

Technická zpráva Statický výpočet

D.2 Základní stavebně konstrukční řešení

Investor	: Společenství vlastníků Odlehlá 1139/8, Havířov, Šumbark
Akce	: Revitalizace a stavební úpravy bytového domu na ulici Odlehlá 8, Havířov <i>DOKUMENTACE PRO POVOLENÍ STAVBY V PODROBNOSTI PRO PROVÁDĚNÍ STAVBY</i>
Zodpovědný projektant	: Ing. Vítězslav Dvorský DaF – PROJEKT s.r.o. Hornopolská 131/12, 702 00 Moravská Ostrava
Vypracoval	: Ing. Dalibor Macura
Zakázkové číslo	: 344/24
Číslo přílohy	: D.2.1, D.2.2
Datum	: 09/2024
Počet stran: 10	

1. Podklady

Statický posudek byl zpracován na základě následujících podkladů:

- (1) Projektová dokumentace stavební části
Projektant: **DaF projekt s.r.o.**, Ostrava
- (2) ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí - obecná zatížení
- (3) ČSN EN 1991-1-4 - Zatížení konstrukcí - Část 1-4 : Obecná zatížení
Zatížení větrem, Část 1-3 : Obecná zatížení - Zatížení sněhem,
- (4) ČSN 73 0031 Spolehlivost stavebních konstrukcí a základových púd.
- (5) ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí –
Hodnocení existujících konstrukcí, červenec 2014
- (5) ČSN EN1993-1-1 Navrhování ocelových k-cí, Část 1-1 : Obecná pravidla
a pravidla pro pozemní stavby, Prosinec 2006
- (6) Původní dokumentace – konstrukční podhledy na fasády se sendvičovými panely,
výpis panelů (tabulka dílců) – typy a jejich rozměry
zpracoval: Stavoprojekt Ostrava - 1987

2. Předmět statického posudku

Předmětem statického výpočtu je návrh a posudek zesílení kotvení stávajícího sendvičového stěnového pláště obvodových stěn, které budou zatepleny kontaktním zateplovacím systémem (dále jen KZS) konkrétně deskami z minerální vlny **tl. 160 mm** na nejvíce exponované (klimatickým zatížením) severní, jižní, východní a západní fasádě předmětného objektu bytového domu (dále jen BD) včetně návrhu kotvení KZS.

Dále je navržena statická sanace panelů obvodového pláště BD v lokálních (vytipovaných) místech s obnaženou výztuží a s odpadlou krycí vrstvou betonu pomocí systémové **reprofilace betonu** dle ČSN EN dle ČSN EN 1504 Zesilování betonových konstrukcí, která zároveň řeší i korozi obnažené výztuže.

Součástí návrhu statické sanace panelů obvodového pláště BD je zároveň tzv. **silové šití** hran panelů obvodového pláště BD a to v místech, kde se nacházejí smykové a tahové otevřené trhliny.

Navrhovaná statická sanace panelů obvodového pláště BD pomocí systémové reprofilace betonu a silového šití je nutné provést před provedením KZS v rozsahu dle (1).

3. Návrh zesílení kotvení sendvičového pláště bytového domu

Obvodový plášť obvodových stěn předmětného objektu dle (6) konstrukčního systému **OP 1.11** tvoří sendvičové stěnové panely tl. 300 mm ve složení: vnitřní nosná ŽB stěna tl. 150 mm, tepelná izolace pěnový polystyren 80 mm, vnější krycí ŽB stěna (skořepina) tl. 70 mm.

Tepelná polystyrenová vložka a vnější krycí ŽB panel jsou uchyceny k vnitřnímu ŽB panelu pomocí nerezových spon (dle původní výrobní dokumentace), které zachycují pouze účinky sil vyvolané sáním větru a tíhou výše popsané skladby. Dodatečné přitížení vzniklé doplněním zateplení je proto nutné řešit zesílením kotvení panelů pomocí konzolových kotev.

Zesílení kotvení sendvičového obvodového pláště lůžkového bloku včetně atik je navrženo pomocí galvanicky zinkovaných svorníkových ocelových kotev M12 délky 240 mm s velkou podložkou pod maticí pro:

garantované tahové zatížení: 17,2 kN a pro

garantované smykové zatížení: 31,5 kN

Počet kotev (2 až 6 ks na panel) byl stanoven na základě min. únosnosti kotev $N = 3,44$ kN a normové hmotnosti dodatečného zateplení na 1 m^2 ($0,271 \text{ kNm}^{-2}$).

V rámci statického výpočtu bylo uvažováno se systémem zateplení v tradiční kompozici:

- izolant MV v tomto případě tl. 160 mm
- stěrkový tmel s výztužnou tkaninou (tmel + tkanina + tmel)
- základní nátěr a finální povrchová úprava (omítka)

Výpočet zatížení (kNm^{-2})

Přítížení stěn kontaktním zateplovacím systémem

n	normová hodnota zatížení (charak.)
r	výpočtová hodnota zatížení (návrh.)

Stálé zatížení zateplením

		n		r
tepelná izolace MV	160 mm	0,120	1,35	0,162
stěrkový tmel 2x, výztužná tkanina	3 mm	0,085	1,35	0,114
krycí omítka	3 mm	0,054	1,35	0,073
fasádní barva		0,012	1,35	0,016
Celkem g_{160}		0,271		0,365
ŽB skořepina sendvičového panelu	70 mm	1,750	1,35	2,365

Únosnost galvanicky zinkovaná svorníková ocelová kotva M12 dle předepsaného garantovaného zatížení:

$N = 3,44$ kN (dle ETA -07/0211, $y_L = 1,4$), $T_{\text{inst}} = 100 \text{ Nm!}$

Zatěžovací plocha pro tl. izolantu 160 mm:

$A_{160} = 3,44/2,021 = 1,70 \text{ m}^2$

Stanovení počtu kusů kotev dle typu panelů:

$B \times H = A_{\text{PX}} \Rightarrow A_{\text{PX}}/A_{\text{tl.}} = \dots$ počet kusů

Panely bez otvorů:

$2,10 \times 2,80 = 5,88 \text{ m}^2 \Rightarrow 5,88/1,70 = 3,45 \approx \mathbf{4 \text{ ks}}$
 $2,40 \times 2,80 = 6,72 \text{ m}^2 \Rightarrow 6,72/1,70 = 3,95 \approx \mathbf{4 \text{ ks}}$
 $3,00 \times 2,80 = 8,40 \text{ m}^2 \Rightarrow 8,40/1,70 = 4,94 \approx \mathbf{5 \text{ ks}}$
 $1,25 \times 2,80 = 3,50 \text{ m}^2 \Rightarrow 3,50/1,70 = 2,05 \approx \mathbf{2 \text{ ks}}$
 $1,25 \times 3,00 = 3,75 \text{ m}^2 \Rightarrow 3,75/1,70 = 2,20 \approx \mathbf{2 \text{ ks}}$
 $1,26 \times 4,20 = 5,30 \text{ m}^2 \Rightarrow 5,30/1,70 = 3,11 \approx \mathbf{3 \text{ ks}}$

Panely s oken otvory:

$$3,00 \times 2,80 = 6,00^{\max} \text{ m}^2 \Rightarrow 6,00/1,70 = 3,52 \approx \mathbf{4 \text{ ks}}$$

$$2,40 \times 2,80 = 4,32^{\min} \text{ m}^2 \Rightarrow 4,32/1,70 = 2,54 \approx \mathbf{4 \text{ ks}}$$

$$4,20 \times 2,80 = 6,46 \text{ m}^2 \Rightarrow 6,46/1,70 = 3,80 \approx \mathbf{5 \text{ ks}} \text{ (M = 4,2 m)}$$

$$4,20 \times 2,80 = 8,40^{\max} \text{ m}^2 \Rightarrow 8,40/1,70 = 4,94 \approx \mathbf{5 \text{ ks}} \text{ (M = 4,2 m)}$$

$$4,20 \times 2,80 = 7,50^{\min} \text{ m}^2 \Rightarrow 7,50/1,70 = 4,42 \approx \mathbf{5 \text{ ks}} \text{ (M = 4,2 m)}$$

**Počet a konkrétní rozmístění kotev
na sendvičových panelech bez otvorů (včetně atikových panelů)
a s okenními otvory dle (1).**

3.1 Technologický předpis zesílení kotvení

Pro osazení kotev budou v jednotlivých panelech vyvrtány otvory DN 16 mm do **minimální** účinné kotevní hloubky 80 mm vnitřního nosného panelu.

Při vrtání nesmí být porušena stávající výztuž panelů ani nerezové spony. Pokud by došlo ke kontaktu během vrtání, nutno vrtání přerušit a vrt přemístit!

Před zasunutím kotvy do otvoru se otvor vyčistí vyfoukáním stlačeným vzduchem. Následný postup osazování dle technického listu zvolené kotevní techniky, aktivace kotvy se provede utažením matice momentovým klíčem na hodnotu utahovacího momentu **100 Nm!**

Realizaci kotvení může provádět pouze firma mající osvědčení o proškolení pracovníků pro tuto činnost konkrétní firmou, která bude dodávat kotevní techniku.

3.2 Bezpečnost a ochrana zdraví

Při stavebních pracích je nutno respektovat zákon č. 309/2006 Sb. a nařízení vlády č. 591 ze dne 12. prosince 2006 o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích a dále je nutné dodržovat nařízení vlády č. 378/2001 Sb., 101/2005 Sb., 11/2002 Sb., 362/2005 Sb., 591/2006 Sb., 406/2004 Sb.

3.3 Návrh kotvení KZS

Předmětem statického výpočtu je posudek kotvení kontaktního zateplovacího systému (dále jen KZS) respektive kotvení tepelně izolačních desek z minerální vlny **tl. 160 mm**.

Obvodový plášť panelového domu postaveného s konstrukčního systému typu (stavební soustavy) **OP1.11** tvoří zavěšené sendvičové panely tl. 300 mm ve složení: vnitřní nosná ŽB stěna tl. 150 mm, tepelná izolace pěnový polystyren 80 mm, vnější krycí ŽB stěna (skořepina) tl. 70 mm, jak již bylo uvedeno a kotvení je navrženo pomocí talířových hmoždinek pro mechanické kotvení.

Statický posudek je proveden pro talířové hmoždinky typu ejoterm® NT U nebo ejoterm® ST U.

Únosnost jedné kotvy na vytažení z panelu (s kvalitou C 16/20) neboli axiální tahová únosnost je pro oba uvedené typy hmoždinek min $N_{1,u} = 1,20 \text{ kN}$. Využitelný ohybový moment šroubu je $3,4 \text{ Nm}$.

Délka kotvy např. ejoterm® ST 8/60 U x 230 (izolant tl. 160 mm → 70 mm v C16/20)

Parametry budovy:

Výška $H = 19,12 \text{ m}$ (H_{\max} atika od RT)
 Šířka $B = 21,45 \text{ m}$ ($B_{\text{průčelí}}$)
 $H/B = 0,89 < 1,5 - C_I$ (nároží) = - **1,2**

Šířka nároží: min $d = 0,1 \times B = 2,20 \text{ m}$
 $0,1 \times H = 1,91 \text{ m}$
 $d = 2,20 \text{ m} !$

Únosnost 1 ks kotvy na vytažení z fasády - **$N_{1,u} = 1,20 \text{ kN} \cdot 0,5$** (c_{pe} pro nedostatečnou korelací)

Pro ověření konkrétní únosnosti navržených hmoždinek je nutné provést odbornou tahovou zkoušku!

Výpočet zatížení (výsledné údaje nahodilého zatížení):

n normová hodnota zatížení (charak.)
 r výpočtová hodnota zatížení (návrh.)

Nahodilé zatížení – vítr w (kNm^{-2})

Základní tlak větru způsobený rychlostí $v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$ (I. oblast - Havířov)

v terénu kategorie III. ($z_0 = 0,3$) a pro $h = 10,0 \text{ m}$ je dle (2):

char. střední rychlost větru: $v_m(z) = 17,0 \text{ m/s}$

Intenzita turbulence: $I_v(z) = 0,285$

Maximální charakteristický tlak větru: $Q_p(z) = 0,541 \text{ kN.m}^{-2}$, $C_{pe1} = -1,4$

VÍTR

Rychlost	$v_{b,0} =$	22,5 m/s	I. větrová oblast
Výška objektu	$z =$	10 m	($\geq z_{\min}, \leq z_{\max}$, dle kategorie terénu)
	$z_0 =$	0,3 m	III kategorie terénu
	$z_{\min} =$	5 m	$\leq z$
	$z_{\max} =$	200 m	$\geq z$

Mapa větrovních oblastí					
Oblast	I.	II.	III.	IV.	V.
Rychlost $v_{b,0}$ m/s	22,5	25	27,5	30	36

Kategorie terénu	Popis kategorie	z_0 (m)	z_{\min} (m)
0	Moře a přímořské oblasti	0,003	1
I	Jezera nebo vodorovná plocha bez překážek	0,001	1
II	Krajina s nízkou vegetací - tráva nebo izol. překážky	0,05	2
III	Oblast pravid. pokryta vegetací, budovami, překážkami	0,3	5
IV	15% pokryto budovami, průměrná výška 15 m	1	10

Rychlost a tlak větru

Základní rychlost větru

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

Součinitel drsnosti

$$C_{r(z)} = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,755$$

Součinitel terénu

$$k_r = 0,19 \left(\frac{z_0}{z_{0II}}\right)^{0,07} = 0,215$$

Charakteristická střední rychlost větru

$$v_m^{(z)} = C_{r(z)} \cdot C_{0(z)} \cdot v_b = 17,0 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence

$$I_{v(z)} = \frac{\sigma_v}{v_m^{(z)}} = \frac{k_r \cdot v_b \cdot k_I}{v_m^{(z)}} = 0,285$$

Maximální charakteristický dynamický tlak

$$q_{p(z)} = \left[1 + 7 \cdot I_{v(z)}\right] \frac{1}{2} \rho \cdot v_m^2 = 0,541 \text{ kN/m}^2$$

Součinitel tlaku (sání) větru:

$$c_{pe1} = -1,40$$

Normová hodnota sání větru

$$w_e = q_p(z) \cdot C_{pe1} = 0,541 \times -1,4 = \underline{\underline{-0,76}} \text{ kN/m}^2$$

Výpočtová hodnota sání větru

$$w_e \cdot \gamma_f = -0,757 \times 1,5 = \underline{\underline{-1,14}} \text{ kN/m}^2$$

Základní tlak větru způsobený rychlostí $v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$ (I. oblast - Havířov) v terénu kategorie III. ($z_0 = 0,3$) a pro $h = 20,0 \text{ m}$ je dle (2):

char. střední rychlost větru: $v_m(z) = 20,4 \text{ m/s}$

Intenzita turbulence: $I_v(z) = 0,238$

Maximální charakteristický tlak větru:

$Q_p(z) = 0,690 \text{ kN.m}^{-2}$, $C_{pe1} = -1,4$, pro střechu $C_{pe1} \dots$ dle oblasti s atikou

VÍTR

Rychlost	$v_{b,0} =$	22,5 m/s	I. větrová oblast
Výška objektu	$z =$	20 m	($\geq z_{\min}, \leq z_{\max}$, dle kategorie terénu)
	$z_0 =$	0,3 m	III kategorie terénu
	$z_{\min} =$	5 m	$\leq z$
	$z_{\max} =$	200 m	$\geq z$

Mapa větrových oblastí					
Oblast	I.	II.	III.	IV.	V.
Rychlost $v_{b,0}$ m/s	22,5	25	27,5	30	36

Kategorie terénu	Popis kategorie	z_0 (m)	z_{\min} (m)
0	Moře a přímořské oblasti	0,003	1
I	Jezera nebo vodorovná plocha bez překážek	0,001	1
II	Krajina s nízkou vegetací - tráva nebo izol.překážky	0,05	2
III	Oblast pravid.pokryta vegetací, budovami, překážkami	0,3	5
IV	15% pokryto budovami, průměrná výška 15 m	1	10

Rychlost a tlak větru

Základní rychlost větru

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

Součinitel drsnosti

$$C_{r(z)} = k_r \cdot \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) = 0,905$$

Součinitel terénu

$$k_r = 0,19 \left(\frac{z_0}{z_{0II}} \right)^{0,07} = 0,215$$

Charakteristická střední rychlost větru

$$v_m^{(z)} = C_{r(z)} \cdot C_{0(z)} \cdot v_b = 20,4 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence

$$I_{v(z)} = \frac{\sigma_v}{v_m^{(z)}} = \frac{k_r \cdot v_b \cdot k_I}{v_m^{(z)}} = 0,238$$

Maximální charakteristický dynamický tlak

$$q_{p(z)} = \left[1 + 7 \cdot I_{v(z)} \right] \frac{1}{2} \rho \cdot v_m^2 = 0,690 \text{ kN/m}^2$$

Součinitelé tlaku (sání) větru:

$$c_{pe1} = -1,40$$

$$\text{Normová hodnota sání větru} \quad w_e = q_p(z) \cdot c_{pe1} = 0,690 \times -1,4 = \underline{\underline{-0,97}} \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Výpočtová hodnota sání větru} \quad w_e \cdot \gamma_f = -0,967 \times 1,5 = \underline{\underline{-1,45}} \text{ kN/m}^2$$

pásmo 0 -10 m, $\gamma_f = 1,5$, $Q_p(z) = 0,541 \text{ kN.m}^{-2}$

pásmo 10 -20 m, $\gamma_f = 1,5$, $Q_p(z) = 0,690 \text{ kN.m}^{-2}$

• pásmo 0 – 10 m

		n	r
vítr	$w_0 \cdot C_{pe1}$	1,28	1,5
<u>vnitřní plocha</u>			
celkem w	$C_{pe,10} = 0,8$	1,02	1,5
počet kotev na m^2 $n, k = w^r / N_{1,\dot{u}}$		= 1,7 ks	
konečný počet kotev N, k_{\min}		= 2 ks/ m^2	
<u>nároží</u>			
celkem w	$C_{pe,10} = 1,5$	1,92	1,5
počet kotev na m^2 $n, k = w^r / N_{1,\dot{u}}$		= 2,4 ks	
konečný počet kotev N, k_{\min}		= 3 ks/ m^2	

• pásmo 10 – 20 m

		n	r
vítr	$w_0 \cdot C_{pe1}$	1,79	1,5
<u>vnitřní plocha</u>			
celkem w	$C_{pe,10} = 0,8$	1,43	1,5
počet kotev na m^2 $n, k = w^r / N_{1,\dot{u}}$		= 2,25 ks	
konečný počet kotev N, k		= 3 ks/ m^2	
<u>nároží</u>			
celkem w	$C_{pe,10} = 1,5$	2,70	1,5
počet kotev na m^2 $n, k = w^r / N_{1,\dot{u}}$		= 3,4 ks	
konečný počet kotev N, k		= 4 ks/ m^2	

Jinak je **nutné dodržet** požadovaný počet kotev podle technologického předpisu zvoleného kontaktního zateplovacího systému dle ETICS (vnější tepelně izolační kompozitní systém) – **6 ks/ m^2 stanovené dodavatelem.**

4. Návrh statické sanace porušených ŽB panelů obvodového pláště

4.1 Návrh reprofilace

Pro statickou sanaci silně poškozených respektive porušených ŽB panelů obvodového pláště s obnaženou výztuží je navržena **tzv. reprofilace** povrchu betonu dle ČSN EN 1504 Zesilování betonových konstrukcí.

Základním principem sanace míst s obnaženou výztuží je následující postup:

- příprava podkladu
- úprava povrchu výztuže a její ochrana proti korozi
- vytvoření adhezního můstku
- reprofilace poškozeného betonového povrchu

Osvědčeným a vhodným sanačním systémem je vybraný systém: **Weber.rep surface od společnosti Weber:**

Příprava podkladu

Je nutné mechanicky odstranit nesoudržný (uvolněný) nebo karbonatací narušený beton osekáním nebo otryskáním vysokým tlakem vody až na pevně držící podklad (pevnost v tahu kolmo na plochu podkladu by měla být větší než $1,5 \text{ N/mm}^2$).

Mechanicky nebo pískováním (podle možnosti) očistit korozi narušenou výztuž, pokud možno do lesku. Okraje sanovaných ploch ohraničit kolmými řezy, minimální vrstva nanášené reprofilační malty by měla být trojnásobná než je maximální velikost zrna plniva malty. Podklad zbavit prachu a všech nečistot.

Ochrana výztuže

Na důkladně očištěnou výztuž nanést např. jednosložkový ochranný nátěr **Weber.sys (Weber.rep ochrana – protikoroční nátěr na armatury)** vhodným štětcem ve dvou vrstvách. Druhý nátěr možno nanést teprve až je předcházející nátěr dostatečně nosný, tj. po cca 6 hodinách!

Tloušťka ochranné vrstvy musí být minimálně 1 mm, materiál má výbornou přilnavost na oceli i betonu, je nepropustný pro vodu i chloridy.

Adhezní můstek (kontaktní můstek)

Před aplikací můstku určenému do extrémně namáhaných míst podklad důkladně navlhčit, podklad by měl být matně vlhký. Správně namíchaný cementem pojený adhezní můstek nanášet štětcem nebo kartáčem, můstek musí být důkladně do podkladu vmasírován tak, aby kontaktní plocha byla zcela můstkem pokryta.

Nanášet jen na takovou plochu, na kterou bude možné následně aplikovat reprofilační maltu ještě v době, kdy adhezní můstek nebude zcela zaschlý. Platí zde pravidlo nanášení „čerstvé do čerstvého“.

Reprofilace - nátěrová nebo stěrková hmota - Weber.rep vysprávka J SV

Volba vhodné síranovzdorné reprofilační malty je závislá na potřebné tloušťce vrstvy nanášené v jednom pracovním kroku.

Alternativou mohou vrstvy 3–20 mm, popřípadě vrstvy 3–40 mm jemně vysprávkovou maltou nebo lze použít tzv. hrubou vysprávkovou maltu pro vrstvy 30–80 mm. Všechny malty se vyznačují vynikající přidržitelností na betonovém podkladě, lze je nanášet tradičním způsobem ručně na podklad ošetřený **kontaktním můstkem** systémem „čerstvé do čerstvého“, nebo strojně mokřím nástřikem, kdy stačí podklad důkladně předvlhčit.

Nezapomenout právě sanovaný povrch chránit vhodnými opatřeními před předčasnou ztrátou záměsové vody!

4.2 Návrh statické sanace – silové šití

Součástí návrhu statické sanace panelů obvodového pláště BD je zároveň tzv. **silové šití** (stehování) hran panelů obvodového pláště BD a to v místech, kde se nacházejí smykové a tahové otevřené trhliny, jak již bylo uvedeno v úvodu statického výpočtu.

Rozsah silového šití je stanoven dle **(1)** a jedná se o návrh posílení porušené konstrukce pomocí prutů helikální výztuže – viz dále.

Principem tohoto systému je vkládání helikální výztuže **Ø 7 mm** do vyřezaných drážek v příčném směru (kolmo k trhlíně) a do předvrtaných otvorů (- viz dále *Použitý materiál*). Drážka je navržena o rozměru 25x10 mm, otvor Ø 10 mm.

Fixace těchto prutů v otvorech a drážkách bude provedena vysokopevnostní cementopolymerní hmotou. Konkrétně - vysokopevnostní hmotou Weberrep 766.

Posílení je možné konkrétně provést např. pomocí helikální výztuže dle technologických zásad systému **kompakt®**:

Použitý materiál – typ prutů:

OCEL 17 240 – nové značení dle DIN EN 10088-3 a ČSN EN 10088-3:

X5CrNi18-10

výztuž austenitická nerezová helikální (šroubovicová)

Ø 7 mm → minimální pevnost v tahu $R_{sd} = 860 \text{ MPa}$

Fixace tahových trhlin – silové šití:

příčná vzdálenost prutů (kotev) **VAH Ø 7 mm** max. 150 mm,

min 4 ks pro nejvíce porušené místo

vrt Ø 10 mm, drážka 25 x 10 mm, RŠ (spona) - VAH 7 – 1000 mm