



ZAŤAŽENIE MOSTOV

Ing. Richard Hlinka, PhD.

Žilinská univerzita v Žiline, Stavebná fakulta

Katedra stavebných konštrukcií a mostov

ZAŤAŽENIE MOSTOV

STN EN 1990

STN EN 1991

STN EN 1991-1-1

STN EN 1991- 2

STN EN 1991-1- 4

STN EN 1991-1- 5

STN EN 1991-1- 6

STN EN 1991-1- 7

Bezpečnosť a trvanlivosť

Zaťaženie konštrukcií

Stále zaťaženie - vlastná tiaž

Zaťaženie dopravou

Zaťaženie vetrom

Zaťaženie účinkami teploty

Zaťaženia počas výstavby

Mimoriadne zaťaženia

Zásady navrhovania konštrukcií

- návrhová životnosť konštrukcie = 100 rokov
- zaťaženia:
 - stále, premenné a mimoriadne
 - pevné a voľné
 - statické a dynamické
- premenné zaťaženia - kombinačná, častá a kvázistála hodnota
- návrhové hodnoty zaťaženií
- kombinácie zaťaženií pre MSÚ a MSP

Stále zaťaženia

- ▶ vlastná tiaž nosnej konštrukcie, mostovky, ...
- ▶ tiaž konštrukčných vrstiev vozovky, izolácie, ...
- ▶ vlastná tiaž vybavenia mosta (zvodidlá, zábradlie, protihlukové steny,...)

Zat'azenia mostov dopravou (CM)

Mosty pozemných komunikácií (cestné mosty)

- STN EN 1991-2 kapitola 4
- zaťažovacia dĺžka max 200 m,
- zaťažovacie modely LM1, LM2, LM3 a LM4
- kategorizačné súčinitele

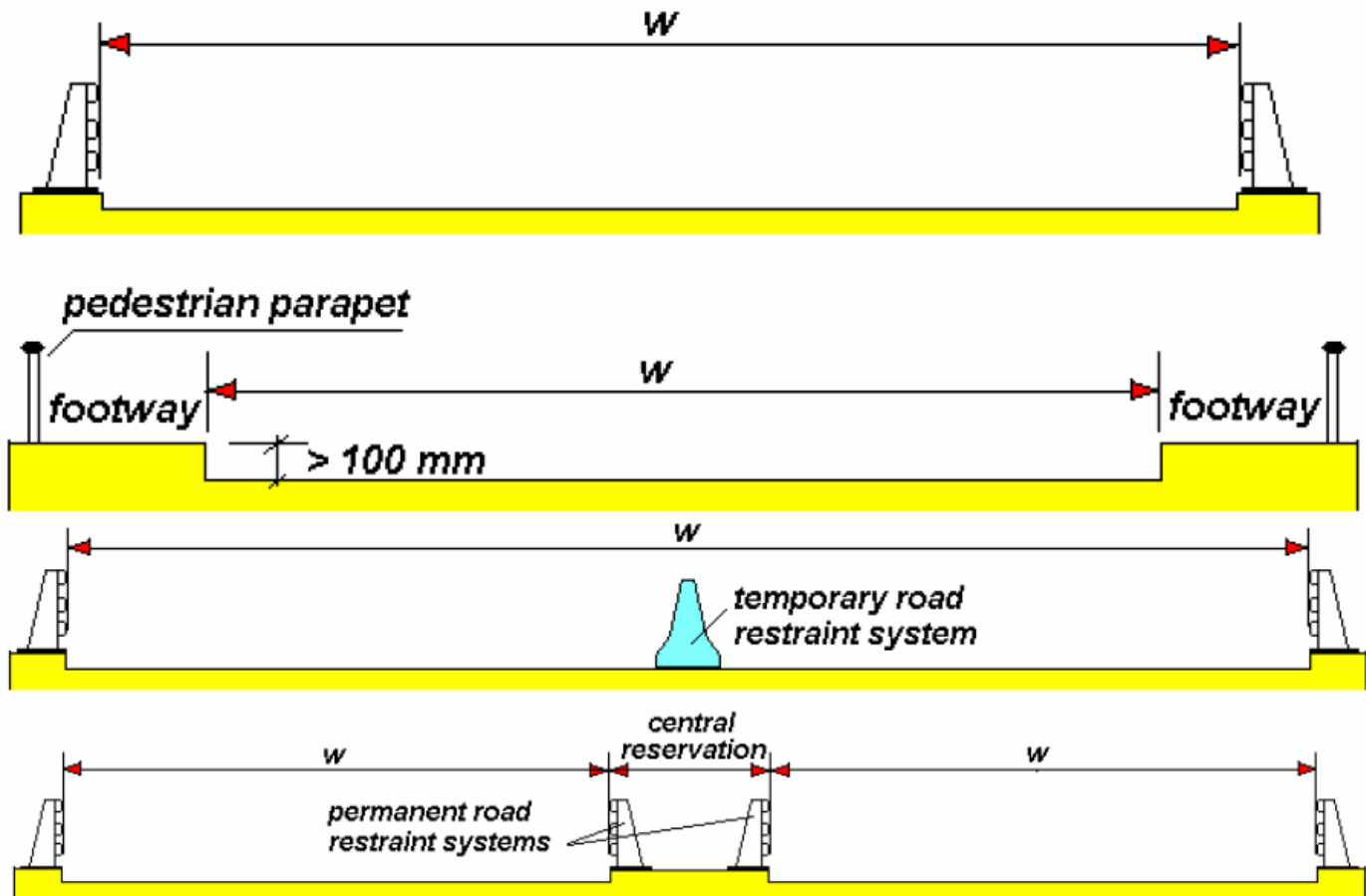


Zat'azenia mostov dopravou (CM)



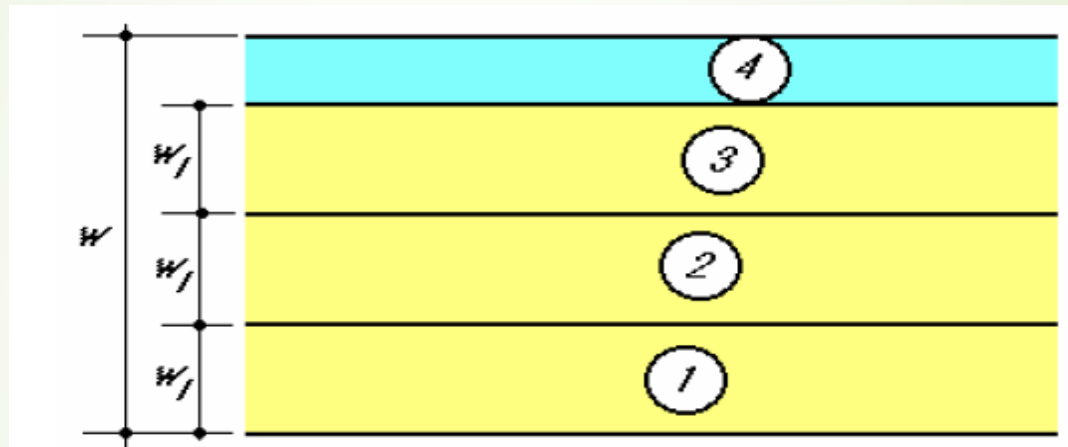
Zat'azenia mostov dopravou (CM)

Šírka vozovky „w“



Zat'azenia mostov dopravou (CM)

Delenie vozovky na návrhové zaťažovacie pruhy

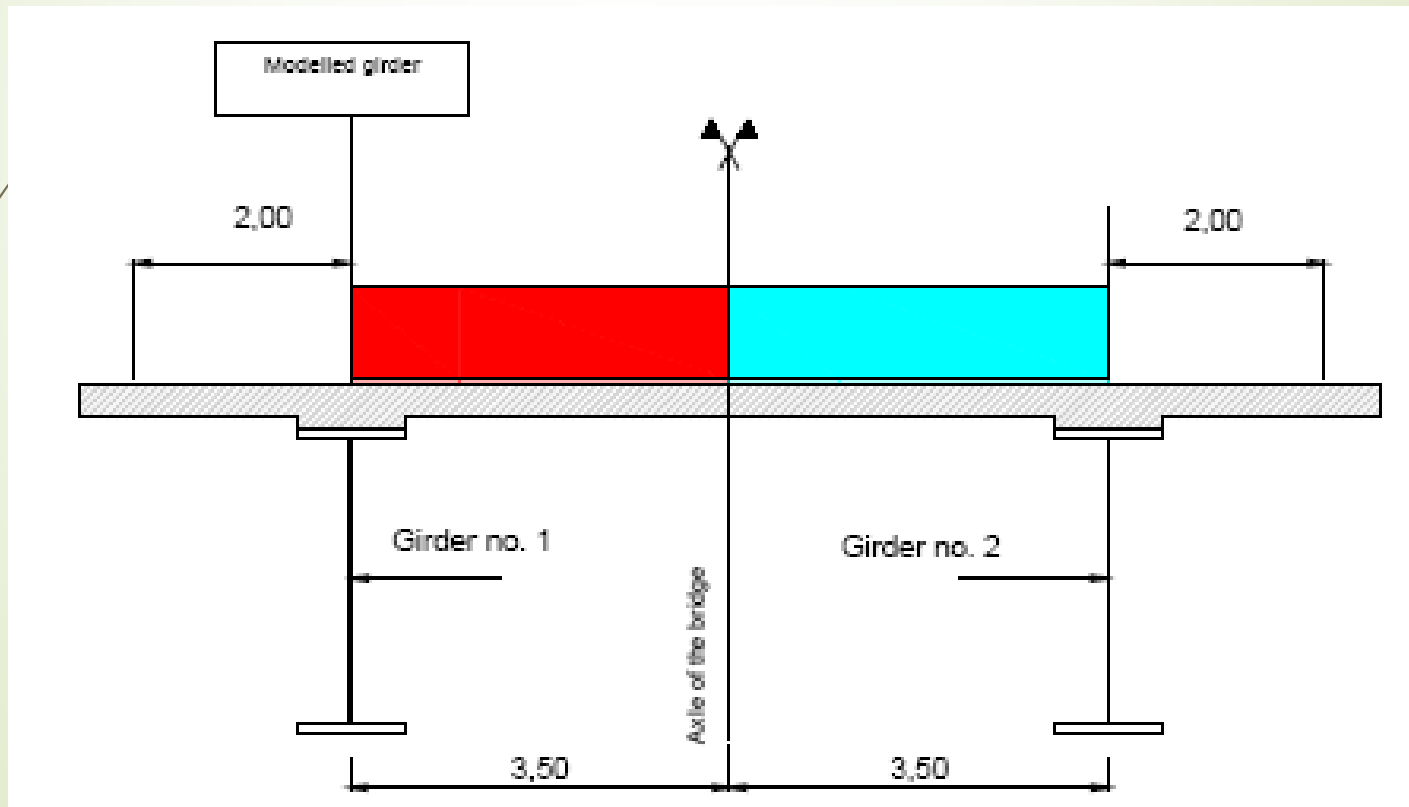


Šírka vozovky w	Počet návrhových zaťažovacích pruhov	Šírka návrhových zaťažovacích pruhov w_1	Šírka zvyšnej plochy
$w < 5,4 \text{ m}$	$n_1 = 1$	3 m	$w - 3 \text{ m}$
$5,4 \text{ m} \leq w < 6 \text{ m}$	$n_1 = 2$		0
$6 \text{ m} \leq w$	$n_1 = 3$	3 m	$w - 3 \times n_1$

Zat'azhenia mostov dopravou (CM)

Delenie vozovky na návrhové zaťažovacie pruhy

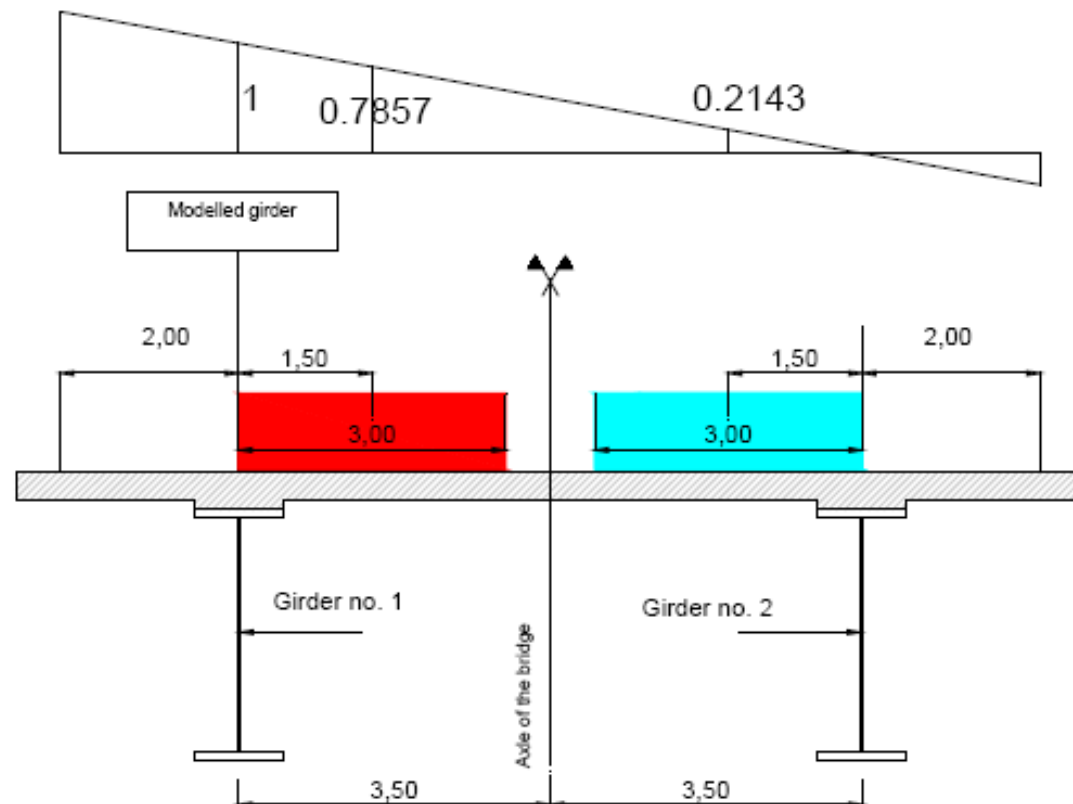
Delenie na dopravné pruhy - skutočnosť



Zaťaženia mostov dopravou (CM)

Delenie vozovky na návrhové zaťažovacie pruhy

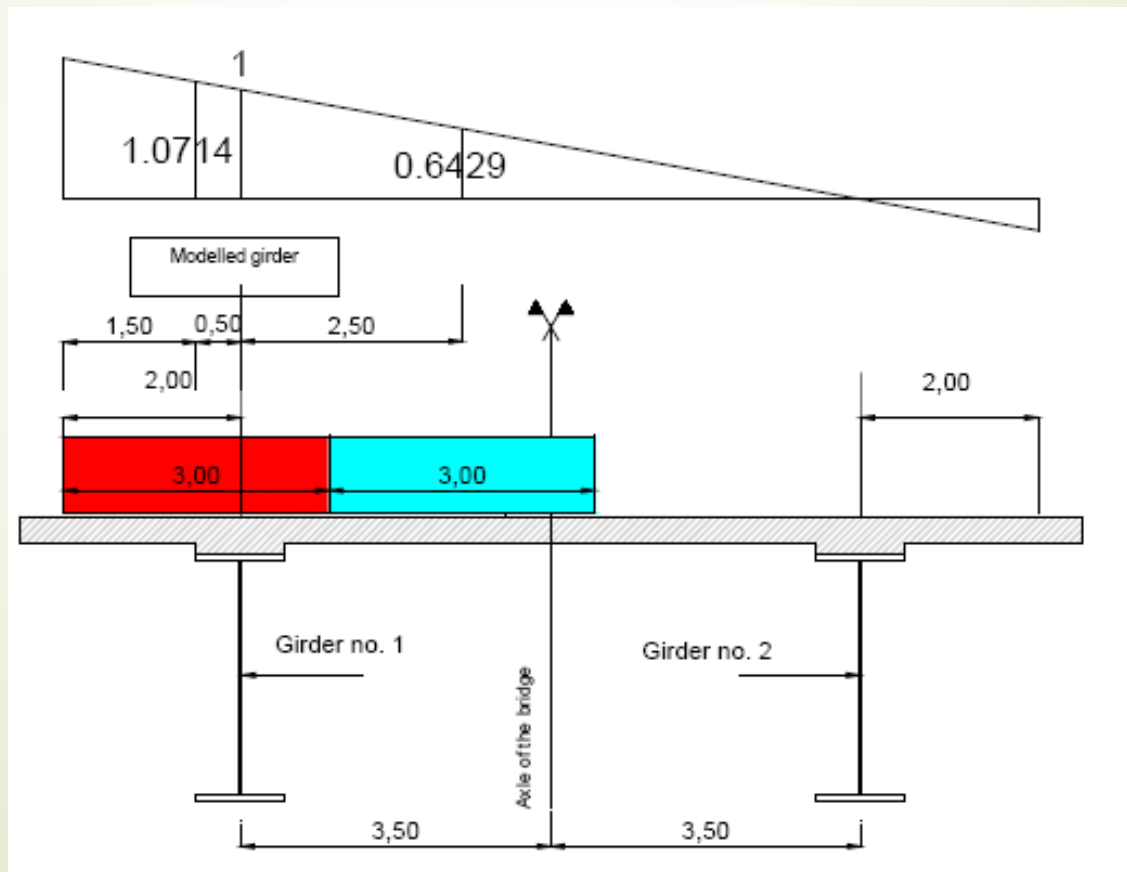
Delenie na dopravné pruhy - realistické



Zat'azenia mostov dopravou (CM)

Delenie vozovky na návrhové zaťažovacie pruhy

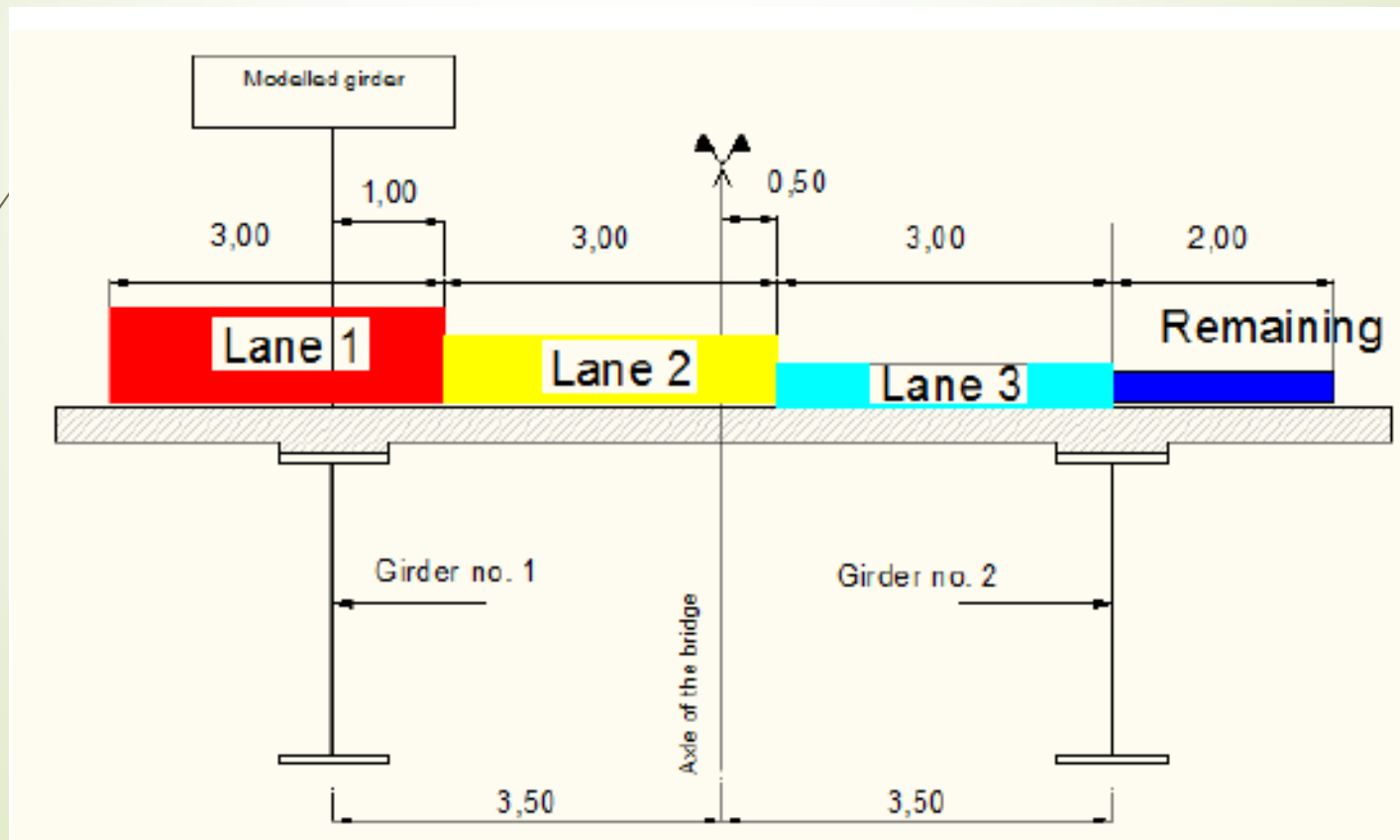
Max. prít'azenie ľavého nosníka



Zat'azhenia mostov dopravou (CM)

Delenie vozovky na návrhové zaťažovacie pruhy

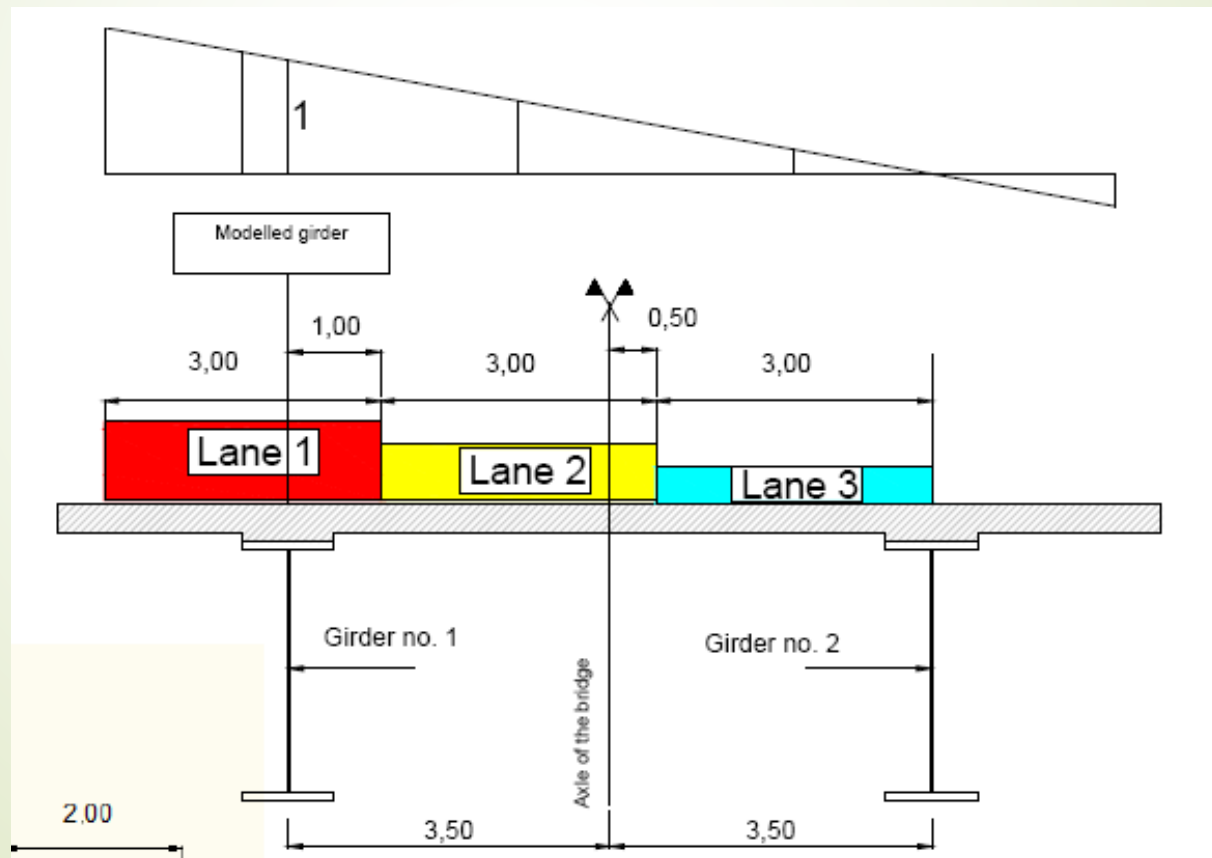
Max. prít'azenie ľavého nosníka - ďalšie pruhy



Zat'azhenia mostov dopravou (CM)

Delenie vozovky na návrhové zat'azovacie pruhy

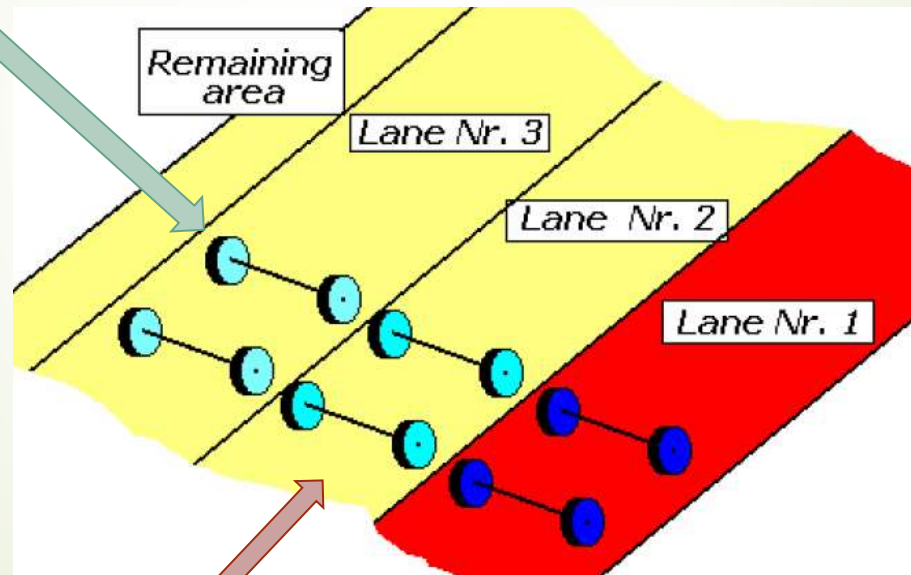
Rozdelenie pruhov podľa normy



Zat'azenia mostov dopravou (CM)

LM 1

Tandemový systém - TS



Rovnomerné spojité zaťaženie - UDL

Zat'azenia mostov dopravou (CM)

LM 1 - klasifikované zat'azenie

Tandemový systém - TS

$$\alpha_Q Q_k$$

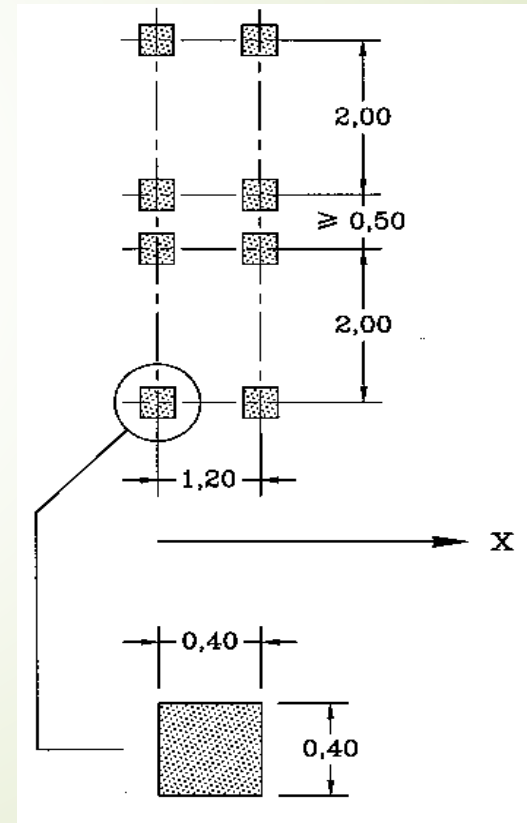
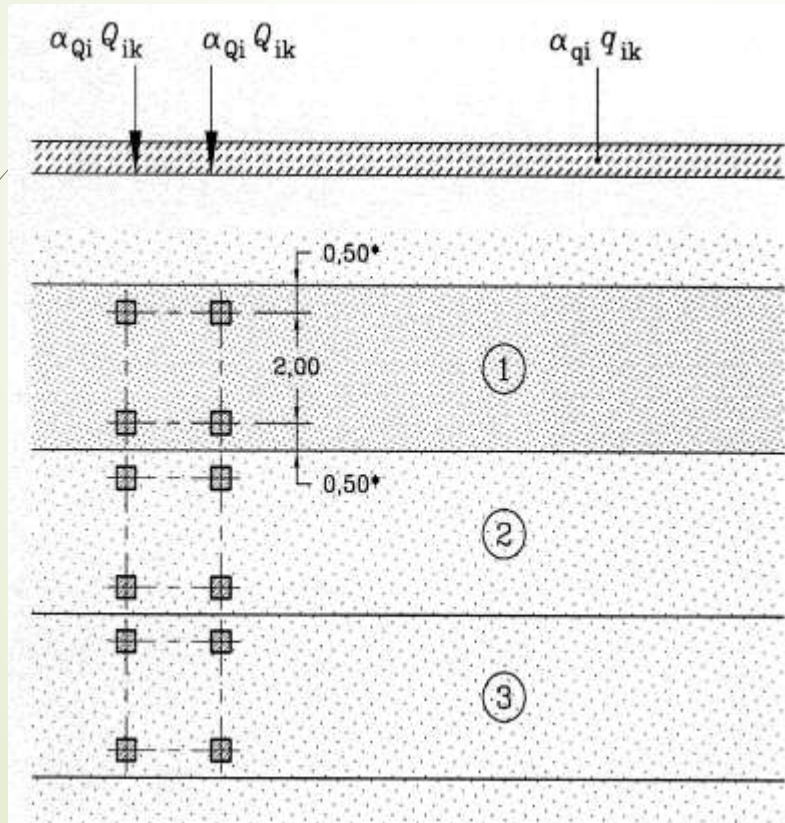
Rovnomerné spojité zat'azenie - UDL

$$\alpha_q q_k$$

Poloha	Tandemový systém Dvojnápravové vozidlo	UDL systém
	Nápravové zat'azenie Q_{ik} (kN)	q_{ik} (alebo q_{ik}) (kN/m ²)
Zat'azovací pruh 1	300	9
Zat'azovací pruh 2	200	2,5
Zat'azovací pruh 3	100	2,5
Iné zat'azovacie pruhy	0	2,5
Zvyšná plocha (q_{rk})	0	2,5

Zat'azhenia mostov dopravou (CM)

LM 1 - klasifikované zat'azhenie



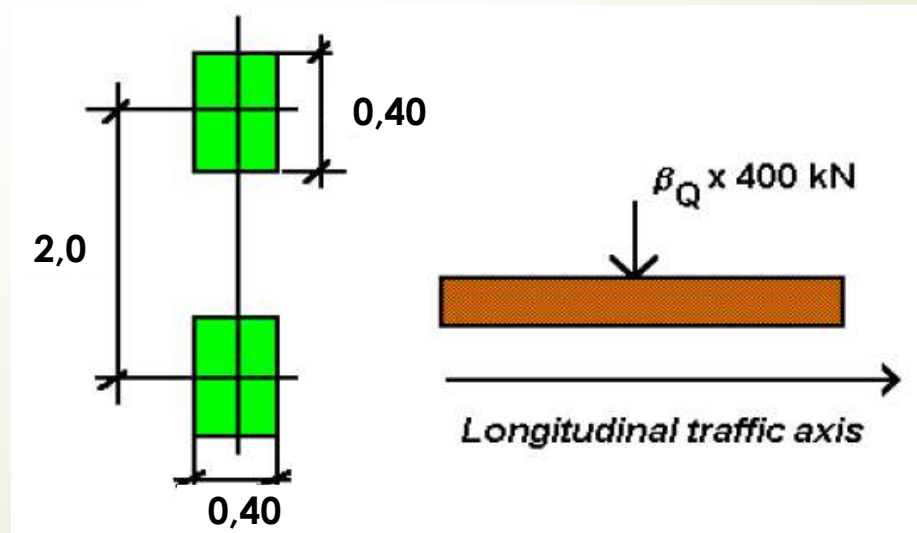
Zat'azhenia mostov dopravou (CM)

LM 2 - klasifikované zat'azhenie

Jednonápravové zaťaženie s hodnotou 400 kN

$$\beta_Q Q_{ak}$$

$$\beta_Q = 1,00$$

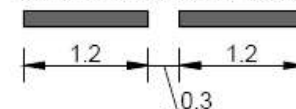


Zat'azenia mostov dopravou (CM)

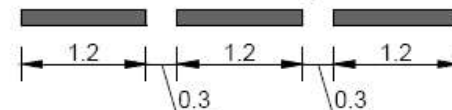
LM 3 - zvláštne vozidlá



150 kN or 200 kN axle weight



240 kN axle weight



Axle lines and wheel contact areas for special vehicles

Zat'azhenia mostov dopravou (CM)

LM 4 - dav ľudí

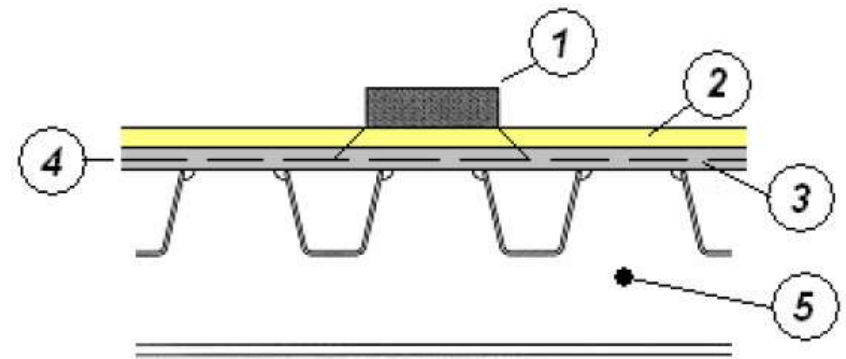
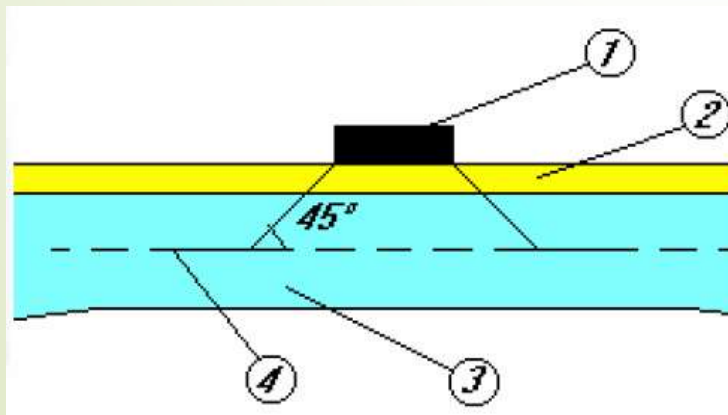
$$q_k = 5,00 \text{ kNm}^{-2}$$



Zat'azenia mostov dopravou (CM)

Roznos sústredených zat'azení

- 1 - kontaktný tlak koleša
- 2 - vozovka
- 3 - mostovka
- 4 - strednicová rovina
- 5 - hlavný nosný systém



Zat'azhenia mostov dopravou (CM)

Vodorovné zat'azhenie

Brzdné a rozjazdové sily

$$Q_{lk} = 0,6 \cdot \alpha_{Q1} \cdot (2Q_{1k}) + 0,10 \cdot \alpha_{q1} \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L$$

$$180 \cdot \alpha_{Q1} [kN] \leq Q_{lk} \leq 900 [kN]$$

Odstredivé sily

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

$$Q_v = \sum_i \alpha_{Qi} (2Q_{ik})$$

Zat'azenia mostov dopravou (CM)

Skupiny zat'azeni a kombinacie

Zat'azovacie modely

Zvislé zat'azenie: LM1, LM2, LM3, LM4

Vodorovné zat'azenie: brzdné, rozjazdové a odstredivé sily

Skupiny zat'azeni

gr1a, gr1b, gr2, gr3, gr4

charakteristické, časté a kvázistále hodnoty

Kombinácie s inými zat'azzeniami



Zat'azenia mostov dopravou (CM)

Skupiny zat'azeni a kombinacie

		VOZOVKA					Chodníky pre chodcov a cyklistov	
Typ zat'azenia		Zvislé sily			Vodorovné sily		Výlučne zvislé zat'azenie	
Číslo článku		4.3.2	4.3.3	4.3.4	4.3.5	4.4.1	4.4.2	5.3.2-(1)
Zaťažovací systém		LM1 (TS a RSZ systém)	LM2 Jednonápravové vozidlá	LM3 Zvláštne vozidlá	LM4 Zaťaženie davom ľudí	Brzdné a rozjazdové sily ⁽¹⁾	Odstredivé a bočné sily ⁽²⁾	Rovnomerné spojité zaťaženie
Zaťažovacie skupiny	sk1a	Charakter. hodnoty						Kombinačná hodnota ⁽³⁾
	sk1b		Charakter. hodnota					
	sk2	Časté hodnoty				Charakter. hodnota	Charakter. hodnota	
	sk3 ⁽⁴⁾							Charakter. hodnota ⁽²⁾
	sk4				Charakter. hodnota			Charakter. hodnota
	sk5	Pozri prílohu A		Charakter. hodnota				
Dominantná zložka zaťaženi (označená ako zložka súvisiaca so skupinou)								
⁽¹⁾ Môžu byť definované v národnej prílohe (pre uvedené prípady). ⁽²⁾ Môžu byť definované v národnej prílohe. Odporúčaná hodnota je 3 kN/m ² . ⁽³⁾ Pozri 5.3.2.1-(2) iba jeden zaťažovaný chodník sa má uvažovať len v prípade, že to vyvolá nepriaznivejší účinok, ako keď sú zaťažované oba chodníky. ⁽⁴⁾ Táto skupina sa neuvažuje, ak sa uvažuje skupina sk 4.								

Zat'azenia mostov dopravou (CM)

Únavové zat'azovacie modely

FLM 1



Odvođený od LM 1

FLM 2



Časté zoskupenie nákladných vozidiel

FLM 3



Samostatné vozidlo

FLM 4



Skupina normalizovaných nákladných vozidiel

FLM 5



Vychádza z experimentálnych meraní na moste



Zat'azenia mostov dopravou (chodníky a lávky)

- STN EN 1991-2 kapitola 5

Platnosť:

- chodníky
- cyklistické komunikácie
- lávky pre chodcov

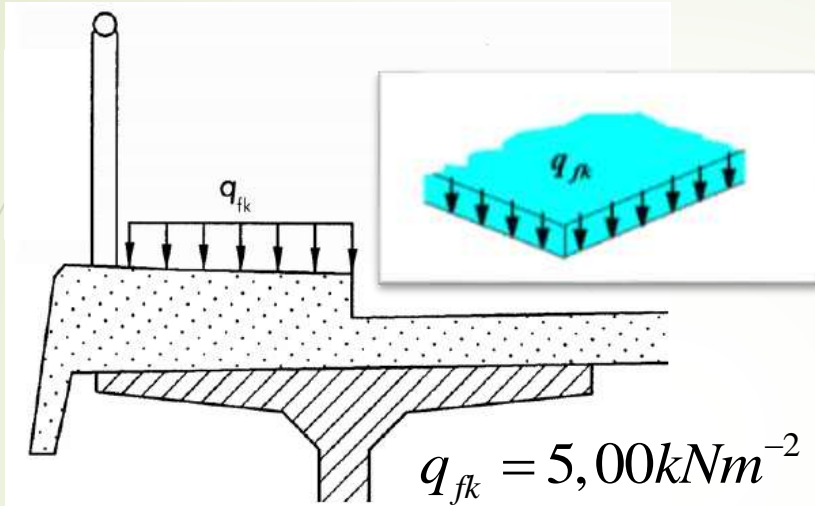
Modely zahŕňajú:

- pohyb chodcov a cyklistov
- menšie zat'azenia vyvolané bežnou údržbou a výstavbou (napr. služobné vozidlá)
- mimoriadne situácie

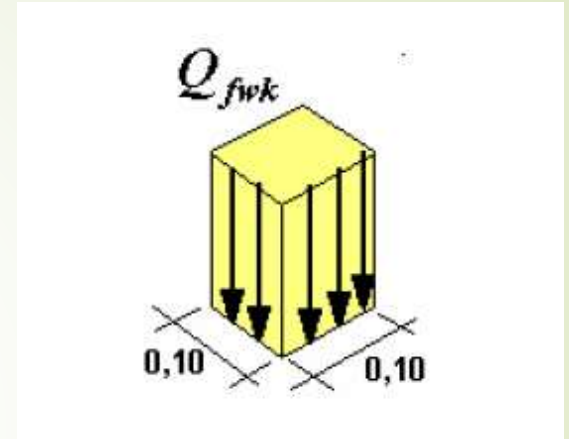
Odozva konštrukcie:

- zvislé a vodorovné sily
- statické a dynamické sily

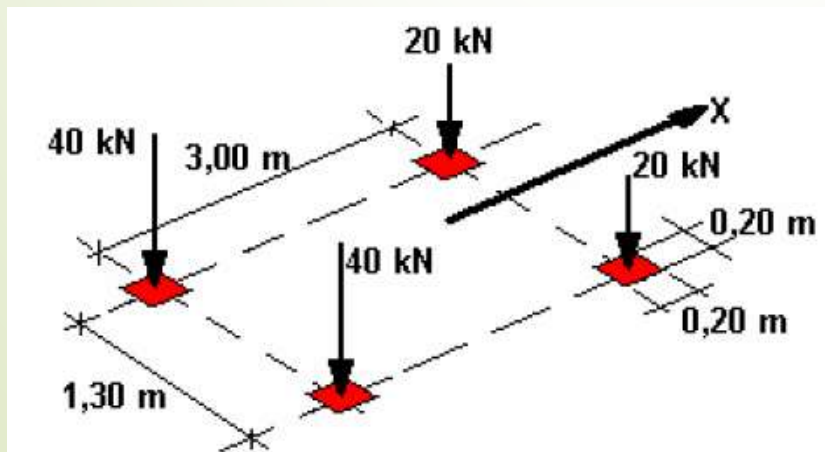
Zat'azenia mostov dopravou (chodníky a lávky)



Rovnomerné spojité zat'azenie



Sústredené bremeno



Služobné vozidlo
(12 t)

Zat'azenia mostov dopravou (chodníky a lávky)

Vodorovné sily

Q_{flk} Sila pôsobiaca pozdĺž lávky v úrovni povrchu vozovky uvažuje sa ako maximum z:

- 10 % celkového zat'azenia modelom rovnomerného spojitého zat'azenia
- 60 % celkovej hmotnosti služobného vozidla

Skupiny zat'azení

Typ zat'azenia		Zvislé sily		Vodorovné sily
Zat'azovací systém		Spojité zat'azenie	Obslužné vozidlo	
Skupiny zat'azení	gr1	q_{flk}	0	Q_{flk}
	gr2	0	Q_{serv}	Q_{flk}

Zat'azenia mostov dopravou (žM)

- ▶ STN EN 1991-2 kapitola 6

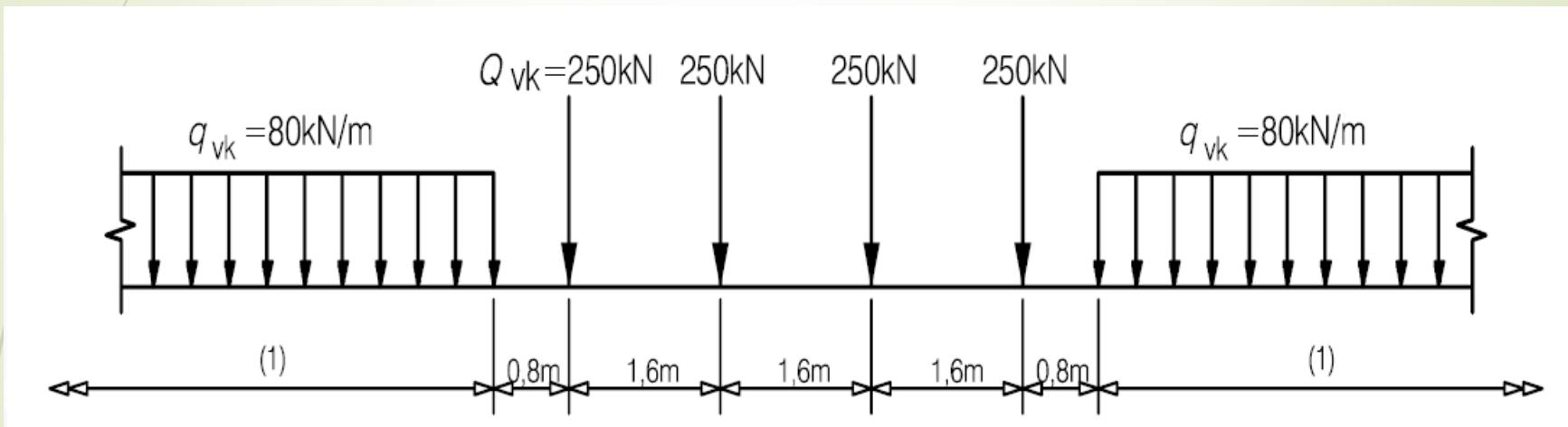
Zat'azovacie modely:

- ▶ zat'azovací model 71
- ▶ zat'azovací model SW/0
- ▶ zat'azovací model SW/2
- ▶ zat'azovací model HSLM
- ▶ zat'azovací model „prázdné vozne“
- ▶ zat'azovacie modely prevádzkových vlakov

Zat'azenia mostov dopravou (žM)

Zat'azovací model 71

- reprezentuje zat'azenie na mostoch od bežnej dopravy

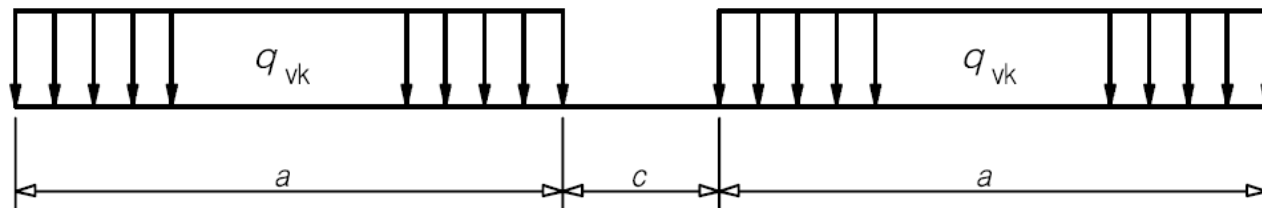


- $4 \times 250 \text{ kN}$ - charakteristické hodnoty nápravových síl
- 80 kN/m - charakteristická hodnota spojitého zat'azenia
- neobmedzená platnosť

Zat'azenia mostov dopravou (žM)

Zat'azovacie modely SW/0 a SW/2

- SW/0 reprezentuje zat'azenie na spojitých mostoch od bežnej dopravy
- SW/2 reprezentuje zat'azenie na mostoch od t'azkej dopravy



Load model	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/0	133	15,0	5,3
SW/2	150	25,0	7,0

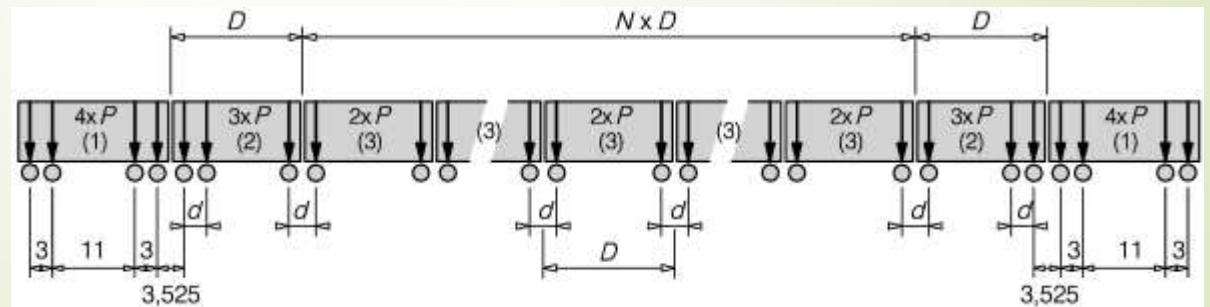
Zat'azenia mostov dopravou (žm)

Zat'azovací model „prázdné vozne“

- pre niektoré špecifické overenia (stabilita celej konštrukcie)
- 10,0 kN/m

Zat'azovací model HSLM

- High Speed Load Model
- pre rýchlosti nad 200 km/h
- pre dynamickú analýzu konštrukcie
- HSLM A a HSLM B

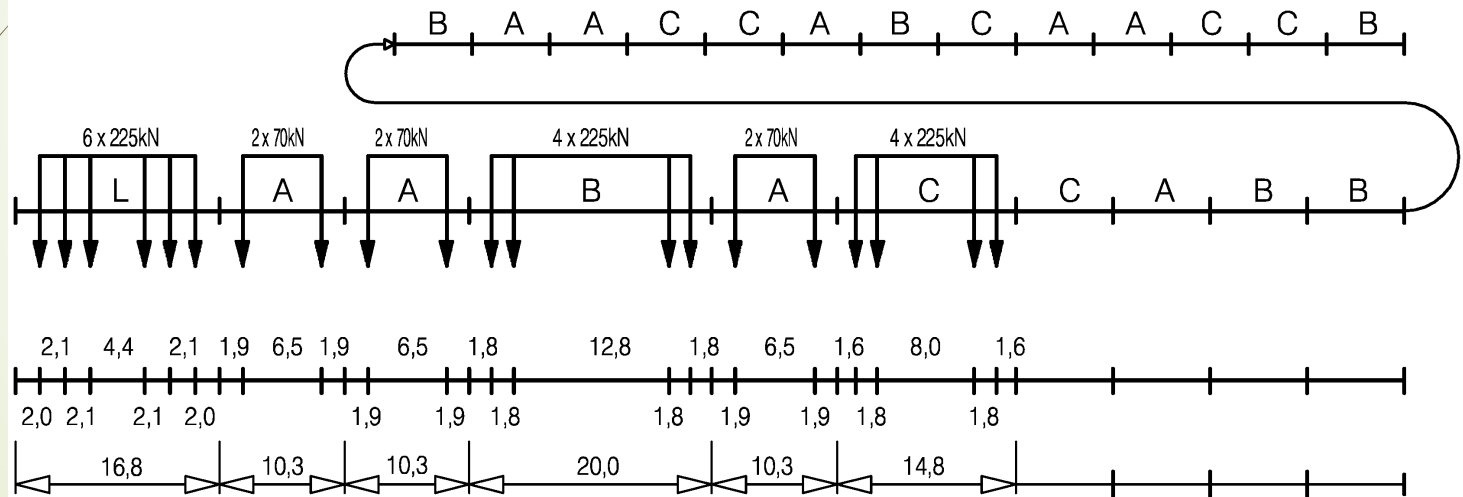


Zat'azenia mostov dopravou (žM)

Vlaky pre posúdenie únavy

► 13 typov vlakov

$$\Sigma Q = 14310\text{kN} \quad V = 100\text{km/h} \quad L = 333,10\text{m} \quad q = 43,0\text{kN/m'}$$



Zat'azenia mostov dopravou (žM)

Klasifikované zvislé zat'azenie

súčiniteľom α sa násobia:

- charakteristické hodnoty zvislých zat'azení pre LM71
- ekvivalentné zvislé zat'azenia na zemné telesá
- odstredivé sily
- bočné nárazy
- brzdné a rozjazdové sily
- kombinovaná odozva konštrukcie a trate na premenné zat'azenie
- zat'azenia od vykoľajenia vlaku
- zat'azovací model SW/0

0,75 - 0,83 - 0,91 - 1,00 - 1,10 - 1,21 - 1,33 - 1,46

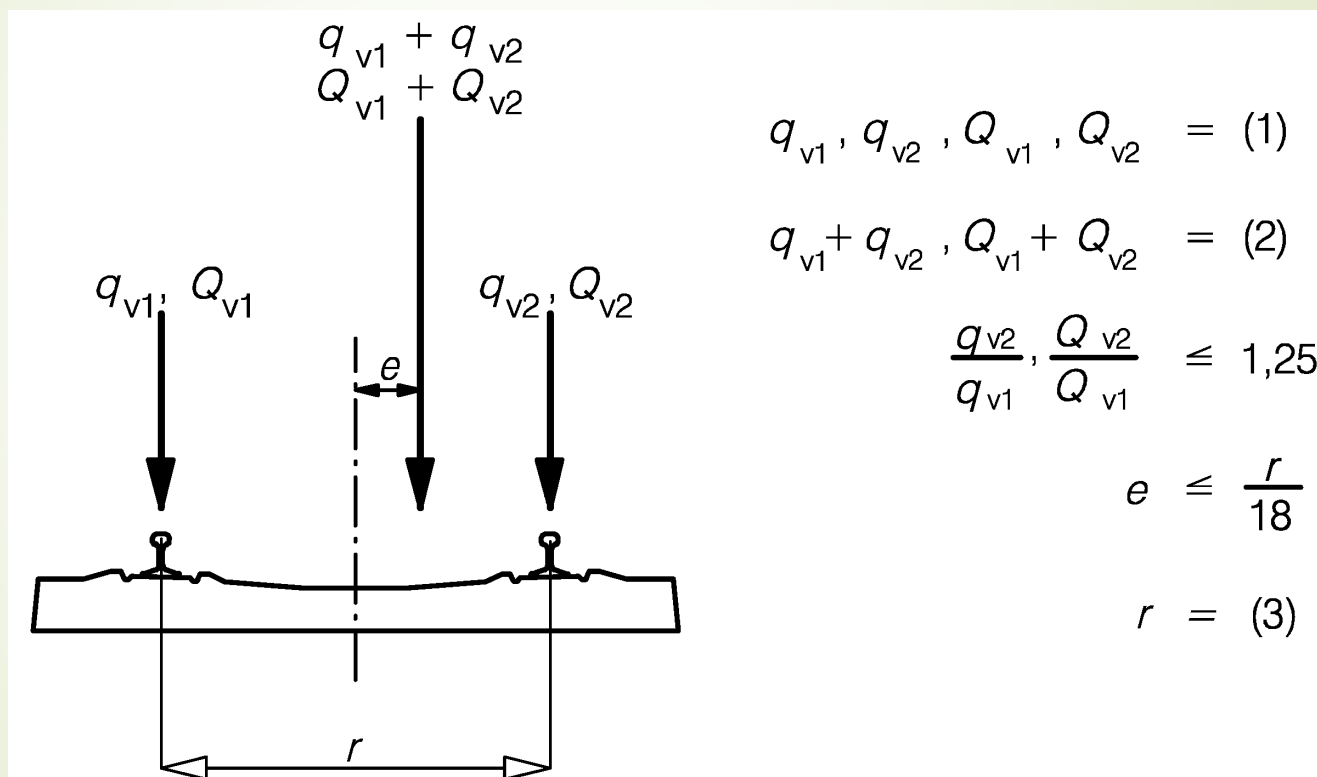
Vlečky

Vedľajšie
trate

Hlavné
trate

Zat'azenia mostov dopravou (žM)

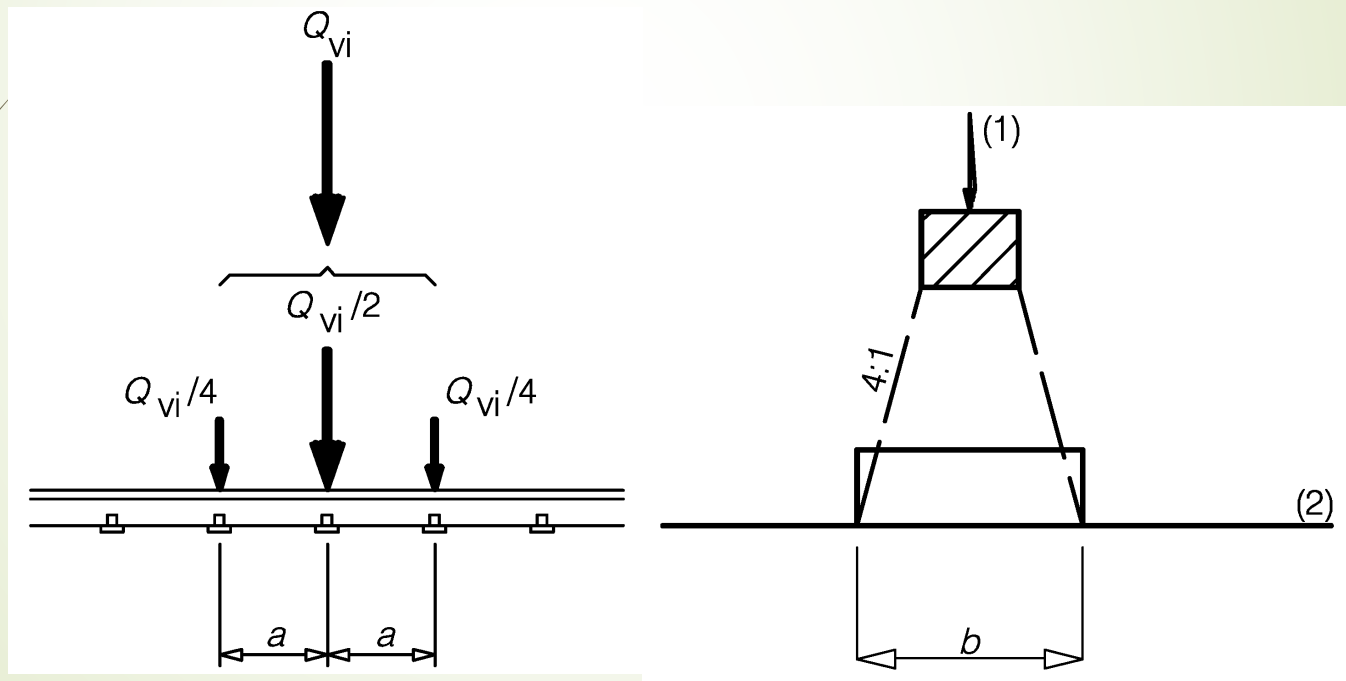
Excentricita zvislých zat'azení



- ▶ platí pre modely LM71 a SW/0
- ▶ vplyv nerovnomerne rozloženého nákladu

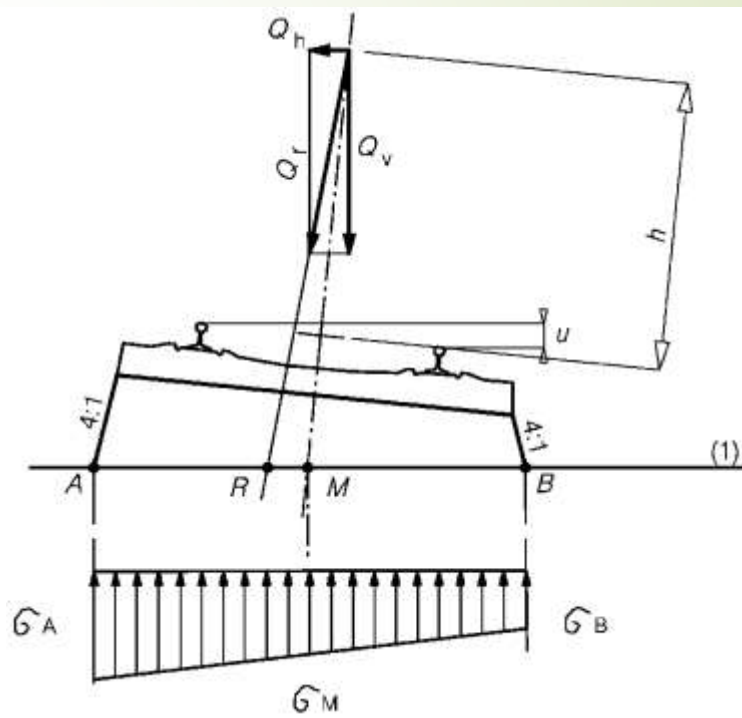
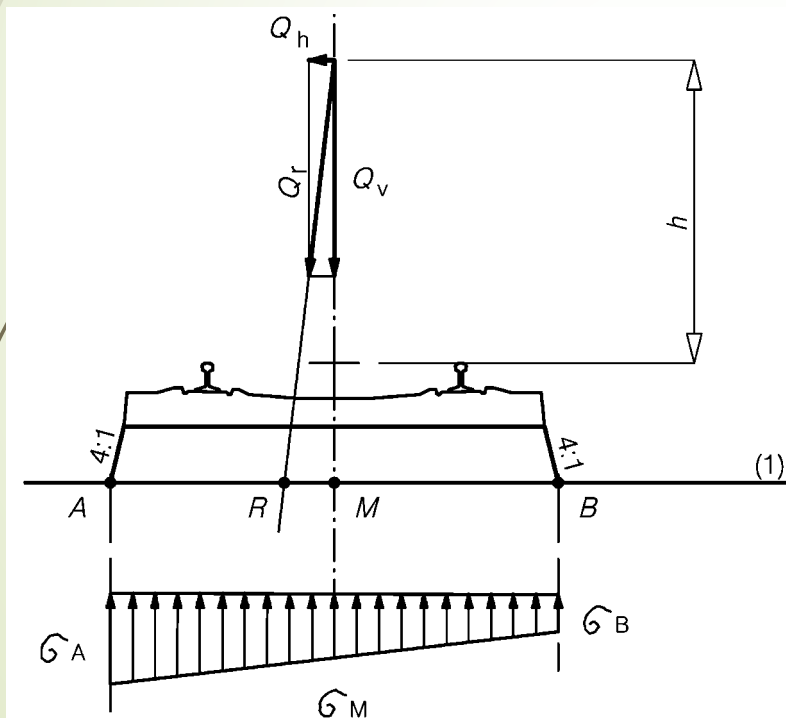
Zat'azenia mostov dopravou (žM)

Pozdĺžny roznos zat'azenia



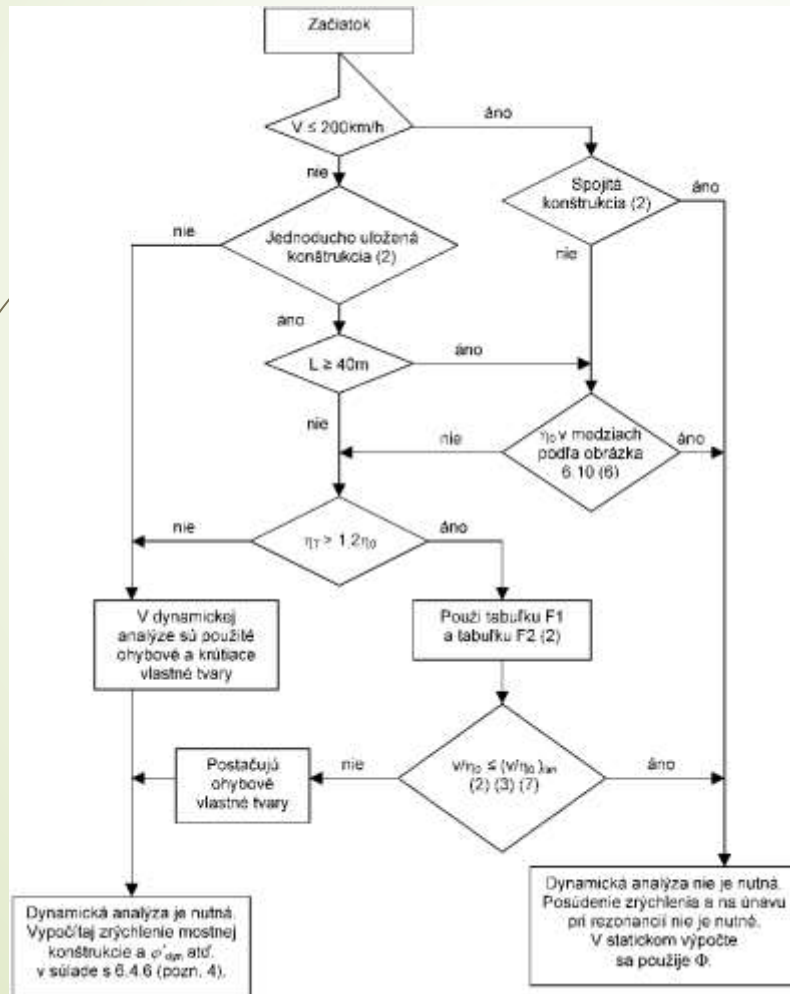
Zaťaženia mostov dopravou (žm)

Priečny roznos zaťaženia



Zat'azenia mostov dopravou (žM)

Dynamické účinky



Dynamický súčiniteľ:

- dobre udržiavaná trať

$$\phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\phi} - 0,2} + 0,82$$

$$1,00 \leq \phi_2 \leq 1,67$$

- bežne udržiavaná trať

$$\phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi} - 0,2} + 0,73$$

$$1,15 \leq \phi_3 \leq 2,00$$

Zat'azenia mostov dopravou (žM)

Vodorovné účinky - odstredivé sily

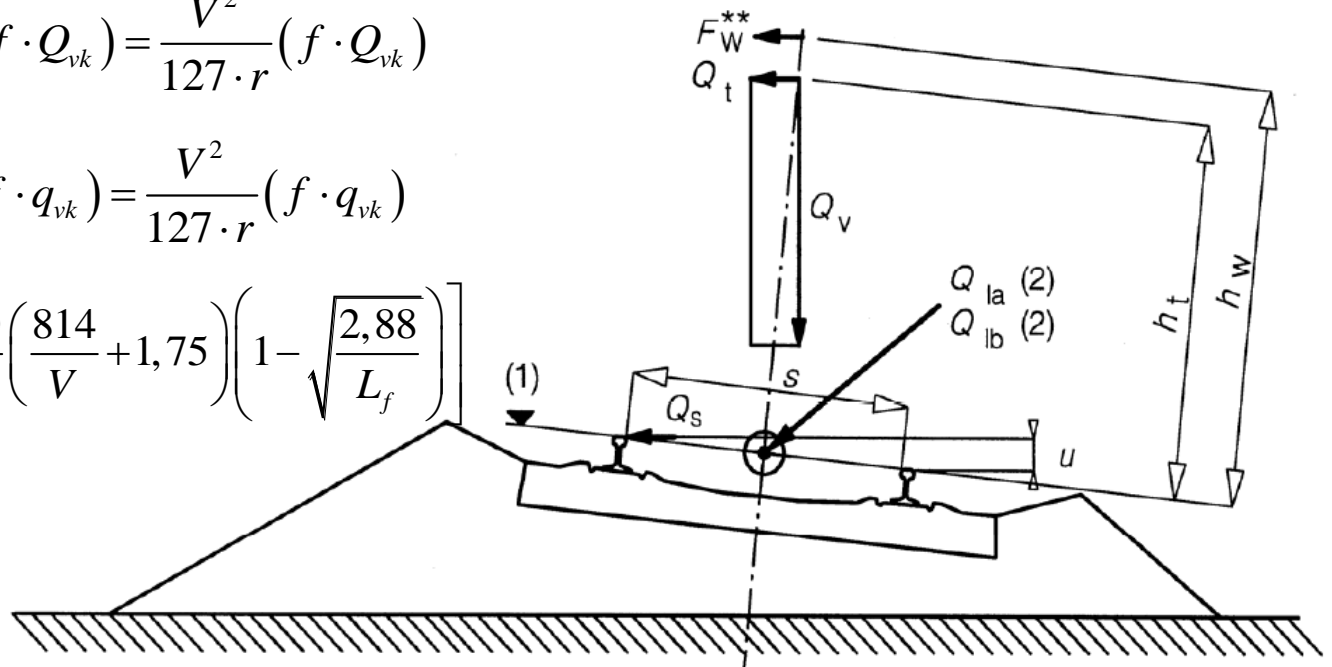
Poloha a smer zat'azenia:

- 1,8 m nad temenom koľajnice
- vo vodorovnom smere, smerom von z oblúka
- stanovujú sa pre maximálnu traťovú rýchlosť

$$Q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} (f \cdot Q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} (f \cdot Q_{vk})$$

$$q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} (f \cdot q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} (f \cdot q_{vk})$$

$$f = \left[1 - \frac{V - 120}{1000} \left(\frac{814}{V} + 1,75 \right) \left(1 - \sqrt{\frac{2,88}{L_f}} \right) \right]$$



Zat'azenia mostov dopravou (žM)

Vodorovné účinky - bočné nárazy

Príčina vzniku:

- nedokonalosť kolesa
- nepriamosť koľajnice

Poloha a smer zat'azenia:

- vodorovná sila v osi koľaje
- pôsobisko v temene koľajnice
- v priamej aj v oblúku

$$Q_{sk} = 100kN$$

Poznámky:

- nenásobí sa dyn. súčiniteľom
- násobí sa α , ale len pre $\alpha \geq 1,0$
- v priamej aj v oblúku
- vždy sa kombinujú so zvislým zat'azením dopravou

Zat'azenia mostov dopravou (žM)

Vodorovné účinky - brzdné a rozjazdové sily

Príčina vzniku:

- brzdenie resp. rozjazd vlaku

Poloha a smer zat'azenia:

- rovnomerne rozdelené po účinnej zat'azovacej dĺžke
- pôsobisko v temene koľajnice

Brzdné sily:

LM71, SW/0 a HSLM

$$Q_{lbk} = 20 [kN / m] \cdot L_{a,b} [m] \leq 6000 [kN]$$

SW/2

$$Q_{lbk} = 35 [kN / m] \cdot L_{a,b} [m] \leq 6000 [kN]$$

Rozjazdové sily:

LM71, SW/0, SW/2 a HSLM

$$Q_{lak} = 33 [kN / m] \cdot L_{a,b} [m] \leq 1000 [kN]$$

Zat'azenia mostov dopravou (žM)

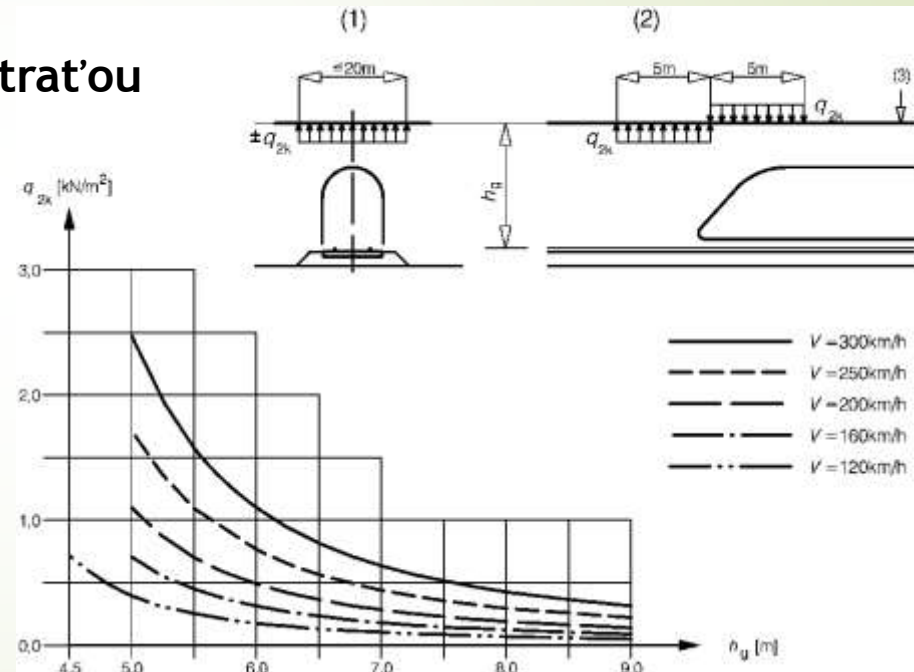
Skupiny zat'azeni

Počet koľají			Zaťažovacie skupiny			Zvislé zaťaženie			Vodorovné zaťaženie			Poznámka
1	2	≥ 3	Podľa EN 1991-2			6.3.2/6.3.3	6.3.3	6.3.4	6.5.3	6.5.1	6.5.2	
			počet zat. koľají	Zať. skupiny ⁽⁸⁾	Zaťažená koľaj	LM 71 ⁽¹⁾ SW/O ^{(1), (2)} HSLM ^{(6), (7)}	SW/2 ^{(1), (3)}	Prázdne vozne	Rozjazd Brzdenie ⁽¹⁾	Odstredivá sila ⁽¹⁾	Bočné nárazy ⁽¹⁾	
			1	gr11	T ₁	1			1 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾	Max. zvislé 1 s max. vodorovným
			1	gr 12	T ₁	1			0,5 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	Max. zvislé 2 s max. priečnym
			1	gr 13	T ₁	1 ⁽⁴⁾			1	0,5 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾	Max. pozdĺžne
			1	gr 14	T ₁	1 ⁽⁴⁾			0,5 ⁽⁵⁾	1	1	Max. priečne
			1	gr 15	T ₁			1		1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	Stabilita v prieč. smere pre "prázdne vozne"
			1	gr 16	T ₁		1		1 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾	SW/2 s max. pozdĺžnym
			1	gr 17	T ₁		1		0,5 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	SW/2 s max. priečnym
			2	gr 21	T ₁ T ₂	1 1			1 ⁽⁵⁾ 1 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	Max. zvislé 1 s max pozdĺžnym
			2	gr 22	T ₁ T ₂	1 1			0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾ 1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾ 1 ⁽⁵⁾	Max. zvislé 2 s max. priečnym
			2	gr 23	T ₁ T ₂	1 ⁽⁴⁾ 1 ⁽⁴⁾			1 1	0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	Max. pozdĺžne
			2	gr 24	T ₁ T ₂	1 ⁽⁴⁾ 1 ⁽⁴⁾			0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	1 1	1 1	Max. priečne
			2	gr 26	T ₁ T ₂	1	1		1 ⁽⁵⁾ 1 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	SW/2 s max. pozdĺžnym
			2	gr 27	T ₁ T ₂	1	1		0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾ 1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾ 1 ⁽⁵⁾	SW/2 s max. priečnym
			≥ 3	gr 31	T _i	0.75			0.75 ⁽⁵⁾	0.75 ⁽⁵⁾	0.75 ⁽⁵⁾	Prídavný zaťažovací stav

Zat'azenia mostov dopravou (žM)

Ostatné zat'azenia

- aerodynamické zat'azenia od vlakov
 - povrchy nad traťou
 - povrchy rovnobežné s traťou
 - povrchy priľahlé trati



- zat'azenie verejných chodníkov
 - plošné zat'azenie 5,0 kN/m²
 - osamelá sila 2,0 kN na ploche 200x200 mm

Mimoriadne zaťaženia od cestnej dopravy

Zaťaženie od zrážky vozidiel pod mostom

Nárazové sily na piliere a podpery

Nárazové sily na nosnú konštrukciu

Zaťaženie spôsobené vozidlami na moste

Účinky vozidiel na chodníkoch

Účinky vozidiel na cyklistických pruhoch

Sily od nárazov vozidiel na obrubníky

Sily od nárazov vozidiel na zvodidlá

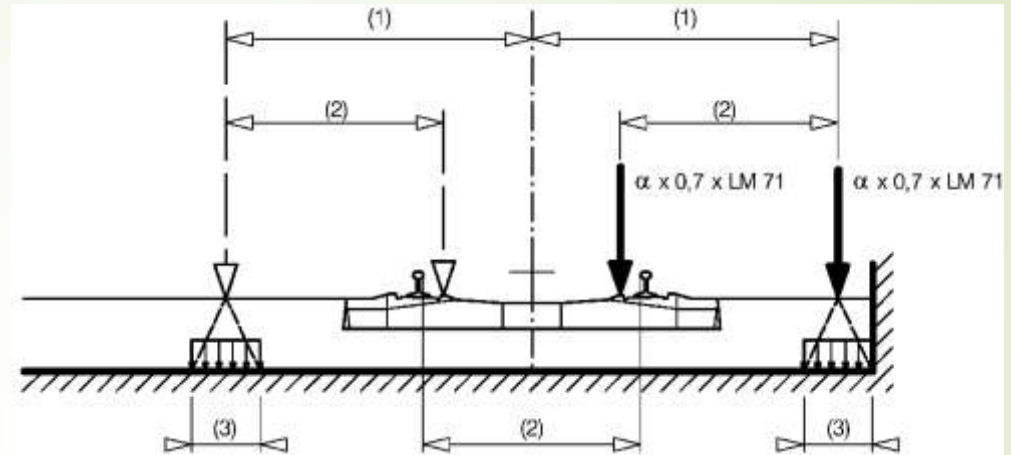
Sily od nárazov vozidiel na konštrukčné prvky mosta

Sily od nárazov vozidiel na zábradlia

Mimoriadne zaťaženia od železničnej dopravy

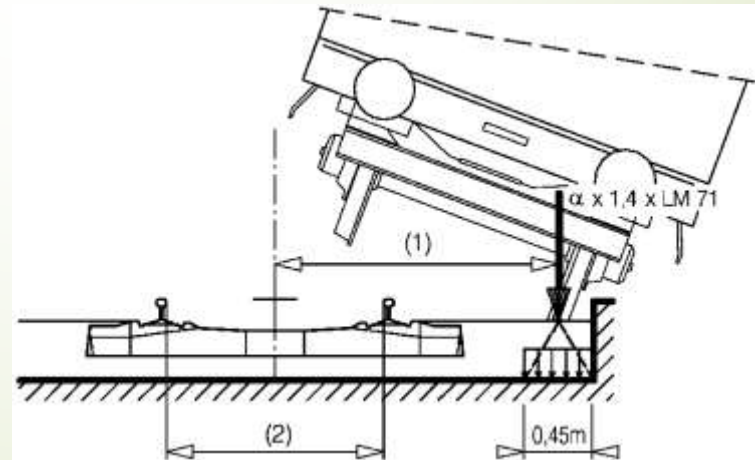
Návrhová situácia I

prípustné je len
lokálne poškodenie
konštrukcie



Návrhová situácia II

posúdenie stability



Zat'azenie mostov vetrom

- zat'azenie vetrom je premenné pevné zat'azenie
- pôsobenie vetra:
 - priamo ako tlak na vonkajšie povrchy konštrukcie,
 - trecie sily (na veľkých plochách pri obtekaní).
- reprezentácia zat'azenia vetrom:
 - skupina tlakov,
 - jednoduché sily.
- aplikácia zat'azenia
 - vietor na konštrukciu
 - vietor na dopravný pás

Zat'azenie mostov vetrom

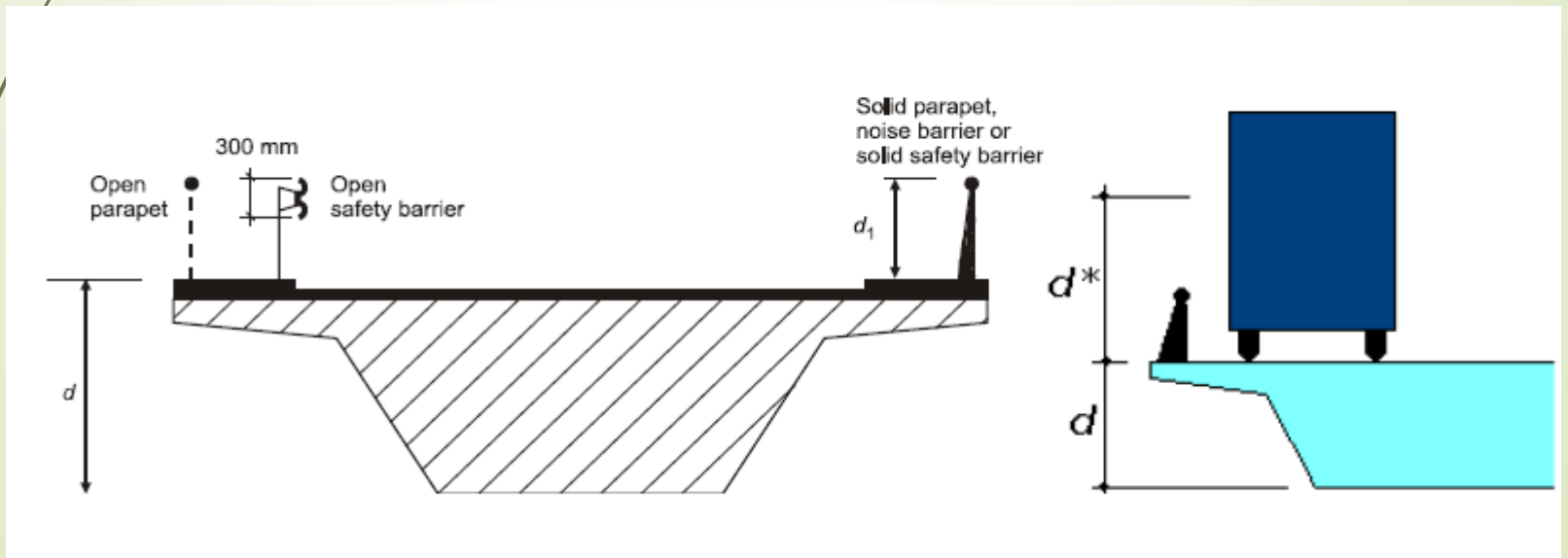
$$F_w = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x}$$

špičkový tlak vetra

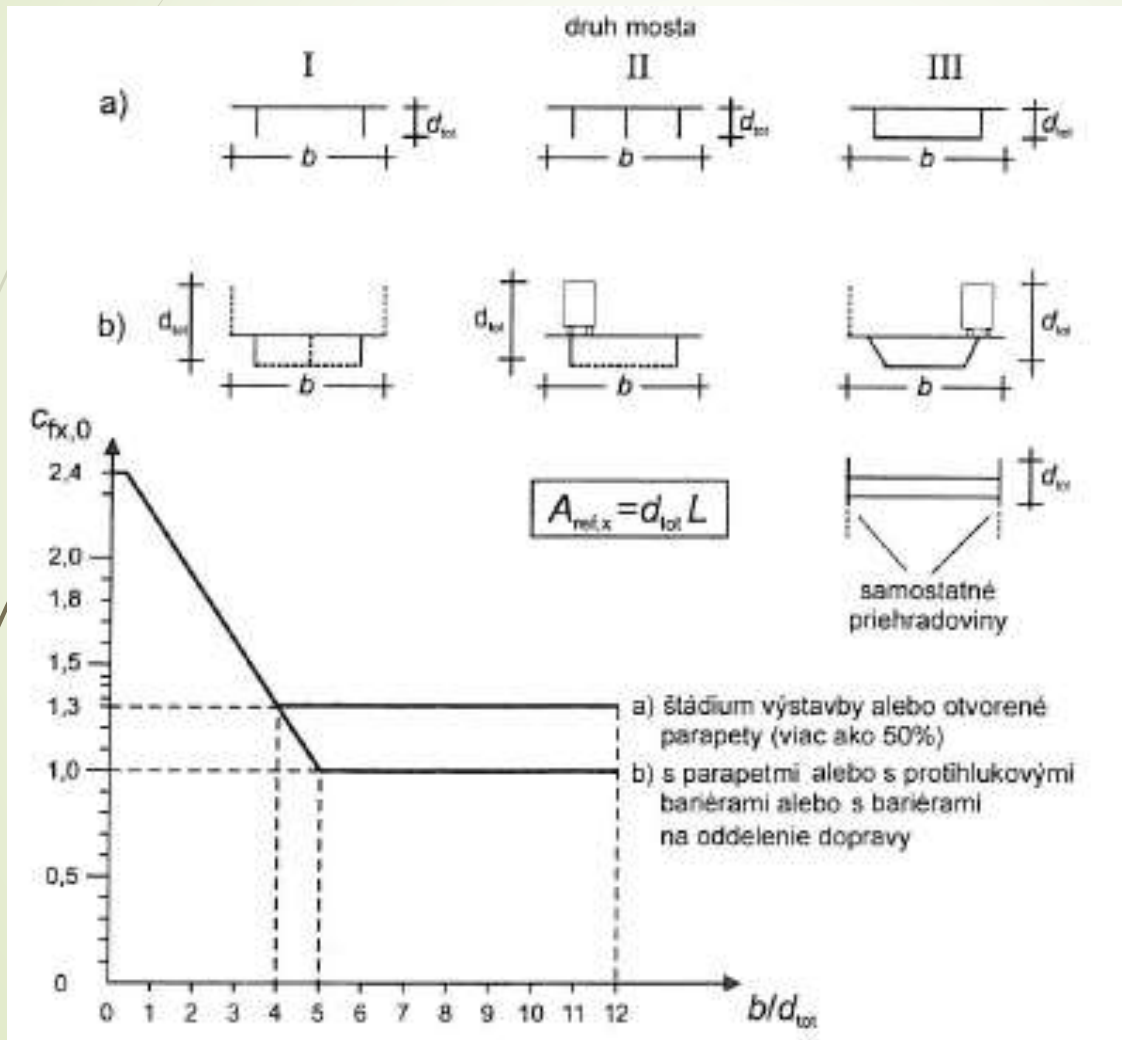
tvarový súčiniteľ

referenčná plocha

$$C = c_e \cdot c_{f,x}$$



Zat'azenie mostov vetrom



výška d_{TOT} :

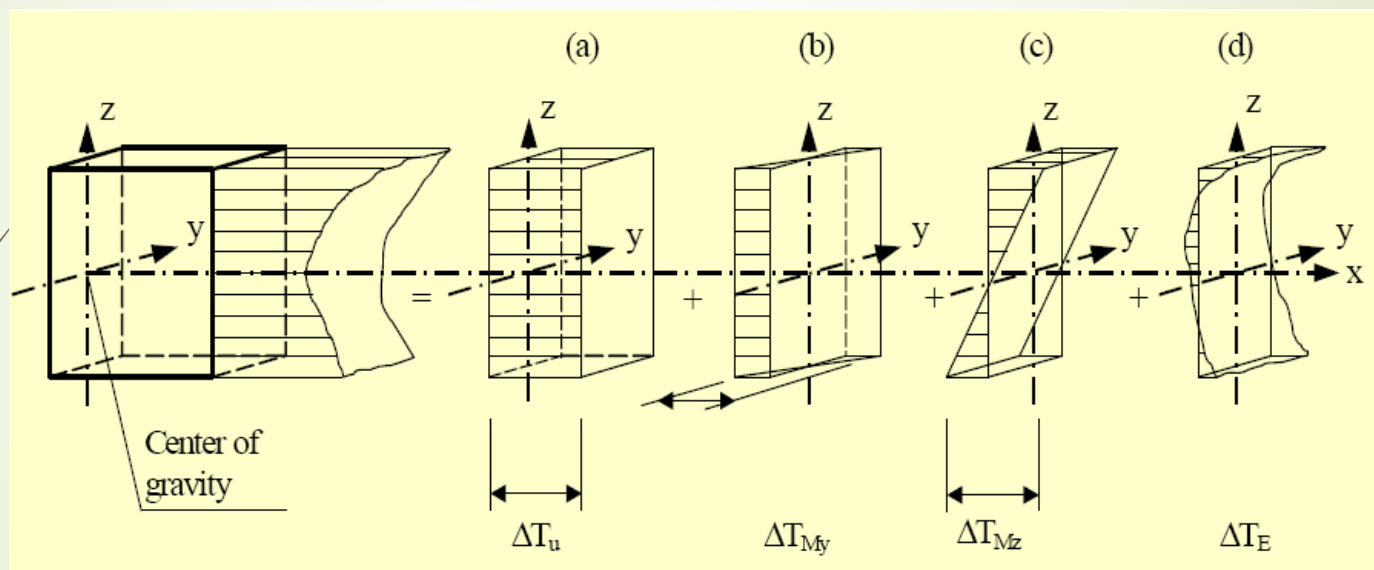
a, nezat'azený most
b, zat'azený most

výška dopravného pásu = 2,0 m (CM)
= 4,0 m (ŽM)

Zaťaženia účinkami teploty

Overovanie prvkov resp. konštrukcií:

- vytvorením dilatačných škár
- zahrnutím účinkov do návrhu

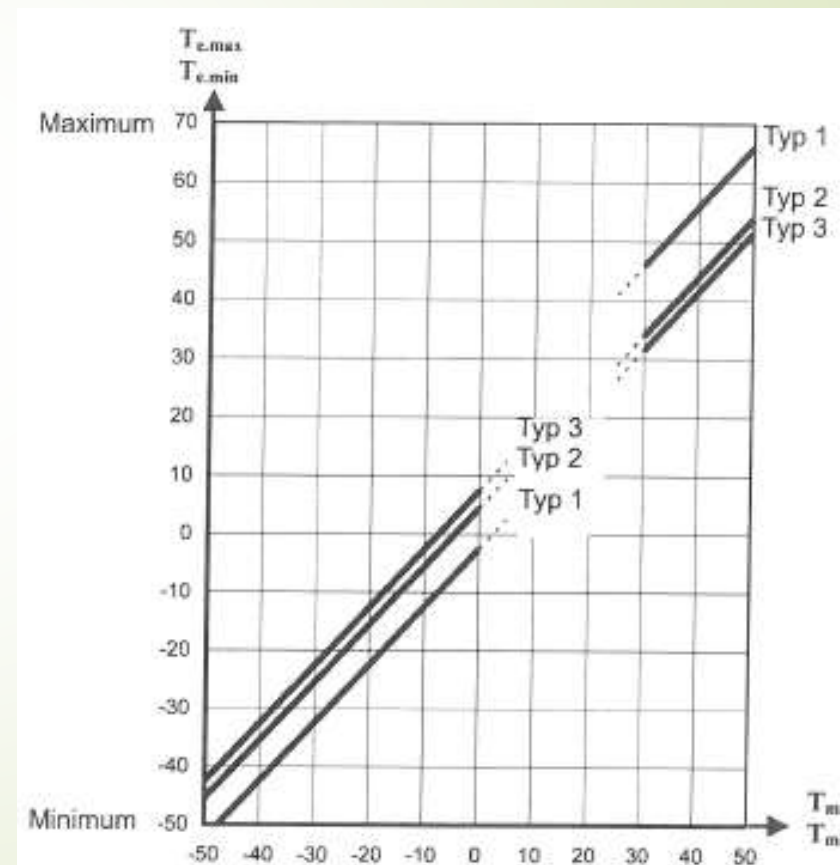


- zložka rovnomernej teploty
- zložka lineárne meniaceho sa teplotného spádu okolo osi z-z
- zložka lineárne meniaceho sa teplotného spádu okolo osi y-y
- nelineárna zložka teplotného spádu

Zaťaženia účinkami teploty


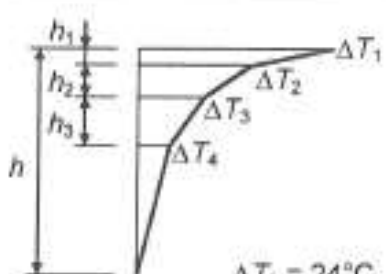
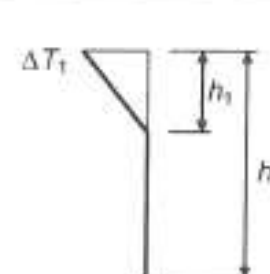

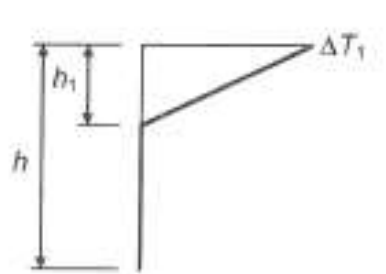
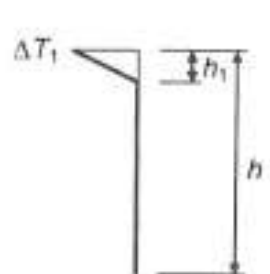
Rovnomerná zložka teploty (účinky):

- obmedzenie predĺžení alebo skrátení, spôsobené typom konštrukcie (portálový rám, oblúk, gumové ložiská,...)
- trenie vo valčekových alebo klzných ložiskách
- nelineárne geometrické účinky (teória druhého rádu)
- interakcia medzi koľajou a mostom na železničných mostoch - dodatočné sily v ložiskách



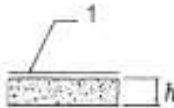

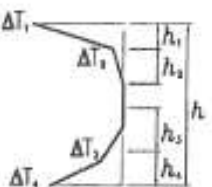
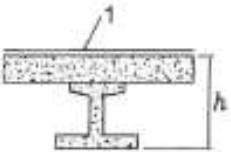
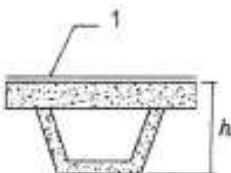
Zaťaženia účinkami teploty

Zložka teplotného spádu - oceľové mosty

Typ konštrukcie	Teplotný spád ΔT	
	a) ohrievanie	b) ochladzovanie
<p>40 mm povrchová úprava</p>  <p>1a. Oceľová nosná konštrukcia – oceľový komorový nosník</p>	 <p>$\Delta T_1 = 24^\circ\text{C}$ $\Delta T_2 = 14^\circ\text{C}$ $\Delta T_3 = 8^\circ\text{C}$ $\Delta T_4 = 4^\circ\text{C}$</p> <p>$h_1 = 0,1 \text{ m}$ $h_2 = 0,2 \text{ m}$ $h_3 = 0,3 \text{ m}$</p>	 <p>$\Delta T_1 = -6^\circ\text{C}$ $h_1 = 0,5 \text{ m}$</p>
<p>40 mm povrchová úprava</p>  <p>1b. Oceľová nosná konštrukcia – oceľový priehradový alebo plinostenný nosník</p>	 <p>$h_1 = 0,5 \text{ m}$ $\Delta T_1 = 21^\circ\text{C}$</p>	 <p>$\Delta T_1 = -5^\circ\text{C}$ $h_1 = 0,1 \text{ m}$</p>

Zaťaženia účinkami teploty

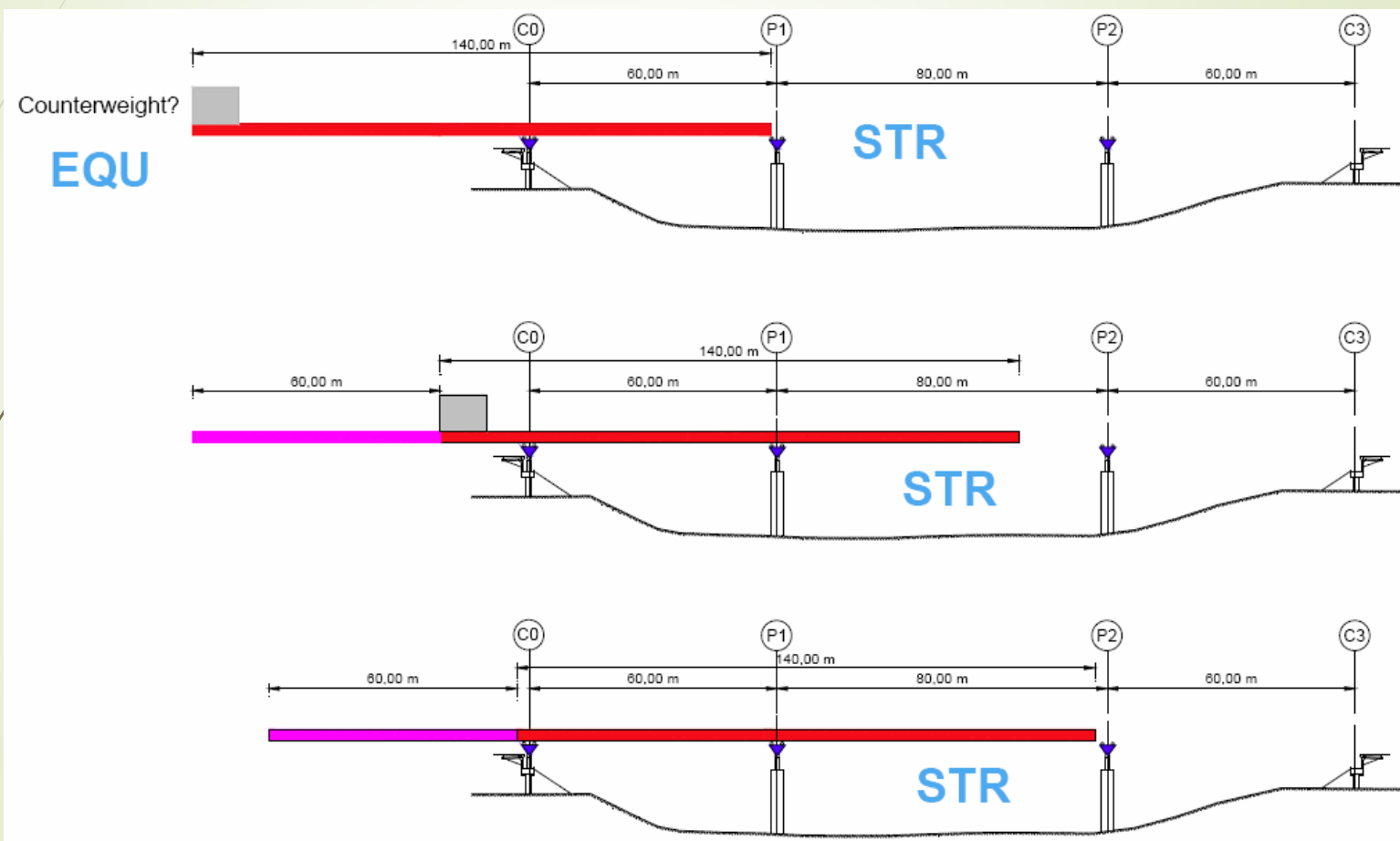
Zložka teplotného spádu - betónové mosty

Typ konštrukcie	Teplotný spád ΔT																																																								
	a) ohrievanie	b) ochladzovanie																																																							
 <p>3a. Betónová doska</p>																																																									
 <p>3b. Betónový nosník</p>	<p> $h_1 = 0,3h$ ale $\leq 0,15$ m $h_2 = 0,3h$ ale $\geq 0,10$ m ale $\leq 0,25$ m $h_3 = 0,3h$ ale $\leq (0,10 \text{ m} +$ hrúbka povrchovej úpravy v m) (pre tenké dosky je h_3 limitované hodnotou $h - h_1 - h_2$) </p>	<p> $h_1 = h_4 = 0,20h$ ale $\leq 0,25$ m $h_2 = h_3 = 0,20h$ ale $\leq 0,25$ m </p>																																																							
 <p>3c. Betónový komorový nosník</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>h [m]</th> <th>ΔT_1 [°C]</th> <th>ΔT_2 [°C]</th> <th>ΔT_3 [°C]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\leq 0,2$</td> <td>8,5</td> <td>3,5</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>0,4</td> <td>12,0</td> <td>3,0</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>0,6</td> <td>13,0</td> <td>3,0</td> <td>2,0</td> </tr> <tr> <td>$\geq 0,8$</td> <td>13,0</td> <td>3,0</td> <td>2,5</td> </tr> </tbody> </table>	h [m]	ΔT_1 [°C]	ΔT_2 [°C]	ΔT_3 [°C]	$\leq 0,2$	8,5	3,5	0,5	0,4	12,0	3,0	1,5	0,6	13,0	3,0	2,0	$\geq 0,8$	13,0	3,0	2,5	<table border="1"> <thead> <tr> <th>h [m]</th> <th>ΔT_1 [°C]</th> <th>ΔT_2 [°C]</th> <th>ΔT_3 [°C]</th> <th>ΔT_4 [°C]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\leq 0,2$</td> <td>-2,0</td> <td>-0,5</td> <td>-0,5</td> <td>-1,5</td> </tr> <tr> <td>0,4</td> <td>-4,5</td> <td>-1,4</td> <td>-1,0</td> <td>-3,5</td> </tr> <tr> <td>0,6</td> <td>-6,5</td> <td>-1,8</td> <td>-1,5</td> <td>-5,0</td> </tr> <tr> <td>0,8</td> <td>-7,6</td> <td>-1,7</td> <td>-1,5</td> <td>-6,0</td> </tr> <tr> <td>1,0</td> <td>-8,0</td> <td>-1,5</td> <td>-1,5</td> <td>-6,3</td> </tr> <tr> <td>$\geq 1,5$</td> <td>-8,4</td> <td>-0,5</td> <td>-1,0</td> <td>-6,5</td> </tr> </tbody> </table>	h [m]	ΔT_1 [°C]	ΔT_2 [°C]	ΔT_3 [°C]	ΔT_4 [°C]	$\leq 0,2$	-2,0	-0,5	-0,5	-1,5	0,4	-4,5	-1,4	-1,0	-3,5	0,6	-6,5	-1,8	-1,5	-5,0	0,8	-7,6	-1,7	-1,5	-6,0	1,0	-8,0	-1,5	-1,5	-6,3	$\geq 1,5$	-8,4	-0,5	-1,0	-6,5
h [m]	ΔT_1 [°C]	ΔT_2 [°C]	ΔT_3 [°C]																																																						
$\leq 0,2$	8,5	3,5	0,5																																																						
0,4	12,0	3,0	1,5																																																						
0,6	13,0	3,0	2,0																																																						
$\geq 0,8$	13,0	3,0	2,5																																																						
h [m]	ΔT_1 [°C]	ΔT_2 [°C]	ΔT_3 [°C]	ΔT_4 [°C]																																																					
$\leq 0,2$	-2,0	-0,5	-0,5	-1,5																																																					
0,4	-4,5	-1,4	-1,0	-3,5																																																					
0,6	-6,5	-1,8	-1,5	-5,0																																																					
0,8	-7,6	-1,7	-1,5	-6,0																																																					
1,0	-8,0	-1,5	-1,5	-6,3																																																					
$\geq 1,5$	-8,4	-0,5	-1,0	-6,5																																																					
<p>Legenda 1 Hrúbka povrchovej úpravy 100 mm</p>																																																									

Zaťaženia počas výstavby

- **Zaťaženie stále (vlastná tiaž) je zaťaženie premenné v čase!**
 - **treba zohľadňovať účinky spolupôsobenia konštrukcií počas výstavby, uvažovať aj tiaž dočasných konštrukcií**
- **Zaťaženie nosných prvkov počas manipulácie**
 - **miesta podoprenia konštrukcie pri preprave**
 - **prídavné časti konštrukcie nutné na prepravu**
- **Geotechnické zaťaženia**
- **Zaťaženia spôsobené predpínaním (stále zaťaženie)**
- **Účinky teploty, zmrašťovania a hydratácie**
 - **treba ich uvažovať v každej fáze výstavby**
 - **niekedy treba uvažovať s účinkami druhého rádu**
- **Zaťaženie vetrom**
 - **- väčšinou stačí uvažovať statický vietor**
- **Zaťaženie snehom**

Zat'azenia počas výstavby



Zat'azenia počas výstavby - betonáž

Zat'azenie	Zat'azená plocha	Zat'azenie v kN/m ²
(1)	mimo pracovnej plochy	0,75 predstavuje $Q_{c,II}$
(2)	vo vnútri pracovnej plochy 3 m x 3 m (alebo dĺžka rozpätia, ak je plocha menšia)	10 % vlastnej tiaže betónu, ale nie menej ako 0,75 a nie viac ako 1,5 zahŕňa $Q_{c,II}$ a $Q_{c,I}$
(3)	skutočná plocha	vlastná tiaž debnenia, nosného prvku ($Q_{c,II}$) a tiaž čerstvého betónu pre návrhovú hrúbku ($Q_{c,I}$)

Diagram illustrating load distribution (1) outside the work area. A horizontal beam is supported by a pin on the left and a roller on the right. A 3000 mm long rectangular area is shown above the beam. Four vertical arrows labeled 1, 2, 3, and 1 point to the beam: the first and last arrows are outside the 3000 mm area, while the second and third are inside it.

Diagram illustrating load distribution (2) inside the work area. Similar to the first diagram, but the second and third arrows (labeled 2 and 3) are positioned within the 3000 mm rectangular area, while the first and last arrows (labeled 1 and 1) are outside it.

A high-speed train, possibly a TGV, is shown in motion on a track. The train is silver with a red nose and is moving towards the right. The background is blurred, indicating speed. The text "Ďakujem za pozornosť" is overlaid on the bottom of the image.

Ďakujem za pozornosť