

D.1.2 Technická zpráva a statické posouzení

Výměna střešní krytiny MDK Sokolov

Vypracoval : **Ing. Adam Koudelka**

Autorizoval : **Ing. Martin Dědič**
ČKAIT – 0301508

Objednatel : **Město Sokolov**
Rokycanova 1929
356 01 Sokolov
Statutární zástupce: Mgr. Petr Kubis (starosta)

Datum : **11/2023**

Účel : **DSP**

Obsah:

1	Identifikační údaje	3
2	Úvodní údaje	3
3	Výpočet	3
4	Podklady	3
5	Použitá literatura a technické normy	4
6	Popis stavby a konstrukčního systému	4
7	Použité materiály	4
8	Zatížení	5
8.1	Zatížení stálé	5
8.2	Zatížení užitné	5
8.3	Zatížení sněhem	6
8.4	Zatížení větrem	7
9	Statický výpočet	8
9.1	Krokev	8
9.2	Vaznice	12
9.3	Ostatní prvky	13
10	Závěr	14

1 Identifikační údaje

Stavba:	Výměna střešní krytiny MDK Sokolov
Místo stavby:	Městský dům kultury Sokolov, 5. května 655, Sokolov, parcela číslo 85 v katastrálním území Sokolov
Investor:	Město Sokolov Rokycanova 1929 356 01, Sokolov Statutární zástupce – Mgr. Petr Kubis (starosta)
Stupeň dokumentace:	DSP
Část dokumentace:	D.1.2. Stavebně-konstrukční část
Vypracoval:	Ing. Adam Koudelka +420776086800 Ad.koudelka@gmail.com
Autorizoval:	Ing. Martin Dědič Učitelská 2225, 356 01 Sokolov ČKAIT 0301508

2 Úvodní údaje

Předložený statický posudek a technická zpráva se zabývají posouzením základních nosných prvků krovu (krokve a vaznice) v projektu Výměna střešní krytiny MDK Sokolov na parcele číslo 85 v katastrálním území Sokolov (obec Sokolov).

3 Výpočet

Výpočet a posouzení jednotlivých prvků bylo provedeno dle příslušných podkladů a normových předpisů. Jednotlivé části konstrukce byly dimenzovány samostatně jako oddělené prvky. Veškeré prvky byly posouzeny z hlediska I. a II. mezního stavu únosnosti a použitelnosti.

4 Podklady

[A] Stavebně-architektonická část projektové dokumentace, Bc. Karina Beránková, listopad 2023

5 Použitá literatura a technické normy

- [1] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí. ČNI, březen 2004.
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. ČNI, březen 2004.
- [3] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem. ČNI, červen 2005.
- [4] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem. ČNI, duben 2007.
- [5] ČSN EN 1995-1-1: Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. ČNI, prosinec 2006

Výše uvedené normy byly použity společně s platnými Národními dodatky, Změnami a Opravami příslušné normy vydanými do doby zpracování předložené zprávy.

6 Popis stavby a konstrukčního systému

V rámci rekonstrukce střešního pláště objektu městského domu kultury ve městě Sokolov dojde k výměně původního střešního pláště (vláknocementová šablona) za nový střešní plášť (keramická střešní taška) a tím k přetížení stávajících konstrukcí krovu přibližně o $f = 40 \text{ kg/m}^2$.

V rámci tohoto statického posouzení je ověřena únosnost krokví, vaznic a ostatních prvků v přímých částech krovu. Předpokládá se, že jednotlivé prvky jsou minimálně v níže (krokve 120/150 mm, vaznice 150/180 mm) popsaných dimenzích a jsou minimálně ze dřeva níže uvedené pevnostní třídy (C24).

Krokve, vaznice a ostatní níže uvedené prvky krovu jsou schopné odolat jejich přetížení novou střešní krytinou, aniž by došlo k jejich přetížení.

Průhyb krokví přesahuje 1/250 jejich rozpětí.

V rámci navazující projektové dokumentace bude zajištěna výměna nebo zesílení napadených částí krovu popsaných v odborném mykologickém posudku.

Z důvodu zachování podélné tuhosti krovu, doporučuji ponechat na krokvích prkenné bednění. Jeho napadená místa pak vyměnit za nová prkna ve stejné tloušťce.

7 Použité materiály

Dřevo: C24

8 Zatížení

8.1 Zatížení stálé

Stávající skladba střešní konstrukce	TL	Objem.	Char. h.	Návrhová hodnota [kN.m ⁻²]	
	[mm]	hmot.	[kN.m ⁻²]	komb.	6.10 a 6.10 b
Krytina vláknocementová - Cembrit	-	-	0,140	0,19	0,16
Doplňková hydroizolační vrstva	-	-	-	-	-
Prkenné bednění	24	420	0,101	0,14	0,12
Krokve (nosná konstrukce)	-	-	-	-	-
zatížení stálé na 1 m²			0,24	0,33	0,28

Nová skladba střešní konstrukce	TL	Objem.	Char. h.	Návrhová hodnota [kN.m ⁻²]	
	[mm]	hmot.	[kN.m ⁻²]	komb.	6.10 a 6.10 b
Krytina - Tondach SENSATON rezná	-	-	0,446	0,60	0,51
Latě	40/60	1	0,050	0,07	0,06
Kontralatě	40/60	1	0,050	0,07	0,06
Difúzní fólie	-	-	-	-	-
Prkenné bednění	24	420	0,101	0,14	0,12
Krokve (nosná konstrukce)	-	-	-	-	-
zatížení stálé na 1 m²			0,65	0,87	0,74

Výstřížek technického listu – Tondach Sensaton 11

Vlastnosti

Profilem tašky je nízká vlna, která na střeše působí harmonicky. Svou možností posunu při laťování je vhodná pro rekonstrukce a zejména i pro nízké sklony střechy.

Výhody

- špičková mechanická pevnost a mrazuvzdornost
- bezkonkurenční barevná stálost
- životnost až 100 let
- 100% zdravotní nezávadnost
- mimořádně hladký povrch (odolnější proti usazování nečistot)
- snadná výměna jednotlivých střešních tašek
- široká barevná škála

Technické údaje

Celková šířka [mm]	280
Celková délka [mm]	470
Krycí délka [mm]	355–380
Doporučená krycí délka [mm]	360–375
Krycí šířka [mm]	cca 228
Potřeba 1 m ² [ks]	11,5-12,4
Hmotnost 1 ks [kg]	3,6
Hmotnost 1 m ² [kg]	od 41,4
Hmotnost palety [kg]	889
Bezpečný sklon [°]	22
Minimální sklon [°]	12

$$\begin{aligned}
 f_k &= m * ks \\
 &= 3,6 * 12,4 \\
 &= 44,64 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

8.2 Zatížení užitné

Užitná zatížení	Char. h.	Návrhová hodnota [kN.m ⁻²]	
	[kN.m ⁻²]	komb.	6.10 a 6.10 b
Kategorie H - nepřístupné střechy	0,75	0,79	1,125

8.3 Zatížení sněhem

Sněhová oblast lokality objektu:	III	=> char. hodnota	$s_k = 1,5 \text{ kN.m}^{-2}$
Typ krajiny v okolí objektu:	normální	=> součinitel expozice	$C_e = 1,0$
Tepelná prostupnost střechy:	normální	=> tepelný součinitel	$C_t = 1,0$

Zatížení nenavátým sněhem:

Úhel sklonu střechy α	Zachytávače sněhu	Tvarový součinitel μ_1	Char. zat. sněhem na střeše $s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$
28,0°	ano	$\mu_1 = 0,80$	$s = 1,20 \text{ kN.m}^{-2}$
28,0°	ano	$\mu_1 = 0,80$	$s = 1,20 \text{ kN.m}^{-2}$

Zatížení navátým sněhem:

Úhel sklonu střechy α	Zachytávače sněhu	Tvarový součinitel $0,5\mu_1$	Char. zat. sněhem na střeše $s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$
28,0°	ano	$0,5\mu_1 = 0,40$	$s = 0,60 \text{ kN.m}^{-2}$
28,0°	ano	$0,5\mu_1 = 0,40$	$s = 0,60 \text{ kN.m}^{-2}$

8.4 Zatížení větrem

ZATÍŽENÍ VĚTREM - střecha

Sklon střechy $\alpha = 28^\circ$

Větrová oblast, ve které se objekt nachází

II

Základní rychlost větru $v_{b,0}$ pro oblast II

25,0 m.s⁻¹

Základní rychlost větru v_b

$$v_b = c_{dir} * c_{Season} * v_{b,0}$$

Součinitel směru větru

$$c_{dir} = 1,0$$

Součinitel období

$$c_{Season} = 1,0$$

$$v_b = 25,0 \text{ m.s}^{-1}$$

Střední rychlost větru $v_m(z_e)$

$$v_m(h) = c_r(h) * c_0(h) * v_b$$

kategorie terénu

III

součinitel terénu

$$K_r = 0,215$$

výška budovy

$$h = 23 \text{ m}$$

referenční výška

$$z_0 = 0,3 \text{ m}$$

součinitel drsnosti

$$c_r(h) = K_r * \ln(h/z_0) = 0,93$$

součinitel orografie

$$c_0(z_e) = c_0(b) = 1,0$$

$$v_m(h) = 23,4 \text{ m.s}^{-1}$$

Maximální dynamický tlak větru $q_p(h)$

$$q_p(h) = [1 + 7 * l_v(h)] * \frac{1}{2} * \rho * v_m^2(h)$$

měrná hmotnost vzduchu

$$\rho = 1,25 \text{ kg.m}^{-3}$$

součinitel turbulence

$$k_i = 1,0$$

intenzita turbulence

$$l_v(h) = \frac{\sigma_v}{v_m(h)} = \frac{k_i}{c_0(z_e) * \ln(h/z_0)} = 0,23$$

$$q_p(h) = 0,89 \text{ kPa}$$

Vnější tlak větru na střechu se sklonem 28°

$$w_e = q_p(h) * c_{pe}$$

Zatížení na sedlovou střechu (0°-)

součinitele vnějšího tlaku z tab. 7.4a:

oblast	F	G	H	I	J
$C_{pe,10}$	-0,55	-0,54	-0,21	-0,40	-0,57
w_e	-0,49	-0,48	-0,19	-0,36	-0,51

hodnoty sání větru w_e [kPa]:

Zatížení na sedlovou střechu (0°+)

součinitele vnějšího tlaku z tab. 7.4a:

oblast	F	G	H	I	J
$C_{pe,10}$	0,63	0,63	0,37	0,00	0,00
w_e	0,56	0,56	0,33	0,00	0,00

hodnoty sání větru w_e [kPa]:

Zatížení na sedlovou střechu (90°)

součinitele vnějšího tlaku z tab. 7.4b:

oblast	F	G	H	I	J
$C_{pe,10}$	-1,13	-1,39	-0,77	-0,50	0,00
w_e	-1,00	-1,24	-0,69	-0,45	0,00

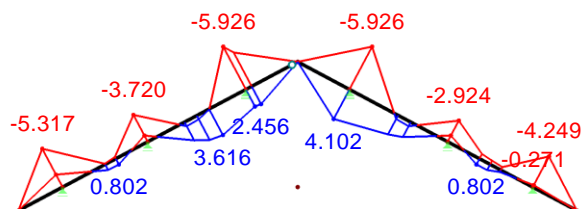
hodnoty sání větru w_e [kPa]:

9 Statický výpočet

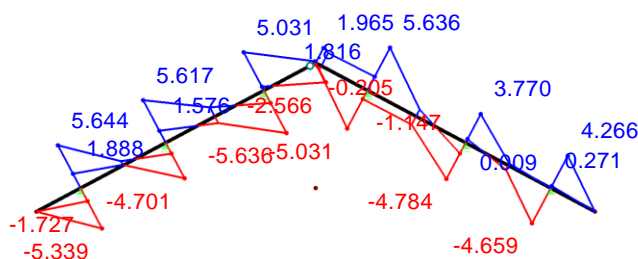
9.1 Krokev

9.1.1 Široká část

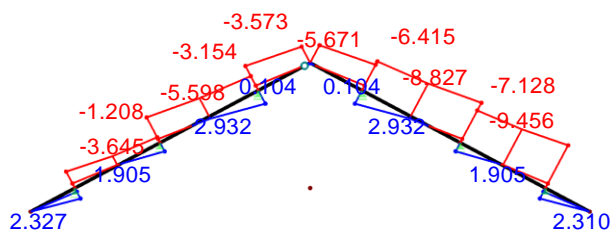
Přepokládaný průřez krokve je minimálně 120/150 mm a minimální třída řeziva C24.



Ohybový moment – obálka MSÚ (6.10b) - kNm



Smyková síla – obálka MSÚ (6.10b) - kN



Normálová síla – obálka MSÚ (6.10b) - kN

Materiály:

Třída pevnosti dřeva:

C24

=> *Jehličnaté dřevo*

Třída provozu:

Třída 1

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

char. pevnost v tlaku: $f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}$

kvantil modulu pružnosti: $E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}$

char. pevnost v ohybu: $f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$

Materiálový součinitel: dřevo: $\gamma_M = 1,3$

Návrhové hodnoty:

dřevo: $f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 14,54 \text{ MPa}$

$f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 16,62 \text{ MPa}$

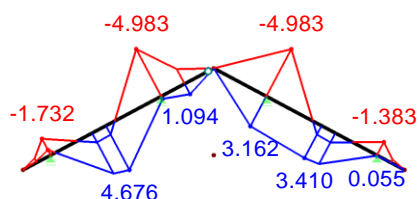
Zatížení:Normálová síla: $N_{Ed} = 3 \text{ kN}$ Ohybový moment: $M_{ed,y} = 6 \text{ kN}\cdot\text{m}$ **Geometrie krokve:**Šířka: $b = 0,12 \text{ m}$ Výška: $h = 0,14 \text{ m}$ Mom. Setrvač. (mm^4): $I_y = 0,0000274 \text{ m}^4$ $I_z = 0,0000202 \text{ m}^4$ **Součinitel vzpěrnosti k_c :**Vzpěrná délka prutu: $L_{ef} = 2,34 \text{ m}$ Poloměr setr. průřezu: $i_y = (I_y / b_1 \cdot b_2)^{0,5} = 0,040 \text{ m}$ $i_z = (I_z / b_1 \cdot b_2)^{0,5} = 0,035 \text{ m}$ Kritické napětí: $\sigma_{m,crit} = 0,78 \cdot b^2 \cdot E_{0,05} / (h \cdot L_{ef}) = 281,905$ Štíhlost: $\lambda_z = L_{ef} / i_z = 67,55$ Poměr. štíhlost: $\lambda_{rel,m} = (f_{m,k} / \sigma_{m,crit})^{0,5} = 0,292$ $\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \cdot (f_{c,0,k} / E_{0,05})^{0,5} = 1,145$ Souč. meze zakřivení: $\beta_c = 0,2 \dots \text{rostlé dřevo}$ $k_m = 0,7 \dots \text{obdélníkový průřez}$ $k_{crit} = 1$ $k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 1,2405$ $k_{c,z} = 1 / (k_z + (k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)^{0,5}) = 0,58$ **Posouzení kombinace tlaku za ohybu:**

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} + \frac{\sigma_{c,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1 \quad 0,94 \leq 1 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

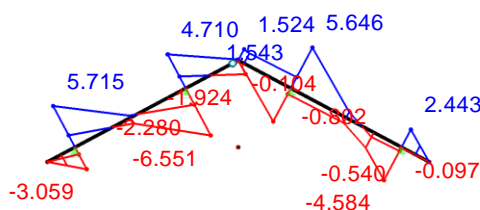
Krokev průřezu 120/150 mm z rostlého dřeva C24 VYHOVUJE na mezní stav únosnosti

9.1.2 Úzká část

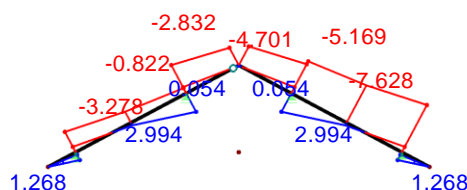
Přepokládaný průřez krokve je minimálně 120/150 mm a minimální třída řeziva C24.



Ohybový moment – obálka MSÚ (6.10b) - kNm



Smyková síla – obálka MSÚ (6.10b) - kN



Normálová síla – obálka MSÚ (6.10b) - kN

Materiály:

Třída pevnosti dřeva:

C24

=> *Jehličnaté dřevo*

Třída provozu:

Třída 1

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

char. pevnost v tlaku: $f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}$

kvantil modulu pružnosti: $E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}$

char. pevnost v ohybu: $f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$

Materiálový součinitel: dřevo: $\gamma_M = 1,3$

Návrhové hodnoty: dřevo: $f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 14,54 \text{ MPa}$

$f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 16,62 \text{ MPa}$

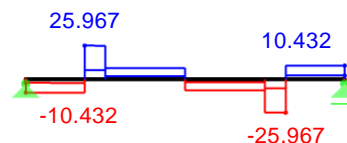
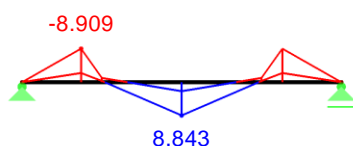
Zatížení:Normálová síla: $N_{Ed} = 5 \text{ kN}$ Ohybový moment: $M_{ed,y} = 5 \text{ kN}\cdot\text{m}$ **Geometrie krokve:**Šířka: $b = 0,12 \text{ m}$ Výška: $h = 0,14 \text{ m}$ Mom. Setrvač. (mm^4): $I_y = 0,0000274 \text{ m}^4$ $I_z = 0,0000202 \text{ m}^4$ **Součinitel vzpěrnosti k_c :**Vzpěrná délka prutu: $L_{ef} = 2,34 \text{ m}$ Poloměr setr. průřezu: $i_y = (I_y / b_1 \cdot b_2)^{0,5} = 0,040 \text{ m}$ $i_z = (I_z / b_1 \cdot b_2)^{0,5} = 0,035 \text{ m}$ Kritické napětí: $\sigma_{m,crit} = 0,78 \cdot b^2 \cdot E_{0,05} / (h \cdot L_{ef}) = 281,905$ Štíhlost: $\lambda_z = L_{ef} / i_z = 67,55$ Poměr. štíhlost: $\lambda_{rel,m} = (f_{m,k} / \sigma_{m,crit})^{0,5} = 0,292$ $\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \cdot (f_{c,0,k} / E_{0,05})^{0,5} = 1,145$ Souč. meze zakřivení: $\beta_c = 0,2 \dots \text{rostlé dřevo}$ $k_m = 0,7 \dots \text{obdélníkový průřez}$ $k_{crit} = 1$ $k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 1,2405$ $k_{c,z} = 1 / (k_z + (k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)^{0,5}) = 0,58$ **Posouzení kombinace tlaku za ohybu:**

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} + \frac{\sigma_{c,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1 \quad 0,8 \leq 1 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Krokev průřezu 120/150 mm z rostlého jehličnatého dřeva C24 VYHOVUJE na mezní stav únosnosti

9.2 Vaznice

Přepokládaný průřez vaznice je minimálně 150/180 mm a minimální třída řeziva C24.



Ohybový moment – obálka MSÚ (6.10b) - kNm

Smyková síla – obálka MSÚ (6.10b) - kN

Materiály:

Třída pevnosti dřeva:

C24

=> *Jehličnaté dřevo*

Třída provozu:

Třída 1

=> $k_{def} = 0,6$ -

$k_{mod} = 0,9$ -

char. pevnost v ohybu: $f_{m,k} = 24,00$ MPa

char. pevnost ve smyku: $f_{v,k} = 4,00$ MPa

char. pevnost v tlaku: $f_{c,0,k} = 21,00$ MPa

Materiálový součinitel: dřevo: $\gamma_M = 1,30$

Návrhové hodnoty: dřevo: $f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 16,62$ MPa

$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,77$ MPa

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 14,54$ MPa

$E_{0,mean} = 11,0$ GPa

Zatížení:

Posouvací síla: $V_{Ed} = 26,00$ kN

Ohybový moment: $M_{Ed} = 9,00$ kN·m

Kroutící moment: $M_{tor,d} = 0,00$ kN·m

Geometrie vaznice:

Výška: $h = 0,18$ m Šířka: $b = 0,15$ m

Průřez. modul (mm^3): $W = 0,0008$ m³

Posouzení MSÚ: napětí (MPa)

Podmínka návrhové hodnoty:

Ohyb

$\sigma = M_{Ed} / W =$

11,11 MPa

pevnosti v ohybu $\sigma / f_{m,d} \leq 1,0$

0,67 \leq **1,0** => **Vyhovuje**

Smyk

$\tau_{v,d} = M_{tor,d} / k_{tor} \cdot$

2,16 MPa

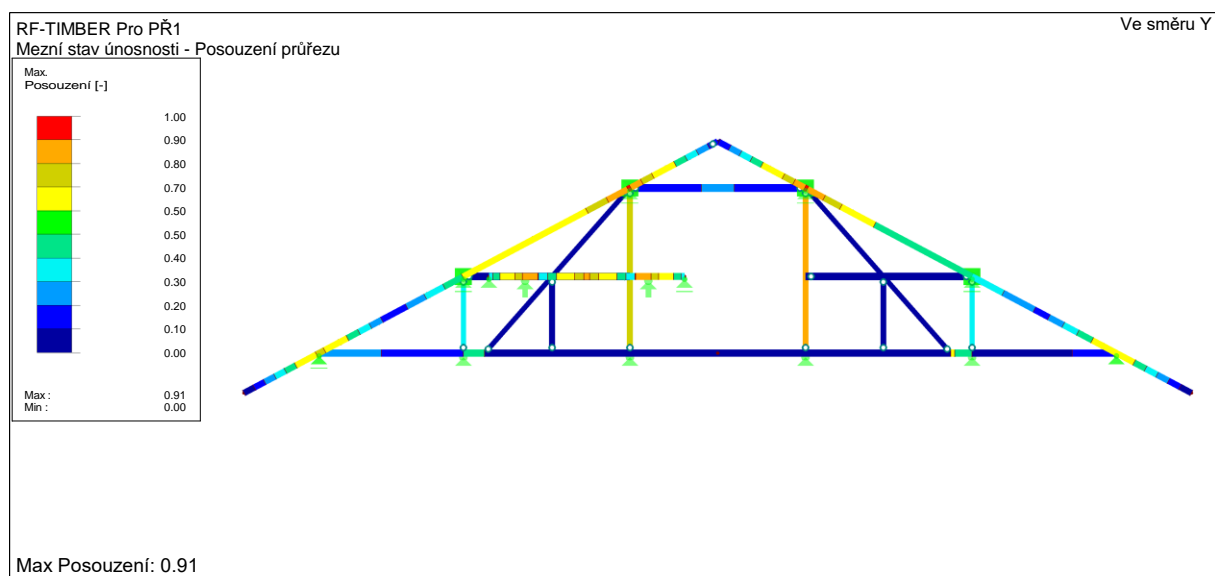
pevnosti ve smyku $\tau_{v,d} / f_{v,d} \leq 1,0$

0,78 \leq **1,0** => **Vyhovuje**

Vaznice průřezu 150/180 mm z rostlého jehličnatého dřeva C24 VYHOVUJE na mezní stav únosnosti.

9.3 Ostatní prvky

U ostatních prvků byly uvažovány obvyklé dimenze (Sloupy 140/140, vzpěry 110/150, pásky 110/150, kleštiny 2x80/180) a obvyklé geometrické návaznosti těchto prvků.



Ostatní prvky plné vazby krovu popsané výše VYHOVUJÍ na mezní stav únosnosti.

10 Závěr

Předložený statický posudek a technická zpráva se zabývají posouzením základních nosných prvků krovu (krokve a vaznice) v projektu Výměna střešní krytiny MDK Sokolov na parcele číslo 85 v katastrálním území Sokolov (obec Sokolov).

Krokve, vaznice a ostatní výše uvedené prvky krovu jsou schopné odolat jejich přitížení novou střešní krytinou, aniž by došlo k jejich přetížení.

Jedná se o dokumentaci zpracovanou pouze k účelům stavebního povolení a nelze ji použít jinak. Dokumentaci není možné použít zejména pro realizaci stavby, v takovém případě je nutné vypracovat podrobnější realizační a výrobní dokumentaci.

Při nerespektování výše uvedeného nepřebírá autor předložené zprávy žádnou zákonnou ani hmotnou odpovědnost.

V Praze, 29. listopadu 2023

Ing. Adam Koudelka

Ing. Martin Dědič