

# STATICKÝ VÝPOČET

Hydroizolace terasy a rekonstrukce  
technické místnosti, ZŠ a MŠ, Ostrava–Poruba,  
Ukrajinská 19

## Obsah :

|                   |       |
|-------------------|-------|
| Zatížení stálé    | str.2 |
| Zatížení nahodilé | str.2 |
| Rozbor zatížení   | str.3 |
| Průvlak 2U 200    | str.4 |
| Kotvení           | str.5 |
| Závěr             | str.7 |

Statický výpočet je zpracován na základě podkladů objednatele.

Konstrukce jsou posouzeny dle platných norem, zejména :

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1 Zatížení konstrukcí – Část 1-1 :

Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitné zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2 Navrhování betonových konstrukcí

ČSN EN 1991-1-4 Eurokód Navrhování konstrukcí na zatížení větrem

VYPRACOVAL : ing. Aleš Kika

10/2023



ZATÍŽENÍSTÁLEKONSTRUKCEPODLAHA TERASY - STÁVAJÍCÍ STAV

TERACOVÁ DLAŽBA

$0,70 \text{ kN/m}^2$

1,35

$0,95 \text{ kN/m}^2$

MALTOVÉ LOŽE  $0,025 \cdot 24,0 =$ 

$0,60 \text{ ---}$

1,35

$0,81 \text{ ---}$

HYDROIZOLACE

$0,10 \text{ ---}$

1,35

$0,14 \text{ ---}$

SPÁDOVÁ VRSTVA  $0,09 \cdot 24,0 =$ 

$2,16 \text{ ---}$

1,35

$2,92 \text{ ---}$

$\Sigma 3,56 \text{ kN/m}^2$

 $\Sigma$ 

$4,82 \text{ kN/m}^2$

STROPNÍ PANELY

ŽB PANELY

$3,05 \text{ kN/m}^2$

1,35

$4,12 \text{ kN/m}^2$

$17,15 / 0,99 \cdot 5,68 =$

PODLAHA TERASY - NOVÝ STAV

NOVÁ DLAŽBA

$0,70 \text{ kN/m}^2$

1,35

$0,95 \text{ kN/m}^2$

HYDROIZOLACE

$0,10 \text{ ---}$

1,35

$0,14 \text{ ---}$

BETONOVÉ PODKLADNÍ KONSTRUKCE

$2,60 \text{ ---}$

1,35

$3,51 \text{ ---}$

$\Sigma 3,40 \text{ kN/m}^2$

 $\Sigma$ 

$4,60 \text{ kN/m}^2$

NÁHODILÉZATÍŽENÍUŽITNÉ $v_n$ 

1,5

 $v_d$ 

$5,0 \text{ kN/m}^2$

1,5

$7,5 \text{ kN/m}^2$

KLIMATICKÉ - SNÍH / OBL II

$1,0 \text{ kN/m}^2$

1,5

$1,5 \text{ kN/m}^2$

NEROZHODUJE

ZATÍŽENÍ CELKEM:

$q_{n1} = 3,56 + 5,0 = 8,56 \text{ kN/m}^2$

$q_{d1} = 4,82 + 7,5 = 12,32 \text{ kN/m}^2$

$q_{n2} = 8,56 + 3,05 = 11,61 \text{ kN/m}^2$

$q_{d2} = 12,32 + 4,12 = 16,44 \text{ kN/m}^2$

PRO ROZPĚTÍ 5150 mm PLATÍ :

$$M_{ds_1} = \frac{1}{8} \cdot 12,32 \cdot 5,15^2 = 40,85 \text{ kNm}$$

$$q_{d_1} = 4,82 + 7,5 = 12,32 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{ds_2} = \frac{1}{8} \cdot 16,44 \cdot 5,15^2 = \underline{\underline{54,5 \text{ kNm}}}$$

$$q_{d_2} = \underline{\underline{16,44 \text{ kN/m}^2}}$$

PRO ROZPĚTÍ 5150 : 3 = 1717 mm PLATÍ :

$$M_{ds_{1/3}} = \frac{1}{8} \cdot 16,44 \cdot 1,717^2 = \underline{\underline{6,06 \text{ kNm}}}$$

$$n = \frac{6,06}{54,5} \cdot 100 = \underline{\underline{11,1 \%}}$$

ZATÍŽENÍ NA PODPŮRNÉ NOSNÍKY :

$$q_n = 11,61 \cdot 1,717 = 19,93 \text{ kN/m'}$$

$$q_d = 16,44 \cdot 1,717 = 28,23 \text{ kN/m'}$$

$$l_s = 4250 \text{ mm}$$

$$l_d = 1,05 \cdot 4250 = \underline{\underline{4463 \text{ mm}}}$$

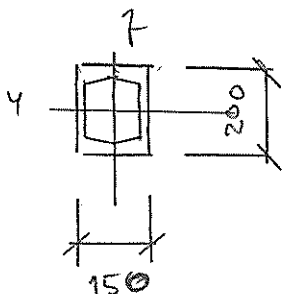
$$M_d = \frac{1}{8} \cdot 28,23 \cdot 4,463^2 = 70,29 \text{ kNm}$$

$$Q_d = \frac{1}{2} \cdot 28,23 \cdot 4,463 =$$

$$N_{min} = \frac{M_d}{R_d} = 334,7 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$= \underline{\underline{63,0 \text{ kN}}}$$

NAVŘEEN PRŮŘEZ 24 200



$$W_y = 382 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 38,2 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

POSTUŽENÍ - viz. DALŠÍ STRANY STAT. VÝPOČTY

**Posouzení na ohyb s vlivem smykové síly: 2xU200****ČSN EN 1993-1-1****Podchycení stropních panelů****Vstupní hodnoty:**

|                |                             |
|----------------|-----------------------------|
| Ohybový moment | $M_{Ed} = 70.3 \text{ kNm}$ |
| Smyková síla   | $V_{Ed} = 63 \text{ kN}$    |
| Materiál oceli | S 235                       |

**Parametry průřezu:**

Shape - not such a field or property in IO.CS.Component

|         |                           |  |
|---------|---------------------------|--|
| b = NaN | Plocha průřezu            | $A = 6439 \text{ mm}^2$  |
| h = NaN | Smyková plocha            | $A_{vz} = 3085 \text{ mm}^2$   |
|         | Třída průřezu pro ohyb    | 0  |
|         | Průřezový modul k ose y   | $W_{el,y} = 382282 \text{ mm}^3$<br>$W_{pl,y} = 455637 \text{ mm}^3$ |
|         | Průřezový modul k ose z   | $W_{el,z} = 297775 \text{ mm}^3$<br>$W_{pl,z} = 353239 \text{ mm}^3$ |
|         | Největší tloušťka průřezu |  |

$$\text{Návrhová plast. únosnost ve smyku } W_{pl,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_y}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = \frac{3085 \cdot 235}{1 \cdot \sqrt{3}} = 419 \text{ kN}$$

**Únosnost v ohybu s vlivem smyku,  $V_{Ed} \leq 1/2 V_{pl,Rd}$** 

$$V_{Ed} = 63 \text{ kN} < \frac{1}{2} V_{pl,Rd} = 209 \text{ kN} \Rightarrow \text{Účinky smyku lze zanedbat}$$

Únosnost v ohybu

$$M_{Rd,y} = \frac{W_{el,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{382 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = 89.8 \text{ kNm}$$

**Posouzení**

$$\text{Jednotkové využití průřezu} \quad s = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd,y}} = \frac{70.3 \text{ kNm}}{89.8 \text{ kNm}} = 0.783 < 1 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

## Výpočet součinitele $k_{y,T}$ pro mez kluzu materiálu $f_y$ po 15 minutách požáru:

### Průřez 2xU200

#### Návrhová pevnost oceli v tlaku za ohybu:

|  |            |        |     |
|--|------------|--------|-----|
| charakteristická pevnost oceli při 20°C: | $f_{y,k}$  | 235,00 | MPa |
| součinitel materiálu:                    | $\gamma_M$ | 1,15   | -   |
| návrhová pevnost oceli při 20°C:         | $f_{y,d}$  | 204,35 | MPa |

#### Průřezové charakteristiky:

|                                  |       |       |    |
|----------------------------------|-------|-------|----|
| typ a výška profilu z oceli:     | $h_p$ | U 200 |    |
| nejmenší tloušťka stěny profilu: | $t$   | 8,5   | mm |

#### Posouzení na I. mezní stav:

|  |             |        |          |
|--|-------------|--------|----------|
| redukční součinitel zatížení (součinitel $n, \eta$ ):      | $\eta_{fi}$ | 0,650  | -        |
| součinitel průřezu:  | $1 / t$     | 117,6  | $m^{-1}$ |
| teplota nosníku po 15 minutách požáru:                     | $T_{a,t}$   | 577,83 | °C       |
| dolní hranice teploty pro interpolaci:                     | $T_{a,d}$   | 500,00 | °C       |
| redukční součinitel pro účinnou mez kluzu (dolní hranice): | $k_{y,d}$   | 0,780  | MPa      |
| horní hranice teploty pro interpolaci:                     | $T_{a,h}$   | 600,00 | °C       |
| redukční součinitel pro účinnou mez kluzu (horní hranice): | $k_{y,h}$   | 0,470  | MPa      |
| redukční součinitel pro účinnou mez kluzu:                 | $k_{y,T}$   | 0,539  | MPa      |

#### Návrhová pevnost oceli v tlaku za ohybu po 15ti minutách požáru:

|  |           |        |     |
|--|-----------|--------|-----|
| charakteristická pevnost oceli při $t=20^\circ C$ :            | $f_{y,k}$ | 204,35 | MPa |
| redukční součinitel pro účinnou mez kluzu:                     | $k_{y,T}$ | 0,539  | -   |
| návrhová pevnost oceli po 15ti minutách požáru při $T_{a,d}$ : | $f_{y,d}$ | 110,09 | MPa |

stupeň využití průřezu na max KOMBI LMS (ESA):

0,78

stupeň využití s uvažováním meze kluzu v 15ti min:

0,94

posouzení profilu:

VYHOVUJE

## Šroubové spoje namáhané na stříh a otláčení (kategorie A) dle ČSN EN 1993-1-8

### ČSN EN 1993-1-8

#### Kotvení

##### Charakteristika šroubu

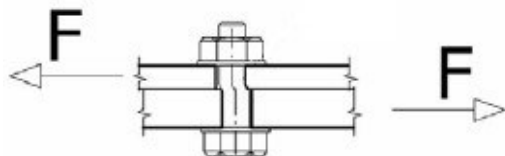
|                 |                          |                            |                            |
|-----------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Označení šroubu | M16 (5.6)                | $f_{ub} = 500 \text{ MPa}$ | $f_{yb} = 300 \text{ MPa}$ |
| Počet šroubů: 4 |                          |                            |                            |
| Průměr šroubu   | $d = 16 \text{ mm}$      |                            |                            |
| Průměr otvoru   | $d_0 = 18 \text{ mm}$    |                            |                            |
| Průřez dříku    | $A = 201 \text{ mm}^2$   |                            |                            |
| Upínací průřez  | $A_s = 157 \text{ mm}^2$ |                            |                            |

##### Geometrie

|                                       |                        |
|---------------------------------------|------------------------|
| Vzdálenost šroubů od kraje - ve směru | $e_1 = 30 \text{ mm}$  |
| Vzdálenost šroubů od kraje - kolmo    | $e_2 = 30 \text{ mm}$  |
| Rozestupy šroubů - ve směru           | $p_1 = 250 \text{ mm}$ |
| Rozestupy šroubů - kolmo              | $p_2 = 200 \text{ mm}$ |
| Tloušťka konstrukčního dílu           | $t = 10 \text{ mm}$    |

##### Zatížení

|              |                            |
|--------------|----------------------------|
| Smyková síla | $F_{v,Ed} = 63 \text{ kN}$ |
|--------------|----------------------------|



##### Posouzení na stříh:

**Podmínka**  $F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$

*Pro výpočet je použita upínací plocha*

$\alpha_v = 0.6$

$$F_{v,Rd,1} = \frac{n \cdot \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{4 \cdot 0.6 \cdot 500 \cdot 157}{1.25} = \underline{\underline{150.7 \text{ kN}}}$$

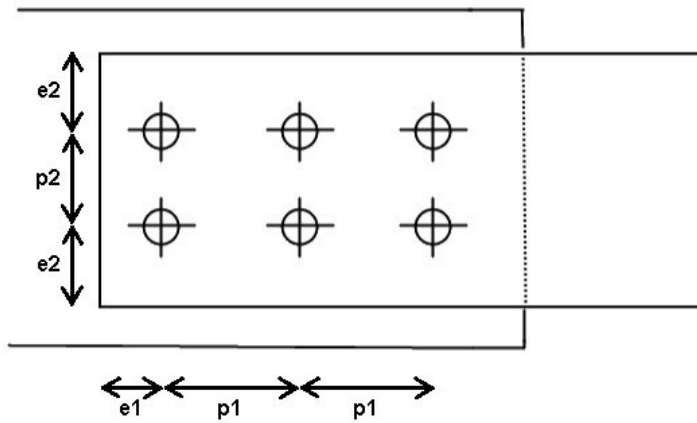
$$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd,1} \Rightarrow 63 \text{ kN} \leq 150.7 \text{ kN} \Rightarrow \text{Šroub ve stříhu VYHOVUJE}$$

##### Posouzení otláčení šroubu:

|                           |       |                         |
|---------------------------|-------|-------------------------|
| Materiál ocelového plechu | S 235 | $f_u = 360 \text{ MPa}$ |
|---------------------------|-------|-------------------------|

**Podmínka**  $F_{v,Ed,n} \leq F_{b,Rd}$

Síla na jeden šroub:  $F_{v,Ed,n} = \frac{F_{v,Ed}}{n} = \frac{63}{4} = 15.8 \text{ kN}$



$$a_b = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{e_1}{3 \cdot d_0} \\ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0.25 \\ \frac{f_{ub}}{f_u} \\ 1 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{30}{3 \cdot 18} \\ \frac{250}{3 \cdot 18} - 0.25 \\ \frac{500}{360} \\ 1 \end{array} \right\} = 0.556$$

$$k_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1.7 \\ 1.4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1.7 \\ 2.5 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2.8 \cdot \frac{30}{18} - 1.7 \\ 1.4 \cdot \frac{200}{18} - 1.7 \\ 2.5 \end{array} \right\} = 2.5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot a_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.556 \cdot 360 \cdot 16 \cdot 10}{1.25} = \underline{\underline{64 \text{ kN}}}$$

$$F_{v,Ed,n} \leq F_{b,Rd} \Rightarrow 15.8 \text{ kN} \leq 64 \text{ kN} \Rightarrow \text{Šroub v otláčení VYHOVUJE}$$

## Závěr

Na základě objednávky investora (Základní škola a Mateřská škola, Ostrava-Poruba, Ukrajinská 19, příspěvková organizace) bylo zpracováno toto statické řešení projektové dokumentace, která řeší stavební úpravy v rámci stavby „Hydroizolace terasy a rekonstrukce technické místnosti“.

Jedná se zejména o posouzení a návrh nezbytných opatření v souvislosti se stropní konstrukcí nad technickou místností v suterénu, která tvoří současně část venkovní terasy školy. Statické řešení prověřuje možnost provedení stavebních úprav ze statického hlediska, zkoumá únosnost stávajících nosných konstrukcí, navrhuje nové stavební konstrukční prvky.

Objekt technické místnosti má stěnový nosný systém, nosné stěny zděné z cihel CDm 240 x 115 x 140 mm. Stropní konstrukce na sv.rozpětí 5150 mm je tvořena železobetonovými dutinovými panely. Stropní konstrukce tvoří nosnou konstrukci pro venkovní terasu, terasa je opatřena teracovou dlažbou do maltového lože, pod touto konstrukcí se dále nachází hydroizolace a spádové betonové vrstvy.

Stropní panely působí ze statického hlediska jako prosté nosníky. Na podhledech panelů (tažená oblast průřezu) se vyskytují značné defekty působením vnějších klimatických vlivů a nedostatečnou funkcí hydroizolace a dalších konstrukčních částí. Na podhledu stropních panelů je zřejmé opadávání krycí vrstvy výztuže, koroze výztuže, opadávání částí betonu, trhliny, kaverny až do dutin v panelech.

Z vnější strany působením klimatických vlivů a konstrukčního řešení dochází také k významné degradaci stěnových a veškerých navazujících stavebních konstrukcí.

### Zesílení stropní konstrukce

Na základě podrobnější prohlídky a po statickém zhodnocení je nutno konstatovat, že železobetonové stropní panely vyžadují zpevnit. Toto zpevnění je navrženo osazením dvou průvlaků pod stropními panely, průvlaky jsou navrženy ze dvou svařovaných ocelových válcovaných profilů U 200. Osazením průvlaků se zkrátí rozpětí panelů a výrazně tak dojde k posílení stropní konstrukce.

Průvlaky 2U 200 budou osazeny těsně pod stropní panely, prostor mezi železobetonovými panely a ocelovými průvlaků se řádně vyklínuje ocelovými destičkami potřebných tloušťek, vyklínováním dojde k potřebnému předpětí a aktivaci ocelové konstrukce. Zbývající prostor mezi betonovými panely a horním lícem profilů 2U 200 se důkladně vyplní cementovou zálivkou.

Osazení průvlaků 2U 200 bude řešeno buď do kapes ve zdivu na ocelové roznášecí desky uložené do betonového lože, nebo na čelní desky a chemické lepené kotvy M 16. Lepené kotvy a čelní desky lze použít v případě, že se v místě osazení průvlaků bude nacházet kvalitní nosná betonová konstrukce.

Kotvení je tedy alternativně navrženo pomocí čelních desek a lepených šroubů do železobetonové konstrukce, případně na ocelové patní desky do betonového podlité do kapes ve zdivu. Konkrétní způsob osazení bude upřesněn při realizaci na základě provedených sond v místě osazení ocelových nosníků, kvalitě základního materiálu. Dodavatel provede podrobné zaměření, zjištění skutečného stavu a zpracuje dílenskou (dodavatelskou) dokumentaci. Veškerá tato agenda je nedílnou součástí prací zhotovitele a je zahrnuta v rozpočtu stavebních prací a úprav. Nosníky vyhoví na požární odolnost 15 min a není potřeba je dodatečně chránit.

Dílenské přípoje jsou svařované, montážní spoje jsou navrženy jako šroubované.

K řešení problematice bude v průběhu realizace přímo na stavbě uskutečněna pracovní schůzka s dodavatelem stavby a zástupcem projektanta, o zjištěných skutečnostech provést zápis do Stavebního deníku. Přizvat k řešení problematice rovněž zástupce investora a TDI k odsouhlasení.

Konstrukce – původní i nové - je nutno v montážním stádiu (v průběhu výstavby) provizorně zajistit proti klimatickým účinkům (větru, dešti).

Projektant upozorňuje na vysokou náročnost na realizaci díla a velké nároky na kvalitu a odbornost dodavatelské firmy.

### Sanační práce

V rámci stavebních úprav v souvislosti se zpevněním stropních konstrukcí budou provedeny rovněž potřebné sanační práce. Bude tedy provedena v nezbytném rozsahu sanace železobetonových konstrukcí stropních panelů, oprava výztuže (očistění, odrezivění a antikorozi nátěr) v rozsahu prutů



v délce cca 1,5bm' na 1m2 podhledové plochy. Sanace bude provedena v rámci stavebního systému sanačních prací jako komplexní systémové řešení dle zvoleného výrobce.

Příprava podkladu: Mechanicky tryskat pevným abrazivem nebo vodou vysokým tlakem až na „zdravý beton“. Dostatečně otevřít póry a lunkry stávajícího betonu.

Z armovací výztuže musí být odstraněna korozní vrstva. Výztuž se následně opatří systémovou antikorozní ochranou. Dále následuje provedení kontaktního spojovacího můstku, tj. kontaktní spojovací můstek – adhezní mezivrstva aplikovaná na očištěný betonový povrch a ošetřenou výztuž (použít jednu až dvě vrstvy o max.celkové tloušťce 3mm). Dále použít reprofilační malty: reprofilační malta hrubá a jemná dle tloušťky chybějící vrstvy u opravovaných ploch. Při reprofilaci větších tloušťek se pracuje ve vrstvách. Při aplikaci je nutno dodržet technologický předpis výrobce.

#### Stěny schodiště

Stěny schodiště jsou značně zdegradovány působením vnějších vlivů. Tyto stěny je nezbytné opravit. Je doporučen následující postup:

Provést šetrné oklepání uvolněných a nestabilních částí zdiva. Konstrukci řádně očistit. Ponechanou část stěn zpevnit pomocí plošné injektáže, kterou se docílí i zvýšení odolnosti proti vlhkosti. Do stěny vlepít trny z betonářské výztuže průměru 12 mm v rastru 300 x 300 mm. Na tyto trny následně upevnit Kari síť, průměr drátů 6 mm, oka 100 x 100 mm. Následně provést bednění a líc stěny opatřit dobetonávkou s min. tl. 100 mm, beton C 25/30. Z rubové strany stěny provést odkop, vyspravit hydroizolace, osadit novou folii, prostor za stěnou dle možností oddrenážovat, prostor zpět zasypat. Osadit okapový chodník se spádem od stěny.

O zjištěném stavu se provede zápis do Stavebního deníku.

Stavební úpravy lze ze statického hlediska realizovat, po provedených stavebních úpravách v rozsahu dle výše uvedeného dojde k potřebnému zesílení jednotlivých konstrukčních částí objektu i celku. Demontované stavební konstrukce se odvezou na skládku. Nepřetěžovat novým a demontovaným materiálem stávající nosné konstrukce objektu.

Pro zámečnické prvky bude použita ocelová konstrukce, před výrobou veškerých ocelových prvků provést podrobné zaměření (zjistit rovinnost souvisejících stavebních konstrukcí ve všech směrech-rovinách) a následně zpracovat dílenskou dokumentaci jako součást dodávky těchto konstrukcí. Zejména je třeba klást důraz na předvýrobní přípravu, tato problematika má svá specifika, ocelové konstrukce jsou svým charakterem náročné (návaznosti na okolní konstrukce, přesnost konstrukce, montáž). Je nutné, aby tyto konstrukce prováděla firma erudovanými pracovníky s potřebnými praktickými zkušenostmi.

Veškeré materiály však musejí být dodány ve svém složení jako kompletní ucelený soubor – systémové řešení !

Materiál ukládat do kontejneru. Materiály použité při stavebních úpravách jsou atestované a zdravotně nezávadné. Stavební práce se provedou dle příslušných norem a bezpečnostních předpisů. Práce a technologické postupy provést dle pokynů dodavatelů jednotlivých stavebních materiálů. V případě potřeby přizvat na stavbu projektanta ke konzultaci.

Datum: 10/2023

Vypracoval: Ing. Aleš Kika

