

Statický posudok

Kotvenie zelenej steny, ZŠ Za vodou

Miesto stavby: Stará Ľubovňa, KN/C 1935/22, k. ú. Stará Ľubovňa, okres Stará Ľubovňa

Stavba: Rekonštrukcia ZŠ Za vodou

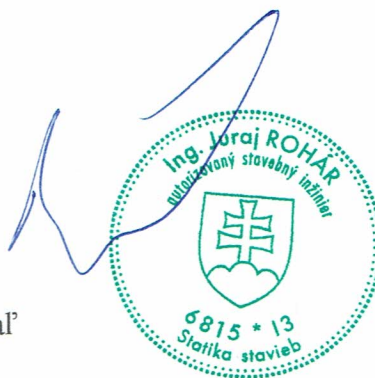
Investor: Mesto Stará Ľubovňa, Obchodná 1, 064 01 Stará Ľubovňa

Profesia: Statika

Zodpovedný projektant: Ing. Juraj Rohár

Vypracoval: Ing. Michal Kapral'

Kontroloval: Ing. Juraj Rohár



PREDMET STATICKÉHO POSUDKU, CHARAKTERISTIKA STAVBY

Predmetom statického posudku je návrh a posúdenie možnosti kotvenia zelenej steny do zvislej stenových konštrukcií základnej školy v Starej Ľubovni.

Rozmery steny, na ktorú bude navrhnuté a posúdené kotvenie zelenej steny, sú 6,4 x 8,4 m. Zelená stena je navrhnutá na celú plochu steny, začínajúc 400 mm od terénu. Stena základnej školy je murovaná so šírkou muriva 300 mm z pórobetónu a je kotvená o železobetónový skelet pozostávajúci zo železobetónových prekladov a stĺpov. Celková výška steny je 8 400 mm. Železobetónové preklady sa nachádzajú v stropnej konštrukcii 1.NP a 2.NP. Svetlá výška podlaží je 3 000 mm a konštrukčná výška atiky je 1 050 mm.

Tento posudok sa nevenuje samotnej nosnej konštrukcii zelenej steny, ktorá je riešená a dodávaná výrobcom a dodávateľom zelenej steny. Nosný systém je tvorený omega profilmi s maximálnou osovou vzdialenosťou 620 mm. Omega profily budú kotvené dvoma kotvami každých 520 mm. Posudok sa takisto nevenuje odolnosti steny od horizontálnych účinkov zelenej strechy nakoľko horizontálne sily sú spôsobené klimatickým zaťažením od vetra, ktoré pôsobí na existujúcu stenu, ktorá pri výstavbe objektu bola na tieto navrhnutá.

BÚRACIE PRÁCE

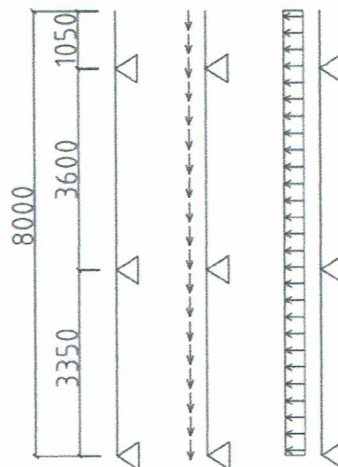
Výstavbou zelenej steny nevzniká potreba búrania pôvodných nosných konštrukcií.

NOVÝ STAV

Navrhnutá je zelená stena kotvená do existujúcej murovanej steny na budove ZŠ Za vodou v meste Stará Ľubovňa. Nosná konštrukcia zelenej steny je tvorená zvislými omega profilmi, ktoré sú súčasťou dodávky výrobcu a dodávateľa zelenej steny. Nosná konštrukcia zelenej steny bude kotvená do priľahlej murovanej obvodovej steny z pórobetónových tvárnic hrúbky 300 mm a priľahlých železobetónových prekladov, ktoré tvoria nosnú skeletovú konštrukciu základnej školy.

POSÚDENIE STAVEBNÝCH ÚPRAV

Hlavné kotvenie zelenej steny bude vyhotovené pomocou závitových tyčí do priľahlej murovanej steny. Každý zvislý omega profil s maximálnou osovou vzdialenosťou 620 mm bude kotvený v úrovni stropov 1.NP a 2.NP cez murivo do železobetónových prekladov. Kotvenie bude navrhnuté na kombináciu zaťaženia vlastnej tiaže zelenej steny a klimatického zaťaženia - sanie od vetra.

Statická schéma a zaťaženie:Vlastná tiaž

Veľkosť hodnoty stáleho zaťaženia vlastnou tiažou zelenej steny je udávaná výrobcom a jej hodnota je $g_{k,0} = 0,45 \text{ kN/m}^2$.

Zaťaženie vetrom

Základná rýchlosť vetra $v_b = 26 \text{ m/s}$.

Kategória terénu - III.

Špičkový tlak vetra pre výšku budovy 8,4 m $q_p(8,4) = 0,664 \text{ kPa}$.

Súčiniteľ tlaku pre vonkajšie povrchy $c_{pe}(A) = -1,2$

Tlak vetra na vonkajší povrch $w_e = c_{pe}(A) * q_p(8,4) = -1,2 * 0,664 = -0,8 \text{ kN/m}^2$

Omega profily sú navrhnuté v maximálnej osovej vzdialenosti 620 mm.

Sanie vetra na jeden omega profil $W_e = -0,8 * 0,62 = 0,5 \text{ kN/m}$.

Výsledné reakcie:

- pre kotvenie do betónu

Maximálny ťah v podpere $F_{t,Ed} = 3,08 \text{ kN}$

Maximálny šmyk v podpere $V_{Ed} = 2,24 \text{ kN}$

- pre kotvenie do muriva (päta muriva)

Maximálny ťah v podpere $F_{t,Ed} = 0,95 \text{ kN}$

Maximálny šmyk v podpere $V_{Ed} = 1,08 \text{ kN}$

Návrh a posúdenie kotvenia do muriva

Navrhujeme kotvenie pomocou 2 závitových tyčí v päte zelenej steny s pevnostnou triedou 5.8. Kotvenie bude pomocou bežne dostupných chemických kotiev.

Návrh - 2xM12 - 5.8, minimálna hĺbka zapustenia $h_{min} = 100 \text{ mm}$.

Návrhové sily na jednu závitovú tyč:

$$\text{ťah } N_{t,Ed} = 0,95 / 2 = 0,48 \text{ kN}$$

$$\text{šmyk } V_{Ed,1} = 1,08 / 2 = 0,54 \text{ kN}$$

Posúdenie porušenia ocele na ťah

Charakteristická únosnosť ocele kotvy - závitovej tyče

$$N_{Rk,s} = A_s \cdot f_{uk} = 113,1 \cdot 640 = 72,4 \text{ kN}$$

Návrhová únosnosť ocele kotvy - závitovej tyče

$$N_{Rd,s} = N_{Rk,s} / \gamma_{Ms} = 72,4 / 1,92 = 37,7 \text{ kN}$$

$$\text{kde } \gamma_{Ms} = 1,2 / (f_{yk} / f_{uk}) \geq 1,4 = 1,2 / (400/640) = 1,92 -$$

$$N_{Rd,s} \geq N_{t,Ed} \quad 37,7 > 0,48 \text{ kN} \quad \text{Vyhovuje}$$

Posúdenie porušenia vytiahnutím

Charakteristická odolnosť kotvy proti vytiahnutiu

$$N_{Rk,p} = 1,6 \text{ kN}$$

Návrhová odolnosť kotvy proti vytiahnutiu

$$N_{Rd,p} = N_{Rk,p} / \gamma_{Mm} = 1,6 / 2,5 = 0,64 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,p} \geq N_{t,Ed} \quad 0,64 > 0,48 \text{ kN} \quad \text{Vyhovuje}$$

Posúdenie šmyku ocele - Šmyk na ramene

Charakteristická ohybová únosnosť drieku kotvy - závitovej tyče

$$M_{Rk,s}^0 = 1,2 \cdot W_{el} \cdot f_{uk} = 1,2 \cdot 169,65 \cdot 10^{-7} \cdot 640 \cdot 10^3 = 130,29 \text{ Nm}$$

$$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 \cdot (1 - N_{t,Ed} / N_{Rd,s}) = 128,65 \text{ Nm}$$

Charakteristická šmyková odolnosť kotvy - závitovej tyče

$$V_{Rk,s} = \alpha_m \cdot M_{Rk,s} / l_a = 1 \cdot 128,65 / 81 = 1,59 \text{ kN}$$

$$\text{kde } l_a = e_1 + a_3 = 75 + 6 = 81 \text{ mm}$$

e_1 - vzdialenosť od kotvenia omega profilu po hranu muriva, $e_1 = 15 \text{ mm}$ omietka + 50 mm izolácia + 10 mm strierka

$$a_3 = d_0 / 2 = 12 / 2 = 6 \text{ mm}$$

Návrhová šmyková odolnosť kotvy - závitovej tyče

$$V_{Rd,s} = V_{Rk,s} / \gamma_{Ms} = 1,59 / 1,6 = 0,99 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,s} \geq V_{Ed} \quad 0,99 > 0,48 \text{ kN} \quad \text{Vyhovuje}$$

Posúdenie lokálneho porušenia tehly

Charakteristická šmyková odolnosť lokálneho porušenia tehly

$$V_{Rk,b} = 1,4 \text{ kN}$$

Návrhová

$$V_{Rd,b} = V_{Rk,b} / \gamma_{Mm} = 1,4 / 2,5 = 0,56 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,b} \geq V_{Ed,1} \quad 0,56 > 0,54 \text{ kN} \quad \text{Vyhovuje}$$

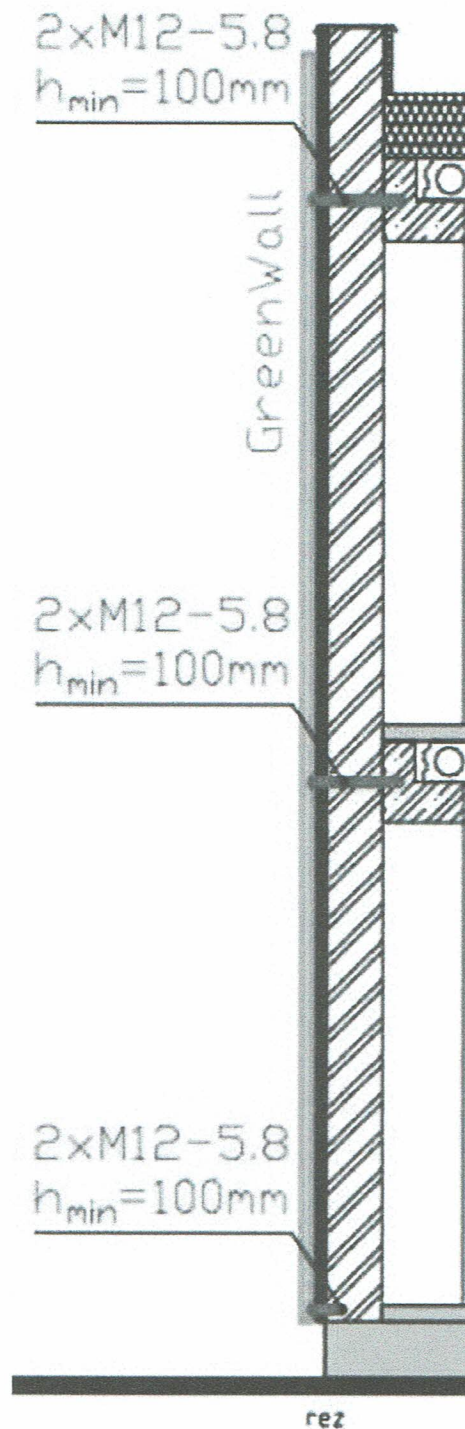
Minimálna kotevná hĺbka závitových tyčí v murive je 100 mm. Kotviť pomocou bežne dostupných chemických kotiev.

Kotvenie do betónových prievlakov

Závitové tyče budú kotvené do betónu cez murivo pomocou bežne dostupných chemických kotiev. Minimálna odolnosť chemickej kotvy do betónu proti ťahu musí byť najmenej 1,6 kN a odolnosť proti šmyku musí byť najmenej 1,2 kN pri hĺbke zapustenia kotvy 100 mm.

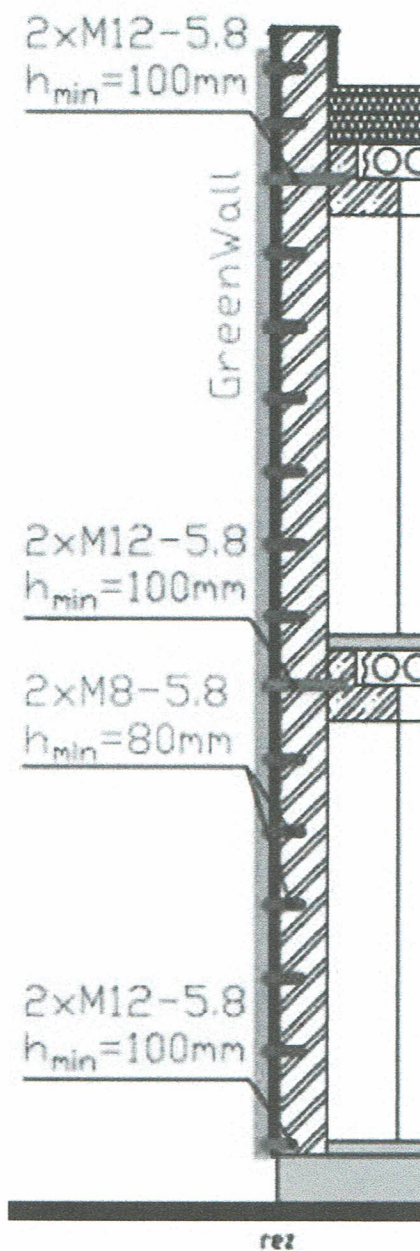
Návrh 2xM12 - 5.8, $h_{\min} = 100$ mm.

Schéma rozmiestnenia hlavných kotiev:



Vedľajšie kotvenie nosnej konštrukcie zelenej steny:

Nosná konštrukcia z omega profilov je podľa technického výkresu od výrobcu zelenej steny kotvená každých 520 mm. Navrhnuté je kotvenie závitovými tyčami 2xM8 á 520 mm. Minimálna hĺbka zapustenia kotiev do muriva je 80 mm. Kotvenie je navrhnuté pomocou bežne dostupných chemických kotiev.

Schéma rozmiestnenia hlavných a vedľajších kotiev:

Na jeden omega profil je potrebných 4xM12 - 5.8 do betónu, 2xM12 - 5.8 do muriva a 13x2xM8 - 5.8 do muriva.

ZÁVER

Zo statického hľadiska je možné kotviť zelenú stenu do príľahlej murovanej steny a železobetónových prievlakov. Posúdenie na odolnosť murovanej steny na účinky sania vetra nie sú súčasťou tohto statického posudku nakoľko murovaná stena spoľahlivo odoláva klimatickým účinkom vetra bez zelenej steny. Horizontálne účinky na návrh kotiev sú vypočítané práve z klimatických účinkov sania vetra. Zvislé účinky z vlastnej tieže zelenej steny sú zanedbateľne malé a teda významne nezmenia stabilitu a celistvosť danej steny a železobetónových prievlakov.

Posudok je vypracovaný v súlade s platnými normami STN EN 1990 až STN EN 1999. Nosný skelet a obvodové murivo aj po namontovaní zelenej steny bezpečne prenesú všetky pôsobiace účinky zaťaženia spôsobené namontovaním zelenej steny. Projekčné riešenie zabezpečuje požadovanú únosnosť nosných prvkov v zmysle platných STN a rovnako zaisťuje potrebnú stabilitu a celistvosť objektu.

Košice, október 2021

POUŽITÁ LITERATÚRA

STN EN 1990: 2009, Zásady navrhovania konštrukcií.

STN EN 1990/A1/NA: 2007, Zásady navrhovania konštrukcií. Zmena A1. Národná príloha.

STN EN 1991-1-1: 2007 Zatiaženia konštrukcií, Časť 1-1: Všeobecné zatiaženia – Objemová tiaž, vlastná tiaž a úžitkové zatiaženia budov. Slovenský ústav technickej normalizácie.

STN EN 1991-1-1: 2009/NA Zatiaženia konštrukcií, Časť 1-1: Všeobecné zatiaženia – Objemová tiaž, vlastná tiaž a úžitkové zatiaženia budov, Národná príloha. Slovenský ústav technickej normalizácie.

STN EN 1991-1-4: 2007, Zatiaženia konštrukcií, Časť 1-4: Všeobecné zatiaženia, Zatiaženia vetrom. Slovenský ústav technickej normalizácie.

STN EN 1991-1-4/NA: 2008, Zatiaženia konštrukcií, Časť 1-4 Všeobecné zatiaženia, Zatiaženia vetrom, Národná príloha. Slovenský ústav technickej normalizácie.

STN EN 1992-1-1: 2006, Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy.

STN EN 1992-1-1/NA: 2007, Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy. Národná príloha.

STN EN 1996-1-1:2006, Navrhovanie murovaných konštrukcií. Časť 1-1 : Všeobecné pravidlá pre vystužené a nevystužené murované konštrukcie.

STN EN 1996-1-1/NA: 2007, Navrhovanie murovaných konštrukcií. Časť 1-1 : Všeobecné pravidlá pre vystužené a nevystužené murované konštrukcie. Národná príloha.

STN EN 1992-4: 2020, Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 4: Navrhovanie kotvenia do betónu.

ETAG 029: 2013, Európska organizácia pre technické schválenia, chemické kotvenie oceľovými kotvami na použitie v murive

Technické dáta od spoločnosti HILTI a FISHER.

PODKLADY

Ako podklad pre spracovanie statického posudku boli dodané poklady od hlavného projektanta projektu. Jedná sa o:

Výkres - Zelená stena podklad

Výkres - Zvislá zelená stena

Výkres - Zvislá zelená stena - detail

Technický výkres od výrobcu zelenej steny

Statické posúdenie z 7/2019 vypracované Ing. Jozefom Vírostkom