

STATICKÉ POSOUZENÍ

**dřevěného krovu nad garážemi
v ulici Seifertova 1/1 v Bílině**

Teplice
09/2018

1. PODKLADY

Normy

ČSN EN 1990	Zásady navrhování konstrukcí.
ČSN EN 1991-1-1	Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb.
ČSN EN 1991-1-3	Zatížení konstrukcí - část 1-3: Obecná zatížení - zatížení sněhem.
ČSN EN 1991-1-4	Zatížení konstrukcí - část 1-4: Obecná zatížení - zatížení větrem.
ČSN EN 1995-1-1	Navrhování dřevěných konstrukcí. Část 1.1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Software

STRAP 2016.

2. STATICKÉ POSOUZENÍ

2.1. Zatížení

- ZS1 - Vlastní tíha nosné konstrukce zastřešení spočtena programem STRAP ze zadané geometrie konstrukce

- ZS2 - Vlastní tíha střešního pláště

- skládaný plášť z pálených střešních tašek - $0,05 \text{ kN/m}^2$

- ZS3 - Zatížení sněhem

I. sněhová oblast $s_k=0,7 \text{ kN/m}^2$

$s = \mu \times C_e \times C_t \times s_k = 0,45 \times 1 \times 1 \times 0,7 = 0,32 \text{ kN/m}^2$

- ZS4 - Zatížení větrem – ve směru X1

II. větrná oblast $v_{b,o} = 25,0 \text{ m/s}$

Kategorie terénu: III

Výška nad terénem $z = 8,0 \text{ m}$

$c_r = 0,70$

$c_o = 1,00$

$q_p = 0,61 \text{ kN/m}^2$

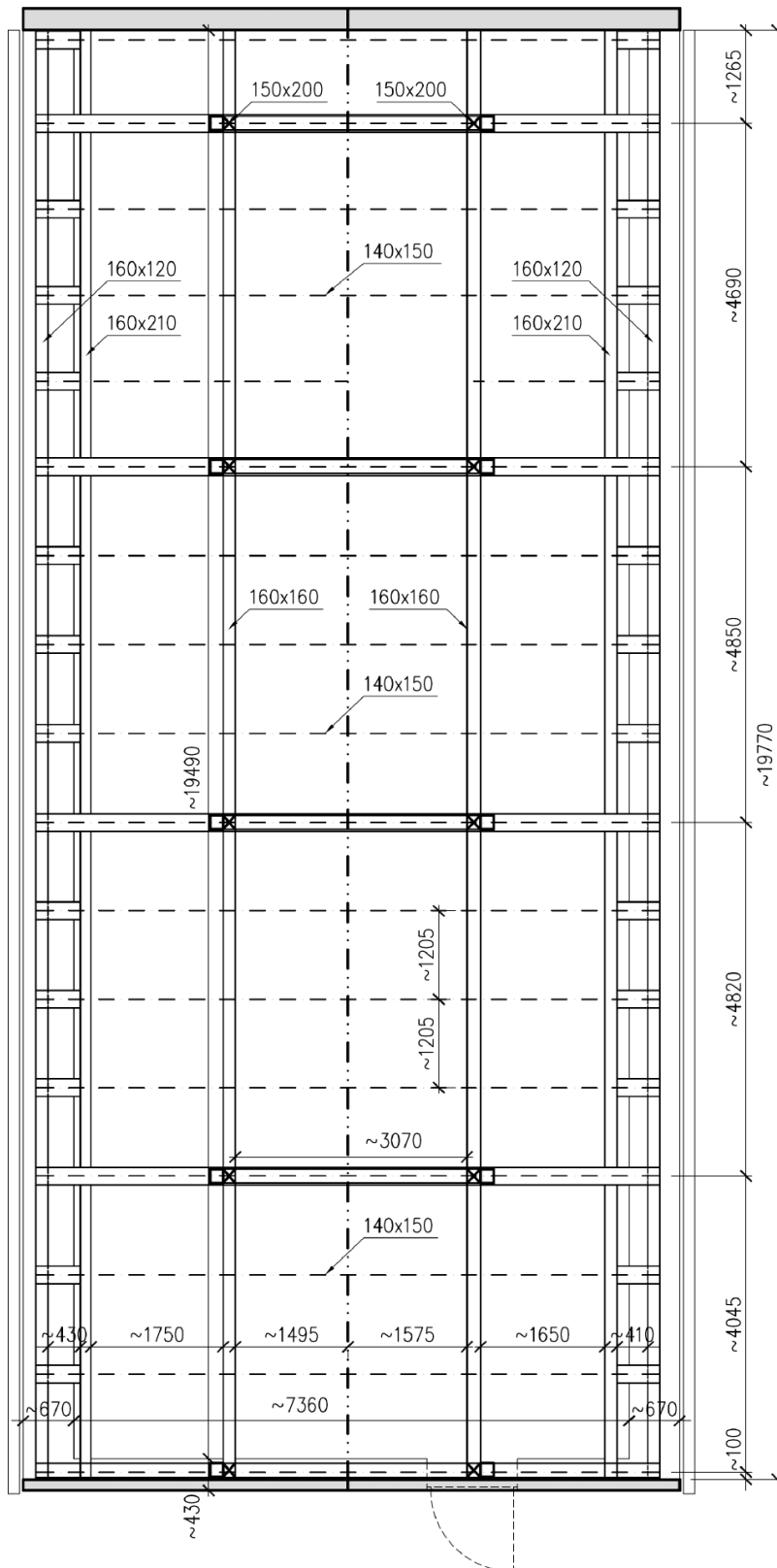
$w_{e,1} = 0,61 \times 0,7 = 0,43 \text{ kN/m}^2$

Kombinace zatížení:

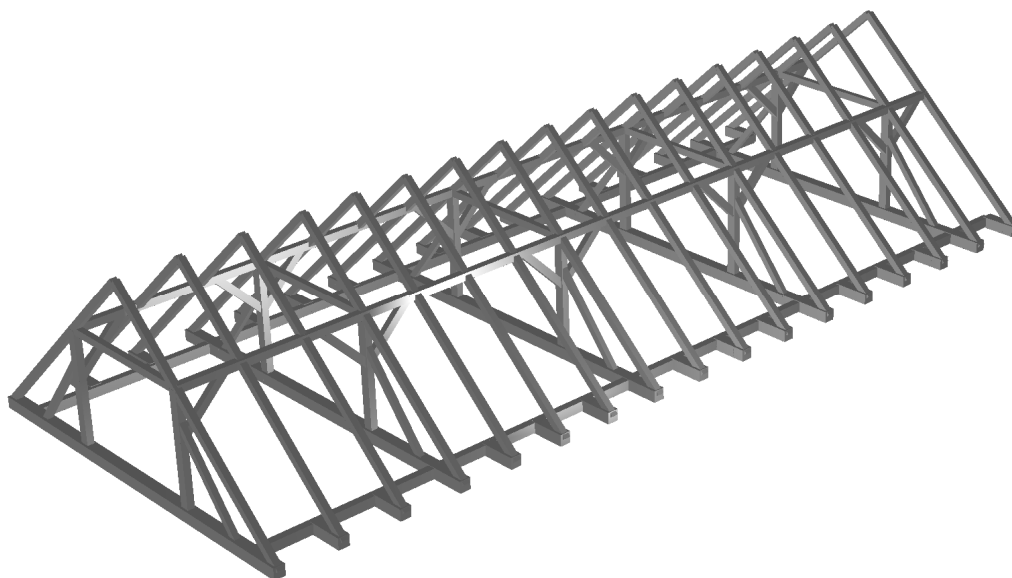
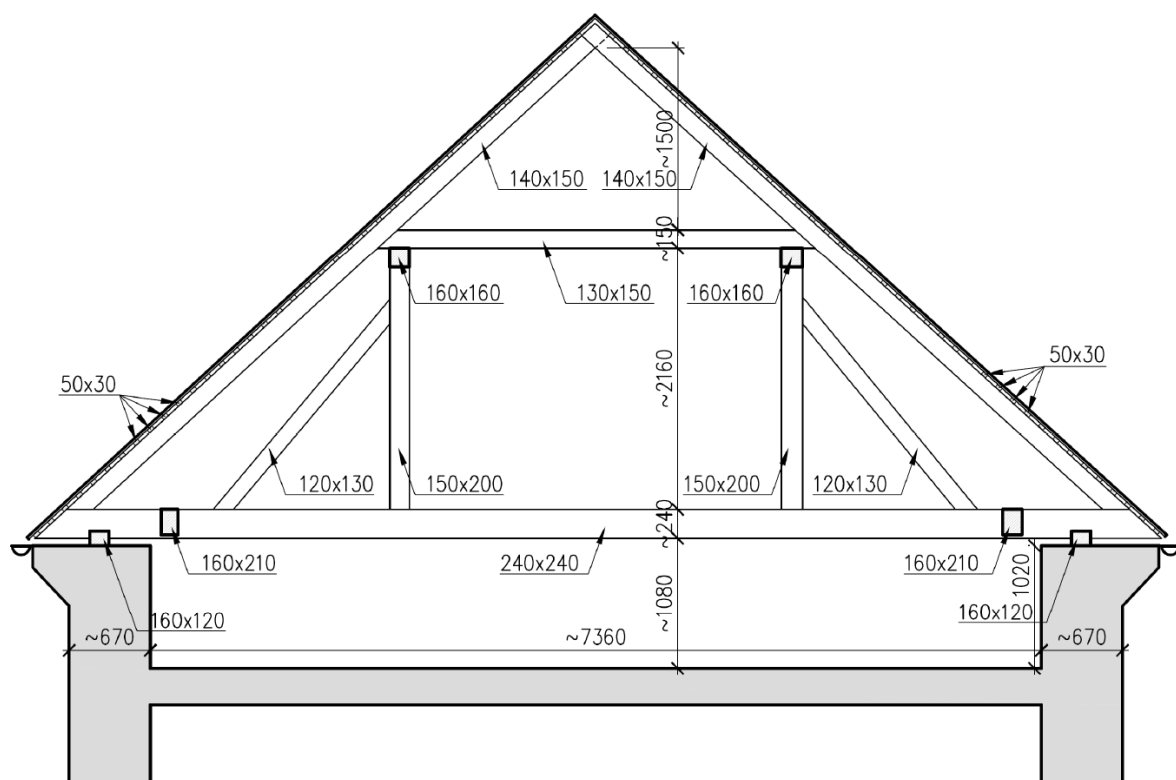
COMBINATIONS TABLE				
Comb.				
1	1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 0.75	+ 4 * 1.05
2	1 * 1.15	+ 2 * 1.15	+ 3 * 1.50	+ 4 * 1.05
3	1 * 1.15	+ 2 * 1.15	+ 3 * 0.75	+ 4 * 1.50
4	1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.00	+ 4 * 1.00

2.2. Geometrie konstrukce

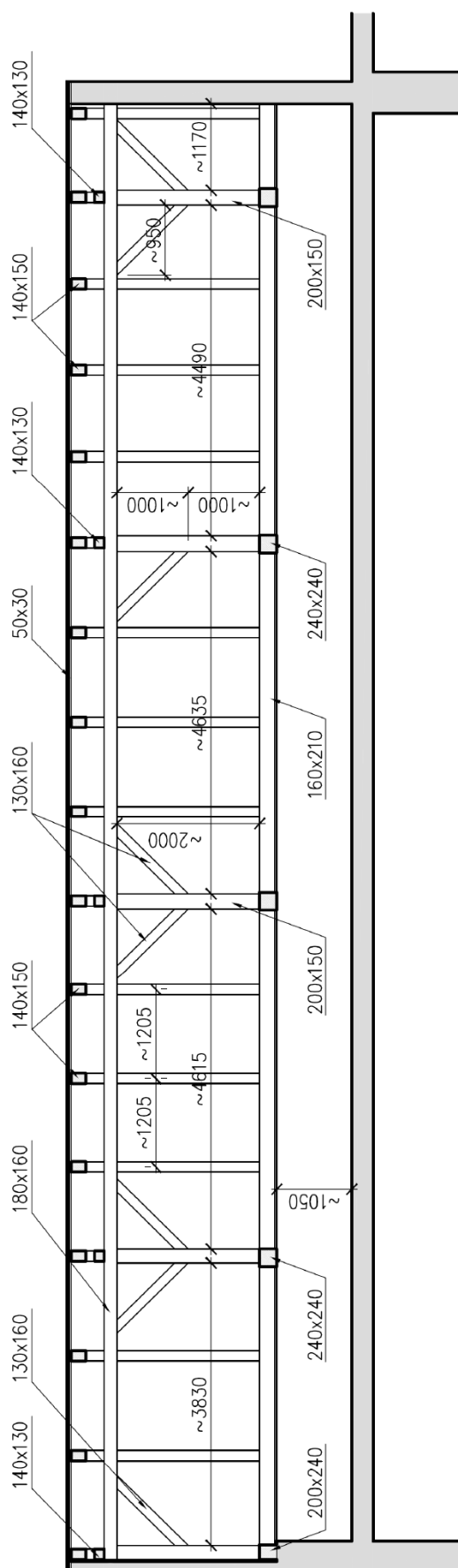
- půdorys krovu:



- příčný řez:



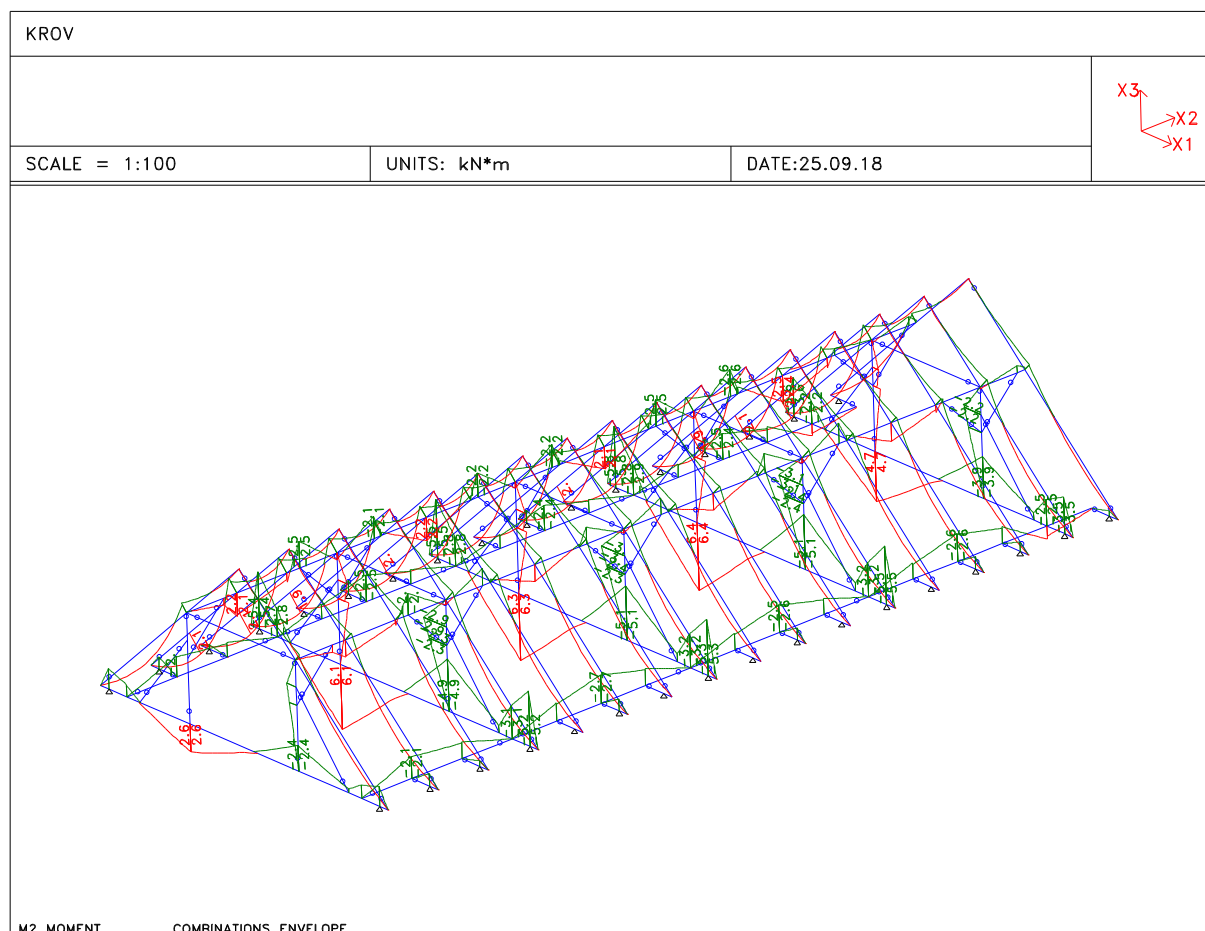
- podélný řez:

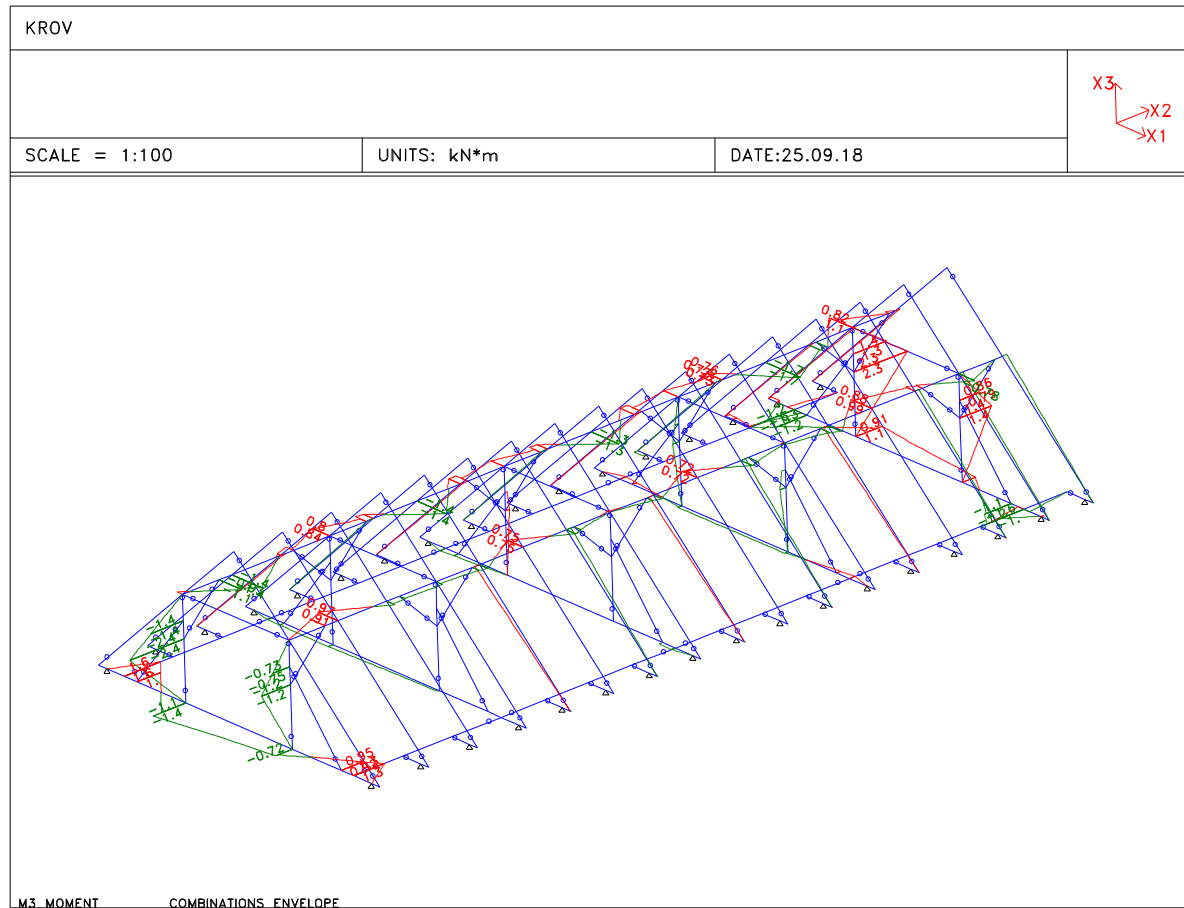


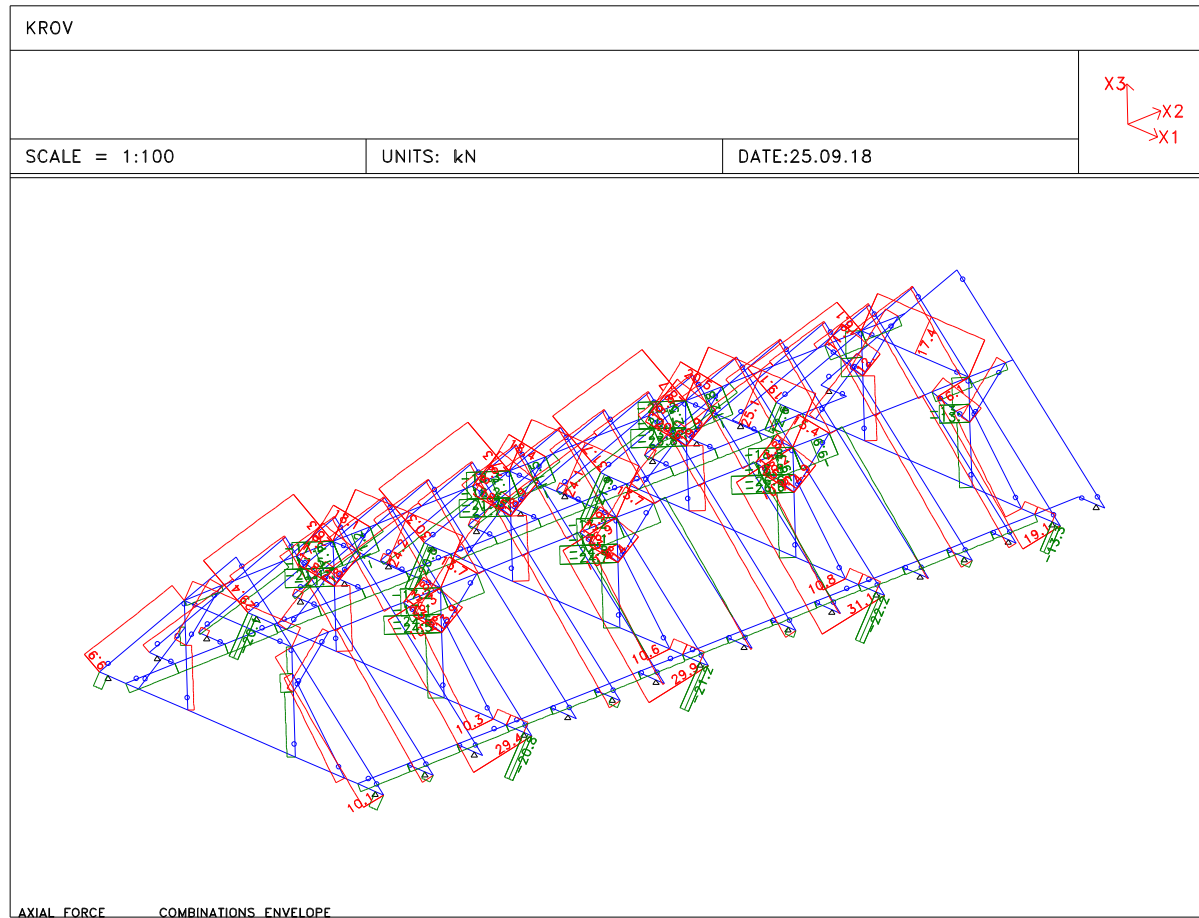
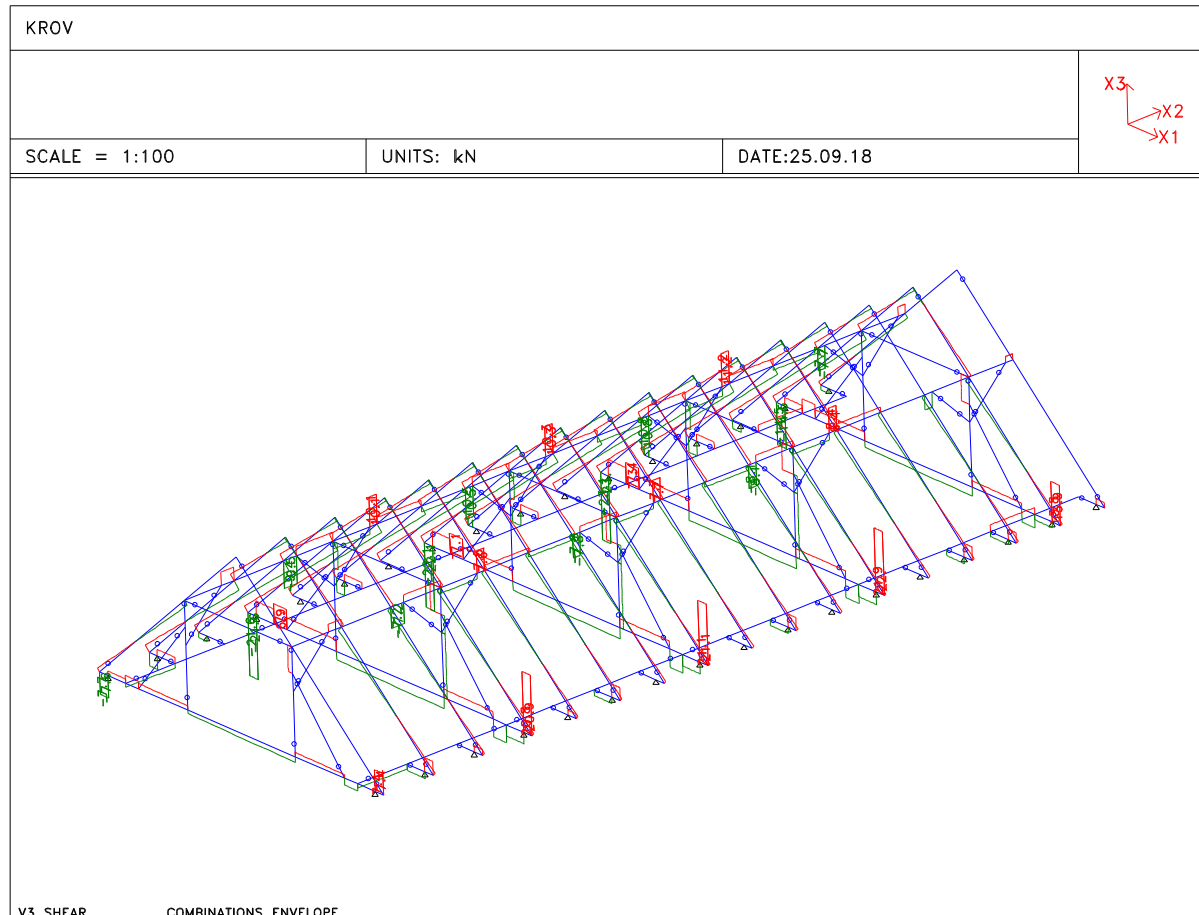
2.3. Vnitřní síly

Konstrukce byla namodelována pomocí výpočetního programu STRAP jako prostorová konstrukce pomocí prutových prvků.

Níže jsou uvedeny obálky ze zatěžovacích stavů rozhodujících vnitřních sil dřevěné konstrukce.







2.4. Posouzení MSÚ

2.4.1 Krokev

- profil: 140x150 mm

- posouzení:

PROFIL:				
b [mm]	h [mm]	A [mm ²]	Wh [mm ³]	Wb [mm ³]
140	150	21000	525000	490000

MATERIÁL:	C16 (SII)	γ_m	1,3
E0,05	5400 MPa	kmod	0,55
f _{ck}	17 MPa	f _c	7,19 MPa
f _{mk}	16 MPa	f _m	6,77 MPa
E _{mean}	8000 MPa	G _{mean}	500 MPa
β_c	0,2	km	0,7

VZPĚR:	směr h	směr b
L _{cr} mm	3400	300
i mm	43,30	40,41
λ	78,52	7,42
σ_{crit} MPa	8,64	967,22
$\lambda_{c rel}$	1,40	0,13
k	1,57	0,47
k _c	0,44	1,08

KLOPENÍ:	směr h	směr b
L _{ef} mm	3400	300
$\sigma_{m crit}$ MPa	162,99	2272,04
$\lambda_{m rel}$	0,31	0,08
k _{crit}	1,00	1,00

				$\lambda \text{ rel } h, b < 0,3$		$\lambda \text{ rel } h, b > 0,3$		
POSOUZENÍ:				σ [MPa]	výraz1	výraz2	výraz3	výraz4
N	31,7	kN	tlak	1,5	0,04	0,04	0,48	0,19
Mh	1,7	kNm	ohyb h	3,2	0,48	0,33	0,48	0,33
Mb	0	kNm	ohyb b	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
				Σ			0,96	0,53

výraz 1	$(\sigma_c/f_c)^2 + \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + k_m \times \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$
výraz 2	$(\sigma_c/f_c)^2 + k_m \times \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$
výraz 3	$\sigma_c/(f_c \times k_{ch}) + \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + k_m \times \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$
výraz 4	$\sigma_c/(f_c \times k_{cb}) + k_m \times \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$

- krokev využita na 96%

2.4.2 Vazný trám

- profil: 240x240 mm

- posouzení:

PROFIL:				
b [mm]	h [mm]	A [mm ²]	Wh [mm ³]	Wb [mm ³]
240	240	57600	2304000	2304000

MATERIÁL:		C16 (SII)	γ_m	1,3
E0,05	5400	MPa	kmod	0,55
f _{ck}	17	MPa	f _c	7,19 MPa
f _{mk}	16	MPa	f _m	6,77 MPa
E _{mean}	8000	MPa	G _{mean}	500 MPa
β_c	0,2	km		0,7

VZPĚR:		směr h	směr b
L _{cr}	mm	7000	7000
i	mm	69,28	69,28
λ		101,04	101,04
σ_c crit	MPa	5,22	5,22
λ_c rel		1,80	1,80
k		2,26	2,26
k _c		0,28	0,28

KLOPENÍ:		směr h	směr b
L _{ef}	mm	7000	7000
σ_m crit	MPa	145,41	145,41
λ_m rel		0,33	0,33
k _{crit}		1,00	1,00

				λ rel $h, b < 0,3$		λ rel $h, b > 0,3$		
POSOUZENÍ:				σ [MPa]	výraz1	výraz2	výraz3	výraz4
N	22,1	kN	tlak	0,4	0,00	0,00	0,19	0,19
Mh	5,8	kNm	ohyb h	2,5	0,37	0,26	0,37	0,26
Mb	0	kNm	ohyb b	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
				Σ			0,56	0,45

výraz 1	$(\sigma_c/f_c)^2 + \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + k_m \times \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$
výraz 2	$(\sigma_c/f_c)^2 + k_m \times \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$
výraz 3	$\sigma_c/(f_c \times k_{ch}) + \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + k_m \times \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$
výraz 4	$\sigma_c/(f_c \times k_{cb}) + k_m \times \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$

- vazný trám využit na 56%

2.4.3 Sloupek

- profil: 150x200 mm

- posouzení:

PROFIL:				
b [mm]	h [mm]	A [mm ²]	Wh [mm ³]	Wb [mm ³]
150	200	30000	1000000	750000

MATERIÁL:	C16 (SII)	γ_m	1,3
E0,05	5400 MPa	k _{mod}	0,55
f _{ck}	17 MPa	f _c	7,19 MPa
f _{mk}	16 MPa	f _m	6,77 MPa
E _{mean}	8000 MPa	G _{mean}	500 MPa
β_c	0,2	k _m	0,7

VZPĚR:		směr h	směr b
L _{cr}	mm	1000	1500
i	mm	57,74	43,30
λ		17,32	34,64
σ_c crit	MPa	177,65	44,41
λ_c rel		0,31	0,62
k		0,53	0,70
k _c		1,04	0,96

KLOPENÍ:		směr h	směr b
L _{ef}	mm	1000	1500
σ_m crit	MPa	477,13	753,98
λ_m rel		0,18	0,15
k _{crit}		1,00	1,00

				λ rel $h, b < 0,3$		λ rel $h, b > 0,3$		
POSOUZENÍ:				σ [MPa]	výraz1	výraz2	výraz3	výraz4
N	26,6	kN	tlak	0,9	0,02	0,02	0,12	0,13
Mh	0	kNm	ohyb h	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Mb	2,9	kNm	ohyb b	3,9	0,40	0,57	0,40	0,57
				Σ			0,52	0,70

výraz 1	$(\sigma_c/f_c)^2 + \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + k_m \times \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$
výraz 2	$(\sigma_c/f_c)^2 + k_m \times \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$
výraz 3	$\sigma_c/(f_c \times k_{ch}) + \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + k_m \times \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$
výraz 4	$\sigma_c/(f_c \times k_{cb}) + k_m \times \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$

- sloupek využit na 70%

2.4.4 Vzpěra

- profil: 120x130 mm

- posouzení:

PROFIL:				
b [mm]	h [mm]	A [mm ²]	Wh [mm ³]	Wb [mm ³]
120	130	15600	338000	312000

MATERIÁL:	C16 (SII)	γ_m	1,3
E0,05	5400 MPa	k _{mod}	0,55
f _{ck}	17 MPa	f _c	7,19 MPa
f _{mk}	16 MPa	f _m	6,77 MPa
E _{mean}	8000 MPa	G _{mean}	500 MPa
β_c	0,2	k _m	0,7

VZPĚR:		směr h	směr b
L _{cr}	mm	2000	2000
i	mm	37,53	34,64
λ		53,29	57,74
σ_c crit	MPa	18,76	15,99
λ_c rel		0,95	1,03
k		1,00	1,08
k _c		0,77	0,70

KLOPENÍ:		směr h	směr b
L _{ef}	mm	2000	2000
σ_m crit	MPa	234,89	298,65
λ_m rel		0,26	0,23
k _{crit}		1,00	1,00

				λ rel h,b<0,3		λ rel h,b>0,3		
POSOUZENÍ:				σ [MPa]	výraz1	výraz2	výraz3	výraz4
N	10,8	kN	tlak	0,7	0,01	0,01	0,13	0,14
Mh	0	kNm	ohyb h	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Mb	0	kNm	ohyb b	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
				Σ			0,13	0,14

výraz 1	$(\sigma_c/f_c)^2 + \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + k_m \times \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$
výraz 2	$(\sigma_c/f_c)^2 + k_m \times \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$
výraz 3	$\sigma_c/(f_c \times k_{ch}) + \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + k_m \times \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$
výraz 4	$\sigma_c/(f_c \times k_{cb}) + k_m \times \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$

- vzpěra využita na 14%

2.4.5 Kleština

- profil: 130x150 mm

- posouzení:

PROFIL:				
b [mm]	h [mm]	A [mm ²]	Wh [mm ³]	Wb [mm ³]
130	150	19500	487500	422500

MATERIÁL:		C16 (SII)	γ_m	1,3
E0,05	5400	MPa	kmod	0,55
f _{ck}	17	MPa	f _c	7,19 MPa
f _{mk}	16	MPa	f _m	6,77 MPa
E _{mean}	8000	MPa	G _{mean}	500 MPa
β_c	0,2	km		0,7

VZPĚR:		směr h	směr b
L _{cr}	mm	3000	3000
i	mm	43,30	37,53
λ		69,28	79,94
σ_c crit	MPa	11,10	8,34
λ_c rel		1,24	1,43
k		1,34	1,61
k _c		0,54	0,42

KLOPENÍ:		směr h	směr b
L _{ef}	mm	3000	3000
σ_m crit	MPa	159,28	244,68
λ_m rel		0,32	0,26
k _{crit}		1,00	1,00

				λ rel h,b<0,3		λ rel h,b>0,3		
POSOUZENÍ:				σ [MPa]	výraz1	výraz2	výraz3	výraz4
N	25	kN	tlak	1,3	0,03	0,03	0,33	0,42
Mh	0	kNm	ohyb h	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Mb	0	kNm	ohyb b	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
				Σ			0,33	0,42

výraz 1	$(\sigma_c/f_c)^2 + \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + k_m \times \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$
výraz 2	$(\sigma_c/f_c)^2 + k_m \times \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$
výraz 3	$\sigma_c/(f_c \times k_{ch}) + \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + k_m \times \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$
výraz 4	$\sigma_c/(f_c \times k_{cb}) + k_m \times \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$

- kleština využita na 42%

2.4.6 Vaznice

- profil: 160x160 mm

- posouzení:

PROFIL:				
b [mm]	h [mm]	A [mm ²]	Wh [mm ³]	Wb [mm ³]
160	160	25600	682667	682667

MATERIÁL:		C16 (SII)	γ_m	1,3
E0,05	5400	MPa	kmod	0,55
f _{ck}	17	MPa	f _c	7,19 MPa
f _{mk}	16	MPa	f _m	6,77 MPa
E _{mean}	8000	MPa	G _{mean}	500 MPa
β_c	0,2		km	0,7

VZPĚR:		směr h	směr b
L _{cr}	mm	2800	4800
i	mm	46,19	46,19
λ		60,62	103,92
σ_c crit	MPa	14,50	4,93
λ_c rel		1,08	1,86
k		1,14	2,36
k _c		0,66	0,26

KLOPENÍ:		směr h	směr b
L _{ef}	mm	2800	4800
σ_m crit	MPa	242,35	141,37
λ_m rel		0,26	0,34
k _{crit}		1,00	1,00

				λ rel h,b<0,3		λ rel h,b>0,3		
POSOUZENÍ:				σ [MPa]	výraz1	výraz2	výraz3	výraz4
N	12,8	kN	tlak	0,5	0,00	0,00	0,11	0,27
Mh	2,5	kNm	ohyb h	3,7	0,54	0,38	0,54	0,38
Mb	0,7	kNm	ohyb b	1,0	0,11	0,15	0,11	0,15
				Σ			0,75	0,80

výraz 1	$(\sigma_c/f_c)^2 + \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + k_m \times \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$
výraz 2	$(\sigma_c/f_c)^2 + k_m \times \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$
výraz 3	$\sigma_c/(f_c \times k_{ch}) + \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + k_m \times \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$
výraz 4	$\sigma_c/(f_c \times k_{cb}) + k_m \times \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$

- vaznice využita na 80%

2.4.7 Pásek

- profil: 130x160 mm

- posouzení:

PROFIL:				
b [mm]	h [mm]	A [mm ²]	Wh [mm ³]	Wb [mm ³]
130	160	20800	554667	450667

MATERIÁL:		C16 (SII)	γ_m	1,3
E0,05		5400 MPa	k _{mod}	0,55
f _{ck}		17 MPa	f _c	7,19 MPa
f _{mk}		16 MPa	f _m	6,77 MPa
E _{mean}		8000 MPa	G _{mean}	500 MPa
β_c		0,2	km	0,7

VZPĚR:		směr h	směr b
L _{cr}	mm	1300	1300
i	mm	46,19	37,53
λ		28,15	34,64
σ_c crit	MPa	67,28	44,41
λ_c rel		0,50	0,62
k		0,63	0,70
k _c		1,00	0,96

KLOPENÍ:		směr h	směr b
L _{ef}	mm	1300	1300
σ_m crit	MPa	344,59	642,45
λ_m rel		0,22	0,16
k _{crit}		1,00	1,00

				λ rel $h,b<0,3$		λ rel $h,b>0,3$		
POSOUZENÍ:				σ [MPa]	výraz1	výraz2	výraz3	výraz4
N	20,4	kN	tlak	1,0	0,02	0,02	0,14	0,14
Mh	0	kNm	ohyb h	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Mb	0	kNm	ohyb b	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
				Σ			0,14	0,14

výraz 1	$(\sigma_c/f_c)^2 + \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + k_m \times \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$
výraz 2	$(\sigma_c/f_c)^2 + k_m \times \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$
výraz 3	$\sigma_c/(f_c \times k_{ch}) + \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + k_m \times \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$
výraz 4	$\sigma_c/(f_c \times k_{cb}) + k_m \times \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$

- pásy využity na 14%

2.4.8 Výměna

- profil: 160x210 mm

- posouzení:

PROFIL:				
b [mm]	h [mm]	A [mm ²]	Wh [mm ³]	Wb [mm ³]
160	210	33600	1176000	896000

MATERIÁL:		C16 (SII)	γ_m	1,3
E0,05	5400	MPa	kmod	0,55
f _{ck}	17	MPa	f _c	7,19 MPa
f _{mk}	16	MPa	f _m	6,77 MPa
E _{mean}	8000	MPa	G _{mean}	500 MPa
β_c	0,2		km	0,7

VZPĚR:		směr h	směr b
L _{cr}	mm	4800	1200
i	mm	60,62	46,19
λ		79,18	25,98
σ_c crit	MPa	8,50	78,96
λ_c rel		1,41	0,46
k		1,59	0,60
k _c		0,43	1,01

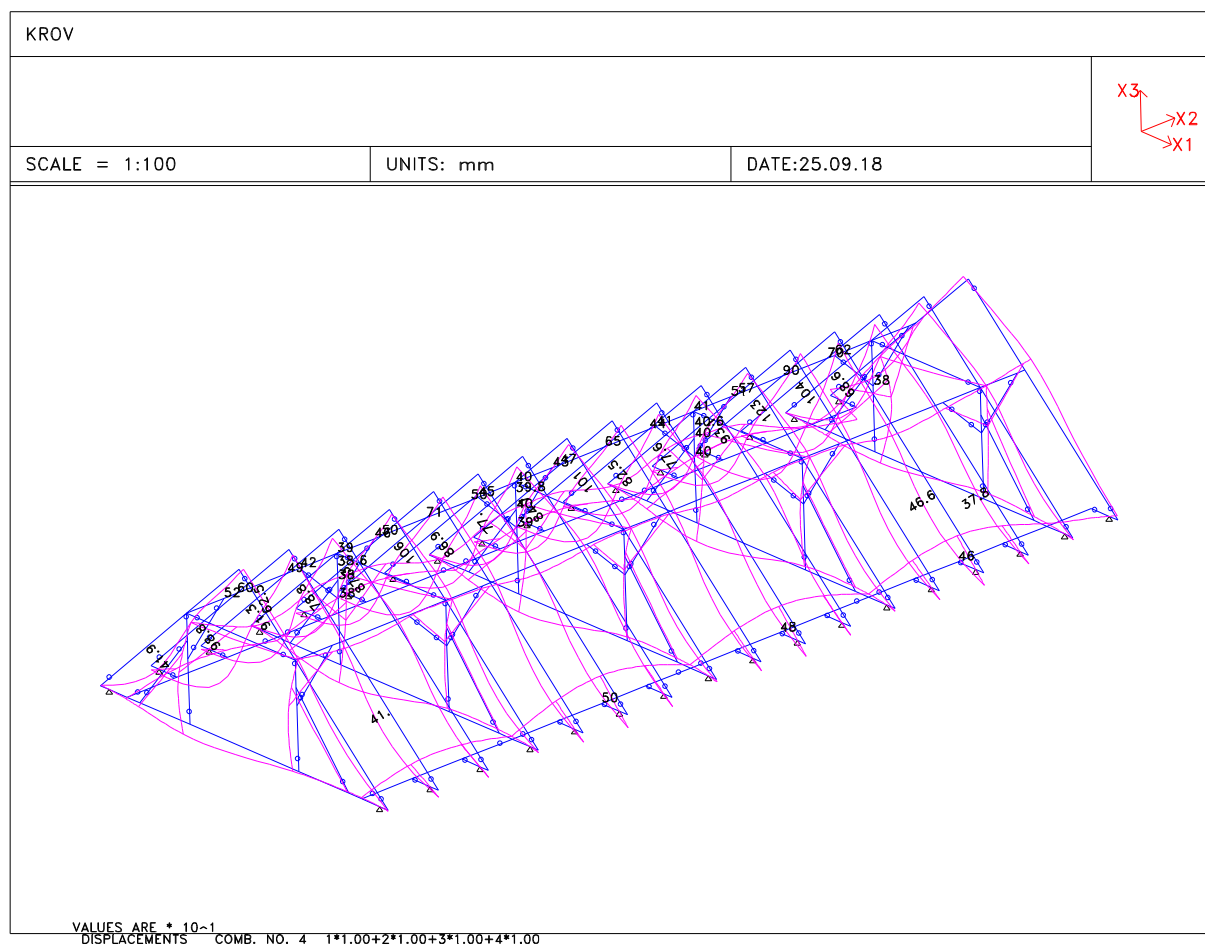
KLOPENÍ:		směr h	směr b
L _{ef}	mm	4800	1200
σ_m crit	MPa	107,71	974,14
λ_m rel		0,39	0,13
k _{crit}		1,00	1,00

				λ rel $h, b < 0,3$		λ rel $h, b > 0,3$		
POSOUZENÍ:				σ [MPa]	výraz1	výraz2	výraz3	výraz4
N	2,7	kN	tlak	0,1	0,00	0,00	0,03	0,01
Mh	2,8	kNm	ohyb h	2,4	0,35	0,25	0,35	0,25
Mb	0	kNm	ohyb b	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
				Σ			0,38	0,26

výraz 1	$(\sigma_c/f_c)^2 + \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + k_m \times \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$
výraz 2	$(\sigma_c/f_c)^2 + k_m \times \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$
výraz 3	$\sigma_c/(f_c \times k_{ch}) + \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + k_m \times \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$
výraz 4	$\sigma_c/(f_c \times k_{cb}) + k_m \times \sigma_{hm}/(f_m \times k_{crith}) + \sigma_{bm}/(f_m \times k_{critb})$

- výměny využity na 38%

2.5. Posouzení MSP



$$\delta_{\max} = 12,3 \text{ mm} < \delta = 3600/250 = 14,4 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

2.5. ZÁVĚR

Předmětem statického posouzení byla nosná konstrukce dřevěného krovu na objektu Seifertova 1/1. Nosná konstrukce byla při posuzování uvažována jako kompletní (včetně prvků, které nyní dle stavebně technického průzkumu v krovu chybí) a bez lokálních oslabení (která byla v rámci průzkumu zjištěna).

Ze statického posouzení vyplívá, že některé nosné prvky krovu nemají téměř žádnou, nebo pouze malou rezervu v únosnosti. Jedná se o krokve, sloupky a vaznice. Na těchto prvcích byly při stavebně technickém průzkumu zjištěny lokální oslabení. Tato oslabení není možné vzhledem k absenci rezervy v únosnosti prvky akceptovat. Veškerá oslabení těchto prvků je nutné eliminovat (zesílit poškozená místa).

Ostatní prvky krovu – vazné trámy, vzpěry, pásky, výměny, kleštiny – vyhověly s výraznější rezervou v únosnosti (využití profilů 14-56%).

S ohledem na výrazné limity v únosnosti stávajících profilů krovu není možné krov jakýmkoliv způsobem dále přitěžovat nad stávající úroveň zatížení.

Po provedení zesílení oslabených míst a po doplnění chybějících prvků krovu bude konstrukce krovu vyhovovat z hlediska mezního stavu únosnosti i mezního stavu použitelnosti.

Teplice, 09/2018

Ing. Karel Greiner