

STN EN 1991-1-3 ZAŤAŽENIE KONŠTRUKCIÍ

ČASŤ 1-3: ZAŤAŽENIE SNEHOM

Prednášajúci: Ing. Richard Hlinka, PhD.

Tento príspevok vznikol vďaka podpore v rámci OP Vzdelávanie pre projekt „Podpora kvality vzdelávania a výskumu pre oblasť dopravy ako motora ekonomiky“ (ITMS: 26110230076), ktorý je spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho sociálneho fondu.



Moderné vzdelávanie pre vedomostnú spoločnosť/Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ

STN EN 1991-1-3 ZAŤAŽENIE KONŠTRUKCIÍ

ČASŤ 1-3: ZAŤAŽENIE SNEHOM

STN EN 1991-1-3 (73 0035)	Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-3: Všeobecné zaťaženia. Zaťaženia snehom.
STN EN 1991-1-3/AC (73 0035)	Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-3: Všeobecné zaťaženia. Zaťaženia snehom. Oprava AC
STN EN 1991-1-3/NA (73 0035)	Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-3: Všeobecné zaťaženia. Zaťaženia snehom Národná príloha.
STN EN 1991-1-3/NA/Z1 (73 0035)	Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-3: Všeobecné zaťaženia. Zaťaženia snehom Národná príloha. Zmena 1

Obsah normy

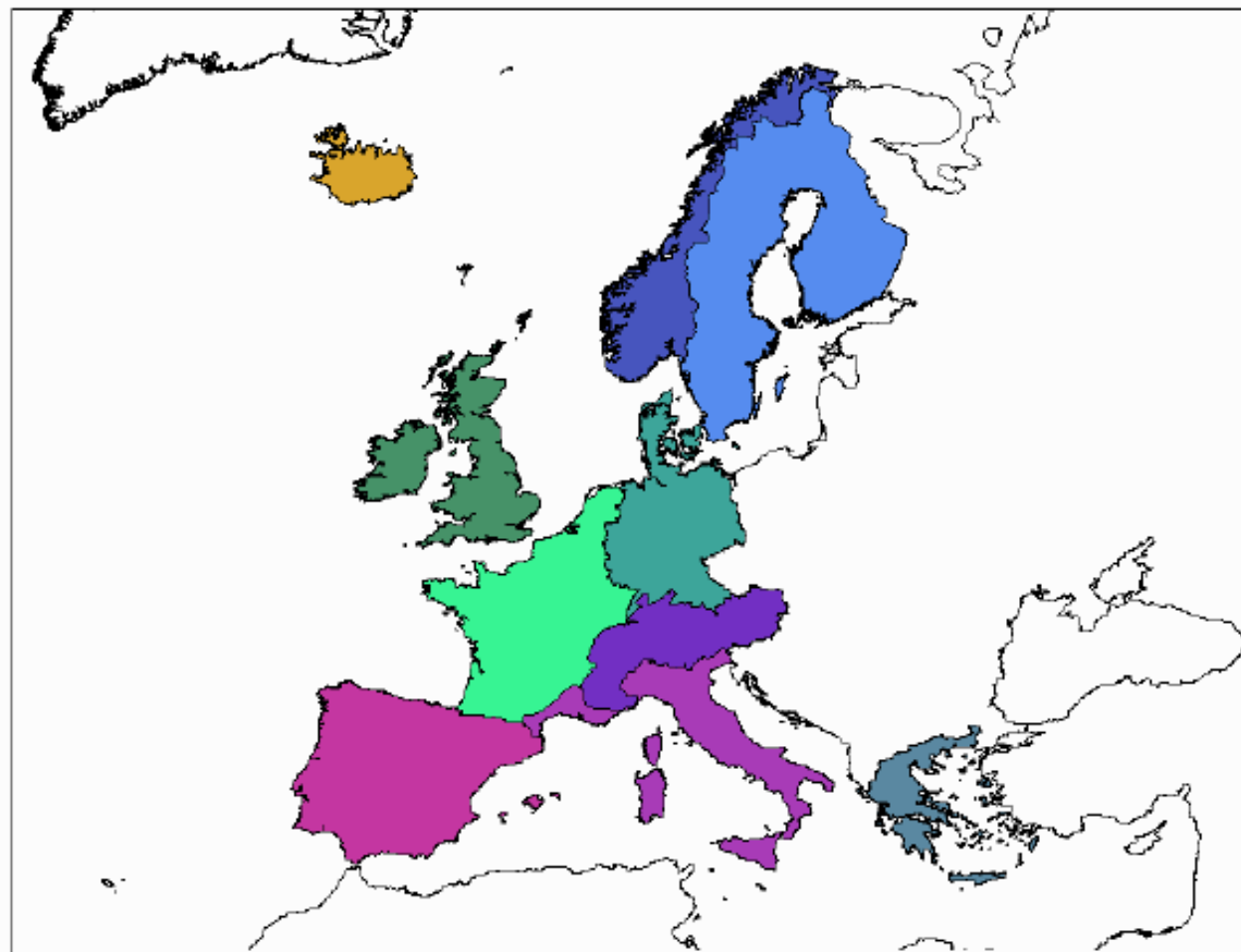
STN EN 1991-1-3:

- uvádza návrhový postup a zaťaženia snehom pri navrhovaní konštrukcií budov a inžinierskych stavieb.
- platnosť do nadmorskej výšky 1500 m. n. m.
- nezahŕňa špeciálne prípady:
 - rázové zaťaženie snehom, ktoré vzniká zošmyknutím sa snehu,
 - rázové zaťaženie snehom, ktoré vzniká pádom snehu z vyššie položenej strechy,
 - prídavné zaťaženie vetrom, ktoré je spôsobené zväčšením náveternej plochy vplyvom nahromadenia snehu resp. vznikom námrazy,
 - zaťaženie na plochách, kde dochádza k výskytu snehu počas celého roka,
 - zaťaženie ľadom
 - zaťaženie snehom zo strany (napr. bočné zaťaženie od závejov)
 - zaťaženie snehom na mostoch

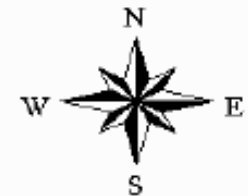
Klasifikácia zat'azení

- zat'azenie snehom je premenné pevné zat'azenie,
- zat'azenie snehom je statické zat'azenie,
- výnimočné zat'azenie snehom sa smie brať do úvahy aj ako zat'azenie mimoriadne,
- zat'azenie snehom od výnimočných závejov sa smie brať do úvahy aj ako zat'azenie mimoriadne,

Zat'áženie snehom na povrchu zeme



- Alpine Region
- Central East
- Central West
- Greece
- Iberian Peninsula
- Iceland
- Mediterranean Region
- Norway
- Sweden, Finland
- UK, Eire



1000 0 1000 2000 3000 4000 Kilometers

Zat'azenie snehom na povrchu zeme

Zat'azenie striech snehom je odvodené z tiaže snehu na povrchu zeme.

Charakteristická hodnota zat'azenia snehom na povrchu zeme:

$$s_k \left[kNm^{-2} \right]$$

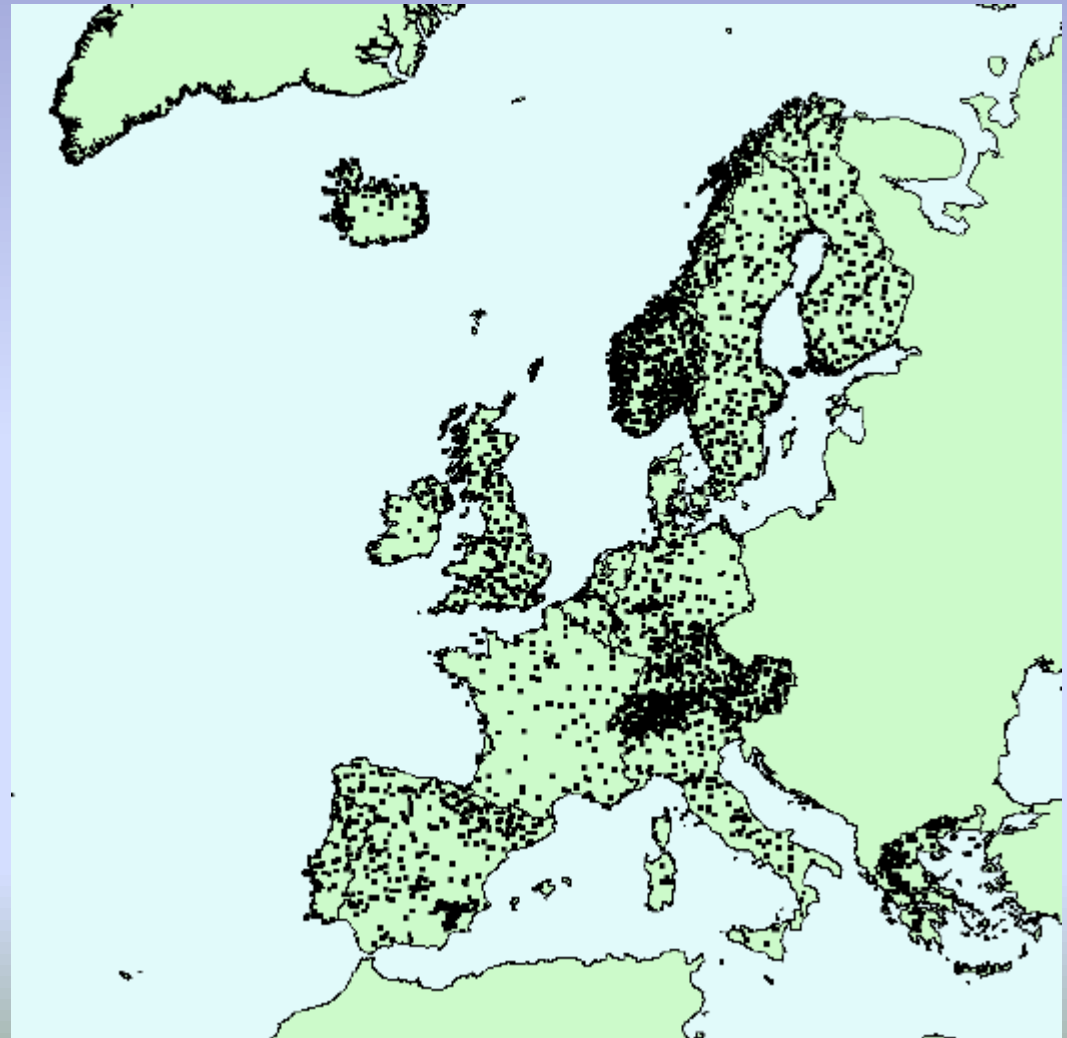
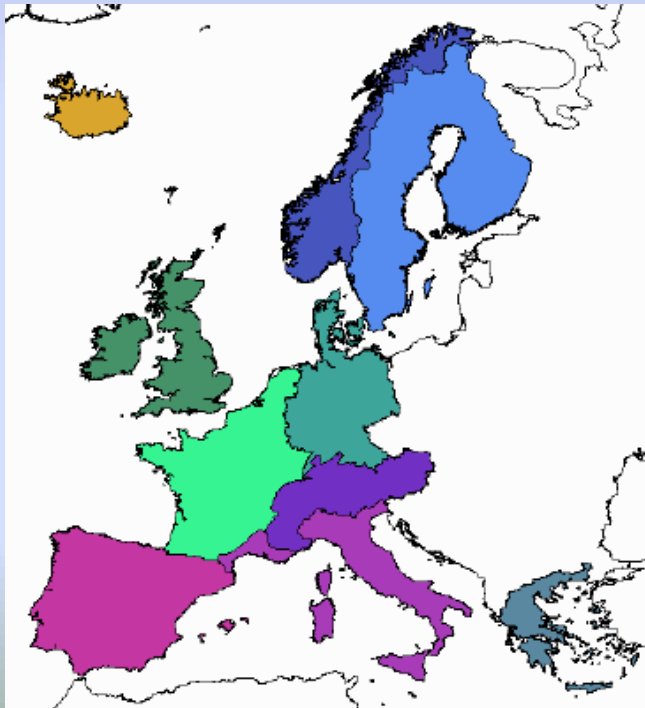
- zat'azenie snehom na povrchu zeme s ročnou pravdepodobnosťou prekročenia 0,02, s vylúčením výnimočných zat'azení snehom



Zat'áženie snehom na povrchu zeme

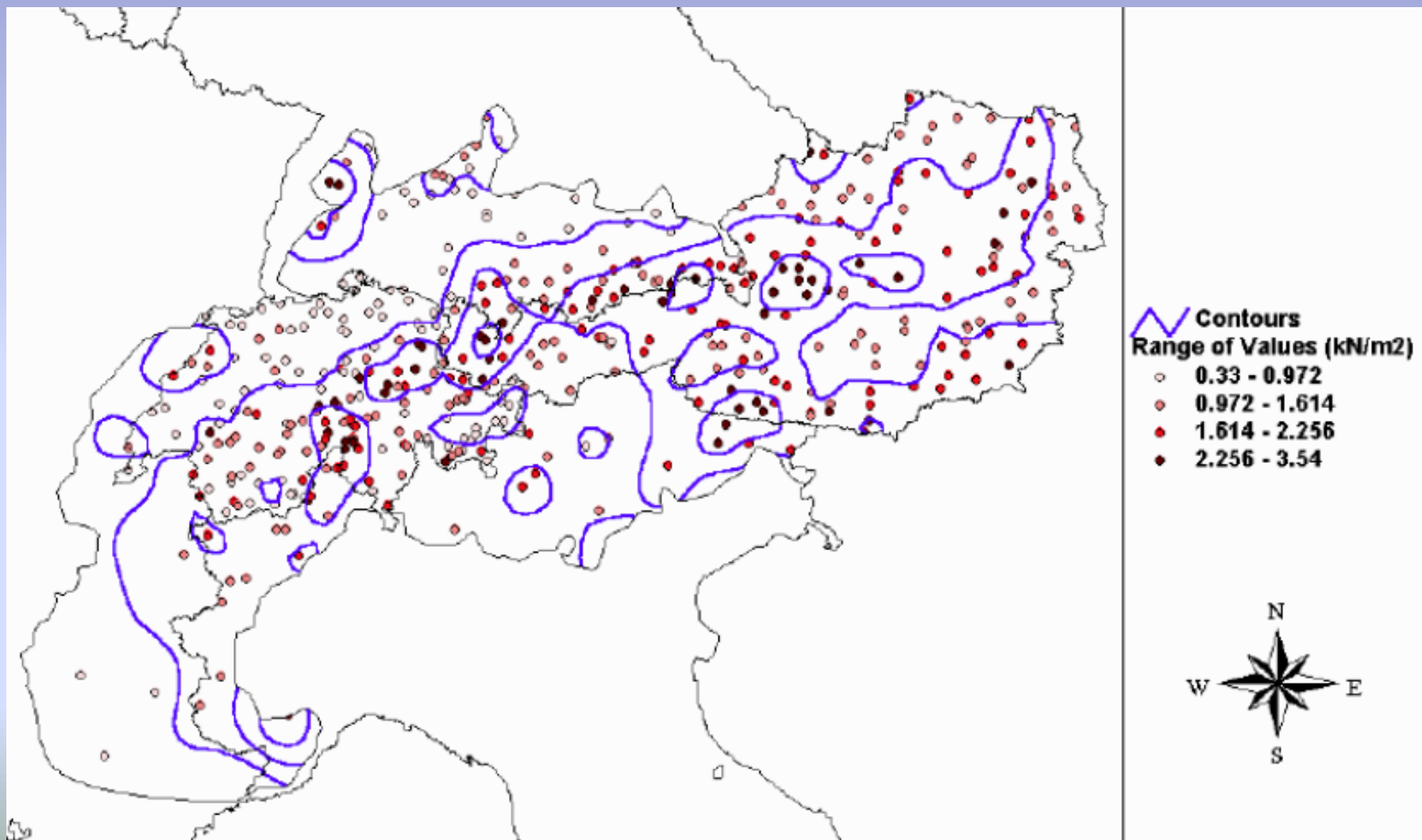
Získavanie dát:

- 2600 meteorologických staníc
- zapojených 18 krajín
- 10 klimatických regiónov



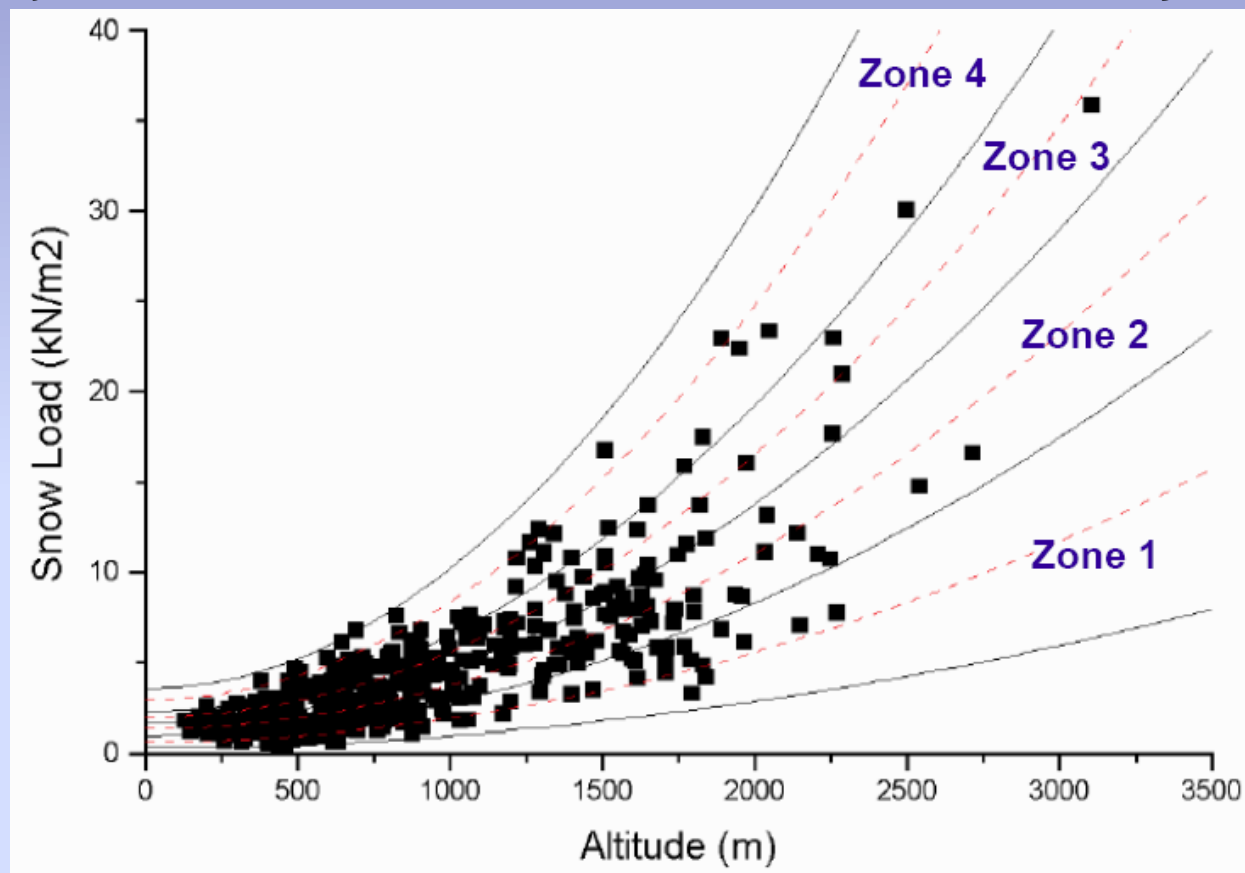
Klimatické regióny - Alpský región

Krajiny: Francúzsko, Taliansko, Rakúsko, Nemecko a Švajčiarsko



Klimatické regióny - Alpský región

Krajiny: Francúzsko, Taliansko, Rakúsko, Nemecko a Švajčiarsko



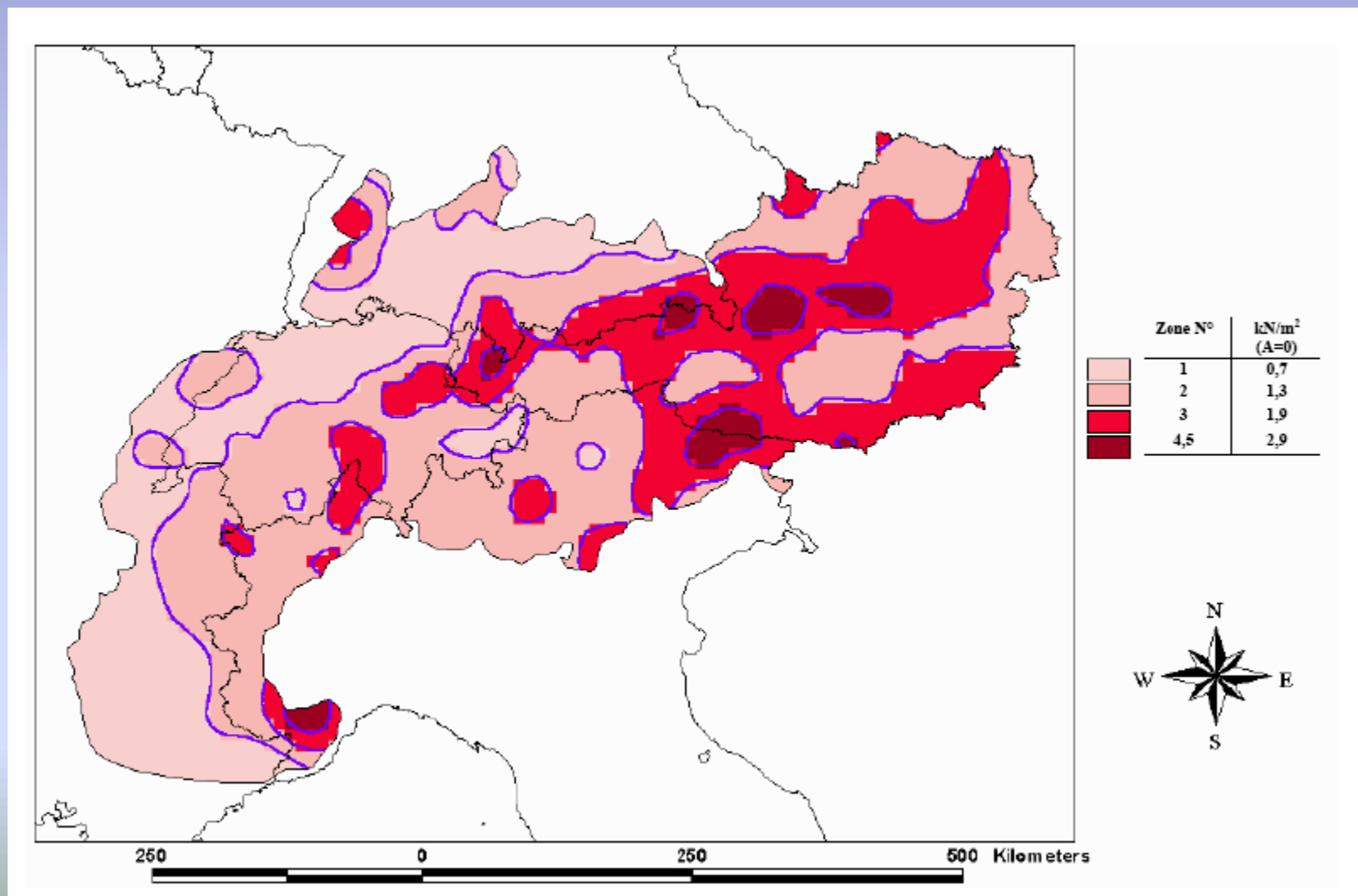
$$s_k = (0,642 \cdot Z + 0,009) \left[1 + \left(\frac{A}{728} \right)^2 \right]$$

Z = Číslo zóny podľa mapy

A = Nadmorská výška miesta

Klimatické regióny - Alpský región

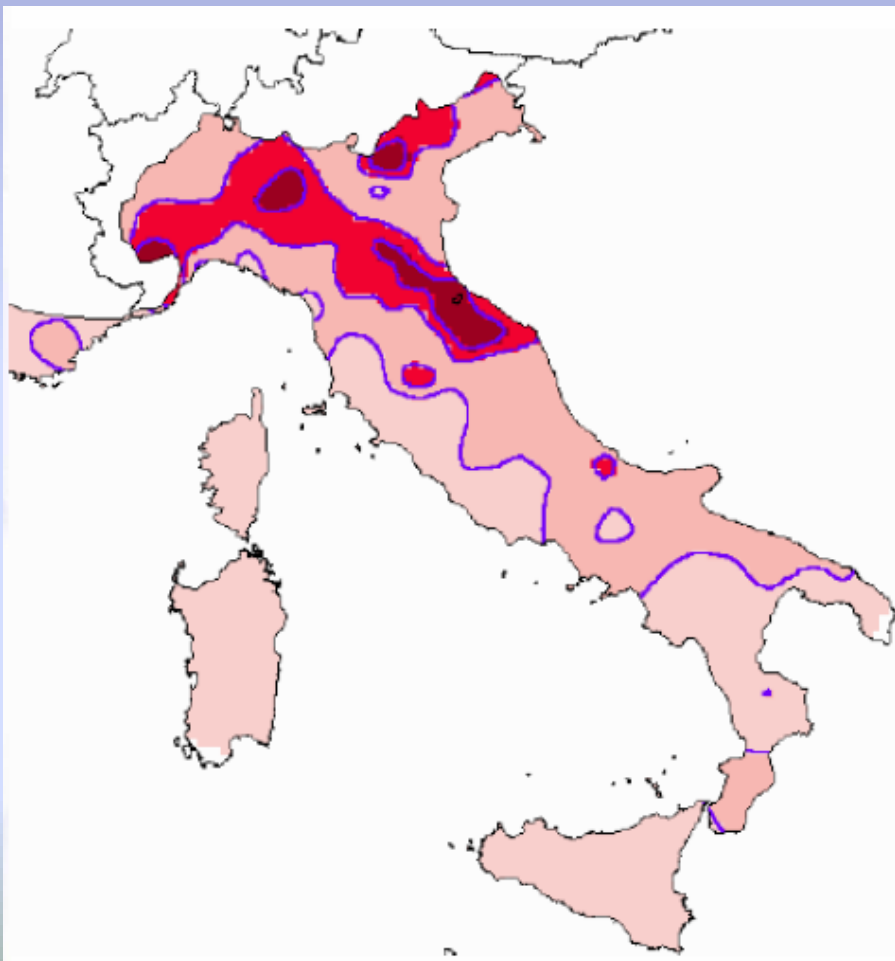
Krajiny: Francúzsko, Taliansko, Rakúsko, Nemecko a Švajčiarsko



Klimatické regióny

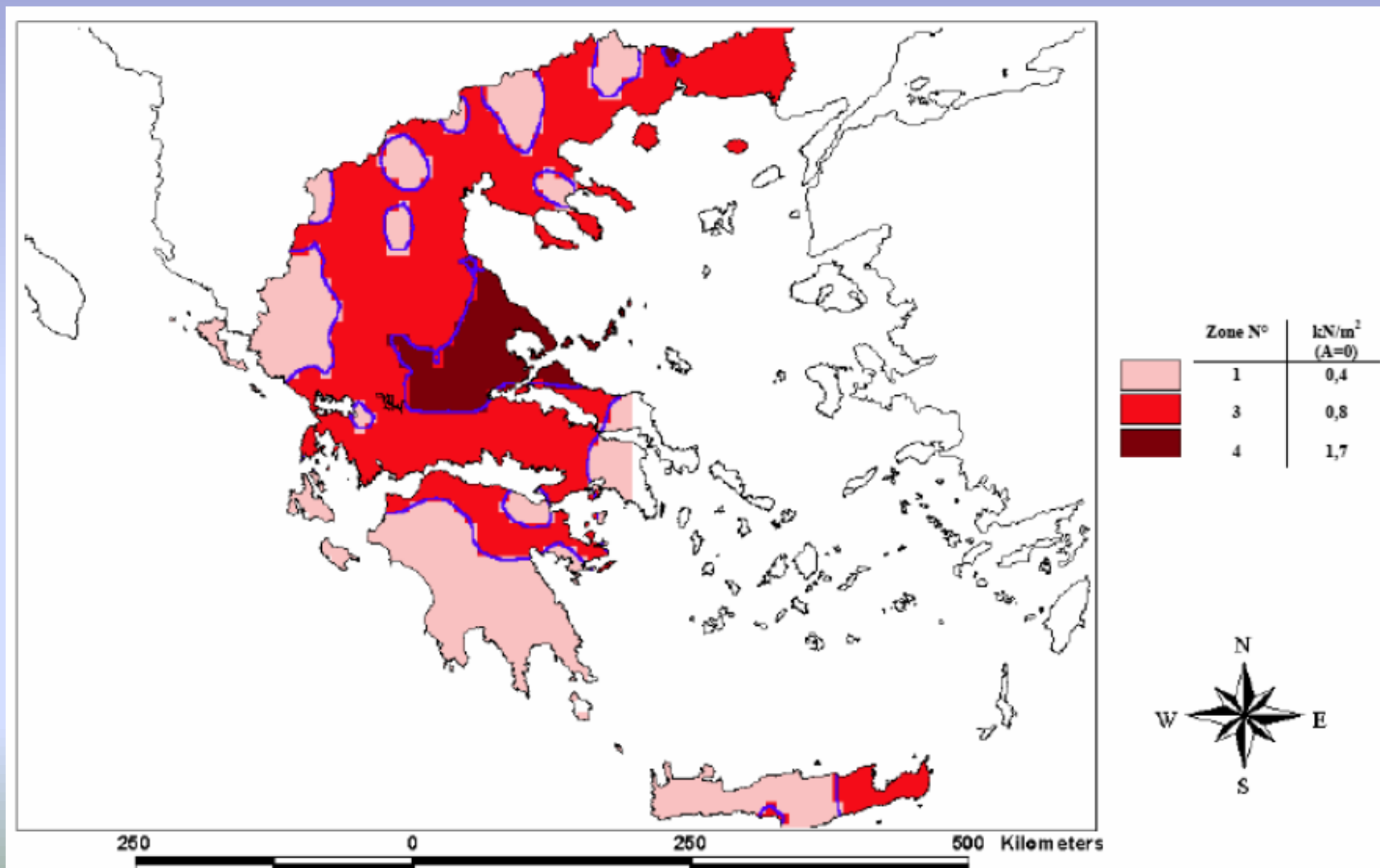
Alpský región + Stredozemský región =

= mapa zaťaženia snehom na povrchu zeme pre Taliansko



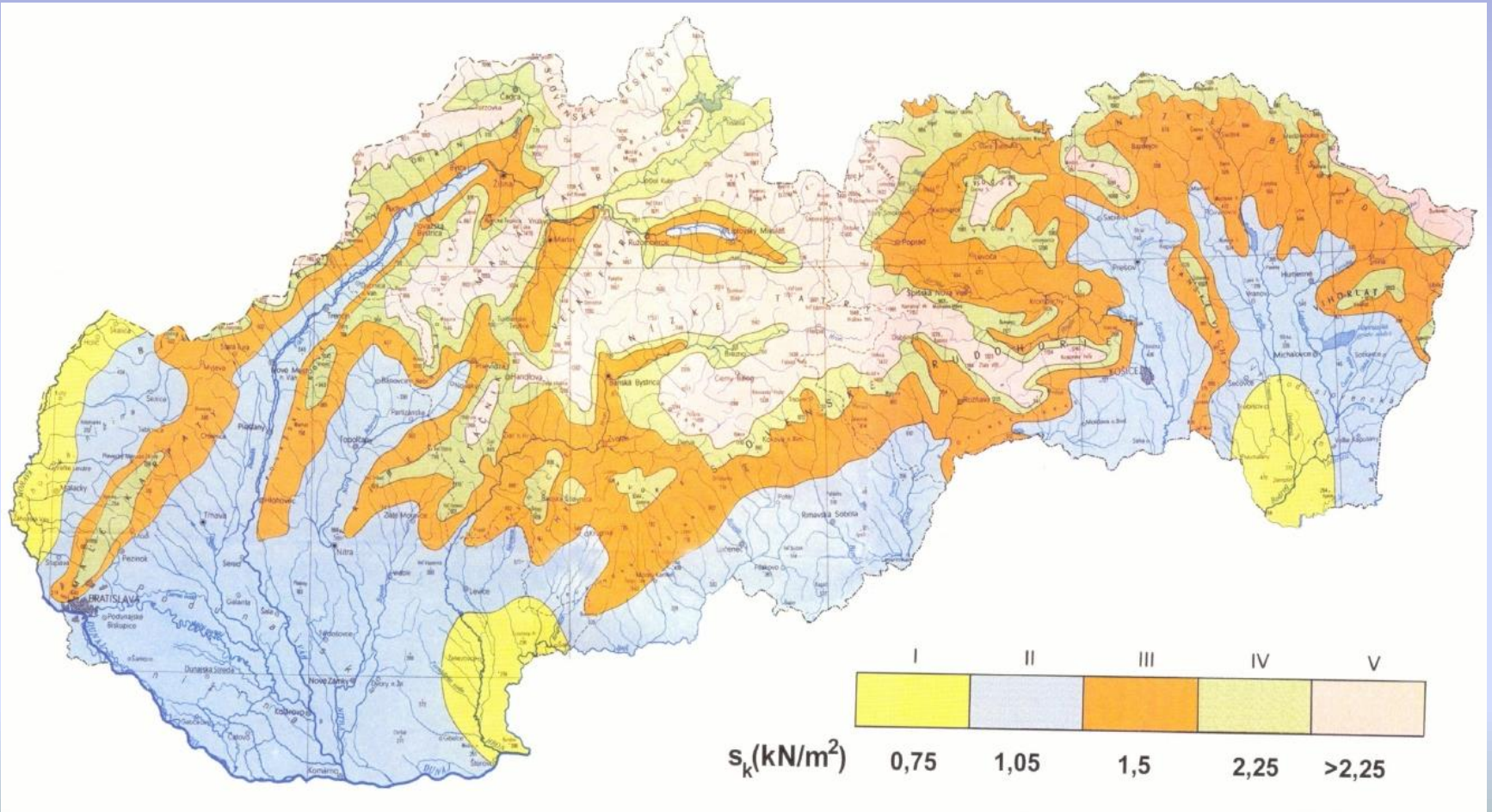
Klimatické regióny

Grécko



Klimatické regióny

Slovenská republika



Ostatné reprezentatívne hodnoty

Charakteristická hodnota zaťaženia snehom na povrchu zeme:

$$s_k \left[\text{kNm}^{-2} \right]$$

Kombinačná hodnota:

$$\psi_0 \cdot s_k \left[\text{kNm}^{-2} \right]$$

Častá hodnota:

$$\psi_1 \cdot s_k \left[\text{kNm}^{-2} \right]$$

Kvázistála hodnota:

$$\psi_2 \cdot s_k \left[\text{kNm}^{-2} \right]$$



Kombinačná hodnota

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

Kombinačná hodnota zaťaženia snehom sa používa pri kombináciách, kde zaťaženie snehom nie je dominantným premenným zaťažením.

Dominantným premenným zaťažením môže byť napr. zaťaženie vetrom alebo úžitkové zaťaženie.

Častá hodnota

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

Častá hodnota zaťaženia snehom je stanovená s ročnou pravdepodobnosťou prekročenia 0,10

Kvázistála hodnota

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

Častá hodnota zaťaženia snehom je stanovená s ročnou pravdepodobnosťou prekročenia 0,50. Používa sa pri stanovovaní dlhodobých účinkov.

Ostatné reprezentatívne hodnoty

Oblasti	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Fínsko, Island, Nórsko, Švédsko	0,7	0,5	0,2
ostatné členské štáty CEN pre lokality s nadmorskou výškou $H > 1000$ m n.m.	0,7	0,5	0,2
ostatné členské štáty CEN pre lokality s nadmorskou výškou $H \leq 1000$ m n.m.	0,5	0,2	0

Hodnoty boli stanovené na základe vyhodnotenia meraní z 59-tich meteorologických staníc vo všetkých 10-tich klimatických regiónoch.

Výnimočné zat'. snehom na povrchu zeme

Pre lokality s výnimočným zaťažením snehom:

$$S_{Ad} = C_{esl} \cdot S_k$$

C_{esl} je súčiniteľ výnimočného zaťaženia snehom

S_k je charakteristická hodnota zaťaženia snehom na povrchu zeme pre danú lokalitu



$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + (\psi_{1,1} \text{ or } \psi_{2,1}) Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Zat'azhenie snehom na strechách



Zat'azenie snehom na strechách

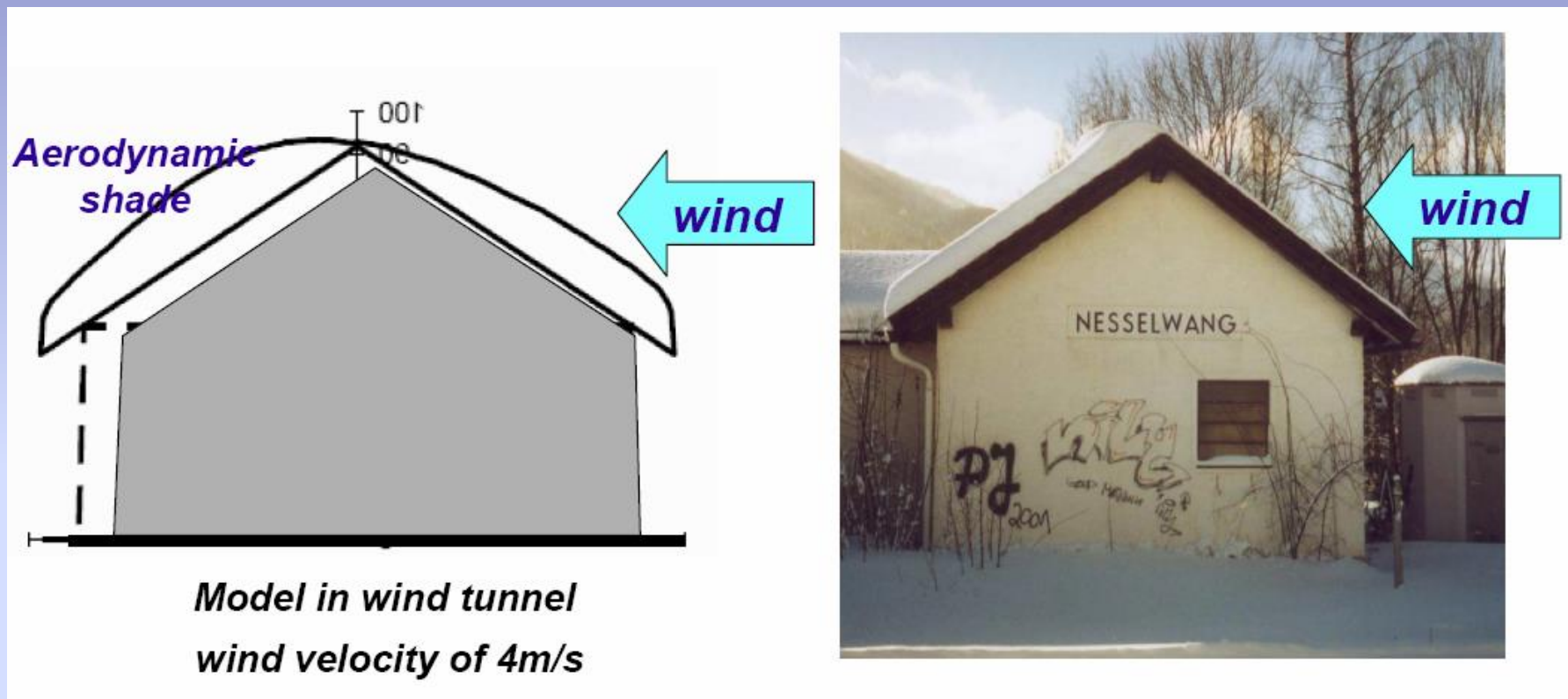
- treba uvažovať viaceré možnosti rozloženia snehu na streche
- vlastnosti strechy, ktoré ovplyvňujú rozloženie:
 - tvar strechy
 - tepelné vlastnosti strechy
 - drsnosť povrchu strechy
- ďalšie faktory ovplyvňujúce rozloženie snehu na streche:
 - množstvo tepla vyprodukovaného pod strechou
 - vzdialenosť od okolitých budov
 - okolitý terén
 - miestne meteorologické podmienky:
 - veternosť
 - teplotné zmeny
 - pravdepodobnosť zrážok

Nezávejové usporiadanie snehu



- pri absencii vetra (max. 2,0 m/s)
- nedochádza k premiestňovaniu snehu na streche

Závejové usporiadanie snehu

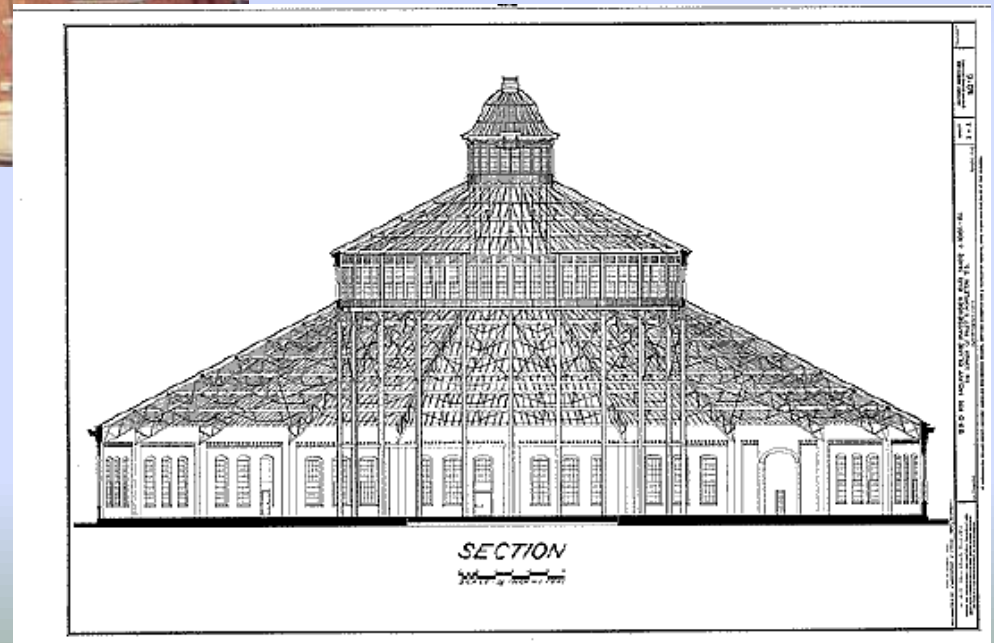


- pri vyšších rýchlostiach vetra (od 4,0 - 5,0 m/s)
- sneh na streche je premiestňovaný

Závejové usporiadanie snehu - príklad



Baltimore & Ohio
Železničné múzeum



Závejové usporiadanie snehu - príklad



**17. február 2003 – zrútenie
konštrukcie vplyvom príťaženia
polovice strechy závejovým
usporiadaním snehu**

Návrhové situácie

Normálne podmienky:

- nepravdepodobný výskyt výnimočného sneženia,
- nepravdepodobný výskyt snehových závejov

- používajú sa trvalé alebo dočasné návrhové situácie pre nezávejové aj závejové usporiadanie snehu

$$S = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$$

Návrhové situácie

Výnimočné podmienky:

- lokalita 1 - výskyt výnimočného sneženia bez výnimočných závejov:
 - pre nezávejové aj závejové usporiadanie zaťaženia snehom sa použijú trvalé alebo dočasné návrhové situácie,

$$S = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$$

- pre nezávejové aj závejové usporiadanie zaťaženia snehom sa použijú mimoriadne návrhové situácie,

$$S = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_{Ad}$$

Návrhové situácie

Výnimočné podmienky:

- lokalita 2 - výskyt výnimočných závejov bez výnimočného sneženia:
 - pre nezávejové aj závejové usporiadanie zaťaženia snehom sa použijú trvalé alebo dočasné návrhové situácie,

$$S = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$$

- pre nezávejové aj závejové usporiadanie zaťaženia snehom sa použijú mimoriadne návrhové situácie.

$$S = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_{Ad}$$

Návrhové situácie

Výnimočné podmienky:

- lokalita 3 - výskyt výnimočného sneženia a výnimočných závejov:
 - pre nezávejové aj závejové usporiadanie zaťaženia snehom sa použijú trvalé alebo dočasné návrhové situácie,

$$S = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$$

- pre nezávejové aj závejové usporiadanie zaťaženia snehom sa použijú mimoriadne návrhové situácie.

$$S = \mu_i \cdot S_k$$

Súčiniteľ expozície C_e

Veterná expozícia:

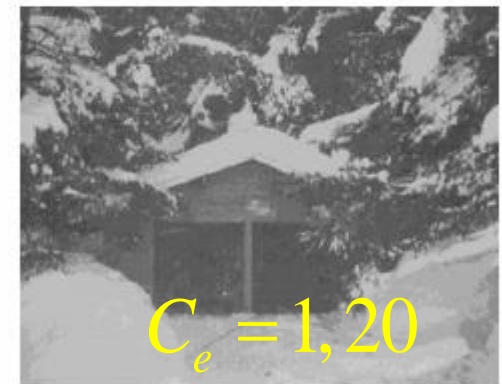
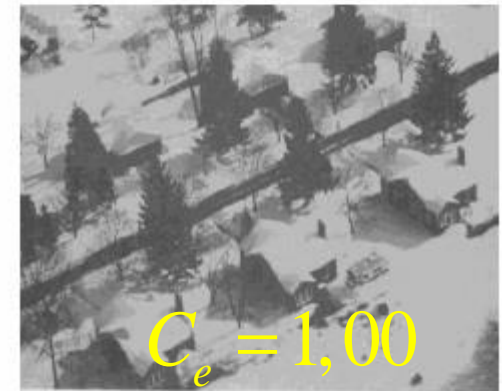
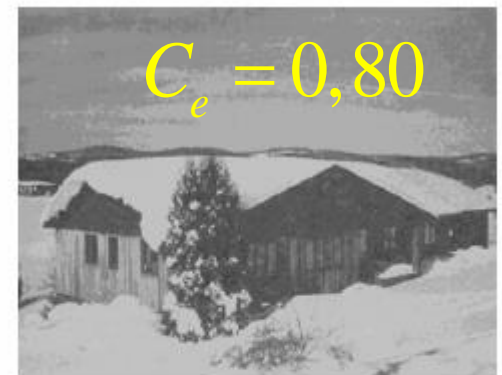
Miesta, kde je celá strecha vystavená účinkom vetra. Vplyvom vetra dochádza k nadmernému odstráneniu snehu zo strechy.

Normálna expozícia:

Miesta, kde nie je premiestnenie snehu vplyvom vetra jednoduché. Prekážkou pre vietor sú okolité stromy, budovy, ...

Chránená expozícia:

Miesta, kde nedochádza ku premiestneniu snehu vplyvom vetra. Prekážkou pre vietor je hlavne vysoký okolitý terén resp. vysoká okolitá zástavba.



Teplotný súčiniteľ C_t

Používa sa na redukciu zaťaženia snehom na strechách pri ktorých dochádza ku topeniu snehu vplyvom vysokého prestupu tepla.

Ak je prestup tepla väčší ako $1,0 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$ $C_t < 1,00$

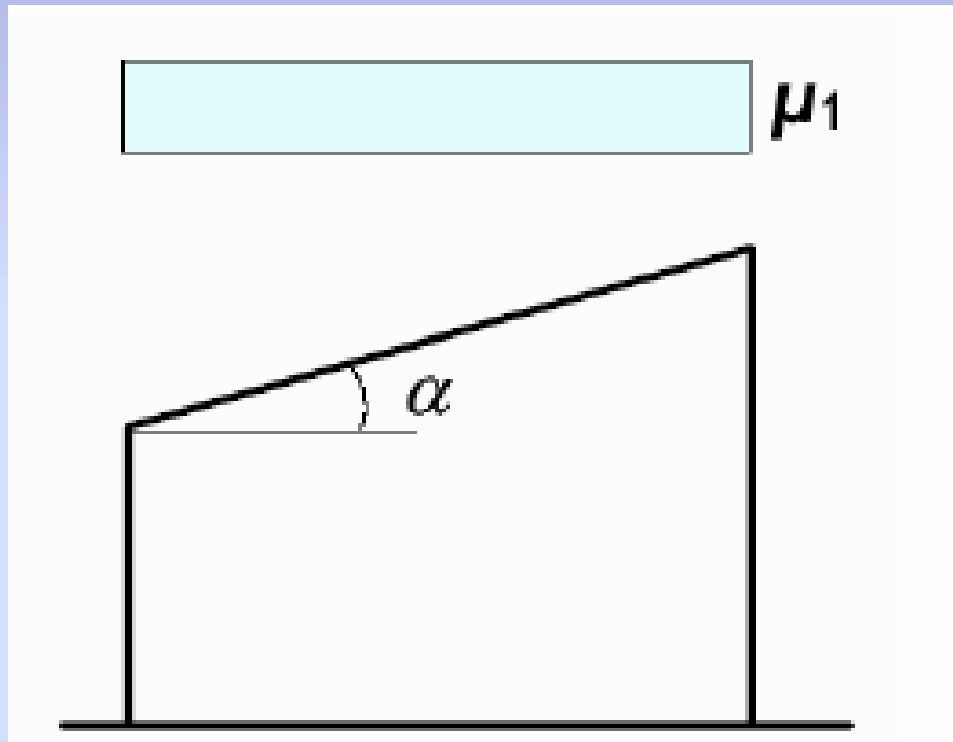
V ostatných prípadoch: $C_t = 1,00$

Poradové číslo	Druh objektu a spôsob zastrešenia	Teplotný súčiniteľ C_t
1	Budovy s prevádzkou zdrojov tepla, ktoré spôsobujú roztopenie snehu (teplárne, elektrárne, vykurované skleníky a pod.); zastrešenie tepelne izolované	od 0,80 do 1,0
2	Budovy s prevádzkou zdrojov tepla, ktoré spôsobujú roztopenie snehu (teplárne, elektrárne, vykurované skleníky a pod.); zastrešenie tepelne neizolované, sklon strechy $\alpha \geq 1,5^\circ$	0,80 ¹⁾
3	Potrubia naplnené horúcimi médiami	0,80 ¹⁾

¹⁾ POZNÁMKA. – V prípade vyradenia zdroja tepla musí sa zabezpečiť odpratávanie snehu.

Tvarové súčinitele zat'azenia snehom

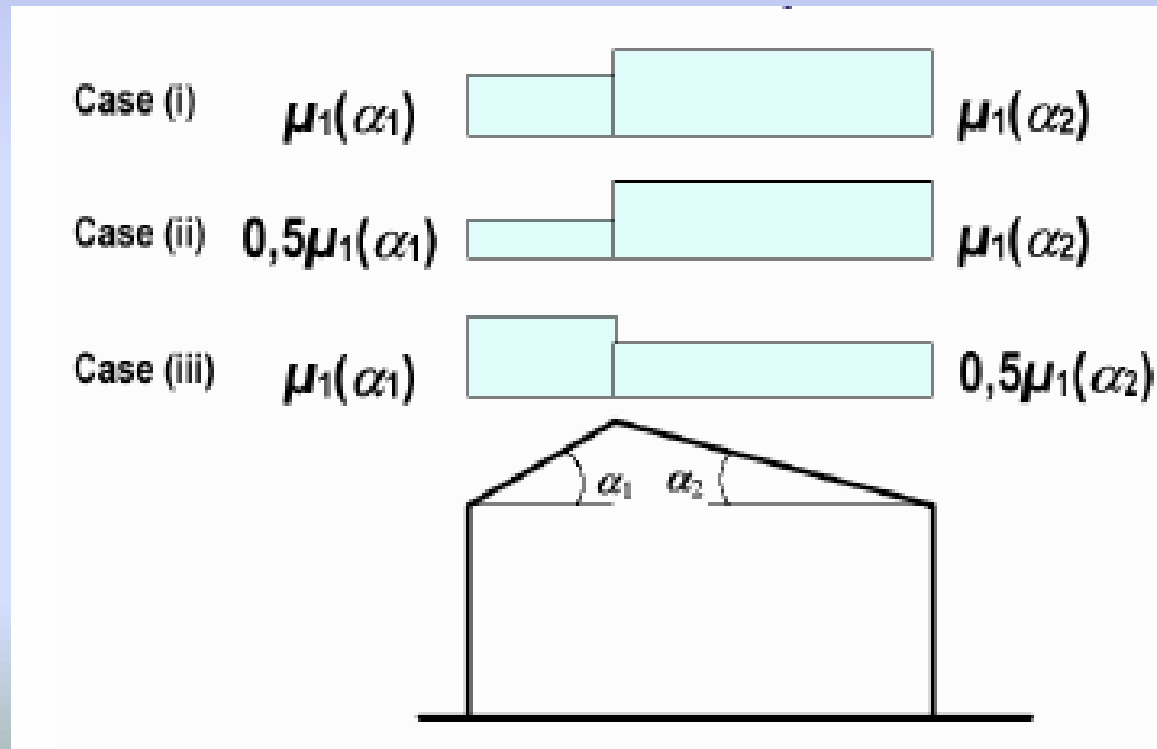
Pultové strechy



Tvarové súčinitele zaťaženia snehom

Sedlové strechy

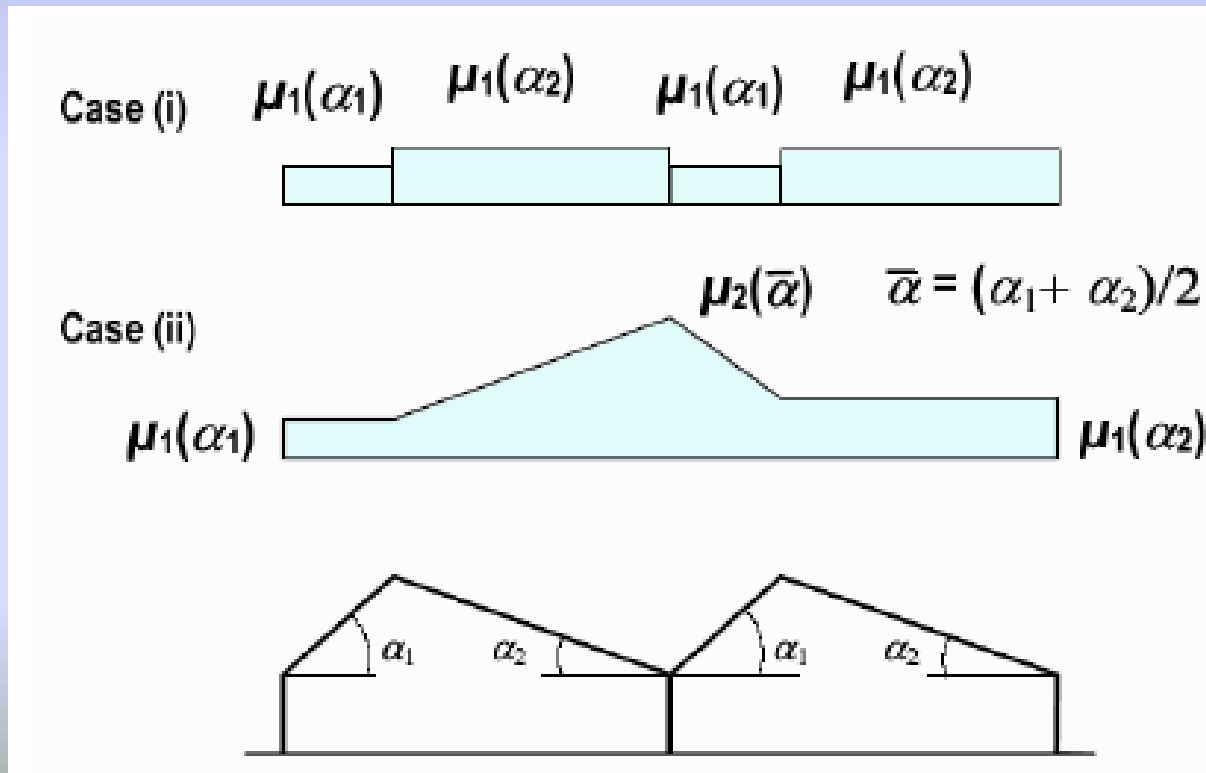
- nezávejové usporiadanie zaťaženia (i)
- závejové usporiadanie zaťaženia (ii, iii)



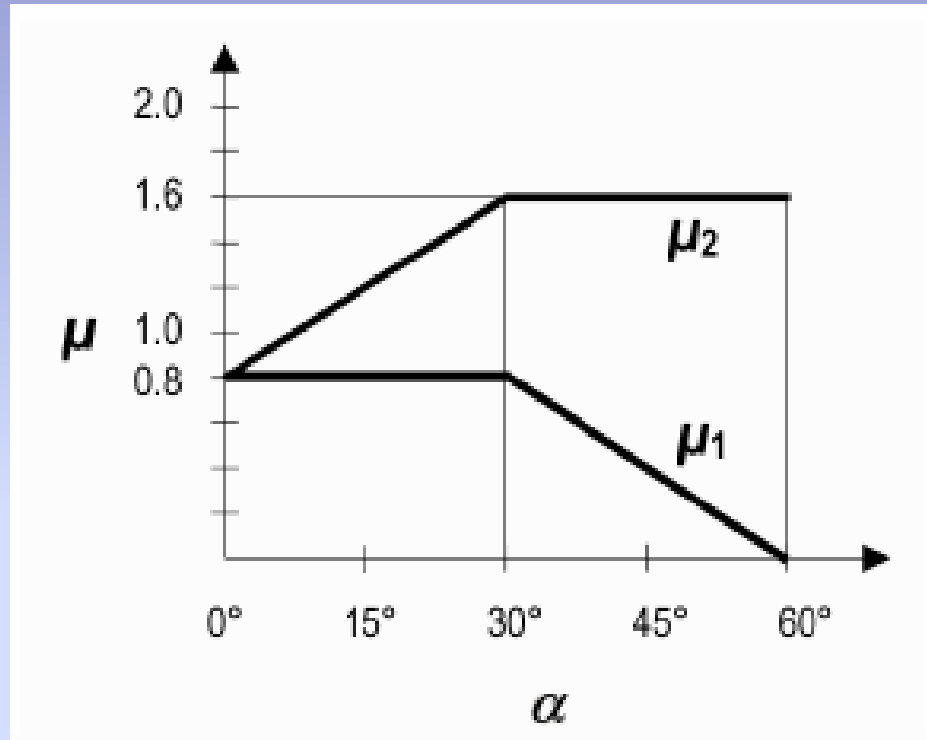
Tvarové súčinitele zaťaženia snehom

Pílovité strechy

- nezávejové usporiadanie zaťaženia (i)
- závejové usporiadanie zaťaženia (ii)

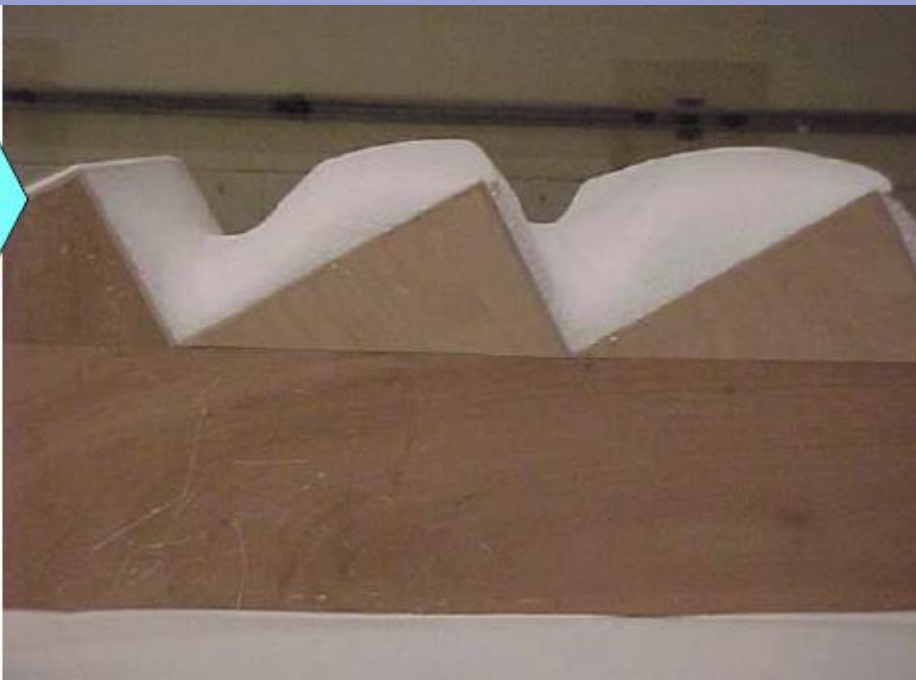


Tvarové súčinitele zaťaženia snehom

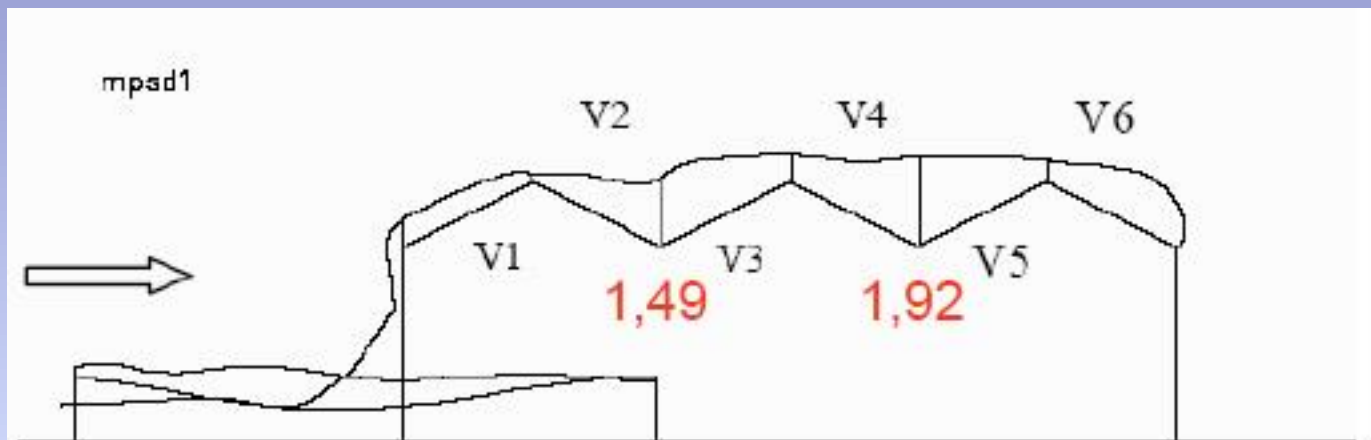


Sklon strechy α	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0,0
μ_2	$0,8 + 0,8 \cdot \alpha/30$	1,6	-

Tvarové súčinitele zat'azenia snehom



Tvarové súčinitele zaťaženia snehom



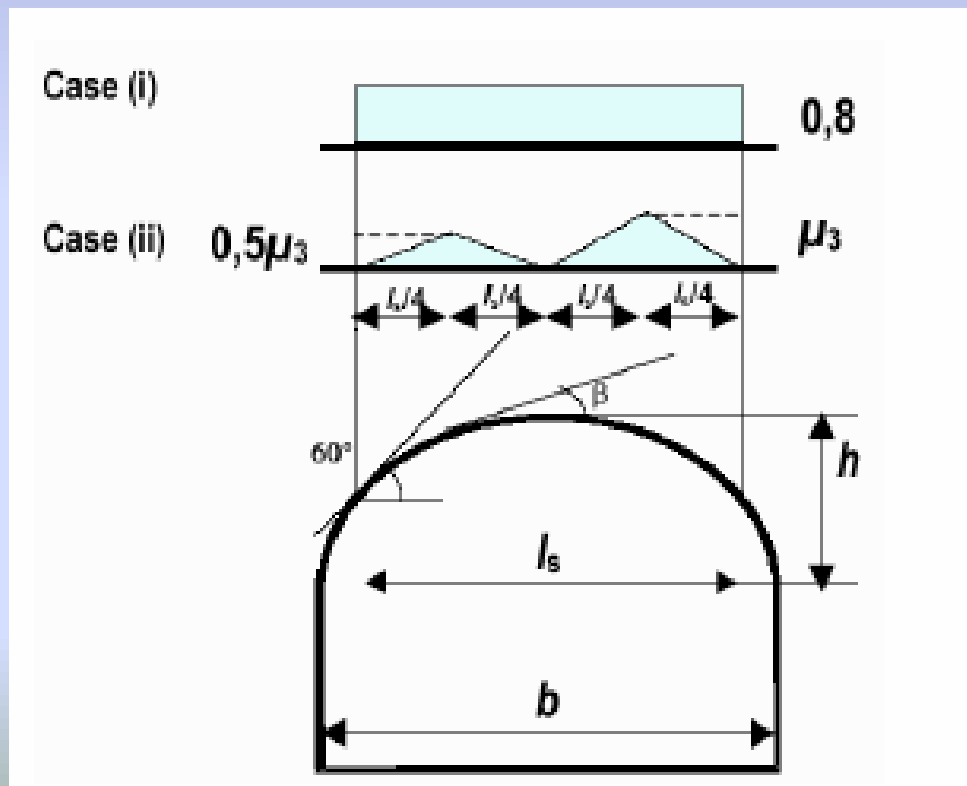
Average = 1,67



Tvarové súčinitele zaťaženia snehom

Cylindrické strechy

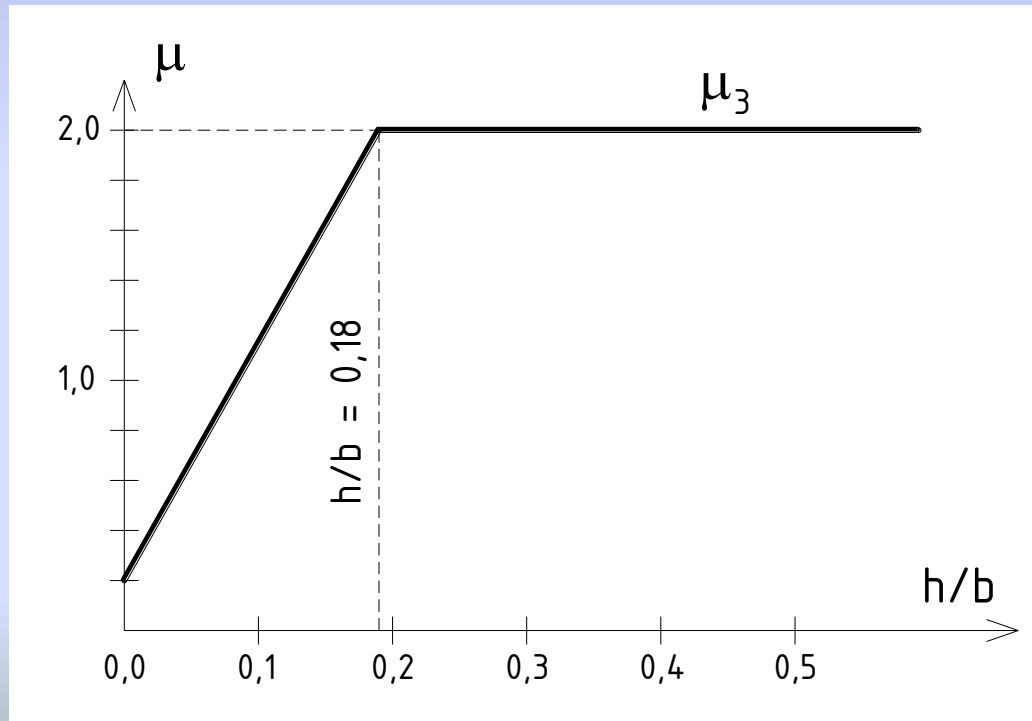
- nezávejové usporiadanie zaťaženia (i)
- závejové usporiadanie zaťaženia (ii)



Tvarové súčinitele zat'azenia snehom

Cylindrické strechy

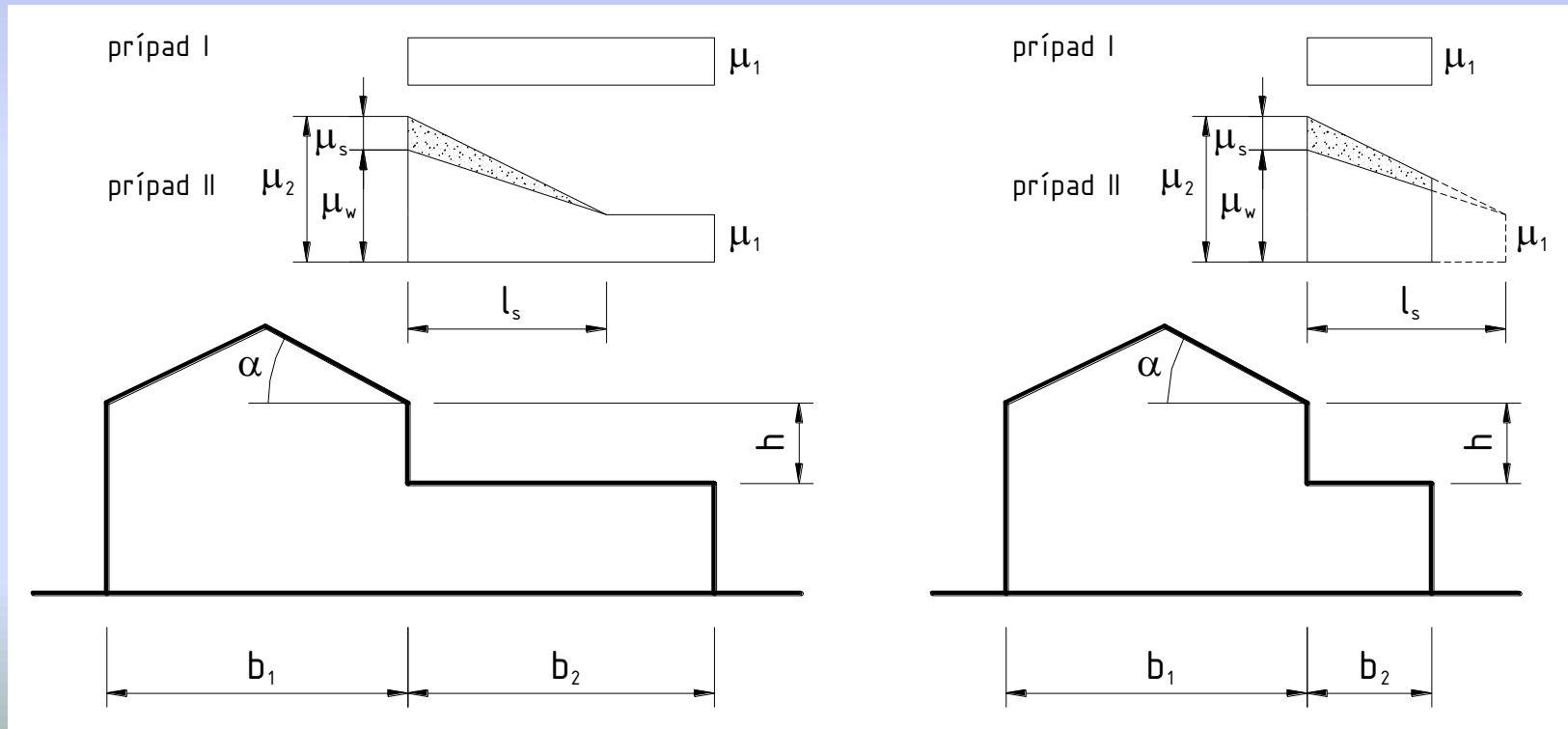
$$\mu_3 = 0,2 + 10 \cdot h / b \leq 2,0$$



Tvarové súčinitele zaťaženia snehom

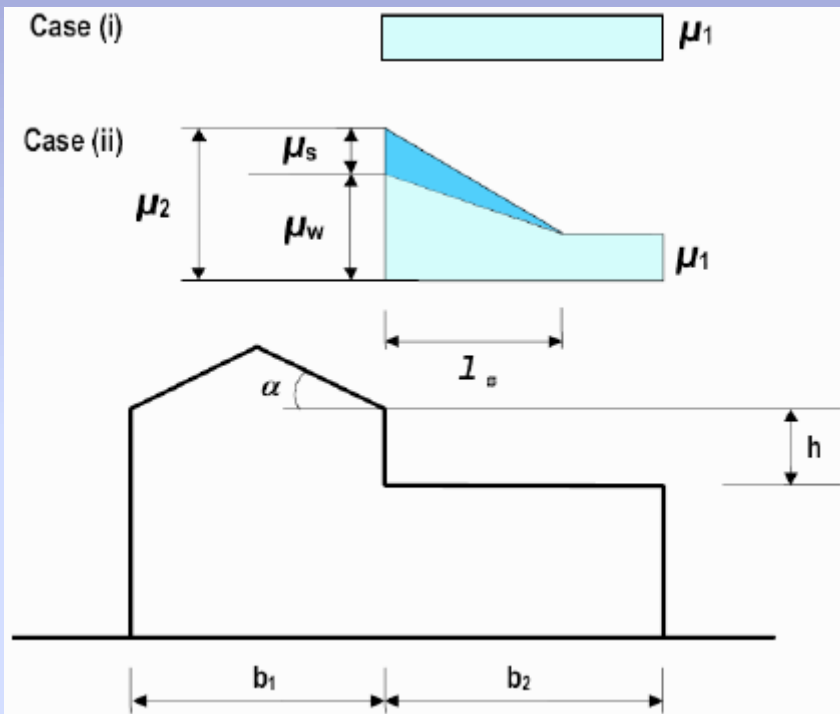
Prístrešky a strechy pripojené k vyšším budovám

- nezávejové usporiadanie zaťaženia (i)
- závejové usporiadanie zaťaženia (ii)



Tvarové súčinitele zaťaženia snehom

Prístrešky a strechy pripojené k vyšším budovám



$\mu_1 = 0,8$ Nižšia strecha je plochá

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w$$

$\mu_s = 0,5 \cdot \mu_{1,\max}$ Tvarový súčiniteľ pri zošmyknutí snehu

$$\mu_w = (b_1 + b_2) / 2h \leq \gamma h / s_k$$

$$0,8 \leq \mu_w \leq 4,0$$

Tvarový súčiniteľ zaťaženia snehom zapríčinený vetrom

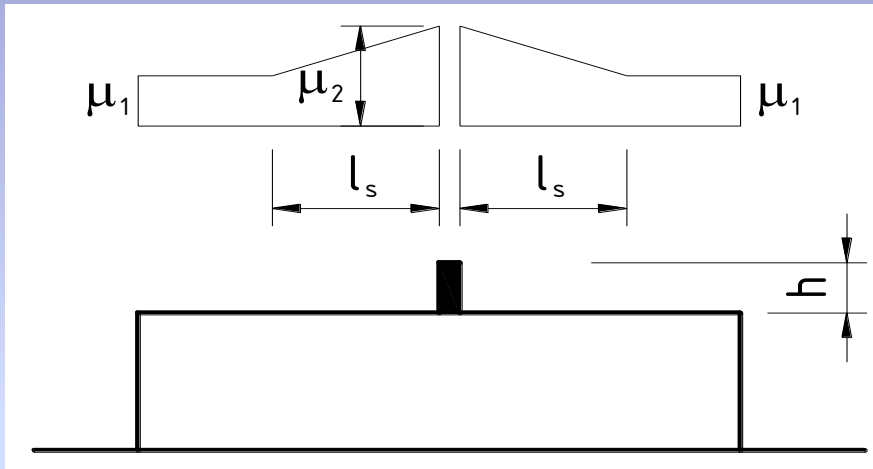
$\gamma = 2,0 \text{ kNm}^{-3}$ Objemová tiaž snehu

$l_s = 2h$ dĺžka záveja

$$5,0 \text{ m} \leq l_s \leq 15,0 \text{ m}$$

Tvarové súčinitele zaťaženia snehom

Záveje pri výčnelkoch a prekážkach



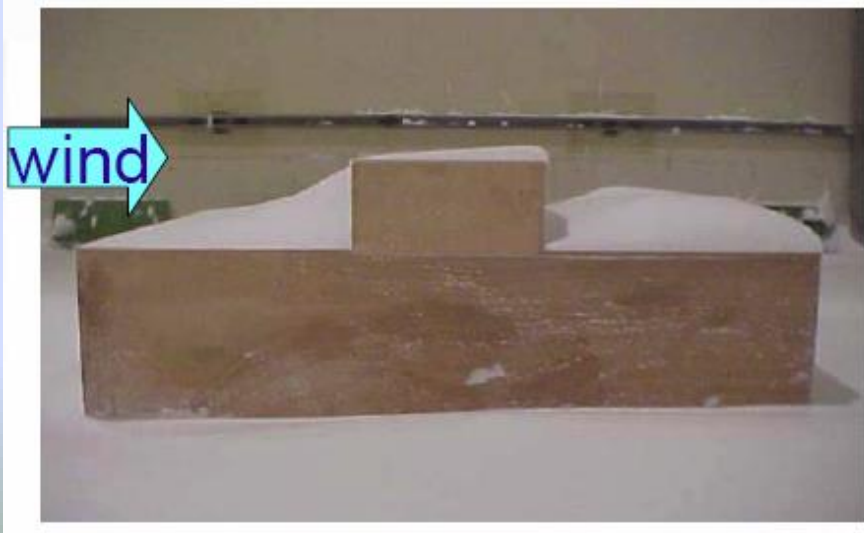
$$\mu_1 = 0,8$$

$$\mu_2 = \gamma h / s_k$$

$$l_s = 2h$$

$$5,0m \leq l_s \leq 15,0m$$

$$0,8 \leq \mu_w \leq 4,0$$



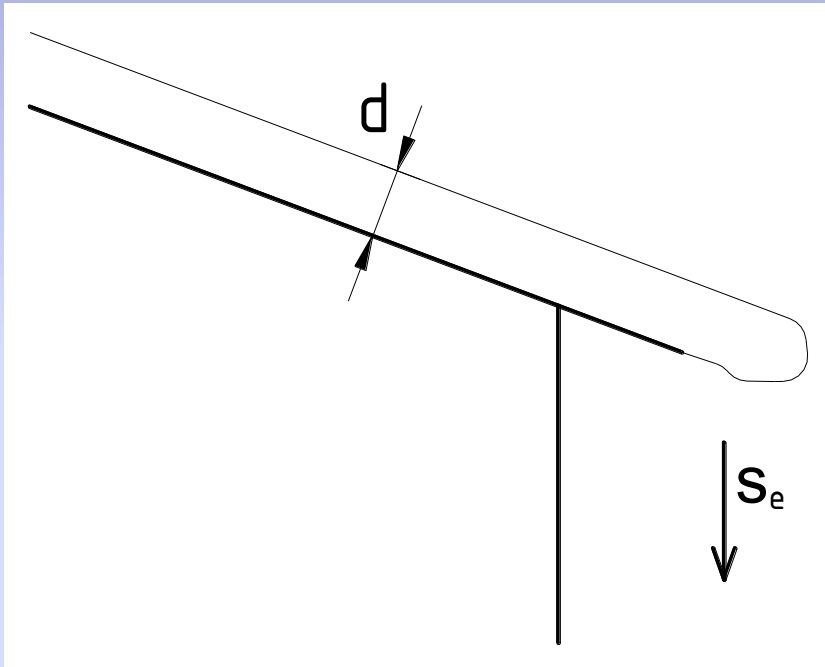
Tvarové súčinitele zat'azenia snehom

Snehové previsy



Tvarové súčinitele zaťaženia snehom

Snehové previsy



Zaťaženie previsom

$$s_e = k \cdot s^2 / \gamma$$

Súčiniteľ zohľadňujúci nepravidelný tvar snehu

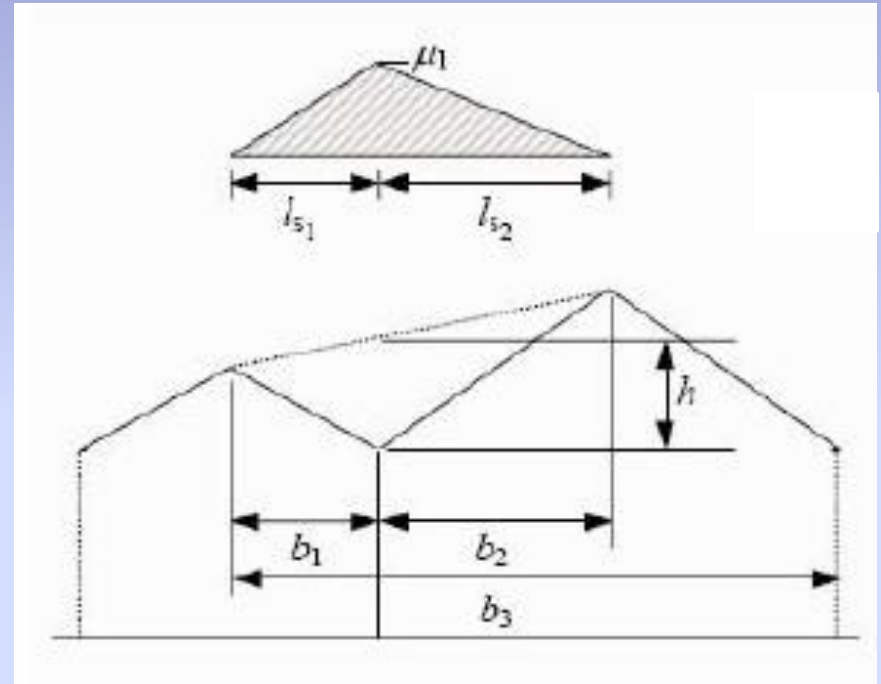
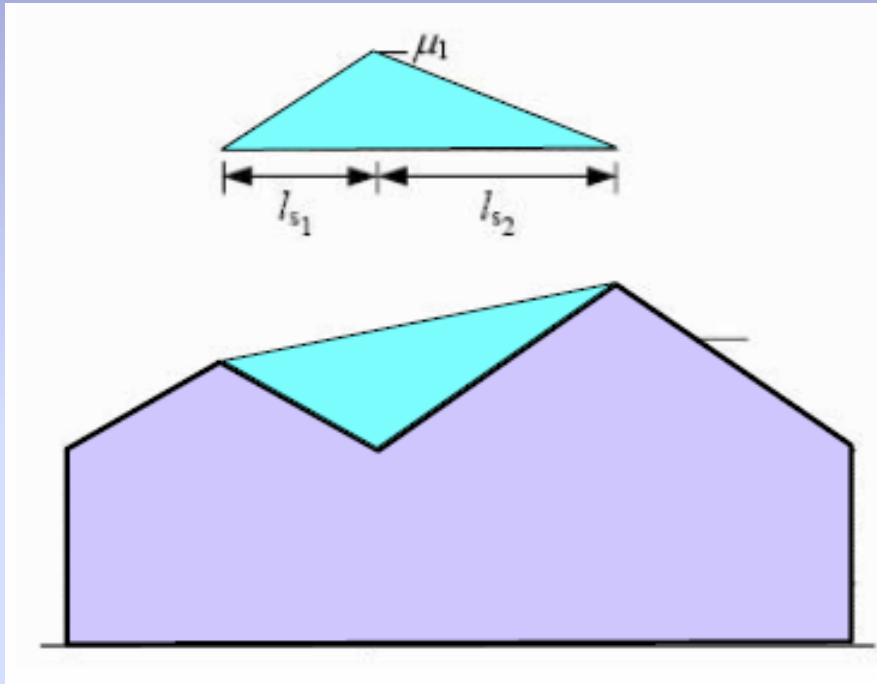
$$k = 3 / d \leq d \cdot \gamma$$

Objemová tiaž snehu

$$\gamma = 3,0 \text{ kNm}^{-3}$$

Tvarové súčinitele zaťaženia snehom

Výnimočné snehové záveje - pílovité strechy



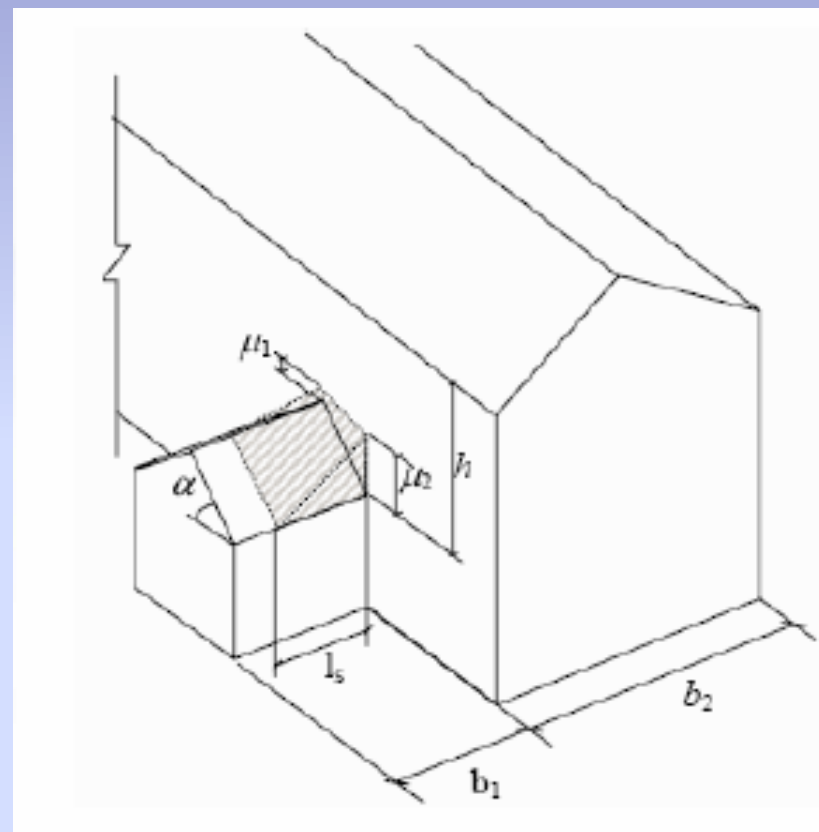
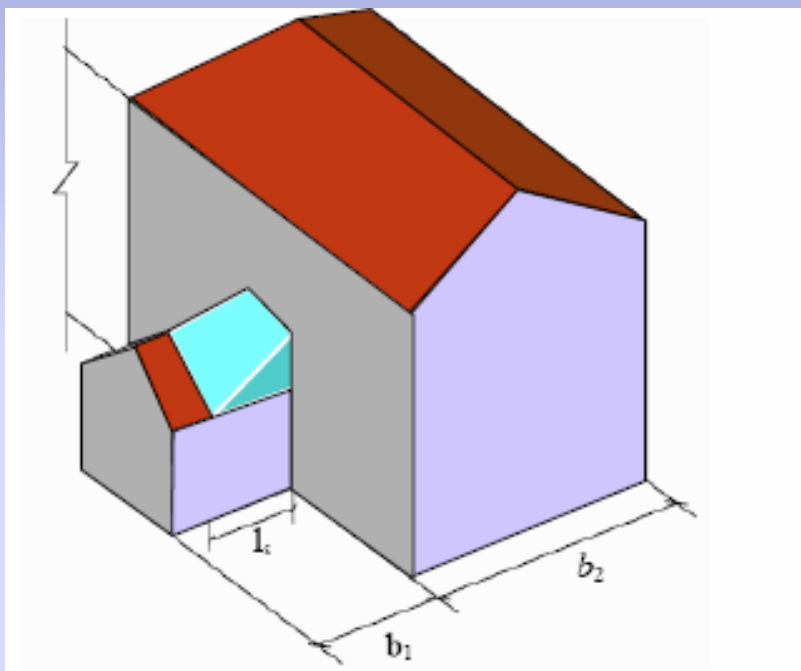
$$\mu_1 = \min \begin{cases} 2h / s_k \\ 2b_3 / (l_{s1} + l_{s2}) \\ 5,0 \end{cases}$$

$$l_{s1} = b_1$$

$$l_{s2} = b_2$$

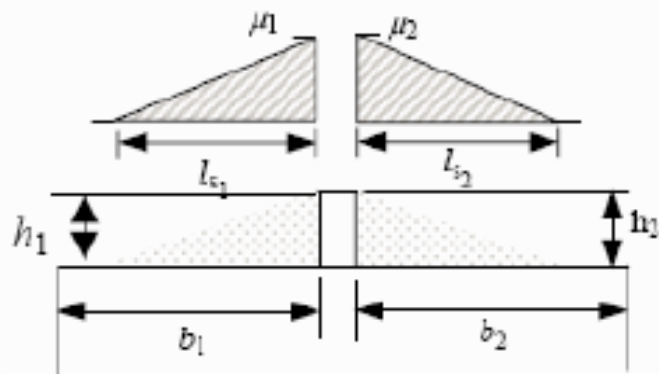
Tvarové súčinitele zat'azenia snehom

Výnimočné snehové záveje - prístrešky

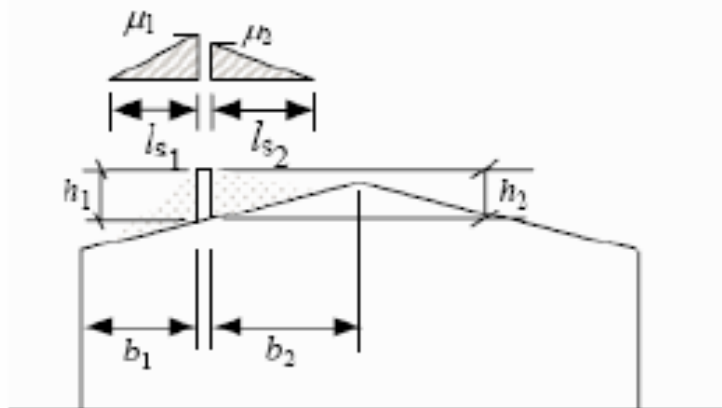


Tvarové súčinitele zaťaženia snehom

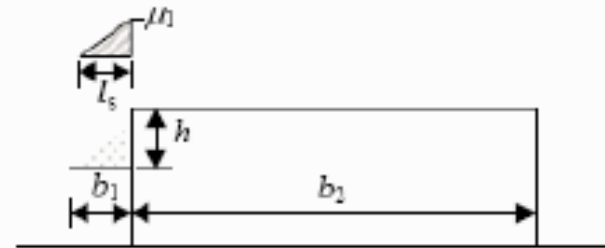
Výnimočné snehové záveje - výčnelky, prekážky parapety



Obstruction on flat roof

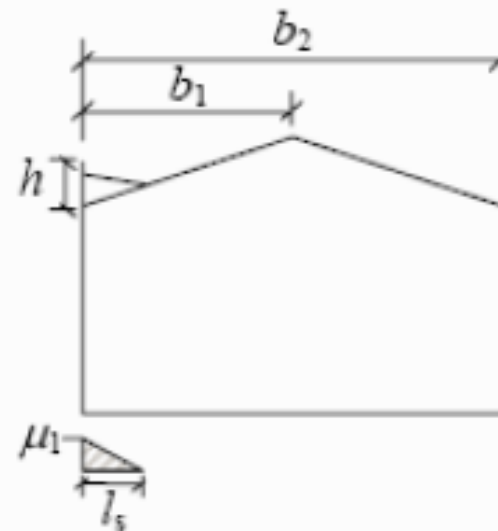


Obstruction on pitched or curved roof



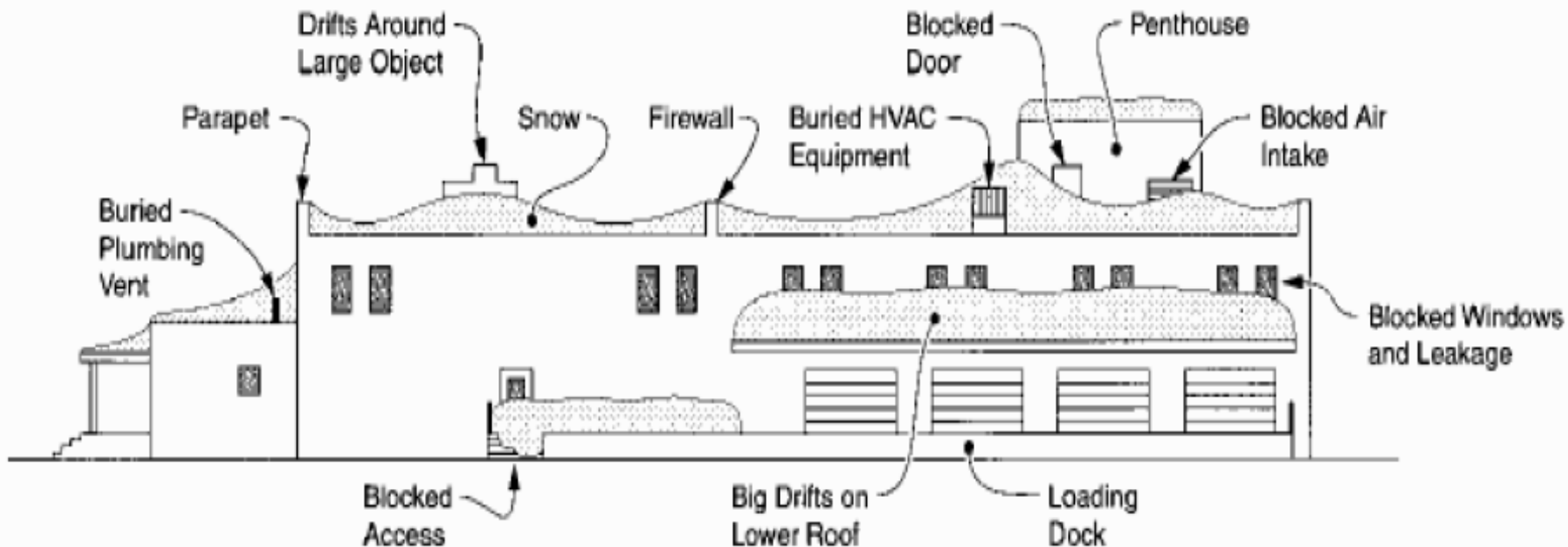
Canopy over door or loading bay

Where $b_1 \leq 5\text{m}$



Lokálne účinky zaťaženia snehom

Miesta, kde sa môže hromadiť sneh



Objemová tiaž snehu

- premenlivá hodnota
- závisí od:
 - doby trvania snehovej prikrývky,
 - klímy a
 - nadmorskej výšky
- čerstvý prachový sneh
- po niekoľkých hodinách
- starý sneh (týždne, mesiace)
- mokrý resp. prevlhnutý sneh

$$\gamma = 1,0 \text{ kNm}^{-3}$$

$$\gamma = 2,0 \text{ kNm}^{-3}$$

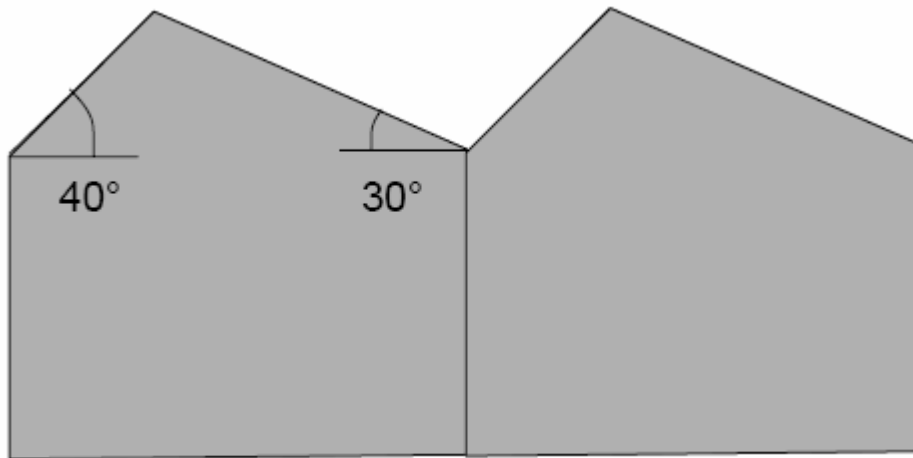
$$\gamma = 2,5 - 3,5 \text{ kNm}^{-3}$$

$$\gamma = 4,0 \text{ kNm}^{-3}$$

Príklad

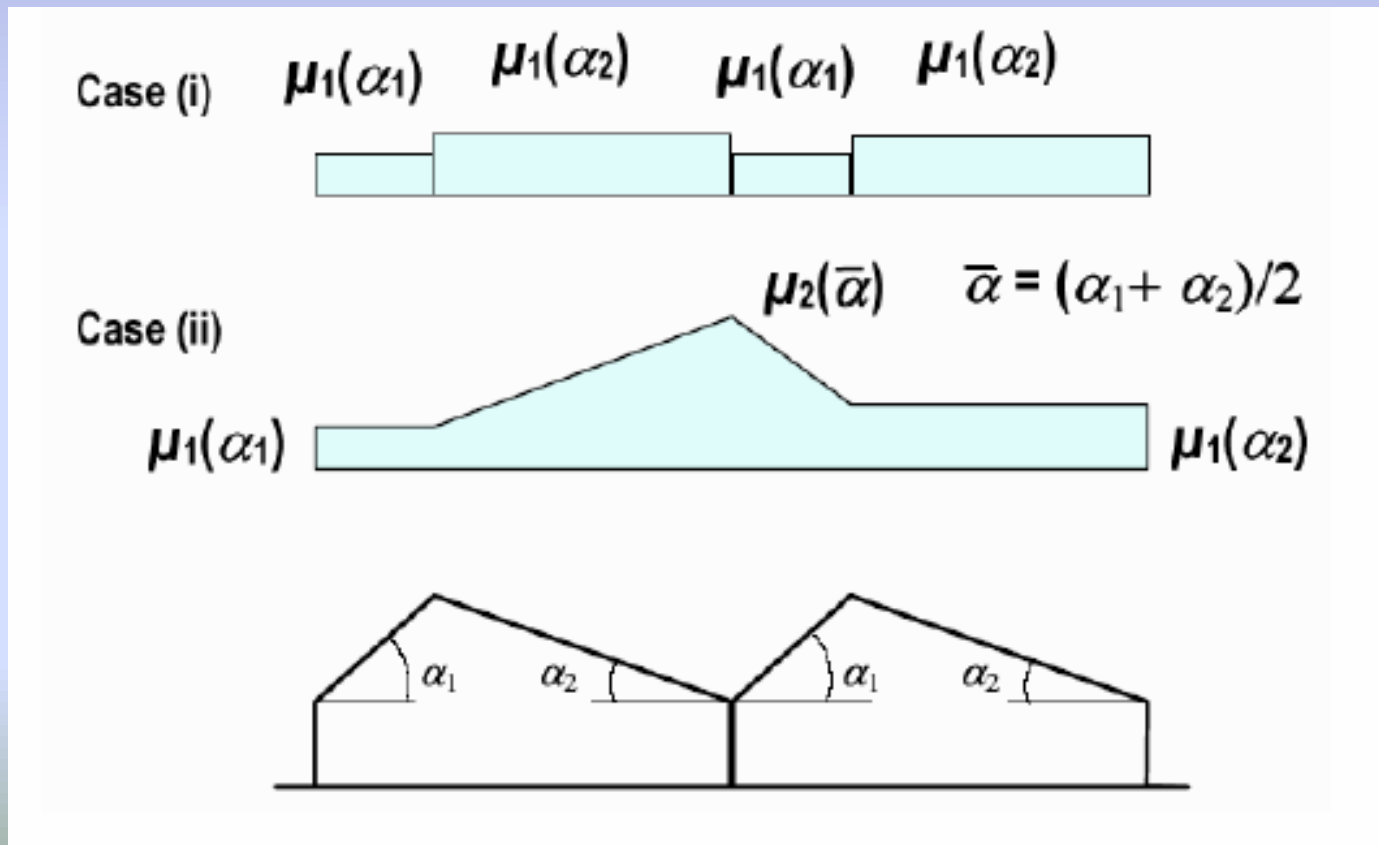
- administratívna budova
- lokalita: Švédsko - zóna 2
- súčinitele: $C_e = 1,00$
 $C_t = 1,00$

$$s_k = 2,85 \text{ kNm}^{-2}$$



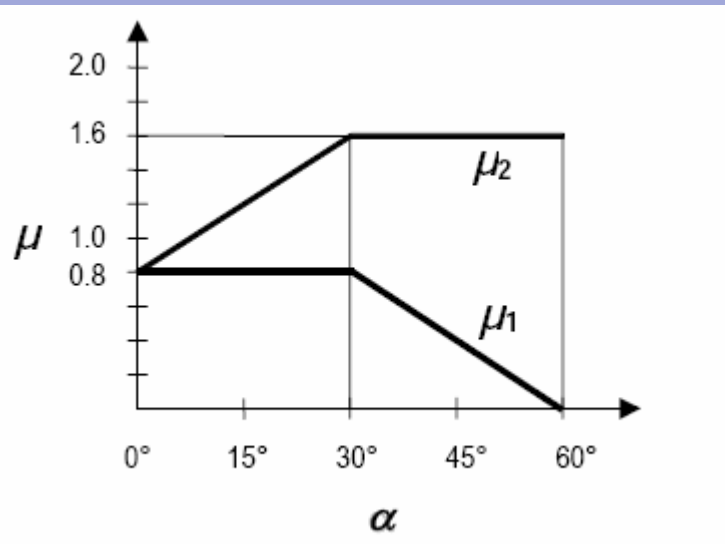
Príklad

- stanovenie tvarových súčiniteľov pre:
 - nezávejové usporiadanie zaťaženia (i) μ_1
 - závejové usporiadanie zaťaženia (ii) μ_1, μ_2



Príklad

- stanovenie tvarových súčiniteľov



$$\alpha_1 = 40^\circ \quad \mu_1(\alpha_1) = 0,53$$

$$\alpha_2 = 30^\circ \quad \mu_1(\alpha_2) = 0,80$$

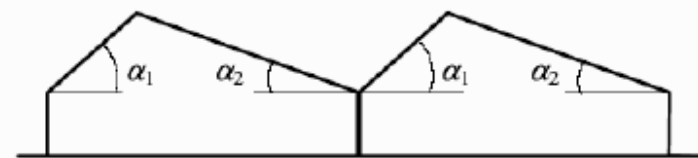
$$\bar{\alpha} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} = 35^\circ \quad \mu_2(\bar{\alpha}) = 1,60$$

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



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

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



Príklad

- výsledné hodnoty zaťaženia

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

$$\alpha_1 = 40^\circ \quad \mu_1(\alpha_1) = 0,53$$

$$\alpha_2 = 30^\circ \quad \mu_1(\alpha_2) = 0,80$$

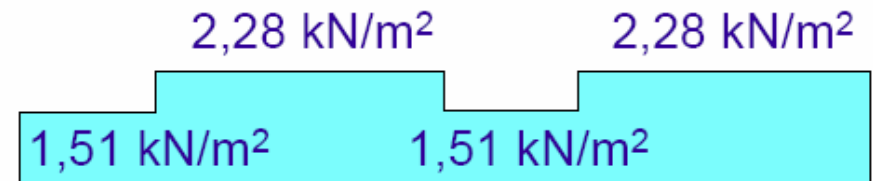
$$\bar{\alpha} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} = 35^\circ \quad \mu_2(\bar{\alpha}) = 1,60$$

$$\psi_0 = 0,70$$

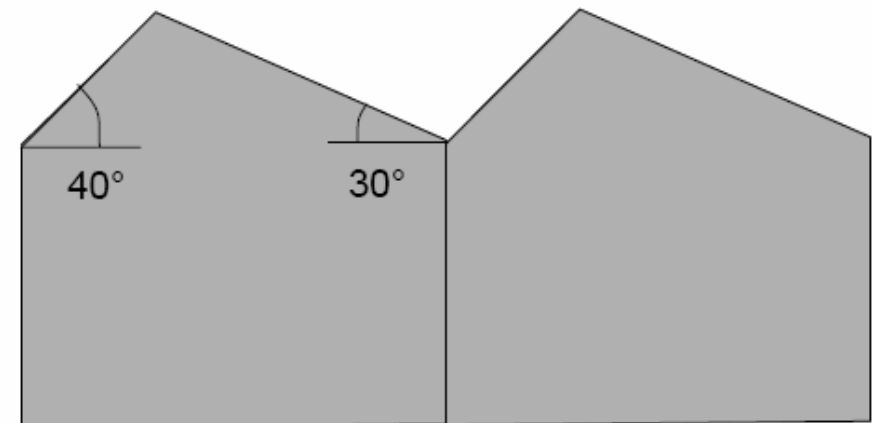
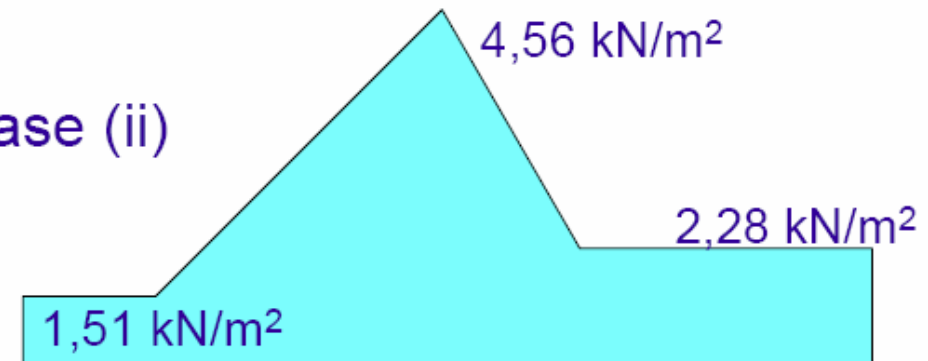
$$\psi_1 = 0,50$$

$$\psi_2 = 0,20$$

Case (i)



Case (ii)





Ďakujem za pozornosť