



ZAŤAŽENIA VYVOLANÉ ŽERIAVMÍ

Ing. Richard Hlinka, PhD.

Žilinská univerzita v Žiline, Stavebná fakulta

Katedra stavebných konštrukcií a mostov

ZAŤAŽENIA VYVOLANÉ ŽERIAVMI

STN EN 1991-3

*Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií.
Časť 3: Zaťaženia vyvolané
žeriavmi a strojmi.*

**STN EN 1991-
3/NA**

*Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií.
Časť 3: Zaťaženia vyvolané
žeriavmi a strojmi.
Národná príloha*

STN EN 13001-1

*Bezpečnosť žeriavov. Všeobecný
návrh. Časť 1: Všeobecné zásady a
požiadavky*

STN EN 13001-2

*Bezpečnosť žeriavov. Všeobecný
návrh. Časť 2: Účinky zaťaženia*

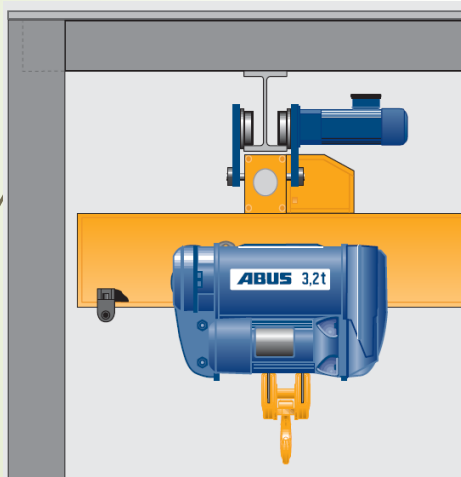
Jednonosníkové zdvíhacie zariadenie



- ▶ zdvíhacie zariadenie, ktoré je umiestnené na pevnej žeriavovej dráhe.
- ▶ zdvíhacie zariadenie = podvesný vozík, ktorý zahŕňa kladkostroj a pohybuje sa po spodnej prírubе nosníka.
- ▶ kladkostroj = stroj na dvíhanie bremien

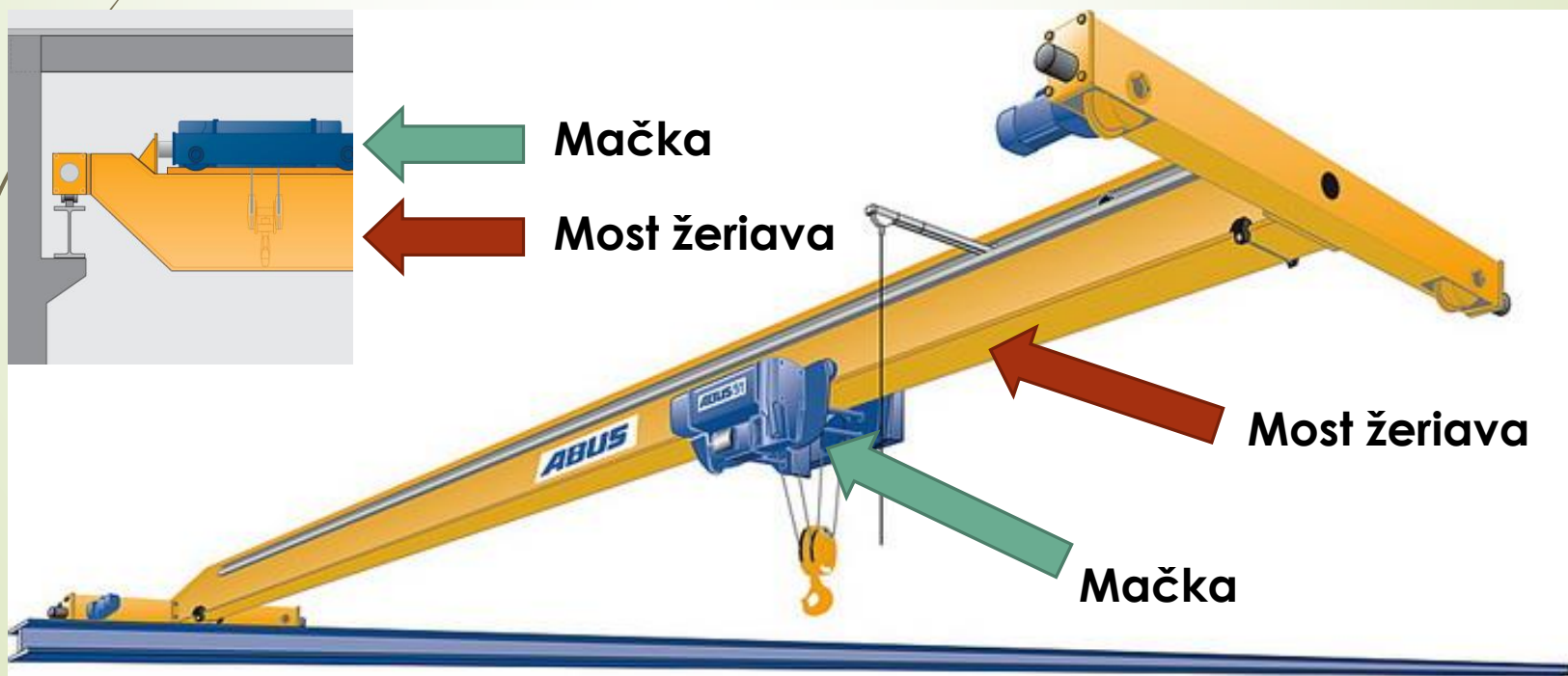
Mostový žeriav

- stroj na zdvíhanie a premiestňovania bremien, ktorý sa pohybuje na kolesách po nosníkoch žeriavovej dráhy
- podvesný mostový žeriav - mostový žeriav umiestnený na spodných pásniciach nosníkov žeriavovej dráhy



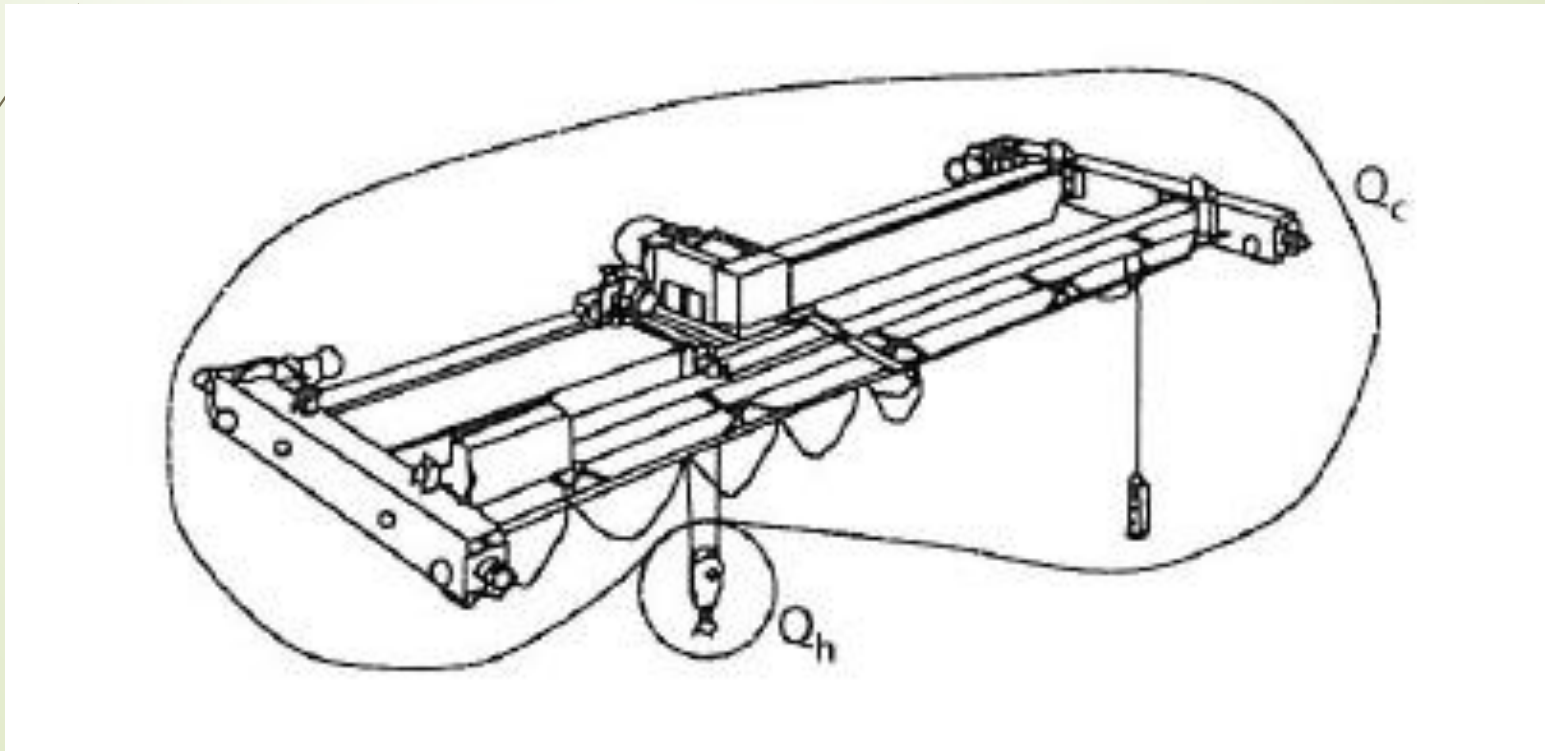
Mostový žeriav

- podperný mostový žeriav - mostový žeriav umiestnený na hornej časti nosníkov žeriavovej dráhy
- most žeriava = časť mostového žeriava, ktorá spája nosníky žeriavovej dráhy a nesie mačku alebo zdvíhacie zariadenie
- mačka = časť mostového žeriava s kladkostrojom, ktorá sa pohybuje na koľajniciach po moste žeriava.



Mostový žeriav

- vlastná tiaž žeriava = tiaž všetkých pevných a pohyblivých častí, vrátane mechanického a elektrického zariadenia konštrukcie žeriava. Bez tiaže mechanizmu na uchopenie bremena.
- tiaž zdvíhaného bremena = tiaž zdvíhaného bremena (maximálna), prostriedku na uchopenie bremena, časť reťazí alebo lán, uvádzaných do pohybu konštrukciou žeriava

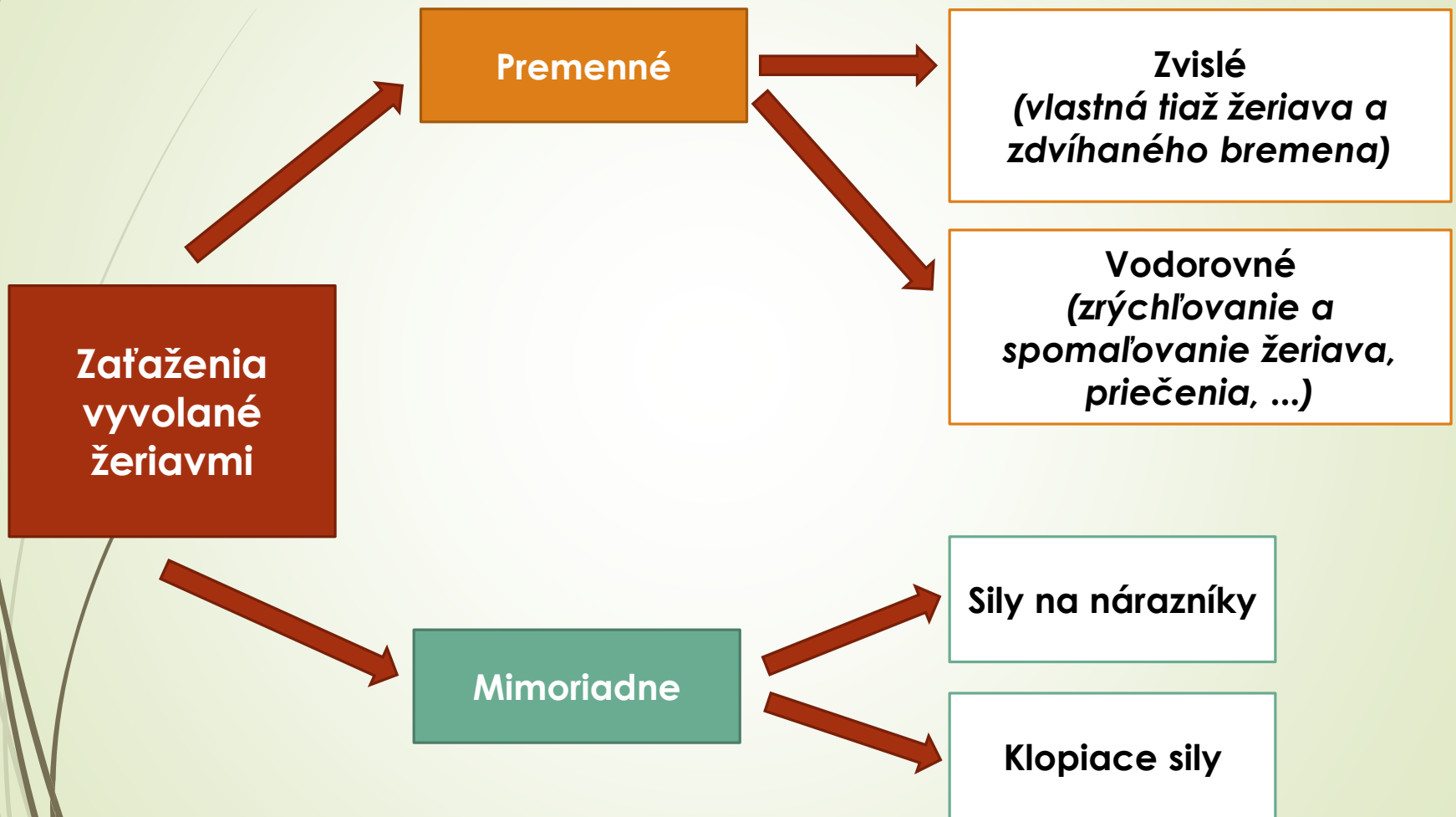


Jednonosníkové zdvíhacie zariadenia

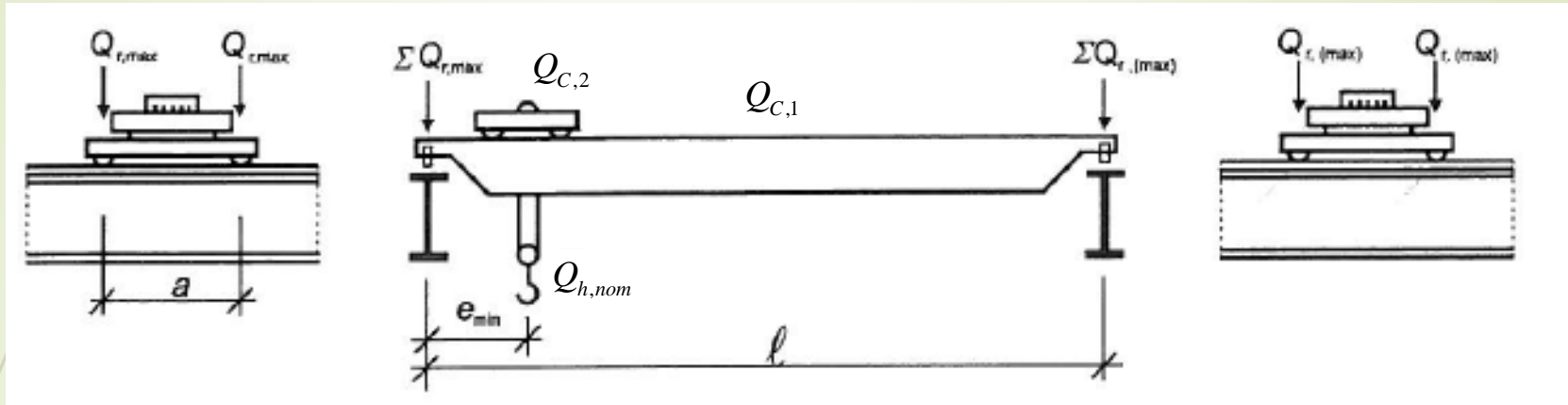
- **Zvislé sily** - sú zložené z vlastnej tiaže zdvíhacieho zariadenia, tiaže zdvíhaného bremena a dynamického súčiniteľa
- **Vodorovné sily**
 - presné hodnoty udávané výrobcom žeriavu
 - pozdĺžne vodorovné sily = 5% z maximálneho zvislého prítiaženia kolesom pri zanedbaní dynamického súčiniteľa
- **Dynamické účinky**

Dynamické súčinitele	Uvažované účinky	Použitie
φ_1	– vibračné budenie konštrukcie žeriava od zdvíhania bremena zo zeme	vlastná tiaž žeriava
φ_2 alebo φ_3	– dynamické účinky od prenosu bremena zo zeme na žeriav – dynamické účinky náhleho uvoľnenia bremena, pri použití napr. drapákov, alebo magnetov	tiaž zdvíhaného bremena

Mostové žeriavy



Zvislé sily - max. prit'azenie



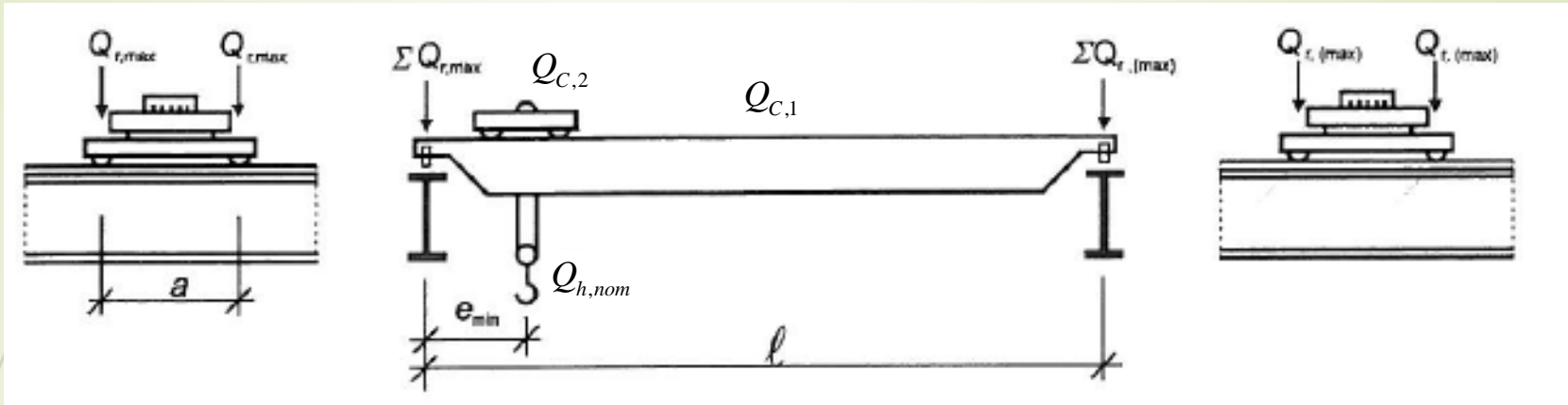
Súčet max. zaťažení na jednej dráhe od zaťaženého žeriavu

$$\sum Q_{r,\max} = \phi_1 \left(\frac{Q_{C1}}{2} + Q_{C2} \frac{l - e_{\min}}{l} \right) + \phi_2 \text{ resp. } \phi_3 \left(Q_{h,\text{nom}} \frac{l - e_{\min}}{l} \right)$$

Max. zaťaženie na jedno koleso od zaťaženého žeriavu

$$Q_{r,\max} = \sum Q_{r,\max} / 2$$

Zvislé sily - max. prit'azenie



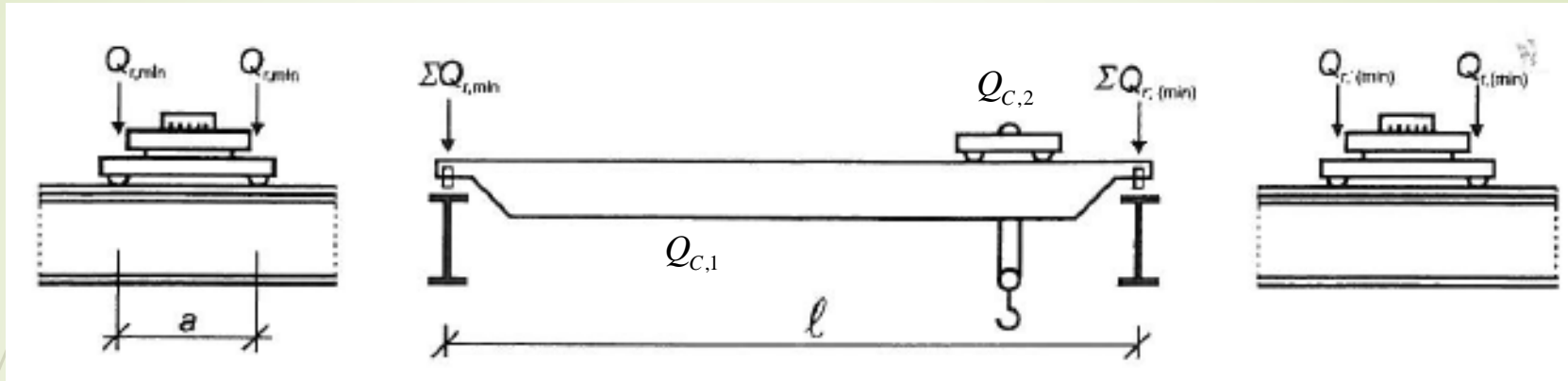
Súčet pridružených zaťažení na jednej dráhe od zaťaženého žerjavu

$$\sum Q_{r,(max)} = \phi_1 \left(\frac{Q_{C1}}{2} + Q_{C2} \frac{e_{min}}{l} \right) + \phi_2 \text{ resp. } \phi_3 \left(Q_{h,nom} \frac{e_{min}}{l} \right)$$

Pridružené zaťaženie na jedno koleso od zaťaženého žerjavu

$$Q_{r,(max)} = \sum Q_{r,(max)} / 2$$

Zvislé sily - min. prit'azenie



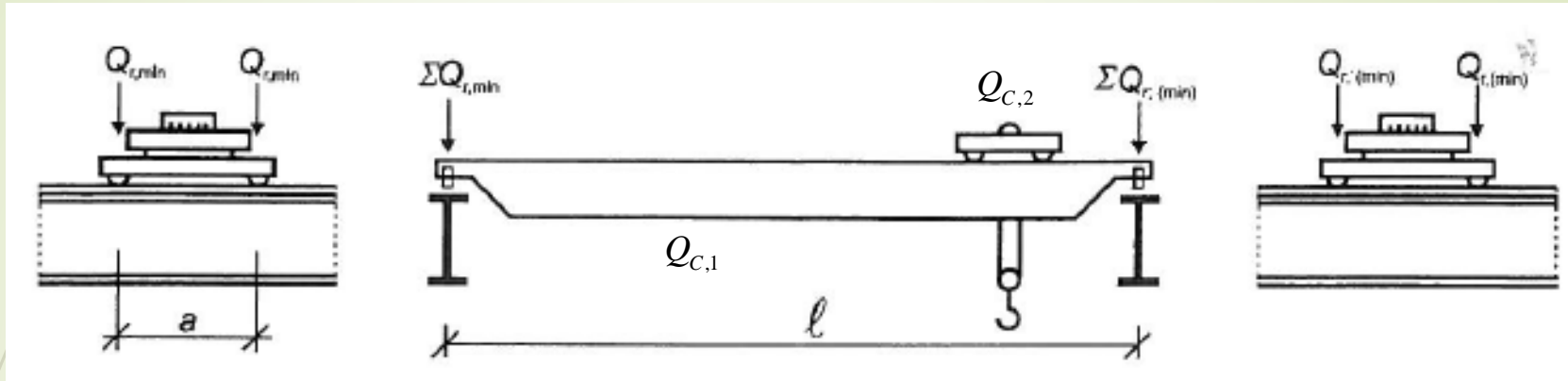
Súčet min. zaťažení na jednej dráhe od zaťaženého žeriavu

$$\sum Q_{r,\min} = \phi_1 \left(\frac{Q_{C1}}{2} + Q_{C2} \frac{e_{\min}}{l} \right)$$

Min. zaťaženie na jedno koleso od zaťaženého žeriavu

$$Q_{r,\min} = \sum Q_{r,\min} / 2$$

Zvislé sily - min. prit'aženie



Súčet pridružených zaťažení na jednej dráhe od zaťaženého žeriavu

$$\sum Q_{r,(min)} = \phi_1 \left(\frac{Q_{C1}}{2} + Q_{C2} \frac{l - e_{min}}{l} \right)$$

Pridružené zaťaženie na jedno koleso od zaťaženého žeriavu

$$Q_{r,(min)} = \sum Q_{r,(min)} / 2$$

Zvislé sily - dynamické účinky

Dynamické súčinitele	Uvažované účinky	Použitie
φ_1	– vibračné budenie konštrukcie žeriava od zdvíhania bremena zo zeme	vlastná tiaž žeriava
φ_2 alebo φ_3	– dynamické účinky od prenosu bremena zo zeme na žeriav – dynamické účinky náhleho uvoľnenia bremena, pri použití napr. drapákov, alebo magnetov	tiaž zdvíhaného bremena
φ_4	– dynamické účinky vyvolané pri pohybe po koľajniciach alebo žeriavových dráhach	vlastná tiaž žeriava a tiaž zdvíhaného bremena

Zvislé sily - dynamické účinky

Hodnoty dynamických súčiniteľov	
φ_1	$0,9 < \varphi_1 < 1,1$ Dve hodnoty 1,1 a 0,9 vyjadrujú hornú a dolnú hodnotu impulzov kmitania.
φ_2	$\varphi_2 = \varphi_{2,\min} + \beta_2 \cdot v_h$ v_h – ustálená rýchlosť zdvihu v m/s $\varphi_{2,\min}$ a β_2 , pozri tabuľku 2.5
φ_3	$\varphi_3 = 1 - \frac{\Delta m}{m} (1 + \beta_3)$ <p>kde Δm je uvoľnená alebo spadnutá časť hmotnosti zdvíhaného bremena m celková hmotnosť zdvíhaného bremena</p> <p>$\beta_3 = 0,5$ pri žeriavoch vybavených drapákmi alebo podobnými pomaly uvoľňujúcimi prostriedkami</p> <p>$\beta_3 = 1,0$ pri žeriavoch vybavených magnetmi alebo podobnými rýchlo uvoľňujúcimi prostriedkami</p>
φ_4	$\varphi_4 = 1,0$ za predpokladu, že sú dodržané tolerancie pre koľajové dráhy podľa EN 1993-6.
POZNÁMKA. – Ak nie sú dodržané pre koľajové dráhy tolerancie stanovené v EN 1993-6, môže sa dynamický súčiniteľ φ_4 určiť podľa modelu, ktorý poskytuje EN 13001-2.	

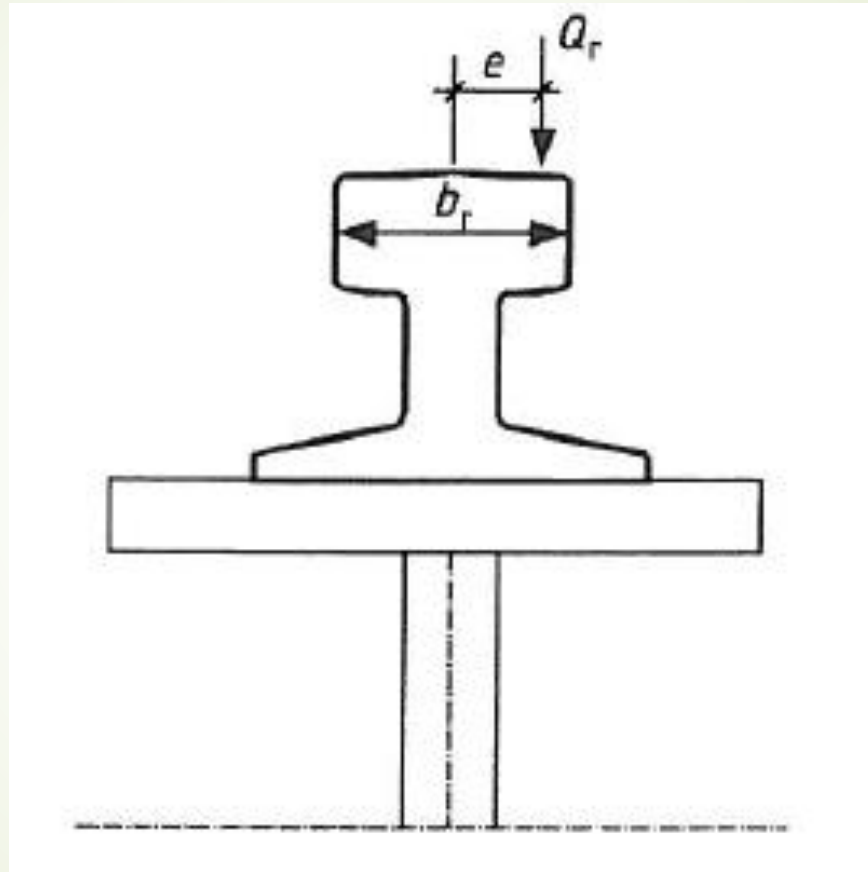
Zvislé sily - dynamické účinky

Zdvihová trieda zariadenia	β_2	$\varphi_{2,min}$
HC1	0,17	1,05
HC2	0,34	1,10
HC3	0,51	1,15
HC4	0,68	1,20

POZNÁMKA. – Žeriavy sú priradené zdvihovým triedam (Hoisting Class-HC) HC1 až HC4 na zohľadnenie dynamických účinkov prenosu zaťaženia zo zeme na žeriav. Výber závisí od konkrétneho typu žeriava, pozri odporúčanie v prílohe B.

Po- ložka	Typ žeriava	Zdvíhacia trieda	S-triedy
1	Žeriavy s ručným pohonom	HC1	S0, S1
2	Montážne žeriavy	HC1, HC2	S0, S1
3	Žeriavy v elektrárňach	HC1	S1, S2
4	Žeriavy v skladoch – s prerušovanou prevádzkou	HC2	S4
5	Žeriavy v skladoch, traverzové žeriavy, žeriavy pre manipuláciu so šrotom – s nepretržitou prevádzkou	HC3, HC4	S6, S7
6	Žeriavy v dielňach	HC2, HC3	S3, S4
7	Mostové žeriavy, baranidlové žeriavy – s drapákom alebo magnetom	HC3, HC4	S6, S7

Zvislé sily - excentricita pôsobenia

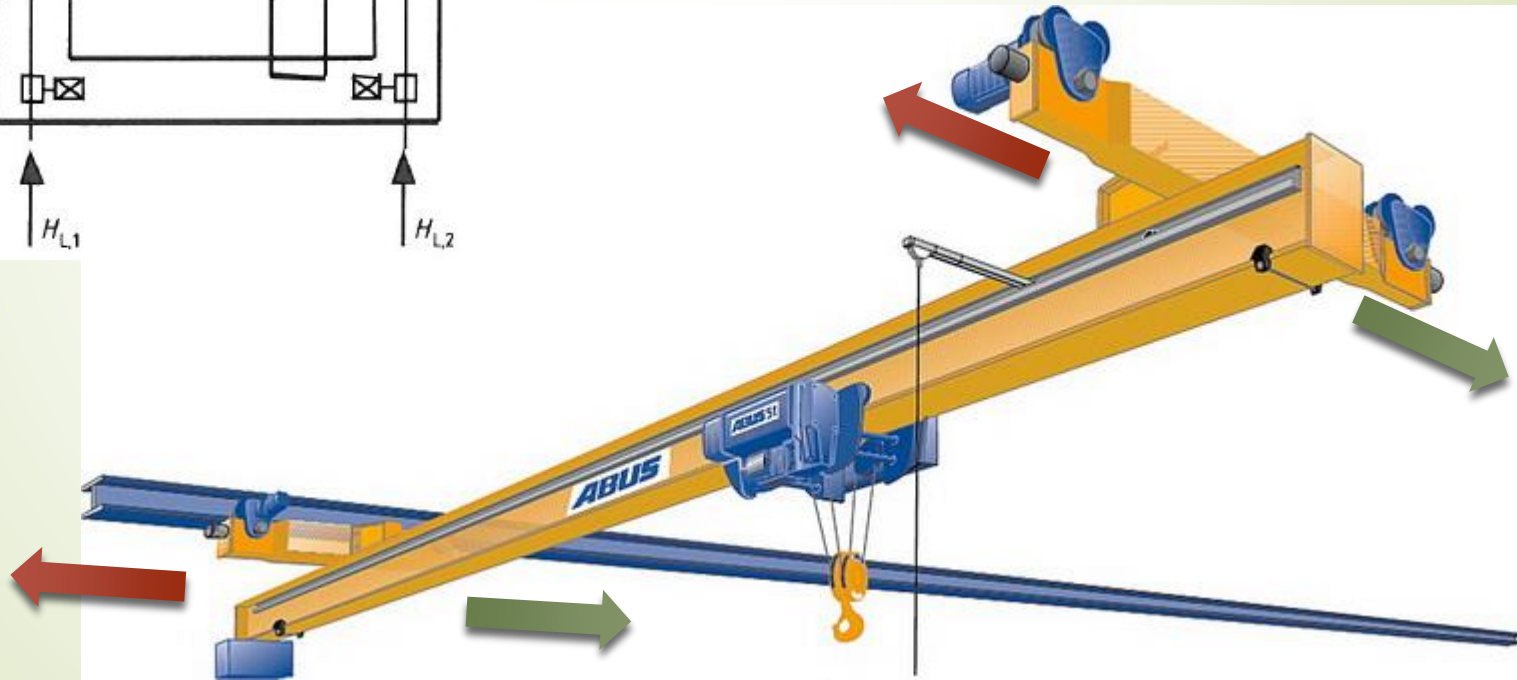
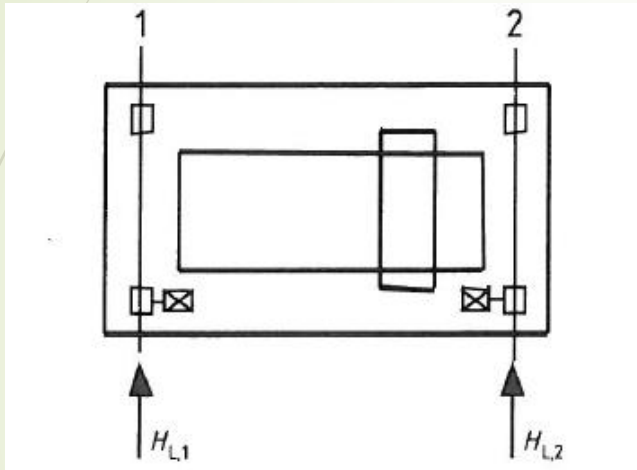


$$e = 0,25 \cdot b_r$$

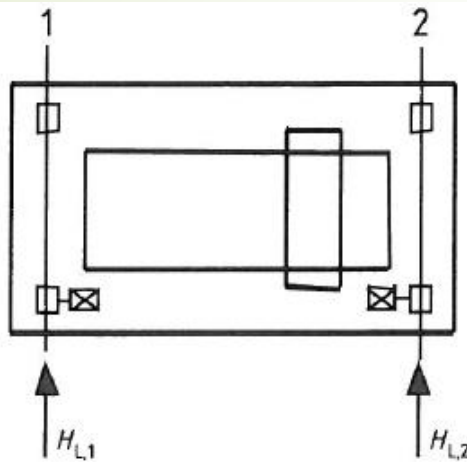
Vodorovné sily

- od zrýchlenia alebo spomalenia žeriava pri jeho pohybe po nosníku žeriavovej dráhy
- od zrýchlenia alebo spomalenia mačky alebo podvesného vozíka pri jeho pohybe po moste žeriava
- od priečenia žeriavu pri jeho pohybe po nosníku žeriavovej dráhy
- sily na nárazník súvisiace s pohybom žeriava
- sily na nárazník súvisiace s pohybom mačky alebo povestného vozíka
- v tejto skupine síl nie sú zahrnuté sily, ktoré vznikajú pri šikmom zdvíhaní od nevyváženého bremena a mačky. Vo všeobecnosti je šikmé zdvíhanie zakázané. Malé účinky šikmého zdvíhania, ktorým sa nie je možné vyhnúť, sú zahrnuté v zotrvačných silách

Vodorovné sily - zrýchlenie a spomalenie žeriava



Vodorovné sily - zrýchlenie a spomalenie žeriavu



Pozdĺžne sily $H_{L,i}$ od zrýchľovania a spomaľovania žeriava vznikajú od hnacej sily na kontaktnej ploche medzi koľajnicou a poháňaným kolesom.

$$H_{L,i} = \varphi_5 \cdot K \cdot \frac{1}{n_r}$$

n_r počet nosníkov žeriavovej dráhy

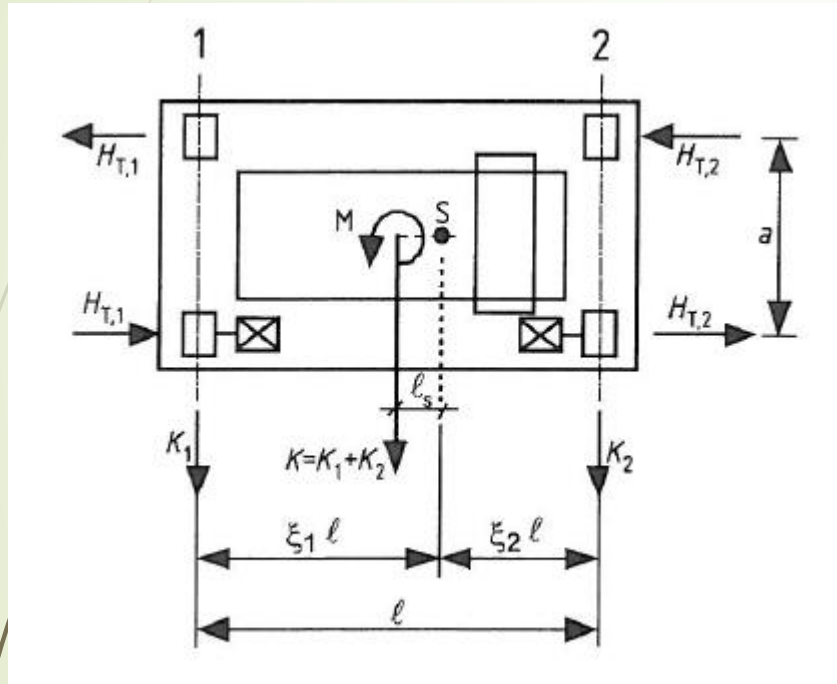
K hnacia sila

φ_5 dynamický súčiniteľ

i číslo nosníka žeriavovej dráhy ($i = 1, 2$)

Vodorovné sily

- zrýchlenie a spomalenie žeriavu



Priečne vodorovné sily $H_{T,1}$ a $H_{T,2}$ sú v rovnováhe s momentom od hnacej sily. Ten pôsobí v ťažisku hmoty.

$$H_{T,1} = \varphi_5 \cdot \xi_2 \cdot \frac{M}{a}$$

$$H_{T,2} = \varphi_5 \cdot \xi_1 \cdot \frac{M}{a}$$

$$M = K \cdot l_s = K \cdot (\xi_1 - 0,5) \cdot l$$

$$\xi_1 = \sum Q_{r,\max} / \sum Q_r$$

$$\xi_2 = 1 - \xi_1$$

$$\sum Q_r = \sum Q_{r,\max} + \sum Q_{r,(max)}$$

a rozstup kolies

l rozpätie mosta žeriava

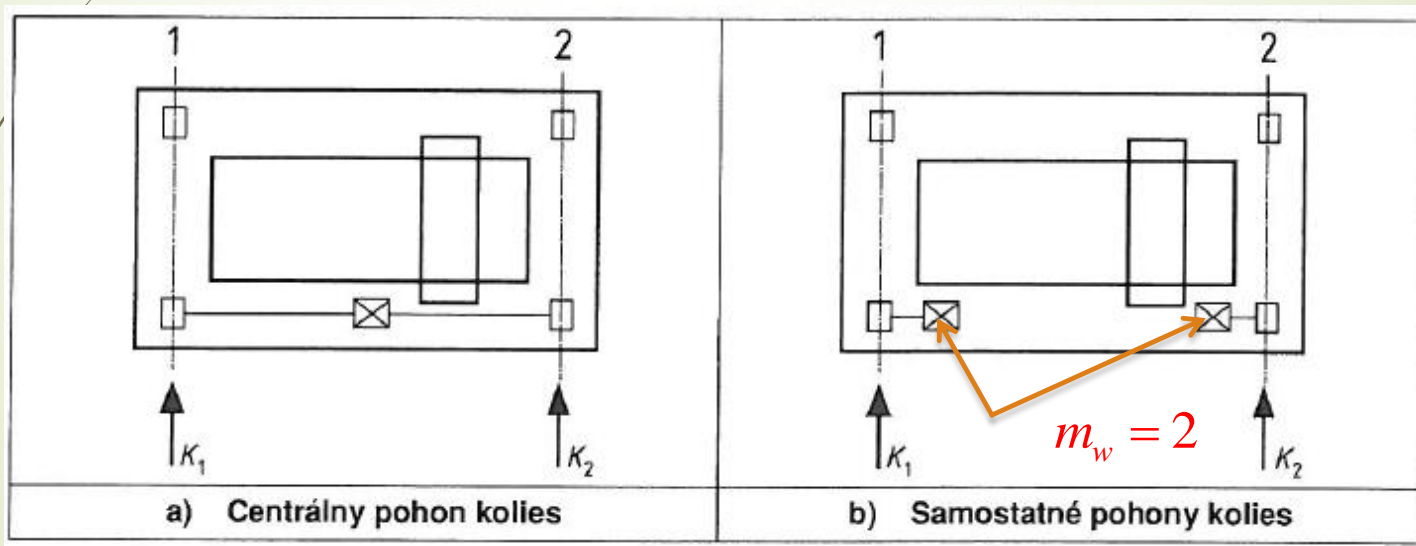
φ_5 dynamický súčiniteľ

K hnacia sila

Vodorovné sily - hnacia sila „K“

Pre hnané koleso sa uvažuje taká hnacia sila K , aby nedochádzalo k preklzovaniu kolesa. Ak sa nepoužíva riadiaci systém kolesa, potom je hnacia sila:

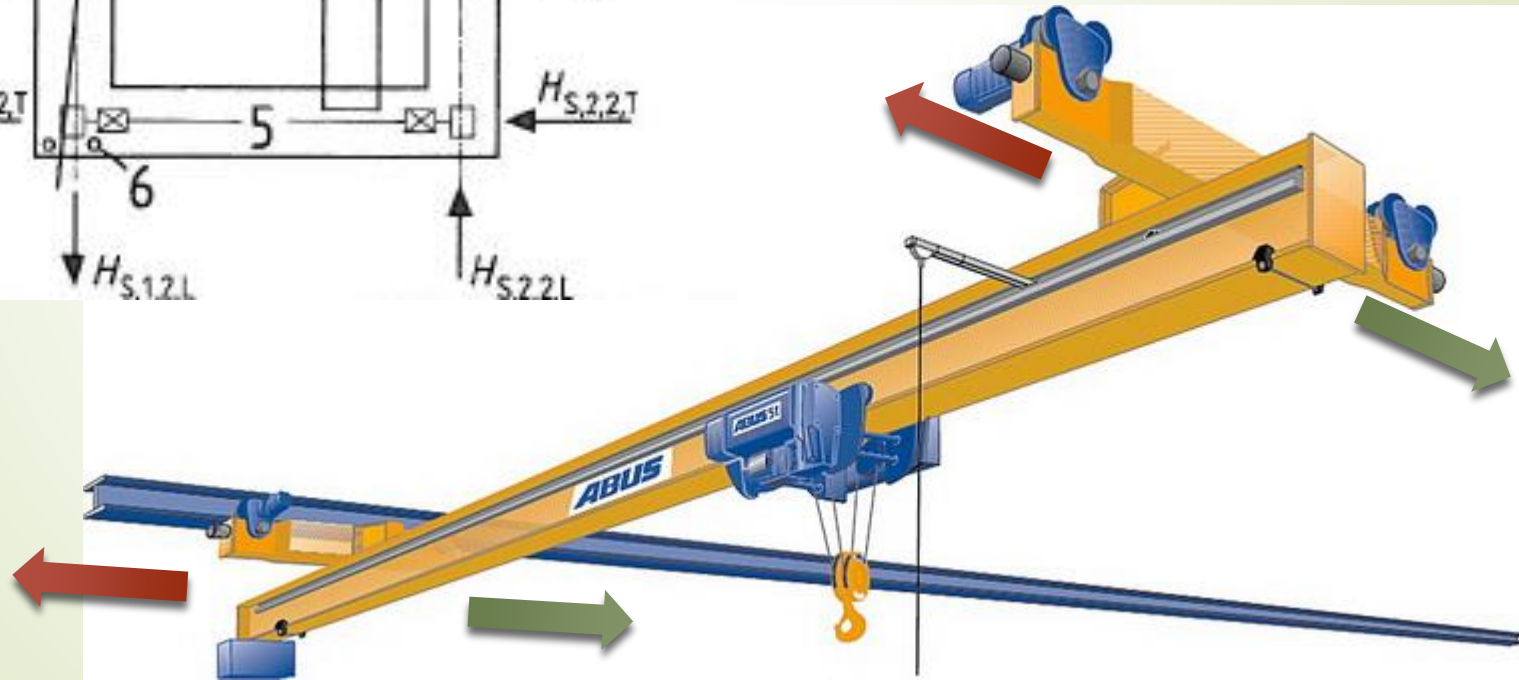
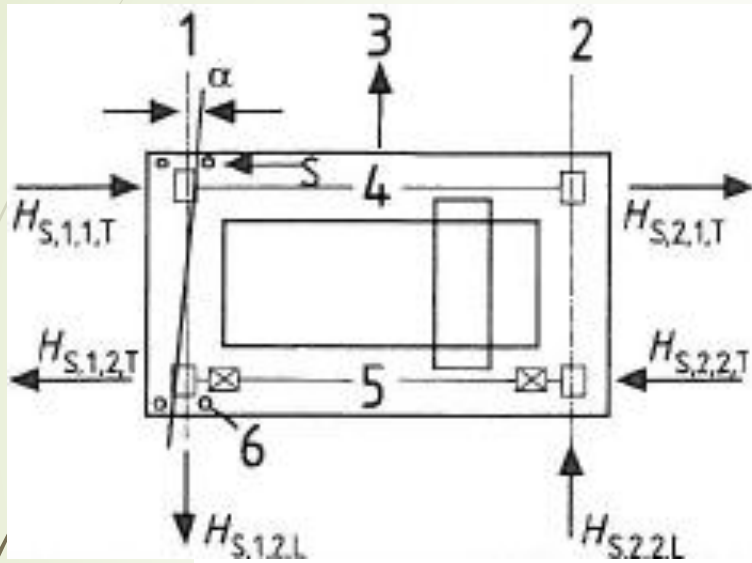
$$K = K_1 + K_2 = \mu \cdot \sum Q_{r,\min}^*$$



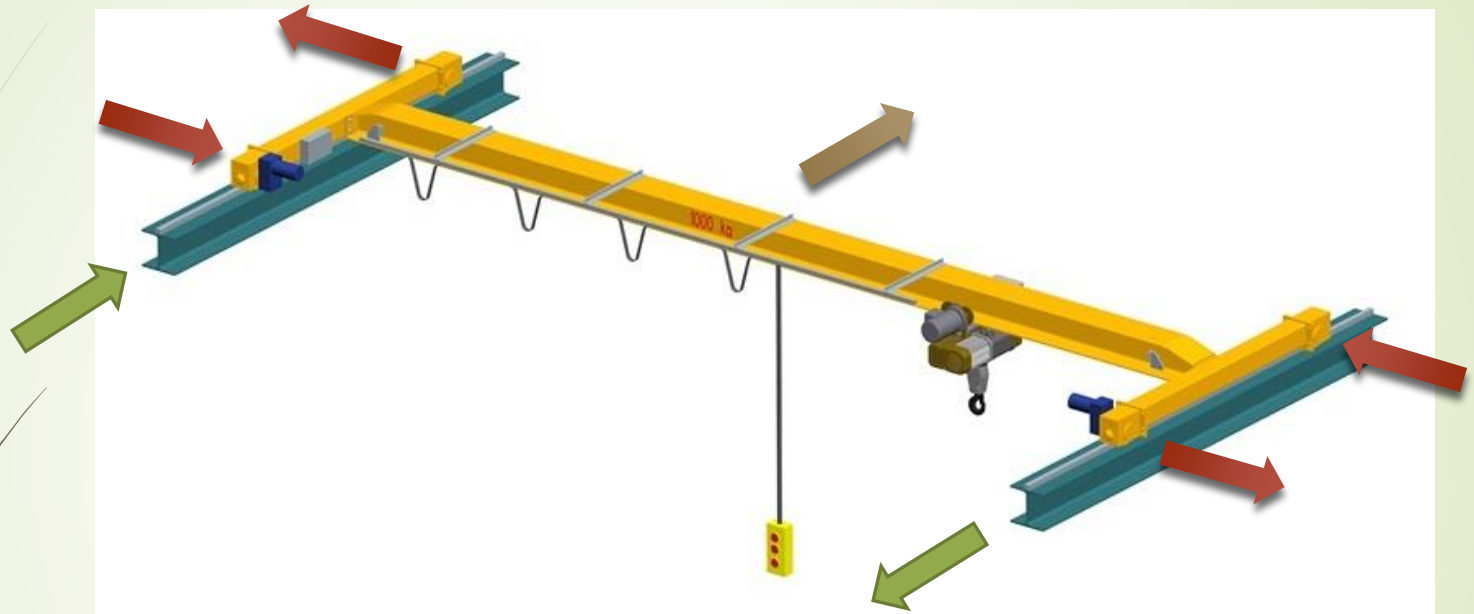
$$\sum Q_{r,\min}^* = Q_{r,\min} + Q_{r,(min)}$$

$$\sum Q_{r,\min}^* = m_w \cdot Q_{r,\min}$$

Vodorovné sily - priečenie žeriava



Vodorovné sily - priečenie žeriava

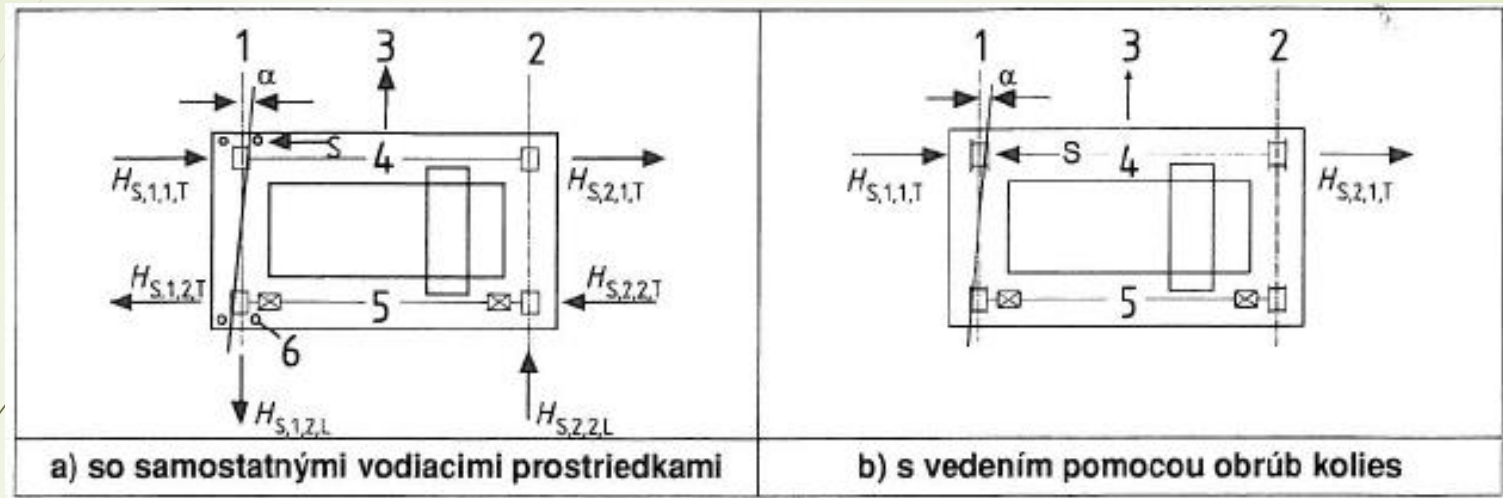


Od priečenia žeriavu vznikajú sily:

- pozdĺžne vodorovné kolesové sily,
- priečne vodorovné kolesové sily,
- vodiaca sila

Tieto sily sú vyvolané vodiacími reakciami, ktoré nútia koleso odchyliť sa z prirodzeného voľného smeru pohybu.

Vodorovné sily - priečenie žeriava



- 1 koľajnica $i = 1$
- 2 koľajnica $i = 2$
- 3 smer pohybu
- 4 dvojica kolies $j = 1$
- 5 dvojica kolies $j = 2$
- 6 vodiace zariadenie (systém používaný na udržiavanie smeru žeriava na žeriavovej dráhe)

Vodorovné sily - priečenie žeriava

$$S = f \cdot \lambda_{S,j} \cdot \sum Q_r$$

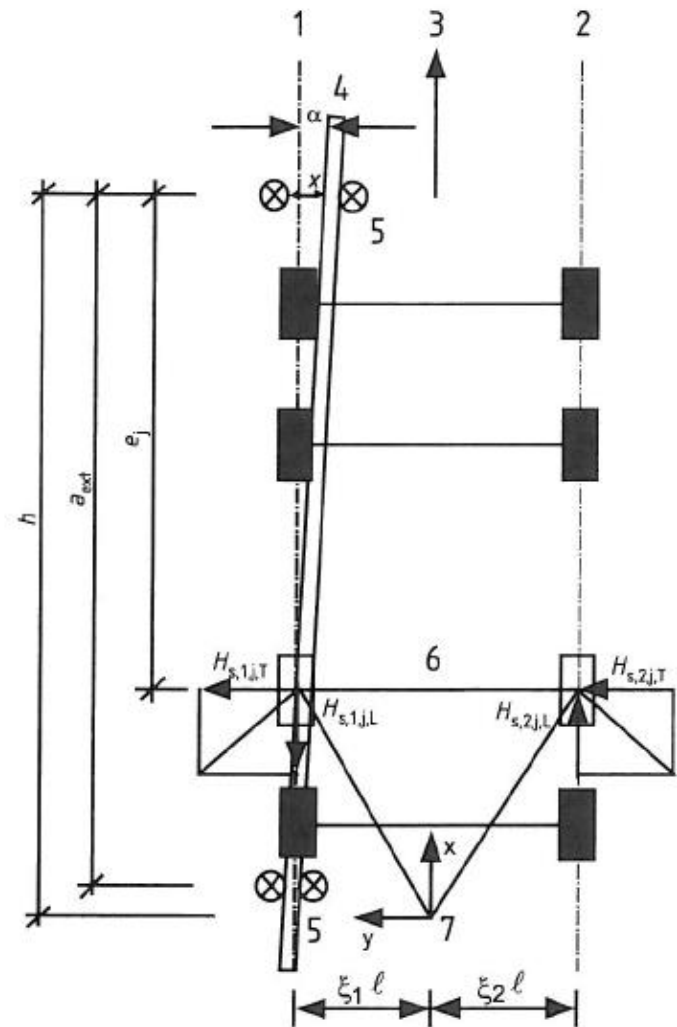
$$f = 0,3(1 - \exp(-250 \cdot \alpha)) \leq 0,3$$

f súčiniteľ reakcií pri priečení

$\lambda_{S,j}$ súčiniteľ sily

α uhol priečenia

$$\alpha = \alpha_F + \alpha_V + \alpha_O \leq 0,015 \text{ rad}$$



Vodorovné sily - priečenie žeriava

v pozdĺžnom smere žer. dráhy

$$H_{S,1,j,L} = f \cdot \lambda_{S,1,j,L} \cdot \sum Q_r$$

$$H_{S,2,j,L} = f \cdot \lambda_{S,2,j,L} \cdot \sum Q_r$$

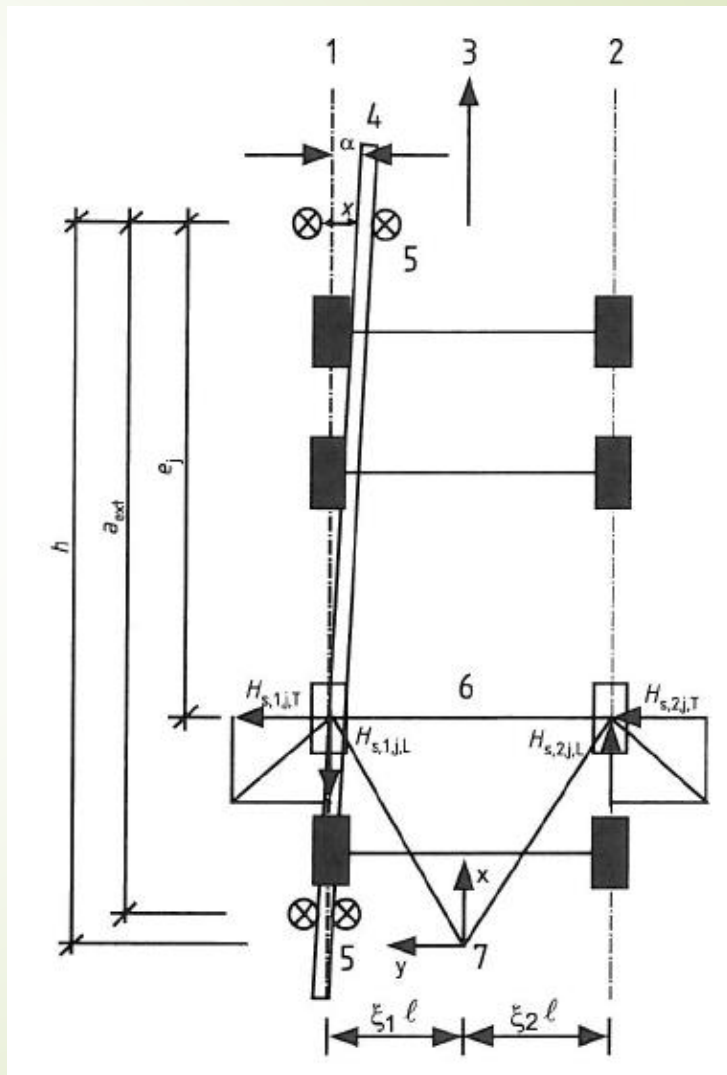
v priečnom smere žer. dráhy

$$H_{S,1,j,T} = f \cdot \lambda_{S,1,j,T} \cdot \sum Q_r$$

$$H_{S,2,j,T} = f \cdot \lambda_{S,2,j,T} \cdot \sum Q_r$$

f súčiniteľ reakcií pri priečení

$\lambda_{S,i,j,L}$ a $\lambda_{S,i,j,T}$ súčinitele sily



Vodorovné sily - priečenie žeriava

súčinitele sily:

Systém	$\lambda_{S,j}$	$\lambda_{S,1,j,L}$	$\lambda_{S,1,j,T}$	$\lambda_{S,2,j,L}$	$\lambda_{S,2,j,T}$
CFF	$1 - \frac{\sum e_j}{n \cdot h}$	$\frac{\xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \ell}{n \cdot h}$	$\frac{\xi_2}{n} \left(1 - \frac{e_j}{h}\right)$	$\frac{\xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \ell}{n \cdot h}$	$\frac{\xi_1}{n} \left(1 - \frac{e_j}{h}\right)$
IFF		0	$\frac{\xi_2}{n} \left(1 - \frac{e_j}{h}\right)$	0	$\frac{\xi_1}{n} \left(1 - \frac{e_j}{h}\right)$
CFM	$\xi_2 \left(1 - \frac{\sum e_j}{n \cdot h}\right)$	$\frac{\xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \ell}{n \cdot h}$	$\frac{\xi_2}{n} \left(1 - \frac{e_j}{h}\right)$	$\frac{\xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \ell}{n \cdot h}$	0
IFM		0	$\frac{\xi_2}{n} \left(1 - \frac{e_j}{h}\right)$	0	0

kde n je počet dvojíc kolies;

$\xi_1 \cdot \ell$ vzdialenosť okamžitého stredu krútenia od koľajnice 1;

$\xi_2 \cdot \ell$ vzdialenosť okamžitého stredu krútenia od koľajnice 2;

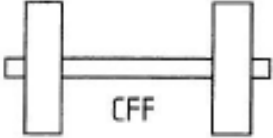
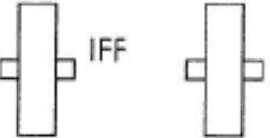
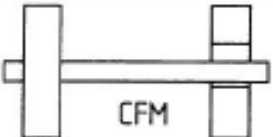
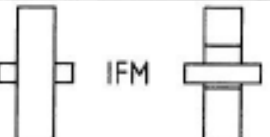
ℓ rozpätie žeriava;

e_j vzdialenosť dvojice kolies j od príslušného vodiaceho zariadenia;

h vzdialenosť medzi okamžitým stredom krútenia a príslušným vodiacim zariadením.

Vodorovné sily - priečenie žeriava

vzdialenosť „ h “:

Upevnenie kolies voči priečnym pohybam	Kombinácia dvojíc kolies		h
	spojené (C)	nezávislé (I)	
Pevné/Pevné FF			$\frac{m \cdot \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \ell^2 + \sum e_j^2}{\sum e_j}$
Pevné/Posuvné FM			$\frac{m \cdot \xi_1 \cdot \ell^2 + \sum e_j^2}{\sum e_j}$

kde h je vzdialenosť medzi okamžitým stredom krútenia a príslušným vodiacim zariadením;
 m počet dvojíc spriahnutých kolies ($m = 0$ pri nezávislých dvojjiciach kolies);
 $\xi_1 \cdot \ell$ vzdialenosť okamžitého streda krútenia od koľajnice 1;
 $\xi_2 \cdot \ell$ vzdialenosť okamžitého streda krútenia od koľajnice 2;
 ℓ rozpätie žeriava;
 e_j vzdialenosť dvojice kolies j od príslušného vodiaceho zariadenia.

Vodorovné sily - pohyb mačky žeriava

- Vodorovné sily v priečnom smere v každom kolese
- 10% tiaže mačky a bremena

$$H_{T,3} = H_{B,2} = 0,1 \cdot (Q_{C2} + Q_{h,nom})$$



Vodorovné sily - dynamické účinky

Hodnoty dynamického súčiniteľa φ_5	Charakteristika použitia
$\varphi_5 = 1,0$	pre odstredivé sily
$1,0 \leq \varphi_5 \leq 1,5$	pre systémy, v ktorých sa sily menia plynule
$1,5 \leq \varphi_5 \leq 2,0$	v prípadoch výskytu náhlych zmien
$\varphi_5 = 3,0$	pre pohony so značným spätným zakmitnutím

Skupiny a kombinácie zaťaženií

- súčasné pôsobenie zložiek zaťaženia sa uvažujú pomocou skupín zaťaženia
- každá skupina sa považuje za jedno charakteristické zaťaženie

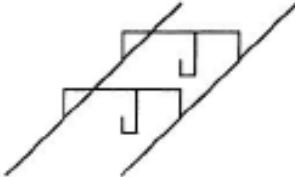
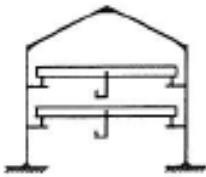
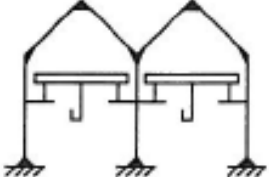
	Značka	Článok	Skupiny zaťaženií										
			Medzný stav únosnosti – ULS							Skúšobné zaťaženie	Mimo- riadne		
			1	2	3	4	5	6	7				8
1	Vlastná tiaž žeriava	Q_c	2.6	φ_1	φ_1	1	φ_4	φ_4	φ_4	1	φ_1	1	1
2	Tiaž zdvíhaného bremena	Q_h	2.6	φ_2	φ_3	–	φ_4	φ_4	φ_4	$\eta^{1)}$	–	1	1
3	Zrýchlenie mosta žeriava	H_L, H_T	2.7	φ_5	φ_5	φ_5	φ_5	–	–	–	φ_5	–	–
4	Priečenie mosta žeriava	H_S	2.7	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–
5	Zrýchlenie alebo brzdenie mačky alebo zdvíhacieho zariadenia	H_{T3}	2.7	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–
6	Vietor počas prevádzky	F_w	Príloha A	1	1	1	1	1	–	–	1	–	–
7	Skúšobné zaťaženie	Q_T	2.10	–	–	–	–	–	–	–	φ_6	–	–
8	Sila na nárazník	H_B	2.11	–	–	–	–	–	–	–	–	φ_7	–
9	Klopiaca sila	H_{TA}	2.11	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1

POZNÁMKA. – Pôsobenie vetra mimo prevádzky žeriava sa uváži podľa prílohy A.

¹⁾ η je pomerná časť tiaže zdvíhaného bremena, ktorá ostane po odstránení bremena a ktorá nie je zahrnutá vo vlastnej tiaži žeriava.

Skupiny a kombinácie zaťaženi

- Ak viacero žeriavov musí pracovať súčasne, musia sa uvažovať ako jedno zaťaženie
- Ak niekoľko žeriavov pracuje nezávisle, stanovuje sa maximálny počet žeriavov uvažovaných ako súčasne pôsobiacich

	Žeriavy na jednej dráhe	Žeriavy v jednom poli	Žeriavy vo viacpoľových budovách	
				
Zvislé zaťaženie od žeriavov	3	4	4	2
Vodorovné zaťaženie od žeriavov	2	2	2	2

Kombinácie zaťaženií

Pri kombinácií zaťaženií spôsobených prevádzkou žeriava s inými premennými zaťaženiami sa rozlišujú dva prípady:

- vonkajšie žeriavové dráhy umiestnené mimo budovy
 - charakteristické zaťaženie vetrom na konštrukciu žeriava a zdvíhacie zariadenie sa stanovuje ako charakteristická sila F_{wk} ,
- žeriavové dráhy vo vnútri budov
 - klimatickým podmienkam odolávajú budovy a ich konštrukčné prvky
- reprezentatívne hodnoty zaťaženia

Zaťaženie	Značka	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Samostatný žeriav alebo skupina zaťaženií vyvolaných žeriavmi	Q_r	1,0	0,9	*

- * pomer medzi stálym zaťažením od žeriava a celkovým zaťažením od žeriava

Kombinácie zat'azení - parc. súčinitele

Zat'aženie	Značka	Situácia	
		P/T	A
Stále zat'aženia od žeriavov			
– nepriaznivé	$\gamma_{G \text{ sup}}$	1,35	1,00
– priaznivé	$\gamma_{G \text{ inf}}$	1,00	1,00
Premenné zat'aženia od žeriavov			
– nepriaznivé	$\gamma_{Q \text{ sup}}$	1,35	1,00
– priaznivé	$\gamma_{Q \text{ inf}}$		
so žeriavom		1,00	1,00
bez žeriava		0,00	0,00
Ostatné premenné zat'aženia	γ_Q		
– nepriaznivé		1,50	1,00
– priaznivé		0,00	0,00
Mimoriadne zat'aženia	γ_A		1,00

P – Trvalá situácia

T – Dočasná situácia

A – Mimoriadna situácia

Zaťaženie prístupových lávok, schodišť, plošín a ochranných zábradlí

Zvislé zaťaženia:

sila Q_k pôsobiaca na ploche 0,3 m x 0,3 m,

- tam, kde je možné uložiť materiál $Q_k = 3,0kN$
- miesta slúžiace iba pre prístup osôb $Q_k = 1,5kN$
- nosný konštrukčný prvok zaťažený zaťažením od žeriavov $Q_k = 0,0kN$

Vodorovné zaťaženie:

- vodorovná sila na ochranné zábradlie $H_k = 0,3kN$

Sila na nárazníky od pohybu žeriava

- Sily na podperné konštrukcie od nárazu na nárazníky sa vypočítajú z kinetickej energie všetkých častí žeriava, ktorý sa pohybuje 0,7 násobkom svojej nominálnej rýchlosti:

$$H_{B,1} = \varphi_7 \cdot v_1 \cdot \sqrt{m_c \cdot S_B}$$

m_c hmotnosť žeriava
 S_B pružinová konštanta

Hodnoty dynamického súčiniteľa φ_7	Charakteristika nárazníka
$\varphi_7 = 1,25$	$0,0 \leq \xi_b \leq 0,5$
$\varphi_7 = 1,25 + 0,7 \cdot (\xi_b - 0,5)$	$0,5 \leq \xi_b \leq 1,0$
POZNÁMKA. – ξ_b sa môže približne určiť podľa obrázku 2.9.	

Sila na nárazníky od pohybu mačky

- Za predpokladu, že sa bremeno môže voľne kývať, sa vodorovné zaťaženie $H_{B,2}$ stanoví ako 10% súčtu tiaže zdvíhaného bremena a tiaže mačky.
- V ostatných prípadoch sa postupuje rovnako ako pri $H_{B,1}$

Klopiace sily

- Ak sa môže žeriav nakloniť v prípade, že bremeno alebo prostriedok na uchopenie bremien narazí na prekážku, musia sa uvážiť vzniknuté statické sily.

Skúšobné zaťaženia

- ak sa vykonávajú skúšky žeriavov po montáži
- používa sa dynamický súčiniteľ φ_6
- rozlišujú sa dva prípady:
 - Dynamické skúšobné zaťaženie - skúšobné zariadenie sa pohybuje rovnako, ako sa bude žeriav používať. Skúšobné zaťaženie musí mať aspoň 110% tiaže zdvíhaného bremena.

$$\varphi_6 = 0,5(1 + \varphi_2)$$

- Statické skúšobné zaťaženie - skúšobné zariadenie sa nepohybuje. Skúšobné zaťaženie musí mať aspoň 125% tiaže zdvíhaného bremena.

$$\varphi_6 = 1,0$$

Únavové zaťaženie

- Zohľadnenie prevádzkových podmienok rozdelenia tiaže zdvíhaných bremien a účinkov zmeny polohy žeriava
- Pri dostatočných informáciách o prevádzkových podmienkach sa určí únavové zaťaženie podľa STN EN 13001 a STN EN 1993-1-9
- V ostatných prípadoch sa použije zjednodušená metóda, t. j. únavové zaťaženie sa vyjadruje pomocou ekvivalentného zaťaženia pre poškodenie únavou

$$Q_e = \varphi_{fat} \cdot \lambda_1 \cdot Q_{max,i}$$

$Q_{max,i}$ max. charakteristická hodnota zvislého zaťaženia kolesa
 $\lambda_i = \lambda_{1,i} \cdot \lambda_{2,i}$ súčiniteľ ekvivalentného poškodenia

$$\varphi_{fat,1} = \frac{1 + \varphi_1}{2}$$

$$\varphi_{fat,2} = \frac{1 + \varphi_2}{2}$$

Rozdelenie žeriavov podľa prevádzky

Trieda zaťažovacieho spektra		Q_0	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5
		$kQ \leq 0,0313$	$0,0313 < kQ \leq 0,0625$	$0,0625 < kQ \leq 0,125$	$0,125 < kQ \leq 0,25$	$0,25 < kQ \leq 0,5$	$0,5 < kQ \leq 1,0$
Trieda celkového počtu cyklov							
U_0	$C \leq 1,6 \times 10^4$	S_0	S_0	S_0	S_0	S_0	S_0
U_1	$1,6 \times 10^4 < C \leq 3,15 \times 10^4$	S_0	S_0	S_0	S_0	S_0	S_1
U_2	$3,15 \times 10^4 < C \leq 6,30 \times 10^4$	S_0	S_0	S_0	S_0	S_1	S_2
U_3	$6,30 \times 10^4 < C \leq 1,25 \times 10^5$	S_0	S_0	S_0	S_1	S_2	S_3
U_4	$1,25 \times 10^5 < C \leq 2,50 \times 10^5$	S_0	S_0	S_1	S_2	S_3	S_4
U_5	$2,50 \times 10^5 < C \leq 5,00 \times 10^5$	S_0	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
U_6	$5,00 \times 10^5 < C \leq 1,00 \times 10^6$	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6
U_7	$1,00 \times 10^6 < C \leq 2,00 \times 10^6$	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7
U_8	$2,00 \times 10^6 < C \leq 4,00 \times 10^6$	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8
U_9	$4,00 \times 10^6 < C \leq 8,00 \times 10^6$	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9

kde kQ je súčiniteľ zaťažovacieho spektra pre všetky činnosti žeriava;

C celkový počet pracovných cyklov počas návrhovej životnosti žeriava.

POZNÁMKA. – Triedy S_i sú členené podľa parametra histórie napätí s v EN 13001-1, ktorý sa definuje ako $s = \nu \cdot k$

kde k je súčiniteľ spektra napätí;

ν pomer počtu napäťových cyklov C vzťahnutých k $2,0 \times 10^6$ napäťovým cyklom.

Zatriedenie je založené na celkovej životnosti 25 rokov.

Súčiniteľ ekvivalentného poškodenia

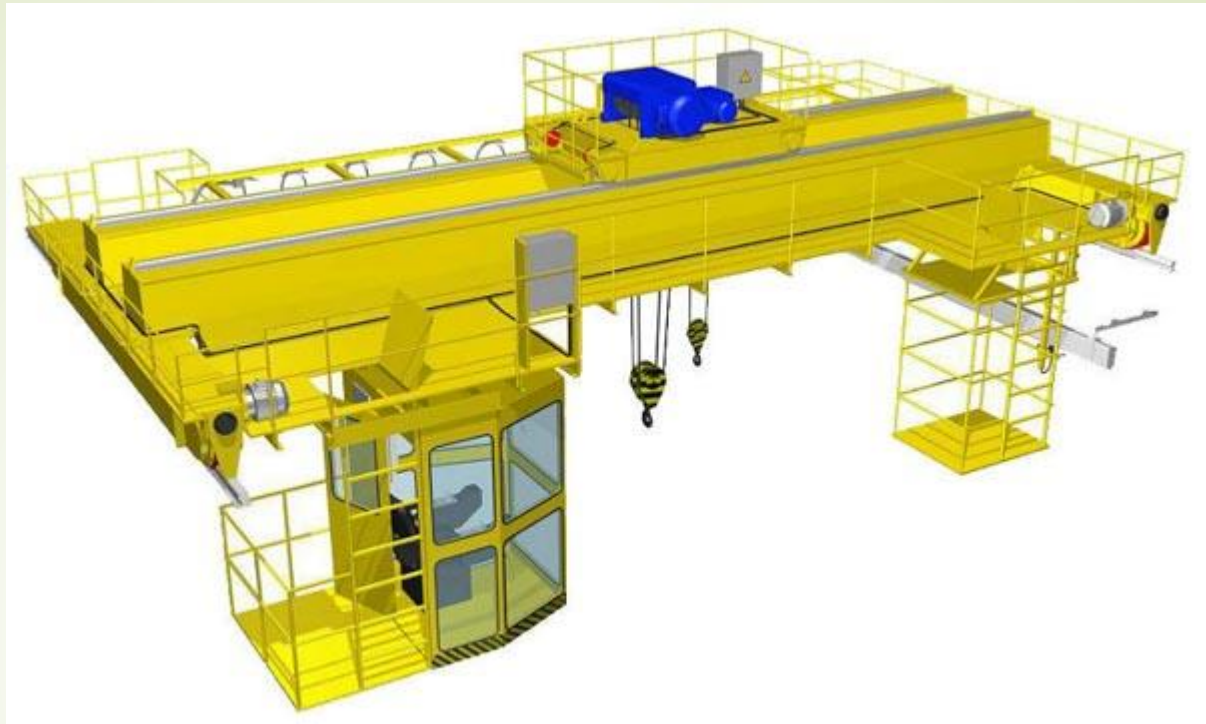
$$\lambda_{1,i} = \sqrt[m]{kQ} = \left[\sum_j \left(\left(\frac{\Delta Q_{i,j}}{\max \Delta Q_i} \right)^m \cdot \frac{n_{i,j}}{\sum n_{i,j}} \right) \right]^{1/m}$$

$$\lambda_{2,i} = \sqrt[m]{v} = \left[\frac{\sum_j n_{i,j}}{N} \right]^{1/m}$$

Triedy S	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉
normálové napätia	0,198	0,250	0,315	0,397	0,500	0,630	0,794	1,00	1,260	1,587
šmykové napätia	0,379	0,436	0,500	0,575	0,660	0,758	0,871	1,00	1,149	1,320

POZNÁMKA 1. – Na určenie hodnôt λ sa použili normalizované spektrá s Gaussovým rozdelením zaťažovacích účinkov, Minerovo pravidlo a krivky únavovej pevnosti so sklonom $m = 3$ pre normálové napätia a $m = 5$ pre šmykové napätia.

POZNÁMKA 2. – Ak údaje o žeriave neobsahujú zatriedenie žeriava, v prílohe B je uvedené zatriedenie podľa použitia.



ĎAKUJEM ZA POZORNOST

Ing. Richard Hlinka, PhD.

Žilinská univerzita v Žiline, Stavebná fakulta

Katedra stavebných konštrukcií a mostov