

# 133 KPST KONSTRUKCE PŘI PROVÁDĚNÍ STAVEB

Doc. Ing. Jitka VAŠKOVÁ, CSc. - K133 - B734

konzultace: pondělí a středa 15:15-16:00

e-mail: [jitka.vaskova@fsv.cvut.cz](mailto:jitka.vaskova@fsv.cvut.cz)

www: <http://people.fsv.cvut.cz/~vaskova/>

Ing. Michal ŠTEVULA, Ph.D. - K133 a firma Betotech

e-mail: [michal.stevula@betotech.cz](mailto:michal.stevula@betotech.cz)

Doc. Ing. Martina ELIÁŠOVÁ, CSc. - K134 - B630

[eliasova@fsv.cvut.cz](mailto:eliasova@fsv.cvut.cz)

Doc. Dr. Ing. Jakub DOLEJŠ - K134 - B618

[dolejs@fsv.cvut.cz](mailto:dolejs@fsv.cvut.cz)

- Obsah přednášek a cvičení: 3 + 2
- Pravidla pro uzavření zápočtu, zkoušky – viz web
- **Cvičení BZK – pomůcky a pokyny Ing. Fládr, Ph.D. - viz web:**

[http://people.fsv.cvut.cz/www/fladrjos/vyuka/KPST/KPST\\_cviceni.html](http://people.fsv.cvut.cz/www/fladrjos/vyuka/KPST/KPST_cviceni.html)

Týden Předn.	Přednášky – pondělí 11:00 -13:40 C219 (11:50-14:00)	Cvičení – úterý 16-17:40 B785, laboratoře
1 21.9.	<b>Úvod</b> – obsah a pravidla předmětu specifika navrhování konstrukcí při provádění staveb, dočasné návrhové situace <b>BZK navrhování</b> – Vlastnosti betonu a BK, navrhování BK - shrnutí s doplněním vlivů při provádění staveb	<b>BZK navrhování</b> Návrh geometrie a vyztužení ŽB prvků nosné konstrukce
2 28.9.	<b>Výuka odpadá – státní svátek</b>	<b>BZK laboratoř D019</b> Výroba zkušebních vzorků a zkoušky čerstvého betonu
3 5.10.	<b>BZK navrhování</b> – Betonové dílce, spřažené prefamonolitické BK	<b>BZK navrhování</b> Návrh spřažené prefamonolitické stropní konstrukce
4 12.10.	<b>BZK technologie betonu</b> - Složky, receptura, výroba a ošetřování betonu	<b>BZK laboratoř D019</b> Zkoušení mechanických vlastností složek betonu
5 19.10.	<b>BZK navrhování</b> - Montované BK + shrnutí části navrhování BZK + vývoj v navrhování a provádění BK a ZK	<b>BZK navrhování</b> Úkol 2 – varianty montované konstrukce, výkresy skladby
6 26.10.	<b>BZK technologie betonu</b> - Vlastnosti a zkoušení betonu	<b>BZK laboratoř D019</b> Zkoušky ztvrdlého betonu
7 2.11.	<b>BZK technologie betonu</b> – Betony speciálních vlastností, vývoj a trendy v technologii betonu	<b>BZK TEST</b> <b>ODK</b> – viz pozn.
8 9.11.	<b>ODK</b> - Zásady navrhování OK – stabilita tlačných, ohýbaných prutů a stabilita stěn	<b>ODK</b> – viz pozn.
9 <b>Čt</b> 19.11.	<b>ODK</b> - Stabilita prutových soustav, spřažené ocelobetonové konstrukce <b>přesun pondělní výuky na čtvrtek</b>	<b>ODK</b> – viz pozn.
10 25.11.	<b>ODK</b> - Provádění a montáž OK, normativní předpisy, lanové konstrukce	<b>ODK</b> – viz pozn.
11 2.12.	<b>ODK</b> - Lešení pro provádění stavebních konstrukcí - obecně	<b>ODK</b> – viz pozn.
12 9.12.	<b>ODK</b> – Fasádní lešení	<b>ODK</b> – viz pozn.
13 16.12.	<b>ODK</b> – Provádění dřevěných konstrukcí	<b>ODK</b> – viz pozn. <b>Zápočty</b>

## 1. přednáška:

### Úvod, návrhové podmínky, zatížení:

- navrhování nosných konstrukcí, postup návrhu
- spolehlivost, podmínky spolehlivosti
- návrhové situace
- zatížení
- specifika navrhování v dočasných návrhových situacích, zatížení konstrukcí během provádění

### Betonové konstrukce

- vlastnosti betonu
  - navrhování BK
- } shrnutí s doplněním  
vlivů při provádění  
staveb

# NAVRHOVÁNÍ KONSTRUKCÍ

= postupný, iterační proces,

hlediska navrhování (obecně):

- provozní, funkční, užitková - typologie
- estetická, ...
- ekonomická
- technická
- ekologická

# Postup navrhování nosných konstrukcí

pro každý prvek, **část** konstrukce:

- Požadavky → typ konstr., tvar (omezení), materiál
- Výpočet
  - tvar a rozměry + výpočet.model (okraj.podm.)
  - zatížení, zatěžovací stavy
  - výpočet účinků zat. – M, N, V, T, deformace
  - dimenzování = návrh + posouzení
  - schémata vyztužení BK, detaily atd.
- Výkresová dokumentace
- Realizace + event.zatěžovací zkoušky  
→ dokumentace realizace stavby

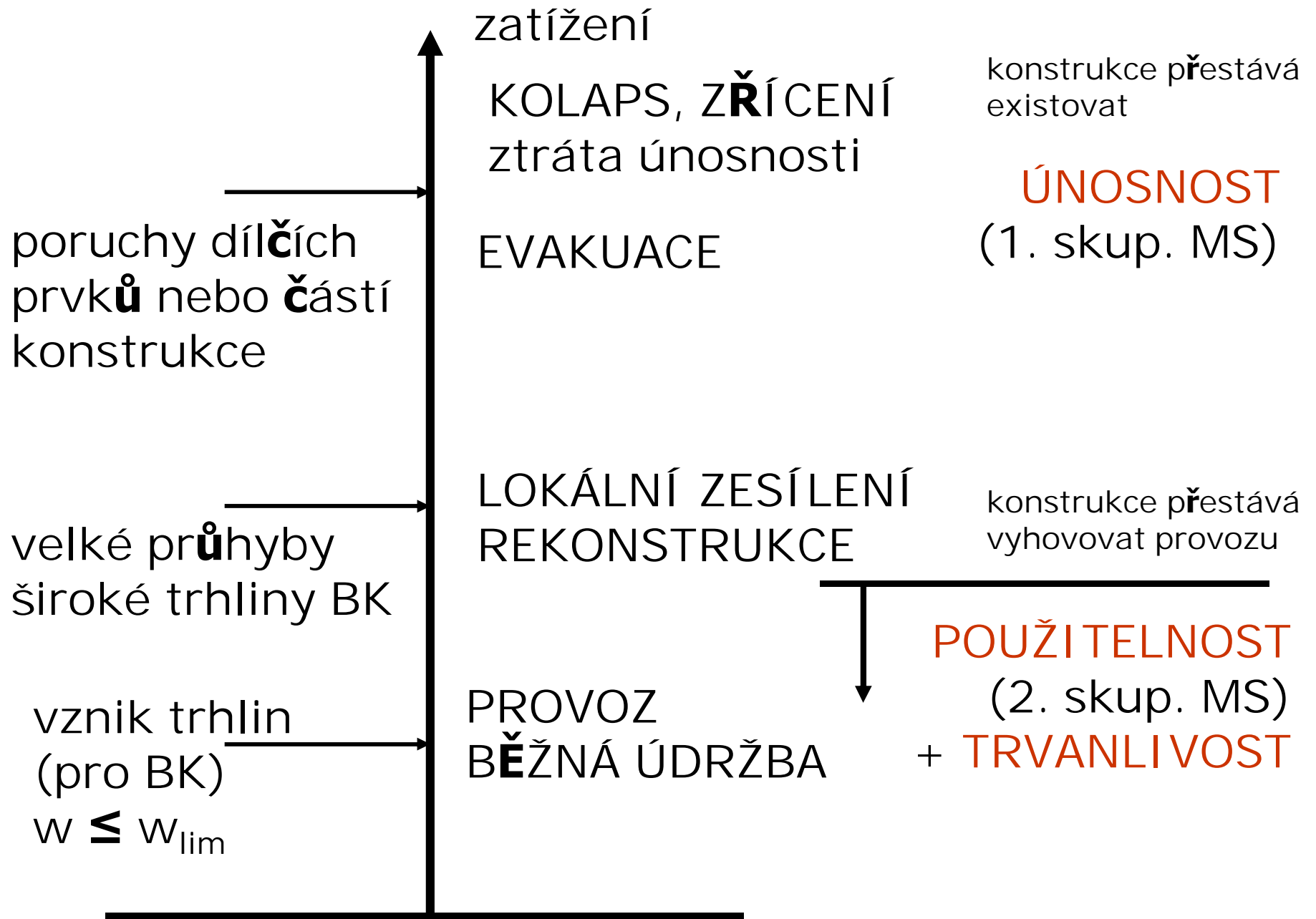


?

# Hlediska navrhování nosných konstrukcí

- užitková a estetická
- **hospodárnosti** - CELKOVÉ náklady
  - X - faktory
  - (příklady v navrhování)
- **spolehlivosti**
  - kritéria spolehlivosti
  - pravděpodobnost výskytu poruchy
  - odezva konstrukce na účinek zatížení
  - stavy konstrukce

**mezní stavy – MSP, MSÚ**



## Základní požadavky na konstrukci

- nesmí „spadnout“, porušit se  
→ dostatečná **ÚNOSNOST**
- musí plnit účel, funkce  
→ **POUŽITELNOST**
- musí být únosná i použitelná  
po celou dobu životnosti  
→ **TRVANLIVOST**



# Mezní stavy – podmínky SPOLEHLIVOSTI

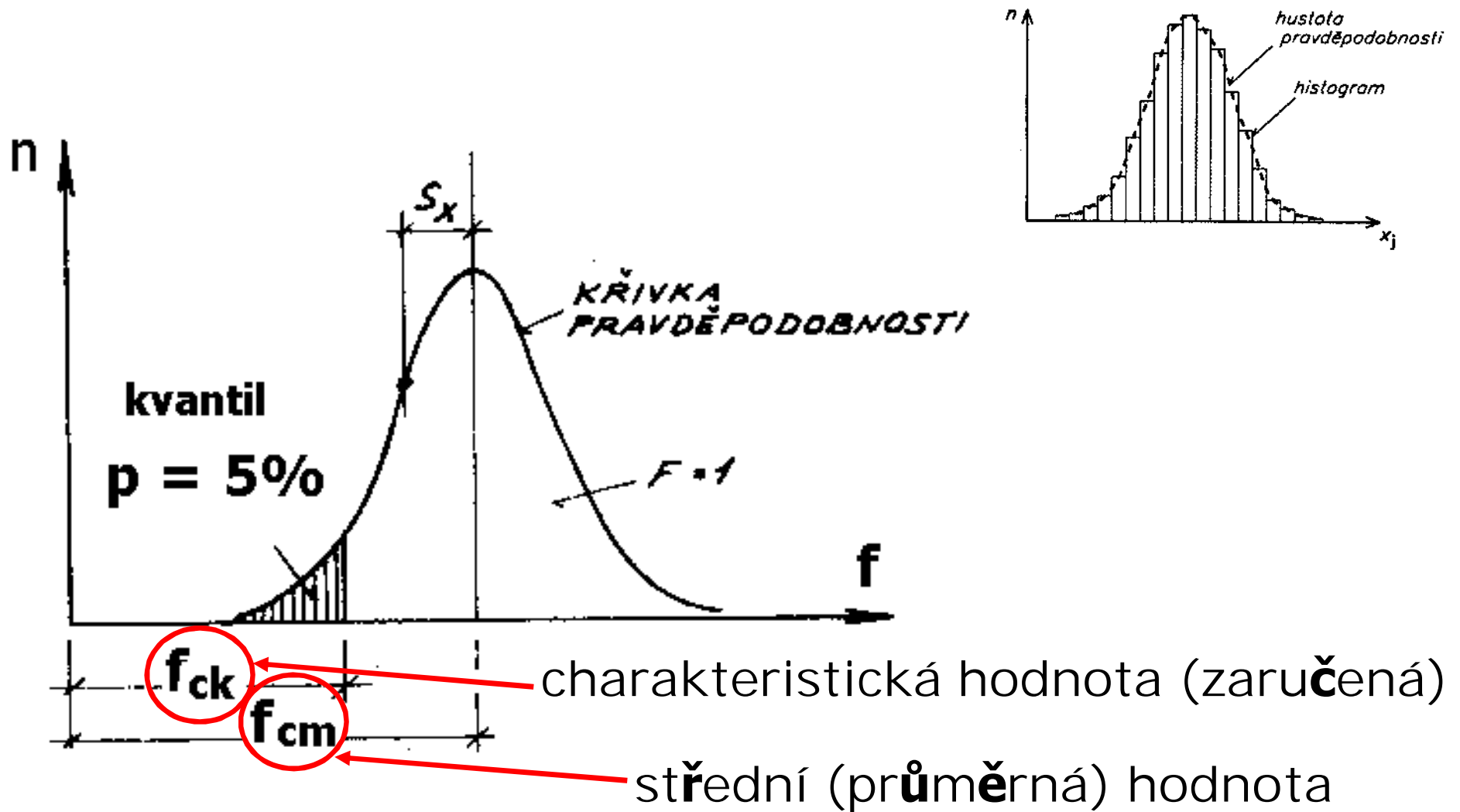
## MEZNÍ STAVY ÚNOSNOSTI

- porušení při jednorázovém namáhání ohybem, smykem, kroucením, norm.silou, kombinací)

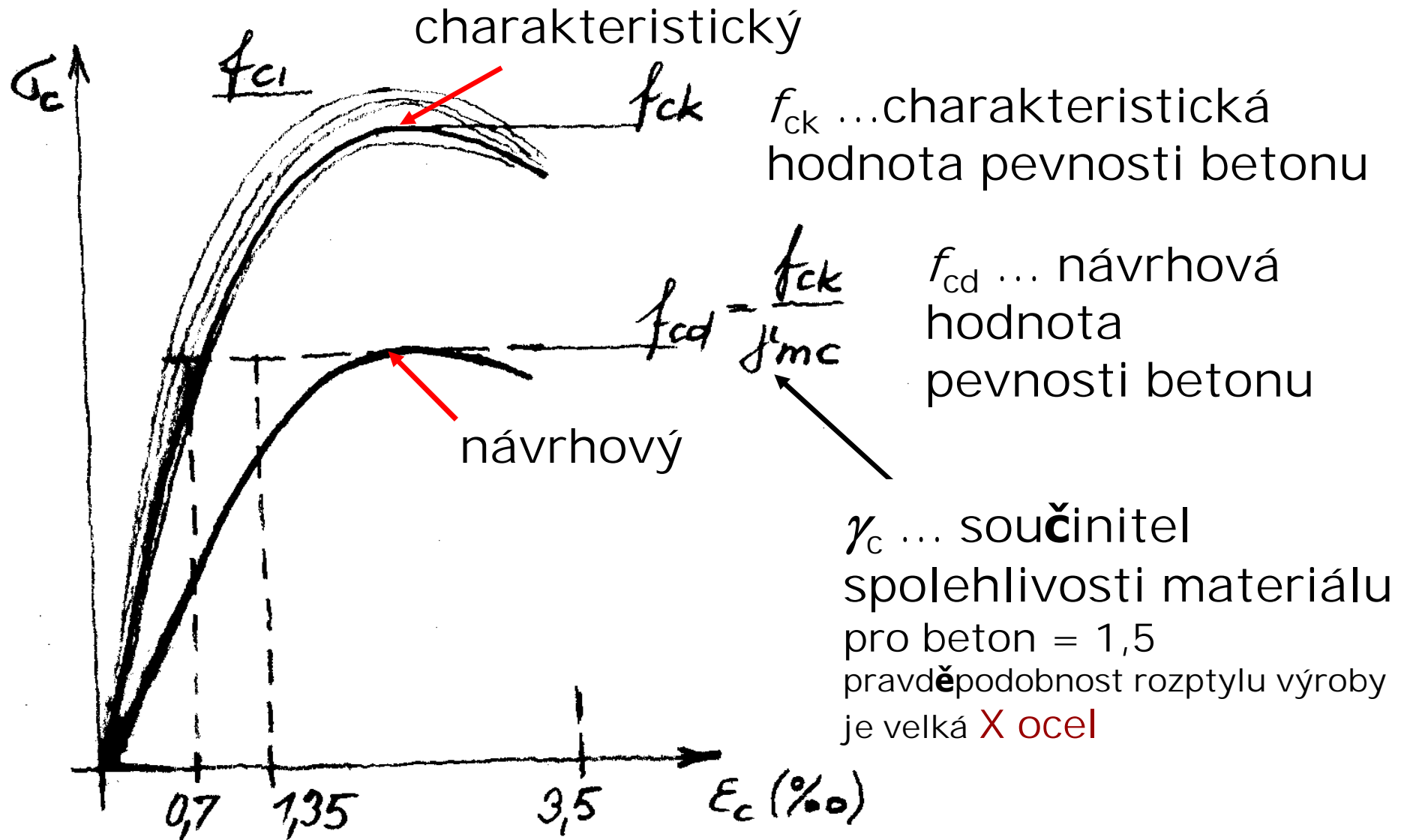
$$E_d \leq R_d$$

- porušení při opakovaném namáhání (únava)
- ztráta stability tvaru
- ztráta stability polohy

# pravděpodobnost, statistika



# pracovní diagram betonu v tlaku skutečný



## Základní požadavky na konstrukci

- nesmí „spadnout“, porušit se  
→ dostatečná **ÚNOSNOST**
- musí plnit účel, funkce  
→ **POUŽITELNOST**
- musí být únosná i použitelná po celou dobu životnosti  
→ **TRVANLIVOST**

# SOUČinitele Spolehlivosti

Dílní součinitele (dle křivky pravděpodobnosti):

- materiálu:  $f_d = f_k / \gamma_M$

hodnoty pro beton  $\gamma_C$ , ocel  $\gamma_S$

- zatížení - stálá  $g_d = \gamma_G \cdot g_k$

proměnná  $q_d = \gamma_Q \cdot Q_k$

mimořádná

- příznivá, nepříznivá

Hodnoty podle **návrhové situace** a **typu mezního stavu**

# Mezní stavy – podmínky SPOLEHLIVOSTI

## MEZNÍ STAVY ÚNOSNOSTI

- porušení při jednorázovém namáhání ohybem, smykem, kroucením, norm.silou, kombinací)

$$E_d \leq R_d$$

- porušení při opakovaném namáhání (únava)
- ztráta stability tvaru
- ztráta stability polohy

# MEZNÍ STAVY POUŽITELNOSTI

- deformace prvku (**č**ásti konstrukce)
- **průhyby**, natoč**ě**ní, posuny
- nadm**ě**rné stlač**ě**ní
- kmitání
- trhliny v BK – vznik a šířka trhlin

$$E_d \leq C_d$$

$$y \leq y_{lim}$$

# NÁVRHOVÉ SITUACE:

- trvalá

- dočasná

- nehodová, mimořádná

Odlišné návrhové požadavky a hodnoty součinitelů spolehlivosti !!!

## Příklady:

- výroba (např. zvedání bet.dílce z formy)
- doprava (tuhost, nebezpečí poškození vyčnívajících částí)
- skladování (poloha, způsob podepření)
- montáž (zvedání)
- dočasné stádium prvků (např. působení před provedením styků OK, montované BK)



## Součinitele spolehlivosti vystihují:

- náhodnost vlastností materiálů a geometrie
- náhodnost zatížení
- náhodné vlivy výpočtu  
(zaokrouhlení, odečtení z grafů apod.)

## Dílčí součinitele (dle křivky pravděpodobnosti):

- materiálu:  $f_d = f_k / \gamma_M$   
hodnoty pro beton, ocel, dřevo, ....
- zatížení - stálá  $g_d = \gamma_G \cdot g_k$   
proměnná  $q_d = \gamma_Q \cdot Q_k$   
mimořádná
- příznivá, nepříznivá

Hodnoty podle návrhové situace a typu mezního stavu

# ZATÍŽENÍ:

## Svislá zatížení

- stálá ( $G$  [kN],  $g$  [kN/m, kN/m<sup>2</sup>])
  - vlastní tíha konstrukcí a pevného vybavení
- proměnná ( $Q$ ,  $q$ )
  - užitná zatížení stropních konstrukcí
  - jedno hlavní
  - kombinační součinitel  $\psi$  – vyjadřuje pravděpodobnost současného výskytu několika nezávislých proměnných zatížení
  - redukce užitného zatížení vzhledem k počtu podlaží a zatěž.ploše

## redukční součinitel $\alpha$

Vedle kombinačních součinitelů  $\psi_i$  lze uplatnit i redukční součinitele užitého zatížení  $\alpha$ . Tyto součinitele v podstatě vystihují okolnost, že je menší pravděpodobnost současného výskytu užitého zatížení v plné výši. V ČSN EN 1991-1-1 jsou v čl. 6.3.1.2. uvedeny dva redukční součinitele.

**Redukční součinitel užitého zatížení podle počtu podlaží  $\alpha_n$**  vyjadřuje sníženou pravděpodobnost výskytu užitého zatížení v plné výši současně ve všech podlažích vícepodlažní budovy. Používá se pro redukci zatížení na sloupy a stěny. Platí:

$$\alpha_n = \frac{2 + (n - 2)\psi_0}{n},$$

kde je  $n$  počet podlaží nad zatíženým nosným prvkem, při čemž musí platit  $n > 2$ .

**Redukční součinitel proměnného zatížení podle zatížené plochy  $\alpha_A$**  vyjadřuje sníženou pravděpodobnost výskytu užitého zatížení v plné výši na celé zatížené ploše. Používá se pro redukci zatížení na vodorovné nosné konstrukce. Platí:

$$\alpha_A = \frac{5}{7}\psi_0 + \frac{A_0}{A} \leq 1,0$$

kde je  $A$  zatížená plocha [ $\text{m}^2$ ], při čemž minimální uvažovaná plocha je  $A_0 = 10 \text{ m}^2$

# Zatížení konstrukce

□ Kombinace účinků (vnitřních sil) z více zatěžovacích stavů

$$1,35 \cdot \text{stálé zatížení} + 1,5 \cdot \text{užitné} + 1,5 \cdot (0,6 \cdot \text{sníh} + 0,5 \cdot \text{vítr čelní})$$

$$1,35 \cdot \text{stálé zatížení} + 1,5 \cdot \text{užitné} + 1,5 \cdot (0,6 \cdot \text{sníh} + 0,5 \cdot \text{vítr boční})$$

dominantní nahodilé zatížení

součinitel spolehlivosti  $\gamma_f$

nedominantní nahodilé zatížení

součinitel kombinace  $\psi_0$

charakteristická kombinace zatížení

sníh -  $\psi_0 = 0,6$  , vítr -  $\psi_0 = 0,5$

<b>Zatížení sněhem</b> (viz EN 1991-1-3 [4])			
<b>Finsko, Island, Norsko, Švédsko</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>
<b>Ostatní členové CEN, pro stavby umístěné ve výšce <math>H &gt; 1000</math> m n. m.</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>
<b>Ostatní členové CEN, pro stavby umístěné ve výšce <math>H \leq 1000</math> m n. m.</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>	<b>0</b>
<b>Zatížení větrem</b> (viz EN 1991-1-4 [5])	<b>0,6</b>	<b>0,2</b>	<b>0</b>

Doporučené hodnoty součinitelů  $\psi_i$  – ČSN EN 1990

# Doporučené hodnoty součinitelů $\psi_i$ – ČSN EN 1990

zatížení	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
<b>Kategorie užitných zatížení pro pozemní stavby</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>
<b>Kategorie A: obytné plochy</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>
<b>Kategorie B: kancelářské plochy</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>
<b>Kategorie C: shromažďovací plochy</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>
<b>Kategorie D: obchodní plochy</b>	<b>1,0</b>	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>
<b>Kategorie E: skladovací plochy</b>			
<b>Kategorie F: dopravní plochy, tíha vozidla <math>\leq 30</math> kN</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>
<b>Kategorie G: dopravní plochy, <math>30</math> kN &lt; tíha vozidla <math>\leq 160</math> kN</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>
<b>Kategorie H : střechy</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Zatížení sněhem (viz EN 1991-1-3 [4])</b>			
<b>Finsko, Island, Norsko, Švédsko</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>
<b>Ostatní členové CEN, pro stavby umístěné ve výšce <math>H &gt; 1000</math> m n. m.</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>
<b>Ostatní členové CEN, pro stavby umístěné ve výšce <math>H \leq 1000</math> m n. m.</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>	<b>0</b>
<b>Zatížení větrem (viz EN 1991-1-4 [5])</b>	<b>0,6</b>	<b>0,2</b>	<b>0</b>
<b>Teplota (ne od požáru) pro pozemní stavby (viz EN 1991-1-5 [6])</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0</b>
Pozn.: Hodnoty $\psi$ mohou být stanoveny v národní příloze. <sup>1)</sup> Pro země, které zde nejsou uvedené, se součinitele $\psi$ stanoví podle místních podmínek.			

# ČSN EN 1991-1-6 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-6: Obecná zatížení – Zatížení během provádění

zásady a pravidla pro stanovení zatížení během provádění pozemních a inženýrských staveb:

- zatížení nosných a nenosných prvků během manipulace
- geotechnická zatížení
- zatížení od účinků předpětí
- předem vnesená přetvoření
- teplota, smršťování, hydratační účinky
- zatížení větrem, sněhem
- zatížení vodou, námrazou
- staveništní zatížení
- mimořádná zatížení
- seizmická zatížení

## Doplňující termíny a definice normy ČSN EN 1991-1-6

pomocná stavební konstrukce

= stavební konstrukce související s procesem výstavby, která po dokončení prováděcích prací není potřebná a lze ji odstranit

podpěrné konstrukce a systémy, lešení, ztužení, vysouvací nástavec, hráz atd.

staveništní zatížení

= zatížení, která mohou vznikat v důsledku prováděcích prací a která zmizí po jejich dokončení



## KLASIFIKACE ZATÍŽENÍ podle:

proměnnosti v čase – stálé x proměnné x mimořádné

působení – přímé x nepřímé

proměnnosti v prostoru – pevné (s tolerancí) x volné (meze oblasti)

charakteru – statické / dynamické

### Staveništní zatížení:

- osoby a ruční nářadí
- přemístitelná skládka
- dočasné vybavení
- přemístitelné těžké strojní zařízení a vybavení
- kumulace odpadních materiálů
- zatížení z částí konstrukce v dočasných situacích

## Zatížení jiná než staveništní během etap provádění:

- vlastní tíha
- sedání
- zemní tlak
- předpětí
- záměrně vnesená přetvoření
- teplota
- smršťování / hydratační účinky
- zatížení větrem
- zatížení sněhem
- zatížení vodou
- zatížení námrazou
- mimořádné
- seismické

## NÁVRHOVÉ SITUACE A MEZNÍ STAVY

návrh způsobu provádění → určit příslušné návrhové situace odpovídající procesu výstavby či změnám

návrhové situace: dočasné, mimořádné, seismické

- pro konstrukci jako celek
- pro nosné prvky
- pro částečně zhotovenou konstrukci
- pro pomocné stavební konstrukce a vybavení

## Dočasná návrhová situace

- pravděpodobnost výskytu téměř 100% (souvisí s procesem výstavby)
- doba trvání  $\geq$  předpokládaná doba trvání etapy výstavby
- uvážit pravděpodobnost doby návratu proměnných (klimatických) zatížení

### Doporučené doby návratu pro stanovení charakteristických hodnot klimatických zatížení

Trvání	Doba návratu (v letech)
$\leq 3$ dny	2 <sup>a)</sup>
$\leq 3$ měsíce (ale $> 3$ dny)	5 <sup>b)</sup>
$\leq 1$ rok (ale $> 3$ měsíce)	10
$> 1$ rok	50

a) Nominální doba trvání v délce tří dnů, která se má zvolit pro krátké etapy provádění, odpovídá svým časovým rozsahem spolehlivým meteorologickým předpovědím pro místo staveniště. Jestliže se přijmou příslušná organizační opatření, lze tuto dobu zachovat i pro poněkud delší etapu provádění. Pro krátké doby trvání je koncepce průměrné doby návratu obvykle nevhodná.


b) Pro nominální dobu trvání do tří měsíců se mohou zatížení stanovit na základě příslušných změn ročních období a krátkodobých meteorologických klimatických změn. Například velikost říčního proudu závisí na uvažovaném ročním období.

# Staveništní zatížení při betonování podle normy ČSN EN 1991-1-6

- osoby s malým staveništním vybavením  $Q_{ca}$
- bednění a nosné prvky  $Q_{cc}$
- tíha čerstvého betonu  $Q_{cf}$

Doporučené charakteristické hodnoty staveništních 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 umístit v takové poloze, aby vyvolala max. účinky