# 3. Výroba a montáž, navrhování OK

**Výrobky, výroba a montáž, projektová dokumentace, navrhování podle MS, klasifikace průřezů.**

## Konstrukční prvky

### Výrobky válcované za tepla:

**Předvalky**

**Tyče (délka 15-18 m)**

**Plechy** — ***t* = 0,1 až 120 mm, *B* až 4 m, *L* až 16 m**

**Široká (a pásová) ocel** — ***B* do 900 mm (500 mm)**

**Dráty** — **od Ø 5,5 mm** (kruhové, čtvercové, profilové (Z, klínové)) atd.

**Trubky (svařované, bezešvé) od Ø 22 mm**

© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

**Tenkostěnné prvky za studena tvarované:**

**- výroba válcováním, tažením, ohraňováním v lisu**

**Výkovky a výlisky:**

**- výroba na kovadle nebo v zápustce**

**Odlitky:**

**- z ocelolitiny tj. tvárné litiny (více Si, Mg) nebo šedé litiny**

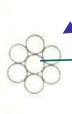
**Lana:**

**Patentovaný drát („improved plow, extra improved plow steel wire): výchozí je za tepla válcovaný drát ∅ 5 ÷ 12 mm z oceli se zvýšeným obsahem C (0,6 ÷ 0,9 %), následuje patentování: 920 °C ⇨ 500 °C tzn. zahřátí a kalení v olověné nebo solné lázni (po určitou dobu) → vzniká bainit a tažení v průvlaku (i vícekrát, redukce průřezu až 90%).**

**- jednopramenná: vinutá (spirálová) nebo skládaná z paralelních drátů:**

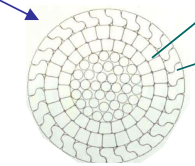
**otevřená** **uzavřená**

např. 1x19 (1+6+12)



1+6

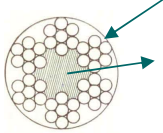
vložka (duše):
- ale pro stavební konstrukce je vesměs z ocelového drátu



klínový drát

nebo Z drát ve vnější vrstvě pro ochranu před povětrností

**- vícepramenná:**



jednotlivé prameny

lze (jako zde) i textilní duše (konopná), pro ohebná lana (strojní použití)

Ochrana proti korozi je trojí:
- pozinkované dráty,
- mezery jsou vyplněné plnidly,
- povlak lana (nátěr, trubky).



© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

# Výroba a montáž OK

**Práce se řídí specifikacemi provádění podle tříd provedení (ČSN EN 1090-2)**
**- čím vyšší číslo, tím přísnější požadavky (není-li určena, platí EXC2):**

| Třídy následků | | CC1 (malé stavby) | | CC2 (běžné budovy) | | CC3 (velké stavby) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kategorie použitelnosti | | SC1 | SC2 | SC1 | SC2 | SC1 | SC2 |
| Výrobní kategorie | PC1 | EXC1 | EXC2 | EXC2 | EXC3 | EXC3* | EXC3* |
| | PC2 | EXC2 | EXC2 | EXC2 | EXC3 | EXC3* | EXC4 |
| * Pro konstrukce s extrémními následky EXC4 | | | | | | | |

SC1: statické zatížení, lehké jeřáby; ostatní SC2.

PC1: nesvařované konstrukce a svařované z S235; ostatní zařadit jako PC2.

**Třídy provedení označit na výkrese, je důležité pro výrobce, cenu !!**

**Dílenská výroba, montáž:** prohlédnout skripta – znamenání, stříhání, řezání, pálení, hoblování, frézování, broušení, děrování, kování, dílenská předmontáž, montáž na stavbě.



© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

Při provádění OK jsou předepsány (souvisí s třídou provedení):

- **stupně přípravy povrchu** (označené P1 až P3 podle ISO 8501-3, pro které požadavek přísnosti vzrůstá od P1 do P3). Záleží na požadované protikorozní ochraně.
- **toleranční třídy** (vyžaduje se splnit dovolené geometrické úchylky dílců nebo celé smontované konstrukce po montáži). Norma ČSN EN 1090-2 v tabulkách rozlišuje:
  - základní tolerance (důležité pro nosnost),
  - funkční tolerance (např. pro vzhled, jsou mírnější).

**Ocel pro nosné OK se objednává s dokumenty kontroly jakosti (ČSN EN 10204):**

- nespecifikovaná kontrola (potvrzuje výrobce)
  - 2.1 shoda s objednávkou
  - 2.2 zkušební zpráva o zkouškách
- specifikovaná kontrola (inspekční certifikát o zkouškách podle objednávky)
  - 3.1 potvrzuje nezávislý zástupce výrobce
  - 3.2 potvrzuje navíc odběratel

**Pozn.: Oprávnění k výrobě OK mají certifikované organizace (mající tzv. „velký“, popř. "malý" svářečský průkaz).**

**Sortiment prvků: skripta, tabulky – prohlédnout!**



© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

# Projektová dokumentace

**Stavební zákon č. 183/2006 Sb "Zákon o územním plánování a stavebním řádu" (nahradil č. 50/1976) a novely č. 350/2012, č. 39/2015, č. 225/2017**

**+ prováděcí vyhlášky, zde č. 499/2006 Sb. a novely č. 62/2013, 405/2017 o dokumentaci staveb (požadované zákonem pro schválení a provedení stavby):**

- **projektová dokumentace,**
- **dokumentace pro provádění stavby (stavby prováděné na základě územního rozhodnutí),**
- **dokumentace skutečného provedení stavby,**
- **dokumentace bouracích prací.**

**Projektová dokumentace:**

**DUR – dokumentace k návrhu na vydání rozhodnutí o umístění stavby**

**DSP – projektová dokumentace pro vydání stavebního povolení**

**DZS – dokumentace pro zadání stavby (pro výběr zhotovitele)**

**RDS – realizační dokumentace stavby (zhotovitel stavby)**



© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

**Součástí DSP a DZS je (v různém rozsahu):**

- **technická zpráva (popis, materiál, výroba, montáž, ochrany)**
- **statický výpočet (normy, schéma, zatížení, materiál, výpočet, SW)**
- **přehledné výkresy 1:100 až 1:500 + výkresy detailů**

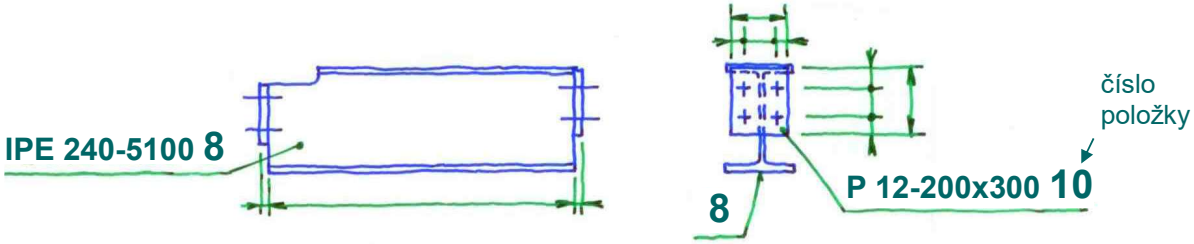
**kóty**


- **kreslit pouze prvky ⊥ a ∥ k průmětně**
- **řezy černit**
- **šikmé jen osou!**

- **výkresy kotvení O.K.**
- **výkaz materiálu a cena**

**Realizační (výrobní) dokumentace (výrobce OK):**

- **Dílce 1:10 (popis položek), propojení s výrobou**
  **(softwary ve 3D: TEKLA Structure; X-Steel)**




- **montážní sestavení**
- **seznam dílců**



© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

# Navrhování OK

## Koncepce mezních stavů:

| | | |
|---|---|---|
| ČSR | 1968 | ČSN 1401 |
| GB | 1985 | BS 5950 |
| USA | 1986 | AISC-LRFD |
| BRD | 1990 | DIN 18800 |
| EU | 1992 | ENV 1993 + NAD |
| | 2006 | EN 1993 + NA |

**V ČR dnes: ČSN EN 1993 + NA (Národní příloha).**
**Od 4/2010 nelze používat dřívější ČSN. Vše podle Eurokódů (zatížení i návrh OK).**

## Spolehlivost návrhu

**3 úrovně spolehlivosti (ISO):**

1. **úroveň - užívá dílčí součinitele zatížení $\gamma_F$ a materiálu $\gamma_M$ (Eurokódy);**
2. **úroveň - užívá částečně statistické údaje, index spolehlivosti $\beta$ (při tvorbě norem, při navrhování podle výsledků zkoušek);**
3. **úroveň - plně statistický přístup (možný přístup v budoucnosti).**



© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

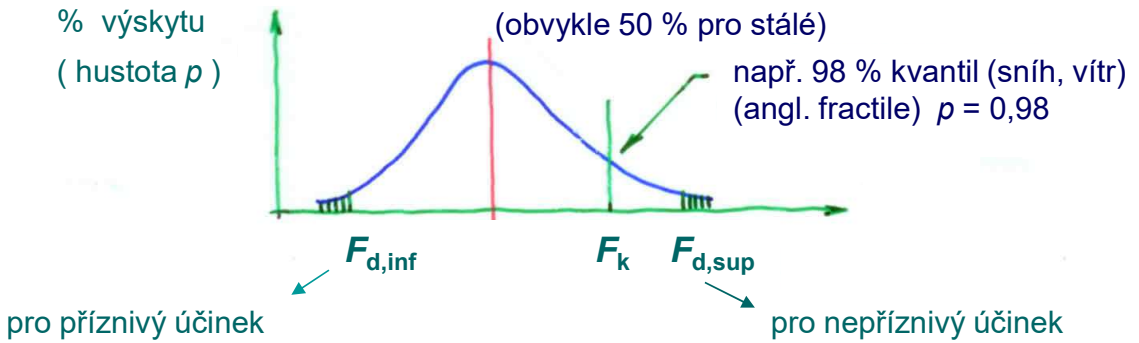
## Zatížení (Eurokód 1: ČSN EN 1991 + NA) Výpis ze všech částí je v příloze.

***G*** **- stálá (vlastní tíha, zatížení od smršťování, sedání)**
***Q*** **- proměnná (např. užitné na stropy a střechy, vítr, sníh)**
***A*** **- mimořádná (např. nárazy vozidel, výbuchy, seizmická zatížení)**

**Další dělení:** **krátkodobá, dlouhodobá;**
**statická, dynamická (buď dynamický výp. nebo souč. $\varphi$ >1) ;**
**pevná, volná.**

**Hodnoty zatížení:** **- charakteristické** $F_k$
**- návrhové** $F_d$

**Charakteristické zatížení $F_k$ se určí:** **- deterministicky (odhadem)**
**- statisticky, určitý kvantil (50 až 98 %)**






© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

## Zatížení stálá

- **obvykle lze uvažovat průměrnou hodnotou $G_k$;**
  (pokud se mění a konstrukce je na to citlivá, bere se jako $G_{k,inf}$ (5% kvantil) nebo $G_{k,sup}$ (95 % kvantil)
- **předpětí $P_k(t)$ v čase $t$ se uvažuje obdobně jako stálé.**

## Zatížení proměnná

**Tzv. reprezentativní hodnoty proměnných zatížení se zavádějí jako:**

- kombinační hodnota: $\psi_0 Q_k$
- častá hodnota: $\psi_1 Q_k$
- kvazistálá hodnota: $\psi_2 Q_k$

} součinitele $\psi_0$, $\psi_1$, $\psi_2$ uvádí v tabulce ČSN EN 1990
Např. pro sníh: 0,6; 0,2; 0
pro vítr: 0,6; 0,2; 0

**Zatížení užitná (stropy a přístupné střechy: rovnoměrné $q_k$, soustředěné $Q_k$)**

| | | |
|---|---|---|
| kategorie A (obytné plochy) | ($q_k$ = 1,5 až 3,0 kN/m$^2$; | $Q_k$ = 2,0 kN) |
| kategorie B (kancelářské plochy) | ($q_k$ = 2,5 kN/m$^2$; | $Q_k$ = 4,0 kN) |
| kategorie C (pro velké shromažďování lidí) | ($q_k$ = 3,0 až 5,0 kN/m$^2$; | $Q_k$ = 3,0 až 7,0 kN) |
| kategorie D (obchodní plochy) | ($q_k$ = 5,0 kN/m$^2$; | $Q_k$ = 5,0 až 7,0 kN) |

Pozn:

- přemístitelné příčky lze podle jejich hmotnosti nahradit rovnoměrným $q_k$ = 0,5 až 1,2 kN/m$^2$,
- nepřístupné střechy (resp. jen pro údržbu), tzv. střechy kategorie H:
  $q_k$ = 0,75 kN/m$^2$ na ploše 10 m$^2$, nebo nezávislé břemeno $Q_k$ = 1 kN.



© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

## Zatížení sněhem

Charakteristická hodnota $s_k$ je dána mapou sněhových oblastí I až VIII (viz „Doplňující informace“, $s_k$ = 0,7 ÷ 4,0 kN/m$^2$, popř. více). Pro běžné návrhové situace (bez návějí):

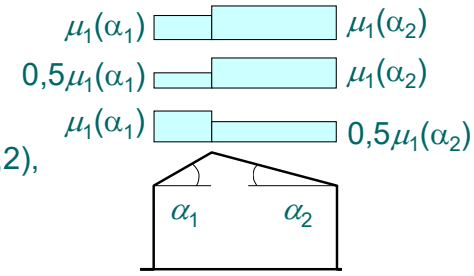
$$s = \mu_i C_e C_t s_k$$

kde

$\mu_i$ je tvarový součinitel střechy podle ČSN EN 1991-1-3,

$C_e$ součinitel expozice (1,0 pro normální krajinu, jinak 0,8 až 1,2),

$C_t$ tepelný součinitel (1,0; může-li však sníh rychle odtát, např. na skle, $C_t \geq 0,8$).




pro $\alpha \leq 30°$ $\mu_1 = 0,8$

## Zatížení větrem

Výchozí hodnotou je výchozí základní rychlost větru $v_{b,0}$ podle mapy větrných oblastí I až V (viz „Doplňující informace“, $v_{b,0} \approx v_b$ = 22,5 až 30 m/s, popř. více).

Maximální dynamický tlak větru ve výšce $z$ nad terénem $q_p(z)$ plyne ze vztahu:

$$q_p(z) = \left[1 + 7\ell_v(z)\right]\frac{1}{2}\rho v_m^2(z) = c_e(z)\frac{1}{2}\rho v_b^2(z) \qquad [\text{N/m}^2]$$

{ pro hmotnost vzduchu $\rho$ = 1,25 kgm$^{-3}$ vychází jednotky kg/(ms$^2$): 1 kg/(ms$^2$ ) = 0,001 kN/m$^2$}

kde: $\ell_v(z)$ je intenzita turbulence větru ve výšce z,

$v_b$ základní rychlost větru (v ČR je totožná s výchozí základní rychlostí větru),

$c_e(z)$ součinitel expozice (záleží na výšce $z$ a kategorii terénu, lze odečíst z grafu dále).

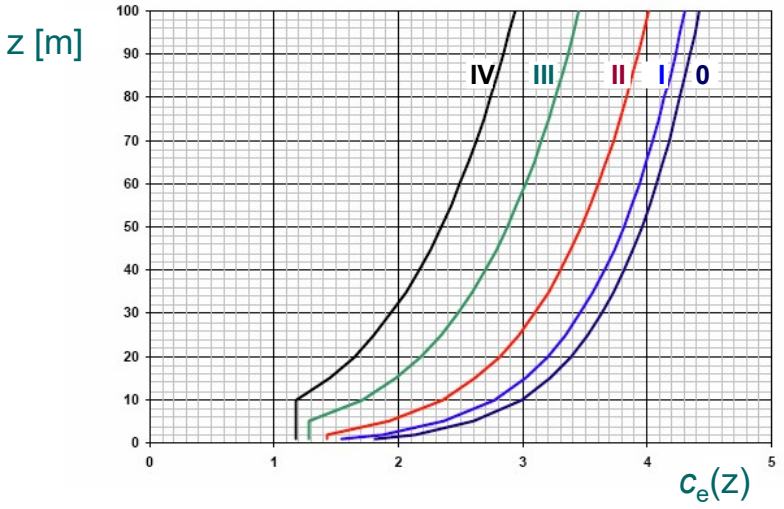


© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

Kategorie terénu:

| | |
|---|---|
| - Moře nebo pobřežní oblasti vystavené otevřenému moři | 0 |
| - Oblasti jezer, nebo oblasti bez vegetace a překážek | I |
| - Oblasti s nízkou vegetací, nebo s ojedinělými stromy, budovami | II |
| - Oblasti s budovami, obce, les | III |
| - Zastavěné oblasti se stavbami vyššími než 15 m, města apod. | IV |

Součinitel expozice $c_e(z)$ podle kategorií terénu:






© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

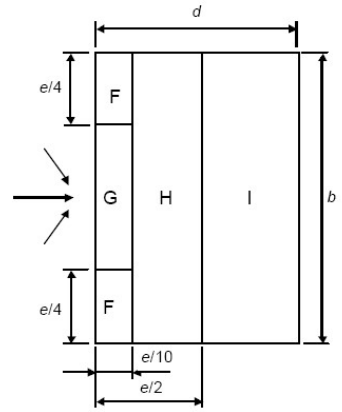
**Stanovení zatížení větrem:**

závisí na referenční výšce

vnější povrchy konstrukce $w_e = q_p(z_e)c_{pe}$

vnitřní povrchy konstrukce $w_i = q_p(z_i)c_{pi}$

příklad střechy:




Součinitele tlaků $c_{pe}$ a $c_{pi}$ jsou pro plochy o velikosti ≤ 1 m$^2$ a ≥ 10 m$^2$ podle tvaru budovy, sklonu střechy a směru větru uvedeny v ČSN EN 1991-1-4 (prohlédnout skripta zatížení!).

Pro celkové zatížení objektu je nutné přenásobit výslednou sílu ze zatížení vnějších povrchů součinitelem konstrukce $c_s c_d$ , který je pro nízké stavby roven 1 (popř. viz OK01/11).

## Návrhové situace

- **trvalé,**
- **dočasné (během výstavby, oprav),**
- **mimořádné (požár, výbuch, náraz),**
- **seizmické.**

**Podle návrhové situace se sestavuje příslušná kombinace zatížení.**

**Dále je uvedena pouze tzv. „základní kombinace“, platná pro trvalé a dočasné návrhové situace. Pro ostatní návrhové situace viz ČSN EN 1990.**



© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

## MSÚ (mezní stav únosnosti):

**návrhové zatížení:** $F_d = \gamma_F F_k$

(Tab. ČSN EN 1990: STR/GEO)

$\gamma_F$ **= dílčí součinitel zatížení (určen v NA každé země)**

**ČR:** $\gamma_G$ **= 1,35 (1,0)** $\gamma_Q$ **= 1,50 (0)**

max min max min

Pozn.: pro posouzení stability polohy (převržení) se bere $\gamma_G = 1{,}10$ (0,90)
(Tab. ČSN EN 1990: EQU)

## MSP (mezní stavy použitelnosti):

**návrhové zatížení v MSP:** $F_k = \gamma_F F_k = F_k$ $\gamma_G$ **= 1,00** $\gamma_Q$ **= 1,00 (0)**

vždy max min

**(tzv. provozní zatížení = charakteristické zatížení)**



© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

## Základní kombinace zatížení:

**- zjednodušeně pro ocelové konstrukce (a bez uvedení předpětí *P*):**

jedno proměnné, obvykle rozhodující zatížení

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

ostatní proměnná zatížení

$\psi_0$ ... součinitel kombinace zatížení:

| | | |
|---|---|---|
| pro užitné zatížení | 0,7 | |
| pro sníh | 0,5 | (pro výšky nad 1000 m.n.m: 0,7) |
| pro vítr | 0,6 | |

**- pro betonové konstrukce rozhoduje méně příznivá kombinace ze dvou vztahů: (včetně předpětí *P*)**

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

Redukční součinitel pro stálá zatížení $\xi = 0{,}85$. Toto vyjádření je z hlediska účinků hospodárnější.



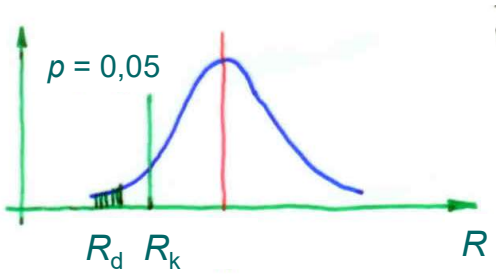
© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

## Únosnost (rezistence) (Eurokód 3: ČSN EN 1993 + NA)

např. pro tažený prut: $R = A\, f_y$

⇒ únosnost ovlivňuje $f_y$, A, výpočetní model

obecný postup:




**Charakteristická únosnost:** $R_k = A\, f_y$

**A – nominální**
**$f_y$ – podle normy**

**Návrhová únosnost:** $R_d = R_k / \gamma_M$ ... $\gamma_M$ = dílčí souč. materiálu (určen v NA země)

ČR: $\gamma_{M0}$ (prostá únosnost) = 1,00
$\gamma_{M1}$ (stabilitní únosnost) = 1,00
$\gamma_{M2}$ (při oslabení v tahu) = 1,25

(vyhovují žádanému indexu spolehlivosti $\beta$, viz dále)

**lze psát:** $R_d = A\, f_y / \gamma_M = A\, f_{yd}$ = návrhová mez kluzu



© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

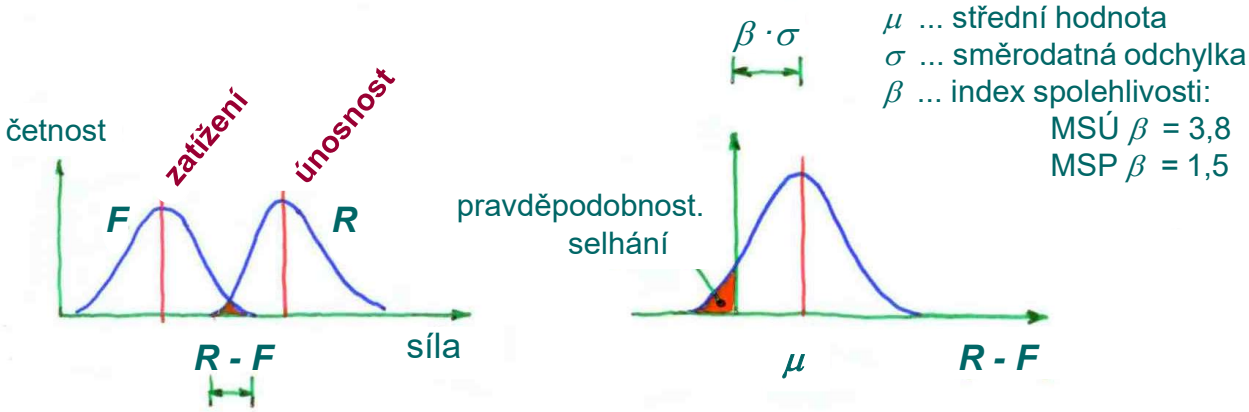
## MSÚ (únosnosti):

**největší pravděp. účinek zatížení ≤ nejmenší pravděp. únosnost**

**MS:**

- **stabilita polohy (převržení konstrukce)**
- **pevnost (zahrnuje pevnost prostou, stabilitní a porušení spoje)**
- **křehký lom**
- **únava**

**Pravděpodobnost selhání: $p \approx 7{,}2 \cdot 10^{-5}$ (index spolehlivosti $\beta = 3{,}8$)**





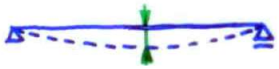

© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

## MSP (použitelnosti):

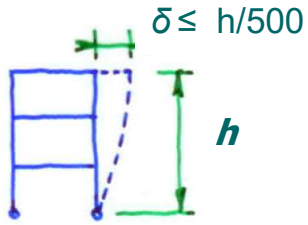
**provozní účinek zatížení ≤ stanovený limit použitelnosti**

**MS:**

- **deformace**



např. stropnice: $\delta_2 \leq L/250$
průvlaky: $\delta_2 \leq L/400$




POZOR: od proměnného zatížení !

- **kmitání** — **pochozí stropy** $f_1 \geq 3$ Hz $\approx \delta_{max} \leq 28$ mm; **rytmický pohyb** $f_1 \geq 6$ Hz $\approx \delta_{max} \leq 10$ mm

Pozor: zde od celkového zatížení !

- **koroze**
- **pocit bezpečnosti**
- **zdravotní požadavky**

**Pravděpodobnost překročení:** $p \approx 10^{-1}$ **až** $10^{-2}$ (asi $7 \cdot 10^{-2}$)



© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

# Prostá pevnost ocelového vlákna

**Platí Misesova podmínka plasticity (HMH: Mises - Huber - Hencky)**

**- prostorová napjatost (u oceli výjimečně)**

**- rovinná napjatost:**

$$\sigma_x^2 + \sigma_z^2 - \sigma_x \sigma_z + 3\tau^2 \le f_{yd}^2 \quad \text{nebo} \quad \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_z^2 - \sigma_x \sigma_z + 3\tau^2} \le f_{yd}$$

tvoří plastický potenciál

**- jednoosá napjatost:**

**normálová** $\sigma \le f_{yd}$

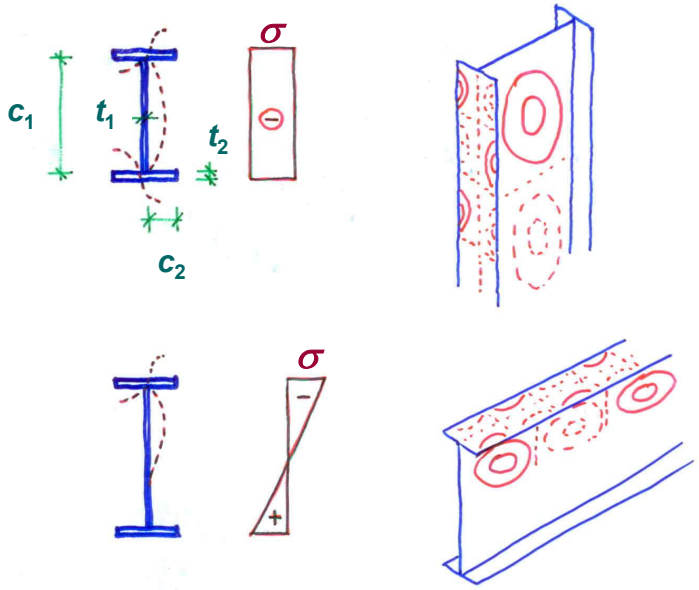
**smyková** $\tau \le \dfrac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$



© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

# Klasifikace průřezů

**- vyjadřuje vliv boulení stěn částí průřezu**

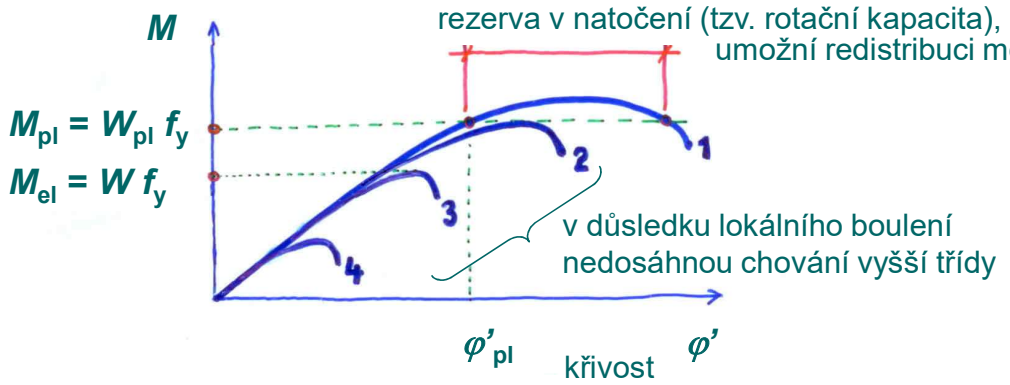



**- boulení závisí na štíhlosti c/t tlačených částí**



© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

## Příklad: skutečná únosnost v ohybu




### Určení třídy (viz tabulky normy):

**Pro každou tlačenou část podle štíhlosti *c/t* : tzn. závisí též na namáhání !!!:**
(tlak, ohyb …)

**Třída 1** umožňuje plastickou redistribuci *M* (kinematický mechanizmus) (u stojin pro $c_1/t_1 \le 72\varepsilon$)

**Třída 2** umožňuje vznik jednoho plastického kloubu bez redistribuce *M* (u stojin pro $c_1/t_1 \le 83\varepsilon$)

**Třída 3** umožňuje dosažení meze kluzu (nikoliv již plastizaci průřezu) (u stojin pro $c_1/t_1 \le 124\varepsilon$)

**Třída 4** v důsledku boulení neumožní v průřezu dosáhnout meze kluzu (u stojin pro $c_1/t_1 > 124\varepsilon$)

kde vliv meze kluzu oceli: $\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$

**Průřez se zatřídí podle nejvyšší třídy všech částí průřezu.**

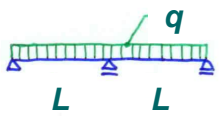


© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

## Posouzení konstrukce

| Třída | Metoda výpočtu vnitřních sil (globální analýza) | | Způsob posouzení příčného řezu | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | plasticitní | $M_{pl}$ | plastický | $W_{pl}$ |
| 2 | pružnostní | $M_{el}$ | plastický | $W_{pl}$ |
| 3 | pružnostní | $M_{el}$ | pružný | $W$ |
| 4 | pružnostní | $M_{el}$ | pružný, s účinným průřezem | $W_{eff}$ |

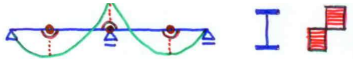
**Příklad:**



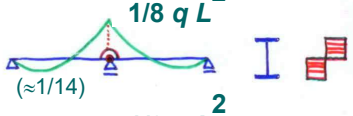

značka plastického kloubu:

1/11,7 $q\,L^2$ (v každém plast. kloubu)

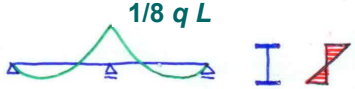
1



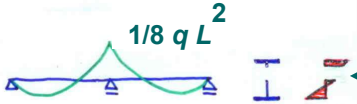
2




3

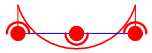



4

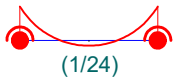



nebo pro moment ve vetknutí vetknutého nosníku:

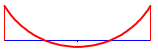
1/16 $qL^2$



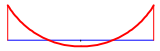

1/12 $qL^2$




1/12 $qL^2$



1/12 $qL^2$



boulící část se neuvažuje, vyloučí se pomocí součinitele boulení (máme jiný průřez, viz předmět OK01)



© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

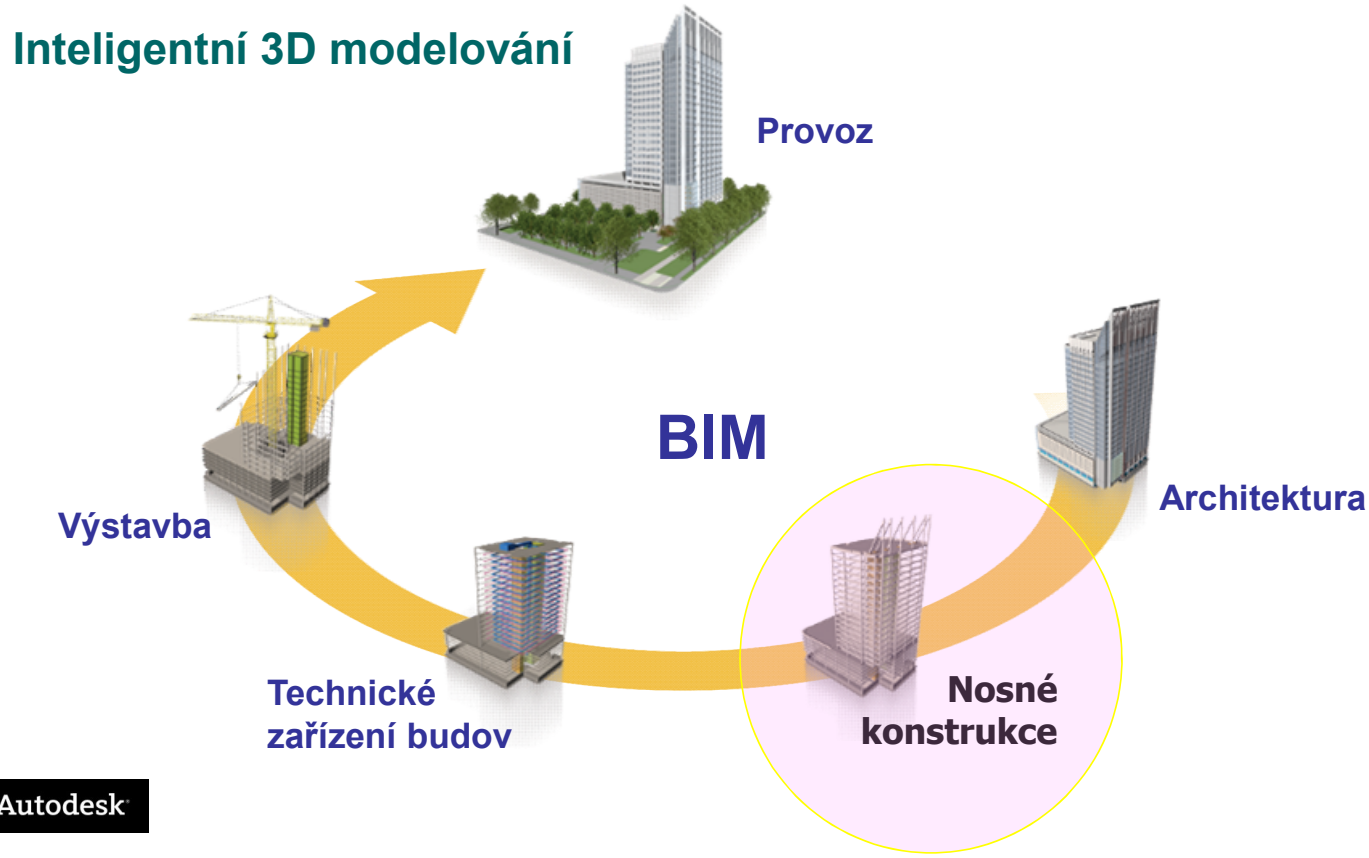
# Doplňující informace
## (BIM, výčet norem pro zatížení)



© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

# Informační model budovy (BIM)

(Building Information Modeling)

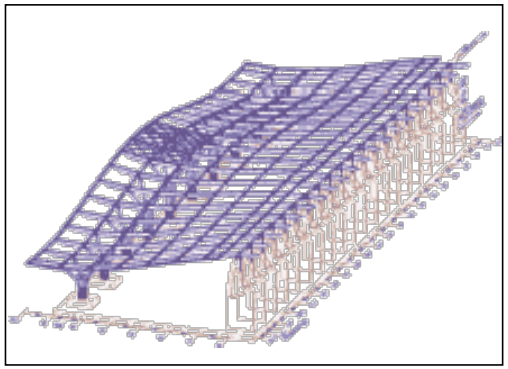





© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

# Úrovně programů pro nosné OK

- **Zakázky**
  Předběžný návrh
- **Statika**
- **Kreslení**
- **Komunikace mezi systémy**
  - Databáze
  - Ucelené systémy
  - Jednoúčelové nástroje





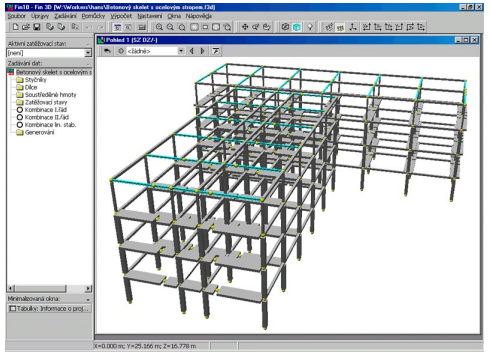
© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

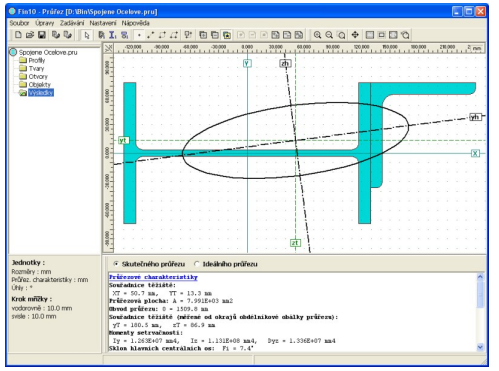
# Statika

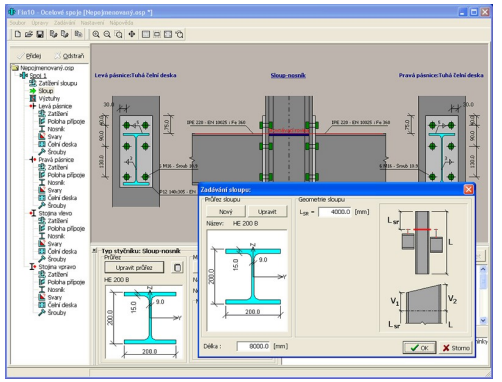
- stanovení zatížení,
- globální analýza (vnitřní síly),
- posouzení průřezů,
- návrh a posouzení detailů,
- další posouzení (požár, koroze)

Programy – např.:

RStab
SCIA Engineer
FINE
Robot Structural Analysis







NNK – ocelové konstrukce (3)

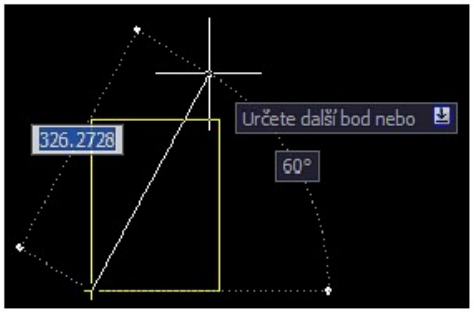
## Kreslení

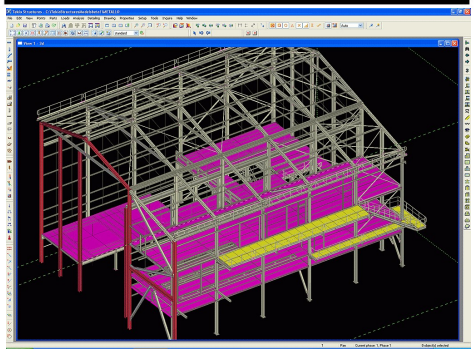
Grafické:
- např. AutoCAD, Archicad
  a nadstavby pro OK

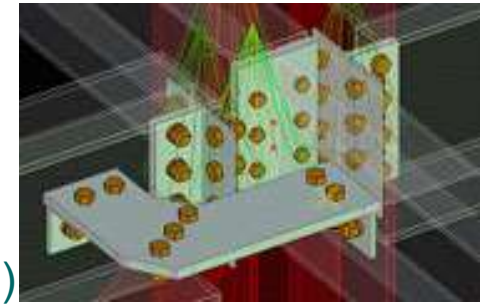
Objektové:
- např. Bocad, Strucad, Xsteel
  Revit, AutoCAD Structural Detailing,
  **TEKLA (3D)**

Výstupy:
- výkresy pro kontrolu
- data pro NC stroje a polohovadla

Databáze pro přenos dat:
- BIM od arch. návrhu pro správu objektu
- mezi výpočtem a kreslením (obousměrně)







© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

## ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí

- požadavky (základní, životnost staveb, trvanlivost, management jakosti),
- zásady navrhování podle mezních stavů (návrhové situace, MSÚ, MSP),
- základní veličiny (hodnoty pro různá zatížení),
- analýza konstrukce a navrhování pomocí zkoušek,
- ověřování metodou dílčích součinitelů,
  - · návrhové hodnoty,
  - · mezní stavy únosnosti (včetně kombinací zatížení),
  - · mezní stavy použitelnosti (včetně kombinací zatížení),
- Příloha A: Použití pro pozemní stavby:
  - · hodnoty kombinačních součinitelů $\psi$,
  - · MSÚ: tabulky pro trvalé a dočasné návrhové situace EQU, STR/GEO,
    tabulka pro kombinace v mimořádných a seismických kombinacích,
  - · MSP,
- Příloha B: Management spolehlivosti staveb:
  - · diferenciace spolehlivosti (třídy následků, index spolehlivosti, kontroly),
- Příloha C: Zásady pro navrhování metodou dílčích součinitelů:
  - · použití spolehlivostních metod,
- Příloha D: Navrhování pomocí zkoušek.



© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

**ČSN EN 1991 Zatížení konstrukcí**

**Části:**

**ČSN EN 1991-1-1 Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb**

**ČSN EN 1991-1-2 Obecná zatížení – Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru**

**ČSN EN 1991-1-3 Obecná zatížení – Zatížení sněhem**

**ČSN EN 1991-1-4 Obecná zatížení – Zatížení větrem**

**ČSN EN 1991-1-5 Obecná zatížení – Zatížení teplotou**

**ČSN EN 1991-1-6 Obecná zatížení – Zatížení během provádění**

**ČSN EN 1991-1-7 Obecná zatížení – Mimořádná zatížení**

---

**ČSN EN 1991-2 Zatížení mostů dopravou**

**ČSN EN 1991-3 Zatížení od jeřábů a strojního vybavení**

**ČSN EN 1991-2 Nádrže a zásobníky**



© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

**ČSN EN 1991-1-1**
**(Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb)**

- klasifikace zatížení,
- návrhové situace,
- objemová tíha materiálů,
- vlastní tíha stavebních prvků,
- užitná zatížení pozemních staveb:
  - obytné, administrativní, kategorie, redukční součinitele pro stropy a sloupy,
  - plochy pro skladování,
  - zatížení vysokozdvižnými vozíky,
  - garáže a dopravní plochy,
  - střechy (přístupné, nepřístupné, pro zvláštní účely),
  - vodorovná zatížení na zábradlí.
- Příloha A: Tabulky objemových tíh, úhlů vnitřního tření,
- Příloha B: Svodidla a zábradlí v garážích.



© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

**ČSN EN 1991-1-2**
**(Obecná zatížení – Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru)**

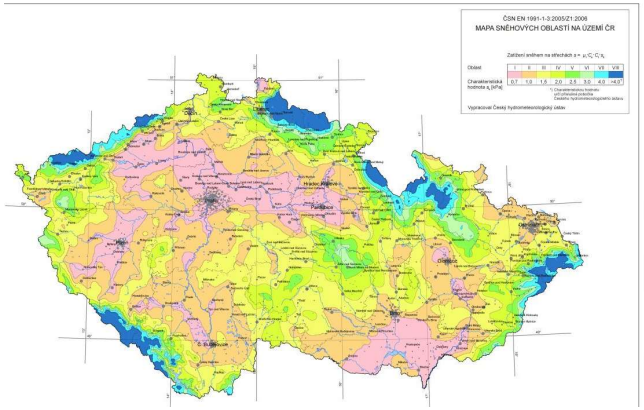
- postup návrhu konstrukce na účinky požáru:
  nominální teplotní křivky,
  přirozené modely požáru (parametrické teplotní křivky),
- mechanické zatížení pro analýzu konstrukce,
  obecně i zjednodušená pravidla umožňující použít během požáru konstantní zatížení pro normální teplotu po redukci součinitelem $\eta_{fi}$ (pro ocelové konstrukce podle ČSN EN 1993-1-2 je $\eta_{fi}$ = 0,65, pro sklady 0,7),
- Příloha A: Parametrické teplotní křivky,
- Příloha B: Tepelné zatížení vnějších prvků – zjednodušená metoda výpočtu,
- Příloha C: Lokální požáry,
- Příloha D: Zdokonalené modely požárů,
- Příloha E: Hustota požárního zatížení,
- Příloha F: Ekvivalentní doba vystavení účinkům požáru,
- Příloha G: Polohový faktor.



© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

## ČSN EN 1991-1-3
### (Obecná zatížení – Zatížení sněhem)

- návrhové situace,
- zatížení sněhem na zemi:
  charakteristické hodnoty a součinitele kombinace (viz www.snehovamapa.cz)



ČSN EN 1991-1-3:2005/Z1:2006

MAPA SNĚHOVÝCH OBLASTÍ NA ÚZEMÍ ČR

Zatížení sněhem na střechách $s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$

| Oblast | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Charakteristická hodnota $s_k$ [kPa] | 0,7 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,0 | >4,0 *) |

*) Charakteristickou hodnotu určí příslušná pobočka Českého hydrometeorologického ústavu

Vypracoval Český hydrometeorologický ústav

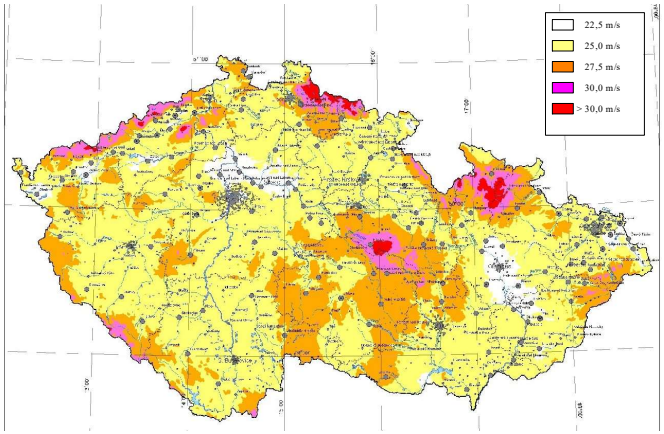
- zatížení sněhem na střechách (schémata rozdělení sněhu),
- místní účinky (návěje, převis střech, sněžníky),
- Příloha A: Návrhové situace a uspořádání zatížení pro výjimečný spad/navátí,
- Příloha B: Tvarové součinitele pro výjimečné návěje (v ČR se nepoužívá),
- Příloha C: Evropské mapy zatížení sněhem na zemi,
- Příloha D: Úprava zatížení sněhem na zemi podle doby návratu,
- Příloha E: Objemová tíha sněhu.



© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

## ČSN EN 1991-1-4
### (Obecná zatížení – Zatížení větrem)

- návrhové situace,
- rychlost větru a dynamický tlak (základní rychlost $v_b$ – tabulka ČR, střední rychlost, turbulence, maximální dynamický tlak $q_p = c_e(z) \cdot q_b = c_e(z) \cdot (0{,}625 \cdot v_b^2)$




oblast I: 22,5 m/s
oblast II: 25,0 m/s
oblast III: 27,5 m/s
oblast IV: 30,0 m/s
oblast V: > 30 m/s

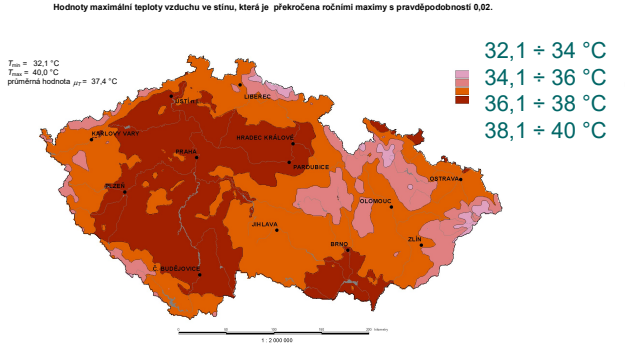
- zatížení větrem,
- součinitel konstrukce,
- součinitele tlaků a sil (schémata tlaku větru na objekty, součinitele $c_e(z)$),
- zatížení mostů větrem,
- Přílohy A (vliv terénu), B (postup 1 stanovení součinitele konstrukce), C (postup 2 stanovení součinitele konstrukce), D (součinitel konstrukce pro různé typy, E (oddělování vírů a aerodynamické nestability), F (dynamické charakteristiky konstrukcí).



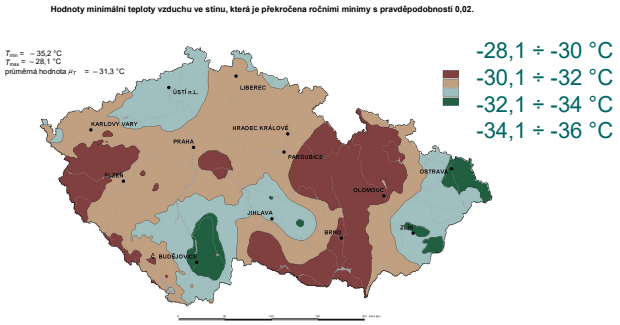
© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

## ČSN EN 1991-1-5
### (Obecná zatížení – Zatížení teplotou)

- klasifikace zatížení,
- návrhové situace,
- popis zatížení,
- teplotní změny u pozemních staveb (rovnoměrná a rozdílná složka, interiér, exteriér, léto, zima):




Mapa maximálních teplot vzduchu ve stínu.




Mapa minimálních teplot vzduchu ve stínu.

- teplotní změny u mostů (podle materiálu, rovnoměrná a rozdílná složka teploty),
- teplotní změny u komínů, potrubí, zásobníků, nádrží, chladících věží,
- Příloha A: Izotermy minimálních a maximálních teplot vzduchu ve stínu,
- Příloha B: Rozdíly teplot pro různé tloušťky mostního svršku,
- Příloha C: Součinitele teplotní délkové roztažnosti,
- Příloha D: Průběh teplot v budovách a jiných stavbách.



© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

**ČSN EN 1991-1-6**
**(Obecná zatížení – Zatížení během provádění)**

- klasifikace, návrhové situace,
- popis zatížení (během manipulace, geotechnická, od předpětí, od přetvoření, teploty, smršťování, hydratace, větrem, sněhem, vodou, námrazou, staveništní zatížení),
- Příloha A1: Doplňující pravidla pro pozemní stavby,
- Příloha A2: Doplňující pravidla pro mosty,
- Příloha B: Zatížení konstrukcí během stavebních úprav, rekonstrukcí a demolicí.

**ČSN EN 1991-1-7**
**(Obecná zatížení – Mimořádná zatížení)**

- klasifikace, návrhové situace,
- náraz (silničních vozidel, vysokozdvižnými vozíky, železniční dopravou, vodní dopravou, vrtulníky,
- Příloha A: Navrhování pozemních staveb s ohledem na následky lokální poruchy,
- Příloha B: Informace pro hodnocení rizik,
- Příloha C: Dynamický návrh v případě nárazu,
- Příloha D: Vnitřní výbuchy.



© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

**ČSN EN 1991-2**
**(Zatížení mostů dopravou)**

- zatížení silniční dopravou,
- zatížení chodníků a lávek pro chodce,
- zatížení kolejovou dopravou.

**ČSN EN 1991-3**
**(Zatížení od jeřábů a strojního vybavení)**

- svislá a vodorovná zatížení,
- dynamické účinky,
- zatížení způsobující únavu.

**ČSN EN 1991-4**
**(Zatížení zásobníků a nádrží)**

- tlaky sypkých materiálů pro nízké a vysoké zásobníky (stěny, výsypky),
- tlaky ve výsypce a při vyprazdňování zásobníku,
- zatížení nádrží kapalinami,
- přílohy k součinitelům a kombinacím zatížení, vlastnostem tuhých látek, modelům toku, prašným výbuchům.



© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.

**Seizmická zatížení nejsou obsažena v řadě Eurokódů ČSN EN 1991, ale v normě pro navrhování:**

**ČSN EN 1998-1**
**(Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení – Část 1: Obecná pravidla, seizmická zatížení a pravidla pro pozemní stavby)**

**- Seizmické zatížení je vyjádřeno spektrem pružné odezvy, stanovené na základě referenčního zrychlení základové půdy (dané mapou seizmických oblastí, např. České republiky) a tvarem spektra.**
**- podrobnosti viz Eurokód, nebo přednášky autora OK01, přednáška č. 11 (doplňující informace).**



© Prof. Ing. Josef Macháček, DrSc.