

Kombinace zatížení

Kombinace zatížení

- Zatížení

vyskytují se na konstrukci s určitou pravděpodobností

vyvolávají odezvu konstrukce

- Charakteristické hodnoty

- Stálá **G**
- Předpětí **P**
- Proměnná **Q**
 - Klimatická
 - Zatížení od dopravy



Kombinace zatížení

- Zatížení

vyskytují se na konstrukci s určitou pravděpodobností

vyvolávají odezvu konstrukce

- Zatížení od dopravy

- Sestavy zatížení

kombinace vodorovných a svislých sil

prostorová variabilita vzhledem k posuzované veličině v hledaném místě

umístění např. na základě příčinkových čar



Kombinace zatížení

- Zatížení

vyskytují se na konstrukci s určitou pravděpodobností

vyvolávají odezvu konstrukce

- Posouzení **mezních stavů**

- Mezní stav únosnosti

MSÚ (ULS)

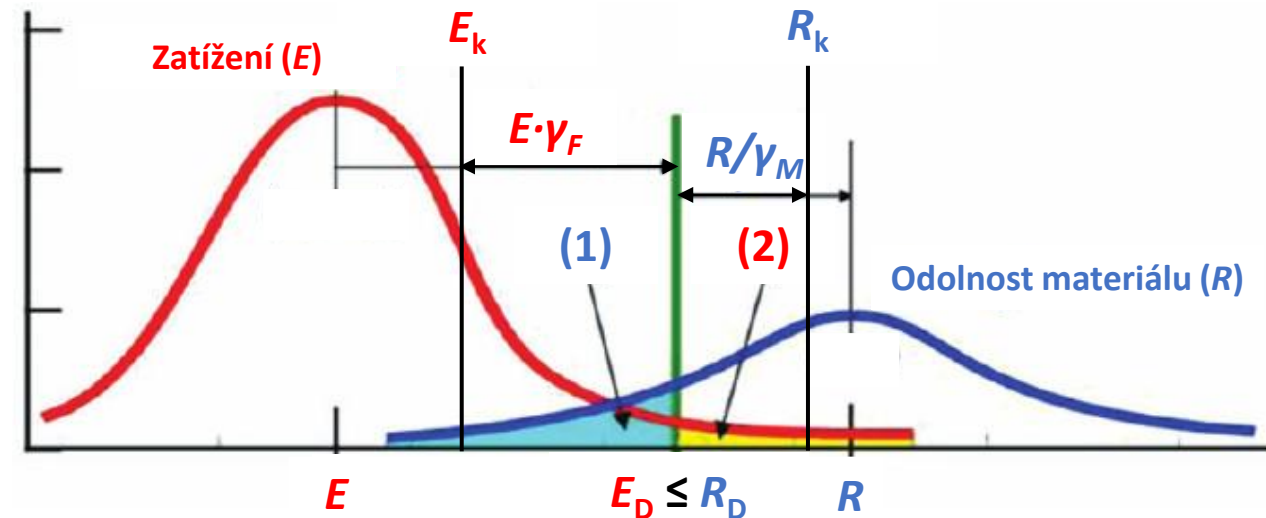
- Mezní stav použitelnosti

MSP (SLS)



Kombinace zatížení

- Odezva konstrukce
- **MSÚ**
 - Okamžik kolapsu konstrukce
 - Zatížení na mezi únosnosti by se na konstrukci během životnosti nemělo vyskytnout
 - Plastické chování betonu i výztuže
 - Dílčí součinitele
 - $E_D = E \cdot \gamma_F$ $\gamma_F > 1,0$
 - $R_D = R / \gamma_M$ $\gamma_M > 1,0$



(1) 5% spodní kvantil pevnosti materiálu

(2) 5% horní kvantil zatížení

Kombinace zatížení

- Odezva konstrukce
- **MSÚ**
 - Okamžik kolapsu konstrukce
 - EQU: ztráta statické rovnováhy
 - **STR: vnitřní porucha konstrukce nebo nosných prvků**
 - GEO: porucha nebo nadměrná deformace základové půdy
 - FAT: únavová porucha konstrukce nebo nosných prvků



Kombinace zatížení

- Odezva konstrukce
- **MSÚ**

Kombinace zatížení pro trvalé a dočasné návrhové situace (základní kombinace)

6.10 (dle ČSN EN 1990)

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

γ_G dílčí součinitel pro stálá zatížení = 1,35 (pro příznivé působení 1,0)

γ_P dílčí součinitel pro předpětí = 1,0

γ_Q dílčí součinitel pro proměnná zatížení silniční dopravou a chodci = 1,35 (pro příznivé působení 0,0)

dílčí součinitel pro proměnná zatížení železniční dopravou = 1,45 (pro příznivé působení 0,0)

dílčí součinitel pro ostatní proměnná zatížení = 1,5 (pro příznivé působení 0,0)

ψ_0 součinitel pro kombinační hodnotu proměnného zatížení

Kombinace zatížení

- Odezva konstrukce
- **MSÚ**

Alternativně pro STR a GEO méně příznivá kombinace z 6.10a (dle ČSN EN 1990)

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

6.10b (dle ČSN EN 1990)

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

ξ redukční součinitel pro nepříznivá stálá zatížení = 0,85



Kombinace zatížení

- Odezva konstrukce
- **MSÚ**

Kombinace zatížení pro mimořádné návrhové situace

Kombinace pro seismické návrhové situace



Kombinace zatížení

- Odezva konstrukce
- **MSP**
 - Funkce konstrukce za běžného užívání – **použitelnost a trvanlivost**
 - Omezení napětí
 - Omezení šířky trhlin
 - Omezení deformace
 - Omezení kmitání
 - Pružné chování konstrukce
 - Dílčí součinitele rovny **1,0**
(neuvažují se)



Kombinace zatížení

• MSP

Charakteristická kombinace

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

 ψ_0

součinitel pro kombinační hodnotu proměnného zatížení

Častá kombinace

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

 ψ_1

součinitel pro častou hodnotu proměnného zatížení

Kvazistálá kombinace

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

 ψ_2

součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení

Kombinace zatížení

• MSP

ψ_0 součinitel pro kombinační hodnotu proměnného zatížení

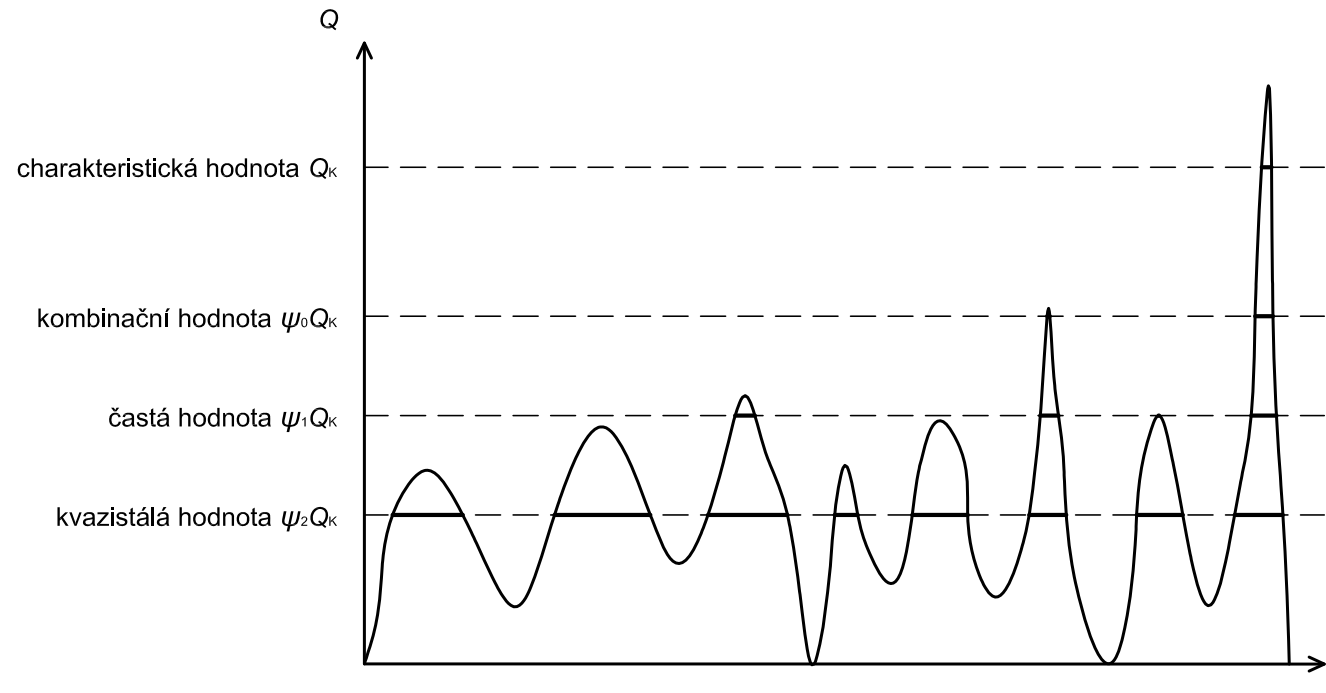
pravděpodobnost současného výskytu několika různých proměnných zatížení

ψ_1 součinitel pro častou hodnotu proměnného zatížení

pro mosty má střední dobu návratu jeden týden

ψ_2 součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení

překročena v 50% referenční doby



Kombinace zatížení

- MSP**

Zatížení	Značka		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Zatížení dopravou (viz EN 1991-2, Tabulka 4.4)	gr1a (LM1+ zatížení chodci nebo cyklisty) ¹⁾	TS (dvojnápravy)	0,75	0,75	0
		UDL (rovnoměrné zatížení)	0,40	0,40	0
		Zatížení chodci + zatížení cyklisty ²⁾	0,40	0,40	0
	gr1b (jednotlivá náprava)		0	0,75	0
	gr2 (vodorovné síly)		0	0	0
	gr3 (zatížení chodci)		0	0,40	0
	gr4 (LM4 (zatížení davem lidí))		0	–	0
gr5 (LM3 (zvláštní vozidla))		0	–	0	
Zatížení větrem	$F_{w,k}$				
	– Trvalé návrhové situace		0,6	0,2	0
	– Provádění		0,8	–	0
	F_w^*		1,0	–	–
Zatížení teplotou	T_k		0,6 ³⁾	0,6	0,5
Zatížení sněhem	$Q_{Sn,k}$ (během provádění)		0,8	–	–
Staveništní zatížení	Q_c		1,0	–	1,0

Kombinace zatížení

- MSP**

Zatížení		ψ_0	ψ_1	$\psi_2^{4)}$
	gr31 (LM71 + SW/0) Doplnkové zatěžovací stavy	0,80	0,60	0
Ostatní provozní zatížení	Aerodynamické účinky	0,80	0,50	0
	Obecná zatížení pro údržbu na neveřejných lávkách	0,80	0,50	0
Zatížení větrem ²⁾	F_{wk}	0,75	0,50	0
	F_w^{**}	1,00	0	0
Zatížení teplotou ³⁾	T_k	0,60	0,60	0,50
Zatížení sněhem	$Q_{Sn,k}$ (během provádění)	0,80	–	0
Staveništní zatížení	Q_c	1,0	–	1,0

Zatížení		ψ_0	ψ_1	$\psi_2^{4)}$	
Jednotlivé složky zatížení dopravou ⁵⁾	LM 71	0,80	1)	0	
	SW/0	0,80	1)	0	
	SW/2	0	1,00	0	
	Nezatížený vlak	1,00	–	–	
	HSLM	1,00	1,00	0	
	Rozjezdové a brzdné síly Odstředivé síly Síly interakce způsobené deformací od svislého zatížení	U jednotlivých složek zatížení dopravou v návrhových situacích, kde se zatížení dopravou uvažuje jako jedno vícesměrné hlavní zatížení a nikoli jako sestava zatížení, se mají použít stejné hodnoty součinitelů ψ jako u vedlejších svislých zatížení			
	Boční ráz	1,00	0,80	0	
	Zatížení na neveřejných lávkách	0,80	0,50	0	
	Skutečné vlaky	1,00	1,00	0	
	Vodorovný zemní tlak způsobený přitížením od zatížení dopravou Aerodynamické účinky	0,80	1)	0	
Nejúčinnější zatížení dopravou (sestavy zatížení)	gr11 (LM71 + SW/0)	0,80	0,8	0	Max. svislé 1 a max. podélné
	gr12 (LM71 + SW/0)				Max. svislé 2 a max. příčné
	gr13 (brzdění/rozjezd)				Max. podélné
	gr14 (odstředivé/boční ráz)				Max. příčné
	gr15 (nezatížený vlak)	0,80	0,70	0	Příčná stabilita s „nezatíženým“ vlakem
	gr16 (SW/2)				SW/2 a max. podélné
	gr17 (SW/2)				SW/2 a maximální příčné
	gr21 (LM71 + SW/0)				Max. svislé 1 a max. podélné
	gr22 (LM71 + SW/0)				Max. svislé 2 a max. příčné
	gr23 (brzdění/rozjezd)				Max. podélné
	gr24 (odstředivé/boční ráz)				Max. příčné
	gr26 (SW/2)				SW/2 a max. podélné
	gr27 (SW2)				SW/2 a maximální příčné

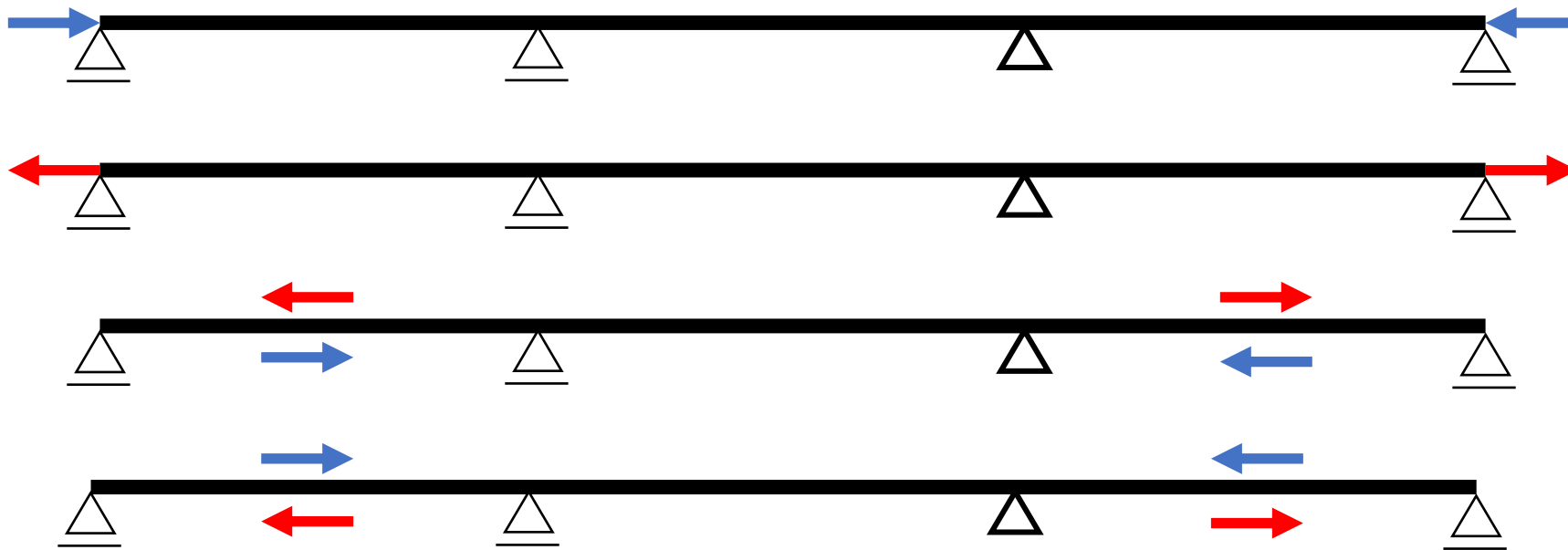
Kombinace zatížení

- Odezva konstrukce

Mezní stavy únosnosti	Mezní stavy použitelnosti
Týkají bezpečnosti osob a bezpečnosti konstrukce	Týkají se funkce konstrukce nebo nosných prvků za běžného užívání
Po dalším zvětšení zatížení se uvažuje zřícení konstrukce	Po překročení kritérií mezních stavů použitelnosti v žádném případě nedochází ke kolapsu konstrukce; může dojít ke snížení její trvanlivosti a použitelnosti.
Uvažují se dílčí součinitele vlastností materiálů $\gamma_M > 1$	Dílčí součinitele vlastností materiálů se uvažují $\gamma_M = 1$
Uvažují se dílčí součinitele zatížení $\gamma_F > 1$	Dílčí součinitele zatížení γ_F se neuvažují.
Uvažuje se plastické chování konstrukčních materiálů	Uvažuje se elastické chování konstrukčních materiálů

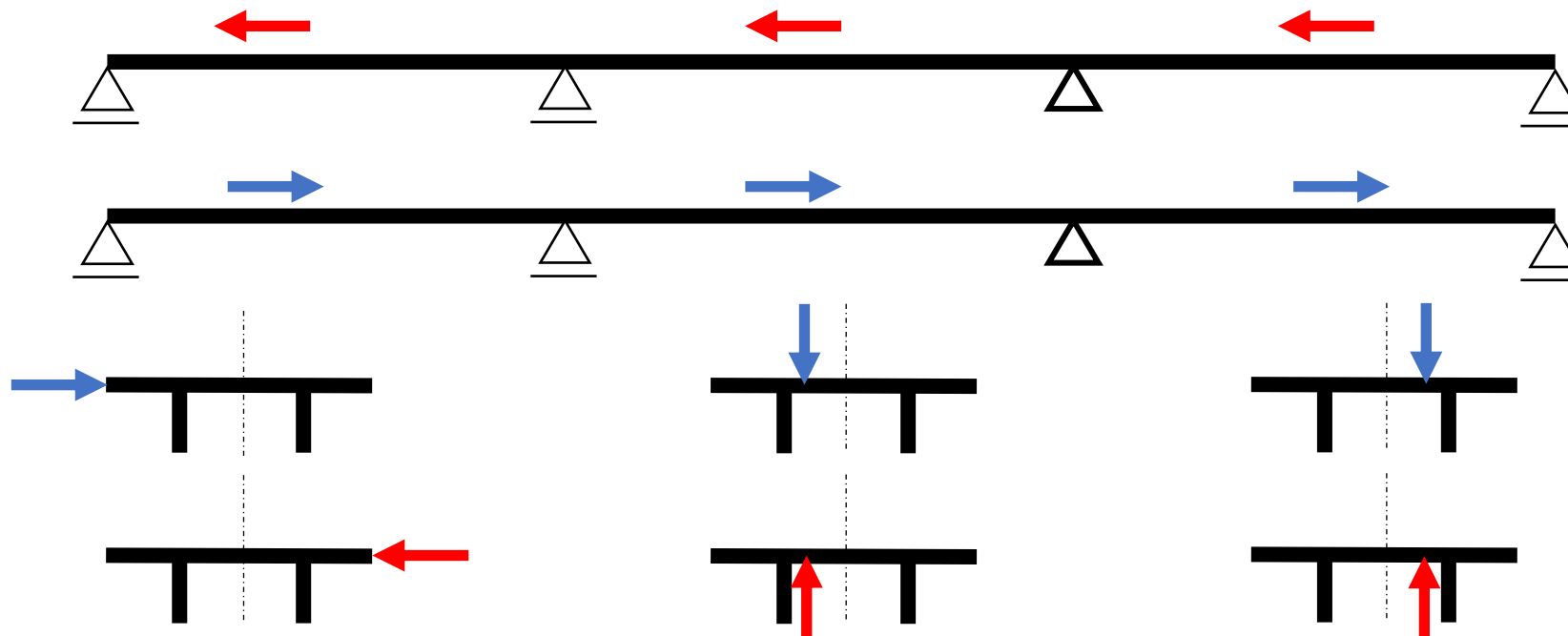
Kombinace zatížení

- Příklad kombinací
 - Skupiny zatížení T



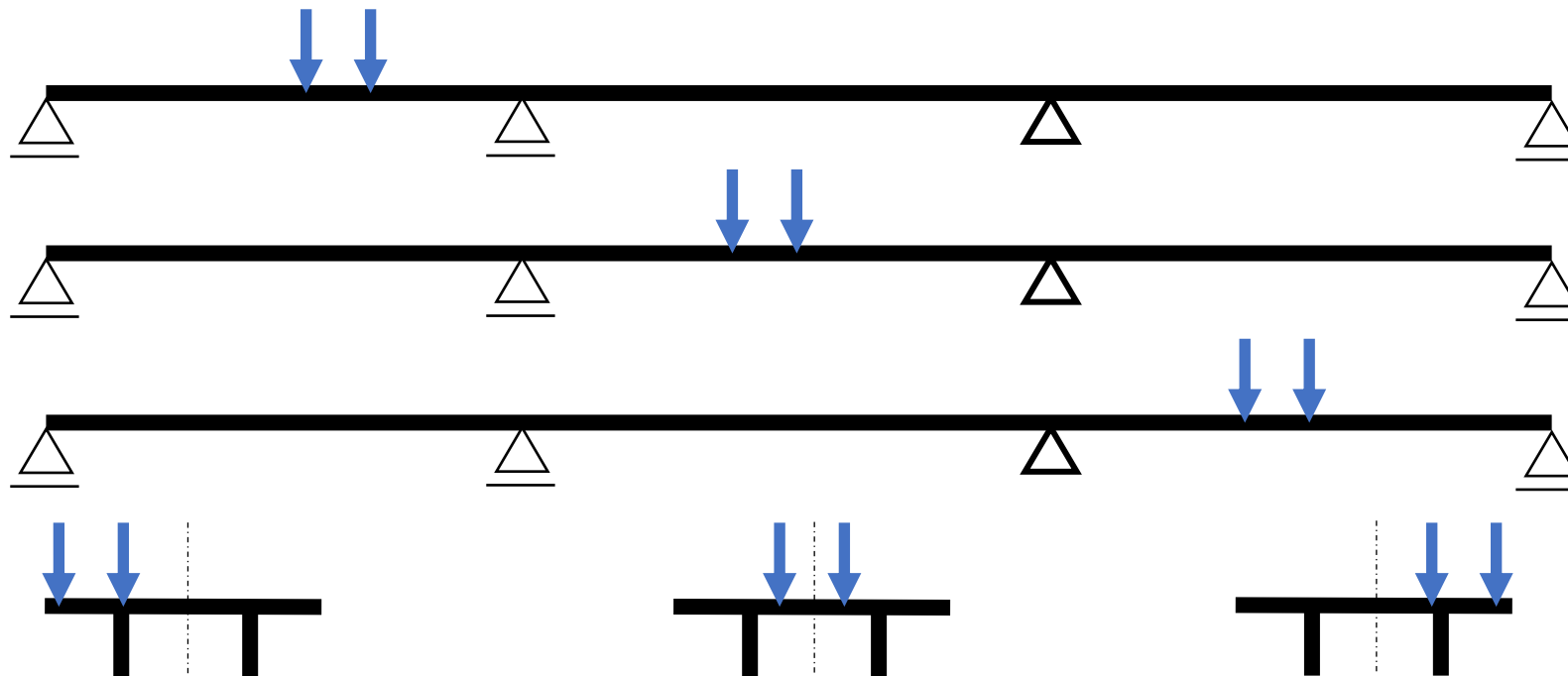
Kombinace zatížení

- Příklad kombinací
 - Skupiny zatížení W



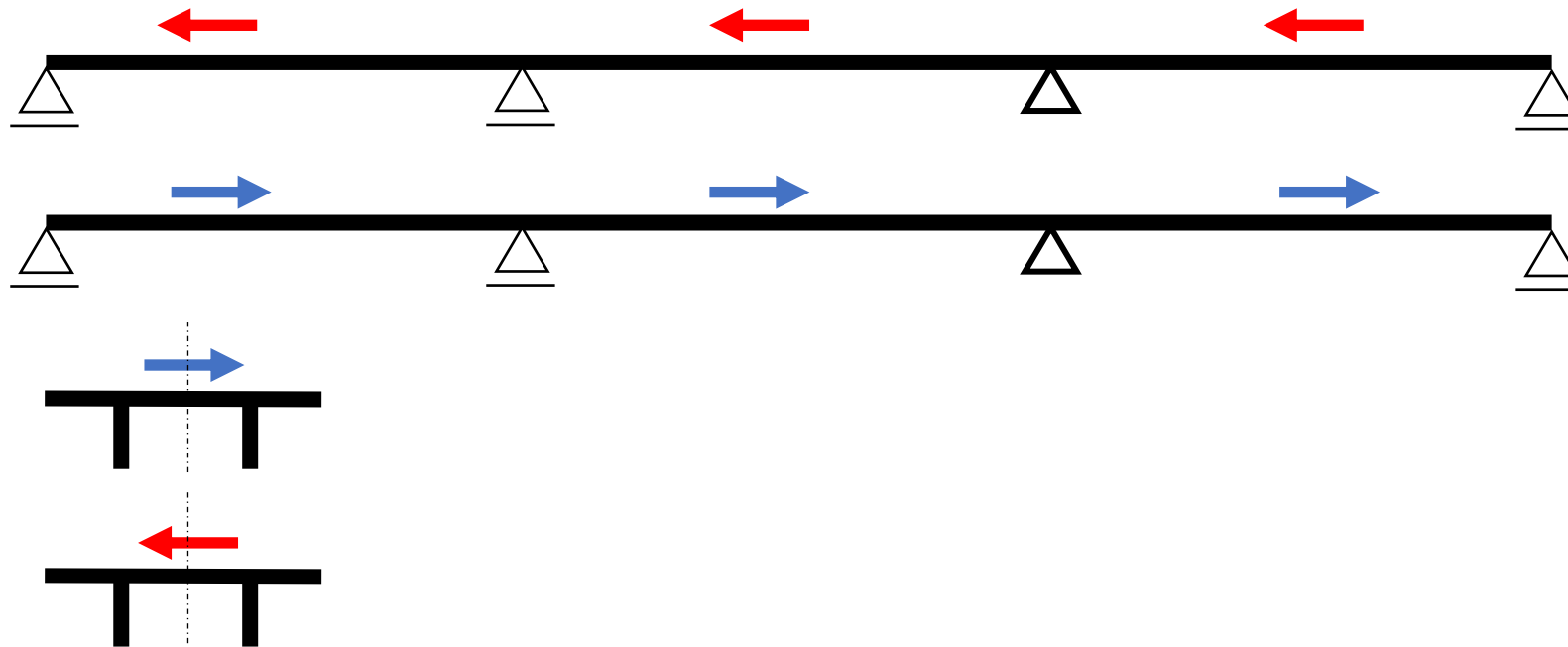
Kombinace zatížení

- Příklad kombinací
 - Skupiny zatížení MVL



Kombinace zatížení

- Příklad kombinací
 - Skupiny zatížení MVL



Kombinace zatížení

- Příklad kombinací
 - Kombinace součtové
 - Stálé zatížení
 - Jednotlivé sestavy zatížení dopravou
 - Rovnoměrná a nelineární teplota
 - Kombinace obálkové
 - min/max
 - Oteplení/ochlazení
 - MSÚ: 6.10a/6.10b

