

Technická zpráva – statika

1. Úvod

Na základě objednávky investora (SMO-MOb Ostrava-Jih, Horní 3, Ostrava-Hrabůvka) bylo zpracováno toto statické řešení projektové dokumentace, která řeší stavební konstrukce a úpravy v rámci akce „Bytový dům – změna užívání se stavebními úpravami“. Jedná se o stávající objekt na ulici Odborářská 677/72, Ostrava-Hrabůvka.

Jedná se především o vybudování únikového schodiště na podélné fasádě objektu z úrovně 2.NP a dále pak o únikové schodiště na štítové fasádě stávajícího objektu z úrovně 1.NP a s tím spojené stavební úpravy.

Statické řešení prověřuje možnost provedení stavebních úprav ze statického hlediska, zkoumá únosnost stávajících nosných konstrukcí, navrhuje nové stavební konstrukční prvky. Podrobněji – viz. dále.

2. Podklady pro zpracování

Při zpracování projektové dokumentace byly k dispozici tyto podklady :

- konzultace se zadavatelem
- část výkresové dokumentace stavebního řešení
- část původní projektové dokumentace
- fotodokumentace
- související normy a předpisy

3. Popis stavebních konstrukcí – stávající stav

Stávající objekt je konstrukčně navržen jako tradiční zděná stavba s podélným stěnovým nosným systémem, dispozičně i konstrukčně jako trojtrakt. Objekt má půdorys tvaru obdélníka s rozměry cca 49,06 x 12,6 m. Výše objektu činí 11,1 m. Světla výše nadzemních podlaží činí 2600 mm, konstrukční výše 3000 mm. Obvodové stěny mají tloušťku 450 mm. Objekt má sedlovou střechu s dřevěnými příhradovými střešními vazníky (dvouplášťovou odvětrávanou střechu). Objekt má tři nadzemní a jedno podzemní podlaží.

Objekt je založen na železobetonových monolitických základových pásech.

4. Popis nově navrhovaných konstrukcí a stavebních úprav

Základní technické normy a předpisy

Použité normy

Konstrukce byla navržena a staticky posouzena dle platných ČSN, především:

- 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 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3 : Obecná zatížení – Zatížení sněhem

- ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4 : Obecná zatížení – Zatížení větrem
- ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1 : Obecná zatížení pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1090-2+A Provádění ocelových konstrukcí
- ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí

Odborná literatura

- Navrhování ocelových konstrukcí – příručka k ČSN EN 1993-1-1
- Ocelové konstrukce 3 – příklady, ČVUT Praha 2010

V rámci stavebních úprav se jedná především o vytvoření dvou nových ocelových únikových schodišť situovaných na podélné a na štítové stěně objektu.

Pro konstrukce schodišť budou vybetonovány nové železobetonové základové konstrukce.

Pro přístup na schodiště na úrovni podesty 2.NP bude upraven stávající otvor – provede se vybourání parapetu pod oknem pro potřeby osazení dveří. V případě schodiště na úrovni 1.NP není třeba provádět bourací práce z důvodu zvětšení otvoru ve štítové stěně, stávající otvor po demontáži výplně je dostatečný.

Popis ocelové konstrukce

Schodiště na podélné fasádě – do úrovně 2.NP

Nosnou konstrukci venkovního schodiště tvoří čtyři nosné sloupy v osové vzdálenosti 3000 x 3080 mm (tj. rozteče v podélném a příčném směru). Podesta schodiště navazuje výškově na úroveň podlahy 2.NP v přilehlé místnosti, před kterou je schodiště situováno. Nosné sloupy jsou navrženy z válcovaných širokopřírubových profilů HEA. Uložení sloupů je na základech kloubové. V příčném směru, tj. kolmo na budovu, tvoří sloupy spolu s průvlaky, na kterých jsou uložena schodišťová ramena, rámy. Průvlaky jsou rovněž navrženy z profilů HEA. V příčném směru, tj. kolmo na stěnu budovy, bude konstrukce rámu pod mezipodestou schodiště ztužena příhradovým ztužením. Diagonály ztužidel jsou navrženy z trubkových profilů nebo profilů z válcovaných L. V úrovni podesty na úrovni 2.NP bude konstrukce ocelového schodiště ukotvena do obvodových železobetonových věnců budovy. Kotvení do železobetonových věnců je uvažováno pouze na vodorovné síly. Ve svislém směru se provede dilatační přípoj na oválné díry.

Touto konstrukční úpravou bude umožněno nezávislé chování objektu schodiště na objektu budovy, konstrukce schodiště je tedy řešena jako samostatný dilatační celek, ke konstrukci budovy je pouze schodiště kotveno za účelem prostorové tuhosti a stability. Bude však umožněn svislý pohyb konstrukce schodiště v důsledku dotvarování a konsolidace základových poměrů.

Kotvení ocelového schodiště k navazujícím železobetonovým konstrukcím je navrženo pomocí chemických (lepených) kotev HILTI HIT HY-150 osazených do dodatečně vrtaných otvorů. Kotvení ve dvou místech podesty – na obou krajích.

Schodnice schodišťových ramen jsou z válcovaných profilů UPE. Schodnice jsou na obou koncích konzolovitě vyloženy z nosné konstrukce. Schodišťové stupně i podlaha podest a mezipodest je navržena z podlahových roštů. Podesty a mezipodesty budou opatřeny okopovým plechem a trubkovým zábradlím. Zábradlí na schodišťových ramenech je navrženo rovněž trubkové.

Konstrukce schodiště je kromě stálého zatížení (zatížení od vlastní hmotnosti) a nahodilého zatížení (klimatická zatížení větrem a sněhem) navrženo na rovnoměrné nahodilé zatížení užité.

Ocelová konstrukce schodiště je navrženo z oceli jakosti S235. Konstrukce je uvažována jako šroubovaná.

Konstrukce schodiště bude vyrobena dle ČSN 73 2601 ve výrobní skupině B.

Konstrukce bude opatřena ochrannou povrchovou úpravou proti korozi, předpokládá se povrchová úprava žárovým zinkováním.

Schodiště na štítové fasádě – do úrovně 1.NP

Nosnou konstrukci venkovního schodiště tvoří čtyři nosné sloupy v osových vzdálenostech 1500 x 2450 mm (tj. rozteče v podélném a příčném směru) + nástupní rameno. Podesta schodiště navazuje výškově na úroveň podlahy 1.NP v přilehlé místnosti chodby, před kterou je schodiště situováno. Nosné sloupy jsou navrženy z válcovaných širokopřířubových profilů HEA. Uložení sloupů je na základech kloubové. V příčném směru, tj. kolmo na budovu, tvoří sloupy spolu s průvlaky, na kterých jsou uložena schodišťová ramena, rámy. Průvlaky jsou rovněž navrženy z profilů HEA. V příčném směru, tj. kolmo na stěnu budovy, bude konstrukce obou rámu pod podestou schodiště ztužena příhradovým ztužením. Diagonály ztužidel jsou navrženy z trubkových profilů nebo profilů z válcovaných L.

Schodnice schodišťových ramen jsou z válcovaných profilů UPE. Schodišťové stupně i podlaha podest a mezipodest je navržena z podlahových roštů. Podesta bude opatřena okopovým plechem a trubkovým zábradlím. Zábradlí na schodišťovém rameni je navrženo rovněž trubkové.

Konstrukce schodiště je kromě stálého zatížení (zatížení od vlastní hmotnosti) a nahodilého zatížení (klimatická zatížení větrem a sněhem) navrženo na rovnoměrné nahodilé zatížení užité.

Ocelová konstrukce schodiště je navrženo z oceli jakosti S235. Konstrukce je uvažována jako šroubovaná.

Konstrukce schodiště bude vyrobena dle ČSN 73 2601 ve výrobní skupině B.

Konstrukce bude opatřena ochrannou povrchovou úpravou proti korozi, předpokládá se povrchová úprava žárovým zinkováním.

Popis betonových konstrukcí - založení konstrukcí schodišť

Konstrukce každého ocelového schodiště bude založena na železobetonovém základovém bloku z betonu C 25/30, výztuž navržena z vázané betonářské výztuže – ocel B420B, průměr vložek 14 mm – prostorové armokoše, rozteč půdorysně á 150 mm, rozteč výškově á cca 200 mm, výztuž bude navzájem provázána. Krytí výztuže činí min. 40 mm. Půdorysné rozměry základové konstrukce jsou navrženy s ohledem

na geometrii – osový systém nosné ocelové konstrukce, a to v rámci možností vždy symetricky, šíře jednotlivých úseků základových pásů činí 600 mm (tj. schodiště do 2.NP), resp. 500 mm (tj. schodiště do 1.NP), výše základu činí 1200 mm. Pod základovou patku provést podkladní beton C 15/20 tl. 50 mm. Důležité je před provedením nového podsypu a podkladního betonu provést zhutnění podkladních vrstev pod nově budovanou základovou patkou tak, aby došlo k co nejmenšímu dosedání objektu schodiště vlivem konsolidace podloží. Na zhutněný upravený podklad následně provést zhutněný štěrkopískový podsyp tl. 150 mm. Základová patka bude od objektu oddílována, při výkopech nutno pracovat obezřetně v návaznosti na podzemní části objektu a případné inženýrské sítě a rozvody, ať nedojde k poškození sítí, rozvodů, hydroizolace a ochranné vrstvy svislých konstrukcí. Mezi novou základovou patku schodiště a suterénní konstrukce budovy vložit dilatační (separační, ochrannou) vrstvu.

Konstrukci schodiště nutno založit do nezámrzné hloubky !

Výškově napojit podlahu v místě nástupního ramene schodiště na úroveň okolního upraveného terénu, pamatovat rovněž na odvedení dešťových vod směrem pryč od objektu.

Konstrukce schodiště (tzn. čtyři hlavní nosné sloupy + schodnice nástupního ramene) budou kotveny do železobetonové základové konstrukce pomocí chemických (lepených) kotev HILTI HIT HY-150 osazených do dodatečně vrtaných otvorů.

Před započítím výkopových prací se provede ověření přítomnosti podzemních sítí, překážek a rozvodů a jejich potřebné zajištění tak, ať nedojde k jejich poškození ! V případě výskytu drenáží tyto zajistit tak, aby byly nadále funkční.

Montáž konstrukce musí být prováděna odborně způsobilou firmou. Montáž musí respektovat obecná pravidla pro montáž konstrukcí a musí být v souladu se statickou funkcí jednotlivých prvků.

Navržená konstrukce vychází z dostupných podkladů a zatěžovacích údajů platných pro navrhování v daném území a z toho pramenící zatížení. Navržené řešení odpovídá předpisům a normám platných na území České republiky. Navržená konstrukce vyhovuje na I. Mezní stav únosnosti a na II. Mezní stav použitelnosti.

Při veškerých pracích pracovat velmi opatrně, vyloučit použití těžších stavebních mechanismů s nadměrným vývinem otřesů a vibrací přenášejících se do okolních stavebních konstrukcí. V montážním stádiu v průběhu realizace provádět vždy v potřebném rozsahu provizorní podchycení a zajištění souvisejících stavebních konstrukcí ať nedojde k nenadálému zřícení a tím k ohrožení zdraví osob a poškození majetku.

Dodavatel stavby v rámci své činnosti při realizaci zpracuje nezbytně nutná doplnění technické dokumentace (zaměření skutečného stavu, vytýčení rovin, zpracování dílenské-výrobní dokumentace v nezbytně nutném rozsahu – jako nedílná součást dodávky a ceny díla). Rozměry nových konstrukcí přizpůsobit rozměrům nových

stavebních konstrukcí na stavbě při realizaci. Projektant upozorňuje na technickou náročnost těchto konstrukcí, práce musí provádět specializovaná firma s technicky vyspělými a kvalifikovanými pracovníky s dostatkem zkušeností s pracemi obdobného charakteru, zvláštní důraz klást na provedení jednotlivých rozhodujících detailů, nutná důkladná koordinace prací s generálním dodavatelem, apod.

5. Závěr

Materiály použité při stavebních úpravách jsou atestované a zdravotně nezávadné. Použit ocel jakosti S235, nosné sváry provede svářeč se státní zkouškou. Před výrobou ocelových a betonových konstrukcí zaměřit související stavební konstrukce a zpracovat dílenskou dokumentaci jako součást dodávky OK. Zejména důležité je pečlivě zaměřit výškové úrovně jednotlivých podest (místností budovy) v návaznosti na upravený terén a založení objektu (úrovně podlah podest schodiště a podlah chodeb, jednotné výšky a šířky schodišťových stupňů, apod.). Rovněž je třeba počítat s dilatační sparou v úrovni základových konstrukcí objektu a základu ocelového schodiště.

Konstrukce schodiště bude uzemněna.

Stavební práce se provedou dle příslušných norem a bezpečnostních předpisů – bezpečnost práce a technických zařízení je dána Vyhláškou 48/1982 Sb. ČÚBP – Základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení a Vyhláškou 324/1990 Sb. ČÚBP o bezpečnosti práce a technických zařízení při výstavbě.

Práce a technologické postupy provést dle pokynů dodavatelů jednotlivých stavebních materiálů, v návaznosti na požadavky stavebního řešení a ostatních profesí. Veškeré materiály musejí být dodány ve svém složení jako kompletní ucelený soubor – systémová řešení ! 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 : 07/2025

Vypracoval : Ing. Roman Hrbek

STATICKÝ VÝPOČET

Bytový dům - změna užívání se stavebními úpravami

Odborářská 677/72, Ostrava-Hrabůvka

Obsah :

Zatížení stálé	str. 2
Zatížení nahodilé	str. 2
Zatížení na jednotlivé konstrukční prvky - 1.NP	str. 3
Zatížení na jednotlivé konstrukční prvky - 2.NP	str. 5
Základová konstrukce - Schodiště do 1.NP	str. 7
Základová konstrukce - Schodiště do 2.NP	str. 8
Zatížení - sníh	str. 9
Zatížení - vítr	str. 10
Posouzení jednotlivých konstrukcí	str. 11
Schodiště do 1.NP - Sloup	str. 12
Schodiště do 1.NP - Příčel	str. 15
Schodiště do 1.NP - Schodnice	str. 17
Schodiště do 1.NP - Podestový nosník N1	str. 19
Schodiště do 2.NP - Sloup	str. 21
Schodiště do 2.NP - Příčel	str. 23
Schodiště do 2.NP - Schodnice	str. 25
Schodiště do 1.NP - Podestový nosník N1	str. 27
Geometrie - schodišťová ramena	str. 29
Schodiště do 1.NP - Schéma	str. 30
Schodiště do 2.NP - Schéma	str. 31
Závěr	str. 32

ZATÍŽENÍSTAĽE

KONSTRUKCE	g_w	μ_f	g_d
<u>OCELOVÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY</u>			
SCHODNICE	$0,3 \text{ kN/m'}$	1,35	$0,41 \text{ kN/m}^2$
POROROŠTY	$0,3 \text{ kN/m}^2$	1,35	$0,41 \text{ kN/m}^2$
ZÁBRADLÍ ~	$0,1 \text{ kN/m'}$	1,35	$0,14 \text{ kN/m}^2$
ŽB ZÁKLAD	$24,0 \text{ kN/m}^3$	1,35	$32,4 \text{ kN/m}^3$

NATĽODICE

ZATÍŽENÍ	z_n	μ_f	z_d
<u>UŽITNÉ</u>			
PLOŠNÉ	$5,0 \text{ kN/m}^2$	1,5	$7,5 \text{ kN/m}^2$
OSTNĚLÉ BŘEĎENO	$4,5 \text{ kN}$	1,5	$6,75 \text{ kN}$
<u>KLIMATICKÉ - SNÍH</u>			
SNĚHOVÁ OBLAST II	$s_k =$	1,5	$1,5 \text{ kN/m}^2$
$C_e = 1,0 \quad C_{te} = 1,0$			
<u>KLIMATICKÉ - VÍTR</u>			
VĚTRNÁ OBLAST II			
$V_0 = 25 \text{ m/s}$			
$w =$	$0,745 \text{ kN/m}^2$	1,5	$1,12 \text{ kN/m}^2$
$C_A = 2,15$			
$C_B = 1,7$			
<u>ZATÍŽENÍ RÁZEM</u>			
$H =$	$5,0 \text{ kN}$	1,5	$7,5 \text{ kN}$

ZATÍŽENÍ NA JEDNOTLIVÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY

SCHODIŠTĚ DO ÚROVNĚ 1.NP

SLOUP

$$H = 1120 \text{ mm}$$

$$F_{d_s} = [(0,41 + 0,7 + 7,5) + 1,5] \cdot (1,92 + 2,45) \cdot 0,5 \cdot 0,75 =$$
$$= 10,11 \cdot 1,64 = \underline{\underline{16,58 \text{ kN}}}$$

$$F_{d_H} = 7,5 \text{ kN}$$

$$M_d = F_{d_H} \cdot H = 7,5 \cdot 1,12 = \underline{\underline{8,4 \text{ kNm}}}$$

PŘÍČEL

$$L_h = 1500 \text{ mm} \quad L_d = 1,05 \cdot 1500 = 1575 \text{ mm}$$

$$q_d = (0,41 + 0,7 + 7,5 + 1,5) \cdot 1,225 = 12,39 \text{ kN/m'}$$

$$Q_d = 6,75 \text{ kN}$$

$$M_{d_1} = 8,4 \text{ kNm}$$

$$M_{d_2} = \frac{1}{8} \cdot 12,39 \cdot 1,575^2 = 3,84 \text{ kNm}$$

$$M_{d_3} = \frac{1}{4} \cdot 6,75 \cdot 1,575 = 2,66 \text{ kNm}$$

$$M_{d_4} = \frac{1}{3} \cdot 6,75 \cdot 1,575 = 3,54 \text{ kNm}$$

$$\sum M_d = M_{d_1} + M_{d_2} = 8,4 + 3,84 = \underline{\underline{12,24 \text{ kNm}}}$$

max

SCHODNICE

$$l_s = \sqrt{1920^2 + 1120^2} = 2223 \text{ mm}$$

$$q_d = (0,41 + 0,7 + 7,5 + 1,5) \cdot 0,75 = 7,58 \text{ kN/m'}$$

$$Q_d = 6,75 \text{ kN}$$

$$M_{d1} = \frac{1}{8} \cdot 7,58 \cdot 2,223^2 = 4,68 \text{ kNm}$$

$$M_{d2} = \frac{1}{3} \cdot 6,75 \cdot 2,223 = 5,0 \text{ kNm}$$

$$M_{d3} = \frac{1}{4} \cdot 6,75 \cdot 2,223 = 3,75 \text{ kNm}$$

$$\left. \begin{array}{l} M_{d1} \\ M_{d2} \\ M_{d3} \end{array} \right\} \Sigma \underline{\underline{8,75 \text{ kNm}}}$$

PODĚSTOVÝ NOSNÍK N1

$$L_s = 2450 \text{ mm} \quad L_d = 1,05 \cdot 2450 = 2573 \text{ mm}$$

$$q_n = (0,41 + 0,7 + 7,5 + 1,5) \cdot 0,75 = 7,58 \text{ kN/m'}$$

$$Q_d = 6,75 \text{ kN}$$

$$M_{d1} = \frac{1}{8} \cdot 7,58 \cdot 2,573^2 = 6,27 \text{ kNm}$$

$$M_{d2} = \frac{1}{4} \cdot 6,75 \cdot 2,573 = 4,34 \text{ kNm}$$

$$M_{d3} = \frac{1}{3} \cdot 6,75 \cdot 2,573 = 5,79 \text{ kNm}$$

$$\max \Sigma M_d = 4,34 + 5,79 = \underline{\underline{10,13 \text{ kNm}}}$$

ZATÍŽENÍ NA ZÁKLADOVOU PATKU

$$\begin{aligned} \Sigma F_d &= (0,41 + 0,7 + 7,5 + 1,5) \cdot 1,5 \cdot (1,92 + 2,45) = \\ &= 10,11 \cdot 6,56 = \underline{\underline{66,27 \text{ kN}}} \end{aligned}$$

ZÁKLADOVÝ BLOK

$$\text{HLoubKA } 1200 \text{ mm}, \quad \text{ŠÍŘE } \tilde{s}_1 = 400 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} G_d &= [(0,4 \cdot 4,77) \cdot 2 + 3 \cdot (0,4 \cdot 1,1)] \cdot 1,2 \cdot 32,4 = \\ &= (3,816 + 1,32) \cdot 38,88 = \underline{\underline{199,69 \text{ kN}}} \end{aligned}$$

SCHODIŠTĚ DO ÚROVNĚ 2. NP

SLOUP

$$H = 4100 \text{ mm}$$

$$F_{d_s} = (0,41 + 0,7 + 7,5 + 1,5) \cdot (1,5 + 1,54) \cdot 1,5 = \\ = 10,11 \cdot 4,56 = \underline{\underline{46,1 \text{ kN}}}$$

$$F_{d_H} = 7,5 \text{ kN}$$

$$M_d = (0,41 + 0,7 + 7,5 + 1,5) \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 0,75 = \\ = 10,11 \cdot 1,69 = \underline{\underline{17,06 \text{ kNm}}}$$

PŘÍČEL

$$L_h = 3000 \text{ mm} \quad L_d = 105 \cdot 3000 = 3150 \text{ mm}$$

$$F_d = (0,41 + 0,7 + 7,5 + 1,5) \cdot 1,5 \cdot (1,54 + 1,5) = \\ = 10,11 \cdot 4,56 = \underline{\underline{46,1 \text{ kN}}}$$

$$M_d = \frac{1}{4} \cdot 46,1 \cdot 3,15 = \underline{\underline{36,3 \text{ kNm}}}$$

SCHODNICE

$$l_s = \sqrt{3080^2 + 2050^2} \doteq 3700 \text{ mm}$$

$$q_d = (0,41 + 0,7 + 7,5 + 1,5) \cdot 0,75 = 7,58 \text{ kN/m'}$$

$$Q_d = 6,75 \text{ kN}$$

$$M_{d_1} = \frac{1}{8} \cdot 7,58 \cdot 3,7^2 = 12,97 \text{ kNm}$$

$$M_{d_2} = \frac{1}{3} \cdot 6,75 \cdot 3,7 = 8,33 \text{ kNm}$$

$$M_{d_3} = \frac{1}{4} \cdot 6,75 \cdot 3,7 = 6,24 \text{ kNm}$$

$$\left. \begin{array}{l} M_{d_1} = 12,97 \text{ kNm} \\ M_{d_2} = 8,33 \text{ kNm} \\ M_{d_3} = 6,24 \text{ kNm} \end{array} \right\} \underline{\underline{\leq 14,57 \text{ kNm}}}$$

$$l_{en} = 1500 \text{ mm} \quad l_{ed} = 1500 \cdot 1,05 = 1575 \text{ mm}$$

$$Q_d = 6,75 \text{ kN}$$

$$M_d = 6,75 \cdot 1,575 + 6,75 \cdot 0,5 \cdot 1,575 = \\ = 10,63 + 5,32 = \underline{\underline{15,95 \text{ kNm}}}$$

PODESTOVÝ NOSNÍK N1

$$l_s = 3000 \text{ mm} \quad l_d = 1,05 \cdot 3000 = 3150 \text{ mm}$$

$$q_d = (0,41 + 0,7 + 7,5 + 1,5) \cdot 1,5 \cdot 0,5 = \\ = 10,11 \cdot 0,75 = 7,58 \text{ kN/m'}$$

$$M_d = \frac{1}{8} \cdot 7,58 \cdot 3,15^2 = \underline{\underline{9,4 \text{ kNm}}}$$

ZATÍŽENÍ NA ZÁKLADOVÝ BLOK

$$\sum F_d = (0,41 + 0,7 + 7,5 + 1,5) \cdot 3 \cdot (3,08 + 1,5) + \\ + (0,41 + 0,7 + 7,5 + 1,5) \cdot 1,5 \cdot 1,5 = \\ = 10,11 \cdot 13,74 + 10,11 \cdot 2,25 = \underline{\underline{161,66 \text{ kN}}}$$

ZÁKLADOVÝ BLOK

$$\text{HLoubKA } 1200 \text{ mm}, \quad \text{ŠÍŘE } s_1 = 600 \text{ mm}$$

$$G_d = [(0,6 + 3,08) \cdot 2,0 + 0,6 \cdot 2,4 \cdot 2] \cdot 0,6 \cdot 12 \cdot 32,4 = \\ = (7,36 + 2,88) \cdot 23,33 = \underline{\underline{238,90 \text{ kN}}}$$

ZÁKLADOVÁ KCE - SCHODIŠTĚ DO 1. NP

ZATÍŽENÍ

$$\Sigma \Sigma F_d = 66,27 + 199,69 = 265,96 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \text{PLOCHA } A &= 0,4 \cdot 4,77 \cdot 2 + 3 \cdot 0,4 \cdot 1,1 = \\ &= 3,816 + 1,32 = \underline{5,136 \text{ m}^2} \end{aligned}$$

NAPĚTÍ V ZÁKLADOVÉ SPÁŘĚ

$$\sigma = \frac{\Sigma \Sigma F_d}{A} \leq R_{dt}$$

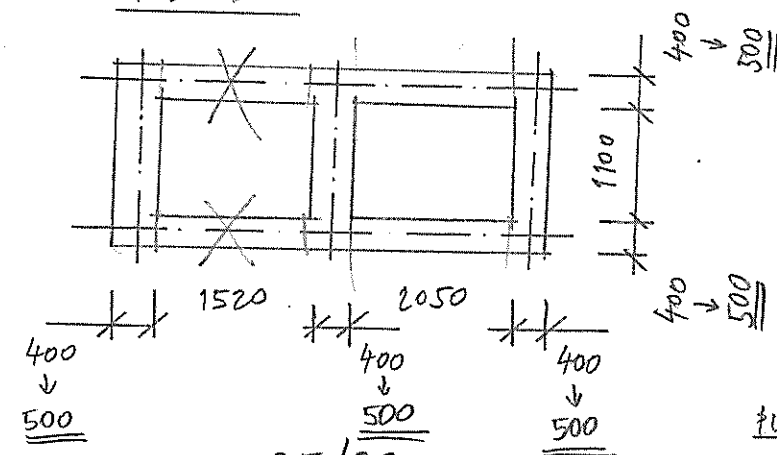
$$\sigma = \frac{265,96 \cdot 10^3}{5,136 \cdot 10^2} \leq \sim 0,50$$

$$\sigma = 0,0518 \text{ MPa} \approx 905 \text{ NPa}$$

MITOVÍ

ROZMĚRY

PŮDORYS



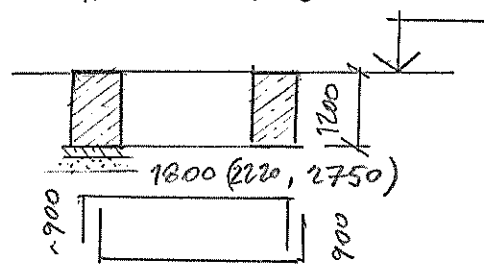
• BETON C 25/30
KRYTÍ VĚTRNĚ 40 mm

• PODKLADNÍ BETON C 15/20 TL. 50 mm

• ZHUTŘENÝ ŠP PODSP P TL. 150 mm

• ROSTLÝ TERÉN, SROVNAT, ZHUTŘIT

H = 1200 mm



PŮDORYS - ROHY

1700

1300
B 420 B $\phi 14$ mm
 \bar{a} 200 mm

$\phi 14$ mm

B 420 B

\bar{a} 150 mm

ZÁKLADOVÁ KČE - SCHODIŠTĚ DO 2. NP

ZATÍŽENÍ

$$\Sigma \Sigma F_d = 161,66 + 238,90 = 400,56 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \text{PLOCHA } A &= (0,6 + 3,08) \cdot 0,6 \cdot 2 + 2,4 \cdot 0,6 \cdot 2 = \\ &= 4,416 + 2,88 = \underline{7,296 \text{ m}^2} \end{aligned}$$

NAPĚTÍ V ZÁKLADOVÉ SPÁŘĚ

$$\sigma = \frac{\Sigma \Sigma F_d}{A} \leq R_{dt}$$

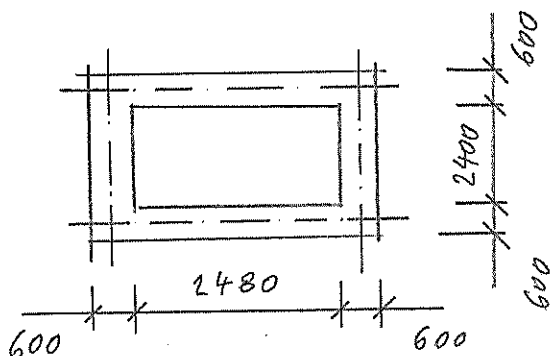
$$\sigma = \frac{400,56 \cdot 10^3}{7,296 \cdot 10^6} \leq \approx 0,05$$

$$\sigma = 0,055 \text{ MPa} \leq 0,05 \text{ MPa}$$

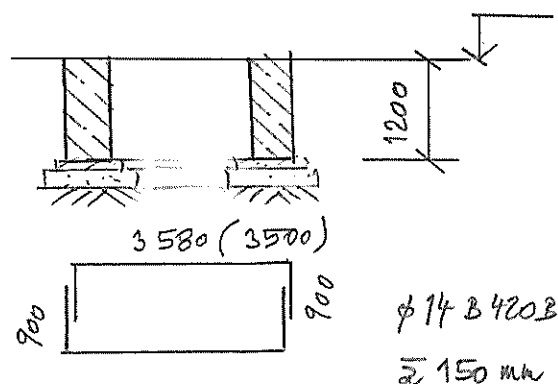
VÝHODNÍ

POZNÁMKY

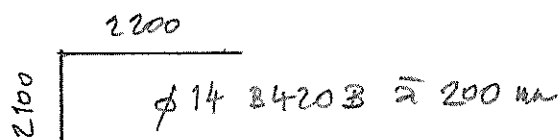
PŮDORYS



H = 1200 mm



PŮDORYS ROŠTY



- BETON C 25/30
KRYTÍ VÝZTUŽE 40 mm
- PODKLADOVÍ BETON C 15/20 TL. 50 mm
- ZHUTNĚNÝ ŠP PODSYP TL. 150 mm
- ROSTLÝ TERÉN, SROVNAT, ZHUTNUT

Zatížení sněhem na pultovou střechu dle ČSN EN 1991-1-3

Schodiště

Geometrie střechy

Sklon střechy

$$\alpha = 45^\circ$$

Tvarový součinitel

Existuje překážka, proto $\mu_1 = 0.8$

Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi

Sněhová oblast II

$$s_k = 1 \text{ kN/m}^2$$

Součinitele

Součinitel expozice

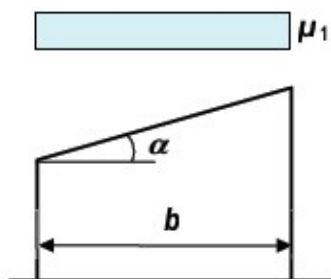
$$C_e = 1$$

Teplotní součinitel

$$C_t = C_{t,0} = 0.95$$

Vyjímečné zatížení sněhem není uvažováno

Výpočet zatížení sněhem



Zatížení sněhem

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0.8 \cdot 1 \cdot 0.95 \cdot 1000 = 0.76 \text{ kN/m}^2$$

Zatížení sněhem na délku střechy

$$q = b \cdot s = 3 \cdot 760 = 2.28 \text{ kN/m}$$

Zatížení větrem dle Eurokódu 1 ČSN EN 1991-1-4

Schodiště

Základní hodnoty

Větrná oblast	II
Výchozí hodnota základní rychlost větru	$v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$
Součinitel směru větru	$C_{dir} = 1$
Součinitel ročního období	$C_{season} = 1$
Základní rychlost větru	$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 25 = \mathbf{25 \text{ m/s}}$
Referenční výška nad terénem	$z = 4 \text{ m}$

Průměrná rychlost větru

Kategorie terénu	II
Parametr drsnosti terénu	$z_0 = 0.05 \text{ m}$
Minimální výška	$z_{min} = 2 \text{ m}$
Součinitel terénu	$k_r = 0.19 \cdot \left(\frac{z_0}{0.05} \right)^{0.07} = 0.19 \cdot \left(\frac{0.05}{0.05} \right)^{0.07} = 0.19$
Součinitel drsnosti terénu	$c_r = k_r \cdot \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) = 0.19 \cdot \ln \left(\frac{4}{0.05} \right) = 0.833$
Součinitel orografie	$c_0 = 1$
Průměrná rychlost větru	$v_m = c_r \cdot c_0 \cdot v_b = 0.833 \cdot 1 \cdot 25 = \mathbf{20.8 \text{ m/s}}$

Maximální rychlostní tlak

Součinitel turbulence	$k_I = 1$
Intenzita turbulence	$I_v = \frac{k_I}{c_0 \cdot \ln \left(\frac{z}{z_0} \right)} = \frac{1}{1 \cdot \ln \left(\frac{4}{0.05} \right)} = 0.228$
Měrná hmotnost vzduchu	$\rho = 1.25 \text{ kg/m}^3$
Maximální dynamický tlak	$q_p = \left(1 + 7 \cdot I_v \right) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2$ $= \left(1 + 7 \cdot 0.228 \right) \cdot \frac{1}{2} \cdot 1.25 \cdot 20.8^2 = \mathbf{0.703 \text{ kPa}}$

Parametry vzpěru k ose y:

Štíhlost prutu

$$\lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{2.24}{0.0489} = 45.8$$

Jednotková štíhlost prutu

$$\lambda_{jed,y} = \frac{\lambda_y}{\lambda_{srov}} = \frac{45.8}{93.9} = 0.487$$

Součinitel imperfekce

$$\alpha_y = 0.34$$

Parametr vzpěru

$$\Phi_y = 0.5 \cdot \left(1 + \alpha_y \cdot (\lambda_{jed,y} - 0.2) + \lambda_{jed,y}^2 \right) \\ = 0.5 \cdot \left(1 + 0.34 \cdot (0.487 - 0.2) + 0.487^2 \right) = 0.668$$

Redukční součinitel

$$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda_{jed,y}^2}} = \frac{1}{0.668 + \sqrt{0.668^2 - 0.487^2}} = 0.89$$

Parametry vzpěru k ose z:

Štíhlost prutu

$$\lambda_z = \frac{L_z}{i_z} = \frac{2.24}{0.0302} = 74.1$$

Jednotková štíhlost prutu

$$\lambda_{jed,z} = \frac{\lambda_z}{\lambda_{srov}} = \frac{74.1}{93.9} = 0.789$$

Součinitel imperfekce

$$\alpha_z = 0.49$$

Parametr vzpěru

$$\Phi_z = 0.5 \cdot \left(1 + \alpha_z \cdot (\lambda_{jed,z} - 0.2) + \lambda_{jed,z}^2 \right) \\ = 0.5 \cdot \left(1 + 0.49 \cdot (0.789 - 0.2) + 0.789^2 \right) = 0.956$$

Redukční součinitel

$$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \lambda_{jed,z}^2}} = \frac{1}{0.956 + \sqrt{0.956^2 - 0.789^2}} = 0.669$$

Výsledný součinitel vzpěru

Redukční součinitel

$$\chi_{\min} = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0.89; 0.669) = 0.669$$

Základní únosnost průřezu:

Únosnost v tlaku

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 2.53 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 595 \text{ kN}$$

Únosnost za ohybu

$$M_{Rk,y} = W_{pl,y} \cdot f_y = 120 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6 = 28.1 \text{ kNm}$$

Únosnost za ohybu

$$M_{Rk,z} = W_{pl,z} \cdot f_y = 58.7 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6 = 13.8 \text{ kNm}$$

Interakční součinitele:

$$k_{yy} = \min \left(C_{my} \cdot \left(1 + \frac{0.8 \cdot \gamma_{M1} \cdot N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right); C_{my} \cdot \left(1 + \frac{(\lambda_{jed,y} - 0.2) \cdot \gamma_{M1} \cdot N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) \right) \\ = \min \left(1 \cdot \left(1 + \frac{0.8 \cdot 1 \cdot 16.6}{0.89 \cdot 595} \right); 1 \cdot \left(1 + \frac{(0.487 - 0.2) \cdot 1 \cdot 16.6}{0.89 \cdot 595} \right) \right) = 1.01$$

$$k_{zz} = \min \left(C_{mz} \cdot \left(1 + \frac{1.4 \cdot \gamma_{M1} \cdot N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right); C_{mz} \cdot \left(1 + \frac{(2 \cdot \lambda_{jed,z} - 0.6) \cdot \gamma_{M1} \cdot N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) \right) \\ = \min \left(1 \cdot \left(1 + \frac{1.4 \cdot 1 \cdot 16.6}{0.669 \cdot 595} \right); 1 \cdot \left(1 + \frac{(2 \cdot 0.789 - 0.6) \cdot 1 \cdot 16.6}{0.669 \cdot 595} \right) \right) = 1.04$$

$$k_{yz} = 0.6 \cdot k_{zz} = 0.6 \cdot 1.04 = 0.624$$

$$k_{zy} = \max \left(1 - \frac{\frac{0.1 \cdot \lambda_{jed,z}}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \gamma_{M1} \cdot N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}}; 1 - \frac{\frac{0.1}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \gamma_{M1} \cdot N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) \\ = \max \left(1 - \frac{\frac{0.1 \cdot 0.789}{0 - 0.25} \cdot 1 \cdot 16.6}{0.669 \cdot 595}; 1 - \frac{\frac{0.1}{0 - 0.25} \cdot 1 \cdot 16.6}{0.669 \cdot 595} \right) = 1.02$$

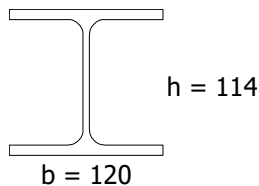
Posouzení:

Jednotkové využití průřezu

$$s = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{\gamma_{M1} \cdot N_{Ed}}{X_y \cdot N_{Rk}} + \frac{k_{yy} \cdot \gamma_{M1} \cdot M_{y,Ed}}{M_{Rk,y}} + \frac{k_{yz} \cdot \gamma_{M1} \cdot M_{z,Ed}}{M_{Rk,z}} \\ \frac{\gamma_{M1} \cdot N_{Ed}}{X_z \cdot N_{Rk}} + \frac{k_{zy} \cdot \gamma_{M1} \cdot M_{y,Ed}}{M_{Rk,y}} + \frac{k_{zz} \cdot \gamma_{M1} \cdot M_{z,Ed}}{M_{Rk,z}} \end{array} \right\}$$

$$= \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{1 \cdot 16580}{0.89 \cdot 594550} + \frac{1.01 \cdot 1 \cdot 8400}{28102} + \frac{0.624 \cdot 1 \cdot 1000}{13806} \\ \frac{1 \cdot 16580}{0.669 \cdot 594550} + \frac{1.02 \cdot 1 \cdot 8400}{28102} + \frac{1.04 \cdot 1 \cdot 1000}{13806} \end{array} \right\} = 0.421$$

s = 0.421 < 1 => Is SUFFICIENT*Poznámka: Klopení není uvažováno*

Posudek klopení HEA120**EC EN 1993-1-1****Příčel - Schodiště do 1.NP****Parametry průřezu:**

Třída průřezu pro ohyb	1
Moment setrvačnosti - osa y	$I_y = 6.06 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
Moment setrvačnosti - osa z	$I_z = 2.31 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
Moment setrvačnosti - v kroucení	$I_t = 59900 \text{ mm}^4$
Materiál oceli	S 235 JO (EN 10025-2)
Největší tloušťka průřezu	$t_{\max} = 8 \text{ mm}$

Parametry klopení

Souřadnice aplikovaného zatížení $z_g = z_a - z_s = 0.12 - 0 = 120 \text{ mm}$

Parametr mono-symetrie

$$\zeta_j = \frac{\pi \cdot z_j}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}}$$

$$= \frac{3.14 \cdot 0}{1 \cdot 1.5} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 2.31 \cdot 10^{-6}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 59.9 \cdot 10^{-9}}} = 0$$

Parametr aplikovaného zatížení

$$\zeta_g = \frac{\pi \cdot z_g}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}}$$

$$= \frac{3.14 \cdot 0.12}{1 \cdot 1.5} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 2.31 \cdot 10^{-6}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 59.9 \cdot 10^{-9}}} = 2.52$$

Parametr kroucení

$$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = \frac{3.14}{1 \cdot 1.5} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 6.47 \cdot 10^{-9}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 59.9 \cdot 10^{-9}}} = 1.11$$

Součinitel zatížení a podmínky koncových výztuh

$$C_1 = C_{1,1} = 1$$

$$C_1 = 1 \quad C_2 = 1 \quad C_3 = 1$$

Relativní kritický moment

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \cdot \left(\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j)^2} - (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j) \right)$$

$$= \frac{1}{1} \cdot \left(\sqrt{1 + 1.11^2 + (1 \cdot 2.52 - 1 \cdot 0)^2} - (1 \cdot 2.52 - 1 \cdot 0) \right) = 0.41$$

Kritický moment pro klopení v pružném stavu (Lateral-Torsional Buckling)

$$M_{cr} = \frac{\mu_{cr} \cdot \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t}}{L}$$

$$= \frac{0.41 \cdot 3.14 \cdot \sqrt{210 \cdot 10^9 \cdot 2.31 \cdot 10^{-6} \cdot 80.8 \cdot 10^9 \cdot 59.9 \cdot 10^{-9}}}{1.5} = 41.6 \text{ kNm}$$

Srovnávací štíhlost

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{120 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{41609}} = 0.822$$

Faktor imperfekce $\alpha_{LT} = 0.21$

Parametr klopení

$$\varphi_{LT} = 0.5 \cdot \left(1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2 \right)$$

$$= 0.5 \cdot \left(1 + 0.21 \cdot (0.822 - 0.2) + 0.822^2 \right) = 0.903$$

Redukční součinitel

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\varphi_{LT} + \sqrt{\varphi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = \frac{1}{0.903 + \sqrt{0.903^2 - 0.822^2}} = 0.783$$

Odolnost

Odolnost na klopení

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.783 \cdot 120 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = \mathbf{22 \text{ kNm}}$$

Posouzení

$$s = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{12.2 \text{ kNm}}{22 \text{ kNm}} = \mathbf{0.556 < 1 \Rightarrow VYHOVUJE}$$

Posudek klopení U160
EC EN 1993-1-1
Schodnice - Schodiště do 1.NP

Parametry průřezu:



$h = 160$

$b = 65$

Třída průřezu pro ohyb	1
Moment setrvačnosti - osa y	$I_y = 9.25 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
Moment setrvačnosti - osa z	$I_z = 853000 \text{ mm}^4$
Moment setrvačnosti - v kroucení	$I_t = 73900 \text{ mm}^4$
Materiál oceli	S 235 J0 (EN 10025-2)
Největší tloušťka průřezu	$t_{\max} = 10.5 \text{ mm}$

Parametry klopení

Souřadnice aplikovaného zatížení $z_g = z_a - z_s = 0.12 - 0 = 120 \text{ mm}$

Parametr mono-symetrie

$$\zeta_j = \frac{\pi \cdot z_j}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}}$$

$$= \frac{3.14 \cdot 0}{1 \cdot 2.22} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 853 \cdot 10^{-9}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 73.9 \cdot 10^{-9}}} = 0$$

Parametr aplikovaného zatížení

$$\zeta_g = \frac{\pi \cdot z_g}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}}$$

$$= \frac{3.14 \cdot 0.12}{1 \cdot 2.22} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 853 \cdot 10^{-9}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 73.9 \cdot 10^{-9}}} = 0.929$$

Parametr kroucení

$$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = \frac{3.14}{1 \cdot 2.22} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 3.76 \cdot 10^{-9}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 73.9 \cdot 10^{-9}}} = 0.514$$

Součinitel zatížení a podmínky koncových výztuh

$$C_1 = \text{Min} \left\{ C_{1,1}, C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) \cdot \kappa_{wt} \right\} = \text{Min} \left\{ 1, 1 + (1 - 1) \cdot 0.514 \right\} = 1$$

$$C_1 = 1 \quad C_2 = 1 \quad C_3 = 1$$

Relativní kritický moment

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \cdot \left(\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j)^2} - (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j) \right)$$

$$= \frac{1}{1} \cdot \left(\sqrt{1 + 0.514^2 + (1 \cdot 0.929 - 1 \cdot 0)^2} - (1 \cdot 0.929 - 1 \cdot 0) \right) = 0.53$$

Kritický moment pro klopení v pružném stavu (Lateral-Torsional Buckling)

$$M_{cr} = \frac{\mu_{cr} \cdot \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t}}{L}$$

$$= \frac{0.53 \cdot 3.14 \cdot \sqrt{210 \cdot 10^9 \cdot 853 \cdot 10^{-9} \cdot 80.8 \cdot 10^9 \cdot 73.9 \cdot 10^{-9}}}{2.22} = 24.5 \text{ kNm}$$

Srovnávací štíhlost

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{140 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{24473}} = 1.16$$

Faktor imperfekce $\alpha_{LT} = 0.76$

Parametr klopení

$$\phi_{LT} = 0.5 \cdot \left(1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2 \right)$$

$$= 0.5 \cdot \left(1 + 0.76 \cdot (1.16 - 0.2) + 1.16^2 \right) = 1.54$$

Redukční součinitel

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = \frac{1}{1.54 + \sqrt{1.54^2 - 1.16^2}} = 0.393$$

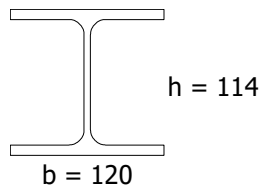
Odolnost

Odolnost na klopení

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.393 \cdot 140 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = \mathbf{12.9 \text{ kNm}}$$

Posouzení

$$s = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{8.75 \text{ kNm}}{12.9 \text{ kNm}} = \mathbf{0.677 < 1} \Rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

Posudek klopení HEA120**EC EN 1993-1-1****Podestový nosník N1 - Schodiště do 1.NP****Parametry průřezu:**

Třída průřezu pro ohyb	1
Moment setrvačnosti - osa y	$I_y = 6.06 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
Moment setrvačnosti - osa z	$I_z = 2.31 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
Moment setrvačnosti - v kroucení	$I_t = 59900 \text{ mm}^4$
Materiál oceli	S 235 JO (EN 10025-2)
Největší tloušťka průřezu	$t_{\max} = 8 \text{ mm}$

Parametry klopení

Souřadnice aplikovaného zatížení $z_g = z_a - z_s = 0.114 - 0 = 114 \text{ mm}$

Parametr mono-symetrie

$$\zeta_j = \frac{\pi \cdot z_j}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}}$$

$$= \frac{3.14 \cdot 0}{1 \cdot 2.45} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 2.31 \cdot 10^{-6}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 59.9 \cdot 10^{-9}}} = 0$$

Parametr aplikovaného zatížení

$$\zeta_g = \frac{\pi \cdot z_g}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}}$$

$$= \frac{3.14 \cdot 0.114}{1 \cdot 2.45} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 2.31 \cdot 10^{-6}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 59.9 \cdot 10^{-9}}} = 1.46$$

Parametr kroucení

$$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = \frac{3.14}{1 \cdot 2.45} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 6.47 \cdot 10^{-9}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 59.9 \cdot 10^{-9}}} = 0.68$$

Součinitel zatížení a podmínky koncových výztuh

$$C_1 = \text{Min} \left\{ C_{1,1}, C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) \cdot \kappa_{wt} \right\} = \text{Min} \left\{ 1, 1 + (1 - 1) \cdot 0.68 \right\} = 1$$

$$C_1 = 1 \quad C_2 = 1 \quad C_3 = 1$$

Relativní kritický moment

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \cdot \left(\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j)^2} - (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j) \right)$$

$$= \frac{1}{1} \cdot \left(\sqrt{1 + 0.68^2 + (1 \cdot 1.46 - 1 \cdot 0)^2} - (1 \cdot 1.46 - 1 \cdot 0) \right) = 0.435$$

Kritický moment pro klopení v pružném stavu (Lateral-Torsional Buckling)

$$M_{cr} = \frac{\mu_{cr} \cdot \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t}}{L}$$

$$= \frac{0.435 \cdot 3.14 \cdot \sqrt{210 \cdot 10^9 \cdot 2.31 \cdot 10^{-6} \cdot 80.8 \cdot 10^9 \cdot 59.9 \cdot 10^{-9}}}{2.45} = 27 \text{ kNm}$$

Srovnávací štíhlost

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{120 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{27010}} = 1.02$$

Faktor imperfekce $\alpha_{LT} = 0.21$

Parametr klopení

$$\phi_{LT} = 0.5 \cdot \left(1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2 \right)$$

$$= 0.5 \cdot \left(1 + 0.21 \cdot (1.02 - 0.2) + 1.02^2 \right) = 1.11$$

Redukční součinitel

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = \frac{1}{1.11 + \sqrt{1.11^2 - 1.02^2}} = 0.652$$

Odolnost

Odolnost na klopení

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.652 \cdot 120 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = \mathbf{18.3 \text{ kNm}}$$

Posouzení

$$s = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{10.1 \text{ kNm}}{18.3 \text{ kNm}} = \mathbf{0.553 < 1} \Rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

Parametry vzpěru k ose y:

Štíhlost prutu

$$\lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{0}{0.0573} = 0$$

Jednotková štíhlost prutu

$$\lambda_{jed,y} = \frac{\lambda_y}{\lambda_{srov}} = \frac{0}{93.9} = 0$$

Součinitel imperfekce

$$\alpha_y = 0.34$$

Parametr vzpěru

$$\begin{aligned}\Phi_y &= 0.5 \cdot \left(1 + \alpha_y \cdot (\lambda_{jed,y} - 0.2) + \lambda_{jed,y}^2 \right) \\ &= 0.5 \cdot \left(1 + 0.34 \cdot (0 - 0.2) + 0^2 \right) = 0.466\end{aligned}$$

Redukční součinitel

$$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda_{jed,y}^2}} = \frac{1}{0.466 + \sqrt{0.466^2 - 0^2}} = 1.07 \Rightarrow \chi_y = 1$$

Parametry vzpěru k ose z:

Štíhlost prutu

$$\lambda_z = \frac{L_z}{i_z} = \frac{0}{0.0352} = 0$$

Jednotková štíhlost prutu

$$\lambda_{jed,z} = \frac{\lambda_z}{\lambda_{srov}} = \frac{0}{93.9} = 0$$

Součinitel imperfekce

$$\alpha_z = 0.49$$

Parametr vzpěru

$$\begin{aligned}\Phi_z &= 0.5 \cdot \left(1 + \alpha_z \cdot (\lambda_{jed,z} - 0.2) + \lambda_{jed,z}^2 \right) \\ &= 0.5 \cdot \left(1 + 0.49 \cdot (0 - 0.2) + 0^2 \right) = 0.451\end{aligned}$$

Redukční součinitel

$$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \lambda_{jed,z}^2}} = \frac{1}{0.451 + \sqrt{0.451^2 - 0^2}} = 1.11 \Rightarrow \chi_z = 1$$

Výsledný součinitel vzpěru

Redukční součinitel

$$\chi_{\min} = \min(\chi_y, \chi_z) = \min(1; 1) = 1$$

Základní únosnost průřezu:

Únosnost v tlaku

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 3.14 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 738 \text{ kN}$$

Únosnost za ohybu

$$M_{Rk,y} = W_{pl,y} \cdot f_y = 173 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6 = 40.7 \text{ kNm}$$

Únosnost za ohybu

$$M_{Rk,z} = W_{pl,z} \cdot f_y = 85 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6 = 20 \text{ kNm}$$

Interakční součinitele:

$$\begin{aligned}k_{yy} &= \min \left(C_{my} \cdot \left(1 + \frac{0.8 \cdot \gamma_{M1} \cdot N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right); C_{my} \cdot \left(1 + \frac{(\lambda_{jed,y} - 0.2) \cdot \gamma_{M1} \cdot N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) \right) \\ &= \min \left(1 \cdot \left(1 + \frac{0.8 \cdot 1 \cdot 46.1}{1 \cdot 738} \right); 1 \cdot \left(1 + \frac{(0 - 0.2) \cdot 1 \cdot 46.1}{1 \cdot 738} \right) \right) = 0.988\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}k_{zz} &= \min \left(C_{mz} \cdot \left(1 + \frac{1.4 \cdot \gamma_{M1} \cdot N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right); C_{mz} \cdot \left(1 + \frac{(2 \cdot \lambda_{jed,z} - 0.6) \cdot \gamma_{M1} \cdot N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) \right) \\ &= \min \left(1 \cdot \left(1 + \frac{1.4 \cdot 1 \cdot 46.1}{1 \cdot 738} \right); 1 \cdot \left(1 + \frac{(2 \cdot 0 - 0.6) \cdot 1 \cdot 46.1}{1 \cdot 738} \right) \right) = 0.963\end{aligned}$$

$$k_{yz} = 0.6 \cdot k_{zz} = 0.6 \cdot 0.963 = 0.578$$

$$\begin{aligned}k_{zy} &= \min \left(0.6 + \lambda_{jed,z}; 1 - \frac{0.1 \cdot \lambda_{jed,z}}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{\gamma_{M1} \cdot N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) \\ &= \min \left(0.6 + 0; 1 - \frac{0.1 \cdot 0}{0 - 0.25} \cdot \frac{1 \cdot 46.1}{1 \cdot 738} \right) = 0.6\end{aligned}$$

Posouzení:

Jednotkové využití průřezu

$$s = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{\gamma_{M1} \cdot N_{Ed}}{X_y \cdot N_{Rk}} + \frac{k_{yy} \cdot \gamma_{M1} \cdot M_{y,Ed}}{M_{Rk,y}} + \frac{k_{yz} \cdot \gamma_{M1} \cdot M_{z,Ed}}{M_{Rk,z}} \\ \frac{\gamma_{M1} \cdot N_{Ed}}{X_z \cdot N_{Rk}} + \frac{k_{zy} \cdot \gamma_{M1} \cdot M_{y,Ed}}{M_{Rk,y}} + \frac{k_{zz} \cdot \gamma_{M1} \cdot M_{z,Ed}}{M_{Rk,z}} \end{array} \right\}$$

$$= \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{1 \cdot 46100}{1 \cdot 737900} + \frac{0.988 \cdot 1 \cdot 17060}{40733} + \frac{0.578 \cdot 1 \cdot 1000}{19975} \\ \frac{1 \cdot 46100}{1 \cdot 737900} + \frac{0.6 \cdot 1 \cdot 17060}{40733} + \frac{0.963 \cdot 1 \cdot 1000}{19975} \end{array} \right\} = 0.505$$

s = 0.505 < 1 => Is SUFFICIENT*Poznámka: Klopení není uvažováno*

Parametry vzpěru k ose y:

Štíhlost prutu

$$\lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{0}{0.0656} = 0$$

Jednotková štíhlost prutu

$$\lambda_{jed,y} = \frac{\lambda_y}{\lambda_{srov}} = \frac{0}{93.9} = 0$$

Součinitel imperfekce

$$\alpha_y = 0.34$$

Parametr vzpěru

$$\begin{aligned}\Phi_y &= 0.5 \cdot \left(1 + \alpha_y \cdot (\lambda_{jed,y} - 0.2) + \lambda_{jed,y}^2 \right) \\ &= 0.5 \cdot \left(1 + 0.34 \cdot (0 - 0.2) + 0^2 \right) = 0.466\end{aligned}$$

Redukční součinitel

$$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda_{jed,y}^2}} = \frac{1}{0.466 + \sqrt{0.466^2 - 0^2}} = 1.07 \Rightarrow \chi_y = 1$$

Parametry vzpěru k ose z:

Štíhlost prutu

$$\lambda_z = \frac{L_z}{i_z} = \frac{0}{0.0398} = 0$$

Jednotková štíhlost prutu

$$\lambda_{jed,z} = \frac{\lambda_z}{\lambda_{srov}} = \frac{0}{93.9} = 0$$

Součinitel imperfekce

$$\alpha_z = 0.49$$

Parametr vzpěru

$$\begin{aligned}\Phi_z &= 0.5 \cdot \left(1 + \alpha_z \cdot (\lambda_{jed,z} - 0.2) + \lambda_{jed,z}^2 \right) \\ &= 0.5 \cdot \left(1 + 0.49 \cdot (0 - 0.2) + 0^2 \right) = 0.451\end{aligned}$$

Redukční součinitel

$$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \lambda_{jed,z}^2}} = \frac{1}{0.451 + \sqrt{0.451^2 - 0^2}} = 1.11 \Rightarrow \chi_z = 1$$

Výsledný součinitel vzpěru

Redukční součinitel

$$\chi_{\min} = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(1; 1) = 1$$

Základní únosnost průřezu:

Únosnost v tlaku

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 3.88 \cdot 10^{-3} \cdot 235 \cdot 10^6 = 912 \text{ kN}$$

Únosnost za ohybu

$$M_{Rk,y} = W_{pl,y} \cdot f_y = 245 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6 = 57.6 \text{ kNm}$$

Únosnost za ohybu

$$M_{Rk,z} = W_{pl,z} \cdot f_y = 117 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6 = 27.6 \text{ kNm}$$

Interakční součinitele:

$$\begin{aligned}k_{yy} &= \min \left(C_{my} \cdot \left(1 + \frac{0.8 \cdot \gamma_{M1} \cdot N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right); C_{my} \cdot \left(1 + \frac{(\lambda_{jed,y} - 0.2) \cdot \gamma_{M1} \cdot N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} \right) \right) \\ &= \min \left(1 \cdot \left(1 + \frac{0.8 \cdot 1 \cdot 46.1}{1 \cdot 912} \right); 1 \cdot \left(1 + \frac{(0 - 0.2) \cdot 1 \cdot 46.1}{1 \cdot 912} \right) \right) = 0.99\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}k_{zz} &= \min \left(C_{mz} \cdot \left(1 + \frac{1.4 \cdot \gamma_{M1} \cdot N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right); C_{mz} \cdot \left(1 + \frac{(2 \cdot \lambda_{jed,z} - 0.6) \cdot \gamma_{M1} \cdot N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) \right) \\ &= \min \left(1 \cdot \left(1 + \frac{1.4 \cdot 1 \cdot 46.1}{1 \cdot 912} \right); 1 \cdot \left(1 + \frac{(2 \cdot 0 - 0.6) \cdot 1 \cdot 46.1}{1 \cdot 912} \right) \right) = 0.97\end{aligned}$$

$$k_{yz} = 0.6 \cdot k_{zz} = 0.6 \cdot 0.97 = 0.582$$

$$\begin{aligned}k_{zy} &= \min \left(0.6 + \lambda_{jed,z}; 1 - \frac{0.1 \cdot \lambda_{jed,z}}{C_{mLT} - 0.25} \cdot \frac{\gamma_{M1} \cdot N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} \right) \\ &= \min \left(0.6 + 0; 1 - \frac{0.1 \cdot 0}{0 - 0.25} \cdot \frac{1 \cdot 46.1}{1 \cdot 912} \right) = 0.6\end{aligned}$$

Posouzení:

Jednotkové využití průřezu

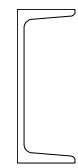
$$s = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{\gamma_{M1} \cdot N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + \frac{k_{yy} \cdot \gamma_{M1} \cdot M_{y,Ed}}{M_{Rk,y}} + \frac{k_{yz} \cdot \gamma_{M1} \cdot M_{z,Ed}}{M_{Rk,z}} \\ \frac{\gamma_{M1} \cdot N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + \frac{k_{zy} \cdot \gamma_{M1} \cdot M_{y,Ed}}{M_{Rk,y}} + \frac{k_{zz} \cdot \gamma_{M1} \cdot M_{z,Ed}}{M_{Rk,z}} \end{array} \right\}$$

$$= \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{1 \cdot 46100}{1 \cdot 911800} + \frac{0.99 \cdot 1 \cdot 36300}{57575} + \frac{0.582 \cdot 1 \cdot 1000}{27612} \\ \frac{1 \cdot 46100}{1 \cdot 911800} + \frac{0.6 \cdot 1 \cdot 36300}{57575} + \frac{0.97 \cdot 1 \cdot 1000}{27612} \end{array} \right\} = 0.696$$

s = 0.696 < 1 => Is SUFFICIENT*Poznámka: Klopení není uvažováno*

Posudek klopení U200
ČSN EN 1993-1-1
Schodnice - Schodiště do 2.NP

Parametry průřezu:



$h = 200$

$b = 75$

Třída průřezu pro ohyb	1
Moment setrvačnosti - osa y	$I_y = 19.1 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
Moment setrvačnosti - osa z	$I_z = 1.48 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
Moment setrvačnosti - v kroucení	$I_t = 119000 \text{ mm}^4$
Materiál oceli	S 235 JO (EN 10025-2)
Největší tloušťka průřezu	$t_{\max} = 11.5 \text{ mm}$

Parametry klopení

Souřadnice aplikovaného zatížení $z_g = z_a - z_s = 0.025 - 0 = 25 \text{ mm}$

Parametr mono-symetrie

$$\zeta_j = \frac{\pi \cdot z_j}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}}$$

$$= \frac{3.14 \cdot 0}{1 \cdot 3.5} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 1.48 \cdot 10^{-6}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 119 \cdot 10^{-9}}} = 0$$

Parametr aplikovaného zatížení

$$\zeta_g = \frac{\pi \cdot z_g}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}}$$

$$= \frac{3.14 \cdot 0.025}{1 \cdot 3.5} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 1.48 \cdot 10^{-6}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 119 \cdot 10^{-9}}} = 0.128$$

Parametr kroucení

$$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = \frac{3.14}{1 \cdot 3.5} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 10.5 \cdot 10^{-9}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 119 \cdot 10^{-9}}} = 0.43$$

Součinitel zatížení a podmínky koncových výztuh

$$C_1 = \text{Min} \left\{ C_{1,1}, C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) \cdot \kappa_{wt} \right\} = \text{Min} \left\{ 1, 1 + (1 - 1) \cdot 0.43 \right\} = 1$$

$$C_1 = 1 \quad C_2 = 1 \quad C_3 = 1$$

Relativní kritický moment

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \cdot \left(\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j)^2} - (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j) \right)$$

$$= \frac{1}{1} \cdot \left(\sqrt{1 + 0.43^2 + (1 \cdot 0.128 - 1 \cdot 0)^2} - (1 \cdot 0.128 - 1 \cdot 0) \right) = 0.968$$

Kritický moment pro klopení v pružném stavu (Lateral-Torsional Buckling)

$$M_{cr} = \frac{\mu_{cr} \cdot \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t}}{L}$$

$$= \frac{0.968 \cdot 3.14 \cdot \sqrt{210 \cdot 10^9 \cdot 1.48 \cdot 10^{-6} \cdot 80.8 \cdot 10^9 \cdot 119 \cdot 10^{-9}}}{3.5} = 47.5 \text{ kNm}$$

Srovnávací štíhlost

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{232 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{47506}} = 1.07$$

Faktor imperfekce $\alpha_{LT} = 0.76$

Parametr klopení

$$\phi_{LT} = 0.5 \cdot \left(1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2 \right)$$

$$= 0.5 \cdot \left(1 + 0.76 \cdot (1.07 - 0.2) + 1.07^2 \right) = 1.4$$

Redukční součinitel

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = \frac{1}{1.4 + \sqrt{1.4^2 - 1.07^2}} = 0.432$$

Odolnost

Odolnost na klopení

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.432 \cdot 232 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = \mathbf{23.6 \text{ kNm}}$$

Posouzení

$$s = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{16 \text{ kNm}}{23.6 \text{ kNm}} = \mathbf{0.677 < 1 \Rightarrow VYHOVUJE}$$

Posudek klopení U160**ČSN EN 1993-1-1****Podestový nosník N1 - Schodiště do 2.NP****Parametry průřezu:**

h = 160

b = 65

Třída průřezu pro ohyb	1
Moment setrvačnosti - osa y	$I_y = 9.25 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
Moment setrvačnosti - osa z	$I_z = 853000 \text{ mm}^4$
Moment setrvačnosti - v kroucení	$I_t = 73900 \text{ mm}^4$
Materiál oceli	S 235 J0 (EN 10025-2)
Největší tloušťka průřezu	$t_{\max} = 10.5 \text{ mm}$

Parametry klopeníSouřadnice aplikovaného zatížení $z_g = z_a - z_s = 0.025 - 0 = 25 \text{ mm}$

Parametr mono-symetrie

$$\zeta_j = \frac{\pi \cdot z_j}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}}$$

$$= \frac{3.14 \cdot 0}{1 \cdot 3.15} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 853 \cdot 10^{-9}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 73.9 \cdot 10^{-9}}} = 0$$

Parametr aplikovaného zatížení

$$\zeta_g = \frac{\pi \cdot z_g}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}}$$

$$= \frac{3.14 \cdot 0.025}{1 \cdot 3.15} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 853 \cdot 10^{-9}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 73.9 \cdot 10^{-9}}} = 0.137$$

Parametr kroucení

$$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = \frac{3.14}{1 \cdot 3.15} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 3.76 \cdot 10^{-9}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 73.9 \cdot 10^{-9}}} = 0.363$$

Součinitel zatížení a podmínky koncových výztuh

$$C_1 = \text{Min} \left\{ C_{1,1}, C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) \cdot \kappa_{wt} \right\} = \text{Min} \left\{ 1, 1 + (1 - 1) \cdot 0.363 \right\} = 1$$

$$C_1 = 1 \quad C_2 = 1 \quad C_3 = 1$$

Relativní kritický moment

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \cdot \left(\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j)^2} - (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j) \right)$$

$$= \frac{1}{1} \cdot \left(\sqrt{1 + 0.363^2 + (1 \cdot 0.137 - 1 \cdot 0)^2} - (1 \cdot 0.137 - 1 \cdot 0) \right) = 0.936$$

Kritický moment pro klopení v pružném stavu (Lateral-Torsional Buckling)

$$M_{cr} = \frac{\mu_{cr} \cdot \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t}}{L}$$

$$= \frac{0.936 \cdot 3.14 \cdot \sqrt{210 \cdot 10^9 \cdot 853 \cdot 10^{-9} \cdot 80.8 \cdot 10^9 \cdot 73.9 \cdot 10^{-9}}}{3.15} = 30.5 \text{ kNm}$$

Srovnávací štíhlost

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{140 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{30524}} = 1.04$$

Faktor imperfekce $\alpha_{LT} = 0.76$

Parametr klopení

$$\phi_{LT} = 0.5 \cdot \left(1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2 \right)$$

$$= 0.5 \cdot \left(1 + 0.76 \cdot (1.04 - 0.2) + 1.04^2 \right) = 1.36$$

Redukční součinitel

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = \frac{1}{1.36 + \sqrt{1.36^2 - 1.04^2}} = 0.448$$

Odolnost

Odolnost na klopení

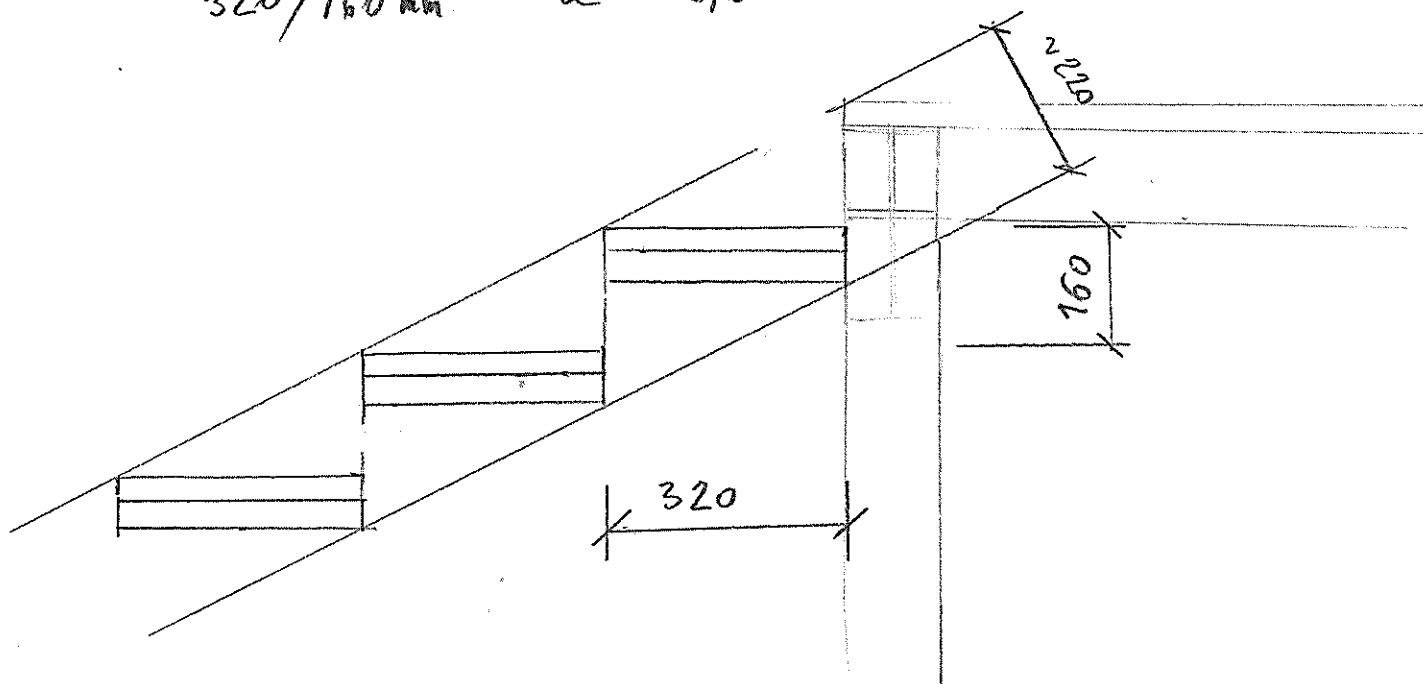
$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.448 \cdot 140 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = \mathbf{14.7 \text{ kNm}}$$

Posouzení

$$s = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{9.4 \text{ kNm}}{14.7 \text{ kNm}} = \mathbf{0.638 < 1 \Rightarrow VYHOVUJE}$$

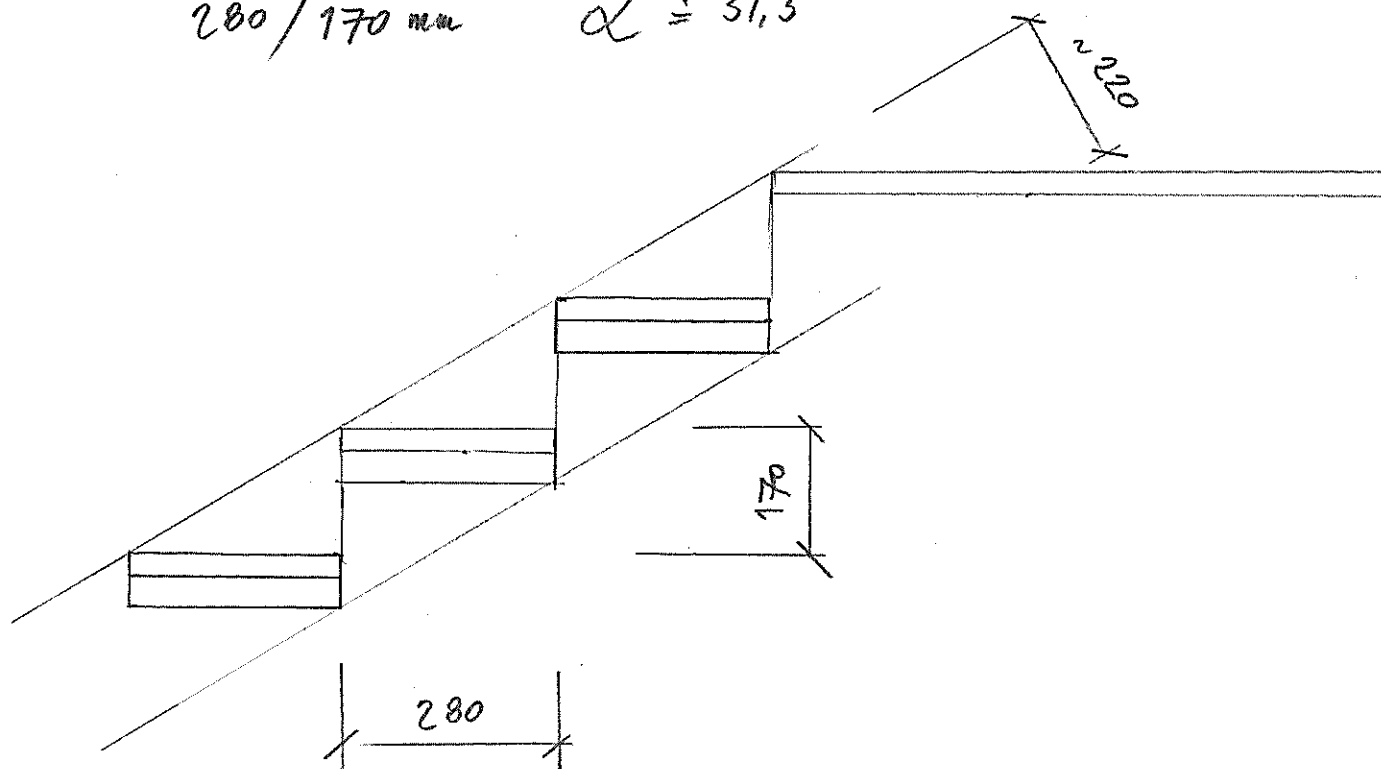
GEOMETRIE - SCHODIŠTĚ DO 1. NP

320/160 mm $\alpha \doteq 26,6^\circ$

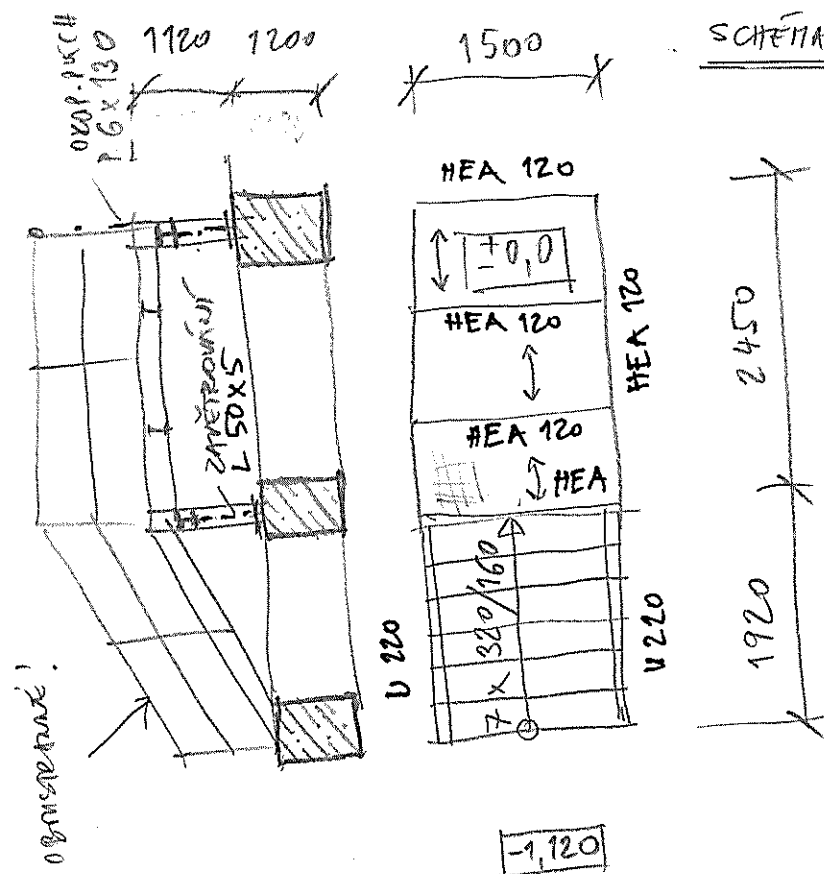


GEOMETRIE - SCHODIŠTĚ DO 2. NP

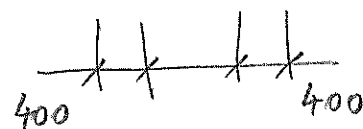
280/170 mm $\alpha \doteq 31,3^\circ$



SCHEMA - SCHODIŠTĚ DO 1. NP



KABEL!



POKROSTY - JINÉ
- V PLOŠE

H = 30 mm

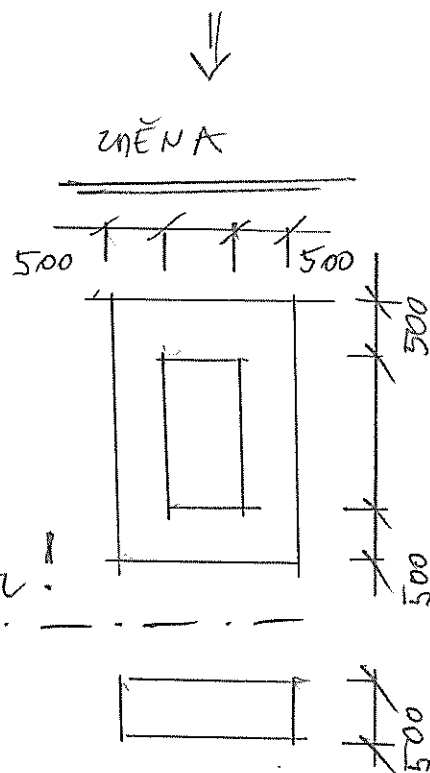
30 x 2 mm / 12 x 2 mm

SLOUP - HEA 120
PŘÍČEL - HEA 120
SCHODNICE - UE 220
PODESTOVÉ NOSNÍKY - HEA 120

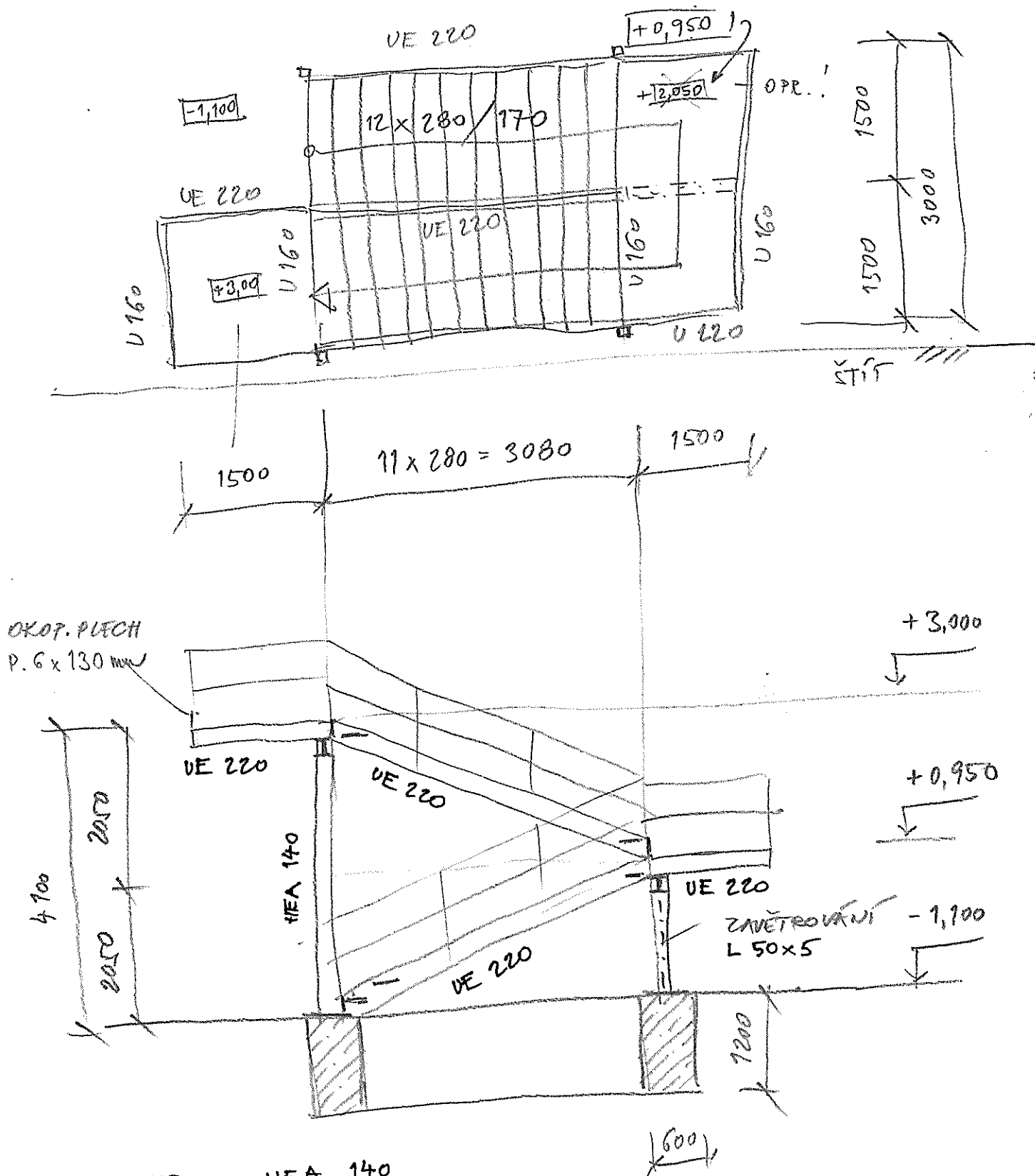
ZÁBRADLÍ: MADLO TR. ϕ 44,5 x 3,2 mm
PŘÍČKA TR. ϕ 32 x 2 mm
SLOUPKY TR. ϕ 44,5 x 5 mm

OKOPOVÝ PLECH 6 x 130 mm

ZTUŽIDLO : L 50 x 5 mm



SCHEMA - SCHODIŠTĚ DO 2. NP



SLOUP - HEA 140
 PŘÍČEL - HEA 140
 SCHODNICE - VE 220
 PODESTOVÉ NOSNÍKY - U 160
 ZÁBRADLÍ: HADLO. TR. $\phi 44,5 \times 3,2 \text{ mm}$
 PŘÍČKA TR. $\phi 32 \times 2,0 \text{ mm}$
 SLOUPKY TR. $\phi 44,5 \times 5 \text{ mm}$
 OKOPOVÝ PLECH P 6 x 130 mm
 ZAVĚTROVÁNÍ L 50 x 5 mm

Závěr

Na základě objednávky investora (SMO-MOb Ostrava-Jih, Horní 3, Ostrava-Hrabůvka) bylo zpracováno toto statické řešení projektové dokumentace, která řeší stavební konstrukce a úpravy v rámci akce „Bytový dům – změna užívání se stavebními úpravami“. Jedná se o stávající objekt na ulici Odborářská 677/72, Ostrava-Hrabůvka.

Jedná se především o vybudování únikového schodiště na podélné fasádě objektu z úrovně 2.NP a dále pak o únikové schodiště na štítové fasádě stávajícího objektu z úrovně 1.NP a s tím spojené stavební úpravy.

Statické řešení prověřuje možnost provedení stavebních úprav ze statického hlediska, zkoumá únosnost stávajících nosných konstrukcí, navrhuje nové stavební konstrukční prvky.

Popis stavebních konstrukcí – stávající stav

Stávající objekt je konstrukčně navržen jako tradiční zděná stavba s podélným stěnovým nosným systémem, dispozičně i konstrukčně jako trojtrakt. Objekt má půdorys tvaru obdélníka s rozměry cca 49,06 x 12,6 m. Výše objektu činí 11,1 m.

Světlá výše nadzemních podlaží činí 2600 mm, konstrukční výše 3000 mm. Obvodové stěny mají tloušťku 450 mm. Objekt má sedlovou střechu s dřevěnými příhradovými střešními vazníky (dvouplášťovou odvětrávanou střechu). Objekt má tři nadzemní a jedno podzemní podlaží.

Objekt je založen na železobetonových monolitických základových pásech.

Popis nově navrhovaných konstrukcí a stavebních úprav

Základní technické normy a předpisy

Použité normy

Konstrukce byla navržena a staticky posouzena dle platných ČSN, především:

- 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 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3 : Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4 : Obecná zatížení – Zatížení větrem
- ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1 : Obecná zatížení pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1090-2+A Provádění ocelových konstrukcí
- ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí

Odborná literatura

- Navrhování ocelových konstrukcí – příručka k ČSN EN 1993-1-1
- Ocelové konstrukce 3 – příklady, ČVUT Praha 2010

V rámci stavebních úprav se jedná především o vytvoření dvou nových ocelových únikových schodišť situovaných na podélné a na štítové stěně objektu.

Pro konstrukce schodišť budou vybetonovány nové železobetonové základové konstrukce.

Pro přístup na schodiště na úrovni podesty 2.NP bude upraven stávající otvor – provede se vybourání parapetu pod oknem pro potřeby osazení dveří. V případě schodiště na úrovni 1.NP není třeba provádět bourací práce z důvodu zvětšení otvoru ve štítové stěně, stávající otvor po demontáži výplně je dostatečný.

Popis ocelové konstrukce

Schodiště na podélné fasádě – do úrovně 2.NP

Nosnou konstrukci venkovního schodiště tvoří čtyři nosné sloupy v osových vzdálenostech 3000 x 3080 mm (tj. rozteče v podélném a příčném směru). Podesta schodiště navazuje výškově na úroveň podlahy 2.NP v přilehlé místnosti, před kterou je schodiště situováno. Nosné sloupy jsou navrženy z válcovaných širokopřírubových profilů HEA. Uložení sloupů je na základech kloubové. V příčném směru, tj. kolmo na budovu, tvoří sloupy spolu s průvlaky, na kterých jsou uložena schodišťová ramena, rámy. Průvlaky jsou rovněž navrženy z profilů HEA. V příčném směru, tj. kolmo na stěnu budovy, bude konstrukce rámu pod mezipodestou schodiště ztužena příhradovým ztužením. Diagonály ztužidel jsou navrženy z trubkových profilů nebo profilů z válcovaných L. V úrovni podesty na úrovni 2.NP bude konstrukce ocelového schodiště ukotvena do obvodových železobetonových věnců budovy. Kotvení do železobetonových věnců je uvažováno pouze na vodorovné síly. Ve svislém směru se provede dilatační přípoj na oválné díry.

Touto konstrukční úpravou bude umožněno nezávislé chování objektu schodiště na objektu budovy, konstrukce schodiště je tedy řešena jako samostatný dilatační celek, ke konstrukci budovy je pouze schodiště kotveno za účelem prostorové tuhosti a stability. Bude však umožněn svislý pohyb konstrukce schodiště v důsledku dotvarování a konsolidace základových poměrů.

Kotvení ocelového schodiště k navazujícím železobetonovým konstrukcím je navrženo pomocí chemických (lepených) kotev HILTI HIT HY-150 osazených do dodatečně vrtaných otvorů. Kotvení ve dvou místech podesty – na obou krajích.

Schodnice schodišťových ramen jsou z válcovaných profilů UPE. Schodnice jsou na obou koncích konzolovitě vyloženy z nosné konstrukce. Schodišťové stupně i podlaha podest a mezipodest je navržena z podlahových roštů. Podesty a mezipodesty budou opatřeny okopovým plechem a trubkovým zábradlím. Zábradlí na schodišťových ramenech je navrženo rovněž trubkové.

Konstrukce schodiště je kromě stálého zatížení (zatížení od vlastní hmotnosti) a nahodilého zatížení (klimatická zatížení větrem a sněhem) navrženo na rovnoměrné nahodilé zatížení užitné.

Ocelová konstrukce schodiště je navržena z oceli jakosti S235. Konstrukce je uvažována jako šroubovaná.

Konstrukce schodiště bude vyrobena dle ČSN 73 2601 ve výrobní skupině B. Konstrukce bude opatřena ochrannou povrchovou úpravou proti korozi, předpokládá se povrchová úprava žárovým zinkováním.

Schodiště na štítové fasádě – do úrovně 1.NP

Nosnou konstrukci venkovního schodiště tvoří čtyři nosné sloupy v osových vzdálenostech 1500 x 2450 mm (tj. rozteče v podélném a příčném směru) + nástupní rameno. Podesta schodiště navazuje výškově na úroveň podlahy 1.NP v přilehlé místnosti chodby, před kterou je schodiště situováno. Nosné sloupy jsou navrženy z válcovaných širokopřírubových profilů HEA. Uložení sloupů je na základech kloubové. V příčném směru, tj. kolmo na budovu, tvoří sloupy spolu s průvlaky, na kterých jsou uložena schodišťová ramena, rámy. Průvlaky jsou rovněž navrženy z profilů HEA. V příčném směru, tj. kolmo na stěnu budovy, bude konstrukce obou rámu pod podestou schodiště ztužena příhradovým ztužením. Diagonály ztužidel jsou navrženy z trubkových profilů nebo profilů z válcovaných L.

Schodnice schodišťových ramen jsou z válcovaných profilů UPE. Schodišťové stupně i podlaha podest a mezipodest je navržena z podlahových roštů. Podesta bude opatřena

okopovým plechem a trubkovým zábradlím. Zábradlí na schodišťovém rameni je navrženo rovněž trubkové.

Konstrukce schodiště je kromě stálého zatížení (zatížení od vlastní hmotnosti) a nahodilého zatížení (klimatická zatížení větrem a sněhem) navrženo na rovnoměrné nahodilé zatížení užité.

Ocelová konstrukce schodiště je navrženo z oceli jakosti S235. Konstrukce je uvažována jako šroubovaná.

Konstrukce schodiště bude vyrobena dle ČSN 73 2601 ve výrobní skupině B. Konstrukce bude opatřena ochrannou povrchovou úpravou proti korozi, předpokládá se povrchová úprava žárovým zinkováním.

Popis betonových konstrukcí - založení konstrukcí schodišť

Konstrukce každého ocelového schodiště bude založena na železobetonovém základovém bloku z betonu C 25/30, výztuž navržena z vázané betonářské výztuže – ocel B420B, průměr vložek 14 mm – prostorové armokoše, rozteč půdorysně á 150 mm, rozteč výškově á cca 200 mm, výztuž bude navzájem provázána. Krytí výztuže činí min. 40 mm. Půdorysné rozměry základové konstrukce jsou navrženy s ohledem na geometrii – osový systém nosné ocelové konstrukce, a to v rámci možností vždy symetricky, šíře jednotlivých úseků základových pásů činí 600 mm (tj. schodiště do 2.NP), resp. 500 mm (tj. schodiště do 1.NP), výše základu činí 1200 mm. Pod základovou patku provést podkladní beton C 15/20 tl. 50 mm. Důležité je před provedením nového podsypu a podkladního betonu provést zhutnění podkladních vrstev pod nově budovanou základovou patkou tak, aby došlo k co nejmenšímu dosedání objektu schodiště vlivem konsolidace podloží. Na zhutněný upravený podklad následně provést zhutněný štěrkopískový podsyp tl. 150 mm.

Základová patka bude od objektu oddilátována, při výkopech nutno pracovat obezřetně v návaznosti na podzemní části objektu a případné inženýrské sítě a rozvody, ať nedojde k poškození sítí, rozvodů, hydroizolace a ochranné vrstvy svislých konstrukcí. Mezi novou základovou patku schodiště a suterénní konstrukce budovy vložit dilatační (separační, ochrannou) vrstvu.

Konstrukci schodiště nutno založit do nezámrzné hloubky !

Výškově napojit podlahu v místě nástupního ramene schodiště na úroveň okolního upraveného terénu, pamatovat rovněž na odvedení dešťových vod směrem pryč od objektu.

Konstrukce schodiště (tzn. čtyři hlavní nosné sloupy + schodnice nástupního ramene) budou kotveny do železobetonové základové konstrukce pomocí chemických (lepených) kotev HILTI HIT HY-150 osazených do dodatečně vrtaných otvorů.

Před započítáním výkopových prací se provede ověření přítomnosti podzemních sítí, překážek a rozvodů a jejich potřebné zajištění tak, ať nedojde k jejich poškození !

V případě výskytu drenáží tyto zajistit tak, aby byly nadále funkční.

Montáž konstrukce musí být prováděna odborně způsobilou firmou. Montáž musí respektovat obecná pravidla pro montáž konstrukcí a musí být v souladu se statickou funkcí jednotlivých prvků.

Navržená konstrukce vychází z dostupných podkladů a zatěžovacích údajů platných pro navrhování v daném území a z toho pramenícího zatížení. Navržené řešení odpovídá předpisům a normám platným na území České republiky. Navržená konstrukce vyhovuje na I. Mezní stav únosnosti a na II. Mezní stav použitelnosti.

Při veškerých pracích pracovat velmi opatrně, vyloučit použití těžších stavebních mechanismů s nadměrným vývinem otřesů a vibrací přenášejících se do okolních stavebních konstrukcí. V montážním stádiu v průběhu realizace provádět vždy v potřebném rozsahu provizorní podchycení a zajištění souvisejících stavebních konstrukcí ať nedojde k nenadálému zřícení a tím k ohrožení zdraví osob a poškození majetku.

Dodavatel stavby v rámci své činnosti při realizaci zpracuje nezbytně nutná doplnění technické dokumentace (zaměření skutečného stavu, vytýčení rovin, zpracování dílenské-výrobní dokumentace v nezbytně nutném rozsahu – jako nedílná součást dodávky a ceny díla). Rozměry nových konstrukcí přizpůsobit rozměrům nových stavebních konstrukcí na stavbě při realizaci. Projektant upozorňuje na technickou náročnost těchto konstrukcí, práce musí provádět specializovaná firma s technicky vyspělými a kvalifikovanými pracovníky s dostatkem zkušeností s pracemi obdobného charakteru, zvláštní důraz klást na provedení jednotlivých rozhodujících detailů, nutná důkladná koordinace prací s generálním dodavatelem, apod.

Materiály použité při stavebních úpravách jsou atestované a zdravotně nezávadné.

Použití ocel jakosti S235, nosné sváry provede svářeč se státní zkouškou. Před výrobou ocelových a betonových konstrukcí zaměřit související stavební konstrukce a zpracovat dílenskou dokumentaci jako součást dodávky OK. Zejména důležité je pečlivě zaměřit výškové úrovně jednotlivých podest (místností budovy) v návaznosti na upravený terén a založení objektu (úrovně podlah podest schodiště a podlah chodeb, jednotné výšky a šířky schodišťových stupňů, apod.). Rovněž je třeba počítat s dilatační sparou v úrovni základových konstrukcí objektu a základu ocelového schodiště.

Konstrukce schodiště bude uzemněna.

Stavební práce se provedou dle příslušných norem a bezpečnostních předpisů – bezpečnost práce a technických zařízení je dána Vyhláškou 48/1982 Sb. ČÚBP – Základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení a Vyhláškou 324/1990 Sb. ČÚBP o bezpečnosti práce a technických zařízení při výstavbě.

Práce a technologické postupy provést dle pokynů dodavatelů jednotlivých stavebních materiálů, v návaznosti na požadavky stavebního řešení a ostatních profesí. Veškeré materiály musejí být dodány ve svém složení jako kompletní ucelený soubor – systémová řešení !

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 : 07/2025

Vypracoval : Ing. Roman Hrbek

VÝKAZ MATERIÁLU

SCHODIŠTĚ DO 1.NP

1	SCHODNICOVÝ NOSNÍK			
	2 x UE220 ÷ 2400 mm	29,4 kg/m'	147,1 kg	
2	PODESTOVÉ NOSNÍKY			
	2 x HEA 120 ÷ 2500 mm	20,3 kg/m'	101,5 kg	
	2 x HEA 120 ÷ 1600 mm	20,3 kg/m'	65,0 kg	
3.	PODESTOVÉ PŘÍČNÍKY			
	2 x HEA 120 ÷ 1600 mm	20,3 kg/m'	65,0 kg	
4	OKOPOVÝ PLECH			
	P. 6 x 130 ÷ 2500 mm	5,65 kg/m'	14,1 kg	
	P. 6 x 130 ÷ 1600 mm	5,65 kg/m'	9,1 kg	
5	PŘÍČNÉ RÁMY			
	4 x HEA 120 ÷ 1000 mm	20,3 kg/m'	81,2 kg	
	2 x HEA 120 ÷ 1600 mm	20,3 kg/m'	65,0 kg	
	4 x L 50x5 ÷ 1400 mm	3,77 kg/m'	21,1 kg	
6	POROROŠTY - STUPNĚ			
	6 x (320 x 1500) mm, LEMY		90,0 kg	
7	POROROŠTY - PODESTA			
	1,6 x 2,5 = 4 m ² , LEMY		120,0 kg	
	H = 30 mm, PÁSKY 30x2 mm / 12x2 mm			
8	ZABRABLÍ			
	SLOUPKY 9 x TR. ø 44,5x5 ÷ 1200 mm	4,87 kg/m'	52,6 kg	
	HADLO TR. ø 44,5x3,2 ÷ 12000 mm	3,5 kg/m'	42,0 kg	
	PŘÍČKA TR. ø 32 x 2 ÷ 12000 mm	1,8 kg/m'	21,6 kg	
	CELKEM		Σ 889,3 kg	
	+ SVÁRY, PROSTŘIH, SPOJ. MATERIÁL		+ 90,7	
			ΣΣ 980 kg	

OCELOVÁ KONSTRUKCE ŽÁROVĚ ZINKOVANÁ

VÝKAZ MATERIÁLU

SCHODIŠTĚ DO 2. NP

1	SCHODNICOVÝ NOSNÍK		
	4x UE 220 ÷ 4000 mm	21 kg/m'	336 kg
2	PODESTOVÉ NOSNÍKY		
	6x UE 220 ÷ 1500 mm	21 kg/m'	189 kg
	2x U 160 ÷ 3000 mm	18,8 kg/m'	112,8 kg
	2x U 160 ÷ 1500 mm	18,8 kg/m'	56,4 kg
	4x U 160 ÷ 1500 mm	18,8 kg/m'	112,8 kg
3	OKOPOVÝ PLECH		
	P. 6 x 130 ÷ 6000 mm	5,65 kg/m'	33,9 kg
	P. 6 x 130 ÷ 3000 mm	5,65 kg/m'	17,0 kg
4.	PŘÍČNÝ RÁM 1		
	2x HEA 140 ÷ 4000 mm	24,7 kg/m'	197,6 kg
	1x HEA 140 ÷ 3000 mm	24,7 kg/m'	74,1 kg
5	PŘÍČNÝ RÁM 2		
	2x HEA 140 ÷ 2000 mm	24,7 kg/m'	98,8 kg
	1x HEA 140 ÷ 3000 mm	24,7 kg/m'	74,1 kg
6	ZAVĚTROVÁNÍ		
	L 50x5 ÷ 8000 mm	3,77 kg/m'	30,2 kg
7	POROROŠTY - STUPNĚ		
	22 x (280 x 1500) mm, LEMY		277,2 kg
8	POROROŠTY - PODESTY		
	~ 1,6 x 3 = 4,8 m ²		144 kg
	~ 1,6 x 1,5 = 2,4 m ²		72 kg
9	ZÁBRADLÍ		
	SLoupky 21x TR. $\phi 44,5 \times 5 \div 1200$ mm	4,87 kg/m'	122,7 kg
	MADLO TR. $\phi 44,5 \times 3,2 \div 25000$ mm	3,5 kg/m'	87,5 kg
	PŘÍČKA TR. $\phi 32 \times 2 \div 25000$ mm	1,8 kg/m'	45 kg
CELKEM			Σ 2081,1 kg
+ SVARY, PROSTŘIH, SPOJ. MATERIÁL			+ 248,9 kg
OCEL, KCE ŽÁROVĚ ZINKOVANÁ			$\Sigma \Sigma$ 2330 kg