

STATICKÝ VÝPOČET:

PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE PRO REALIZACI

PŘESTUPNÍ UZEL HULVÁKY 1.ETAPA:

obj. SO 01... Sociální zařízení MHD

obj. SO 02... Veřejné WC

A) SVISLÉ ZATÍŽENÍ STŘECHY:

SKLON: $\alpha = 90^\circ$; $\sin\alpha = 0,156$; $\cos\alpha = 0,99$; $1/\cos\alpha = 1$; $\operatorname{tg}\alpha = 0,158$;

Plechová krytina.....0,07 kN/m²..... 0,07 kN/m²

Folie+parozábrana.....0,03 kN/m²..... 0,03 „

Záklop OSB desky 1,8cm.....0,018 . 7 kN/m³.....0,13 „

Krokve.....0,12 . 0,18 . 5 kN/m³.....0,11 „

Tepelná izolace..18+7cm.....0,25 . 0,35 kN/m³.....0,09 „

Podhled SDK.....0,2 kN/m².....0,2 „

Zatížení stálé charakteristické..... **$g_k = 0,63$** “

Zatížení sněhem ...dle ČSN EN 1991-1-3 (Z1-říjen 2006)

II.sněhová oblast (Ostrava-Mar.Hory)..... $s_k=1$ kPa = 1 kN/m²

C_e = součinitel expozice=1; C_t = tepelný součinitel=1

μ = tvarový součinitel zatížení sněhem 0,8

Charakteristická hodnota zatížení sněhem: ... $q_k = 0,8.C_e.C_t.s_k=0,8.1.1.1$ kN/m² = **0,8 kN/m²**

Toto proměnné zatížení je jediné, je tedy automaticky hlavním proměnným zatížením.

Návrhový součinitel pro hlavní proměnné zatížení činí... $\gamma_q = 1,5.\psi..(\psi=0,7)$ nebo 1,5

Kombinace zatížení:

Návrhové hodnoty zatížení (STR/GEO – soubor B), podle tabulky A1.2(B)

Při uvažování výrazu (6.10a) obdržíme:

$$f_d = 1,35. g_k + 1,5. \psi. q_k = 1,35 . 0,63 + 1,05.0,8 = 0,85+0,84 = 1,69 \text{ kN/m}^2$$

Při uvažování výrazu (6.10b) obdržíme:

$$f_d = 0,85.1,35. g_k + 1,5. q_k = 1,15 . 0,63 + 1,5.0,8 = 0,72+1,2 = \mathbf{1,92 \text{ kN/m}^2} > 1,69$$

$$\text{Průměrný součinitel zatížení} \dots \gamma = 1,92/(0,63+0,8) = 1,92/1,43 = 1,34$$

B) ZATÍŽENÍ VĚTREM:

Eurokód 1: Zatížení konstrukcí-Část 1-4: Obecná zatížení –Zatížení větrem

ČSN EN 1991-1-4....(třída 730035)...duben 2007 + oprava 1-září 2008

1) ZATÍŽENÍ NA STŘECHU:

Výchozí základní rychlost větru do výšky $z = 10\text{m}$ pro II.oblast... $v_{b,0} = 25\text{m/s}$ (mapa)

c_{dir} (součinitel pro směr větru) =1; c_{season} (součinitel ročního období)=1; c_o (součinitel orografie) = 1;

Terén kategorie III (nízká zastavba)...tab.4.1...($z_o = 0,3$; $z_{min} = 5$), $z = 3\text{m}$ (výška objektu) < z_{min}

Základní rychlost větru..... $v_b = c_{dir}.c_{season}.v_{b,0} = \mathbf{1.1.25\text{m/s} = 25\text{m/s}}$

Střední rychlost větru; c_o (součinitel orografie) = 1;

$$\text{Součinitel terénu} \dots k_r = 0,19(z_o/z_{0II})^{0,07} = 0,19(0,3/0,05)^{0,07} = 0,19.6^{0,07} = 0,19.1,13 = \mathbf{0,22}$$

$$c_{rI} \text{ (součinitel drsnosti terénu)} = k_r. \ln(z/z_o) = 0,22 . \ln(5/0,3) = 0,22 . \ln 16,7 = 0,22 . 2,8 = \mathbf{0,62}$$

$$\text{Střední rychlost větru ve výšce } z \leq 10\text{m nad terénem} \dots \mathbf{v_m = c_r.c_o.v_b = 0,62.1. 25\text{m/s} = 15,5\text{m/s}}$$

Turbulence větru;

Intenzita turbulence větru ve výšce $z = 5\text{m}$ nad teré-

$$\text{nem: } I_v = \frac{k_1}{c_o. \ln(z/z_o)} = \frac{1}{1. \ln(5/0,3)} = \frac{1}{\ln 16,7} = \frac{1}{2,8} = 0,36$$

Maximální dynamický tlak: $\rho = \text{měrná hmotnost vzduchu} = 1,25 \text{ kg/m}^3$

Základní dynamický tlak větru... $q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 390 \text{ N/m}^2 = 0,39 \text{ kN/m}^2$

Maximální dynamický tlak..... $q_p = q_{p,k} = [1+7 \cdot I_v] \cdot (0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2) = (1+7 \cdot 0,36) \cdot (0,5 \cdot 1,25 \cdot 15,5^2)$
=
 $= (1+2,5) \cdot 150 = 3,5 \cdot 150 = 525 \text{ N/m}^2 = \underline{\underline{0,53 \text{ kN/m}^2}}$

Součinitel expozice $c_e = q_p / q_b = 0,53 / 0,39 = 1,36$... odpovídá grafu v normě-obr.4.2

$$q_p = c_e \cdot q_b = 1,36 \cdot 0,39 = \underline{\underline{0,53 \text{ kN/m}^2}}$$

Součinitel konstrukce $c_s c_d = 1$

Průměrný aerodynamický součinitel pro tlak na plochou střechu: $C_{pe,10,(F-I)} = \underline{\underline{\pm 0,45}}$

Průměrný charakteristický tlak kolmý na plochou střechu:

$$w_n = q_p \cdot C_{pe,10,(F-I)} = 0,53 \cdot 0,45 = 0,24 \text{ kN/m}^2$$

Průměrný aerodynamický součinitel pro vztlak na konzolu: $C_{pe} = \underline{\underline{-1,3}}$

Průměrný charakteristický vztlak na konzolu:

$$w_n = q_p \cdot C_{pe,10} = 0,53 \cdot 1,3 = -0,69 \text{ kN/m}^2$$

2) CELKOVÉ PŘÍTIŽENÍ VĚTREM NA PLOCHOU STŘECHU:

Návrhový součinitel pro vítr (hlavní proměnné zatížení) činí... není-li zatížení sněhem... $\gamma_q = 1,5$

Návrhový součinitel pro vítr činí... je-li zatížení sněhem... $\gamma_q = 1,5 \cdot \psi_2 \cdot (\psi_2 = 0,3) = 0,45$

Průměrný návrhový (tlak nebo sání) na plochou střechu činí:

$$w_s = 0,24 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,45 = \underline{\underline{0,11 \text{ kN/m}^2}}$$

Toto přetížení větrem je pro kombinaci stálé+sníh zanedbatelné

Průměrný návrhový vztlak na konzolu činí:

$$w_s = 0,69 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5 = \underline{\underline{-1,03 \text{ kN/m}^2}}$$

Toto přetížení větrem je pro kombinaci stálé+sníh zanedbatelné Vztlak větru na konzolu je větší než stálé zatížení – nutno kotvit krokve do věnce

C) POSOUZENÍ KROKVE 12/18cm á 1m:

NAVRHOVÁNÍ dřevěných konstrukcí dle... ČSN EN 1995-1-1 (prosinec 2006)

Třída pevnosti konstrukčního dřeva dle EN 338... C22 –SI (rostlé dřevo- topol a jehličnany)

Tyto níže uvedené hodnoty vlastností dřeva odpovídají dřevu s vlhkostí při teplotě

20°C a relativní vlhkosti 65% , to znamená v I třídě provozu.

Charakteristické hodnoty pevností:

Ohyb..... $f_{m,k}$...22 MPa;	Tlak rovnoběžně s vlákny.. $f_{c,o,k}$20 MPa
Tah rovnoběžně s vlákny... $f_{t,o,k}$...13 MPa;	Tlak kolmo k vláknům..... $f_{c,90,k}$2,4 MPa
Tah kolmo k vláknům..... $f_{t,90,k}$...0,5 MPa;	Smyk $f_{v,k}$2,4 MPa

Charakteristické hodnoty tuhostí:

Průměrná hodnota modulu pružnosti rovnoběžně s vlákny... $E_{0,mean} = 10 \text{ GPa} = 10000 \text{ MPa}$

5% kvantit modulu pružnosti rovnoběžně s vlákny..... $E_{0,05} = 6,7 \text{ GPa}$

Průměrná hodnota modulu pružnosti kolmo k vláknům..... $E_{90,mean} = 0,33 \text{ GPa}$

Průměrná hodnota modulu pružnosti ve smyku..... $G_{mean} = 0,63 \text{ GPa}$

a relativní vlhkosti 65%

$\gamma_M = 1,3$návrhový součinitel pro vlastnosti materiálu rostlého dřeva a jeho únosnosti

Modifikační součinitel pevnosti pro třídy provozu 1 a 2 s ohledem na trvání zatížení:

$k_{mod} = 0,9$...pro kombinaci zatížení...stálé+dlouhodobé+střednědobé+krátkodobé

Modifikační součinitel deformace pro třídy provozu:

$k_{def} = 0,6$...pro třídu provozu 1 ($k_{def} = 0,8$...pro třídu provozu 2)

a) OHYB:

Krokev je nosníkem o jednom poli (L=2,7m) s konzolou (L=2,15m)

Krokve 12/18cm..pruty č.1-2...A =216 cm²; $J_y = \frac{1}{12} \cdot 12 \cdot 18^3 = 5832 \text{cm}^4$; $W_y = 5832/9 = 648 \text{cm}^3$

Ohybové momenty: $M_{d,(konzola)} = (1,92 \cdot 2,15^2)/2 = \mathbf{4,4 \text{ kNm}}$

$M_{d(\text{bez konzoly})} = (1,92 \cdot 2,7^2)/8 = 1,8 \text{ kNm} \dots (\text{bez konzoly vyhoví krokev } 10/14 \text{cm}).$

Reakce: $A_{1,2} = 1,92 \text{kN/m}^2 \cdot 2,7 \cdot 0,5 - 4,4/2,7 = 2,6 - 1,6 = 1 \text{kN}$

$B_{2,1} = 2,6 + 1,6 = 4,2 \text{kN}$; $B_{2,3} = 1,92 \cdot 2,15 = 4,1 \text{kN}$ $B = 1,92 \cdot (2,7 + 2,15) - 1 = (1,92 \cdot 4,85) - 1 = \mathbf{8,3 \text{kN}}$

Návrhová pevnost dřeva v ohybu..... $f_{m,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{22}{1,3} = 15,2 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,d} = \frac{Md}{W_y} = \frac{4,4}{0,648} = 6,8 \text{ MPa} \leq f_{m,d} = 15,2 \text{ MPa} \dots \dots \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{6,8}{15,2} = 0,45 \leq 1 \dots \text{Vyhoví}$

Příčná a torzní stabilita:

Sřešní desky OSB jsou uloženy na horní taženém líci konzoly, nutno tedy posoudit krokev s vlivem vzpěru tlačného pásu. Kritické napětí za ohybu...pro $l_{ef} = 2 \cdot L = 2 \cdot 2,15 = 4,3 \text{m}$

$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot b^2 \cdot E_{0,05}}{h \cdot L_{ef}} = \frac{0,78 \cdot 0,12^2 \cdot 6,7 \cdot 10^6}{0,18 \cdot 4,3} = 97227 \text{ kN/m}^2 = 197 \text{ MPa}$

$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{22}{97}} = 0,48 < 0,75$ Příčná a torzní stabilita nemá vliv.

b) SMYK... $V_{d,max} = B_{21} = 4,2 \text{ kN}$:

Návrhová pevnost dřeva ve smyku..... $f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{2,4}{1,3} = 1,7 \text{ MPa}$

k_{cr} =součinitel trhlin ve smyku pro rostlé dřevo = 0,67 $A_{cr} = A \cdot k_{cr} = 0,0216 \cdot 0,67 = 0,0145 \text{m}^2$

$\tau_{v,d} = \frac{1,5 \cdot V_d}{A_{cr}} = \frac{1,5 \cdot 4,2}{0,0145} = 434 \text{ kN/m}^2 = 0,44 \text{ MPa} \leq 1,7 \text{ MPa}$

c) PRŮHYB: $J_y = \frac{1}{12} \cdot 12 \cdot 18^3 = 5832 \text{cm}^4$; $f_k = f_d/1,34 = 1,92/1,34 = 1,43 \text{kN/m}$

Informativní průhyb konzoly při plném vetknutí :

$w_{inst} (\text{plné vetknutí}) = \frac{q \cdot l^4}{8 \cdot E \cdot I} = \frac{1,43 \cdot 2,15^4}{8 \cdot 1,5 \cdot 832} = 0,65 \text{cm} < L/150 = 215/150 = 1,43 \text{cm}$

Průhyb bez dotvarování

Skutečný průhyb je však definován mírou stočení nad podporou konzoly . Dle stroj.výpočtu je průhyb konzoly při plném zatížení sněhem na konzole a polovičním zatížením sněhem v poli 2,7m:

$w_{inst} = 1,9/1,34 = 1,41 \text{cm} < L/150 = 215/150 = 1,44 \text{cm}$

Konečný průhyb včetně dotvarování:

Pro dotvarování má výrazný vliv stálé zatížení, které činí 44% celkového zatížení.

$g_k + q_k = 0,63 + 0,8 = 1,43 \text{ kN/m}^2 \dots \dots \dots g_k = 44\%$; $q_k = 56\%$

$w_{inst,g} = w_{inst} \cdot 0,44 = 1,44 \cdot 0,44 = 0,63 \text{ cm}$; $w_{inst,q} = w_{inst} \cdot 0,56 = 1,44 \cdot 0,56 = 0,81 \text{ cm}$

Okamžitý průhyb od stálého a proměnného zatížení... $w_{inst} = w_{inst,g} + w_{inst,q} = 0,63 + 0,81 = \mathbf{1,44 \text{cm}}$

Konečný (čistý včetně dotvarování) průhyb od stálého a proměnného zatížení:

$w_{net,fin} = w_{inst,g} (1 + k_{def}) + w_{inst,q} (1 + \psi_2 \cdot k_{def}) = 0,63 (1 + 0,6) + 0,81 (1 + 0,0 \cdot 0,6) =$

$= 0,63 \cdot 1,6 + 0,81 = 1 + 0,81 = \mathbf{1,81 \text{ cm}} > L/150 = 215/150 = 1,43 \text{cm} \dots \text{Nevyhoví, nutno}$

zvětšit průřez na 12/20cm!! Pak: $J_y = \frac{1}{12} \cdot 12 \cdot 20^3 = 8000 \text{cm}^4$;

$$W_{net,fin} = 1,81 \cdot (5832/8000) = 1,81 \cdot 0,73 = 1,32 \text{ cm} < L/150 = 215/150 = 1,43 \text{ cm} \dots \text{Vyhoví}$$

-4-

D) POSUDEK OCELOVÉHO PRŮVLAKU Uč.220 :

Ocelový průvlak (prostý nosník na rozpětí 5,95m) v průčelí vynáší reakce krokví....Nd= 8,3kN/m

NÁVRHOVÉ ZATÍŽENÍ PRŮVLAKU:

Střecha.....	8,3 kN/m
Zdivo Ytong.....	$0,25 \cdot 0,25 \cdot 8 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,35 = 0,67 \text{ ,,}$
Ocel. průvlak.....	$0,3 \text{ kN/m} \cdot 1,35 = 0,43 \text{ ,,}$
Celkem.....	$f_{d.} = 9,4 \text{ ,,}$

Návrhové hodnoty vnitřních sil:

1) Ohybový moment... $M_{dy} = \frac{1}{8} \cdot 9,4 \cdot 5,95^2 = \underline{\underline{41,6 \text{ kNm}}}$

2) Smyková síla (reakce)..... $V_{d,max} = 9,4 \cdot 2,97 = \underline{\underline{28 \text{ kN}}}$

Parametry ocelového nosníku Uč.220...b/h = 80/220mm:

Ocel S235... $f_y = 235 \text{ MPa}$; $f_y(\text{smyk}) = 235 \cdot 0,577 = 135 \text{ MPa}$

Součinitel materiálu $\gamma_M = \gamma_{M1} = \gamma_{M2} = 1$

Tloušťka stojiny.....0,9cm

Tloušťka pásnic.....1,25cm

Plocha nosníku..... $A = 37,4 \text{ cm}^2$

Účinná smyková plocha..... $A_{vy} = 0,9 \cdot (22 - 2 \cdot 2,5) = 0,9 \cdot 17 = 15,3 \text{ cm}^2$

Momenty setrvačnosti..... $I_y = 2690 \text{ cm}^4$; $I_z = 197 \text{ cm}^4$

Moment setrvačnosti v kroucení..... $I_t = 16,2 \text{ cm}^4$

Moduly průřezu..... $W_y = 245 \text{ cm}^3$; $W_z = 33,6 \text{ cm}^3$

Poloměry setrvačnosti..... $i_y = 8,48 \text{ cm}$; $i_z = 2,29 \text{ cm}$

Výsečový moment setrvačnosti $I \omega = 14600 \text{ cm}^6$

Výsečová souřadnice..... $\omega_{min} = 26,3 \text{ cm}^2$ $\omega_{max} = 49,8 \text{ cm}^2$

Výsečový modul průřezu $W \omega = I \omega / \omega_{min} = 14600 / 26,3 = 555 \text{ cm}^4$

$W \omega = I \omega / \omega_{max} = 14600 / 49,8 = 293 \text{ cm}^4$

$W \omega_{min} = 293 \text{ cm}^4$ $W \omega_{max} = 555 \text{ cm}^4$

Polární poloměr setrvačnosti ke středu ohybu A $i_A = \sqrt{i_y^2 + i_z^2 + a_y^2 + a_z^2} = \underline{\underline{9,76 \text{ cm}}}$

$$= \sqrt{8,48^2 + 2,29^2 + 4,25^2 + 0^2} = \sqrt{71,9 + 5,3 + 18,1 + 0} = \sqrt{95,3} = 9,76 \text{ cm}$$

Parametr... $\psi^2 = \frac{G \cdot I_t}{E \cdot I_\omega} = \frac{810 \cdot 16,2}{2100 \cdot 14600} = 0,38 \cdot \frac{16,2}{14600} = 0,38 \cdot 0,0011 = 0,00042 / \text{cm}^2 \rightarrow \underline{\underline{\psi = k = 0,02 / \text{cm}}}$

Poloměr setrvačnosti tlačенého pásu ohýbaného prutu: $h' = h - t_2 = 22 - 1,25 = 20,75$

$$\dots i_{z1} = \frac{i_z \cdot h'}{i_y \cdot 2} = \frac{2,29 \cdot 20,75}{8,48 \cdot 2} = \underline{\underline{2,8 \text{ cm}}}$$

Poměrný parametr kroucení..... $\alpha_t = \frac{0,62 \cdot I_{z1}}{h'} \cdot \sqrt{\frac{I_t}{I_z}}$

$$\frac{\alpha_t}{I_{zi}} = \frac{0,62}{h'} \cdot \sqrt{\frac{I_t}{I_z}} = \frac{0,62}{20,75} \cdot \sqrt{\frac{16,2}{197}} = 0,03 \cdot 0,287 = \underline{\underline{0,0086 / \text{cm}}}$$

VELIKOSTI DÍLČÍCH NAPĚTÍ:

1) Ohybový moment...M_{dy} = 41,6 kNm

$$\sigma_{d1,Mdy} = \frac{Mdy}{W_y} = \frac{41,6}{0,245} = 170 \text{ MPa} \leq f_y = 235 \text{ MPa}; \quad \sigma_{d1,Mdy} / f_y = \frac{170}{235} = 0,72 \leq 1$$

Klopení tlačného pásu 1,25/8cm...L_z=595cm..Ohyb.moment.. M_{dy}= 41,6 kNm

$$M_{c,Rd} = \text{únosnost bez vlivu klopení} = W_y \cdot f = 0,000245 \cdot 235000 = \underline{57,5 \text{ kNm}}$$

$$M_{b,Rd} = \text{návrhový moment nosníku při klopení} = \chi \cdot M_{c,Rd} = \chi \cdot 57,5 \text{ kNm}$$

$$A_{eff,f} = \text{účinná plocha tlačného pásu} = 1,25 \cdot 8 = 10 \text{ cm}^2$$

$$A_{eff,wc} = \text{účinná plocha stojiny} = 0,9 \cdot 19,5/3 = 5,85 \text{ cm}^2; \quad A_{eff} = 1,25 \cdot 8 + 5,85 = \underline{15,8 \text{ cm}^2}$$

$$I_{eff} = \frac{1}{12} \cdot 1,25 \cdot 8^3 = 53,3 \text{ cm}^4; \quad i_{f,z} = \sqrt{\frac{53,3}{15,8}} = 1,84 \text{ cm}$$

$$\lambda_1 = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3,14 \cdot \sqrt{\frac{210000}{235}} = 3,14 \cdot 29,8 = \underline{93,9} \text{ platí vždy pro ocel S235} (\epsilon = 1)$$

$$\lambda_z = \frac{595}{1,84} = 323 > 150; \quad \text{Poměrná štíhlost...} \quad \lambda_{LT} = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{323}{93,9} = \underline{3,4} > 1$$

Nutno kotvit krokve do horního pásu ocelového nosníku a tím eliminovat klopení.

2) Smyk.....V_{dy} = 9,4 . 2,97 =27,9 kN

$$A_w = \text{účinná smyková plocha stojiny} = 0,9 \cdot (22 - 1,25 \cdot 2) = 0,9 \cdot 19,5 = 17,6 \text{ cm}^2$$

Platí podmínka, že... $h_w/t_w = 19,5/0,9 = 22 \leq 72 \rightarrow$ není nutné posuzovat boulení

$$V_{c,Rd} = \text{Únosnost stojiny ve smyku} = A_w \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}} = 1,76 \cdot \frac{235}{\sqrt{3}} = 1,76 \cdot 135 \text{ MPa} = \underline{240 \text{ kN} \geq 27,9 \text{ kN}}$$

$$\tau_d = \text{smykové napětí stojiny} = V_{dy}/A_w = 27,9/0,00176 = 15852 \text{ kN/m}^2 = \underline{15,8 \text{ MPa}}$$

Platí podmínka, že... $A_f1/A_w = 1,25 \cdot 8 / 17,6 = 10/17,6 = 0,57 \geq 0,6$

3) Kroucení nosníku...M_T = 1,18 kNm

Nosník je v podporách podepřen vůči kroucení kotvením do věnce.

Kroucení je způsobeno excentricitou od středu zatížení ke středu ohybu ocelového průvlaku.

$$\text{Krutící moment...} \quad M_T = 27,9 \cdot 0,0425 = 1,18 \text{ kNm}$$

$$\text{Moment setrvačnosti v kroucení...} \quad I_t = 16,2 \text{ cm}^4$$

$$\text{Moment setrvačnosti -výsečový...} \quad I_\omega = 14600 \text{ cm}^6$$

$$\text{Výsečová souřadnice...} \quad \omega_{max} = 49,8 \text{ cm}^2$$

$$W_\omega = I_\omega / \omega_{max} = 14600 / 49,8 = 292 \text{ cm}^4 = 0,00000292 \text{ m}^4; \quad k = \sqrt{\frac{0,38 \cdot I_t}{I_\omega}} = \sqrt{\frac{0,38 \cdot 16,2}{14600}} = 0,02/\text{cm}$$

$$\sigma_{T} = \frac{M_T}{W_\omega \cdot k} = \frac{1,18}{0,000002922} = 202054 \text{ kN/m}^2 = 202 \text{ MPa} \leq f_y = 235 \text{ MPa};$$

V místě podpory je nulový ohybový moment... průřez vyhoví na kroucení

4) Průhyb.....f_k = fd/1,34 = 9,4/1,34=7 kN/m

$$w = \frac{f_k \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_y} = \frac{5,7 \cdot 5,95^4}{384 \cdot 2,1 \cdot 10^8 \cdot 2690 \cdot 10^{-8}} = \frac{5,7 \cdot 5,95^4}{384 \cdot 2,1 \cdot 2690} = 0,02 \text{ m} = 2 \text{ cm} > L/400 = 595/400 = 1,5 \text{ cm}$$

Průřez Uč.220 nevyhoví na průhyb...kvůli skleněným výkladcům.

Provést buď Uč.240...pak $w = 2 \text{ cm} \cdot (2690/3600) = 2 \cdot 0,75 = 1,5 \text{ cm}$... Vyhoví

Nebo Ič.240, které je výhodnější z důvodů kroucení.

E) POSUDEK PŘEKLADŮ :

Nad okny a dveřmi jsou nosné překlady Ytong:

Hmotnost zdiva Ytong tl.25cm včetně omítek a zateplení:

$$G_k = 0,25 \cdot 6 \text{ kN/m}^3 + 2,0 \cdot 0,12 \cdot 16 \text{ kN/m}^3 + 0,05_{(\text{izolace})} = 1,5 + 0,38 + 0,08 = 1,96 \text{ kN/m}^2$$

$$t \cdot j = 1,96 / 0,25 = \underline{8 \text{ kNm}^3}$$

1) PŘEKLAD NAD DVEŘMI $L_o = 1,1 \text{ m} \dots \text{NOPIII/3/22} \dots 25/25/150 \text{ cm}$

Navrhové zatížení překladu:

Střecha..... $1,92 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,2 = 2,304 \text{ kN/m}$ $8,3 \text{ kN/m}$

Zdivo Ytong..... $(0,25 \cdot 8 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,35) \cdot 0,65 = 2,7 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,65 = 1,75 \text{ „}$

Věnc $(0,25 \cdot 0,25 \cdot 25 \text{ kN/m}^3) \cdot 1,35 = 1,56 \cdot 1,35 = 2,1 \text{ „}$

Celkem..... $f_d = 12,2 \text{ „}$

Dle podkladů Ytong je gd, (dov.včetně vl.tíhy = $22 \text{ kN/m} > 12,2 \dots \text{Vyhoví}$)

Informativní návrhový moment... $M_d = 22 \cdot 1,25^2 / 8 = 4,3 \text{ kNm}$

2) PŘEKLAD NAD OKNY $L_o = 0,75 \text{ m} \dots \text{NOPII/3/23} \dots 25/25/130 \text{ cm}$

$f_d = 12,2 \text{ kN/m}$

Dle podkladů Ytong je gd, (dov.včetně vl.tíhy = $23 \text{ kN/m} > 12,2 \dots \text{Vyhoví}$)

Informativní návrhový moment... $M_d = 23 \cdot 0,85^2 / 8 = 2,1 \text{ kNm}$

F) ZATÍŽENÍ ZDIVA YTONG + ZÁKLADY :

1) ZADNÍ STĚNA WC...25/100cm

Překlad dle bodu E..... $12,2 \text{ kN/m}$

Zdivo Ytong..... $(0,25 \cdot 8 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,35) \cdot 2,65 = 2,7 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,65 = 7,2 \text{ „}$

Návrhové zatížení $N_{d..} = \underline{19,4 \text{ „}}$

$\sigma_{zdiva} = 19,4 / (0,25 \cdot 1) = 78 \text{ kN/m}^2 = 0,08 \text{ MPa} \leq 0,35 \text{ MPa} \rightarrow \text{Vyhoví Ytong P4/M2,5}$

Základ...konstruktivní šířka základu ...0,25m; Vl.tíha.. $G_d = 0,25 \cdot 1,2 \cdot 24 \cdot 1,35 = 9,7 \text{ kN/m}$

$\sigma_{zákl.spáry} = (19,4 + 9,7) / (0,25 \cdot 1) = 29,1 / 0,25 = 117 \text{ kN/m}^2 = \underline{0,12 \text{ MPa} \leq 0,2 \text{ MPa} \rightarrow \text{Vyhoví}}$

2) ČELNÍ ROHOVÝ UZEL MHD... 25/100cm

Na těchto dvou uzlech je uložen ocelový průvlak Uč.240:

Reakce ocelového průvlaku... $9,4 \cdot 2,97 = 28 \text{ kN}$

Zdivo Ytong nad věncem..... $(0,25 \cdot 8 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,35) \cdot 0,4 \cdot 1 = 2,7 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,4 = 1,1 \text{ „}$

Věnc štítu..... $(0,25 \cdot 0,25 \cdot 25 \text{ kN/m}^3) \cdot 1 \cdot 1,35 = 1,56 \cdot 1,35 = 2,1 \text{ „}$

Zdivo Ytong pod věncem..... $(0,25 \cdot 8 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,35) \cdot 2,65 \cdot 1 = 2,7 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,65 = 7,2 \text{ „}$

Návrhové zatížení $N_{d..} = \underline{38,4 \text{ „}}$

Excentrické uložení ocelového průvlaku na konci stěny způsobuje vůči ose pomyslného pilíře šířky 1m ohybový moment... $M_{dz} = 28 \cdot (0,5 - 0,05) = 28 \cdot 0,45 = \underline{12,6 \text{ kNm}}$

$e_{dz} = 12,6 / 38,4 = 0,33 \text{ m}$

$\sigma_{zdiva} = 38,4 / 0,25 \cdot (1 - 2 \cdot 0,33) = 38,4 / 0,25 \cdot 0,34 = 38,4 / 0,085 = 451 \text{ kN/m}^2 = 0,45 \text{ MPa} > 0,35 \text{ MPa}$

Pomyslný pilíř šířky 1m nevyhoví...nutno jej odlehčit provedením konzolového věnce.

$$M_{d(věnce25/25cm)} = 28.0,5 = \underline{14kNm} \rightarrow 2\emptyset R12 \text{ do horního líce}$$

$$d = 25-2-1 = 22cm \quad A_s = 2,26 \text{ cm}^2, \quad F_s = 2,26 \cdot 43,5 = 98 \text{ kN} \quad :$$

$$z = d - (F_s / 2 \cdot b \cdot f_{yd}) = 0,22 - (98 / 2 \cdot 0,25 \cdot 13300) = 0,22 - 0,015 = 0,2m$$

$$M_{Rd} = F_s \cdot z = 98 \cdot 0,2 = 19,6 \text{ kNm} > 14 \text{ kNm}$$

Třmínky $\emptyset R6$ á 15cm.v úseku 1,2m; $A_{sw}=0,28\text{cm}^2 \cdot 2ks = 0,56\text{cm}^2$; $f_{yw} = 435 \text{ MPa} \rightarrow F_{sw} = 24,6 \text{ kN}$
 Tyto třmínky 2 střížné $\emptyset R6$ á 0,15m přenesou smykovou sílu
 $V_{Rd,s} = F_{sw(2\emptyset R6)} \cdot z \cdot \cotg \theta / s = 24,6 \cdot 0,2 \cdot 2,5 / 0,15 = 12,3 / 0,15 = \underline{82 \text{ kN} > 28 \text{ kN}}$

Základ...0,25/1,6 m; Vl.tíha..Gd = 0,25.1,2. 24.1,35.1,6 = 9,7.1,6 = 15,5kN
 $N_d = 38,4 + 15,5 = \underline{53,9kN} \quad e_{dz} = 12,6 / 53,9 = 0,23m$
 $\sigma_{zákl.spáry} = 53,9 / 0,25 \cdot (1,6 - 2 \cdot 0,23) = 53,9 / (0,25 \cdot 1,14) = 53,9 / 0,28 = 190 \text{ kN/m}^2 = \underline{0,19 \text{ MPa}} \leq 0,2 \text{ MPa} \rightarrow \text{Vyhoví}$

2) ČELNÍ ROHOVÝ UZEL MHD... 25/150cm

Na těchto dvou uzlech je uložen ocelový průvlak Uč.240:

Reakce ocelového průvlaku...9,4.2,97=.....28 kN
 Zdivo Ytong nad věncem...(0,25. 8kN/m³ . 1,35).0,4.1,5 = 2,7kN/m² .0,6=....1,6 ,,
 Věnc štítu.....(0,25.0,25.25kN/m³) .1,6.1,35=2,5.1,35=.....3,4 ,,
Zdivo Ytong pod věncem...(0,25. 8kN/m³ . 1,35). 1,5.2,65 = 4kN/m² .2,65= 10,7 ,,
 Návrhové zatíženíN_d..= 43,7 “

a) Excentricita ve směru štítu

Excentrické uložení ocelového průvlaku na konci stěny způsobuje vůči ose pomyslného pilíře šířky 1,5m ohybový moment... $M_{dz} = 28 \cdot (0,75 - 0,05) = 28 \cdot 0,7 = \underline{19,6kNm}$
 $e_{dz} = 19,6 / 43,7 = 0,45m$

$\sigma_{zdiva} = 43,7 / 0,25 \cdot (1,5 - 2 \cdot 0,45) = 43,7 / (0,25 \cdot 0,6) = 43,7 / 0,15 = 290 \text{ kN/m}^2 = 0,29 \text{ MPa} < 0,35 \text{ MPa}$
 Pomyslný pilíř šířky 1,5m **vyhoví**...bude odlehčen provedením konzolového věnce.

$M_{d(věnce25/25cm)} = \underline{19,6kNm} \rightarrow 2\emptyset R12 \text{ do horního líce}$
 $d = 25-2-1 = 22cm \quad A_s = 2,26 \text{ cm}^2, \quad F_s = 2,26 \cdot 43,5 = 98 \text{ kN} \quad :$
 $z = d - (F_s / 2 \cdot b \cdot f_{yd}) = 0,22 - (98 / 2 \cdot 0,25 \cdot 13300) = 0,22 - 0,015 = 0,2m$
 $M_{Rd} = F_s \cdot z = 98 \cdot 0,2 = 19,6 \text{ kNm} > 19,6 \text{ kNm}$

Třmínky $\emptyset R6$ á 15cm.v úseku 1,5m; $A_{sw}=0,28\text{cm}^2 \cdot 2ks = 0,56\text{cm}^2$; $f_{yw} = 435 \text{ MPa} \rightarrow F_{sw} = 24,6 \text{ kN}$
 Tyto třmínky 2 střížné $\emptyset R6$ á 0,15m přenesou smykovou sílu
 $V_{Rd,s} = F_{sw(2\emptyset R6)} \cdot z \cdot \cotg \theta / s = 24,6 \cdot 0,2 \cdot 2,5 / 0,15 = 12,3 / 0,15 = \underline{82 \text{ kN} > 28 \text{ kN}}$

Základ...0,25/2,1 m; Vl.tíha..Gd = 0,25.1,2. 24.1,35.2,1 = 9,7.2,1 = 20,3kN
 $N_d = 43,7 + 20,3 = \underline{64kN} \quad e_{dz} = 19,6 / 64 = 0,3m$
 $\sigma_{zákl.spáry} = 64 / 0,25 \cdot (2,1 - 2 \cdot 0,3) = 64 / (0,25 \cdot 1,5) = 64 / 0,37 = 172 \text{ kN/m}^2 = \underline{0,17 \text{ MPa}} \leq 0,2 \text{ MPa} \rightarrow \text{Vyhoví}$

b) Excentricita ve směru podélném:

Ve směru podélném tedy je exponovaný roh **25/60cm** zatížen silou $N_d=43,7\text{kN}$
Uložení ocelového průvlaku na konci stěny způsobuje vůči ose pilíře tl.25cm ohybový moment... $M_{dy} = 28$. $e_{dy(\text{strop})} = 28,0,042 = \underline{1,2\text{kNm}}$ $e_{dy(\text{strop})} = (12,5-8,3) = 4,2\text{cm}$

POSUDEK PILÍŘE 25/60cm Ytong P4-500/M2,5, h=2,8m světlá výška

Výpočet proveden dle ČSN EN 1996-1-1

Obecné údaje:

Pálený zdicí prvek **skupiny 1.....zdicí prvky bez otvorů....plné cihly, pórobeton, vápenopísk**

Zdicí prvky při zadané návrhové maltě jsou dále zařazeny do **kategorie I.**

To znamená, že dílčí (návrhový) součinitel spolehlivosti zdiva ... $\gamma_M = 2,5$

$f_u = 4 \text{ MPa}$ (deklarovaná pevnost zdicích prvků v tlaku od výrobce)

$f_b = 2,6 \text{ MPa}$... Normalizovaná průměrná pevnost zdicího prvku v tlaku

$f_m = 2,5 \text{ MPa}$...Průměrná pevnost malty obyčejné maltyM2,5

$K = 0,8$Součinitel pro skupinu 1....viz tabulka 3-str.33..ČSN EN 1996-1-1

Charakteristická pevnost zdiva v tlaku... P4/M2,5

$f_k = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3} = 0,8 \cdot 2,6^{0,7} \cdot 2,5^{0,3} = 0,8 \cdot 1,95 \cdot 1,31 = \underline{2,1 \text{ MPa}}$

$f_d = f_k / \gamma_M = 2,1/2,5 = 0,84 \text{ MPa}$ Návrhová pevnost v tlaku

1) ÚNOSNOST STĚNY V HLAVĚ BEZ VZPĚRU:

$b = 0,6\text{m}$...šířka stěny, $t = 0,25\text{m}$...tloušťka stěny, $h_{ef} = h \cdot \rho_2 = 2,8 \cdot 1 = 2,8\text{m}$ výška stěny

$E = 700 \cdot f_k$ (pro porobeton),

$N_{Rd} = \Phi \cdot f_d \cdot A$

..... Φ = zmenšující součinitel (v hlavě, patě nebo ve středu) vyjadřující vliv vzpěru, počáteční výstřednosti a výstřednosti způsobené zatížením a účinky dotvarování.

Výstřednosti v hlavě..... $e_{mk} = e_m + e_k = \geq 0,05 \cdot t = t/20$

Pro štíhlost stěn $h_{ef}/t = 280/25 = 11,2 \leq 15$... $e_k = 0$ (Dotvarování lze zanedbat)

Výstřednost od excentrického uložení ocelového průvlaku... $e_{strop} = 4,2\text{cm}$

Výstřednost od tlaku větru, pokud působí... $e_{hm} = 0$

Výstřednost počáteční..... $e_{init} = h_{ef}/450 = 280/450 = 0,62\text{cm}$

Výstřednost bez dotvarování... $e_m = e_{strop} + e_{hm} \pm e_{init} = 4,2 + 0 + 0,62 = 4,84\text{cm} = e_{mk}$

Únosnost bez vzpěru:

$E =$ krátkodobý modul pružnosti = $K_E \cdot f_k = 700 \cdot f_k = 700 \cdot 2,1 \text{ MPa} = \underline{1470 \text{ MPa}}$

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t} \cdot \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{0}{30} \cdot \sqrt{\frac{f_k}{700 \cdot f_k}} = 0$$

$$A_1 = 1 - 2 \cdot \left(\frac{e_m}{t} \right) = 1 - 2 \cdot \left(\frac{4,84}{25} \right) = 1 - 2 \cdot 0,19 = 1 - 0,38 = 0,62$$

$$u = \frac{\frac{h_{ef}}{t} - 1,67}{19,3 - 31 \cdot \left(\frac{e_m}{t} \right)} = \frac{\frac{0}{25} - 1,67}{19,3 - 31 \cdot \left(\frac{4,84}{25} \right)} = \frac{0 - 1,67}{19,3 - 6} = \frac{-1,67}{13,3} = -0,13$$

$$\Phi_m = A_1 \cdot e^{-\frac{u^2}{2}} = 0,62 \cdot 2,72^{-\frac{-0,13^2}{2}} = 0,62 \cdot 2,72^{-0,017} = 0,62 = \mathbf{0,62}$$

(e = základ přirozeného logaritmu = Eulerovo číslo = 2,72)

$$\mathbf{N_{Rd} = \Phi_m \cdot f_d \cdot b \cdot h = 0,62 \cdot 840 \cdot (0,25 \cdot 0,6) = 78 \text{ kN} > 43,7 \text{ kN}}$$

Informativní dovolená velikost napětí..... $78/(0,25 \cdot 0,6) = 78/0,15 = 520 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,52 \text{ MPa}}$

$$e_{mk}/t = 4,84/25 = 0,19 \dots \Phi_m = 0,62 \dots \text{z grafu} \dots \text{odpovídá}$$

2) ÚNOSNOST UPROSTŘED VÝŠKY - VZPĚR:

b = 0,6m...šířka stěny, t = 0,25m...tloušťka stěny, h_{ef} = h · ρ₂ = 2,8 · 1 = 2,8m ...výška stěny

E = 700 · f_k (pro porobeton),

$$N_{Rd} = \Phi \cdot f_d \cdot A$$

.....Φ = zmenšující součinitel (v hlavě, patě nebo ve středu) vyjadřující vliv vzpěru, počáteční výstřednosti a výstřednosti způsobené zatížením a účinky dotvarování.

Výstřednosti v hlavě..... $e_{mk} = e_m + e_k = \geq 0,05 \cdot t = t/20$

Pro štíhlost stěn h_{ef}/t = 280/25 = 11,2 ≤ 15... e_k = 0 (Dotvarování lze zanedbat)

Výstřednost od excentrického uložení ocelového ptůvlaku...e_{strop} = 4,2cm

Výstřednost od tlaku větru, pokud působí...e_{hm} = 0

Výstřednost počáteční.....e_{init} = h_{ef}/450 = 280/450 = 0,62cm

Výstřednost bez dotvarování... $e_m = e_{strop} + e_{hm} \pm e_{init} = 4,2 + 0 + 0,62 = \mathbf{4,84 \text{ cm}} = e_{mk}$

E = krátkodobý modul pružnosti = K_E · f_k = 700 · f_k = 700 · 2,1MPa = **1470MPa**

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t} \cdot \sqrt{\frac{f_k}{E}} = \frac{280}{25} \cdot \sqrt{\frac{f_k}{700 \cdot f_k}} = 11,2 \cdot 0,038 = 0,43$$

$$A_1 = 1 - 2 \cdot \left(\frac{e_m}{t}\right) = 1 - 2 \cdot \left(\frac{4,84}{25}\right) = 1 - 2 \cdot 0,19 = 1 - 0,38 = 0,62$$

$$u = \frac{\frac{h_{ef}}{t} - 1,67}{19,3 - 31 \cdot \left(\frac{e_m}{t}\right)} = \frac{\frac{280}{25} - 1,67}{19,3 - 31 \cdot \left(\frac{4,84}{25}\right)} = \frac{11,2 - 1,67}{19,3 - 6} = \frac{9,53}{13,3} = 0,72$$

$$\Phi_m = A_1 \cdot e^{-\frac{u^2}{2}} = 0,62 \cdot 2,72^{-\frac{0,72^2}{2}} = 0,62 \cdot 2,72^{-0,26} = 0,62 \cdot 0,77 = \mathbf{0,48}$$

$$\mathbf{N_{Rd} = \Phi_m \cdot f_d \cdot b \cdot h = 0,48 \cdot 840 \cdot (0,25 \cdot 0,6) = 60 \text{ kN} > 43,7 \text{ kN} \dots \text{Vyhoví}}$$

Informativní dovolená velikost napětí..... $60/(0,25 \cdot 0,6) = 60/0,15 = 400 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,4 \text{ MPa}}$

$$e_{mk}/t = 4,84/25 = 0,19 \dots \Phi_m = 0,48 \dots \text{z grafu} \dots \text{odpovídá}$$