



INTERREG V-A
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
ČESKÁ REPUBLIKA



EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND
REGIONÁLNEHO ROZVOJA

SPOLOČNE BEZ HRANÍC

ZAŤAŽENIE MOSTOV

NÁZOV PROJEKTU:

**Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov
v oblasti mostného staveľstva v cezhraničnom regióne
(ITMS kód projektu 304010U647)**



VŠB TECHNICKÁ
UNIVERZITA
OSTRAVA

EDUMOS

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

ZAŤAŽENIA MOSTOV

Stále zaťaženia:

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

Premenné zaťaženia:

- vietor
- zaťaženie dopravou
- zaťaženia účinkami teploty
- zaťaženia počas výstavby
- zaťaženie snehom

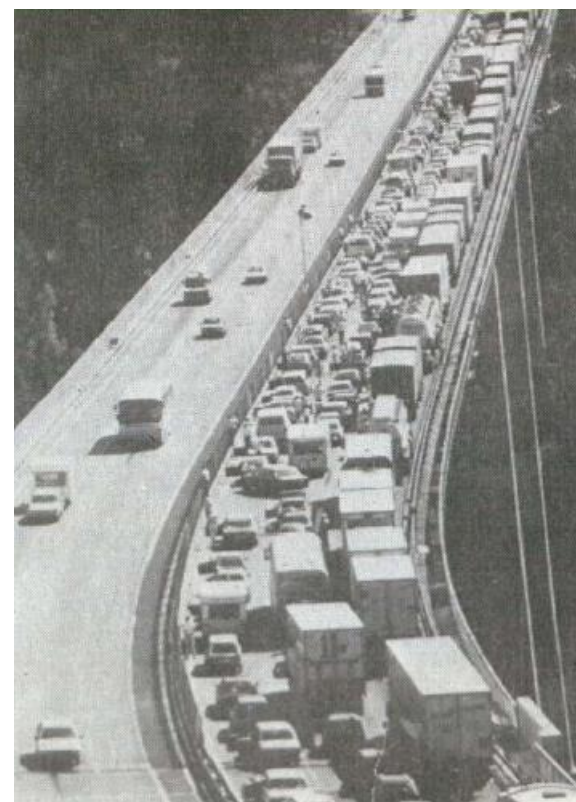
Mimoriadne zaťaženia:

- nárazy vozidiel a plavidiel

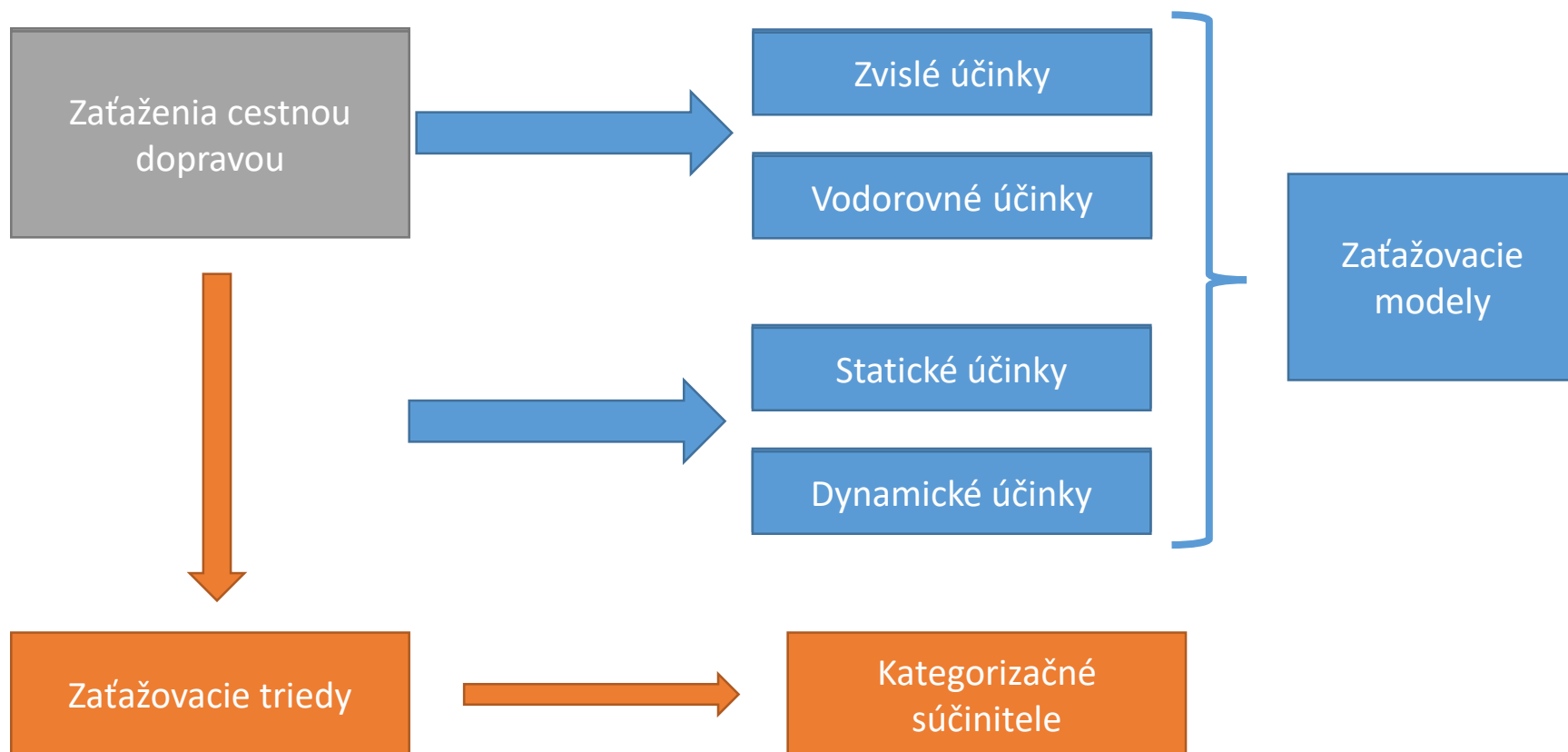
ZAŤAŽENIA MOSTOV POZEMNÝCH KOMUNIKÁCIÍ DOPRAVOU

STN EN 1991-2 + NA:

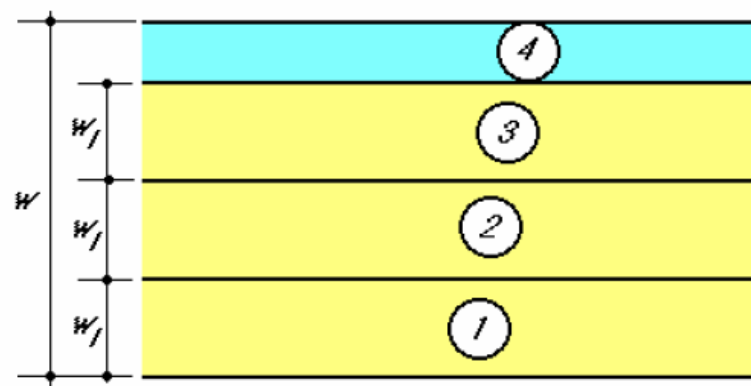
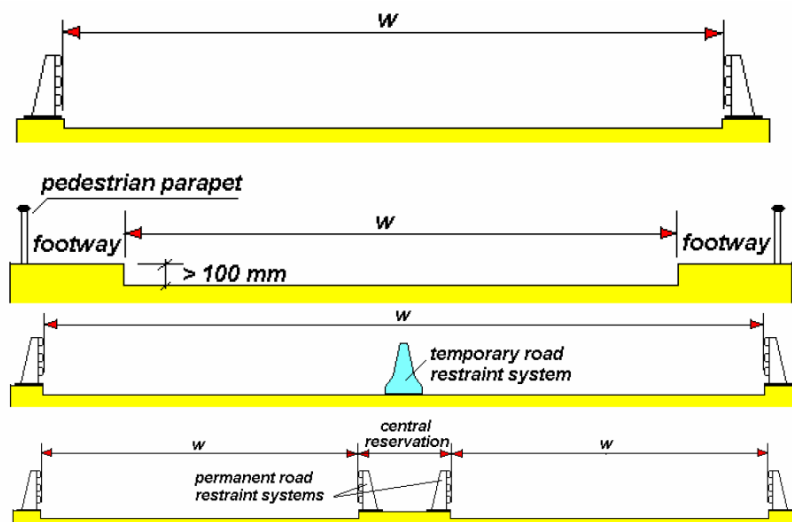
- zaťažovacia dĺžka max 200 m,
- zaťažovacie modely LM1, LM2, LM3 a LM4
- kategorizačné súčinitele



ZAŤAŽENIA MOSTOV POZEMNÝCH KOMUNIKÁCIÍ DOPRAVOU



ŠÍRKA VOZOVKY „W“ A JEJ DELENIE NA ZAŤAŽOVACIE PRUHY



Šírka vozovky w	Počet návrhových zaťažovacích pruhov	Šírka návrhových zaťažovacích pruhov w_l	Šírka zvyšnej plochy
$w < 5,4 \text{ m}$	$n_1 = 1$	3 m	$w - 3 \text{ m}$
$5,4 \text{ m} \leq w < 6 \text{ m}$	$n_1 = 2$	$\frac{w}{2}$	0
$6 \text{ m} \leq w$	$n_1 = \text{int}\left(\frac{w}{3}\right)$	3 m	$w - 3 \times n_1$
POZNAMKA – Napr. pre vozovku so šírkou 11 m, $n_1 = \text{int}\left(\frac{11}{3}\right) = 3$, a šírka zvyšnej plochy je $11 - 3 \times 3 = 2 \text{ m}$.			

MODEL LM1

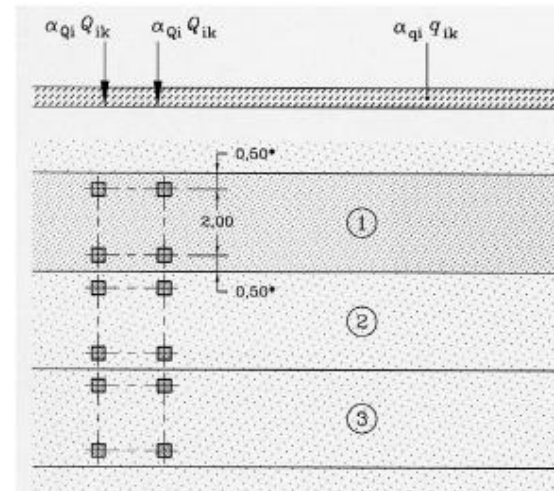
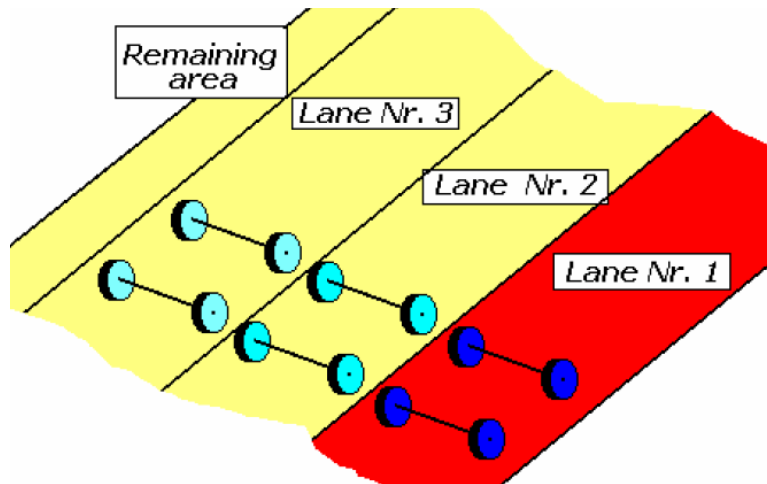
LM 1

Tandemový systém - TS

Sústredené zaťaženie od dvojnápravového vozidla

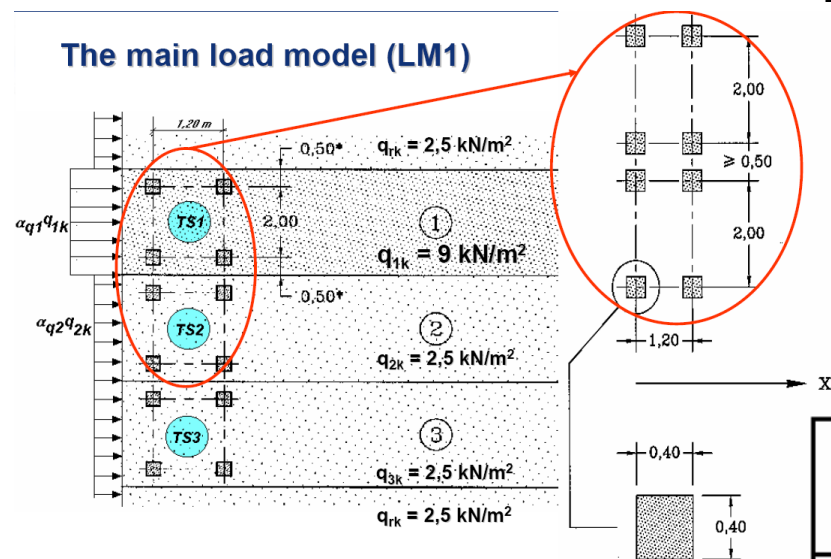
Rovnomerné spojité zaťaženie - UDL

Rovnomerné spojité zaťaženie v rámci jedného pruhu



MODEL LM1

The main load model (LM1)



Poloha	Tandemový systém (TS) Dvojnápravové vozidlo	UDL systém
	Nápravové zaťaženie Q_{ik} (kN)	q_{ik} (alebo q_{rk}) (kN/m²)
Zaťažovací pruh 1 (Q_1)	300	9
Zaťažovací pruh 2 (Q_2)	200	2,5
Zaťažovací pruh 3 (Q_3)	100	2,5
Iné zaťažovacie pruhy	0	2,5
Zvyšná plocha zaťažovacieho priestoru (q_{rk})	0	2,5

Kategória cesty	α_{Q1}	α_{Q2}	α_{Q3}	α_{q1}	$\alpha_{qi} \geq 2$	α_{qr}
Diaľnice a rýchlostné cesty	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	1,00
Cesty I., II. a III. triedy	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	1,00
Miestne obslužné a účelové komunikácie	0,90	0,60	0,60	0,60	1,00	1,00

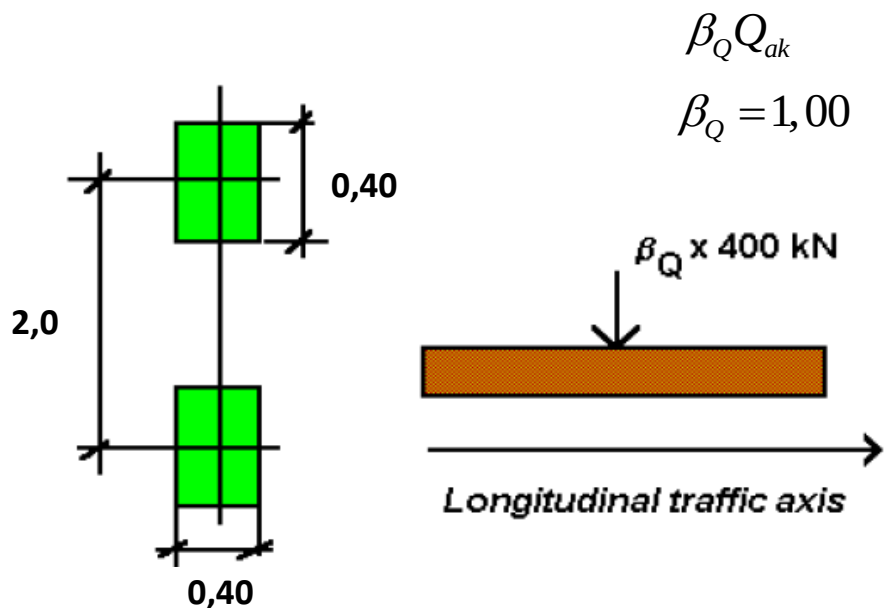
MODEL LM2

LM 2



Jednonápravové zaťaženie s hodnotou 400 kN

Tiaž na jedno koleso 200 kN



MODEL LM3

LM 3

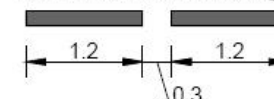


Zvláštne vozidlá

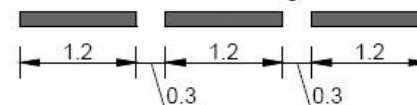
Na vybraných trasách



150 kN or 200 kN axle weight



240 kN axle weight



Axle lines and wheel contact areas for special vehicles

MODEL LM4

LM 4



Zaťaženie vyvolané pohybom davu ľudí

Len v dočasnej návrhovej situácii. Používa sa na overenie konštrukcie.

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



VODOROVNÉ SILY



Brzdné a rozjzdové sily

Pôsobia na povrchu vozovky v pozdĺžnom smere mosta

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

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



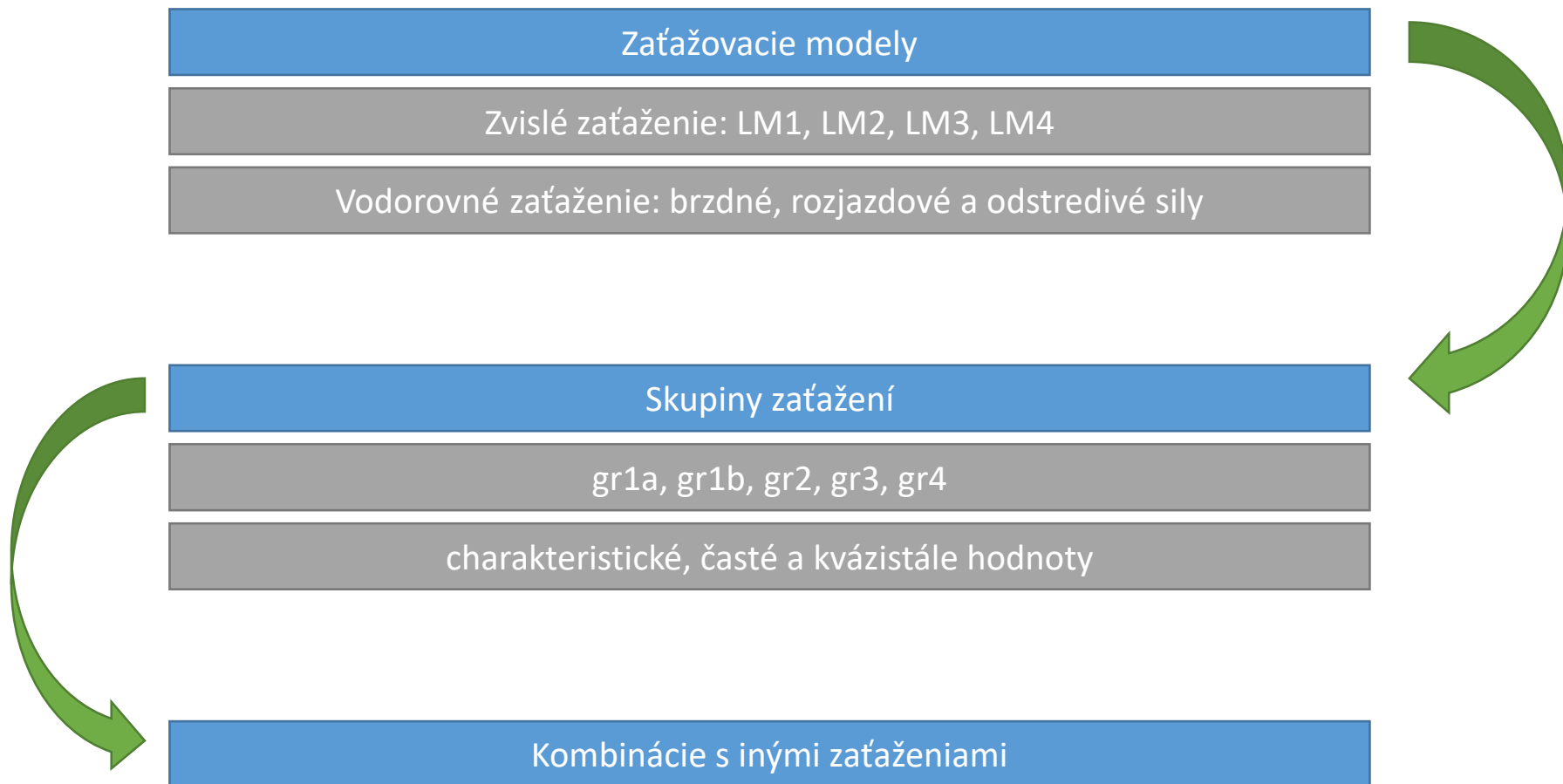
Odstredivé sily

Pôsobia na povrchu vozovky v priečnom smere mosta

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

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

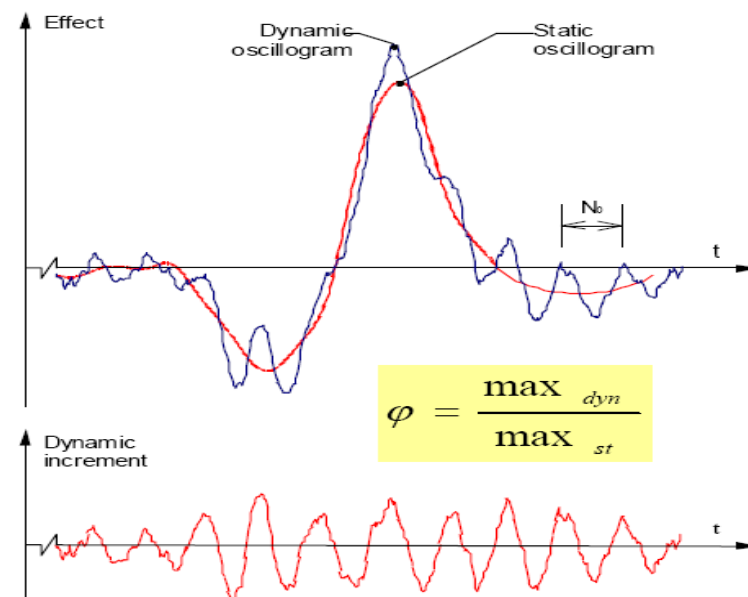
SKUPINY ZAŤAŽENÍ A KOMBINÁCIE



SKUPINY ZAŤAŽENÍ

		VOZOVKA						Chodníky pre chodcov a cyklistov
Typ zaťaženia		Zvislé sily				Vodorovné sily		Výlučne zvislé zaťaženie
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		Hlavný zataž. systém	LM2 Jednonápravové vozidlá	LM3 Zvlášťne vozidlá	LM4 Zaťaženie davom ľudí	Brzdne a rozjazdové sily	Odstredivé a bočné sily	Rovnomerné spojité zaťaženie
Zaťažovacie skupiny	sk1a	Charakter. hodnoty				(a)	(a)	Kombinovaná hodnota (b)
	sk1b		Charakter. hodnota					
	sk2	Časté hodnoty (b)				Charakter. hodnota	Charakter. hodnota	
	sk3 (c)							Charakter. hodnota (c)
	sk4				Charakter. hodnota			Charakter. hodnota (b)
	sk5	Pozri prílohu A		Charakter. hodnota				
Dominantná zložka zaťaženia (označená ako zložka súvisiaca so skupinou)								
(a) Môžu byť definované v národnej prílohe.								
(b) Môžu byť definované v národnej prílohe. Odporúčaná hodnota je 3 kN/m ² .								
(c) Pozri 5.3.2.1-(2) Môže byť zaťažený iba jeden chodník v prípade, že to vyvolá nepriaznivejší účinok, ako keď sú zaťažené oba chodníky.								
(d) Táto skupina sa neuvažuje, ak sa uvažuje skupina sk 4.								

DYNAMICKÉ ÚČINKY



Sú zahrnuté v modeloch LM1 až LM4

ZAŤAŽENIA CHODNÍKOV A LÁVOK

Platnosť:

- chodníky
- cyklistické komunikácie
- lávky pre chodcov

Modely zahŕňajú:

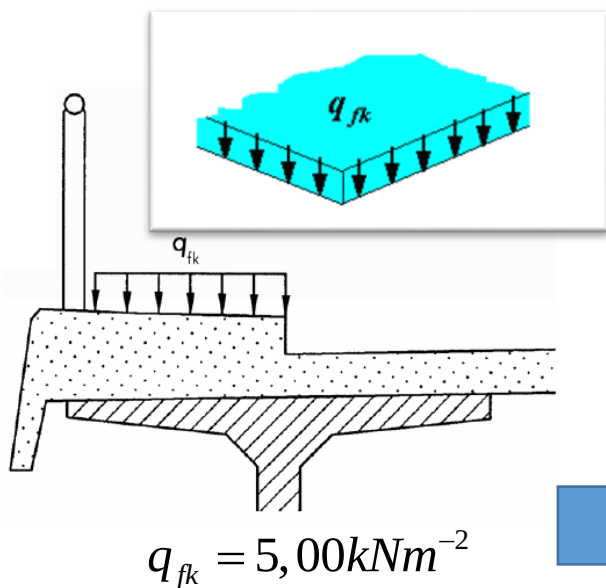
- pohyb chodcov a cyklistov
- menšie zaťaženia vyvolané bežnou údržbou a výstavbou (napr. služobné vozidlá)
- mimoriadne situácie

Odozva konštrukcie:

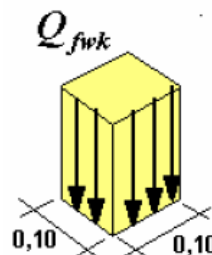
- zvislé a vodorovné sily
- statické a dynamické sily

ZAŤAŽOVACIE MODELY

Rovnomerné spojité zaťaženie



Sústredené bremeno



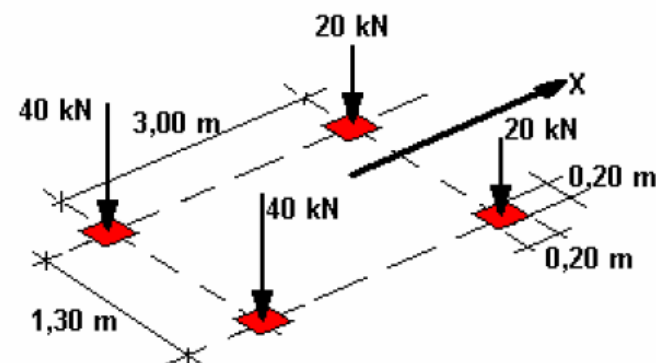
$$Q_{fwk} = 10,0 \text{ kN}$$

Model pre vodorovné sily

uvažuje sa ako maximum z:

- 10 % celkového zaťaženia modelom rovnomerného spojitého zaťaženia
- 60 % celkovej hmotnosti služobného vozidla

Služobné vozidlo



Q_{flk}

ZAŤAŽENIA ŽELEZNIČNÝCH MOSTOV DOPRAVOU

Zvislé zaťaženia:

modely

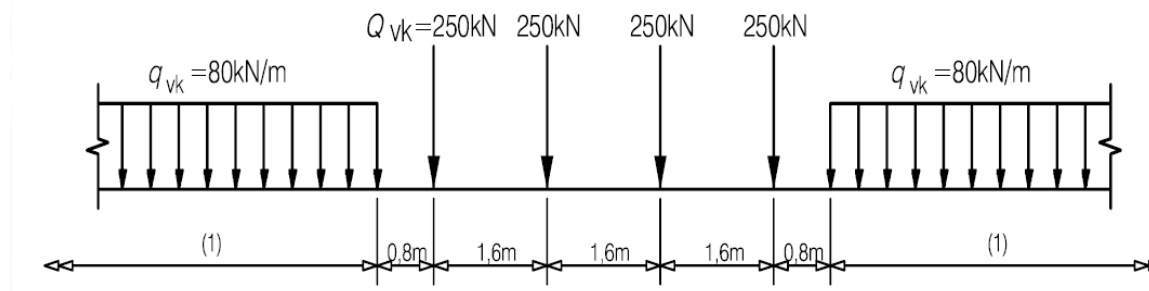
- zaťažovací model 71
- zaťažovací model SW/0
- zaťažovací model SW/2
- zaťažovací model HSLM
- zaťažovací model „prázdné vozne“
- zaťažovacie modely prevádzkových vlakov

Vodorovné zaťaženia

- odstredivé sily
- bočné nárazy
- brzdné a rozjazdové sily

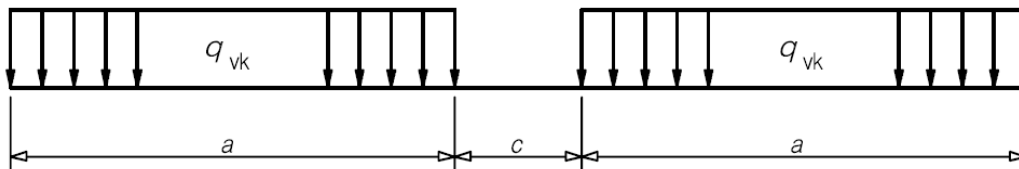
ZVISLÉ ZAŤAŽENIA

Zaťažovací model 71 - reprezentuje zaťaženie na mostoch od bežnej dopravy



Zaťažovací model SW/0 - reprezentuje zaťaženie na spojitých mostoch od bežnej dopravy

Zaťažovací model SW/2 - reprezentuje zaťaženie na mostoch od ťažkej dopravy



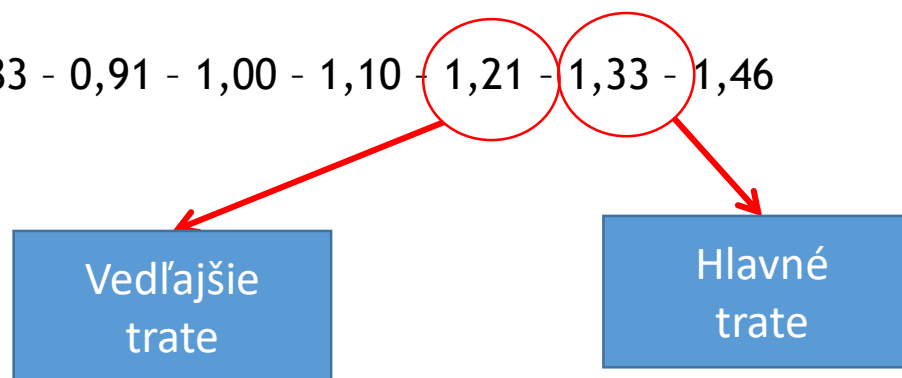
Load model	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/0	133	15,0	5,3
SW/2	150	25,0	7,0

KLASIFIKOVANÉ ZVISLÉ ZAŤAŽENIE

súčiniteľom α sa násobia:

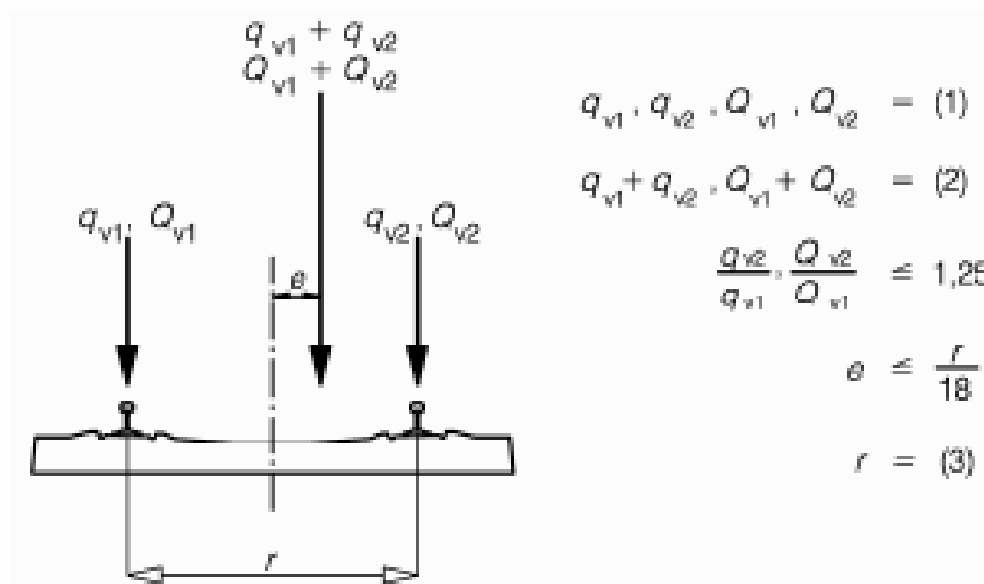
- charakteristické hodnoty zvislých zaťažení pre LM71
- ekvivalentné zvislé zaťaženia na zemné telesá
- odstredivé sily
- bočné nárazy
- brzdné a rozjazdové sily
- kombinovaná odozva konštrukcie a trate na premenné zaťaženie
- zaťaženia od vykoľajenia vlaku
- zaťažovací model SW/0

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



EXCENTRICITA ZVISLÝCH ZAŽAŽENÍ

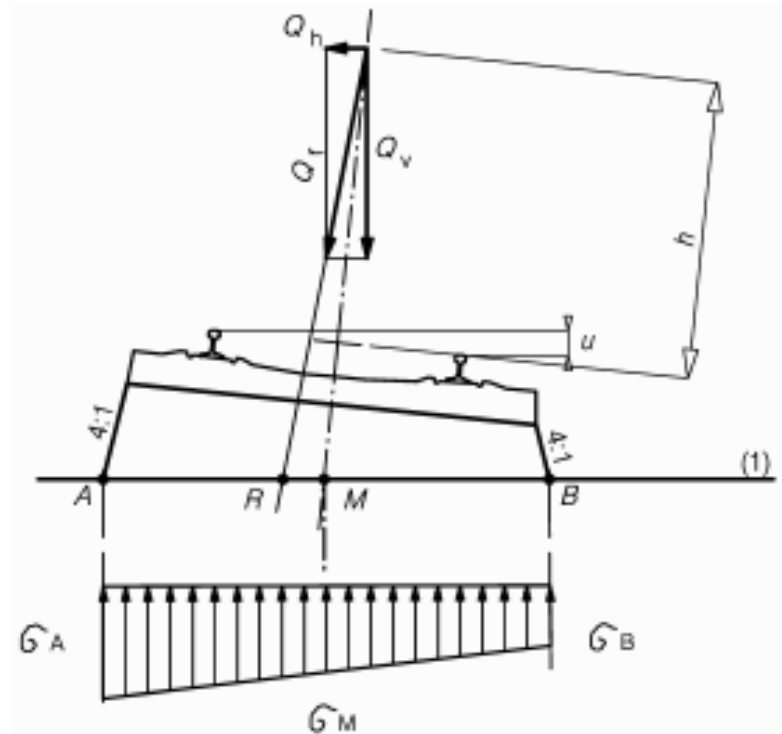
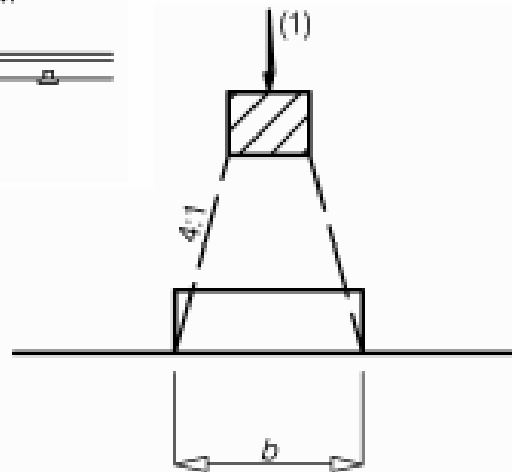
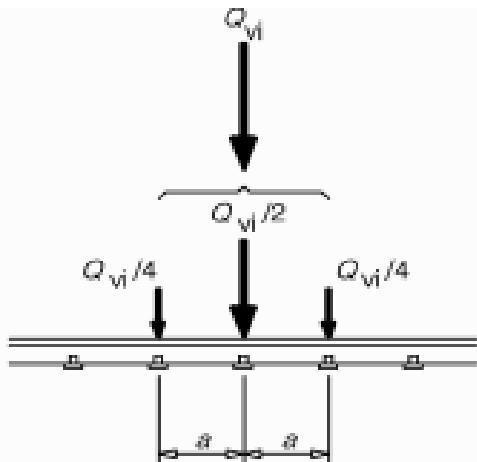
- platí pre modely LM71 a SW/0
- vplyv nerovnomerne rozloženého nákladu



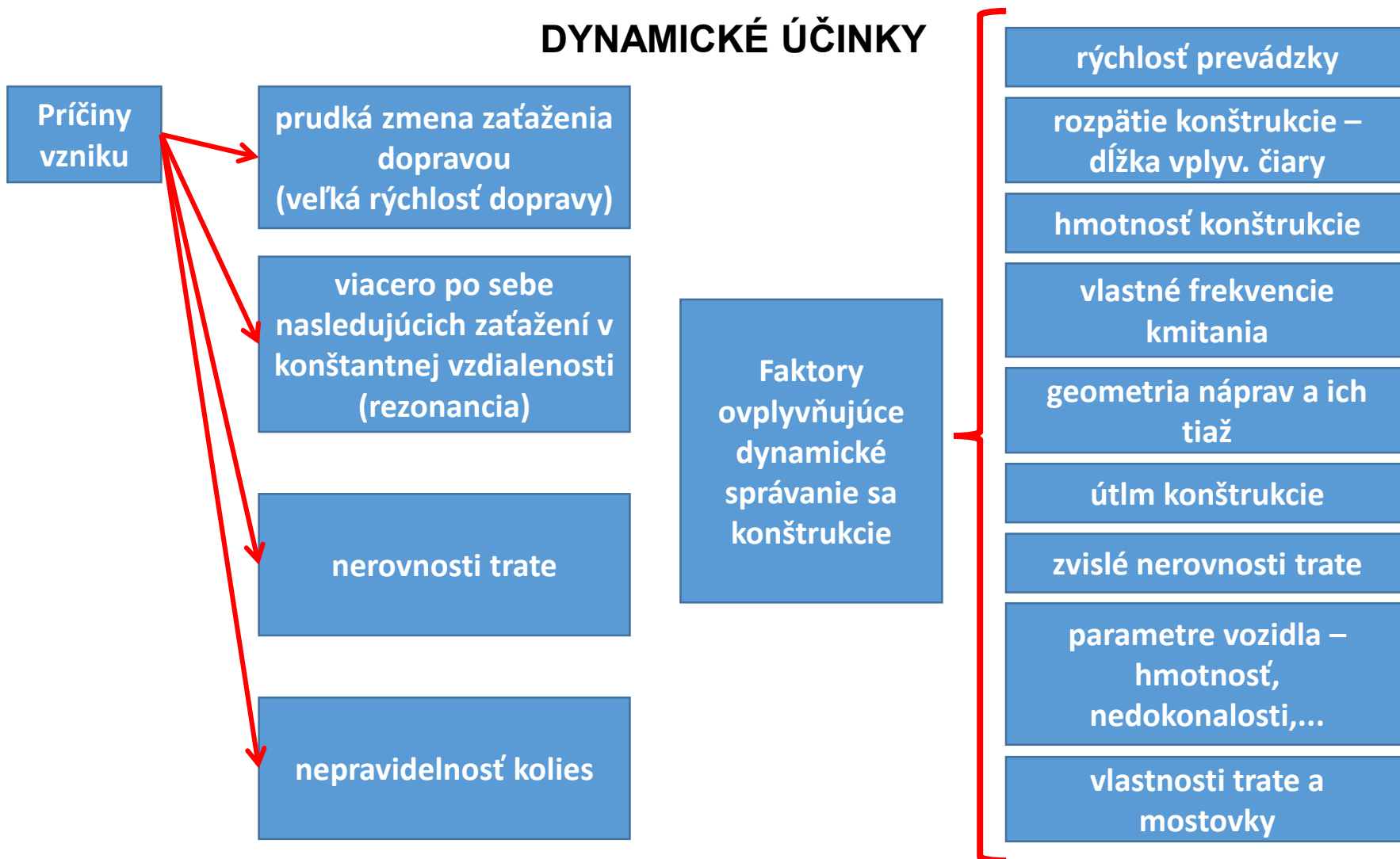
- (1) spojitě a sústredeně zaťaženia koľajníc (čo je primerané)
- (2) LM 71 (a SW/0 tam, kde sa požaduje)
- (3) priečny rozstup koľasových síl, $r = 1500$ mm

POZDÍŽNY ROZNOS ZAŤAŽENIA

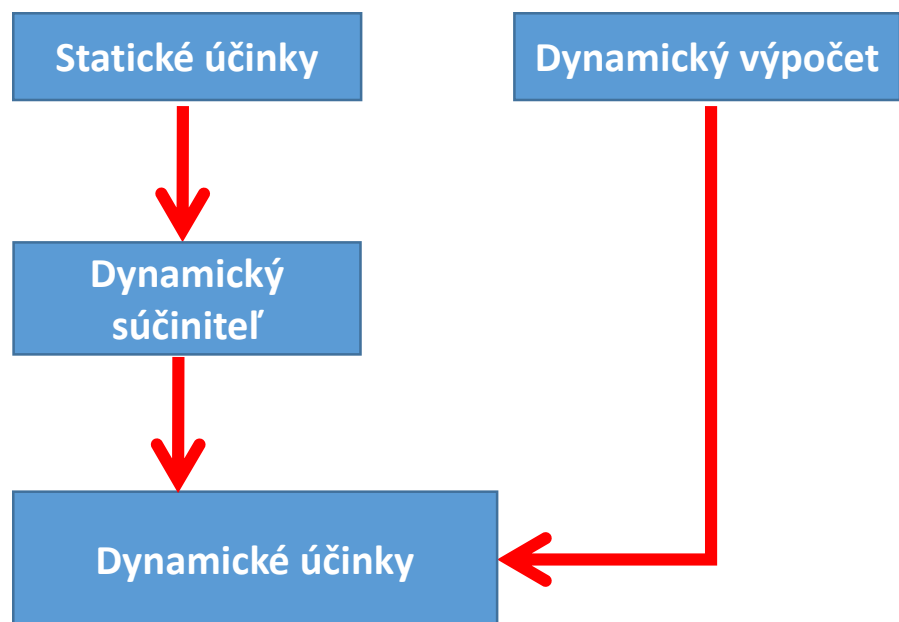
- kolesová sila na koľajnici – cez tri susedné podvaly
- podvalmi a koľajovým lôžkom



DYNAMICKÉ ÚČINKY



DYNAMICKÉ ÚČINKY



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

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

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

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

ODSTREDIVÉ SILY

Príčina vzniku:

- koľaj v smerovom oblúku

Poloha a smer zaťaženia:

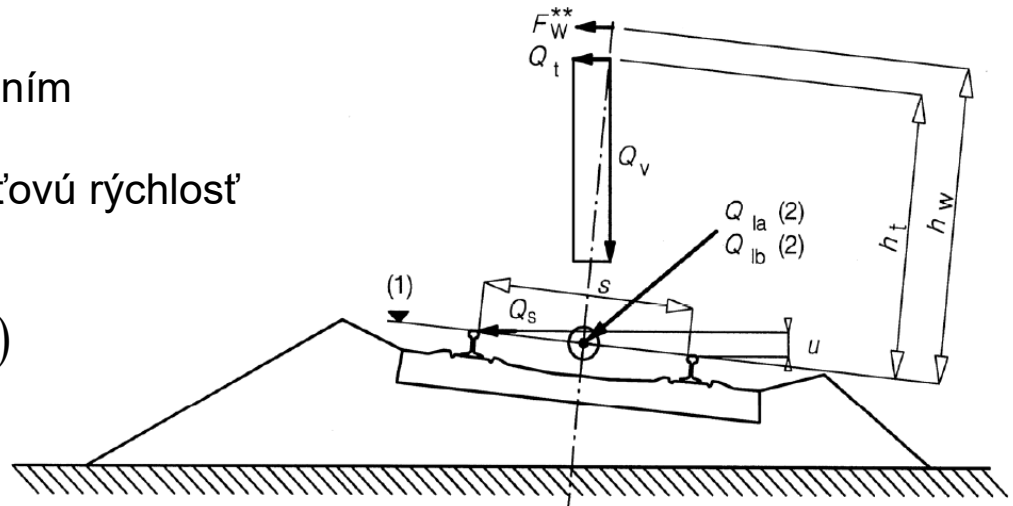
- 1,8 m nad temenom koľajnice
- vo vodorovnom smere
- smerom von z oblúka

Poznámky:

- kombinujú sa so zvislým zaťažením
- nenásobia sa dyn. súčiniteľom
- stanovujú sa pre maximálnu traťovú rýchlosť

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

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



BOČNÉ NÁRAZY

Príčina vzniku:

- nedokonalosť kolesa
- nepriamosť koľajnice

Poloha a smer zaťaženia:

- 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 zaťažením dopravou

BRZDNÉ A ROZJAZDOVÉ SILY

Príčina vzniku:

- brzdenie resp. rozjazd vlaku

Poloha a smer zaťaženia:

- rovnomerne rozdelené po účinnej zaťažovacej 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 $Q_{lak} = 33[kN / m] \cdot L_{a,b} [m] \leq 1000[kN]$

SKUPINY ZAŽAŽENÍ - GRUPY

Počet kofají			Zaťažovacie skupiny			Zvislé zaťaženie			Vodorovné zaťaženie			Poznámka
			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	
1	2	≥ 3	počet zať. kofají	Zať. skupiny ⁽⁸⁾	Zaťažená kofaj	LM 71 ⁽¹⁾ SW/0 ^{(1), (2)} HSLM ^{(8), (7)}	SW/2 ^{(1), (3)}	Prázdne vozne	Rozjazd Brzdzenie ⁽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

