



# Technická mechanika

## Výpočet zatížení na stavební konstrukce a jejich posuzování podle teorie mezních stavů

Ing. Pavla Kotásková, Ph.D.

Podpora praktických kompetencí projekční činnosti v regionálním rozvoji  
(Registrační číslo CZ.1.07/2.2.00/28.0303.)  
za přispění finančních prostředků EU a státního rozpočtu České republiky.



european  
social fund in the  
czech republic



EUROPEAN UNION



MINISTRY OF EDUCATION,  
YOUTH AND SPORTS

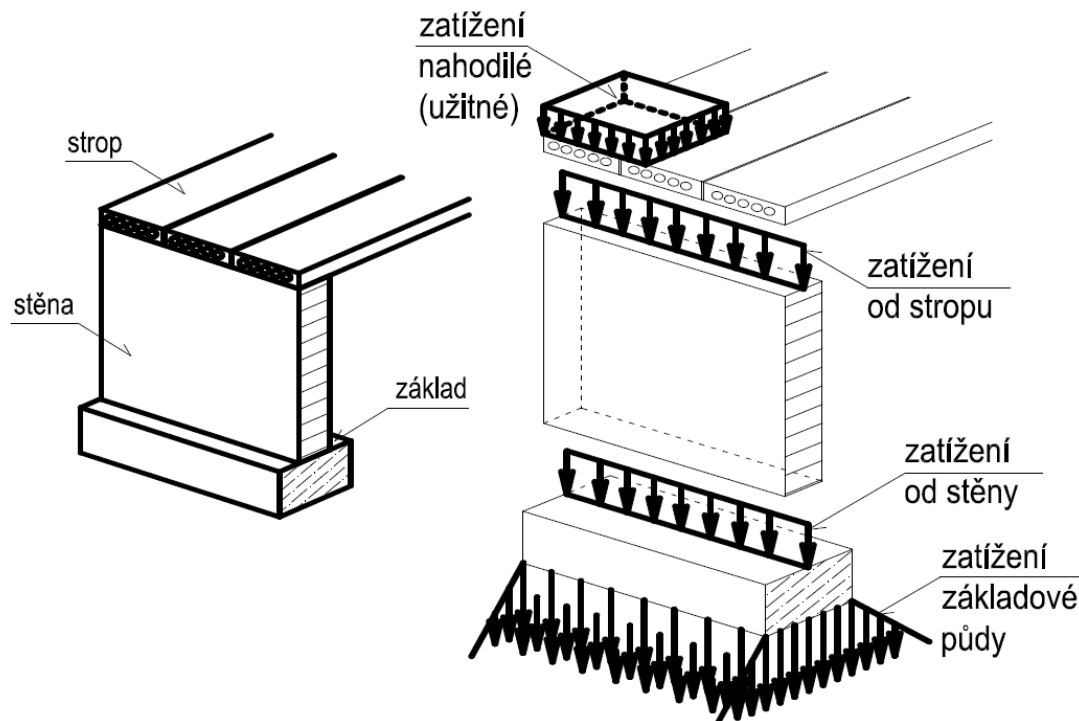


OP Education  
for Competitiveness

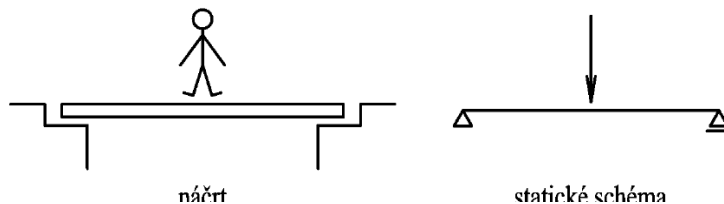
INVESTMENTS IN EDUCATION DEVELOPMENT

# Rovnoměrné zatížení spojité

## Schéma přenosu zatížení – stěnový systém



# Zatížení osobou - osamělé břemeno



## Zatížení konstrukcí

- ČSN EN 1990 Zásady navrhování
- ČSN EN 1991-1-1 Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užité zatížení pozemních staveb
- 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

## Zatížení podle proměnlivosti s časem

- Zatížení stavebních konstrukcí tvoří:
  - **vnější síly** – těm jsou stavební konstrukce vystaveny,
  - **vlastní tíha konstrukcí**
- **stálé** – vlastní tíha konstrukcí a všech trvalých částí stavby
- **proměnné** – může se v čase měnit
  - užitné (nahodilé)
  - klimatické (sněhem a větrem)
- **mimořádné** (výbuchy, nárazy vozidel, účinky zemětřesení)

## Zatížení stálé

- vlastní tíha nosných i nenosných konstrukcí v jednotlivých kombinacích
- výpočet na základě rozměrů a objemové tíhy stavebních materiálů
- objemová tíha
  - tíha na jednotku objemu ( $\text{kN/m}^3$ ),
  - tíha na jednotku plochy ( $\text{kN/m}^2$ ),
  - tíha na jednotku délky ( $\text{kN/m}$ )

## Zatížení stálé

- objemová hmotnost = hmotnost na jednotku objemu
- př. beton
  - objemová hmotnost betonu  $2400 \text{ kg/m}^3$ ,
  - gravitační zrychlení  $10 \text{ m/s}^2$
  - objemová tíha  $2400 \cdot 10 = 24\,000 \text{ N/m}^3 = 24 \text{ kN/m}^3$
- Pozn. neopomenutelnou vlastností při určení charakteristické hodnoty zatížení je **stupeň vlhkosti** materiálu (např. dřevo, zemina, atd.) - vlhkost materiálu může zvýšit zatížení o  $1 \text{ kN/m}^3$
- u sypkých materiálů uvažovat patřičné přemístění

## Podpora praktických kompetencí projekční činnosti v regionálním rozvoji

Vybrané materiály:		Objemová tíha:
Materiál:	Zatřídění:	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
<b>Beton:</b>		
	lehký:	< 20
	prostý:	24
	železobeton:	25
	předpjatý:	26
	nezatvrdlá směs:	zvětšení o 1,0
<b>Malta:</b>		
	mazaniny:	23
	cementová:	22
	vápenocementoná:	20
	vápenná:	18
<b>Desky z dřevěných částic / vláken:</b>		
	překližka:	8
	dřevotřískové desky:	7,5
	dřevovláknité desky:	10
	desky OSB:	7
<b>Kovy:</b>		
	hliník:	27
	ocel stavební:	78,5
	olovo:	114
<b>Kamenivo:</b>		
	Štěrk - vlhký:	19
	Písek - vlhký:	21
	Štěrkopísek:	15 až 20



## Podpora praktických kompetencí projekční činnosti v regionálním rozvoji

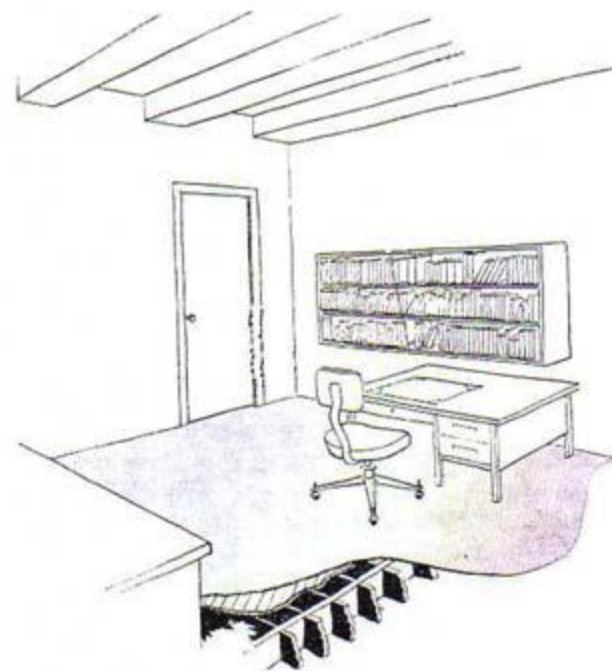
<b>Cihly:</b>	plné pálené:	18
	pálené děrované:	11 až 14
	plynosilikátové:	6
<b>Izolační materiály:</b>	polystyrén:	1,5
	minerální vlákno:	4,5
<b>Dlažby:</b>	betonové	23
	kameninové	23
	obkladačky	20
	keramická:	22
	teraco:	23
<b>Knihy:</b>	knihy a dokumenty:	6
	hustě skladované:	8,5
<b>Dřevo:</b> <i>vybrané pevnosti</i>	C16	3,7
	C22	4,1
	C24	4,2
	C30	4,6
<b>Střešní tašky:</b>	pálené	18
	cementové	23
	břidlice	28
<b>Zásypové materiály:</b>	cihelná drť	13
	Kamená drť	20

-materiály na rozměr jednotky plochy

Vybrané materiály:		Objemová tíha:
Materiál:	Zatřídění:	$\gamma$ [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>Střešní vrstvy:</b>		
	břidlicová krytina (s laťováním):	0,4
	lepenková krytina (s laťováním):	0,35
	plechová krytina (tl.6mm):	0,2
	tašková krytina jednoduchá (s lať.):	0,55
	tašková krytina dvojitá (s lať.):	0,85
<b>Asfaltová lepenka:</b>		cca 0,003

## Zatížení užité (nahodilé)

- zatížení lidmi,
  - vybavením – nábytkem apod.
  - skladovanými materiály,
  - vozidly apod.
- 
- charakteristické hodnoty – 11 kategorií A - K



## Podpora praktických kompetencí projekční činnosti v regionálním rozvoji

Kategorie	Užití	Příklad
A	Obytné plochy Plochy pro domácí činnosti	Místnosti obytných budov a domů Lůžkové pokoje a čekárny v nemocnicích Ložnice hotelů a ubytoven Kuchyně a toalety
B	Kancelářské plochy	
C	Plochy, kde může docházet ke shromažďování lidí, kromě ploch uvedených v kategoriích A,B,D <sup>1)</sup>	<p>C1 plochy se stoly atd., například:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- plochy ve školách</li> <li>- restauracích, jídelnách a kavárnách</li> <li>- čítárnách a recepcím</li> </ul> <p>C2 plochy se zabudovanými sedadly, např:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- plochy v kostelech, divadlech a kinech</li> <li>- konferenční sály</li> <li>- přednáškové a zasedací místnosti</li> <li>- nádražích a jiných čekárnách</li> </ul> <p><i>možné přežazení do C5</i></p> <p>C3 plochy bez překážek pro pohyb osob, např:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- plochy v muzeích a výstavních sání</li> <li>- přístupové plochy ve veřejných administrativních budovách, hotelých, nemocničních, železničních nádražních halách</li> </ul> <p><i>možné přežazení do C5</i></p> <p>C4 plochy určené k pohybovým aktivitám, např:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- taneční sály, tělocvičny, jeviště, atd.</li> </ul> <p><i>pozor na dynamické účinky možné přežazení do C5</i></p> <p>C5 plochy, kde může dojít k vysoké koncentraci lidí</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- budovy pro veřejné akce jako koncertní síně, sportovní haly, tribuny, terasy a přístupové plochy, železniční nástupiště</li> </ul> <p><i>pozor na dynamické účinky</i></p>
D	Obchodní plochy	<p>D1 plochy v malých obchodech</p> <p>D2 plochy v obchodních domech</p>

# Užitná zatížení stropních konstrukcí, balkónů a schodišť

soustředěná břemena  $Q_k$

rovnoměrná zatížení  $q_k$

Kategorie zatěžovaných ploch	dle EN N.P. $q_{k,ČR}$ kN/m <sup>2</sup>	dle EN $q_{k,EN}$ kN/m <sup>2</sup>	dle EN N.P. $Q_{k,ČR}$ kN	dle EN $Q_{k,EN}$ kN
<b>Kategorie A</b>				
- stropní konstrukce	1,5	1,5 - <u>2,0</u>	2,0	<u>2,0</u> - 3,0
- schodiště	3,0	<u>2,0</u> - 4,0	2,0	<u>2,0</u> - 4,0
- balkóny	3,0	<u>2,5</u> - 4,0	2,0	<u>2,0</u> - 3,0
<b>Kategorie B</b>	2,5	2,0 - <u>3,0</u>	4,0	1,5 - <u>4,5</u>
<b>Kategorie C</b>				
- C1	3,0	2,0 - <u>3,0</u>	3,0	3,0 - <u>4,0</u>
- C2	4,0	3,0 - <u>4,0</u>	4,0	2,5-7,0( <u>4,0</u> )
- C3	5,0	3,0 - <u>5,0</u>	4,0	<u>4,0</u> - 7,0
- C4	5,0	4,5 - <u>5,0</u>	7,0	3,5 - <u>7,0</u>
- C5	5,0	<u>5,0</u> - 7,5	4,5	3,5 - <u>4,5</u>
<b>Kategorie D</b>				
- D1	5,0	<u>4,0</u> - 5,0	5,0	3,5-7,0( <u>4,0</u> )
- D2	5,0	4,0 - <u>5,0</u>	7,0	3,5 - <u>7,0</u>

pozn:- pro navrhování balkónů a schodišť kategorie lze zatížení zvýšit

## Další kategorie

- E
  - E1 plochy pro skladovací účely, včetně knihoven
  - E2 plochy pro průmyslovou činnost
- F garáže s lehkými vozidly
- G garáže se středními vozidly
- H nepřístupné střechy
- I přístupné střechy
- K střechy pro přistávání helikoptér

## Návrhová hodnota zatížení $F_d$

- zatížení, které by mohlo s vysokou pravděpodobností na konstrukci působit
- úprava hodnot součiniteli, které předepisuje norma

stálé:  $F_d = F_k \cdot \gamma$                       proměnné:  $Q_d = Q_k \cdot \gamma_Q \cdot \psi$

- $\gamma_G$  součinitel spolehlivosti pro stálá zatížení (vlastní tíha) = 1,35
- $\gamma_Q$  součinitel spolehlivosti pro proměnná zatížení = 1,50

## Součinitelé

- součinitelé  $\gamma$  zohledňují:
  - kce může mít odchylnou vlastní hmotnost proti teoretickým předpokladům,
  - zatížení klimatické se může oproti běžnému poněkud zvětšit
- součinitel kombinační  $\psi$  zohledňuje:
  - je málo pravděpodobné, že více proměnných zatížení bude na stavební kci působit současně



## Dílčí součinitele

Zatížení	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Kategorie užitných zatížení pro pozemní stavby			
Kategorie A: obytné plochy	0,7	0,5	0,3
Kategorie B: kancelářské plochy	0,7	0,5	0,3
Kategorie C: shromažďovací plochy	0,7	0,7	0,6
Kategorie D: obchodní plochy	0,7	0,7	0,6
Kategorie E: skladovací plochy	1,0	0,9	0,8
Kategorie F: dopravní plochy			
tíha vozidla $\leq 30\text{kN}$	0,7	0,5	0,3
Kategorie H: střechy	0	0	0

### Kombinace pro MSÚ (trvalé a dočasné návrhové situace)

Označení	Stálá zatížení		Hraní proměnné zatížení	Vedlejší proměnné zatížení	
	nepříznivá	příznivá		nejúčinnější	ostatní
<b>KZS1</b>	$1,35 * G_{k,sup}$	$1,00 * G_{k,inf}$		$1,50 * \psi_{0,1} * Q_{k,1}$	$1,50 * \psi_{0,i} * Q_{k,i}$
<b>KZS2</b>	$1,10 * G_{k,sup}$	$0,90 * G_{k,inf}$	$1,50 * Q_{k,1}$		$1,50 * \psi_{0,i} * Q_{k,i}$
<b>KZS3</b>	$1,15 * G_{k,sup}$	$1,00 * G_{k,inf}$	$1,50 * Q_{k,1}$		$1,50 * \psi_{0,i} * Q_{k,i}$

### Kombinace pro MSP

Označení	Stálá zatížení		Proměnná zatížení	
	nepříznivá	příznivá	hlavní	vedlejší
<b>CHARAKTERISTICKÁ</b>	$G_{k,sup}$	$G_{k,inf}$	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i} * Q_{k,i}$
<b>ČASTÁ</b>	$G_{k,sup}$	$G_{k,inf}$	$\psi_{1,1} * Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} * Q_{k,i}$
<b>KVAZISTÁLÁ</b>	$G_{k,sup}$	$G_{k,inf}$	$\psi_{2,1} * Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} * Q_{k,i}$

## Zatížení sněhem

- zatížení sněhem se určí ze vzorce:

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

- $\mu_i$  je tvarový součinitel zatížení sněhem
- $s_k$  charakteristická hodnota zatížení sněhem - sněhové oblasti
- $C_e$  součinitel expozice, který má obvykle hodnotu 1,0
- $C_t$  součinitel tepla, který má obvykle hodnotu 1,0

## Zatížení sněhem

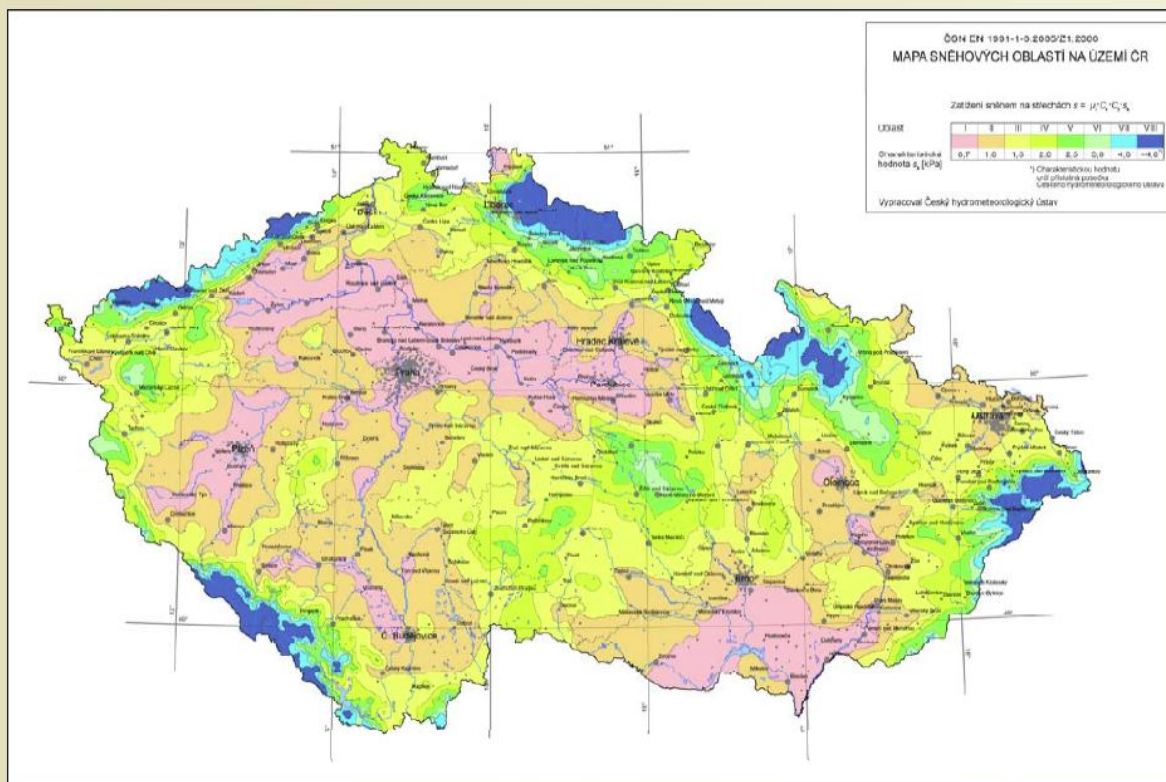
- mapy sněhových oblastí na základě statistického zpracování
- 8 oblastí I až VIII

oblast	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
$S_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	0,7	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	> 4,0

- nejmenší sněhová pokrývka - oblast I (Praha, oblast kolem Labe a Ohře, jižní Morava ...)
- nejvyšší sněhová pokrývka – oblast VIII (nejvyšší polohy Krkonoš, Šumavy, Jeseníků...)

# Zatížení sněhem

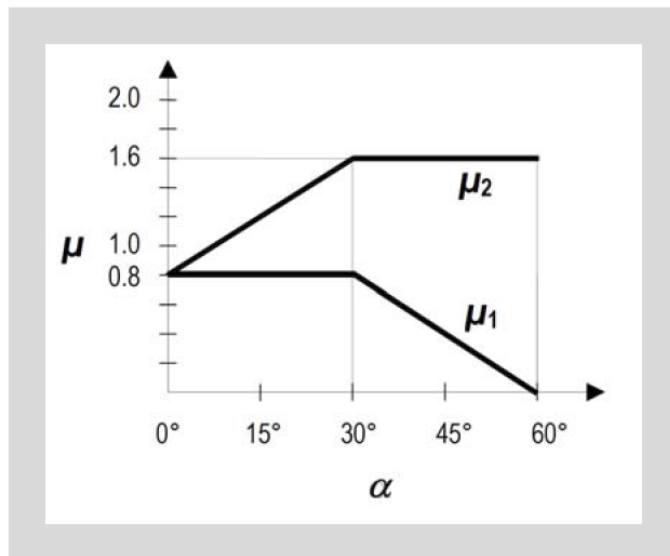
Proměnné zatížení – rovnoměrně rozložené [kN/m<sup>2</sup>]



Data z let  
1961-2006

Mapa sněhových oblastí na území České republiky podle ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1

# Tvarový součinitel střech



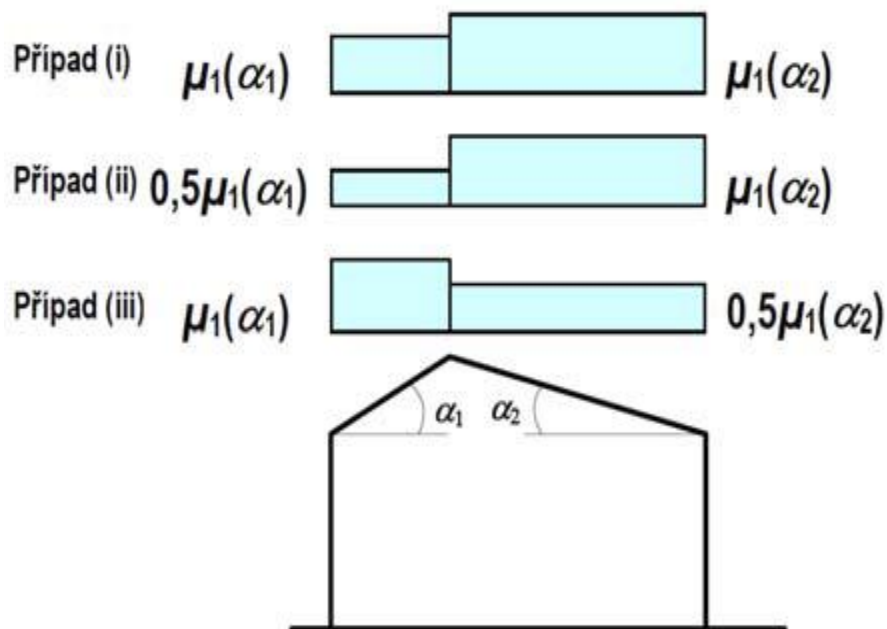
úhel sklonu střechy $\alpha$	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1$	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0,0
$\mu_2$	$0,8 + 0,8\alpha/30$	1,6	--

**Poznámka:**

Hodnoty platí pouze pokud není bráněno na střeše sklouzávání sněhu sněžníky, atikou nebo jiným způsobem. Pokud je bráněno sklouzávání, neměla by hodnota klesnout pod 0,8

## Tvarový součinitel střech

- pro sedlové střechy se uvažují tvarové součinitele  $\mu_1$ , přičemž se musí uvažovat nejnepříznivější stav z uvedených tří kombinací



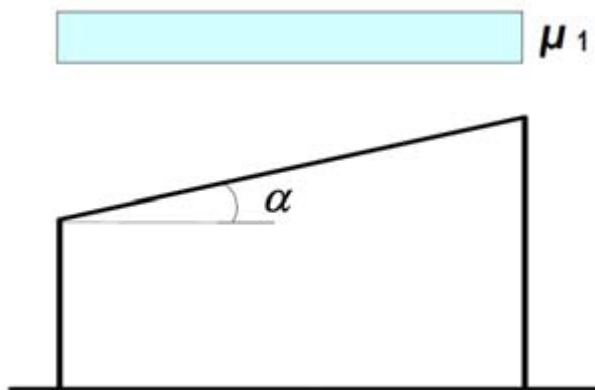
- (i) - uspořádání zatížení nenavátým sněhem  
(ii) a (iii) - uspořádání zatížení navátým sněhem



# Tvarový součinitel střech

- pro pultové střechy se uvažuje součinitel

$\mu_1$





# Kombinace zatížení sněhem

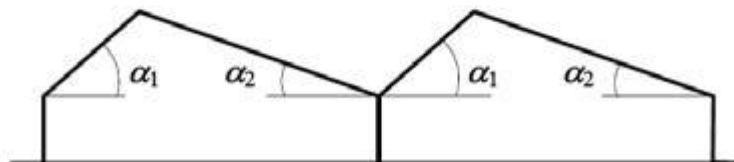
tvarový součinitel  $\mu_2$  se uvažuje u vícelodných budov

Případ (i)  $\mu_1(\alpha_1)$   $\mu_1(\alpha_2)$   $\mu_1(\alpha_1)$   $\mu_1(\alpha_2)$



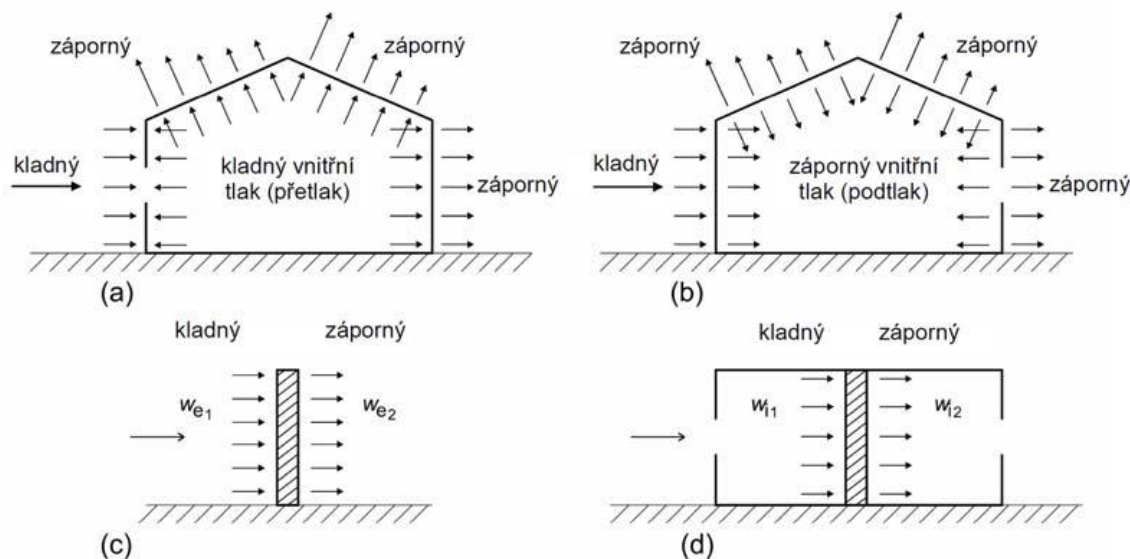
Případ (ii)  $\mu_2(\bar{\alpha})$   $\bar{\alpha} = (\alpha_1 + \alpha_2)/2$

$\mu_1(\alpha_1)$   $\mu_1(\alpha_2)$



# Zatížení větrem

- síly kolmé k povrchu konstrukce
- kladný - směrem k povrchu
- záporný – sání, směrem od povrchu



## Zatížení větrem

- velikost ovlivňuje:
- okolní zástavba,
- tvar terénu,
- rychlost větru je proměnná v závislosti na výšce nad terénem

$$V_b = C_{dir} * C_{season} * V_{b,0}$$

# Zatížení větrem

- rychlost větru

$$V_b = C_{dir} * C_{season} * V_{b,0}$$

$C_{dir}$ .....součinitel směru větru (doporučená hodnota 1,0)

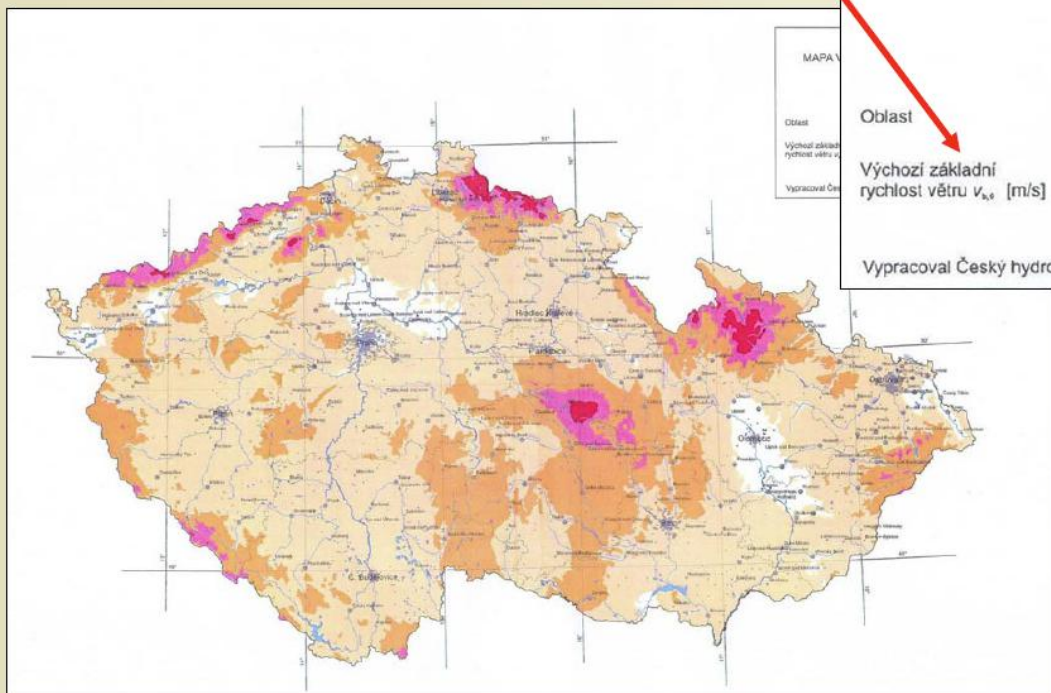
$C_{season}$ ...součinitel ročního období (doporučená hodnota 1,0)

$V_{b,0}$ .....výchozí základní rychlost větru (dle mapy větrových oblastí)

# Zatížení větrem

Proměnné zatížení – rovnoměrně rozložené [kN/m<sup>2</sup>]

zahrnuje vliv nadmořské výšky



- výsledky z 46 stanic ČHMÚ a několika zahraničních stanic
- data z období 1961 až 2000

Mapa větrných oblastí na území České republiky podle **ČSN EN 1991-1-4** Eurokód 1

# Zatížení větrem

## •Referenční výška:

Závisí na tvaru konstrukce

$Z_{\max}$ .....se uvažuje 200m

$Z_{\min}$ .....minimální výška definovaná v tabulce

$Z_0$ .....v závislosti  $Z_{\min}$

Kategorie terénu	$z_0$ [m]	$z_{\min}$ [m]
0 Moře nebo pobřežní oblasti vystavené otevřenému moři	0,003	1
I Jezera nebo vodorovné oblasti se zanedbatelnou vegetací a bez překážek	0,01	1
II Oblasti s nízkou vegetací jako je tráva a s izolovanými překážkami (stromy, budovy), jejichž vzdálenost je větší než 20násobek výšky překážek	0,05	2
III Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami nebo s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les)	0,3	5
IV Oblasti, ve kterých je nejméně 15 % povrchu pokryto pozemními stavbami, jejichž průměrná výška je větší než 15 m	1,0	10

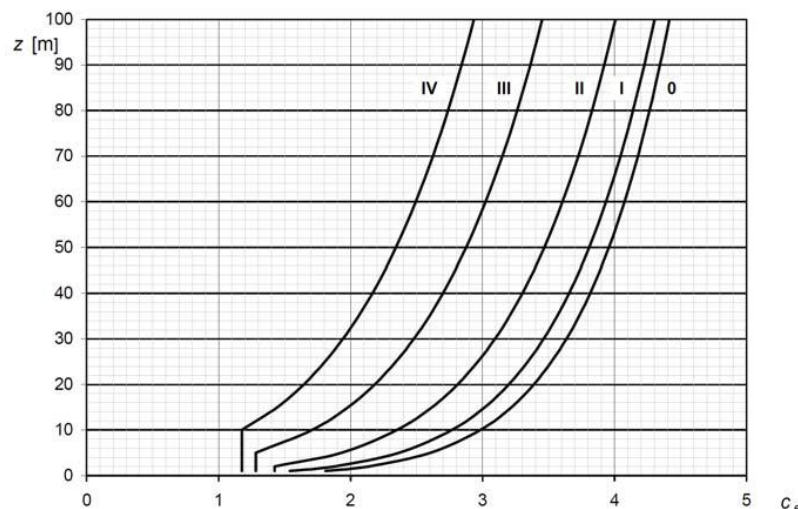


# Charakteristický maximální dynamický tlak

$$q_{p(z)} = \left[ 1 + 7 \cdot l_{v(z)} \right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_{b(z)}^2 = c_{e(z)} \cdot q_b$$

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_{b(z)}^2$$

$$\zeta = 1,25 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$



- $V_{b(z)}^2$ .....rychlost větru
- $c_{e(z)}$ ..... dle kategorie terénu a referenční výšky  $z$  ( $z_{\min}$  /  $z_{\max}$ )

## Tlak větru na plochy

- Tlak působící na vnější povrch konstrukce

$$w_e = q_{p(Z_e)} \cdot c_{pe}$$

- $q_{p(Z_e)}$ ...maximální dynamický tlak
- $c_{pe}$ .....součinitel vnějšího tlaku dle tvaru a typu konstrukce

- Tlak působící na vnitřní povrch konstrukce

$$w_i = q_{p(Z_i)} \cdot c_{pi}$$

- $q_{p(Z_i)}$ ...maximální dynamický tlak
- $c_{pi}$ .....součinitel vnějšího tlaku dle tvaru a typu konstrukce

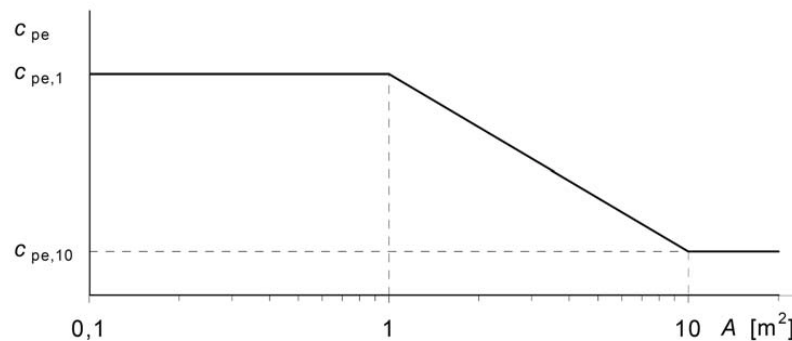


# Součinitel tlaku v závislosti na zatížené ploše

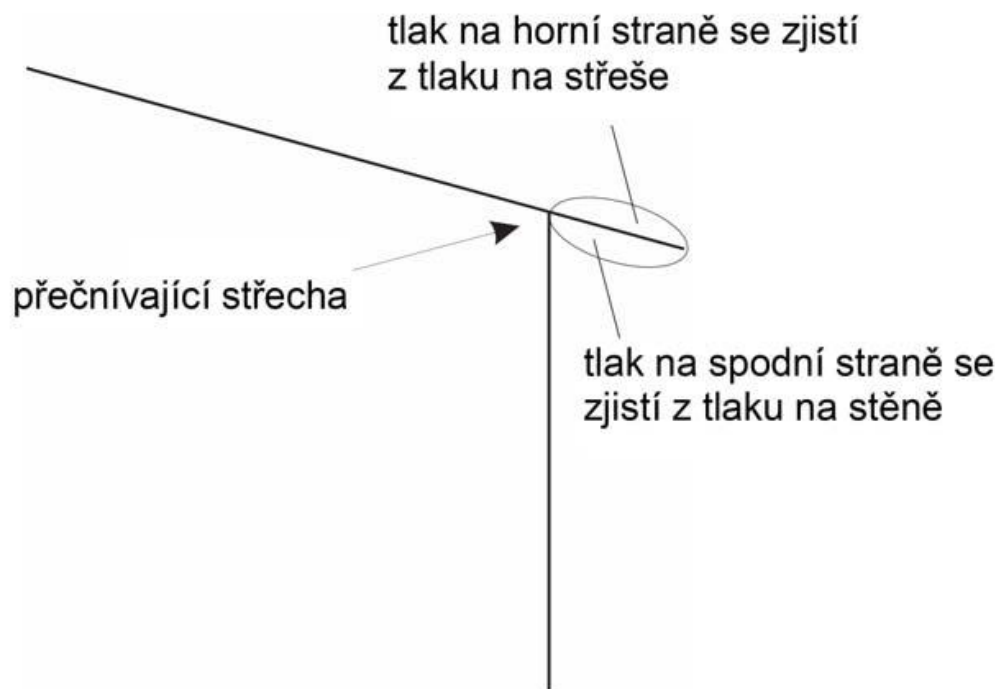
- Pro plochy  $A$  o velikosti  $1 \text{ m}^2$  a  $10 \text{ m}^2$  jsou jeho hodnoty dány v tabulkách jako  $c_{pe,1}$  a  $c_{pe,10}$ .
- pro jiné velikosti ploch

$$c_{pe} = c_{pe,1} + (c_{pe,10} - c_{pe,1}) \cdot \log_{10} A_{zat}$$

nebo graf

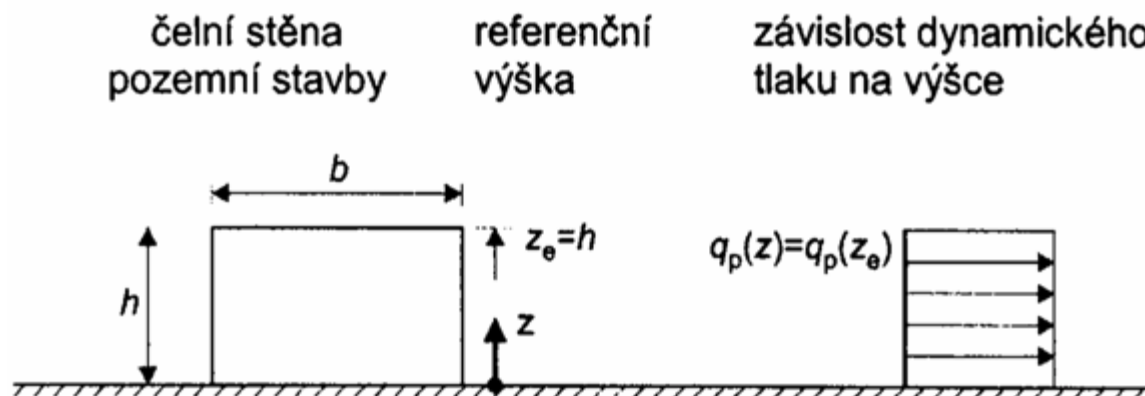


# Součinitel tlaku na převislý okraj střechy



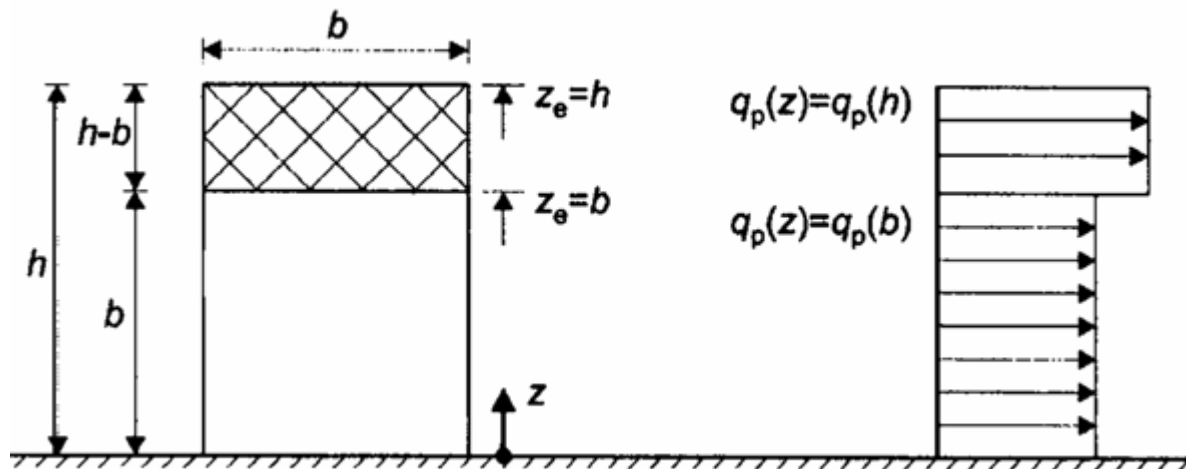
# Svislé stěny pozemních staveb s pravoúhlým půdorysem

- Rozdělení velikosti zatížení po výšce stěny závisí na její šířce.
- $h \leq b$



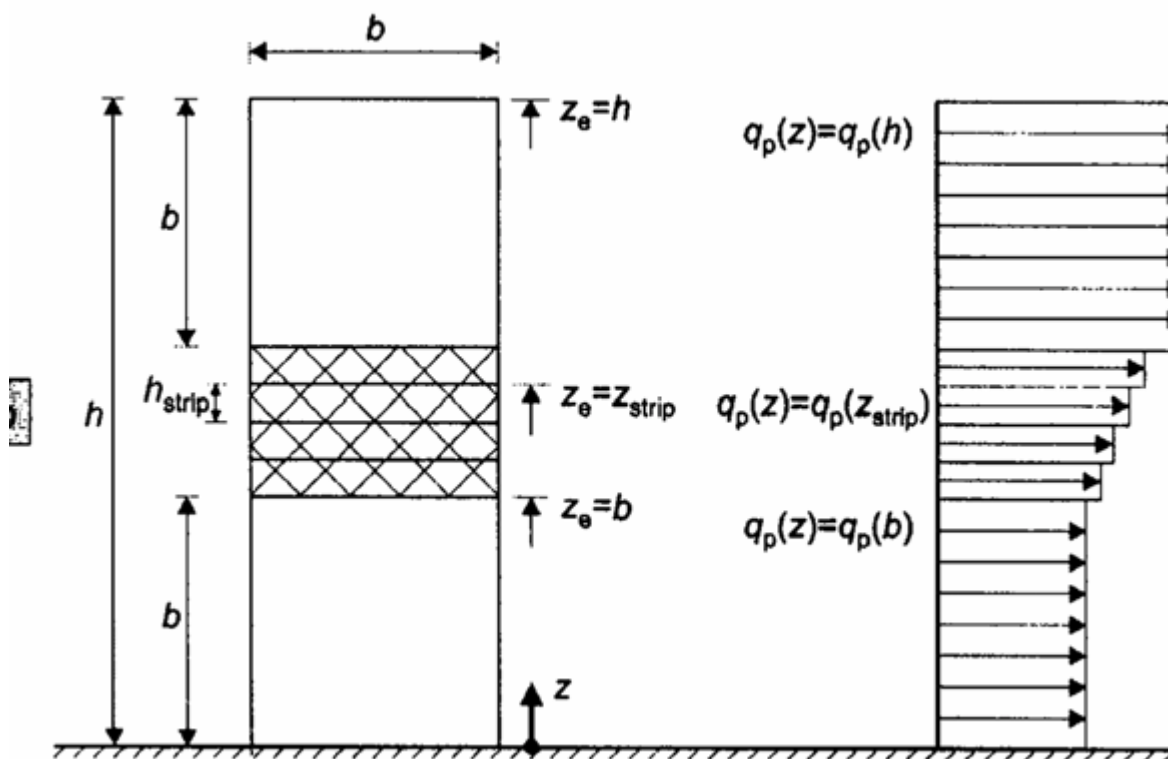
# Svislé stěny pozemních staveb s pravoúhlým půdorysem

- $b < h \leq 2b$



# Svislé stěny pozemních staveb s pravoúhlým půdorysem

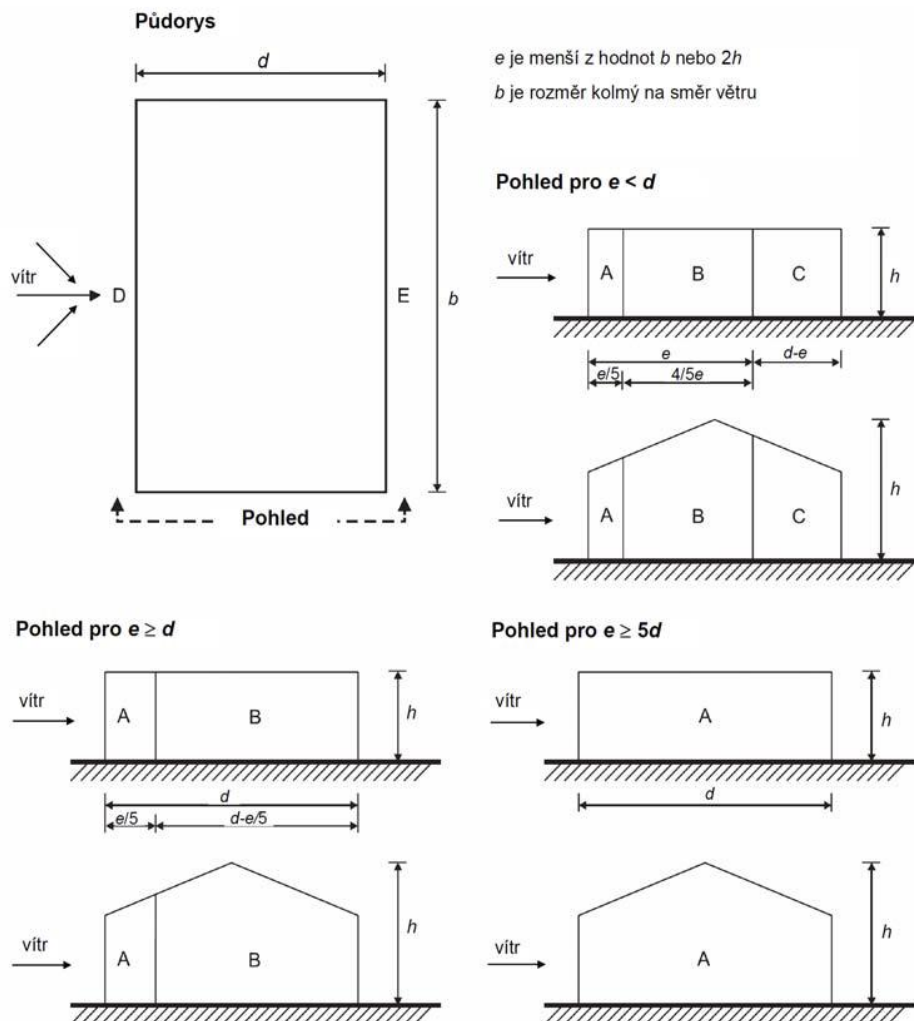
- $h > 2b$



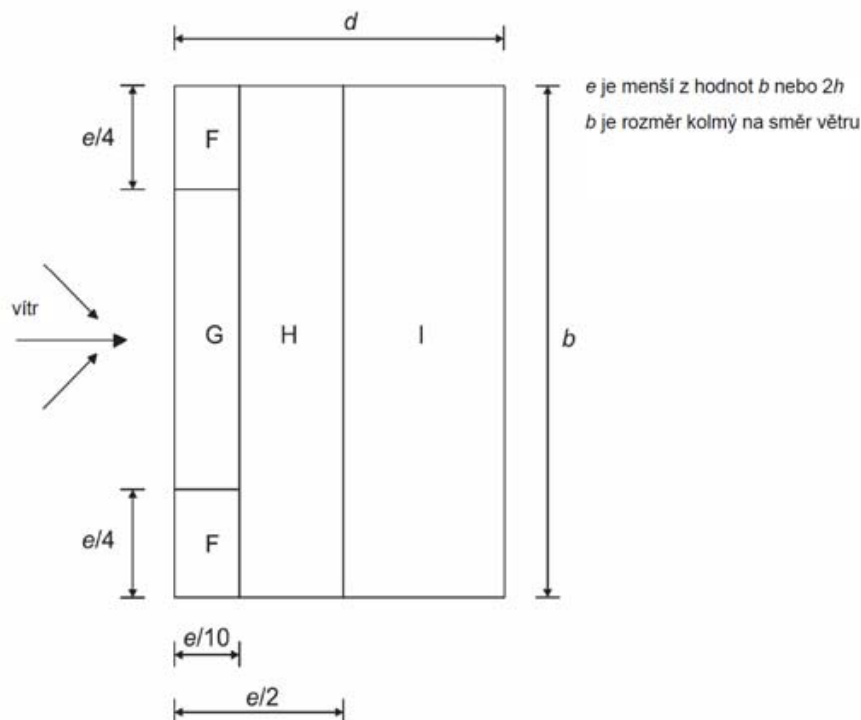
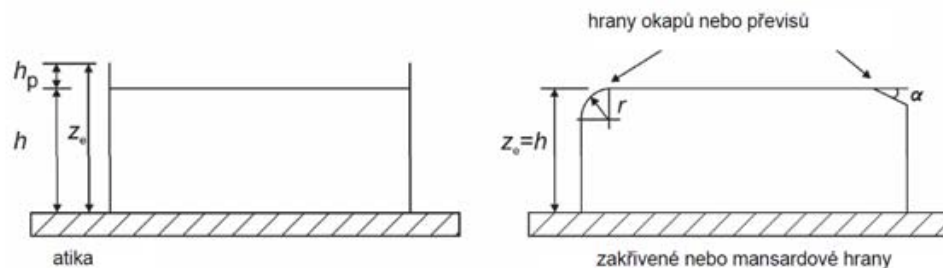
# Součinitelé

Oblast	A		B		C		D		E	
<i>h/d</i>	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-1,4	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

## Podpora praktických kompetencí projekční činnosti v regionálním rozvoji



# Ploché střechy - sklon od $-5^\circ$ do $5^\circ$ .

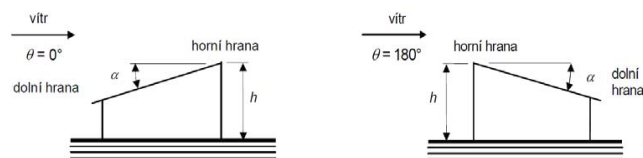




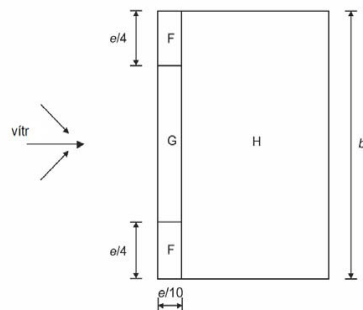
# Ploché střechy

Typ střechy		Oblasti							
		F		G		H		I	
		$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
Ostré hrany		-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	+ 0,2	- 0,2
S atikou	$h_p/h = 0,025$	-1,6	-2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	+ 0,2	- 0,2
								+ 0,2	- 0,2
	$h_p/h = 0,05$	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	+ 0,2	- 0,2
								+ 0,2	- 0,2
	$h_p/h = 0,10$	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	+ 0,2	- 0,2
								+ 0,2	- 0,2
Zakřivené hrany	$r/h = 0,05$	-1,0	-1,5	-1,2	-1,8	-0,4		+ 0,2	- 0,2
								+ 0,2	- 0,2
	$r/h = 0,10$	-0,7	-1,2	-0,8	-1,4	-0,3		+ 0,2	- 0,2
								+ 0,2	- 0,2
	$r/h = 0,20$	-0,5	-0,8	-0,5	-0,8	-0,3		+ 0,2	- 0,2
								+ 0,2	- 0,2
Mansardové hrany	$\alpha = 30^\circ$	-1,0	-1,5	-1,0	-1,5	-0,3		+ 0,2	- 0,2
								+ 0,2	- 0,2
	$\alpha = 45^\circ$	-1,2	-1,8	-1,3	-1,9	-0,4		+ 0,2	- 0,2
								+ 0,2	- 0,2
	$\alpha = 60^\circ$	-1,3	-1,9	-1,3	-1,9	-0,5		+ 0,2	- 0,2
								+ 0,2	- 0,2

# Pultové střechy

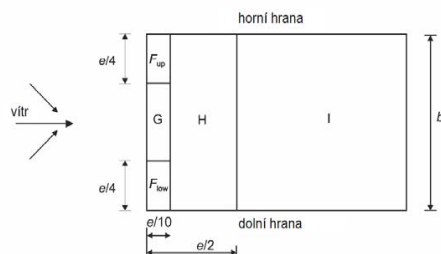


a) Všeobecně



b) Směr větru  $\theta = 0^\circ$  a  $\theta = 180^\circ$

$e$  je menší z hodnot  $b$  nebo  $2h$   
 $b$  je rozměr kolmo na směr větru



c) Směr větru  $\theta = 90^\circ$

# Pultové střechy

Úhel sklonu $\alpha$	Oblast pro směr větru $\theta = 0^\circ$						Oblast pro směr větru $\theta = 180^\circ$					
	F		G		H		F		G		H	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-2,3	-2,5	-1,3	-2,0	-0,8	-1,2
	+0,0		+0,0		+0,0							
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2
	+0,2		+0,2		+0,2							
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-1,1	-2,3	-0,8	-1,5	-0,8	
	+0,7		+0,7		+0,4							
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,6	-1,3	-0,5		-0,7	
	+0,7		+0,7		+0,6							
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,5	-1,0	-0,5		-0,5	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,5	-1,0	-0,5		-0,5	

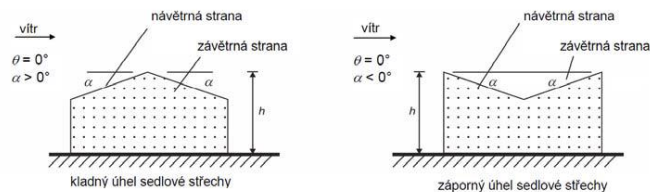
# Pultové střechy

Úhel sklonu $\alpha$	Oblast pro směr větru $\theta = 90^\circ$									
	$F_{up}$		$F_{low}$		G		H		I	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	
5°	-2,1	-2,6	-2,1	-2,4	-1,8	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
15°	-2,4	-2,9	-1,6	-2,4	-1,9	-2,5	-0,8	-1,2	-0,7	-1,2
30°	-2,1	-2,9	-1,3	-2,0	-1,5	-2,0	-1,0	-1,3	-0,8	-1,2
45°	-1,5	-2,4	-1,3	-2,0	-1,4	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
60°	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,7	-1,2
75°	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,5	

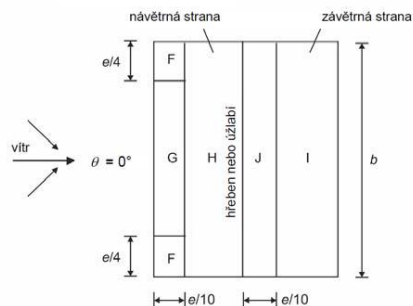
POZNÁMKA 1 Při  $\theta = 0^\circ$  (viz tabulka a)) se tlaky prudce mění mezi kladnými a zápornými hodnotami pro úhly sklonu přibližně  $\alpha = +5^\circ$  až  $+45^\circ$ ; proto jsou uvedeny obě kladné a záporné hodnoty. Pro tyto střechy se mají uvažovat dva případy: jeden pro všechny kladné hodnoty a druhý pro všechny záporné hodnoty. Nelze použít smíšené kladné a záporné hodnoty na stejné straně.

POZNÁMKA 2 Pro mezilehlé úhly sklonu lze použít lineární interpolaci mezi hodnotami stejného znaménka. Hodnoty rovné 0,0 jsou uvedeny pro účely interpolace.

# Sedlové střechy



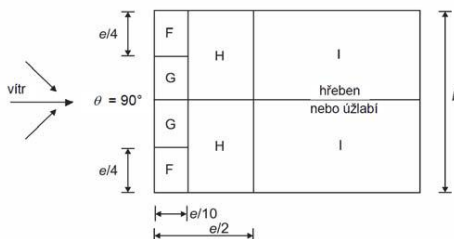
a) Všeobecně



$e$  je menší z hodnot  $b$  nebo  $2h$

$b$  je rozměr kolmo na směr větru

b) Směr větru  $\theta = 0^\circ$



c) Směr větru  $\theta = 90^\circ$

# Sedlové střechy

Úhel sklonu $\alpha$	Oblast pro směr větru $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
							-0,6		-0,6	
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2	
	+0,0		+0,0		+0,0				-0,6	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
	+0,2		+0,2		+0,2		+0,0		+0,0	+0,0
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
	+0,7		+0,7		+0,4		+0,0		+0,0	
45°	+0,0		+0,0		+0,0		-0,2		-0,3	
	+0,7		+0,7		+0,6		+0,0		+0,0	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

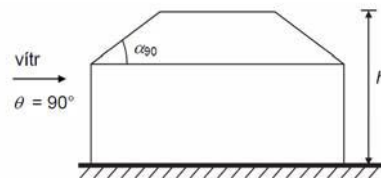
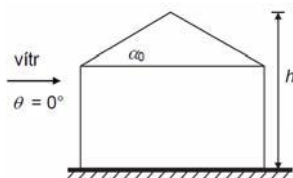
POZNÁMKA 1 Při  $\theta = 0^\circ$  se tlaky prudce mění mezi kladnými a zápornými hodnotami pro úhly sklonu přibližně  $\alpha = -5^\circ$  až  $+45^\circ$ ; proto jsou uvedeny kladné a záporné hodnoty. Pro tyto střechy se mají uvažovat čtyři případy, ve kterých největší a nejmenší hodnoty ze všech oblastí F, G, a H jsou kombinovány s největšími a nejmenšími hodnotami v oblastech I a J. Na stejné straně nelze použít smíšené kladné a záporné hodnoty.

POZNÁMKA 2 Pro mezilehlé úhly sklonu se stejným znaménkem lze použít lineární interpolaci mezi hodnotami se stejným znaménkem. (Není dovoleno interpolovat mezi  $\alpha = +5^\circ$  a  $\alpha = -5^\circ$ , ale použijí se hodnoty pro ploché střechy podle 7.2.3). Hodnoty 0,0 jsou uvedeny pro potřeby interpolace.

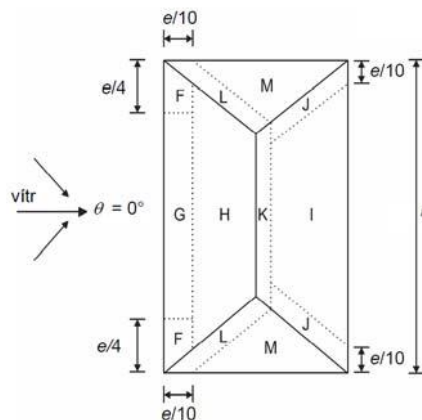
# Sedlové střechy

Úhel sklonu $\alpha$	Oblast pro směr větru $\theta = 90^\circ$							
	F		G		H		I	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
-45°	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-30°	-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-15°	-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-1,2
-5°	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
5°	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	
15°	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
30°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	
45°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	
60°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	
75°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	

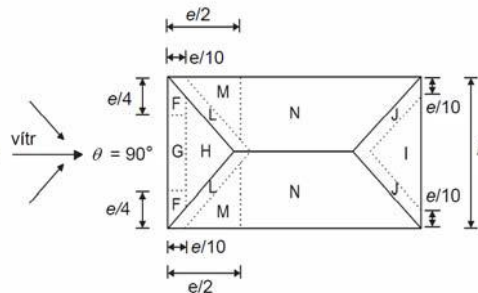
# Valbové střechy



$e$  je menší z hodnot  $b$  nebo  $2h$   
 $b$  je rozměr kolmo na směr větru



a) Směr větru  $\theta = 0^\circ$



b) Směr větru  $\theta = 90^\circ$



# Valbové střechy

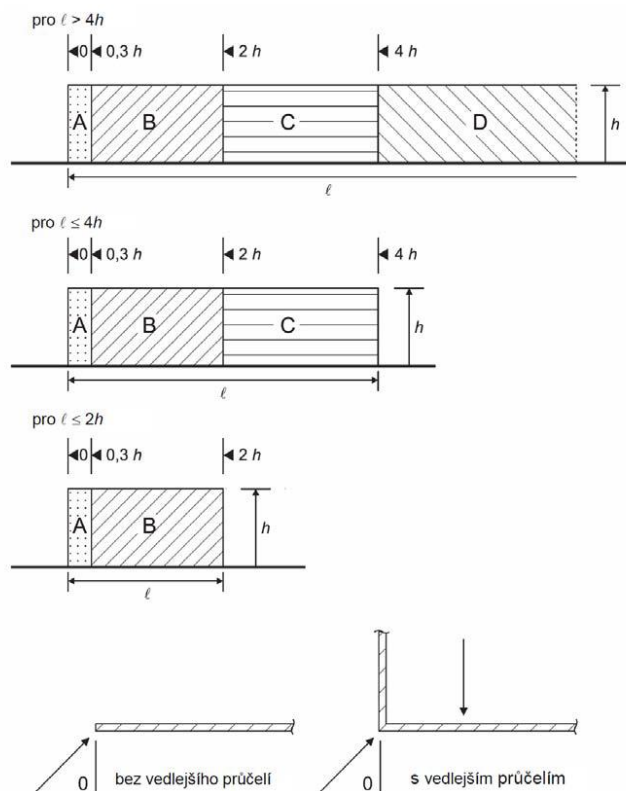
Úhel sklonu  $\alpha_0$ pro $\theta = 0^\circ$  $\alpha_{90}$ pro $\theta = 90^\circ$	Oblast pro směr větru $\theta = 0^\circ$ a $\theta = 90^\circ$																	
	F		G		H		I		J		K		L		M		N	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,3		-0,6		-0,6		-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,4	
	+0,0		+0,0		+0,0													
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,5		-1,0	-1,5	-1,2	-2,0	-1,4	-2,0	-0,6	-1,2	-0,3	
	+ 0,2		+0,2		+0,2													
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,7	-1,2	-0,5		-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,2	
	+0,5		+0,7		+0,4													
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,3		-0,6		-0,3		-1,3	-2,0	-0,8	-1,2	-0,2	
	+0,7		+0,7		+0,6													
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,3		-0,6		-0,3		-1,2	-2,0	-0,4		-0,2	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,3		-0,6		-0,3		-1,2	-2,0	-0,4		-0,2	

POZNÁMKA 1 Při  $\theta = 0^\circ$  se na návětrné straně pro úhly sklonu  $\alpha = +5^\circ$  až  $+45^\circ$  tlaky prudce mění mezi kladnými a zápornými hodnotami; proto jsou uvedeny kladné a záporné hodnoty. Pro tyto střechy se mají uvažovat dva případy: jeden se všemi kladnými hodnotami a druhý se všemi zápornými hodnotami. Nelze použít smíšené kladné a záporné hodnoty.

POZNÁMKA 2 Pro mezilehlé úhly sklonu stejného znaménka lze použít lineární interpolaci mezi hodnotami součinitelů se stejným znaménkem. Hodnoty 0,0 jsou uvedeny pro potřeby interpolace.

POZNÁMKA 3 Součinitele tlaku budou vždy určovány sklonem návětrné plochy.

# Volně stojící stěny



## Volně stojící stěny

- týká se stěn jejichž plnost není menší než 80%.
- stěny s menší plností se počítají jako zatížení větrem na rovinnou příhradovinu.

Součinitel plnosti	Oblast		A	B	C	D
$\varphi = 1$	Bez vedlejšího průčelí	$\ell/h \leq 3$	2,3	1,4	1,2	1,2
		$\ell/h = 5$	2,9	1,8	1,4	1,2
		$\ell/h \geq 10$	3,4	2,1	1,7	1,2
	S vedlejšími průčelími s délkou $\geq h^a$		2,1	1,8	1,4	1,2
$\varphi = 0,8$			1,2	1,2	1,2	1,2