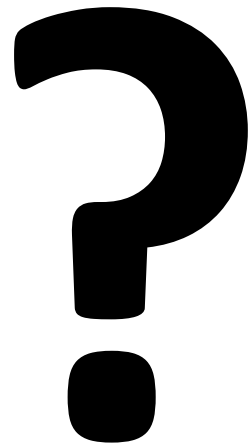


# Zatížení během provádění



# Zatížení během provádění

- **ČSN EN 1991-1-6**
  - Vlastní tíha
  - Sedání
  - Zemní tlak
  - Předpětí
  - **Smršťování/dotvarování**
  - Teplota
  - Vítr
  - **Sníh**
- **Staveništní zatížení**



# Zatížení během provádění

- Staveništní zatížení (*můžou působit zvlášť, nebo současně*)
  - a) Osoby a ruční nářadí  $Q_{ca}$  1,0 kN/m<sup>2</sup>
  - b) Přemístitelná skládka  $Q_{cb}$  0,2 kN/m<sup>2</sup>; 100 kN
  - c) Dočasné vybavení  
*kontejnery, bednicí desky*  $Q_{cc}$  0,5 kN/m<sup>2</sup>
  - d) Přemístitelné těžké strojní  
zařízení a vybavení  $Q_{cd}$  *např. jeřáby*
  - e) Kumulace odpadních materiálů  $Q_{ce}$  *závisí na typu materiálů*
  - f) Zatížení z částí konstrukce v  
dočasných situacích  $Q_{cf}$  *zatížení čerstvým betonem*

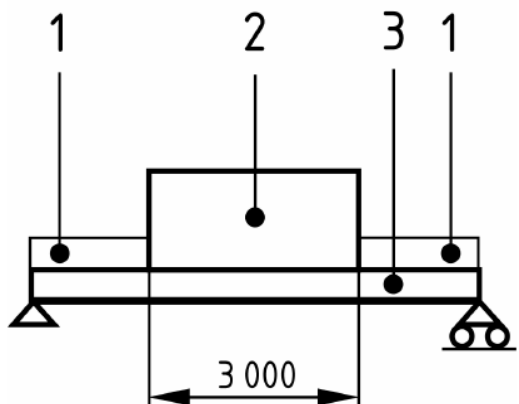
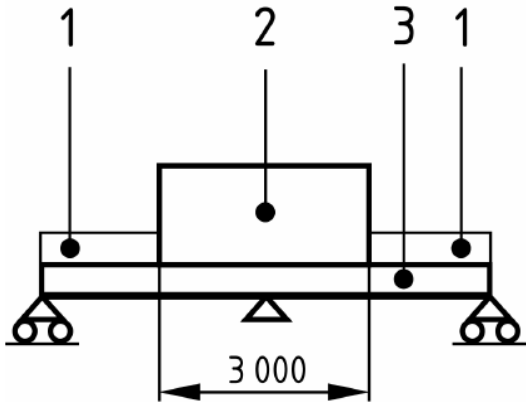


# Zatížení během provádění

- Zatížení při betonování

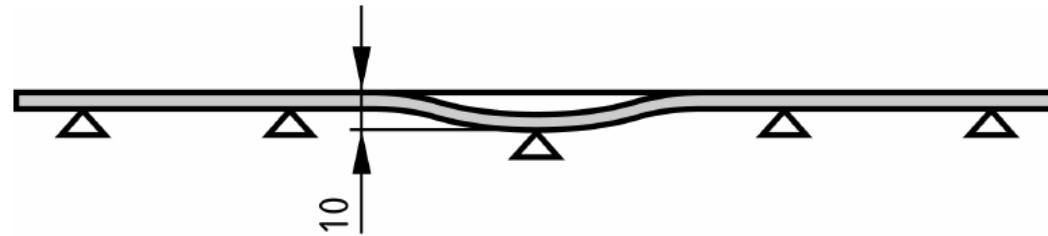
Zatížení	Zatížená plocha	Zatížení v kN/m <sup>2</sup>
(1)	Vně pracovní plochy	0,75 včetně $Q_{ca}$
(2)	Uvnitř pracovní plochy 3 m × 3 m (nebo rozpětí, pokud je menší)	10 % vlastní tíhy betonu, avšak ne méně než 0,75 a ne více než 1,5; zahrnuje $Q_{ca}$ a $Q_{cf}$
(3)	Skutečná plocha	Vlastní tíha bednění, nosného prvku ( $Q_{cc}$ ) a tíha čerstvého betonu o návrhové tloušťce ( $Q_{cf}$ )

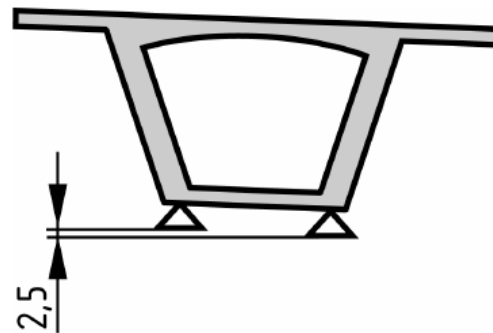



# Zatížení během provádění

- Doplnující pravidla pro mosty



a) Odchylka v podélném směru



# Mimořádná zatížení



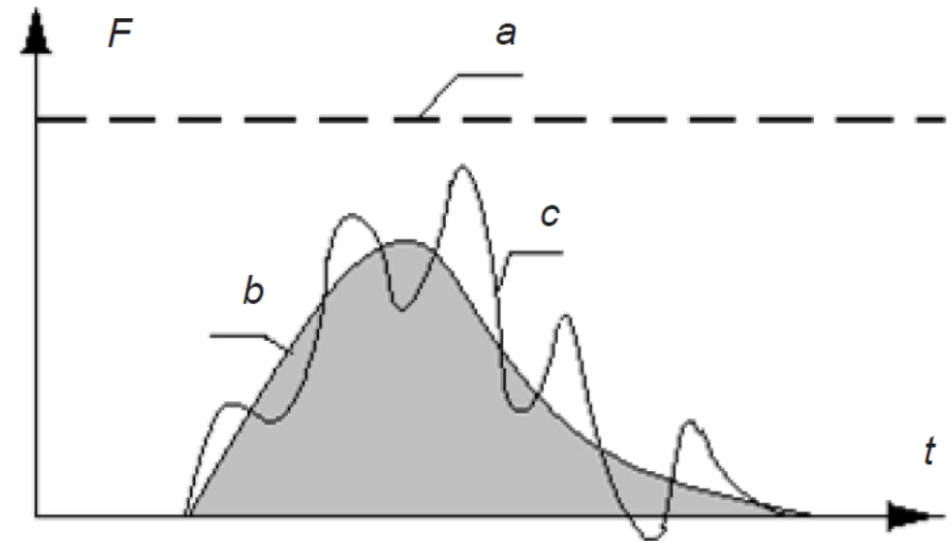
# Mimořádná zatížení

- Nárazy, *výbuchy* atd. ČSN EN 1991-1-7
- Seismicita ČSN EN 1998-1; ČSN EN 1998-2



# Mimořádná zatížení

- **Náraz**
- Ekvivalentní statické síly nebo dynamická analýza



## Legenda

- a ekvivalentní statická síla
- b dynamická síla
- c odezva konstrukce



# Mimořádná zatížení

- **Náraz**

- Silničních vozidel
- Vlaků
- Plavidel



# Mimořádná zatížení

- **Náraz**

- Silničních vozidel

?

- Vlaků
  - Plavidel



# Mimořádná zatížení

- **Náraz**

- **Silničních vozidel**

- Na obrubníky
    - Do svodidel
    - Do podpěr
    - Do nosné konstrukce

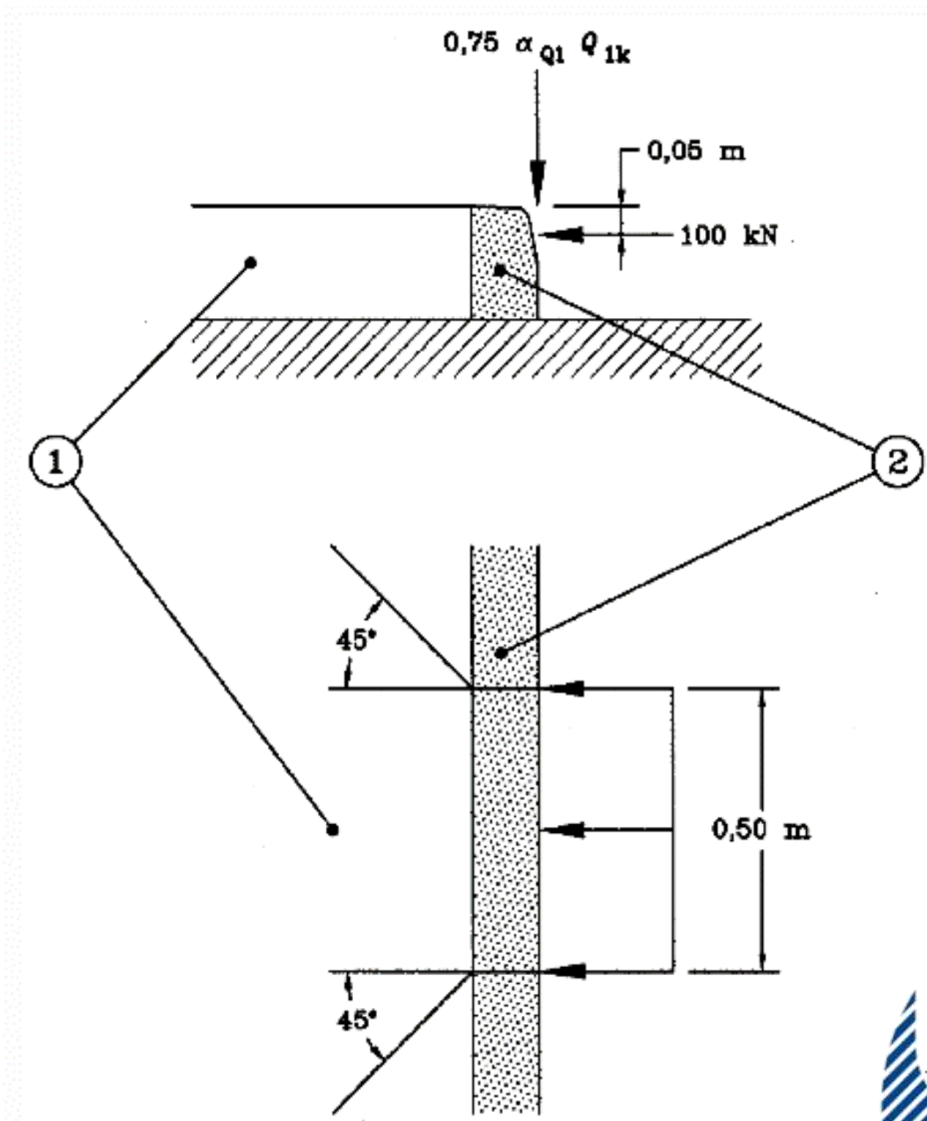
- Vlakov

- Plavidel



# Mimořádná zatížení

- **Náraz silničních vozidel**
  - Na obrubníky ČSN EN 1991-2
  - 100 kN na šířku 0,5 m
  - Pokud je to nepříznivé + svislé zatížení



# Mimořádná zatížení

- **Náraz silničních vozidel**

- Do svodidel ČSN EN 1991-2

- Svislé a vodorovné síly

- 100 mm pod horní hranou zádržného systému, nebo 1,0 m nad povrchem vozovky

- Svislá síla:  $0,75 \alpha_{Q1} Q_{1k}$

- Vodorovná síla

Doporučená třída	Vodorovná síla (kN)
A	100
B	200
C	400
D	600

# Mimořádná zatížení

- **Náraz silničních vozidel**

- **Do svodidel**      **ČSN EN 1991-2**
- Třída A:            betonová svodidla se zajištěnou šířkou mezi lícem a pevnou překážkou
- Třída B, C:        ocelová kotvená svodidla
- Třída C:            betonová svodidla bez zajištěné šířky mezi lícem a pevnou překážkou
- Třída D:            betonová svodidla tuze spojená s nosnou konstrukcí



# Mimořádná zatížení

## • Náraz silničních vozidel

- Do podpěr ČSN EN 1991-1-7

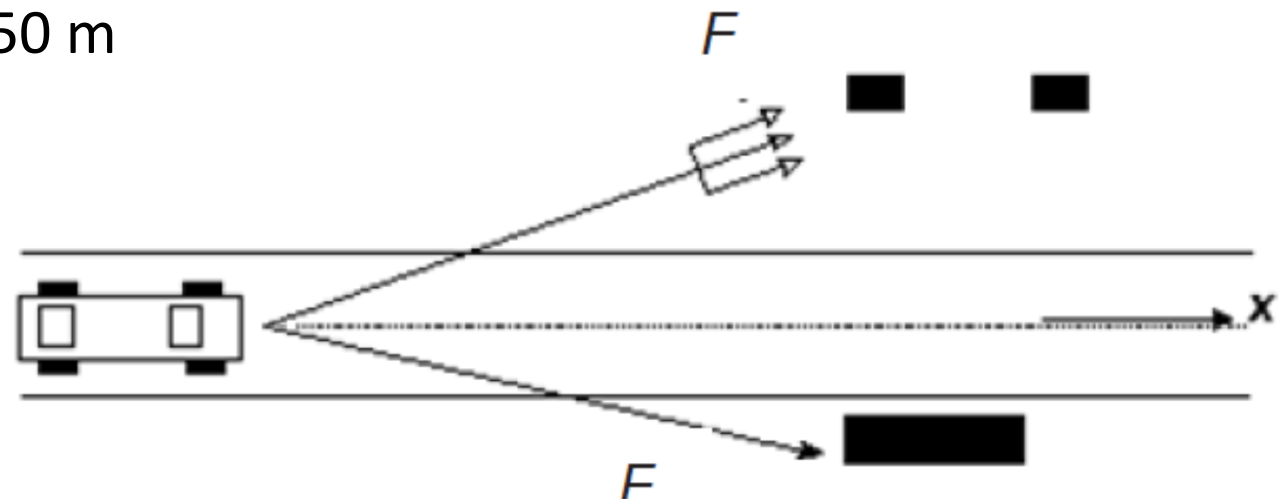
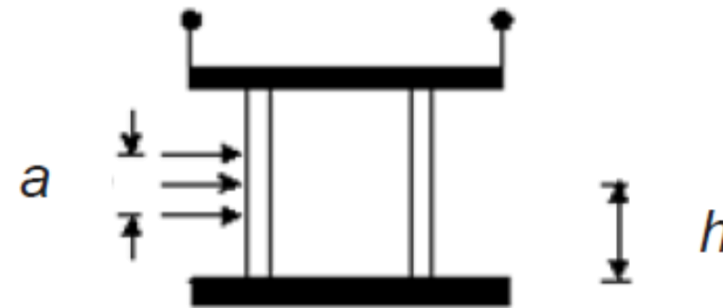
Kategorie pozemní komunikace	Síla $F_{dx}$ <sup>a)</sup> [kN]	Síla $F_{dy}$ <sup>a)</sup> [kN]
Dálnice, silnice I. třídy a rychlostní místní komunikace	1 000	500
Silnice II. a III. třídy a místní komunikace s dovolenou rychlostí nad 60 km/h	750	375
Místní komunikace s dovolenou rychlostí do 60 km/h včetně a účelové komunikace	500	250
Uzavřené plochy (např. podnikové plochy, dvory, areály zdravotnických zařízení) a budovy s hromadnými garážemi (např. sklady, parkovací plochy) s přístupem:		
– osobních vozidel	50	25
– těžkých vozidel <sup>b)</sup>	150	75
<sup>a)</sup> $x$ = směr jízdy, $y$ = kolmo na směr jízdy. <sup>b)</sup> Termín „těžké vozidlo“ se vztahuje k vozidlům o celkové maximální hmotnosti větší než 3,5 tun.		

# Mimořádná zatížení

## • Náraz silničních vozidel

### • Do podpěr ČSN EN 1991-1-7

<b><i>a</i></b>	osobní vozidla	0,25 m
	těžká vozidla (nad 3,5 t)	0,50 m
<b><i>h</i></b>	osobní vozidla	0,50 m
	těžká vozidla (nad 3,5 t)	1,50 m





# Mimořádná zatížení

- **Náraz silničních vozidel**

- **Do nosné konstrukce**

*Pokud není zajištěna  
dostatečná světlná výška*

?



# Mimořádná zatížení

- **Náraz silničních vozidel**
  - **Do nosné konstrukce ČSN EN 1991-1-7**

Kategorie pozemní komunikace	Síla $F_{dx}$ <sup>a)</sup> [kN]
Dálnice, silnice I. třídy a rychlostní místní komunikace	500
Silnice II. a III. třídy a místní komunikace s dovolenou rychlostí nad 60 km/h	375
Místní komunikace s dovolenou rychlostí do 60 km/h včetně a účelové komunikace	250
Uzavřené plochy a budovy s hromadnými garážemi	75
<sup>a)</sup> $x$ = směr jízdy	

# Mimořádná zatížení

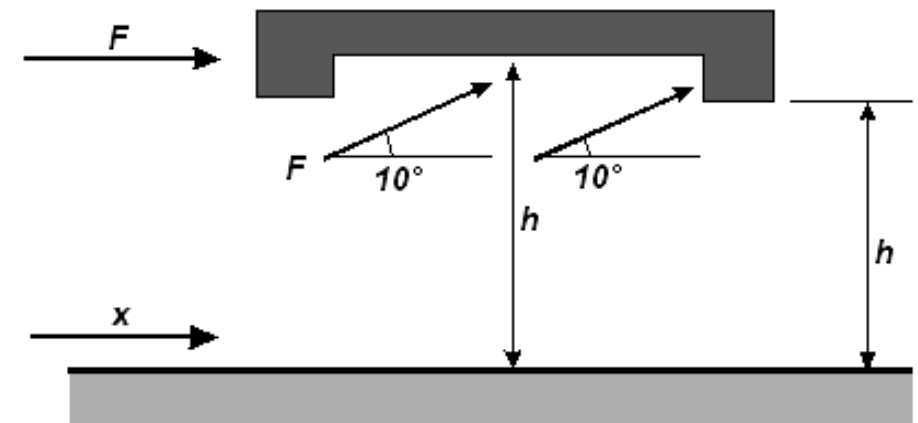
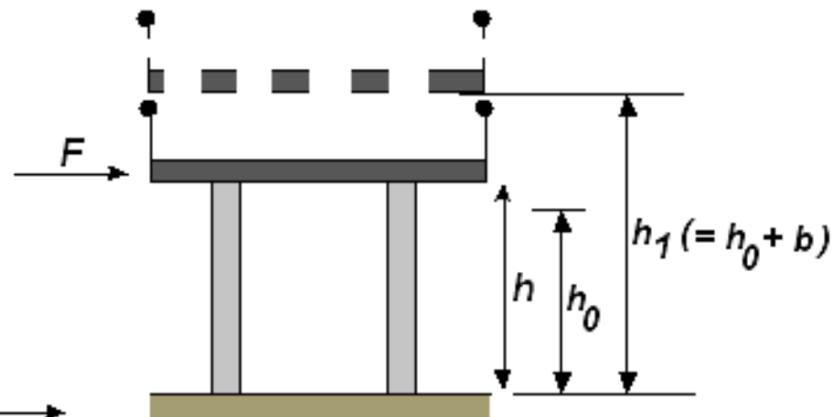
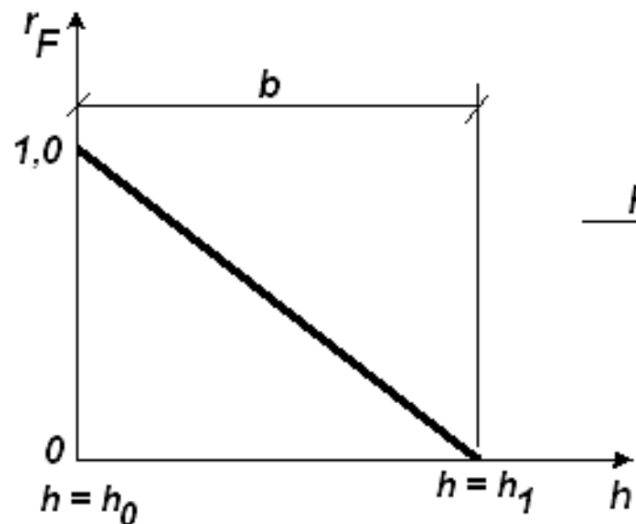
## • Náraz silničních vozidel

- Do nosné konstrukce ČSN EN 1991-1-7

$r_F$  redukční součinitel nárazové síly závislý na rozdílu  $h_1$  a  $h_0$

$h_0$  minimální světlá výška kde je potřeba uvažovat nárazovou sílu  $F$  (5,0 m)

$h_1$  světlá výška kde není potřeba uvažovat nárazovou sílu  $F$  (6,0 m)



# Mimořádná zatížení

- **Náraz**

- Silničních vozidel
- **Vlaků**
- Plavidel



# Mimořádná zatížení

- **Náraz drážních vozidel**
  - **Náraz vykolejených vlaků na podpěrné prvky**
  - Náraz do nosné konstrukce se neuvažuje

Třída A	Konstrukce přes nebo v blízkosti provozované železnice buď trvale obývané nebo sloužící dočasně pro veřejnost, anebo více než jednopodlažní.
Třída B	Masivní konstrukce napříč nebo v blízkosti provozované železnice, jako jsou mosty převádějící silniční dopravu nebo jednopodlažní budovy, které nejsou trvale obývané nebo neslouží jako dočasné shromažďovací místo pro veřejnost.



# Mimořádná zatížení

## • Náraz drážních vozidel

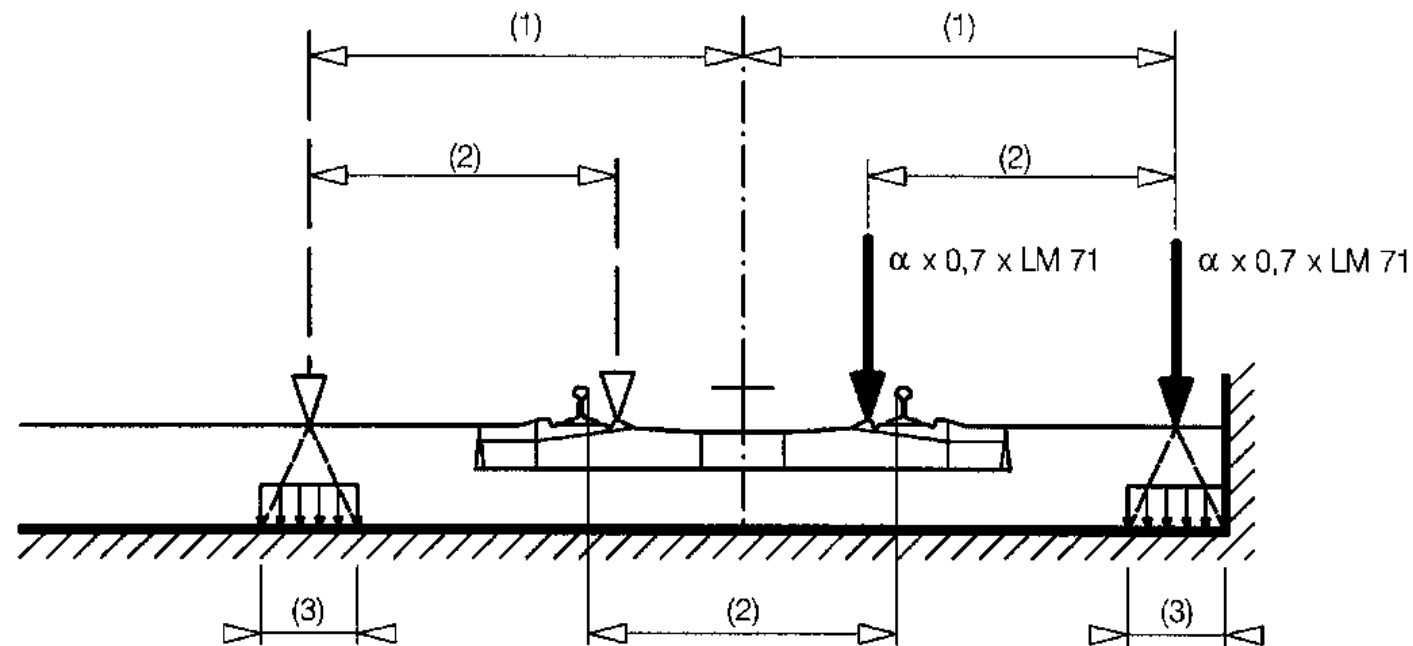
- Náraz vykolejených vlaků na podpěrné prvky
- Platí pro rychlosti do 120 km/h
- Při rychlostech do 50 km/h pouze 50% nárazových sil
- Totožné pro konstrukce třídy A i B

Vzdálenost „ $d$ “ od nosných prvků k ose nejbližší koleje [m]	Síla $F_{dx}$ <sup>a)</sup> [kN]	Síla $F_{dy}$ <sup>a)</sup> [kN]
Nosné prvky: $d < 3$ m	Má se stanovit pro konkrétní projekt. Další informace jsou uvedeny v příloze B.	Má se stanovit pro konkrétní projekt. Další informace jsou uvedeny v příloze B
Pro spojité stěny a konstrukce stěnového charakteru: $3 \text{ m} \leq d \leq 5 \text{ m}$	4 000	1 500
$d > 5 \text{ m}$	0	0
<sup>a)</sup> $x$ = směr jízdy, $y$ = kolmo na směr jízdy		

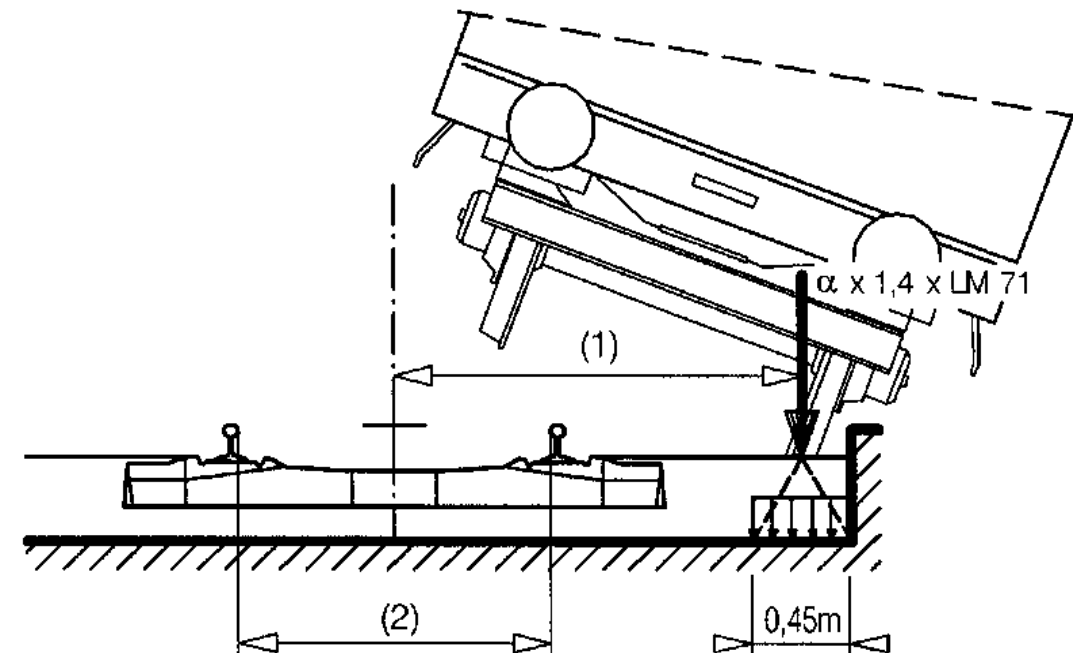
# Mimořádná zatížení

- Zatížení od vykolejených vlaků

## Situace I



## Situace II



# Mimořádná zatížení

- **Náraz**

- Silničních vozidel
- Vlaků
- **Plavidel**





# Mimořádná zatížení

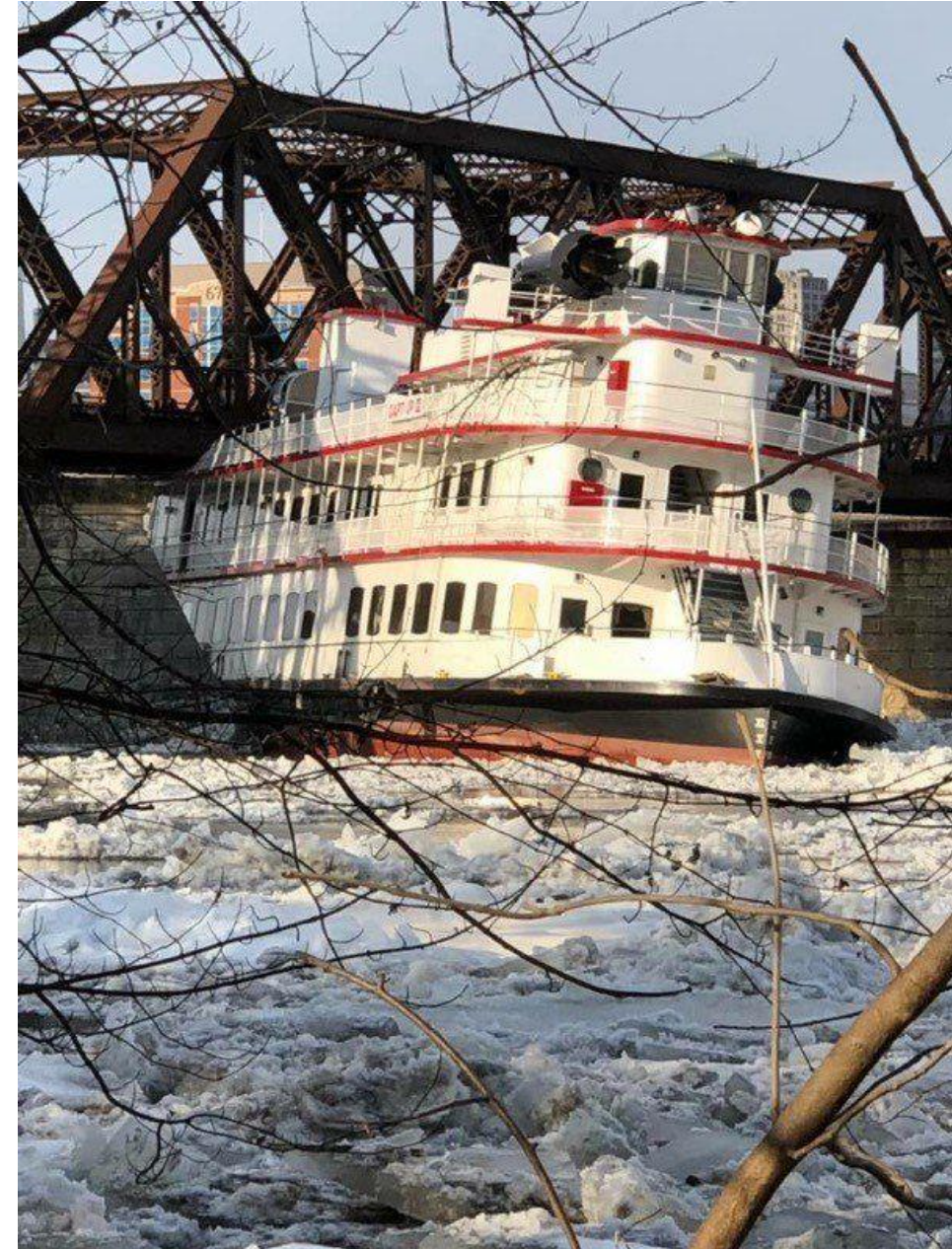
- **Náraz plavidel**
  - Náraz říčních plavidel

Třída podle CEMT <sup>a)</sup>	Referenční typ plavidla	Délka $l$ [m]	Hmotnost $m$ [t] <sup>b)</sup>	Síla $F_{dx}$ <sup>c)</sup> [kN]	Síla $F_{dy}$ <sup>c)</sup> [kN]
I		30 – 50	200 – 400	2 000	1 000
II		50 – 60	400 – 650	3 000	1 500
III	„Gustav König“	60 – 80	650 – 1000	4 000	2 000
IV	třída „Evropa“	80 – 90	1 000 – 1 500	5 000	2 500
Va	velké plavidlo	90–110	1 500 – 3 000	8 000	3 500
Vb	remorkér + 2 nákladní čluny	110–180	3 000 – 6 000	10 000	4 000
Vla	remorkér + 2 nákladní čluny	110–180	3 000 – 6 000	10 000	4 000
Vlb	remorkér + 4 nákladní čluny	110–190	6 000 – 12 000	14 000	5 000
Vlc	remorkér + 6 nákladních člunů	190–280	10 000 – 18 000	17 000	8 000
VII	remorkér + 9 nákladních člunů	300	14 000 – 27 000	20 000	10 000

<sup>a)</sup> Evropská konference ministrů dopravy (CEMT – European Conference of Ministers of Transport), klasifikace navržena 19.6.1992 a schválena Radou Evropské unie 29.10.1993.

<sup>b)</sup> Hmotnost  $m$  v tunách (1 tuna = 1 000 kg) zahrnuje celkovou hmotnost plavidla včetně konstrukce lodi, nákladu a pohonných hmot. Často bývá označována jako výtlač plavidla.

<sup>c)</sup> Síly  $F_{dx}$  a  $F_{dy}$  zahrnují hydrodynamické účinky a jsou podloženy výpočty na základě předpokladů vhodných pro všechny třídy vodních cest.



# Mimořádná zatížení

- **Náraz plavidel**
  - Náraz námořních plavidel

Třída plavidla	Délka $l$ [m]	Hmotnost $m$ <sup>a)</sup> [t]	Síla $F_{dx}$ <sup>b,c)</sup> [kN]	Síla $F_{dy}$ <sup>b,c)</sup> [kN]
Malé plavidlo	50	3 000	30 000	15 000
Střední plavidlo	100	10 000	80 000	40 000
Velké plavidlo	200	40 000	240 000	120 000
Plavidlo značně velké	300	100 000	460 000	230 000

a) Hmotnost  $m$  v tunách (1 tuna = 1 000 kg) zahrnuje celkovou hmotnost plavidla včetně jeho konstrukce, nákladu a pohonných hmot. Bývá často označována jako výtlak. Nezahrnuje přídavné hydraulické hmoty.

b) Dané síly odpovídají rychlosti přibližně 5,0 m/s. Zahrnují přídavné hydraulické hmoty.

c) Vliv hruškovitého tvaru lodní přídě má být příslušně zohledněn.



# Mimořádná zatížení

- **Seismicita**
- Přírodní
  - Tektonické
  - Vulkanické
  - Říťivé
- Technická (antropogenní)



# Mimořádná zatížení

- **Seismicita**
- Měření seismicity
  - Intenzita
    - Subjektivní pozorování makroseismických jevů
  - Velikost
    - Objektivní měření mikroseismických účinků



# Mimořádná zatížení

- **Seismicita**
- Měření seismicity
  - Intenzita
    - Subjektivní pozorování makroseismických jevů
    - Modifikovaná Mercaliho škála
    - Slouží k zatřídění historických zemětřesení

Stupeň	Označení	Zrychlení (mm/s)	Popis
I.	<i>nepozorovatelné</i>	do 2,5	Člověk nerozpozná, pouze přístroje.
II.	<i>velmi slabé</i>	2,5 - 5	Rozpoznatelné v horních patrech budov citlivými lidmi.
III.	<i>slabé</i>	5.10	Vibrace, lustry se pohybují; srovnatelné s vibracemi způsobenými projíždějícím těžkým nákladním automobilem.
IV.	<i>mírné</i>	10.25	Drnění oken, cinkot příborů a nádobí, zdi vydávají praskavé zvuky.
V.	<i>málo silné</i>	25 - 50	Lze rozpoznat v krajině, probouzí spící, praskání oken, kyvadlové hodiny se mohou zastavit.
VI.	<i>silné</i>	50 - 100	Vrávorání při chůzi, padají předměty, rozbíjí se nádobí, praskliny v omítce.
VII.	<i>velmi silné</i>	100 - 250	Lze jen obtížně stát, zvony zvoní, trhliny ve zdech.
VIII.	<i>bořivé</i>	250 - 500	Padají komíny, poškození budov, pohybující se těžký nábytek.
IX.	<i>pustošivé</i>	500 - 1000	Panika, vážné poškození domů, větší trhliny v půdě.
X.	<i>ničivé</i>	1000 - 2500	Zničené budovy, porušení přehrad, velké trhliny v půdě.
XI.	<i>katastrofické</i>	2500 - 5000	Roztržení kolejí a potrubí, zničené mosty, změny terénu.
XII.	<i>globální</i>	přes 5000	Velké předměty létají vzduchem, úplné zničení, rozsáhlé terénní změny.

# Mimořádná zatížení

- **Seismicita**
- Měření seismicity
  - Velikost
    - Objektivní měření mikroseismických účinků
    - Měření pomocí seismografů
    - Magnitudo: definováno dekadickým logaritmem amplitudy výchylky 100 km od epicentra
    - Richterova stupnice

Magnitudo	Následky
1, 2	Není cítit, lze pouze měřit přístroji
3	Nejmenší hodnota, kterou člověk rozpozná; bez poškození
4	Slabé zemětřesení
5	Slabé poškození budov blízko epicentra
6	Vážné poškození špatně postavených budov
7	Velké poškození budov
8	Téměř úplné zničení

# Mimořádná zatížení

- **Seismicita**                      **ČSN EN 1998-1, ČSN EN 1998-2**
- Přírodní
  - **Požadavek vyloučení zřícení**                      **(MSÚ)**
  - Pravděpodobnost výskytu 10% během 50 let; doba návratu 475 let
  - **Požadavek omezeného poškození**                      **(MSP)**
  - Pravděpodobnost výskytu 10% během 10 let; doba návratu 95 let  
*střední poškození podružných částí*







# Mimořádná zatížení

- Seismicita **ČSN EN 1998-1, ČSN EN 1998-2**
- Přírodní

*návrhové zrychlení*

$$a_g = \gamma_I \cdot a_{gR}$$

$\gamma_I$  podle tříd následků CC1 až CC3

$\gamma_I$  0,85

$\gamma_{II}$  1,00

$\gamma_{III}$  1,30



# Mimořádná zatížení

- Seismicita **ČSN EN 1998-1, ČSN EN 1998-2**

- Velmi malá seismicita

$$a_g S \leq 0,05 \text{ g}$$

- Nemusí být řešena

- Malá seismicita

$$a_g S \leq 0,10 \text{ g}$$

- Zjednodušené metody

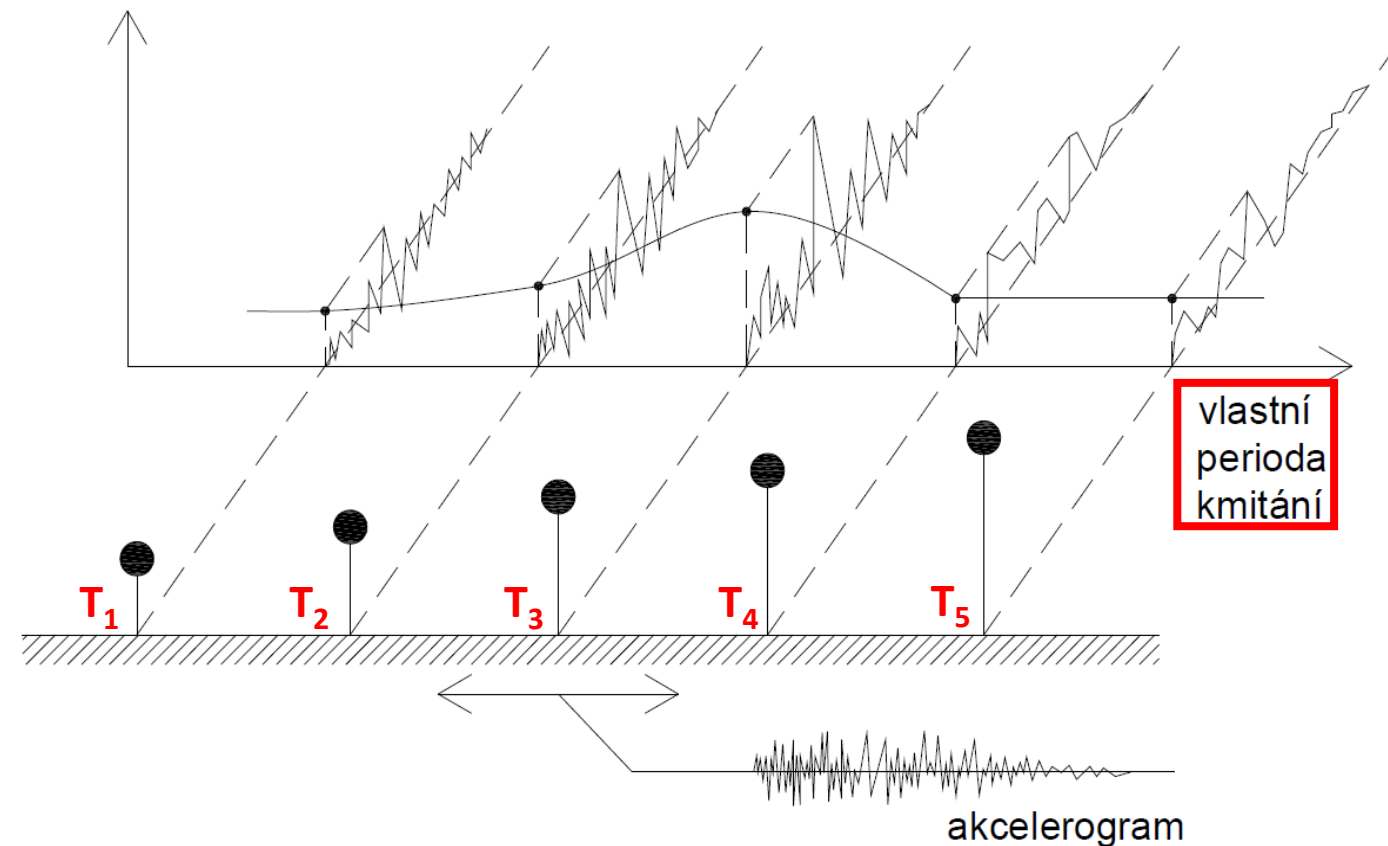
- Střední seismicita

- Velká seismicita



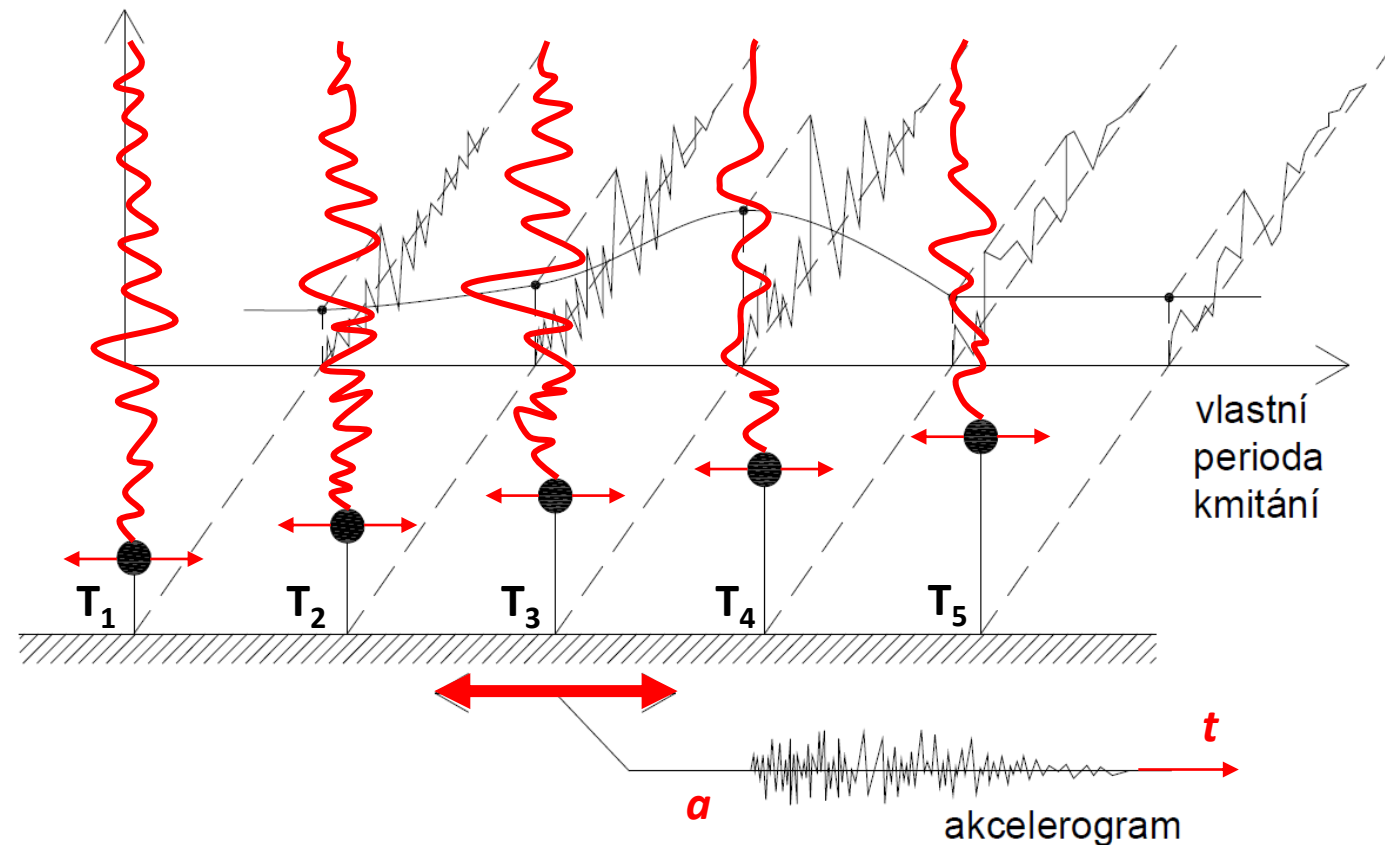
# Mimořádná zatížení

- Seismicita
- Zatížení
  - Spektrum pružné odezvy



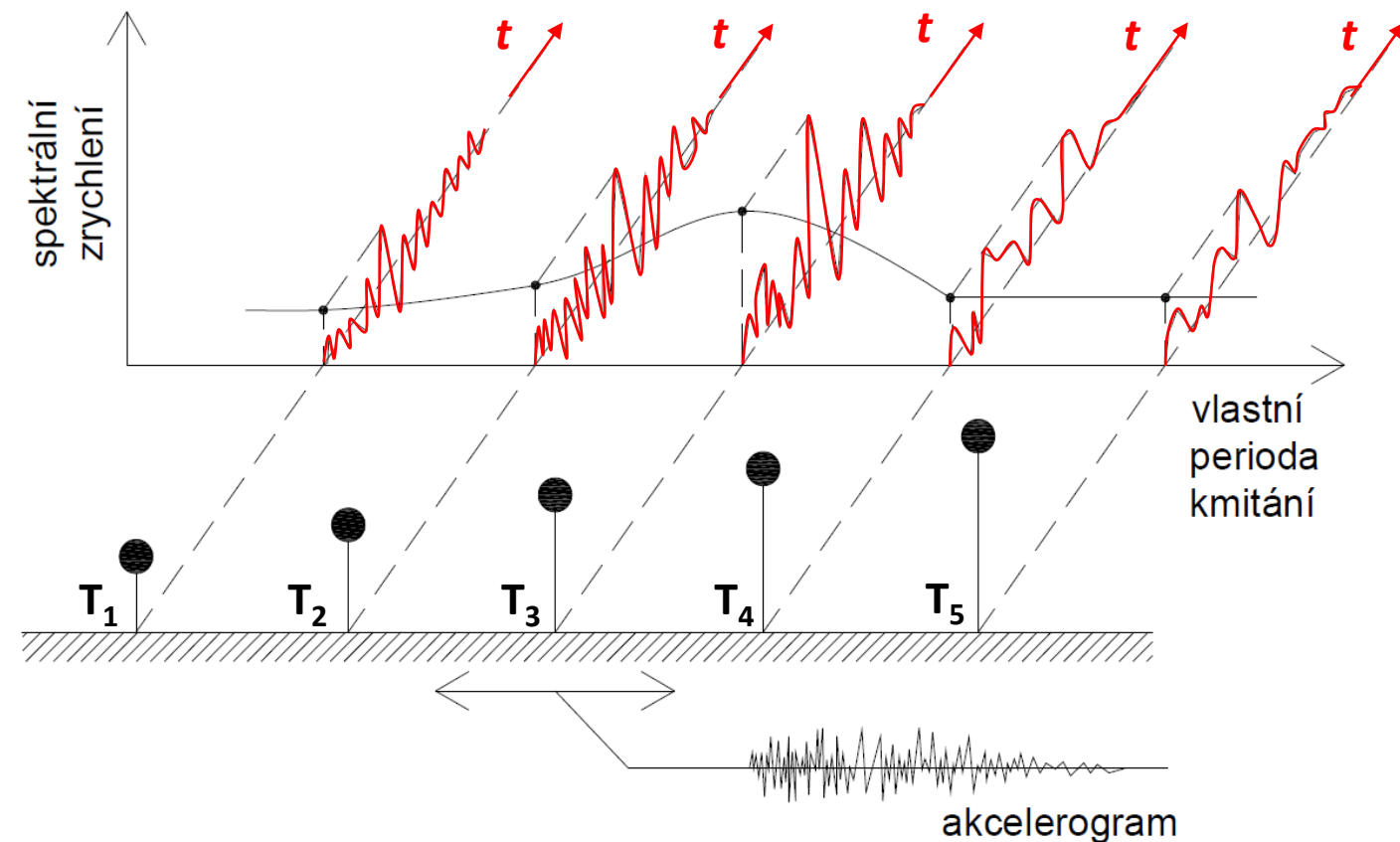
# Mimořádná zatížení

- **Seismicita**
- **Zatížení**
  - Spektrum pružné odezvy
    - Posunů
    - Rychlostí
    - **Zrychlení**



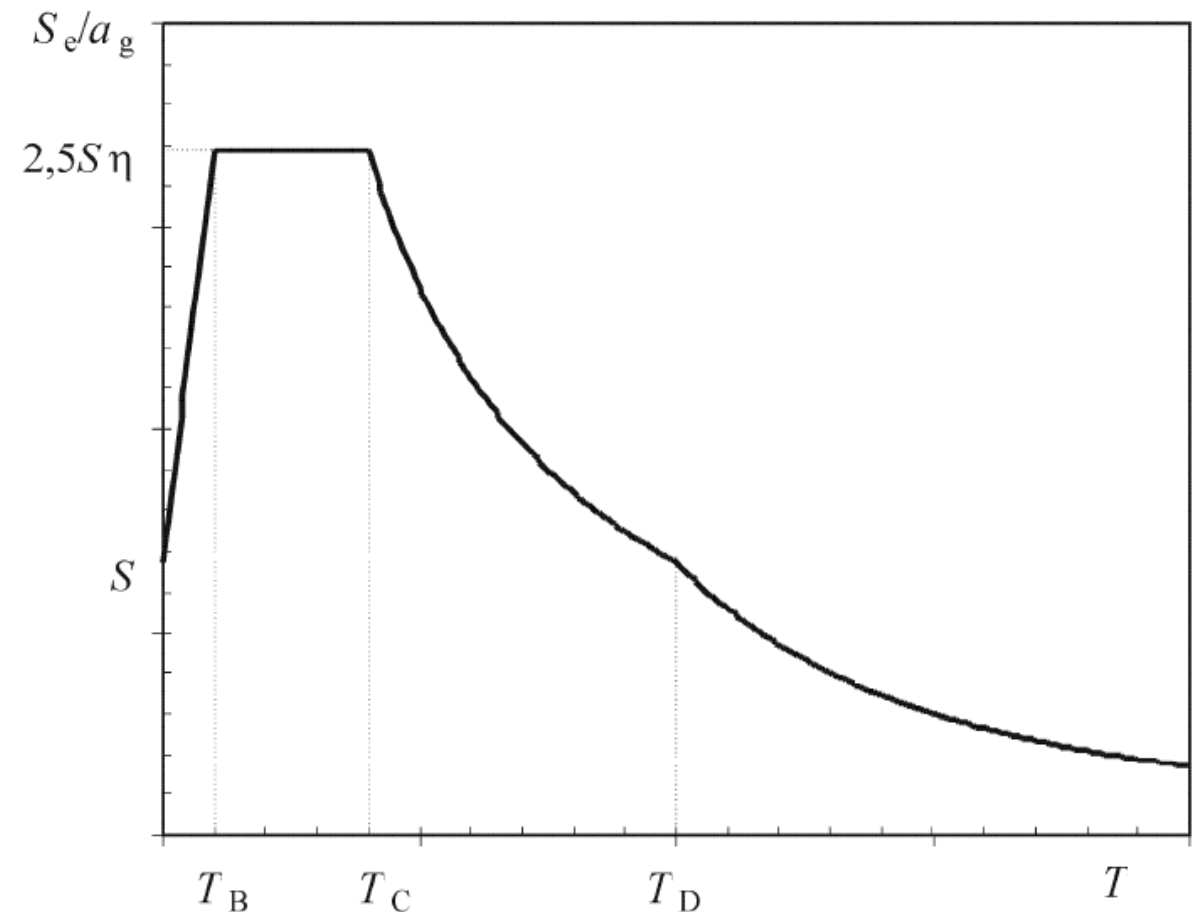
# Mimořádná zatížení

- **Seismicita**
- **Zatížení**
  - Spektrum pružné odezvy
    - Posunů
    - Rychlostí
    - **Zrychlení**



# Mimořádná zatížení

- Seismicita                      **ČSN EN 1998-1, ČSN EN 1998-2**
- Zatížení
  - Spektrum pružné odezvy
  - Typ 2 – Čechy
  - Typ 1 – Morava a Slezsko
    - Vodorovný směr
    - Svislý směr



# Mimořádná zatížení

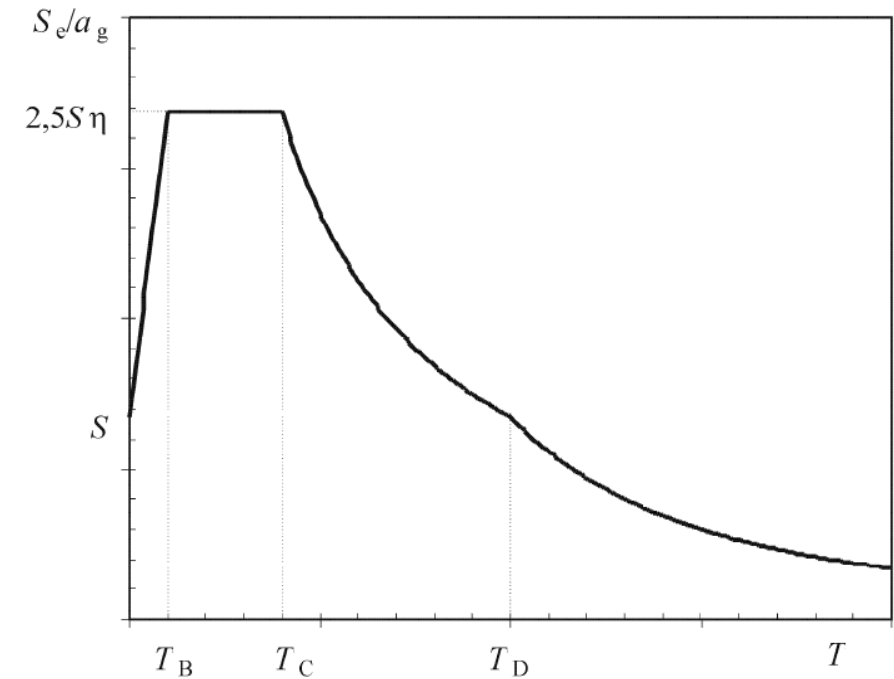
- Seismicita
- Zatížení

- Typ 2 – Čechy

Typ základové půdy	S	$T_B$ [s]	$T_C$ [s]	$T_D$ [s]
A	1,0	0,15	0,4	2,0
B	1,2	0,15	0,5	2,0
C	1,15	0,20	0,6	2,0
D	1,35	0,20	0,8	2,0
E	1,4	0,15	0,5	2,0

- Typ 1 – Morava a Slezsko

Typ základové půdy	S	$T_B$ [s]	$T_C$ [s]	$T_D$ [s]
A	1,0	0,05	0,25	1,2
B	1,35	0,05	0,25	1,2
C	1,5	0,10	0,25	1,2
D	1,8	0,10	0,30	1,2
E	1,6	0,05	0,25	1,2



# Mimořádná zatížení

- Seismicita                      **ČSN EN 1998-1, ČSN EN 1998-2**

- Typy základových půd

Typ	Popis stratigrafického profilu	Parametry		
		$v_{s,30}$ [m/s]	$N_{SPT}$ [počet úderů / 30 cm]	$c_u$ [kPa]
A	Skalní horninový masiv nebo geologická formace typu skalních hornin při nadloží z měkčího materiálu v maximální mocnosti do 5 m	> 800	–	–
B	Sedimenty velmi ulehleho písku, štěrk nebo velmi tuhý jíl v tloušťce alespoň několik desítek metrů, s mechanickými vlastnostmi rostoucími s hloubkou	360–800	> 50	> 250
C	Mocné sedimenty středně ulehleho nebo ulehleho písku, štěrk nebo tuhý jíl v tloušťce od několika desítek do stovek metrů	180–360	15–50	70–250
D	Sedimenty z kyprých až středně ulehých nesoudržných zemin (případně s nebo bez vrstev soudržných zemin) nebo převážně měkkých až pevných soudržných zemin	< 180	< 15	< 70
E	Profil sestávající z povrchových aluviálních vrstev s hodnotami $v_s$ podle typu C nebo D, o mocnosti 5 až 20 m, na tužším podkladě s $v_s > 800$ m/s			
S <sub>1</sub>	Sedimenty sestávající z jílu nebo siltů s číslem plasticity $PI > 40$ s velkým obsahem vody, nebo sedimenty, obsahující uvedené zeminy, o mocnosti nejméně 10 m	< 100 (informativně)	–	10–20
S <sub>2</sub>	Sedimenty ze zemin náchylných ke ztekucení, z citlivých jílu, jiné zeminy nezahrnuté v typech A–E, případně S <sub>1</sub>			



# Mimořádná zatížení

- **Seismicita**            **ČSN EN 1998-1, ČSN EN 1998-2**
- Výpočet
  - Lineární pružný výpočet
    - 1 SV: metoda základního tvaru kmitání
      - Model s tuhou hlavní nosnou konstrukcí mostu
      - Model s poddajnou hlavní nosnou konstrukcí mostu
      - Model jednotlivého pilíře
    - n SV: výpočet dynamické odezvy pomocí spektra odezvy
  - Nelineární výpočet
    - Metoda plastického přitěžování
    - Dynamický výpočet časového průběhu odezvy



# Mimořádná zatížení

- **Seismicita**
- **Duktilita**
  - Disipace energie vznikem plastických kloubů
  - Zavedení součinitele duktility  $q$   
**=> návrhové spektrum odezvy**

