

Návrh nosnej konštrukcie stavby podľa STN 73 0002

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Spracovateľ: Ing. Ján Bielický, autorizovaný inžinier, Veterná 5, Holíč, reg. č. 0071*A*3-1 Statika stavieb, 0071*A*1 Pozemné stavby | | Miesto stavby: Holíč nám. Sv. Martina 5. | |
| Stavba: Rozšírenie telocvične a rekonštrukcia strechy - posúdenie navrhovaného stavu nosnej konštrukcie | | Investor: Stredná odborná škola Holíč nám. Sv. Martina 5. Hotelová akadémia Dopravná priemyslovka | |
| Objednávka z 3. 5. 2016. | Počet strán / z toho príloh: 19/6 | Počet odovzdaných vyhotovení: 6. | Č. zák. 05/16 |

1. Úvodná časť

1.1 Použité technické normy

Normy platné k 31. 5. 2016:

- 1) STN 73 0002 – Navrhovanie nosných konštrukcií stavieb.
- 2) STN 73 0005 – Modulová koordinácia rozmerov vo výstavbe.
- 3) STN EN 1990 (73 0031) – Eurokód. Zásady navrhovania konštrukcií.
- 4) STN EN 1991-1-1 (73 0035) - Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-1:Všeobecné zaťaženia. Objemová tiaž, vlastná tiaž a úžitkové zaťaženia budov.
- 5) STN EN 1991-1-3 (73 0035) - Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-3: Zaťaženia snehom.
- 6) STN EN 1991-1-4 (73 0035) - Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-4: Zaťaženie vetrom.
- 7) STN EN 1991-1-7 (73 0035) – Eurokód 1 Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-7: Mimoriadne zaťaženia.
- 8) STN 73 0081 – Ochrana proti korózii v stavebníctve. Všeobecné ustanovenia.
- 9) STN 73 0090 – Zakladanie stavieb. Geologický prieskum pre stavebné účely.
- 10) STN EN 1997-1 (73 0091) - Eurokód 7. Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 1: Všeobecné pravidlá.
- 11) STN 73 1001 – Geotechnické konštrukcie. Zakladanie stavieb.
- 12) STN 73 1021 – Zakladanie stavieb. Podchytávanie budov malej podlažnosti.
- 13) STN EN 1992-1-1 (73 1201) - Eurokód 2. Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre pozemné stavby.
- 14) STN EN 1993-1-1 (73 1401) - Eurokód 3. Navrhovanie oceľových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy.
- 15) STN EN 206-1 73 2403 Betón. Časť 1: Špecifikácia, vlastnosti, výroby a zhoda

Neplatné bývalé slovenské technické normy:

- 16) STN 73 0038 – Navrhovanie a posudzovanie stavebných konštrukcií pri prestavbách.
- 17) STN 73 1000 – Zakladanie stavebných objektov. Základné ustanovenia pre navrhovanie.
- 18) STN 73 1101 – Navrhovanie murovaných konštrukcií.
- 19) STN 73 1401 – Navrhovanie oceľových konštrukcií.

1.2 Použité predpisy:

- 20) stavebný zákon č. 50/1976 Zb. v znení zákona č. 103/1990 Zb., zákona č. 262/1992 Zb., zákona č. 229/1997 Z. z., zákona č. 237/2000 Z. z., zákona č. 553/2001 Z. z. a nález č. 217/2002 Z. z.
- 21) vyhláška 453/2000 Z.z.(ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia stavebného zákona
- 22) vyhláška č. 532/2002 Z. z. ktorou sa ustanovujú podrobnosti o všeobecných technických požiadavkách na výstavbu a o všeobecných technických požiadavkách na stavby užívané osobami s obmedzenou schopnosťou pohybu a orientácie
- 23) zákon č. 138/1992 Zb. o autorizovaných architektoch a autorizovaných stavebných inžinieroch
- 24) zákon 69/2009 Z.z. (Úplné znenie zákona č. 90/1998 Z. z. o stavebných výrobkoch

1.3 Zoznam podkladov na vypracovanie návrhu nosnej konštrukcie stavby:

- štúdia stavby,
- prieskum,
- prehliadka, zameranie rozmerov na mieste
- vyhotovenie fotorgafií
- Zborník prednášok z postgraduálneho kurzu Navrhovanie oceľových konštrukcií podľa STN 731401

2. Technická správa

Popis nosného systému stavby zo statického hľadiska, schéma, označovanie

Stavba je prízemná jednoloďová hala bez podpivničenia. Má oceľovú nosnú konštrukciu z valcovaných stĺpov profilu I 180 a oceľových rúrkových priehradových väzníkov.

Obvodový plášť je vymurovaný z pórobetónu ako náhrada pôvodného ľahkého plechového opláštenia s minerálnou vlnou

Pôvodné oceľové stĺpy majú podľa statického výpočtu neprípustné vodorovné deformácie na hornom okraji, ktoré sa prejavujú vznikom trhlín v murive obvodového plášťa. Preto je zosilnenie stĺpov riešené pridaním ďalšieho I-profilu, ktorý tieto doformácie podstatne obmedzí (viď statický výpočet).

Jestvujúce stĺpy sú uložené na betónových pätkách. Kvôli zvýšeniu celej stavby o 1,8 m je potrebné predĺžiť pätky aby nedošlo k ich prevráteniu. Pôvodné pätky s pribetónovanou časťou budú spojené oceľovými kotvami Hilti - Hit a oceľovým profilom nad základov privareným k oceľovému stĺpu. Na opačnej strane sa na zosilnenie základov využije jestvujúci inštalčný kanál.

3. Statický výpočet

3.1 Uvažované zaťaženie

Pri statickom posudzovaní stavby je uvažované len so statickým zaťažením stavby, ktoré pozostáva z týchto zaťažení:

- stále zaťaženie vlastnou tiažou konštrukcií,
- užitočné zaťaženie vzniknuté pri užívaní stavby,
- klimatické zaťaženie od meteorologických javov (sneh, vietor, zmeny teploty).

Neuvažuje sa so zaťažením od vynútených pretvorení.

Podľa normy STN EN 1998-1 (73 0036) - Eurokód 8 nie je potrebné uvažovať so zaťažením stavby seizmickými účinkami.

Jedná sa o konštrukciu 1. kategórie podľa normy STN EN 1991-1-7 (73 0035) – Eurokód 1 Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-7, preto nie sú zvlášť uvažované účinky explózií. Spolupôsobenie jednotlivých konštrukcií je zabezpečené konštrukciou strechy a železobetónovým vencom v obvodovom murive..

Mimoriadne zaťaženie vozidlami sa neuvažuje.

3.2 Označenia podľa EN

A – plocha, zaťažená plocha
A₀ – základná plocha

E – modul pružnosti
F - zaťaženie všeobecne, spolu

G – stále zaťaženie
G – modul pružnosti v šmyku
I – moment zotrvačnosti
M – ohybový moment
N – normálová sila
Q – premenné zaťaženie
R – reakcia
S – statický moment prierezu
S – zaťaženie snehom
V – priečna sila
V – objem
W – prierezový modul
W – zaťaženie vetrom
X,Y,Z – sila s smerom x,y,z
b - šírka
e – excentricita
f – pevnosť materiálu
g – tiažové zrýchlenie
 g_k – tiaž na jednotku plochy alebo dĺžky
h – výška
i – polomer zotrvačnosti
l - rozpätie
m – hmotnosť
 q_k – charakteristická hodnota rovnomerného zaťaženia
s – spojitý zaťaženie snehom
t – hrúbka tenkých prvkov
u – obvod
u,v,w – zložky premiestnenia
w – spojitý zaťaženie vetrom
x,y,z – súradnice
z – rameno síl
 α – sklon strechy pri zaťažení snehom
 γ – objemová tiaž

γ – parciálny súčiniteľ spoľahlivosti
 λ - štíhlosť
 μ - koeficient
 ν – Poissonovo číslo
 ρ – hmotnosť na jednotku objemu
 σ – normálové napätie
 ψ_0 – redukčný súčiniteľ, súčiniteľ kombinácie premenného zaťaženia

Materiály:

a – oceľ
c (con) – betón
e (el) – medza pružnosti
pl – plastický
s – betonárska výstuž
y (yi) – tečenie (k medzi klzu)

Ostatné indexy

cr - kritický
d - návrhový
e - pružný
eff - efektívny
f – zaťaženie, sila
h – horizontálny
k - charakteristický
max,min – maximálny, minimálny
mean - priemerný
n (nom) – nominálny
rep – reprezentatívny
sup – horný

Označenia a značky vo výpočtovom programe sú dané použitým programom, nie sú nastaviteľné.

3.3 Navrhované materiály, ich charakteristiky

Navrhované materiály nosných konštrukcií sú:

- betón železový tr. C12/15 (predtým B15), pre trvalú situáciu $f_{cd} = 8,0$ MPa, $f_{ctd} = 0,73$ MPa, $E_{b0} = 27,0$ GPa,
- betón železový tr. C16/20 (predtým B 20, tr. III, 250), pre trvalú situáciu $f_{cd} = 10,67$ MPa, $f_{ctd} = 0,87$ MPa, $E_{b0} = 29,0$ GPa,
- betonárska výstuž B500B (podľa nemeckých noriem BSt500S), podľa ČSN 42 5538 oceľ 10 505.9 – Ø R, medza klzu príp. medza 0,2 - $R_{epríp.}$ $R_{p0,2} = 490$ MPa pre betón C16/20 a vyššej triedy
- oceľ S 235 (predtým rad 37), pevnosť na medzi klzu $f_y = 235$ MPa, $E = 210$ GPa, $\alpha = 0,000012$ °C⁻¹,

3.4 Geologické pomery

Investor poskytol na vypracovanie projektu správu o hydrogeologickom prieskume vypracovanú Stavopravou Bratislava č. 719/60 z apríla 1960.

Prostredie podľa STN EN 206/2002 z hľadiska korózie betónu:

X0 - bez nebezpečenstva korózie - betón základov bez výstuže a bez účinkov mrazu

XC1 suché alebo stále mokré – betón v interiéri v suchu alebo naopak trvale vo vode

3.5 Statický výpočet

3.5.1 Geometrický tvar

Geometrický tvar konštrukcií je zrejmy z dokumentácie, prútové sústavy sú vyznačené v statickom výpočte.

3.5.2 Statická schéma

Statická schéma vrátane uvažovaného uloženia je zrejma zo statického výpočtu.

3.5.3 Zaťaženie

Výpočet zaťaženia - STN EN 1991 - 1 - 1 73 0035 Eurokód 1 časť 1-1

Jedná sa o budovu alebo inú bežnú konštrukciu podľa ENV, konštrukcia je triedy 4. Informatívna návrhová životnosť konštrukcie je podľa tab 2.1 STN 73 0031 50 rokov. Pri výpočte sa predpokladá, že trvanlivosť konštrukcie v prostredí je taká, že konštrukcia zostáva spôsobilá na použitie počas návrhovej životnosti s primeranou údržbou.

Medzné stavy únosnosti sú EQU, STR, GEO, FAT. Podľa NA sa pre rôzne medzné stavy únosnosti používajú rozdielne súbory parciálnych súčiniteľov γ . podmienka $E_d \leq R_d$

Použije sa STR - musí sa overiť možnosť vnútornej poruchy alebo deformácie konštrukcie.

Návrhová situácia trvalá - podmienky normálneho používania.

G) Stále zaťaženie "g":

G1) Zaťaženie strešnou krytinou bez krokiev na m² plochy strechy "g₁":

| | charakteristické | súčiniteľ spoľahlivosti | návrhové max. (výpočtové) | súčiniteľ spoľahlivosti | návrhové min. (výpočtové) |
|-------------------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| | g_{1k} | $\gamma_{G,sup}$ | $g_{1d,sup}$ | $\gamma_{f,inf}$ | $g_{1d,inf}$ |
| plech s debnením 25 mm | 0,300 kN/m ² | 1,35 | 0,405 kN/m ² | 1,0 | 0,300 kN/m ² |
| Nobasil 90 kg/m ³ 180 mm | 0,160 kN/m ² | 1,35 | 0,216 kN/m ² | 1,00 | 0,160 kN/m ² |
| dosky bežné 2x25 mm | 0,250 kN/m ² | 1,35 | 0,338 kN/m ² | 1,00 | 0,250 kN/m ² |
| sadrokartón 15 mm + nosníky CD | 0,230 kN/m ² | 1,35 | 0,311 kN/m ² | 1,00 | 0,207 kN/m ² |
| vlastná tiaž väzníkov g_{ok} : | 0,600 kN/m | 1,35 | 0,810 kN/m ² | 1,00 | 0,540 kN/m ² |
| Spolu g ₁ : | 1,540 kN/m ² | | 2,079 kN/m ² | | 1,457 kN/m ² |

Po prepočte na vodor. rov. - sklon 18° , $\cos 18^\circ = 0,951$ $18^\circ = 0,314$ radiánov
 $g_{\text{lvod}} = 1,619 \text{ kN/m}^2$ $2,186 \text{ kN/m}^2$ $1,532 \text{ kN/m}^2$

kombinačná hodnota $\psi = 1$

Zaťaženie na odkvape kN/m pri zaťažovacej šírke "m" 6,9

11,17 kN/m 15,08 kN/m 10,57 kN/m

Od snehu pri $\psi = 1$ 4,14 kN/m 5,80 kN/m 0,00 kN/m

pri $\psi = 0,7$ 2,90 kN/m 4,06 kN/m 0,00 kN/m

pri $\psi = 0,5$ 2,07 kN/m 2,90 kN/m 0,00 kN/m

pri $\psi = 0,2$ 0,83 kN/m 1,16 kN/m 0,00 kN/m

G3) Obvodový plášť - murivo pórobetón Hebel 300 mm s omietkou

| | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------------|------|-----------------------|-----|-----------------------|
| pórob. mur. skl. hr. 300 mm s om. | 1,980 kN/m^2 | 1,35 | 2,673 kN/m^2 | 1,0 | 1,980 kN/m^2 |
| úroveň +6,3, t.j. 6,3 m muriva | | | | | |
| | 12,474 kN/m | | 16,840 kN/m | | 12,474 kN/m |
| úroveň +4,5, t.j. 4,5 m plného muriva | | | | | |
| | 8,910 kN/m | | 12,029 kN/m | | 8,910 kN/m |

Q S) Zaťaženie snehom "s" : trvalá/dočasná návrhová situácia (nie mimoriadna - záveje)

$$s = \mu * C_e * C_t * S_k \quad \mu_1 = 0,80 \quad C_e = 1,00 \quad C_t = 1,00$$

charakteristická hodnota zaťaženia snehom $s_k = 0,75 \quad \gamma_f = 1,40$

$$s = 0,60 \text{ kN/m}^2 \quad s_d = 0,84 \text{ kN/m}^2$$

kombinačná hodnota $\psi_0 s = 0,70$ pre celé Slovensko nezávisle od nadmorskej výšky

častá hodnota $\psi_1 s = 0,50$ pre celé Slovensko nezávisle od nadmorskej výšky

kvázistatická hodnota $\psi_2 s = 0,20$ pre celé Slovensko nezávisle od nadmorskej výšky

QW) Vietor

Eurokód 1 Zaťaženia konštrukcií Časť 1-4: všeobecné zaťaženia. Zaťaženie vetrom STN EN 1991-1-4/04 2007 73 0035

Eurokód 1 Zaťaženia konštrukcií Časť 1-4: všeobecné zaťaženia. Zaťaženie vetrom Národná príloha STN EN 1991-1-4/NA 2008 73 0035

Predpokladajú sa zatvorené okná a dvere, účinok ich otvorenia počas veternej búrky sa považuje za mimoriadnu situáciu.

Priemerný sklon náveterného terénu je do 3° , vplyv orografie sa môže zanedbať.

Základná rýchlosť vetra $v_{b,0}$ sa určí podľa mapy, pre Holíč je 26.

Základná rýchlosť vetra $v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0} = 1,0 * 1,0 * 26 = 26 \text{ m/s}$ (pre Holíč)

$c_{dir} = 1,0$, $c_{season} = 1,0$

$K = 0,2$, $n = 0,5$, $c_0(z) = 1$

Q W) Zaťaženie vetrom "w":

Špičkový tlak vetra q_p . Špičkový tlak vetra $q_{p(z)}$ vo výške z

základný tlak vetra $q_b = 1/2 * \rho * v_b^2 = 422,5 \text{ N/m}^2$ pre 26 m/s, t.j. pre Holíč.

$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ - odporúčaná hodnota

súčiniteľ vystavenia vetru ako funkcia výšky nad terénom a kategórie terénu $c_{e(z)}$ je podľa grafu na obr.

4.2 str. 22 normy pre oblasť IV a výšku $z = 10 \text{ m}$ $c_{e(z)} = 1,17$, pre výšku $z = 6 \text{ m}$ $1,17$ t.j.

Špičkový tlak vetra $q_{p(z)}$ vo výške $z = 10 \text{ m}$ je: $494,3 \text{ N/m}^2$

Špičkový tlak vetra $q_{p(z)}$ vo výške $z = 6 \text{ m}$ je: $494,3 \text{ N/m}^2$

Oblasť IV - aspoň 15 % plochy je zastavanej budovami, ich priemerná výška je nad 15 m.

Súčiniteľ konštrukcie c_s, c_d

súčiniteľ veľkosti $c_s = 0,92$ dynamický súčiniteľ $c_d =$

pre budovy nižšie ako 15 m sa môže brať $c_s * c_d = 1,0$

$c_s * c_d =$ sa nerozdeľuje na dva súčinitele, ale stanoví sa podľa 6.1

Zvislé steny budov pravouhlého pôdorysu

Výška budovy h je menšia ako b , preto sa budova uvažuje ako jedna časť.

Výpočet:

zaťaženie tlakom (saním) vetra na vonkajší povrch stien je $w_e = q_{p(ze)} * c_{pe}$

Špičkový tlak vetra $q_{p(z)} = c_{e(z)} * q_p$

Základný tlak vetra $q_b = 0,5 * \rho * v_b^2 = 423 \text{ N/m}^2$

Merná hmotnosť vzduchu $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$

Základná rýchlosť vzduchu pre oblasť Skalica je $v_b = v_{b0} = 26 \text{ m/s}$

Z grafu normy je súčiniteľ vystavenia vetru $c_{e(z)} = 1,17$ pre celú výšku stavby jednotne

Špičkový tlak vetra je pre celý obvodový plášť $q_p = 494 \text{ N/m}^2$

$A_{ref} = 75,8 * 7,0 = 530,6 \text{ m}^2$

Vietor kolmo na širšiu stenu domu:

Oblasť A je bočná stena, B je bočná stena, C je bočná stena, D je náveterná stena, E je záveterná stena.

b je šírka náveternej strany, d je dĺžka budovy v smere vetra, h je výška budovy od terénu

$b = 75,8 \text{ m}$, $d = 13,6 \text{ m}$, $e = 18,0 \text{ m}$, $h = 9,0 \text{ m}$, $h/d = 0,66$

oblasť A má šírku $3,60 \text{ m}$, oblasť B má šírku $14,4$, oblasť C má šírku $-4,4 \text{ m}$.

, t.j. oblasť C sa neuplatní a oblasť B je šírky po okraj budovy $10,00 \text{ m}$.

Pre oblasť A, B, C, D je $c_{pe,10}$ jednotné pre všetky pomery h/d .

V oblasti A je $c_{pe,10} = -1,2$. V oblasti B je $c_{pe,10} = -0,8$. V oblasti C je $c_{pe,10} = -0,5$

V oblasti D je $c_{pe,10} = 0,8$. V oblasti E je pre $h/d = 5$ $c_{pe,10} = -0,7$, pre $h/d = 1$ $c_{pe,10} = -0,5$

pre h/d menšie ako 0,25 je $c_{pe,10} = -0,3$

Pre oblasť A, B, C, D je $c_{pe,1}$ jednotné pre všetky pomery h/d .

V oblasti A je $c_{pe,1} = -1,4$. V oblasti B je $c_{pe,1} = -1,1$. V oblasti C je $c_{pe,1} = -0,5$

V oblasti D je $c_{pe,1} = 1,0$. V oblasti E je pre $h/d = 5$ $c_{pe,10} = -0,7$, pre $h/d = 1$ $c_{pe,10} = -0,5$

pre h/d menšie ako 0,25 je $c_{p,1} = -0,3$

Charakteristická sila vetra zo súčiniteľov pre plochu $A = 10 \text{ m}^2$ $F_{w,k}$ pôsobiaca na celú oblasť sa určí podľa vzťahu:

Sila vetra na plochu 10 m^2 príslušnej oblasti (A,B..) $F_w = c_s * c_d * c_f * q_{p(ze)} * 10 \text{ m}^2$

| | | | | | |
|----------------------------|-----------------|-----------------------|------------------|-------|----------------------|
| Oblasť A šírky $e/5 =$ | 3,6 m: $w_e =$ | -593 N/m ² | Sila $F_{w,k} =$ | -5,93 | kN/10 m ² |
| Oblasť B šírky $4/5 * e =$ | 14,4 m: $w_e =$ | -395 N/m ² | Sila $F_{w,k} =$ | -3,95 | kN/10 m ² |
| Oblasť C šírky $d - e =$ | -4,4 m: $w_e =$ | -247 N/m ² | Sila $F_{w,k} =$ | -2,47 | kN/10 m ² |
| Oblasť D šírky = | 75,8 m: $w_e =$ | 395 N/m ² | Sila $F_{w,k} =$ | 3,95 | kN/10 m ² |
| Oblasť E šírky = | 75,8 m: $w_e =$ | -346 N/m ² | Sila $F_{w,k} =$ | -3,46 | kN/10 m ² |

Návrhová hodnota $w_{e,d}$ je pre $\gamma_{Q1} = 1,5$

| | | | | | |
|----------------------------|---------------------|-----------------------|------------------|-------|----------------------|
| Oblasť A šírky $e/5 =$ | 3,6 m: $w_{e,d} =$ | -890 N/m ² | Sila $F_{w,d} =$ | -8,90 | kN/10 m ² |
| Oblasť B šírky $4/5 * e =$ | 14,4 m: $w_{e,d} =$ | -593 N/m ² | Sila $F_{w,d} =$ | -5,93 | kN/10 m ² |
| Oblasť C šírky $d - e =$ | -4,4 m: $w_{e,d} =$ | -371 N/m ² | Sila $F_{w,d} =$ | -3,71 | kN/10 m ² |
| Oblasť D šírky = | 75,8 m: $w_{e,d} =$ | 593 N/m ² | Sila $F_{w,d} =$ | 5,93 | kN/10 m ² |
| Oblasť E šírky = | 75,8 m: $w_{e,d} =$ | -519 N/m ² | Sila $F_{w,d} =$ | -5,19 | kN/10 m ² |

Charakteristická sila vetra pre plochu $A = 1 \text{ m}^2$ $F_{w,k}$ pôsobiaca na konštrukciu sa určí podľa vzťahu:

Sila vetra na plochu $A = 1 \text{ m}^2$ príslušnej oblasti (A,B..) $F_w = c_s * c_d * c_f * q_{p(ze)} * 1 \text{ m}^2$

| | | |
|----------------------------|-----------------|-----------------------|
| Oblasť A šírky $e/5 =$ | 3,6 m: $w_e =$ | -692 N/m ² |
| Oblasť B šírky $4/5 * e =$ | 14,4 m: $w_e =$ | -544 N/m ² |
| Oblasť C šírky $d - e =$ | -4,4 m: $w_e =$ | -247 N/m ² |
| Oblasť D šírky = | 75,8 m: $w_e =$ | 494 N/m ² |
| Oblasť E šírky = | 75,8 m: $w_e =$ | -247 N/m ² |

Návrhová hodnota $w_{e,d}$ je pre $\gamma_{Q1} = 1,5$

| | | | | |
|----------------------------|---------------------|------------------------|--------|-------------------|
| Oblasť A šírky $e/5 =$ | 3,6 m: $w_{e,d} =$ | -1038 N/m ² | -1,038 | kN/m ² |
| Oblasť B šírky $4/5 * e =$ | 14,4 m: $w_{e,d} =$ | -816 N/m ² | -0,816 | kN/m ² |
| Oblasť C šírky $d - e =$ | -4,4 m: $w_{e,d} =$ | -371 N/m ² | -0,371 | kN/m ² |
| Oblasť D šírky = | 75,8 m: $w_{e,d} =$ | 741 N/m ² | 0,741 | kN/m ² |
| Oblasť E šírky = | 75,8 m: $w_{e,d} =$ | -371 N/m ² | -0,371 | kN/m ² |

Vietor kolmo na užšiu stenu domu:

Oblasť A je bočná stena, B je bočná stena, C je bočná stena, D je náveterná stena, E je záveterná stena.

b je šírka náveternej strany, d je dĺžka budovy v smere vetra, h je výška budovy od terénu

$b = 13,6 \text{ m}$, $d = 75,8 \text{ m}$, $e = 13,6 \text{ m}$, $h = 9,0 \text{ m}$, $h/d = 0,12$

oblasť A má šírku 2,72 m, oblasť B má šírku 10,88 m, oblasť C má šírku 62,2 m.

Oblasť D má šírku 13,6 m, oblasť E má šírku 13,60 m.

Pre oblasť A, B, C, D je $c_{pe,10}$ jednotné pre všetky pomery h/d .

V oblasti A je $c_{pe,10} = -1,2$. V oblasti B je $c_{pe,10} = -0,8$. V oblasti C je $c_{pe,10} = -0,5$

V oblasti D je $c_{pe,10} = 0,7$ V oblasti E je pre $h/d = 5$ $c_{pe,10} = -0,3$

Pre oblasť A, B, C, D je $c_{pe,1}$ pre pomery $h/d = 0,12$.

V oblasti A je $c_{pe,1} = -1,4$. V oblasti B je $c_{pe,1} = -1,1$. V oblasti C je $c_{pe,1} = -0,5$

V oblasti D je $c_{pe,1} = 1,0$ V oblasti E je pre $h/d = 0,12$ $c_{pe,10} = -0,3$

Charakteristická sila vetra zo súčiniteľov pre plochu $A = 10 \text{ m}^2$ $F_{w,k}$ pôsobiaca na celú oblasť sa určí podľa vzťahu:

Sila vetra na celú príslušnú oblasť (A,B..) $F_w = c_s * c_d * c_f * q_{p(ze)} * A_{ref}$

| | | | | | |
|----------------------------|-----------------|-----------------------|------------------|-------|----------------------|
| Oblasť A šírky $e/5 =$ | 2,72 m: $w_e =$ | -593 N/m ² | Sila $F_{w,k} =$ | -5,93 | kN/10 m ² |
| Oblasť B šírky $4/5 * e =$ | 10,9 m: $w_e =$ | -395 N/m ² | Sila $F_{w,k} =$ | -3,95 | kN/10 m ² |
| Oblasť C šírky $d - e =$ | 62,2 m: $w_e =$ | -247 N/m ² | Sila $F_{w,k} =$ | -2,47 | kN/10 m ² |
| Oblasť D šírky $=$ | 13,6 m: $w_e =$ | 346 N/m ² | Sila $F_{w,k} =$ | 3,46 | kN/10 m ² |
| Oblasť E šírky $=$ | 13,6 m: $w_e =$ | -148 N/m ² | Sila $F_{w,k} =$ | -1,48 | kN/10 m ² |

Návrhová hodnota $w_{e,d}$ je pre $\gamma_{Q1} = 1,5$

| | | | | | |
|----------------------------|---------------------|-----------------------|------------------|-------|----------------------|
| Oblasť A šírky $e/5 =$ | 2,72 m: $w_{e,d} =$ | -890 N/m ² | Sila $F_{w,d} =$ | -8,90 | kN/10 m ² |
| Oblasť B šírky $4/5 * e =$ | 10,9 m: $w_{e,d} =$ | -593 N/m ² | Sila $F_{w,d} =$ | -5,93 | kN/10 m ² |
| Oblasť C šírky $d - e =$ | 62,2 m: $w_{e,d} =$ | -371 N/m ² | Sila $F_{w,d} =$ | -3,71 | kN/10 m ² |
| Oblasť D šírky $=$ | 13,6 m: $w_{e,d} =$ | 519 N/m ² | Sila $F_{w,d} =$ | 5,19 | kN/10 m ² |
| Oblasť E šírky $=$ | 13,6 m: $w_{e,d} =$ | -222 N/m ² | Sila $F_{w,d} =$ | -2,22 | kN/10 m ² |

Charakteristická sila vetra pre plochu $A = 1 \text{ m}^2$ $F_{w,k}$ pôsobiaca na konštrukciu sa určí podľa vzťahu:

Sila vetra na celú príslušnú oblasť (A,B..) $F_w = c_s * c_d * c_f * q_{p(ze)} * A_{ref}$

| | | | | | |
|----------------------------|-----------------|-----------------------|--|--|--|
| Oblasť A šírky $e/5 =$ | 2,72 m: $w_e =$ | -692 N/m ² | | | |
| Oblasť B šírky $4/5 * e =$ | 10,9 m: $w_e =$ | -544 N/m ² | | | |
| Oblasť C šírky $d - e =$ | 62,2 m: $w_e =$ | -247 N/m ² | | | |
| Oblasť D šírky $=$ | 13,6 m: $w_e =$ | 346 N/m ² | | | |
| Oblasť E šírky $=$ | 13,6 m: $w_e =$ | -148 N/m ² | | | |

Návrhová hodnota $w_{e,d}$ je pre $\gamma_{Q1} = 1,5$

| | | | | |
|----------------------------|---------------------|------------------------|--------|-------------------|
| Oblasť A šírky $e/5 =$ | 2,72 m: $w_{e,d} =$ | -1038 N/m ² | -1,038 | kN/m ² |
| Oblasť B šírky $4/5 * e =$ | 10,9 m: $w_{e,d} =$ | -816 N/m ² | -0,816 | kN/m ² |
| Oblasť C šírky $d - e =$ | 62,2 m: $w_{e,d} =$ | -371 N/m ² | -0,371 | kN/m ² |
| Oblasť D šírky $=$ | 13,6 m: $w_{e,d} =$ | 519 N/m ² | 0,519 | kN/m ² |
| Oblasť E šírky $=$ | 13,6 m: $w_{e,d} =$ | -222 N/m ² | -0,222 | kN/m ² |

Tlak vetra medzi stenami D a E nemusí byť v korelácii, ak je $h/d < 1$ výsledná sila sa násobí 0,85.

Účinky vetra na strechu

Sedlové strechy sklon 18°

Vietor kolmo na širšiu stenu domu:

Rozdeľia sa na oblasti F, G, H, I, J.

$b = 75,8 \text{ m}$, $h = 9,0 \text{ m}$, $e =$

18,0 m, $d = 13,6 \text{ m}$

| | | | | | | | |
|----------------------------------|-----|-----|------|------------------|------|--------------|------|
| Oblasť F je rožná s rozmermi | 1,8 | m * | 4,5 | m, $c_{pe,10} =$ | -2,5 | $c_{pe,1} =$ | -2,8 |
| Oblasť G je náveterná s rozmermi | 1,8 | m * | 71,3 | m, $c_{pe,10} =$ | -1,3 | $c_{pe,1} =$ | -2,0 |
| Oblasť H je náveterná s rozmermi | 5,0 | m * | 75,8 | m, $c_{pe,10} =$ | -0,9 | $c_{pe,1} =$ | -1,2 |
| Oblasť I je záveterná s rozmermi | 1,8 | m * | 75,8 | m, $c_{pe,10} =$ | -0,5 | $c_{pe,1} =$ | -0,5 |
| Oblasť J je záveterná s rozmermi | 5,0 | m * | 75,8 | m, $c_{pe,10} =$ | -0,7 | $c_{pe,1} =$ | -1,2 |

Charakteristická sila vetra zo súčiniteľov pre plochu $A = 10 \text{ m}^2$ $F_{w,k}$ pôsobiaca na celú oblasť sa určí podľa vzťahu:

Sila vetra na celú príslušnú oblasť (A,B..) $F_w = c_s * c_d * c_f * q_{p(z)} * A_{ref}$

| | | | | | |
|------------------|-----------------|------------------------|------------------|--------|----------------------|
| Oblasť F šírky = | 1,80 m: $w_e =$ | -1236 N/m ² | Sila $F_{w,k} =$ | -12,36 | kN/10 m ² |
| Oblasť G šírky = | 1,80 m: $w_e =$ | -643 N/m ² | Sila $F_{w,k} =$ | -6,43 | kN/10 m ² |
| Oblasť H šírky = | 5,00 m: $w_e =$ | -445 N/m ² | Sila $F_{w,k} =$ | -4,45 | kN/10 m ² |
| Oblasť I šírky = | 1,80 m: $w_e =$ | -247 N/m ² | Sila $F_{w,k} =$ | -2,47 | kN/10 m ² |
| Oblasť J šírky = | 5,00 m: $w_e =$ | -346 N/m ² | Sila $F_{w,k} =$ | -3,46 | kN/10 m ² |

Návrhová hodnota $w_{e,d}$ je pre $\gamma_{Q1} = 1,5$

| | | | | | |
|------------------|--------------------|------------------------|------------------|--------|----------------------|
| Oblasť F šírky = | 1,8 m: $w_{e,d} =$ | -1854 N/m ² | Sila $F_{w,d} =$ | -18,54 | kN/10 m ² |
| Oblasť G šírky = | 1,8 m: $w_{e,d} =$ | -964 N/m ² | Sila $F_{w,d} =$ | -9,64 | kN/10 m ² |
| Oblasť H šírky = | 5,0 m: $w_{e,d} =$ | -667 N/m ² | Sila $F_{w,d} =$ | -6,67 | kN/10 m ² |
| Oblasť I šírky = | 1,8 m: $w_{e,d} =$ | -371 N/m ² | Sila $F_{w,d} =$ | -3,71 | kN/10 m ² |
| Oblasť J šírky = | 5,0 m: $w_{e,d} =$ | -519 N/m ² | Sila $F_{w,d} =$ | -5,19 | kN/10 m ² |

Charakteristická sila vetra pre plochu $A = 1 \text{ m}^2$ $F_{w,k}$ pôsobiaca na konštrukciu sa určí podľa vzťahu:

Sila vetra na celú príslušnú oblasť (A,B..) $F_w = c_s * c_d * c_f * q_{p(z)} * A_{ref}$

| | | |
|------------------|----------------|------------------------|
| Oblasť F šírky = | 1,8 m: $w_e =$ | -1384 N/m ² |
| Oblasť G šírky = | 1,8 m: $w_e =$ | -989 N/m ² |
| Oblasť H šírky = | 5,0 m: $w_e =$ | -593 N/m ² |
| Oblasť I šírky = | 1,8 m: $w_e =$ | -247 N/m ² |
| Oblasť J šírky = | 5,0 m: $w_e =$ | -593 N/m ² |

Návrhová hodnota $w_{e,d}$ je pre $\gamma_{Q1} = 1,5$

| | | | | |
|------------------|--------------------|------------------------|--------|-------------------|
| Oblasť F šírky = | 1,8 m: $w_{e,d} =$ | -2076 N/m ² | -2,076 | kN/m ² |
| Oblasť G šírky = | 1,8 m: $w_{e,d} =$ | -1483 N/m ² | -1,483 | kN/m ² |
| Oblasť H šírky = | 5,0 m: $w_{e,d} =$ | -890 N/m ² | -0,890 | kN/m ² |
| Oblasť I šírky = | 1,8 m: $w_{e,d} =$ | -371 N/m ² | -0,371 | kN/m ² |
| Oblasť J šírky = | 5,0 m: $w_{e,d} =$ | -890 N/m ² | -0,890 | kN/m ² |

Posúvajúce sily v zosilnenom stĺpe sú zdola 13,12 kN po 3,727 kN na hornom konci.

3.5.4 Prierezové sily, napätia

Výpočet priestorovej rámovej konštrukcie je vykonaný programom Feat 4. Výsledky výpočtu sú v prílohách.

3.5.4.1 Oceľová konštrukcia

Výsledky dimenzovania oceľovej konštrukcie sú v prílohách. Podrobnosti a dopočty, ktoré nie sú uvedené v prílohách sú v nasledujúcich tabuľkách:

Vzperná únosnosť priehradového a rámového členeného prúta sa posudzuje podľa podmienky $N_{f,Sd} \leq N_{b,Rd}$

$N_{f,Sd}$ je návrhová osová síla čiastkového prúta uprostred vzpernej dĺžky členeného prúta, ktorá sa určí výrazu

$$N_{f,Sd} = 0,5 * N_{Sd} + M_s / h_0$$

$$N_{Sd} \text{ je osová síla členeného prúta} = 58,39 \text{ kN} = 58\,390 \text{ N}$$

Maximálny ohybový moment od vplyvu imperfekcií je:

$$M_s = N_{Sd} * e_0 / (1 - N_{Sd} / N_{cr} - N_{Sd} / S_v) = 1\,656\,960 \text{ Nmm}$$

Ekvivalentná geometrická imperfekcia e_0 závisí na kritickej dĺžke L_{cr} .

$$L_{cr} = 6\,800 * 2 = 13\,600 \text{ mm}, e_0 = L_{cr} / 500 = 27,2 \text{ mm}$$

$$N_{cr} = \pi^2 * E * I_{eff} / L_{cr}^2 = 1\,449\,370 \text{ N} = 1\,449,4 \text{ kN}$$

I_{eff} je efektívny moment zotrvačnosti celého členeného prúta

Rámové členené prúty

Vzperná únosnosť rámového členeného prúta pre vybočenie kolmo na nehmotnú os sa posudzuje podľa

podmienky $N_{f,Sd} \leq N_{b,Rd}$

$N_{f,Sd}$ je návrhová osová síla čiastkového prúta uprostred vzpernej dĺžky členeného prúta, ktorá sa určí výrazu

$$N_{f,Sd} = 0,5 * (N_{Sd} + M_s * h_0 * A_f / I_{eff}) = 0,5 * (58\,390 + 9\,154) = 33\,772 \text{ N} = 33,8 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} \text{ je osová síla členeného prúta} = 58,39 \text{ kN} = 58\,390 \text{ N}$$

Maximálny ohybový moment od vplyvu imperfekcií je:

$$M_s = N_{Sd} * e_0 / (1 - N_{Sd} / N_{cr} - N_{Sd} / S_v) = 1\,588\,208 / (1 - 0,04029 - 0,001207) = 1\,656\,960 \text{ Nmm} = 1,66 \text{ kNm}$$

$$I_{eff} = 0,5 * A_f * h_0^2 + 2 * \mu * I_f = 129\,341\,789 \text{ mm}^4, \mu = 0,92 \text{ lebo } 75 < \lambda < 150$$

$$i_0 = (0,5 * I_1 / A_f)^{0,5} = 168,5 \text{ mm} \quad 0 \text{ lebo } \lambda \geq 150$$

$$I_1 = 130\,875\,250 \text{ mm}^4, \text{ ak je } \mu = 1$$

$$\lambda = L_{cr} / i_0 = 80,7$$

$$\text{Moment zotrvačnosti celého prúta pre vybočenie kolmo na hmotnú os je } 1\,248\,000 \text{ mm}^4$$

$$Z \text{ toho výpočtom } i = 16,5 \text{ mm}$$

$$\text{Moment zotrvačnosti celého prúta pre vybočenie kolmo na nehmotnú os je } 123\,038\,000 \text{ mm}^4$$

$$Z \text{ toho výpočtom } i = 163,4 \text{ mm}$$

$$\text{Moment zotrvačnosti } I_f \text{ čiastkového prúta 1, ktorým je I č. 180, je: } 14\,400\,000 \text{ mm}^4$$

$$\text{Prierezová plocha } A_F \text{ čiastkového prúta je } 2790 \text{ mm}^2$$

$$\text{Moment zotrvačnosti } I_f \text{ čiastkového prúta 1, ktorým je I č. 140, je: } 5\,720\,000 \text{ mm}^4$$

$$\text{Prierezová plocha } A_F \text{ čiastkového prúta je } 1820 \text{ mm}^2$$

vzdialenosť ťažiskových osí čiastkových prútov $h_0 = 310,0 \text{ mm}$, takúto výšku musia mať aj koncové spojky

$$\text{Prierezová plocha } A \text{ prúta spolu je } 4610 \text{ mm}^2, \text{ z toho výpočtom } i = 163,4 \text{ mm}$$

$$\text{Prierezová plocha } A_F \text{ priemeru prútov je } 2305 \text{ mm}^2$$

$$\text{výška spojky } b = 260,0 \text{ mm}$$

$$\text{hrúbka steny spojky } t = 10,0 \text{ mm, moment zotrvačnosti prierezu spojky } I_b = 14\,646\,667 \text{ mm}^4$$

$$\text{počet rovín spojok } n = 2 \quad \text{Prierezový modul jednej spojky } W_b = 112\,667 \text{ mm}^3$$

$$\text{osová vzdialenosť spojok } a = 700,0 \text{ mm}$$

Šmyková tuhosť rámového spojenia S_v , ak sa môže zanedbať poddajnosť spojok

$$S_v = 2 * \pi^2 * E * I_f / a^2 = 2 * \pi^2 * 210\,000 * 5\,720\,000 / 700,0^2 = 48\,389\,179$$

výška koncových spojok musí byť aspoň h_0 , t.j. 310,0 mm

výška medziľahlých spojok musí byť aspoň $0,5 * h_0$, t.j. 155,0 mm

Musí byť splnené podmienka $(n * I_b) / h_0 \geq 10 * I_f / a$

$$\text{t.j. } (2 * 14\,646\,667) / 310,0 \geq 10 * 5\,720\,000 / 700,0$$

$$94\,495 \geq 81\,714$$

platí, spojky sú dostatočne tuhé

Vzper pre vybočenie kolmo k hmotnej osi - neposudzuje sa, prút je a musí byť po celej dĺžke obmurovaný.

Inak by bolo $\lambda_y = L_y / i_y = 6\,800 * 2 / 16,5 = 826,6$ neprípustne vysoké

Vzper pre vybočenie kolmo k nehmotnej osi

$$\lambda_z = L_z / i_z = 6\,800 * 2 / 163,4 = 83,2$$

K tomu súčiniteľ poddajnosti μ

Vzperná únosnosť čiastkového prúta $N_{b,Rd}$ sa určí pre vzpernú dĺžku $L_{cr,f} = a = 700,0$ mm

λ pre I 140 pre vybočenie kolmo na nehmotnú os je 12,5, t.j. zanedbateľné.

Namáhanie spojok na konci členeného prúta sa odvodí z priečnej sily $V_s = \pi * M_s / L_{cr} = 383$ N

Namáhanie spojky v strede je $V_s * a / h_0 = 864$ N

Namáhanie čiastkového prúta v strede je $V_s * a / 4 = 66\,982$

Vplyv ohybového momentu

Namáhanie spojok na konci členeného prúta sa odvodí z priečnej sily $V_s = \pi * M_s / L_{cr} = 9208$ N

Namáhanie spojok ohybovým momentom v strede je $M_{ds} = 3\,520\,110$ Nmm, napätie na okraji spojok od ohybového momentu $\sigma_{\perp} = 15,622$ MPa

Medzné hodnoty vodorovných priehybov δ_2 konštrukcií budov sa odporúča určovať nasledovne:
pri jednopodlažných budovách $h/300$

T.j. pri výške stĺpa po rekonštrukcii 6800 mm je medzná hodnota vodorovného priehybu 22,67 mm. Vypočítaná hodnota od extrémneho zaťaženia je 17 mm, t.j. stĺp po rekonštrukcie z hľadiska medzného stavu deformácie vyhovuje.

3.5.4.2 Betónové konštrukcie

Betónové konštrukcie tvoria základy stavby. Dimenzovanie základového pásu:

| | | | | | |
|--------------------------------------------------------|--------|------|--------|----------|-------------------------------------|
| Betón C16/20 $f_{cd} =$ | 16,0 | / | 1,5 | = | 10,7 MPa trvalá situácia |
| $f_{ctd} =$ | 1,30 | / | 1,5 | = | 0,87 MPa trvalá situácia |
| Výstuž 10 505, $f_{yd} =$ | 500,0 | / | 1,15 | = | 434,8 MPa trvalá situácia pre betón |
| | | | | | triedy C16/20 (III) a vyššej |
| $A_{st} * f_{yd}$ z tabuľky je: | 262,25 | kN = | 262254 | N, 3φR16 | |
| Návrhový moment podľa statického výpočtu je $M_{Ed} =$ | 72,54 | kNm | | | |

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------|---------|--------------------|---------------------|
| rozmery prierezu sú $b =$ | 400 mm, | $h =$ | 400 mm, | priemer výstuže je | 16 mm |
| $d =$ | 376 mm, | $x_B =$ | 61,5 mm | $< x_{B,max} =$ | 185,6 mm - vyhovuje |
| $z = d - A_{st} * f_{yd} / (2 * b * f_{cd}) =$ | 345,3 mm | | | | |
| Návrhová hodnota ohybového momentu únosnosti prierezu M_{Rd} vypočítaná z návrhových | | | | | |
| hodnôt napätí materiálov f_{cd} f_{yd} je: | | | | | |
| $M_{Rd} = x_B * b * f_{cd} * (d - 0,5 * x_B) = A_{st} * f_{yd} * z =$ | 90,55 kNm > | | | | |
| | $> M_{Ed} = 72,54$ kNm - vyhovuje | | | | |

3.5.4.3 Konštrukcie základov

Pretože nie sú k dispozícii výsledky podrobného inžinierskogeologického prieskumu, boli ako výpočtové hodnoty použité vypočítané hodnoty namáhania základovej škáry jestvujúcej stavby. Rozšírenie základov sa vykoná pribetónovaním pätiiek a pásov. Zabezpečenie spolupôsobenia sa vykoná novými oceľovými profilmi uloženými priebežne nad starým a novým základom a privarenými k oceľovému stĺpu.

4. Záver

Pretože sa jedná o rekonštrukciu stavby a niektoré jej časti budú sprístupnené až pri vykonávaní rekonštrukčných prác, je pravdepodobné, že v priebehu výstavby bude potrebné zmeniť niektoré detaily zhotovovania stavby.

V Holíči 5. 6. 2016

Ing. Ján Bielický