

D.1.2 Stavebně konstrukční řešení

Objekt	Rekonstrukce a dostavba KB ve Varnsdorfu
Akce	SO 02 - Rekonstrukce a přístavba KB
Investor	MÚ Varnsdorf, nám. E. Beneše 470, Varnsdorf
Vypracoval	Ing. Miloš Svoboda - STATIKA Týnská 7, Praha 1
Datum	01/ 2023
Zakázka	101/ 22/ SV
Stupeň PD	DSP



Technická zpráva ke stavebně konstrukční části

celkem 5+12 A4

Obsah

Identifikační údaje

Úvod

Střecha nad provozní částí - konstrukční systém a nosná konstrukce objektu

Přítížení fotovoltaičkou a zatížení prvků střechy

Statické posouzení stávající konstrukce

Hodnoty užitných, klimatických a dalších zatížení

Seznam použitých podkladů, ČSN, technických předpisů, odborné literatury

Závěr a poznámky

Statický výpočet

Identifikační údaje

<i>Objekt</i>	<i>Rekonstrukce a dostavba KB ve Varnsdorfu</i>
<i>Akce</i>	<i>SO 02 - Rekonstrukce a přístavba KB</i>
<i>Investor</i>	<i>MÚ Varnsdorf, nám. E. Beneše 470, Varnsdorf</i>
<i>HIP</i>	<i>h-projekt s.r.o. Korunní 968/31, Praha 2</i>
<i>Vypracoval</i>	<i>Ing. Miloš Svoboda – STATIKA Týnská 7, Praha 1</i>
<i>Zakázka</i>	<i>101/ 22/ SV</i>
<i>Stupeň PD</i>	<i>DSP</i>

Úvod

Předmětem statického řešení je posouzení přetížení střechy nad provozní částí technologickým zařízením (fotovoltaika).

Předmětem posouzení není dostatečná únosnost fotovoltaických panelů, které budou umístěny nad stávající střechou objektu! **Požadavky na podpůrnou konstrukci pro fotovoltaické panely se můžou lišit dle výrobce, před její výrobou je nutné rastr kotevních bodů upravit při dodržení statických parametrů v rámci dílenské dokumentace. Tato dokumentace musí být předložena ke schválení generálnímu projektantovi stavby.**

Podklady pro posouzení jsou částečně převzaty z projektu rekonstrukce bazénu a provozní části, zpracovaného v roce 2007-09.

Projekt DSP navazuje na provedené Statické posouzení z 05/2022. Pro výrobu nosné konstrukce technologického zařízení bude nutné vypracovat v rámci přípravy stavby dílenskou dokumentaci.

Střecha objektu je tvořena dvěma pulty (bazén + provozní část), navzájem proti sobě nakloněnými s různými sklony, vytvářejícími úžlabí. Přetížení fotovoltaickými zařízeními se týká především konstrukce střechy nad provozní částí objektu, nebude podstatné pro založení objektu, ani pro svislé nosné konstrukce.

Posouzení je provedeno především na základě porovnání zatížení a částečně statickým posouzením jednotlivých nosných částí konstrukce střechy.

Střecha nad provozní částí - konstrukční systém a nosná konstrukce objektu

Provozní část objektu je řešena v podstatě jako zděná (zazděné ocelové sloupky), částečně podsklepená stavba se dvěma nadzemními podlažími, navazující jak konstrukčně, tak provozně na bazénovou halu.

U zastřešení provozní patrové části objektu s velkým sklonem (40°) je konstrukce střechy řešena v kombinaci

hlavní ocelové rámy (I380 v modulu po 6 a 7 m, ve sklonu 40°)

podélné vaznice (svařenec z jeklů 2xC, celkem 120/200/?, vzdálenost cca 2,25 m)

ve spádu uložené dřevěné krokve 10/14 cm (vzdálenost 105 cm)

prkenný záklop

Dále je konstrukce střechy zatížena krytinou a vrstvou tepelné izolace.

Hlavní šikmé rámy I380 jsou zatíženy od vložených stropů a dalších konstrukcí. Přetížení fotovoltaikou je pro tuto část nosné konstrukce marginální záležitostí.

Údaje o skladbě stávající střechy a detaily provedení konstrukce jsou převzaty z projektu rekonstrukce z roku 2007. V posouzení jsou zohledněny navržené úpravy skladby.

Přetížení fotovoltaikou a zatížení prvků střechy

Nad touto částí bude na ploše střechy, celou délku objektu, osazeno 7 řad fotovoltaických panelů. Budou osazeny na ocelovou konstrukci, uloženou a kotvenou přímo k hlavním ráámům střechy. Stávající povrch střechy (dřevěné prvky na vaznicovém roštu z jeklů) nebude fotovoltaikou přitížen. Předpokládá se rovnoměrné rozložení zatížení.

Předpokládá se, že zatížení sněhem a větrem bude částečně působit přímo na konstrukci střechy, která je na toto zatížení vyhovující. Dále pak částečně na plochu fotovoltaických panelů, která zatížení přeneseme do hlavních rámců.

To v podstatě znamená, že nosné prvky střechy nad příčnými rámy (jeklové vaznice, dřevěné krokve, záklop) nebudou technologickým zatížením (fotovoltaikou) přitíženy a že bude část klimatického zatížení přenesena přímo do ocelových ráků. Pro posouzení je tedy možné účinky klimatických zatížení rozdělit cca na poloviny.

Nosná konstrukce pro fotovoltaické zařízení

Nad hlavními nosnými rámy (to znamená v modulu 6 a 7 m) a nad úrovní plochy střechy budou ve spádu 40° osazeny nosníky délky cca 9 m.

Budou podepřené vždy třemi přivařenými sloupky na nosném rámu I380. V místě sloupků bude v minimálním rozsahu rozebrána krytina a tepelná izolace, až na úroveň horního pasu nosníku I380, na který bude sloupek přivařen (kout. svary tl. 5 mm).

Nad hlavními nosníky budou osazeny horizontální podélné nosníky pro osazení panelů, vždy 2 ks/panel, tedy celkem 14 ks podélníků, na celou délku objektu.

Jejich orientace a polohy jsou navrženy na základě projektu technologie (to znamená zatěžovací šířku cca 70 cm/bm pro jeden nosník).

Rekapitulace nosné konstrukce

- šikmé hlavní nosníky jekl 80/140/5 mm (3 podpory s přesahy na obou koncích)
- sloupky TR 70/5 mm výška cca 0,5 m,
- přivařeno na horní přírubu I380
- podélníky UPE140 pro osazení fotovoltaických panelů rozpon 6 a 7 m
(kloubové uložení)

Spoje: svařky koutové tl. 5 mm, příložky z L100/50/6 mm, šrouby M12 (matice, podložky)

Hlavní nosníky se sloupky budou svařeny a osazeny jako celek. Na nosníky budou přivařeny kotevní úhelníky pro možnost osazení podélníků (šroubový spoj).

Viz výkresy ve stavební části PD.

Ocelové prvky budou povrchově ošetřeny žárovým pozinkem.

Statické posouzení stávající konstrukce střechy

Hlavní šikmé rámy I380 jsou, kromě zatížení střechou, dále zatíženy od vložených stropů a dalších konstrukcí. Přetížení fotovoltaikou je pro tuto část nosné konstrukce marginální záležitostí.

Proto jsem se v příloženém posouzení zaměřil především na návrh nosné konstrukce nad stávající rovinou střechy.

Na základě provedeného rozboru zatížení a statického posouzení bylo ověřeno, že nosná konstrukce střechy nad provozní částí má dostatečnou únosnost.

Stávající konstrukci lze považovat pro uvažované úpravy střechy za **staticky vyhovující**.

Seznam použitých podkladů, ČSN, technických předpisů, odborné literatury, software

Projekt byl zpracován dle citovaných norem, technických předpisů, vyhlášek a zákonů v platném znění v době zpracování dokumentace.

ČSN EN 1990	Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991	Zatížení konstrukcí
ČSN EN 1992	Navrhování betonových konstrukcí
ČSN EN 1993	Navrhování ocelových konstrukcí
ČSN EN 1995	Navrhování dřevěných konstrukcí

Projekt technologického řešení	J. Toman
Projekt z roku 2007	h-projekt s.r.o., statika M. Svoboda
Statické posouzení 2022	Ing. Miloš Svoboda – STATIKA
Vypracováno s použitím software	nástroje MS Office Design Forms Online

Závěr a poznámky

Na základě provedeného posouzení prvků střechy provozní části objektu lze konstatovat, že pro přetížení střechy osazením fotovoltaického zařízení podle předloženého projektu

je konstrukce střechy KB dostatečně únosná.

Dtto navržené nosné konstrukce pro uložení a přikotvení fotovoltaiky.

Předmětem posouzení není dostatečná únosnost fotovoltaických panelů, které budou umístěny nad stávající střechou objektu!

Požadavky na podpůrnou konstrukci pro fotovoltaické panely se můžou lišit dle výrobce, před její výrobou je nutné rastr kotevních bodů upravit při dodržení statických parametrů v rámci dílenské dokumentace. Tato dokumentace musí být předložena ke schválení generálnímu projektantovi stavby.

Datum 01/2023

Ing. Miloš Svoboda
Týnská 7, Praha 1
tel.222320373, sstms@email.cz

Statický výpočet

Celkem 12 A4

Statický výpočet je proveden na základě stavebně technologického návrhu.

Zaměřil jsem se především na návrh nosné konstrukce nad stávající rovinou střechy.

Předmětem posouzení není dostatečná únosnost fotovoltaických panelů, které budou umístěny nad stávající střechou objektu!

Seznam použitých podkladů, ČSN, technických předpisů, odborné literatury, software

Projekt byl zpracován dle citovaných norem, technických předpisů, vyhlášek a zákonu v platném znění v době zpracování dokumentace.

ČSN EN 1990	Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991	Zatížení konstrukcí
ČSN EN 1992	Navrhování betonových konstrukcí
ČSN EN 1993	Navrhování ocelových konstrukcí

Projekt technologického řešení	J. Toman
Projekt z roku 2007	h-projekt s.r.o., statika M. Svoboda
Statické posouzení 2022	Svoboda – STATIKA

Vypracováno s použitím software	nástroje MS Office Design Forms Online
---------------------------------	---

Hodnoty užitných, klimatických a dalších zatížení

Pro posouzení jsem použil hodnoty požadovaných nahodilých rovnoměrných zatížení podle platných norem.

Nahodilé zatížení střechy údržba 0,50 kN/m²

Zatížení fotovoltaickými zařízeními je stanoveno v projektu této technologie – viz výpočet

Klimatická zatížení podle ČSN EN 1990-1-3 (2005/ NA: 2013)

zatížení sněhem IV. oblast 2,0 kN/m²

sníh na střechu

Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi

$$s_k = s_k = 2000 = 2 \text{ kN/m}^2$$

Součinitelé

$$C_e = 1 \quad C_t = 0.95 \quad C_{esl} = 1$$

Geometrie střechy

$$\alpha = 40^\circ \quad \mu_1 = 0.8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30} = 0.8 \cdot \frac{(60 - 40)}{30} = 0.533 \quad \mu_2 = 1.6 = 1.6 = 1.6$$

Zatížení sněhem na střeše

$$\text{Zatížení sněhem} \quad s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0.533 \cdot 1 \cdot 0.95 \cdot 2000 = \mathbf{1.01 \text{ kN/m}^2}$$

Předpokládá se, že zatížení sněhem bude částečně působit přímo na konstrukci střechy, která je na toto zatížení vyhovující, dále pak částečně na plochu fotovoltaických panelů.

Dále bude nutné zohlednit možnost navátého sněhu v úžlabí mezi bazénem a provozním objektem.

Klimatická zatížení podle ČSN EN 1990-1-4 (2007/ NA: 2013)

zatížení větrem IV. oblast 30 m/s

síly na střechu

Geometrie střechy

$$h = 5\text{m} \quad b = 60\text{m} \quad d = 6\text{m} \quad \alpha = 40^\circ$$

Parametry zatížení větrem

Charakteristiky lokality a období

$$z = 5\text{ m} \quad v_{b,0} = 27.5\text{ m/s} \quad c_{dir} = 1 \quad c_{season} = 1 \quad v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 27.5 = 27.5\text{ m/s}$$

$$c_r = 0.606 \quad c_0 = 1$$

Střední rychlost větru

$$v_m = c_r \cdot c_0 \cdot v_b = 0.606 \cdot 1 \cdot 27.5 = 16.7\text{ m/s}$$

Maximální dynamický tlak

$$I_v = 0.355 \quad \rho = 1.25\text{ kg/m}^3 \quad q_p = (1 + 7 \cdot 0.355) \cdot \frac{1}{2} \cdot 1.25 \cdot 16.7^2 = 0.605\text{ kPa}$$

Předpokládá se, že zatížení větrem bude částečně působit přímo na konstrukci střechy, která je na toto zatížení vyhovující, dále pak částečně na plochu fotovoltaických panelů.

Hlavní šikmé rámy I380 jsou, kromě zatížení střechou, dále zatíženy od vložených stropů a dalších konstrukcí.

Zatížení hlavních nosných prvků	od stávající střechy a části klimatických zatížení (původní) od nosné konstrukce pro fotovoltaiku (nové) od fotovoltaiky (nové) části klimatických zatížení, působících na fotovoltaiku
---------------------------------	--

Stávající konstrukci lze považovat pro uvažované úpravy střechy za **staticky vyhovující**.

Proto jsem se zaměřil především na návrh nosné konstrukce nad stávající rovinou střechy. Statický výpočet je proveden pro idealizovanou konstrukci, tzv. „na straně bezpečnosti“.

Hmotnosť jedného FV panelu	22 kg	plocha panelu 1,96 m ² - tzn.	11 kg/m ²
Hmotnosť nosnej konštrukcie (dodávka)			2,5 kg/m ²

Podélník	délka 6 a 7 m	kloubové uložení	zatěžovací šířka 65 cm/bm
Výpočet zatížení (se zaokrouhlením „nahoru“)			
-	zatížení od fotovoltaiky	0,14 kN/m ²	0,10 kN/bm návrh 0,14 kN/bm
-	zatížení od nosné konstrukce (stavba)		0,30 kN/bm 0,405
-	nahodilé od údržby (nebo sních)		0,35 kN/bm 0,473
-	<u>zatížení od větru</u>		<u>0,30 kN/bm 0,45</u>
Celkové maximální zatížení		1,05 kN/bm	1,33 kN/bm
		charakteristické	návrhové
Reakce podélníků do příčnicku (maximální pro zat. šířku 0,65 m)			9,31 kN

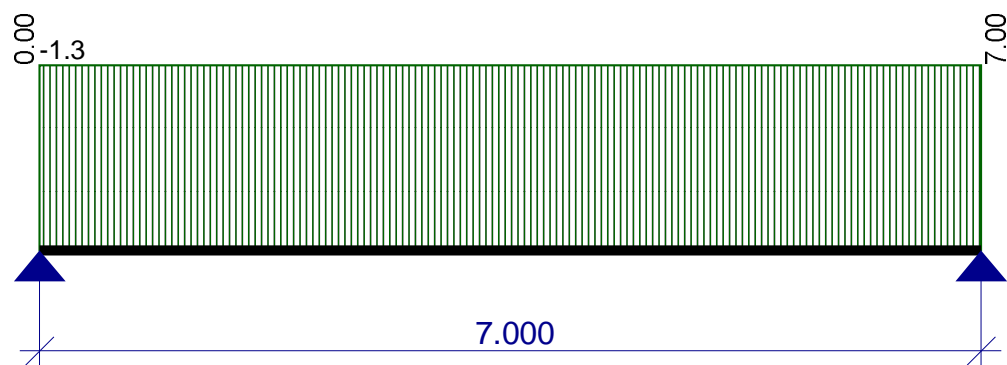
Spojité nosník je posuzován jako prostý (s redukcí rozponu na 3,75 m).

Statické posouzení provedeno výpočtem podle Design Forms.

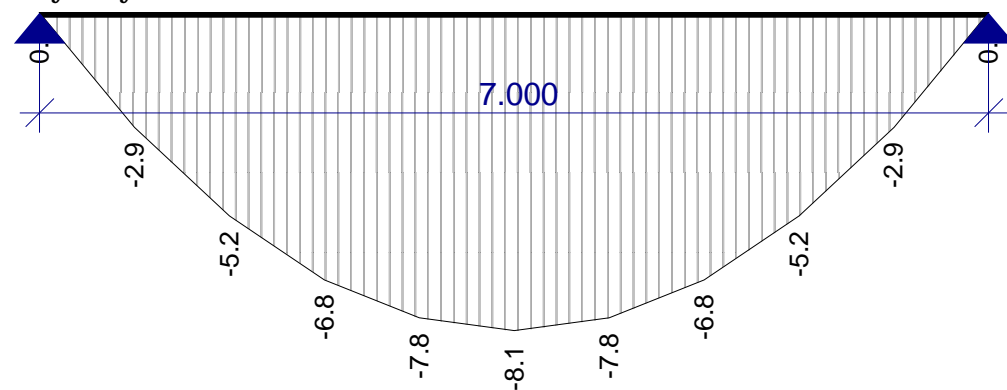
Navržený průřez UPE 140 14,5 kg/m

podélník

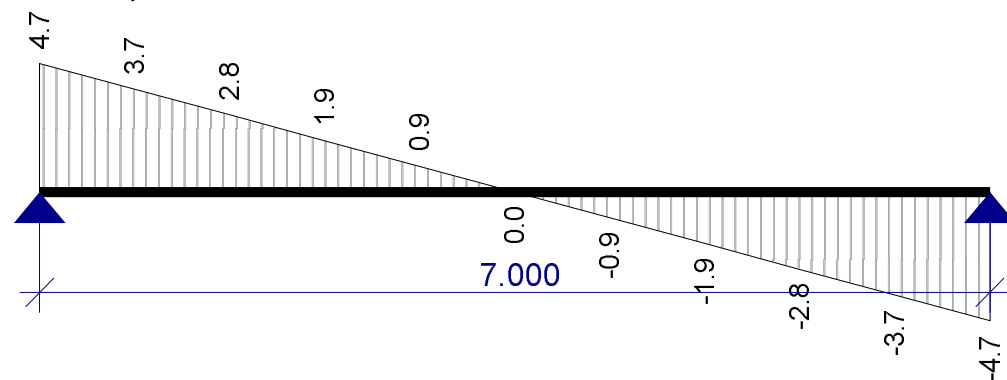
Zatížení



Ohybový moment

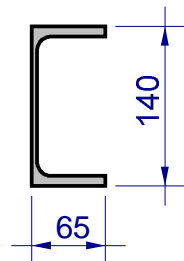


Posouvající síla



podélník

Parametry průřezu (UPE140)



Třída = 1

$I_y = 5.99 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

$i_y = 57.1 \text{ mm}$

$\alpha_y = 0.49$ -

$A = 1840 \text{ mm}^2$

$I_z = 787 \cdot 10^{-9} \text{ m}^4$

$i_z = 20.7 \text{ mm}$

$\alpha_z = 0.49$ -

Materiálové charakteristiky

$E = 210 \text{ GPa}$

$f_y = 275 \text{ MPa}$

$f_u = 430 \text{ MPa}$

Tabulka kombinací vnitřních sil

#	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	UC
1	0	8.1	0	0.713

Extrém vznikne v kombinaci: 1

Posouzení kombinace osově síly a ohybových momentů

Parametry klopení

Osová síla

$N_{Ed} = 0 \text{ kN} > 0 \Rightarrow$ Tahová síla

Součinitel imperfekce

$\chi_y = 1$

Součinitel imperfekce

$\chi_z = 1$

Parametry klopení

$z_g = 0 \text{ mm}$ $\zeta_j = 0$ $\zeta_g = 0$ $\kappa_{wt} = 0.174$ $C_1 = 1.78$ $\mu_{cr} = 1.81$ $M_{cr} = 18.9 \text{ kNm}$

$\lambda_{LT} = 1.2$ $\alpha_{LT} = 0.76$ $\varphi_{LT} = 1.6$ $\chi_{LT} = 0.377$

Únosnost průřezu


$N_{Rk} = 506 \text{ kN}$ $M_{Rk,y} = 27.2 \text{ kNm}$ $M_{Rk,z} = 8.97 \text{ kNm}$

Interakční součinitele

$k_{yy} = 0.9$ $k_{zz} = 1$ $k_{yz} = 0.6$ $k_{zy} = 0.6$

Posouzení

$$s = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} \frac{\text{abs}(0)}{1 \cdot 506000} + 0.9 \cdot \frac{8100}{0.377 \cdot 27170} + 0.6 \cdot \frac{0}{8965} \\ \frac{1}{0} + 0.6 \cdot \frac{8100}{0.377 \cdot 27170} + 1 \cdot \frac{0}{8965} \\ \frac{1}{1} + 0.6 \cdot \frac{8100}{0.377 \cdot 27170} + 1 \cdot \frac{0}{8965} \end{array} \right\} = 0.713$$

$s = 0.713 < 1 \Rightarrow$ Únosnost je dostatečná 

Poznámka: Lokální boulení není uvažováno.

Šikmý příčník	spojitý nosník	podepření třemi sloupky	maximální zat. šířka 7 m	
		(0,3+3,3+4,0+1,2 m)		
-	zatížení	od reakcí podélníků (podle výše uvedených zatěžovacích stavů)		
			kN/0,65 m	celkem 9,31
		od vlastní hmotnosti	kN/bm	celkem 0,30
		od reakce podélníků a vlastní hmotnosti	kN/bm	celkem 9,61
				návrhové

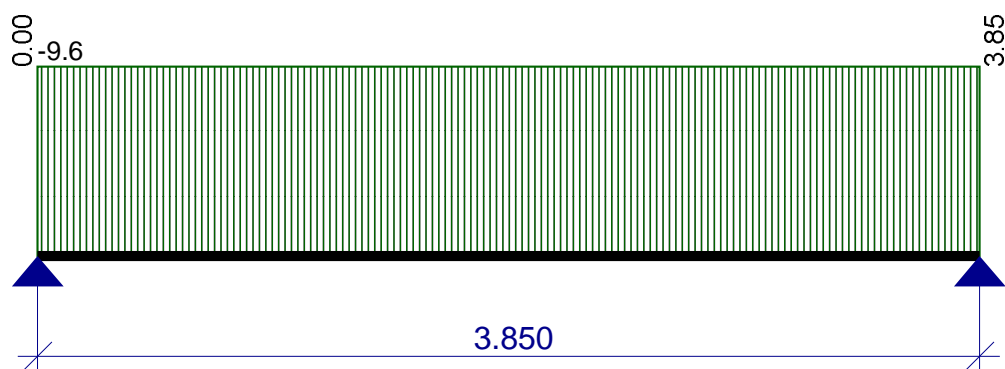
Statické posouzení provedeno výpočtem podle Design Forms.

Šikmý nosník je posuzován zjednodušeně jako horizontální, spojitý jako prostý (s redukcí rozponu na 3,85 m, na straně bezpečnosti).

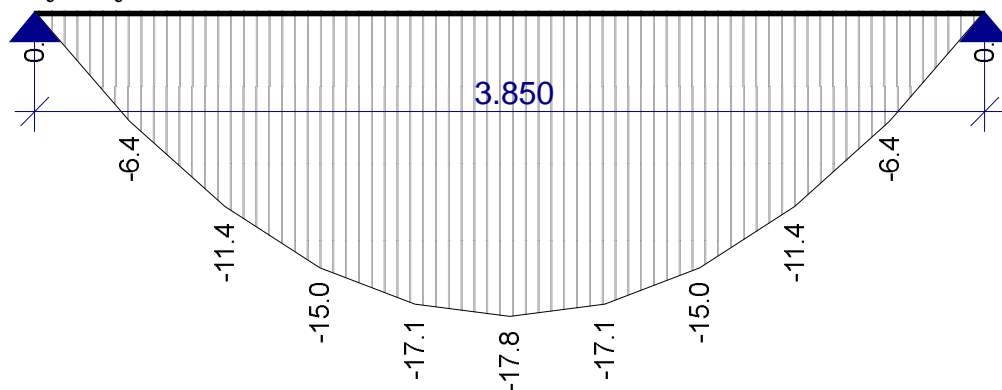
Navržený průřez jekl 80/140/5 mm 16,3 kg/m

šikmý příčník

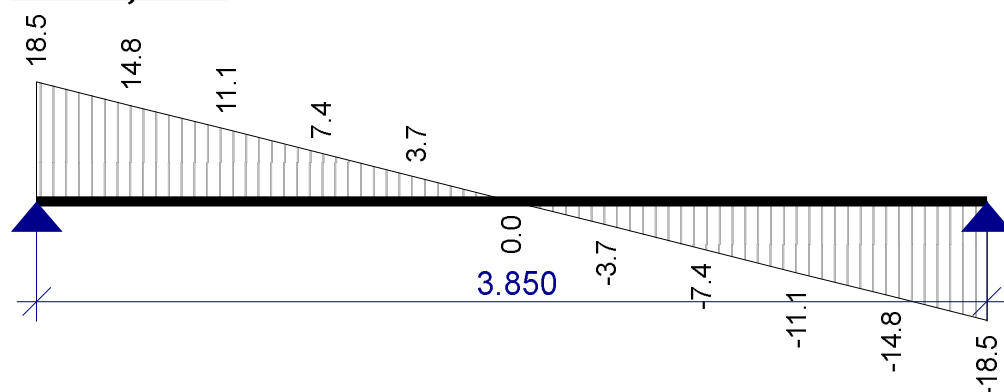
Zatížení



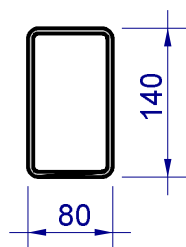
Ohybový moment



Posouvající síla



Parametry průřezu (CFRHS140X80X5)



Třída = 1
 $I_y = 5.17 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$
 $i_y = 50.4 \text{ mm}$
 $\alpha_y = 0.49$
 $A = 2036 \text{ mm}^2$
 $I_z = 2.16 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$
 $i_z = 32.6 \text{ mm}$
 $\alpha_z = 0.49$

Materiálové charakteristiky

$E = 210 \text{ GPa}$
 $f_y = 275 \text{ MPa}$
 $f_u = 430 \text{ MPa}$

Tabulka kombinací vnitřních sil

#	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	UC
1	0	17.8	0	0.635

Extrém vznikne v kombinaci: 1

Posouzení kombinace osově síly a ohybových momentů

Parametry klopení

Osová síla $N_{Ed} = 0 \text{ kN} > 0 \Rightarrow$ Tahová síla
 Součinitel imperfekce $\chi_y = 1$
 Součinitel imperfekce $\chi_z = 1$

Parametry klopení

$z_j = 0 \text{ mm}$ $z_s = 0 \text{ mm}$
 $z_g = 0 \text{ mm}$ $\zeta_j = 0$ $\zeta_g = 0$ $\kappa_{wt} = 0.0491$ $C_1 = 1.77$ $\mu_{cr} = 1.78$ $M_{cr} = 683 \text{ kNm}$
 $\lambda_{LT} = 0.192$ $\chi_{LT} = 1$

Únosnost průřezu

$N_{Rk} = 560 \text{ kN}$ $M_{Rk,y} = 25.2 \text{ kNm}$ $M_{Rk,z} = 17.1 \text{ kNm}$

Interakční součinitelé

$$k_{yy} = 0.9 \quad k_{zz} = 1 \quad k_{yz} = 0.6 \quad k_{zy} = 0.6$$

Posouzení

$$s = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} \frac{\text{abs}(0)}{1 \cdot 559900} + 0.9 \cdot \frac{17800}{1 \cdot 25245} + 0.6 \cdot \frac{0}{17116} \\ \frac{1}{0} + 0.6 \cdot \frac{17800}{1 \cdot 25245} + 1 \cdot \frac{0}{17116} \\ \frac{0}{1 \cdot 559900} + 0.6 \cdot \frac{17800}{1 \cdot 25245} + 1 \cdot \frac{0}{17116} \end{array} \right\} = 0.635$$

$$s = 0.635 < 1 \Rightarrow \text{Únosnost je dostatečná} \quad \checkmark$$

Poznámka: Lokální boulení není uvažováno.

Na základě provedeného rozboru zatížení a statického posouzení bylo ověřeno, že navržené nosná konstrukce pro fotovoltaiku na střеше nad provozní částí má dostatečnou únosnost.

Pro výrobu nosné konstrukce bude nutné vypracovat v rámci přípravy stavby dílenskou dokumentaci.

Posouzení jsem provedl pro stávající hlavní nosné prvky střechy nad provozní částí. Popis a rozbor zatížení viz technická zpráva výše.

Kromě zatížení od střechy (viz výše) nese průvlak také část konstrukce stropu nad 2.NP. Při srovnání zatížení průvlaku před a po přitížení fotovoltaikou lze konstatovat, že pro šikmé průvlakky není toto přitížení ve srovnání s dalšími podstatné.

Podélné vaznice svařenec z jeleků, celkem 120/200 mm (tl.?) zatěžovací šířka 2,35 m
délka 6 m, spojitá

Podle statického posouzení z 05/2022 jsou tyto části konstrukce vyhovující. Respektive lze konstatovat, že v rámci finálního návrhu nebudou novou konstrukcí přitíženy, klimatická zatížení na plochu střechy budou zčásti fotovoltaikou přenesena přímo do hlavních nosníků.

Tolik posouzení stávající konstrukce střechy.

Závěr

Na základě provedeného posouzení prvků střechy provozní části objektu lze konstatovat, že pro předpokládané přetížení střechy osazením fotovoltaického zařízení
je konstrukce střechy dostatečně únosná.

Dále jsem provedl statické posouzení pro navrženou nosnou konstrukci panelů FV, osazenou nad střechu provozní části.

Datum 01/ 2023

Ing. Miloš Svoboda
Týnská 7, Praha 1
tel.222320373, sstms@email.cz