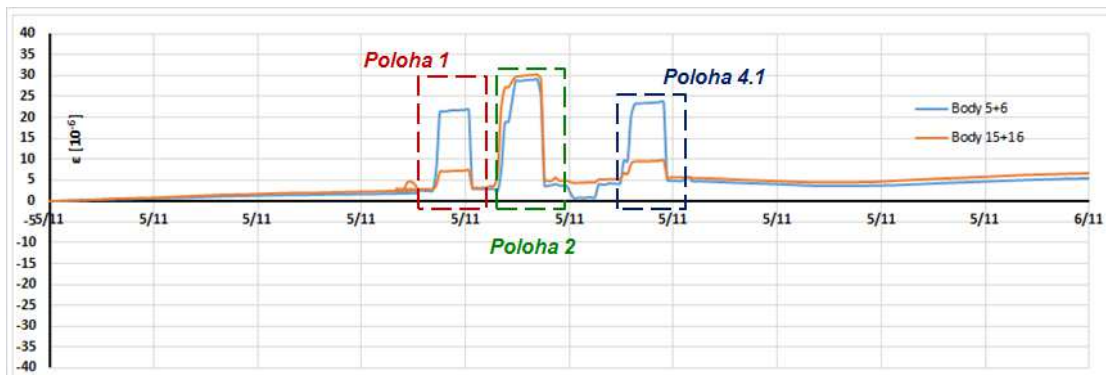


SCHÉMA MOSTU POLOHA "2"



Betonové konstrukce B03C + B03K



Měření

- změna přetvoření při zatěžovací zkoušce
dolní vlákna

$$\Delta \epsilon_{c,ZS,dole} = -37 \times 10^{-6};$$

horní vlákna

$$\Delta \epsilon_{c,ZS,naohore} = 25 \times 10^{-6}$$

- přepočtená změna normálového napětí
dolní vlákna $\Delta \sigma_{c,ZS,dole} = -37 \times 10^{-6} \times 34\,000 = -1,258 \text{ MPa};$
horní vlákna $\Delta \sigma_{c,ZS,naohore} = 25 \times 10^{-6} \times 34\,000 = 0,850 \text{ MPa}$



PŘEHLED NOREM PRO NAVRHOVÁNÍ (BETONOVÝCH) MOSTŮ NA ÚZEMÍ ČR (s využitím archivu – Doc. Hrdoušek, Doc. Kukaň)

- 1) Nový mostní řád (1904)
- 2) Československý mostní řád (1923)
- 3) ČSN 1230 Jednotný mostní řád (1937)
- 4) Výnos Ministerstva dopravy z 15.9.1945
- 5) Směrnice pro navrhování mostů (1950)
- 6) ČSN 73 2001 Projektování betonových staveb (1959)
- 7) ČSN 73 2004 Směrnice pro konstrukce z předpjatého betonu (1960)
- 8) ČSN 73 1251 Navrhování konstrukcí z předpjatého betonu (1969)
- 9) ČSN 73 2001 Projektování betonových staveb (1970)
- 10) ČSN 73 6206 Navrhování betonových a železobetonových mostních konstrukcí (1971)
- 11) ČSN 73 6207 Navrhování mostních konstrukcí z předpjatého betonu (1993)
- 12) ČSN P ENV 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí. Část 1.1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby (1994)
- 13) ČSN P ENV 1992-2 Navrhování betonových konstrukcí. Část 2: Betonové mosty (1998)
- 14) ČSN EN 1992-1-1 (původně vydáno 2006, 2. edice se zapracovanými změnami byla vydána v roce 2011)
- 15) ČSN EN 1992-2 (2007)
- 16) ČSN 73 6214 Navrhování betonových mostních konstrukcí (2014)

(průběžně jsou vydávány změny a opravy)



Spolehlivost konstrukce

Spolehlivost konstrukce je pravděpodobnost překročení odolnosti za dobu požadované životnosti (zbytkové životnosti).

Podmínka spolehlivosti:

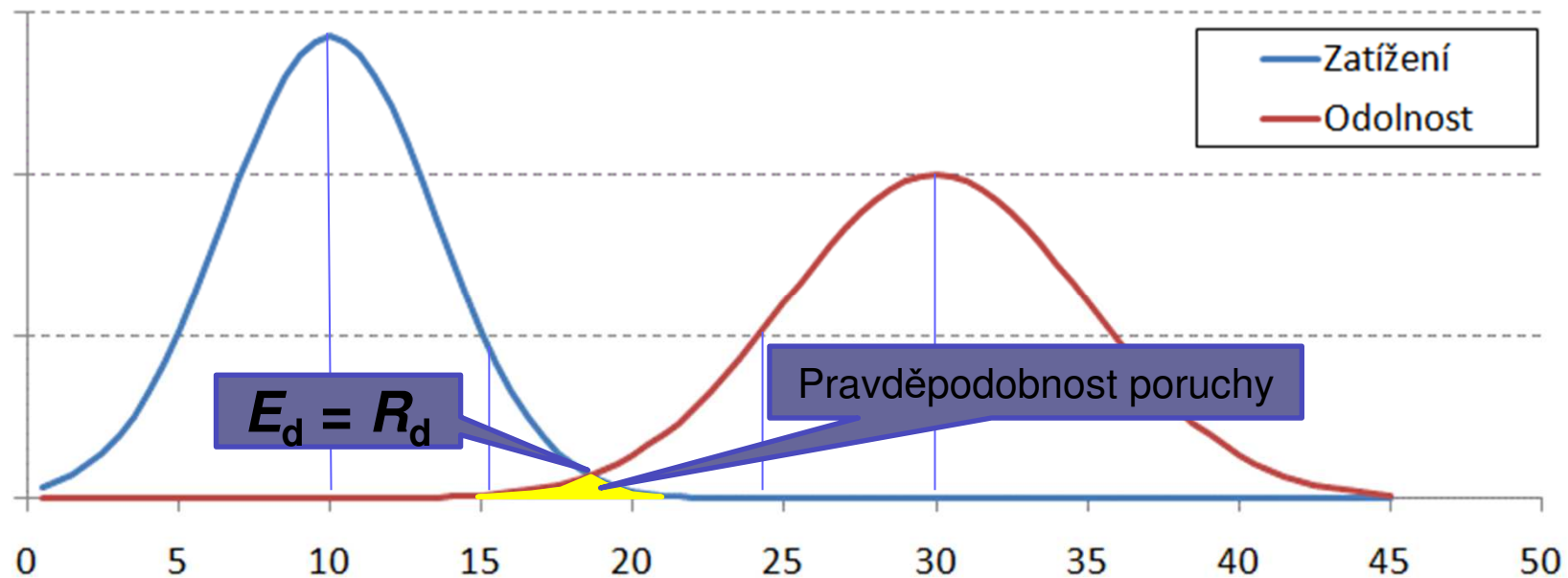
$$E_d \leq R_d$$

Třída následků	Pravděpodobnost překročení návrhové hodnoty
CC3	$1 \cdot 10^{-5}$
CC2	$1 \cdot 10^{-4}$
CC1	$5 \cdot 10^{-4}$



Metodika mezních stavů

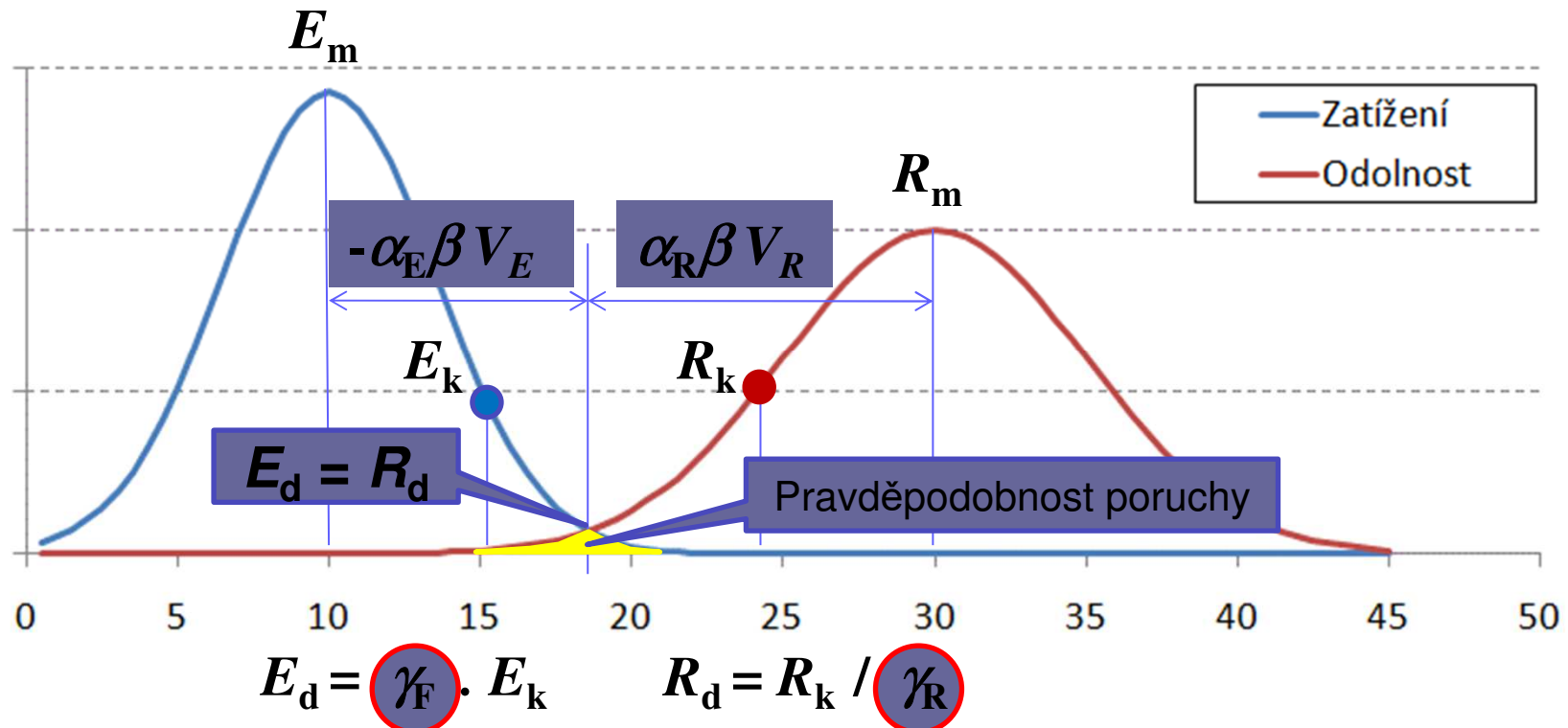
Základem konceptu mezních stavů je zajištění požadované spolehlivosti konstrukce v definovaných mezních stavech (MSÚ a MSP).



Metoda dílčích součinitelů

Základní podmínka spolehlivosti přejde do tvaru

$$E_k \cdot \gamma_F \leq R_k / \gamma_R$$



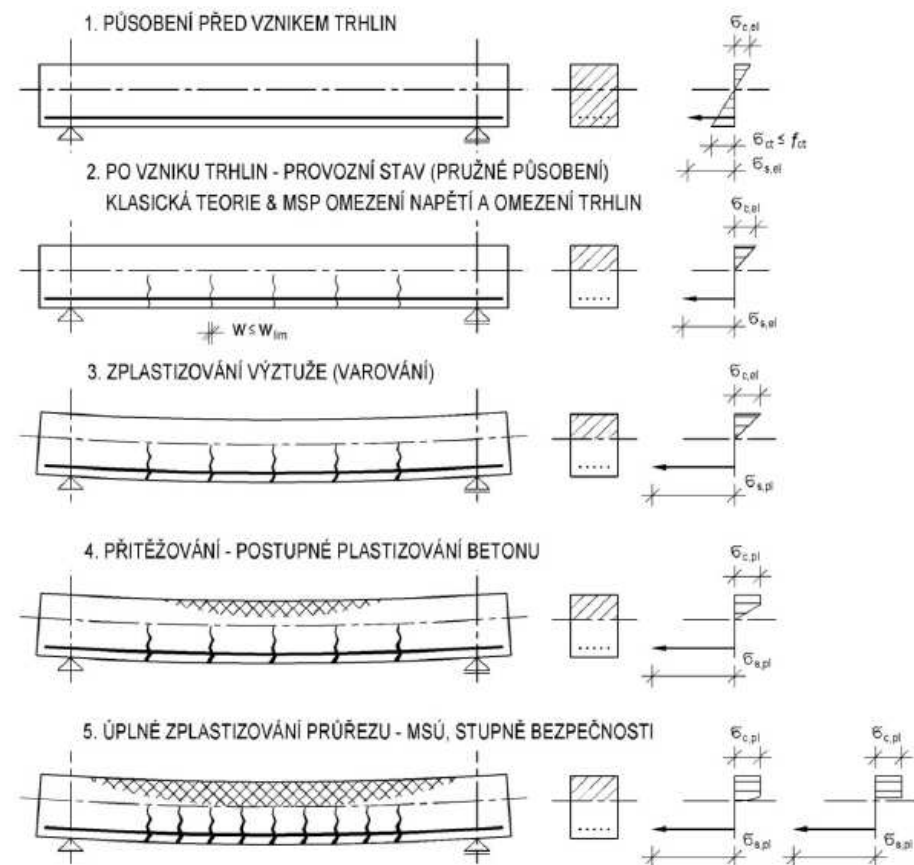
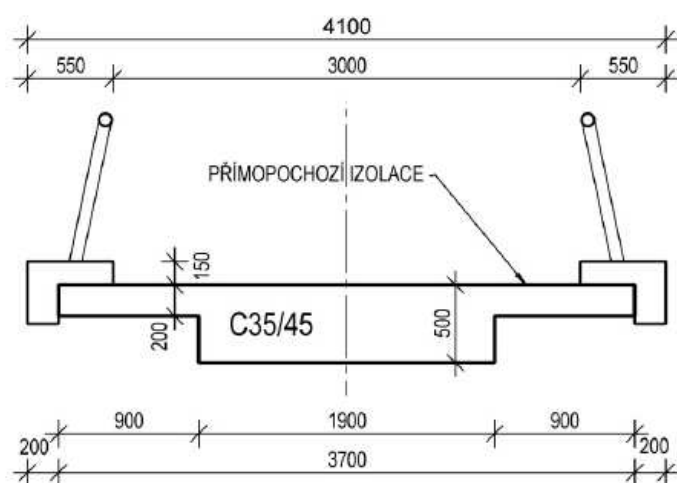
Metodika dovolených namáhání

DOVOLENÁ NAMÁHÁNÍ ŽELEZOVÉHO BETONU									
0.	Třída betonu			C-/13,5	C16/20	C-/28	C-/35	C35/45	
1.	Značka betonu dle ČSN 73 6206			170	250	330	400 ^x	500 ^x	
	Nejmenší krychelná pevnost betonu [MPa]			17,0	25,0	33,0	40,0	50,0	
2.	Dovolené namáhání při hlavním zatížení [MPa]	v tlaku dostředném		k_{bc}	3,5	5,0	6,6	7,8	10,0
3.		v tlaku za ohybu a za mimostředného tlaku		k_{bd}	5,1	7,5	9,9	11,5	14,5
4.		v tlaku za ohybu a za mimostředného tlaku obdélníkových průřezů tloušťky alespoň 200 mm		k_{bd}	6,8	10,0	13,2	15,5	20,0
5.		v tahu za mimostředného tlaku		k_{bt}	0,9	1,1	1,3	1,5	1,8
6.		v hlavním tahu, ve smyku		k_{bht}	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
7.		v soudržnosti	10 216, 11 373, 11 375	k_{bsd}	0,5	0,6	0,7	-	-
	10 338, 10 425, 10 505, kari síť 10 245, 10 335		-		1,1	1,4	1,6	1,8	
8.	Modul pružnosti betonu E_b [MPa]			23000	26500	30500	33000	37500	
*) Obvykle pro konstrukce z předpjatého betonu ve směrech, ve kterých nepůsobí předpětí, popř. úložné prahy									



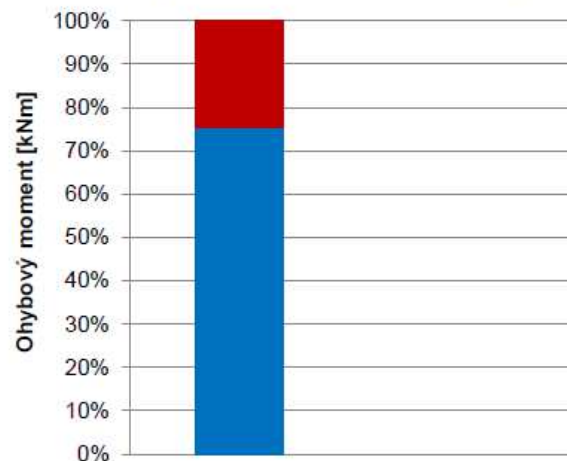
POROVNÁNÍ NÁVRHU – ŽB LÁVKA PRO PĚŠÍ

- rozpětí 10,0 m, beton C35/45, výztuž z oceli B500B (13 $\varnothing$ 25)
- návrh a posouzení podle EN a podle klasické teorie

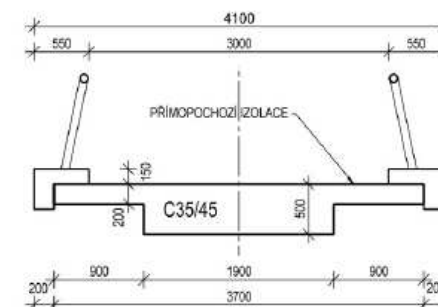
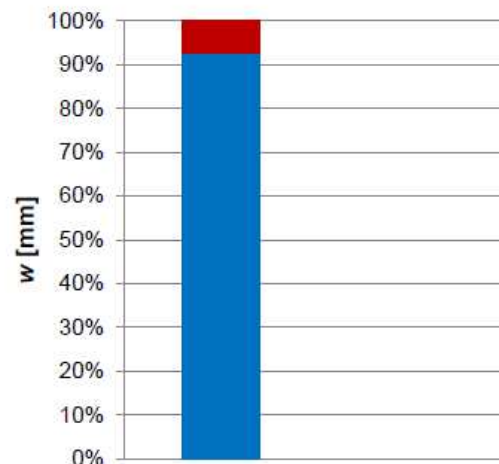


POROVNÁNÍ NÁVRHU – VÝSLEDKY

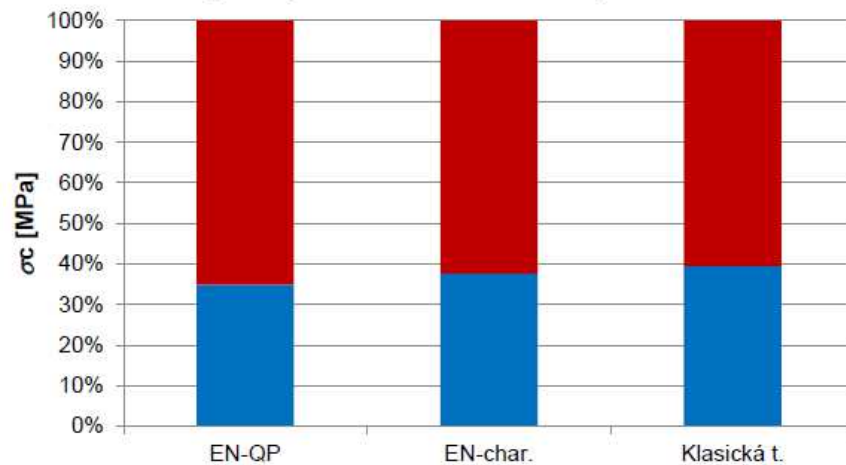
Využití průřezu v MSÚ - ohyb (EN)



Využití průřezu - šířka trhlin (EN)



Využití průřezu - normálové napětí v betonu



Využití průřezu - normálové napětí ve výztuži

