<table>
<tr><td colspan="2">ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT:
Ing.Miroslav Geryk
Dvořákův okruh 13, Krnov 794 01
miroslavgeryk@seznam.cz, 774630321</td><td>VYPRACOVAL:
Ing.Jiří Vyhnálek,Ph.D.
Mladeč 56, 783 21
vyhnalekjirka@seznam.cz</td><td colspan="2" rowspan="2">Ing.Miroslav Geryk
&
Ing.Jiří Géryk

inženýrská a projekční činnost,technický dozor koordinátoři BOZP</td></tr>
<tr><td>MÍSTO STAVBY:</td><td colspan="2">Budova C a J Sdružené zdravotnické zařízení Krnov
I.P.Pavlova, 794 01 Krnov, parc.č. 1866/1, 1866/2, 1866/7, 1866/13, 1866/15, 1866/16</td></tr>
<tr><td>STAVEBNÍK:</td><td colspan="2">Sdružené zdravotnické zařízení Krnov, p.o.
I.P.Pavlova 552/9, 794 01 Krnov</td><td>Datum:
Stupeň PD:</td><td>12/2022
Odborná pomoc</td></tr>
<tr><td>STAVBA:</td><td colspan="2">Statické posouzení střechy pro instalaci Fotovoltaické elektrárny</td><td>Zakáz.číslo:</td><td>22-928-81</td></tr>
<tr><td>ČÁST PD :</td><td colspan="2">Budova "J"</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>PŘÍLOHA (VÝKRES):</td><td colspan="2">STATICKÝ POSUDEK</td><td></td><td></td></tr>
</table>

1. ÚVOD

Předmětem této dokumentace je posouzení únosnosti střešní konstrukce a konstrukcí souvisejících pro přitížení od fotovoltaické elektrárny (FVE). Jedná se o stavebním rozsahem střední stavbu, ale co do statického působení poměrně složitou. Stavba bude prováděná v husté zástavbě, ale charakter prací je takový, že vedlejší objekty nebude ovlivňovat. Podrobnosti jsou pak ve statickém výpočtu. Dokumentace je zpracována v podrobnosti projektu pro stavební povolení, **lze ji použít i pro realizaci.**

Statickým přepočtem bylo zjištěno, že bez přitížení i s přitížením je střecha staticky vyhovující pro současné klimatické zatížení s posouzením dle současných předpisů.

V době návrhu původní konstrukce platily jiné předpisy pro určení klimatického zatížení než v současnosti. Metodika mezních stavů je v tomto případě stejná, zvýšil se však i požadavek na bezpečnost staveb, což v praxi znamená, že konstrukce, která vyhověla podle dřívějších předpisů, nemusí vyhovět v současnosti, i když se do ní nezasahuje. Pokud nevykazuje poruchy statického rázu, pak se s ohledem na dlouhodobý bezporuchový provoz považuje i bez podrobného statického posouzení za staticky vyhovující. V našem případě dojde k přitížení střechy FVE, takže je třeba celou dotčenou konstrukci znovu přepočítat a staticky posoudit podle současných předpisů. Výsledkem pak je nezřídka jištění, že konstrukce, i když bez poruch dlouho stojí, je vlastně staticky nevyhovující z prostého důvodu – intenzita zatížení klimatických zatížením se od doby stavby někde i podstatně zvýšila. Takovou konstrukci pak nelze přitížit ani poměrně lehkou FVE. To je důvod, proč je nutné někdy podstoupit i náročné výpočty pro ověření bezpečnosti nosných konstrukcí.

a. Popis navrženého konstrukčního systému stavby

Staveniště se nachází na pozemku užívaném stavebníkem, nebudou tedy problémy se zásahem do cizích konstrukcí.

Vlastní stávající stavba je tvořena nosným systémem skeletu MS OB, ke které se nezachovala potřebná dokumentace. Skelet MS OB se v daném období na Moravě používal

pro většinu občanské vybavenosti, takže jeho konstrukční řešení je známé. Přitížení od FVE na skelet je však pod 1% únosnosti, je tedy zanedbatelné. Nad skeletem je však postaveno nové patro. Nadstavba měla nosnou konstrukci z ocelové konstrukce a střešní konstrukce z dřevěných vazníků s vlisovanými styčníkovými deskami. K této nadstavbě, které je bezprostředně ovlivněna instalací FVE, již existuje původní projektová dokumentace. Nebyla však k dispozici dodavatelská dokumentace dřevěných vazníků, kterou si zpracovává výrobce, tedy zhotovitel.

Je tedy možno stavbu i posoudit s ohledem na změnu velikosti nebo způsobu zatížení.

Podkladem pro zatížení a rozmístění panelů FVE na střeše je předaná projektová dokumentace. Projekt zpracoval v 07/2022 Michal Zdařil , B. Němcové 14, Město Albrechtice, 739 95. Z projektu je zřejmé rozmístění panelů – celkem 54 panelů , každý Pmax = 450Wp. Budou umístěny na obou stranách pultových nebo sedlových střech, mezi střechami je atrium. Není však zadána, alespoň se mi to nepodařilo v dokumentaci objevit , požadovaná intenzita zatížení na střechu. Proto jsem postupoval obvyklým způsobem, tedy odhadem budoucího zatížení obvyklou hodnotou 25kg/m^2, tedy v jazyce statiky s dlouhodobým zatížením 0,25kN/m^2, V tom by měly být panely, rozvody a kotvení uložení panelů do střechy. Vlastní kotvení do střechy a jeho návrh je již věcí dodavatele FVE. V tomto posudku je pouze potvrzena únosnost na toto zatížení.

Stávající konstrukce

Stávající skelet je jinak původně se 3 podlažími, nad střechu bylo později vystavěno patro z lehkého materiálu na bázi dřeva a tenkostěnných ocelových prvků. Jedná se tedy o odlehčenou konstrukci.

Projekt na nástavbu zpracoval IDOP Olomouc a.s., Řepčínská 234/82, Olomouc , 779 00. dokumentace je z 11,2008. jednalo se tedy o přechod z původních československých norem na normy Eurocode. Důkladné prostudování této dokumentace pak bylo jednou z podstatných částí provedených prací. Původní statický výpočet se podařilo na základě tohoto využít a nebylo zapotřebí provádět zcela nový výpočet stávajících konstrukcí.

Pro tuto stavbu rozhodovalo především zatížení klimatické. Pro **sníh** platila norma ČSN ENV 1991-1-3. Sníh byl pro Krnov uvažován v hodnotě 1,5kN/m^2 na zemi. Součinitel zatížení

γ = 1,5, tedy tak jako nyní. Změna normy ´ČSN EN 1991-1-3 / Z4 pak dovolila sníh uvažovat hodnotou dle dlouhodobého měření, tedy 0,98.kN/m^2. Zde tedy došlo k významnému odlehčení.

Pro **vítr** ještě původní výpočet uvažoval dřívější ČSN 73 0038-86. Zde byl vítr pro III. Větrovou oblast. Podle tehdejší metodiky pak na střechu vítr tlakem vůbec nepůsobil. Dle současného předpisu pak působí i tlakem, což je zase přitížení.

Stálé zatížení bylo převzato z původního výpočtu. Původní výpočet však uvažoval se součiniteli zatížení γ_M =1,1 a 1,2. V současnosti musíme uvažovat tento součinitel v hodnotě 1,35, což je další přitížení.

Nové je samozřejmě přitížení fotovoltaikou v hodnotě 0,25kN/m^2 se součinitelem 1,5.

Pokud pak porovnáme původní svislé zatížení a zatížení dle současných předpisů, pak v návrhové hodnotě došlo k přitížení o 4,2%.

Návrhové normy se také změnily. Metodika sice zůstala stejná, vlastní výpočty únosnosti , součinitelů vzpěru apod. byly tedy možno použít s výjimkou dílčích součinitelů spolehlivosti. Pro dřevo byl již uplaněn součinitel γ_M z 1,30, tedy zůstal na 1,30. U oceli tomu bylo jinak, klesl z 1,15 na 1,00. Pro posouzení tedy postačilo přepočítat zatížení a přepočítat i únosnost jednotlivých prvků při částečném použití původního výpočtu.

Výsledkem pak bylo zjištění, že konstrukce bude i při přitížení od FVE (0,25kN/m^2) vyhovující pro MSÚ i pro MSP.

Betonové konstrukce skeletu a původní střechy před nástavbou již nejsou FVE ovlivněny. Zatížení se přenáší ocelovými sloupy přímo nad sloupy stávající.

b. Navržené materiály

Při stavbě se uvažuje s použitím následujících materiálů.

- Ocel konstrukční se uvažuje z S 235 pro OK a výměny do stávající konstrukce, výrobní skupina EXC2
- Dřevěné konstrukce jsou uvažovány dle původního projetu ze dřeva C24.
- Betonové konstrukce v podstatě nejsou ovlivněny

c. Hodnoty užitných a klimatických zatížení

Zatížení střechy se uvažuje pouze klimatické

- Sníh v II. Sněhové oblasti $S_k = 0.98$ kN/m^2 dle mapy ČHMÚ
- Vítr v II. Větrové oblasti o rychlosti v =25 m/s , terén II. Kategorie
- Přitížení FVE 0,25kN/m^2
- Střecha dimenzována na porubí VZT dle původního zadání.

d. Návrh zvláštních a neobvyklých konstrukcí

Z hlediska statiky zde neobvyklé konstrukce nejsou.

e. Technologické podmínky postupu prací

Tyto podmínky jsou na staveništi obvyklé, záleží na vybraném zhotoviteli a jeho pracovním harmonogramu.

Již z technického popisu je zřejmé, že je nutné stavbu provádět v jednom časovém pásmu.

f. Zásady pro provádění bouracích prací a výkopů

Zde nejsou zvláštní požadavky z hlediska statiky, bourání bude běžné do nenosných konstrukcí

g. Požadavky na kontrolu zakrývaných konstrukcí

Nejsou zvláštní požadavky na kontrolu zakrývaných konstrukcí.

h. Použité podklady , normy apod.

- Podklady jsou podrobně popsány v odd. **a**
- Příslušné ČSN:

73 0035 Zatížení stavebních konstrukcí ve znění EN 1991 a EN1990

73 1401 Navrhování ocelových konstrukcí ve znění EN1993

73 1701 Navrhování dřevěných konstrukcí ve znění EN 1995

73 0038 Hodnocení existujících konstrukcí

Vlastní prohlídky konstrukce v přístupném rozsahu.

Pro návrh konstrukce byl použit softwarový systém SCIA Engineer V. 20

i. Požadavky na údržbu konstrukcí

Nejsou zvláštní požadavky na údržbu konstrukcí, pravidla jsou dána v ČSN 73 2604, kde je popsána četnost a způsob zpracování pravidelných prohlídek ocelové konstrukce i konstrukcí ostatních běžných, interval je 5let. Pro dřevěné konstrukce je to obdobné. Konstrukce budou zakryty, tedy postačí sledovat případné poruchy. Betonové a zděné konstrukce zvláštní údržbu nepotřebují, tedy pokud pomineme životnost omítek apod., ale to není statika.

ZÁVĚR

Bezpečnost práce je podle platných předpisů. Bezpečnostní pravidla při stavbě jsou dále doplněna ve zprávě a stavebně architektonickému řešení.

Vypracoval : Ing. Vyhnálek, Ph.D.	Stavba : Sdružené zdravotnické zařízení Krnov Nadstavba pro administrativu obj. J - FVE na střeše	List.č.:
Datum : XI.2022	Obsah : Statický výpočet - 22-928-81 Odborná pomoc	1

OBJEKT J - STŘECHA

ZATÍŽENÍ STÁLÉ

HORNÍ PAS

- KRYTINA + LATOVÁNÍ 0,40 kN/m²

DOLNÍ PAS

- IZOLACE 0,20 · 1,5 0,30 kN/m²
- SDK POŽÁRNÍ 0,30 kN/m²
- REZERVA - ROZVODY 0,10 kN/m²

VAZNÍK 0,20 kN/m²

CELKEM STÁLÉ 1,30 kN/m²

SNÍH - ČSN EN 1991-1-3

II. STŘEDOVÁ OBLAST $C_e = C_t = 1,0$

DLE MAPY ČHMÚ - ZÁTĚŽA Z4 0,98 kN/m²

PŮVODNĚ UVAŽOVANÁ

III. S.O 1,50 kN/m²

$\mu_1 = 0,80$

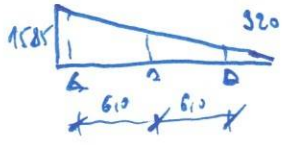
$\rightarrow s_k = 0,80 \cdot 1,0 \cdot 0,98 = 0,78$ kN/m²

VÍTR - ČSN EN 1991-1-4

II. VĚTROVÁ OBLAST $v = 21$ m/s

$q_w = 1/2 \cdot 1,25 \cdot 21^2 = 0,33$ kN/m²

V2



$tg\alpha = (1585-320)/12000 = 0,105$

$\alpha = 6°$

PLATÍ I PRO V1

II. KATEGORIE TERÉNU h. 12,4 m

→ $c_e = 2,60$

TLAK $+0,20$ → $w = 0,20 \cdot 2,6 \cdot 0,38 = 0,20$ kN/m² ↓

PŮVODNÍ ČSN TA DOSTI TLAK VŮBEC NEVÁŽOVALA, POUŽE SÁNÍ

ZDE $+ = 0,62$ → $w = 0,62 \cdot 2,6 \cdot 0,38 = 0,61$ kN/m² ↑

PŮVODNĚ 0,27 kN/m² ↑

FOTOVOLTAIKA

100 PANELŮ

NEZNÁMÉ ZATÍŽENÍ!

DOCHODOBĚ 0,27 kN/m²

⇒ ODHAD

CELKEM CHARAKTERISTICKÉ – ČSN EN 1990

TLAK $g_{Ek} = 1,30 + \underbrace{0,78 + 0,6 \cdot 0,20 + 0,25} = 2,45$ kN/m²

$g_{Ed} = 1,35 \cdot 1,30 + 1,5 (1,35) =$ 3,48 kN/m²

SÁNÍ $g_{Ek} = 1,3 - 0,63 =$ 0,67 kN/m² ↓

$g_{Ed} = 1,3 - 1,5 \cdot 0,63$ 0,36 kN/m² ↓

! JINÉ SOUČINITELE γ

PŮVODNÍ KOMBINACE sk. 10 STV

$1,1 \cdot 2S.1 + 1,2 \cdot 2S2 + 1,5 \cdot 2S3$

$1,1 \cdot 0,20 + 1,2 \cdot 1,1 + 1,5 \cdot 1,2 = 3,34$ kN/m²

$3,48 > 3,34$ – PŘITÍŽENÍ 4,2%

V NÁVRHOVÉM ZATÍŽENÍ. $\boxed{k = 1,042}$!

Str. 13
Původního výpočtu

POSOUZENÍ - DEFORMACE V1

VLASTNÍ TÍHA, STÁLÉ, DLOUHODOBÉ

$1{,}30 + 0{,}27$ kN/m² $= 1{,}55$ kN/m² - NOVÉ

PŮVODNÍ $(0{,}20 + 1{,}1) = 1{,}30$ kN/m²

UŽITNÉ - $0{,}78 + 0{,}6 \cdot 0{,}20 = 0{,}90$ kN/m² NOVÉ

PŮVODNÍ $1{,}20$ kN/m²

$k_{def} = 0{,}60$ - STÁLÉ ; 1. TŘ. POUŽITÍ

$u_{cel} = 1{,}55/1{,}30 \cdot 5{,}4\,(1+0{,}6) + 0{,}9/1{,}20 \cdot 5{,}1 =$

$= 10{,}3 + 3{,}8 = 14{,}1$ mm < 20 mm

PŮVODNÍ PŘÍMHYB $13{,}8$ mm $< 14{,}1$ mm

NAVÝŠENÍ O 2,4% ≈

Str. 13

POSOUZENÍ - ÚNOSNOST DŘEVO C24, V1

HORNÍ PAS 50/140 DŘEVO C24.

SILOVÉ ÚČINKY NOVÉ

$N_{Ed} = 1{,}042 \cdot 34{,}9 = 36{,}4$ kN

$M_{Ed} = 1{,}042 \cdot 1{,}0 = 1{,}04$ kNm

POSUDEK ÚNOSNOSTI PLATÍ Z PŮVODNÍHO VÝPOČTU

$\gamma_m = 1{,}3$

$k_{mod} = 0{,}9$

PLATÍ I V SOUČASNOSTI

$1{,}042 \cdot 0{,}75 = 0{,}78 < 1{,}0$

VYHOVUJE.

St. - 14

DOLNÍ PAS 50/180

$M_{Ed} = 1{,}042 \cdot 39{,}1 = 40{,}7$ kNm

$M_{Ed} = 1{,}042 \cdot 1{,}6 = 1{,}7$ kNm

$1{,}042 \times 0{,}87 = 0{,}91 < 1{,}0$ VYHOVUJE

DIAGONÁLA 50/80 TLAČENÁ

$M_{Ed} = 13{,}3 \cdot 1{,}042 = 13{,}9$ kNm

$1{,}042 \times 0{,}41 = 0{,}43 < 1{,}0$ VYHOVUJE

DIAGONÁLA 50/80 TAŽENÁ

$M_{Ed} = 1{,}042 \cdot 11{,}6 = 12{,}1$ kN

$1{,}042 \times 0{,}33 = 0{,}34 < 1{,}0$ VYHOVUJE

NAVRŽENÝ A ZNOVU POSOUZENÝ VAZNÍK VYHOVUJE NA MSÚ I NA MSP.

POSOUZENÍ - DEFORMACE VZ

VLASTNÍ TÍHA, STÁLÉ, DLOUHODÉ - NOVÉ 1,55 kN/m²

- PŮVODNÍ 1,20 kN/m²

UŽITNÉ NOVÉ 0,9 kN/m²

PŮVODNÍ 1,20 kN/m²

$u_{celk} = 1{,}55/1{,}20 \cdot 3{,}10\,(1+0{,}60) + 0{,}9/1{,}20 \cdot 3{,}0 =$

$= 5{,}90 + 2{,}00 = 8{,}2\,mm > 8{,}0\,mm < 20\,mm$

MÁLO 0 2,8 %

VYHOVÍ.

POSOUZENÍ - ÚNOSNOST - DŘEVO C24 VZ

Str. 24 PŮVODNÍHO VÝPOČTU

HORNÍ PAS 50/140

$M_{Ed} = 1{,}042 \cdot 25{,}2 = 26{,}2\,kNm$

$M_{Ed} = 1{,}042 \cdot 0{,}6 = 0{,}62\,kNm/m$

$1{,}042 \cdot 0{,}50 = 0{,}52 < 1{,}0$

VYHOVUJE

Str. 25

DOLNÍ PAS 50/140

$M_{Ed} = 1{,}042 \cdot 20{,}1 = 20{,}9\,kNm$

$M_{Ed} = 1{,}042 \cdot 0{,}5 = 0{,}52\,kNm/m$

$1{,}042 \cdot 0{,}44 = 0{,}46 < 1{,}0$

VYHOVUJE

DIAGONÁLA 50/80 TLAČENÁ

$M_{Ed} = 19{,}7 \times 1{,}042 = 20{,}5\ kN$

$1{,}042 \times 0{,}71 = 0{,}74 < 1{,}0$

VYHOVUJE

DIAGONÁLA 50/80 TAŽENÁ

$M_{Ed} = 1{,}042 \cdot 11{,}8 = 12{,}3\ kN$

$1{,}042 \cdot 0{,}31 = 0{,}32 < 1{,}0$

VYHOVUJE

MATRICEMI A ZNOVU POSOUZENÍ VAZNÍK V2

VYHOVUJE MSÚ I NA MSP.

OCELOVÉ VAZNICE - S235

SOUČINITELE ZATÍŽENÍ

- PŮVODNÍ γ_f = 1,1 ; 1,2 STÁLÉ
  - 1,5 SNÍH
- NOVÉ γ_f = 1,15 STÁLÉ ;
  1,5 , SNÍH , VÍTR
  FOTOVOLTAIKA

SOUČINITELE MEZE KLUZU

γ_f = 1,15 - PŮVODNÍ

γ_f = 1,0 NOVÉ

VAZNICE KRAJNÍ 2 [180

viz str. 31

M_{Ed} = 1,042 · 59,7 = 62,2 kNm

$W_{Rd\,pl}$ = 2 · 1,79 = 3,58 · 10^6 mm^3

M_{Rd} = 0,179 · 2 · 235 / 1,0 = 84,1 kNm > M_{Ed}

w = 1,042 · 12,0 = 12,5 mm < 6000/300 = 20 mm

VAZNICE VNITŘNÍ 2 [220

M_{Ed} = 1,042 · 109,2 = 114 kNm

W = 5,84 · 10^{-4} m^3

M_{Rd} = 0,584 · 235 / 1,0 = 137,2 kNm > M_{Ed}

w = 1,042 · 15 = 15,6 mm < 20 mm

VAZNICE VAZNOVÍ

Str. 33

OCELOVÝ SLOUP 2 [120

$l_0 = 3{,}20\,m$ $h = 6{,}00$

$\rightarrow 3{,}50\,m$

$M_{Ed} = 190 \cdot 1{,}042 = 198\,kN$

$\chi_e = 0{,}61$

$M_{Rd} = 0{,}61 \cdot 2 \cdot 17 \cdot 235 / 1{,}0 = 487\,kN > M_{Ed}$

SLOUP VYHOVÍ

OCELOVÝ PŘÍVLAK POD PODÉLNOU STĚNOU V ATRIU HEB 220

$M_{Ed} = 1{,}042 \cdot 107{,}1 = 111{,}6\,kNm$

$M_{Rd} = 0{,}827 \cdot 257 / 1{,}0 = 194\,kNm > M_{Ed}$

$w = 19{,}8 \cdot 1{,}042 = 20{,}6\,cm < 24{,}0\,cm \sim l/250$

PŘÍVLAK VYHOVUJE

ŽEL. BET. SLOUP SKELETU

PŘITÍŽENÍ O 4,2% BEZ PROBLÉMU PŘEŽIJE

$M_{Rd} = 1540\,kN > 1{,}042 \cdot 1600 = 1667\,kN$