

## 1 Přílohy

### Příloha I: Předpis UL-2

#### **UL 2 § 303 Součinitel bezpečnosti**

1. Pokud není uvedena jiná hodnota, musí být použit součinitel bezpečnosti 1,5.
2. Součinitel bezpečnosti je nutno vynásobit doplňkovým součinitelem bezpečnosti, jestliže:
  - a. existuje nejistota o pevnosti součásti (dílu),
  - b. musí být očekávána ztráta pevnosti v čase do výměny,
  - c. nejsou k dispozici přesné pevnostní hodnoty vzhledem k neznámým výrobním a zkušební metodám.

Velikost tohoto doplňkového součinitele bezpečnosti, pokud není v dalším uvedeno jinak, musí být stanovena pro každý typ zvlášť. Požadovaná doba do výměny těchto součástí (dílů) je uvedena v Provozně technické příručce.

d. doplňkový součinitel bezpečnosti je především stanoven pro:

- i. každou část, která má vůli (neplatí pro nalisování) a na níž působí rázové namáhání nebo vibrace,
- ii. závěsy kormidel (mimo valivých a kloubových ložisek),
- iii. ložiska (klouby) v táhlovém řízení, která jsou vystavena úhlovému pohybu (mimo valivých a kloubových ložisek), a
- iv. ložiska (klouby) v lanovém řízení.

#### **UL 2 část I. – ULL, znění 2019, max. MTOM 600 kg 20**

Aplikace	Doplňkový součinitel bezpečnosti	Výsledný součinitel bezpečnosti $f_U$
spoje (smykové uložení) s vůlí, zatížené rázovým namáháním nebo vibracemi	2,0	$f_U = 2,0 \times 1,5 = 3,0$
závěsy kormidel (mimo valivých a kloubových ložisek)	4,44	$f_U = 6,67$
ložiska (klouby) v řízení táhly	2,2	$f_U = 3,30$
ložiska (klouby) v lanovém řízení	1,33	$f_U = 2,0$

<i>odlitky</i>	<i>2,0</i>	<i><math>fU = 1,5 \times 2,0 = 3,0</math></i>
<i>kování – platí pro</i>	<i>1,15</i>	<i><math>fU = 1,5 \times 1,15 = 1,725</math></i>
<i>- všechny prvky kování,</i>		
<i>- všechny spojovací prvky,</i>		
<i>- otlačení (u pevného uložení)</i>		
<i>bezpečnostní pásy a sedačky</i>	<i>1,33</i>	<i><math>fU = 1,5 \times 1,33 = 2,0</math></i>

[\[1\]](#)

**LTF-UL 305 Strength and deformation**

1. The structure must be able to support limit loads without detrimental, permanent deformation. At any load up to limit loads, the deformation may not interfere with safe operation. This is particularly true for the controls.
2. The structure must be able to support ultimate loads without failure for at least three seconds. However, when proof of strength is shown by dynamic tests simulating actual load conditions, the three second limit does not apply.

**LTF-UL 307 Proof of structure**

1. Compliance with the strength and deformation requirements of Chapter c, Para I, LTF-UL 305 must be shown for each critical load condition. Structural analysis may be used only if the structure conforms to those for which experience has shown this method to be reliable. In other cases, sustaining load tests must be made.
2. Certain parts of the structure must be tested as specified in chapter D of this certification requirement.

**Remarks:**

Chapter C does not contain all strength requirements for the proof of compliance.

**LTF-UL 361 Engine mount loads**

1. The engine mount and its supporting structure must be designed for the effects of:
  - a. A limit engine torque corresponding to take-off power and propeller speed acting simultaneously with 75% of the limit loads from flight condition A in Chapter C, para III, LTF-UL 333.
  - b. The limit engine torque corresponding to maximum continuous power and propeller speed acting simultaneously from flight condition A in chapter C, para III, LTF-UL 333.
  - c. The propeller speed limit in (a.) and (b.) is to be replaced by engine torque if the propeller is equipped with a autonomous propeller bearing.
2. The limit engine torque to be considered for conventional two- and four-stroke engines according to chapter I is computed by multiplying the mean torque by a factor of

	Two-Stroke-Engine	Four Stroke-Engine
1 Cylinder	6	8
2 Cylinder	3	4
3 Cylinder	2,5	3
4 Cylinder	1,5	2
5 or more Cylinders	1,33	1,33

**Remark:**

The term „direct“ transmission includes direct drive, gear boxes and drive belts; for other transmission systems (e.g. centrifugal clutch) and unconventional engines the appropriate factor must be agreed upon with the registering agency.

**LTF-UL 363 Side load on engine mount**

The engine mount and its supporting structure must be designed for a limit load factor in a lateral direction, for the side load of not less than the condition of A ( $1/3 n1$ ) [3]

## Příloha III: Předpis ASTM

### **5.1.2 Factor of Safety:**

*5.1.2.1 Unless otherwise provided in 5.1.2.2, an ultimate load factor of safety of 1.5 must be used.*

*5.1.2.2 Special ultimate load factors of safety shall be applied to the following:*

*2.0 × 1.5 = 3.0 on castings*

*1.2 × 1.5 = 1.8 on fittings*

*2.0 × 1.5 = 3.0 on bearings at bolted or pinned joints subject to rotation*

*4.45 × 1.5 = 6.67 on control surface hinge-bearing loads except ball and roller bearing hinges*

*2.2 × 1.5 = 3.3 on push-pull control system joints*

*1.33 × 1.5 = 2 on cable control system joints, lap belt/shoulder harness fittings (including the seat if belt/harness is attached to it)*

### **5.1.3 Strength and Deformation:**

*5.1.3.1 The structure must be able to support limit loads without detrimental, permanent deformation. At any load up to limit loads, the deformation shall not interfere with safe operation. 5.1.3.2 The structure must be able to support ultimate loads without failure for at least 3 s. However, when proof of strength is shown by dynamic tests simulating actual load conditions, the 3-s limit does not apply.*

### **5.1.4 Proof of Structure**

*—Each design requirement must be verified by means of conservative analysis or test (static, component, or flight), or both. 5.1.4.1 Compliance with the strength and deformation requirements of 5.1.3 must be shown for each critical load condition. Structural analysis may be used only if the structure conforms to those for which experience has shown this method to be reliable. In other cases, substantiating load tests must be made. Dynamic tests, including structural flight tests, are acceptable if the design load conditions have been simulated. Substantiating load tests should normally be taken to ultimate design load.*

### **5.2.9 Engine Torque—**

*The engine mount and its supporting structure must be designed for the effects of: 5.2.9.1 The limit torque corresponding to take off power and propeller speed acting simultaneously with 75 % of the limit loads from flight condition of 5.2.5.1. 5.2.9.2 The limit torque corresponding to maximum continuous power and propeller speed acting simultaneously with the limit loads from flight condition of 5.2.5.1. 5.2.9.3 For conventional reciprocating engines with positive drive to the propeller, the limit torque*

to be accounted for in 5.2.9.1 and 5.2.9.2 is obtained by multiplying the mean torque by one of the following factors:

**For four-stroke engines:**

- (1) 1.33 for engines with five or more cylinders; or
- (2) 2, 3, 4, or 8 for engines with four, three, two, or one cylinders, respectively.

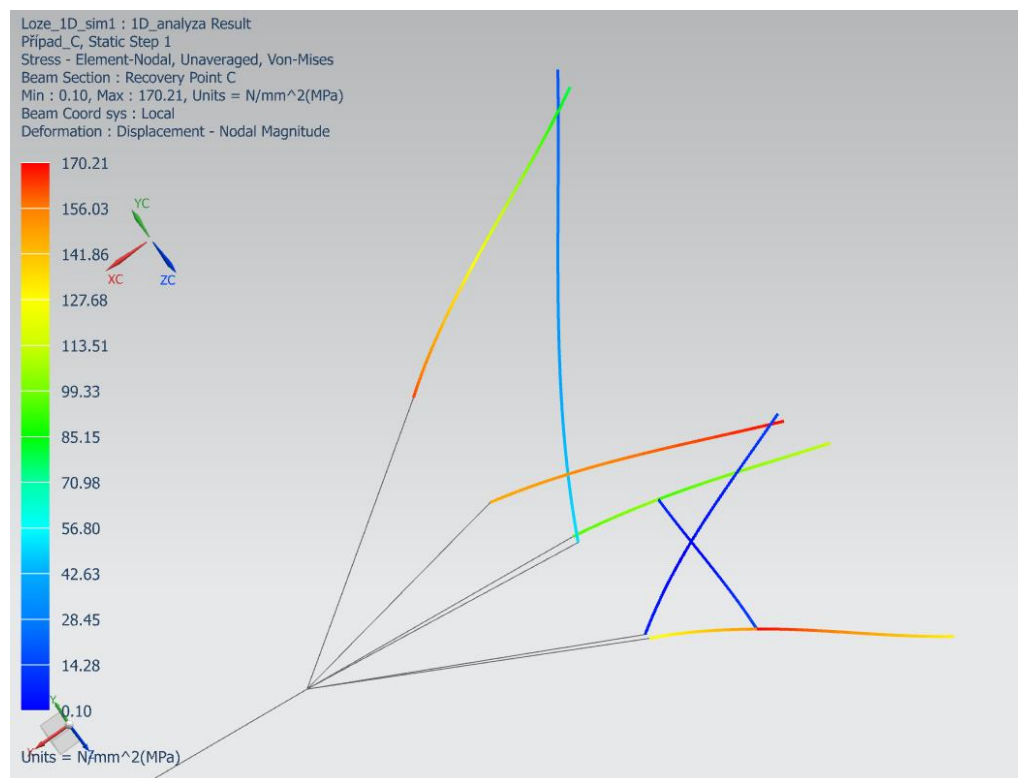
**For two-stroke engines:**

- (1) 2 for engines with three or more cylinders; or
- (2) 3 or 6, for engines with two or one cylinders, respectively.

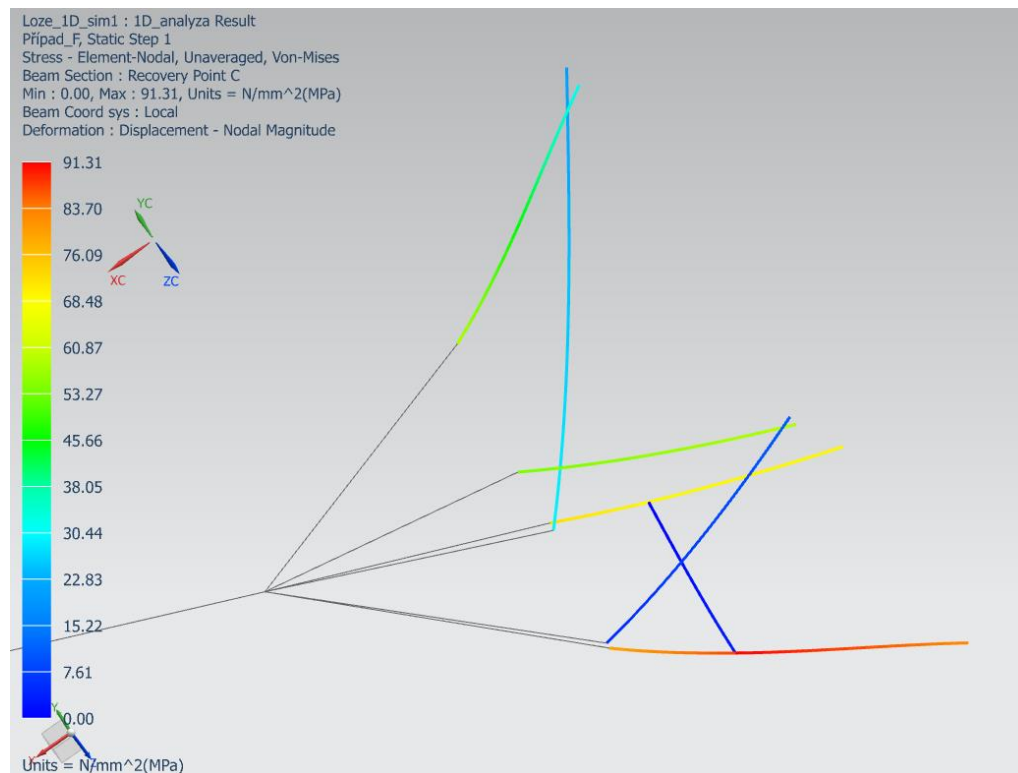
[\[2\]](#)

## Příloha IV: Výsledky simulací MKP

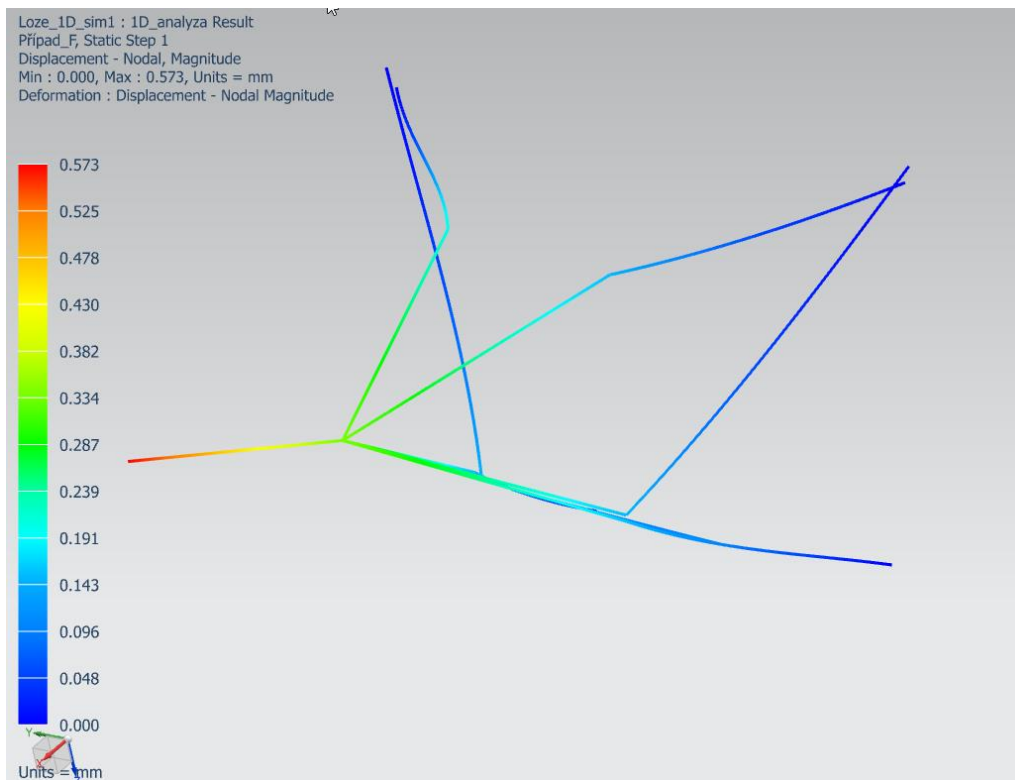
### Výsledky simulací řešiče Nastran pomocí programu NX Siemens.



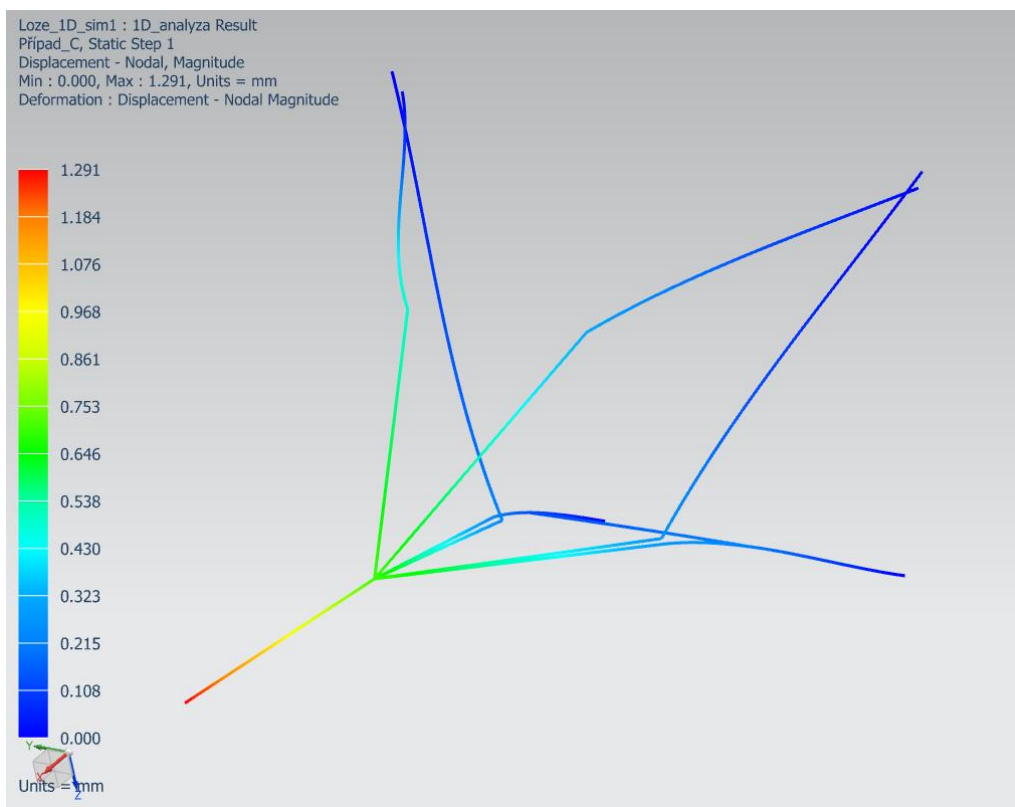
Obrázek 1: Výsledné napětí Von-Mises pro případ C početního zatížení



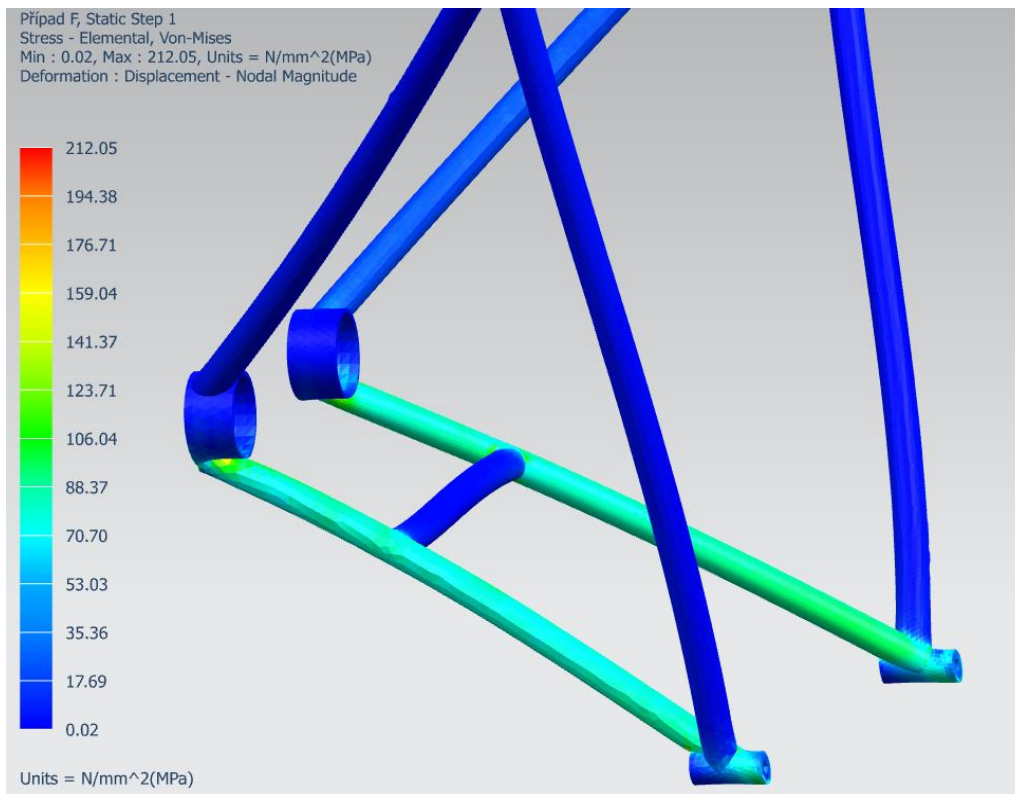
Obrázek 2: Výsledné napětí Von-Mises pro případ F početního zatížení



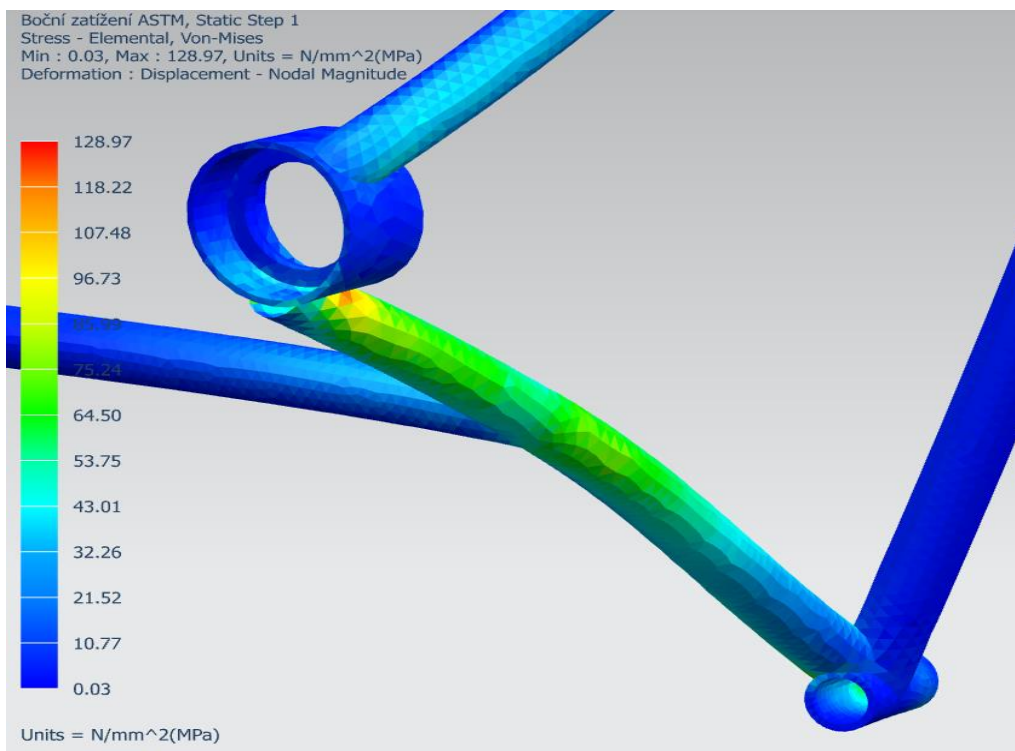
Obrázek 3: Deformace konstrukce (případ F)



Obrázek 4: Deformace konstrukce (případ C)

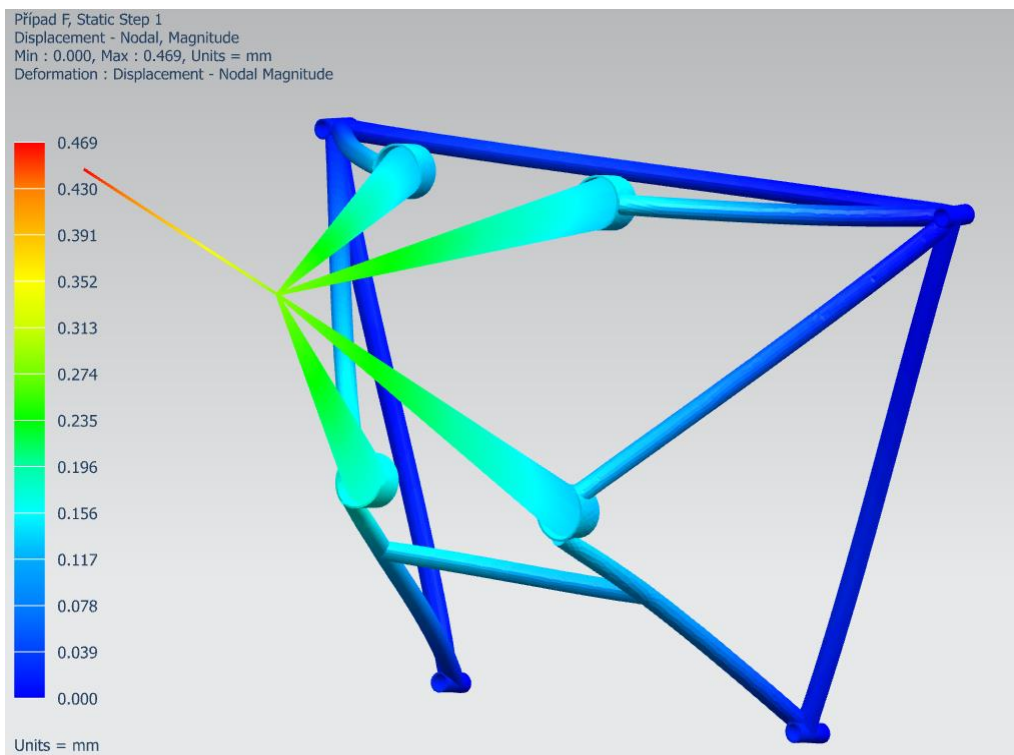


Obrázek 5: Výsledné napětí Von-Misses pro případ F početního zatížení



Obrázek 6: Výsledné napětí Von-Misses dle ASTM pro boční početního zatížení





Obrázek 7: Deformace konstrukce (případ F)

## Příloha V: Axiální síly v prutech

Axiální síly v prutech získané z řešení zatížení 1D modelu pomocí programu NX Siemens.

Tabulka 1: Axiální síly v prutech pro provozní a početní zatížení

<b>Provozní zatížení</b> <b>Axiální síly v prutech [N]</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
Případ I.	3936,6	37,3	-2974,5	2761,7	510,7	-1619,2	-0,5
Případ II.	4583,5	66,9	-3815,6	3250,2	688,5	-2305,1	-1,6
Boční zatížení dle UL-2, LTF-UL	363,8	286,0	1508,2	-342,7	-383,5	-1571,1	-7,1
Boční zatížení dle ASTM	409,3	321,8	1696,7	-385,5	-431,4	-1767,3	-7,9
Pozemní zatížení	3098,2	152,3	-347,7	2271,7	746,8	-2552,9	-3,3
A	4667,3	64,8	-3834,5	3304,7	687,5	-2286,7	-1,4
C	5758,7	145,7	-5438,2	4142,8	1052,2	-3636,2	-3,7
D	4398,7	154,5	-3970,6	3130,8	804,7	-2474,3	-1,9
E	-908,2	-148,7	1778,3	-723,6	-471,1	1568,3	2,8
F	-2046,4	-278,6	3118,5	-1544,8	-825,8	2477,3	3,7
G	39,9	-165,4	1347,8	-85,7	-427,5	1508,1	3,4

<b>Početní zatížení</b> <b>Axiální síly v prutech [N]</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
Případ I.	5905	56	-4461,1	4142,5	766	-2428	-1
Případ II.	6875	100,7	-5723,2	4876	1032,4	-3457	-2,3
Boční zatížení dle UL-2, LTF-UL	545,7	429	2262,2	-514	-575,2	-2356,7	-10,6
Boční zatížení dle ASTM	613,9	482,7	2545	-578,2	-647,1	-2651,3	-11,9
Pozemní zatížení	4647,2	228,4	-5212,1	3407,5	1120,2	-3829,3	-4,9
A	7000,9	97,3	-5751,8	4957,1	1031,2	-3430,1	-2,2
C	8638,1	218,5	-8157,2	6214,3	1578,4	-5454,3	-5,5
D	6598,1	231,7	-5955,9	4696,2	1207	-3711,4	-2,9
E	-1362,3	-223	-2667,3	-1085,3	-706,7	2352,4	4,2
F	-3069,6	-417,9	4677,8	-2317,2	-1238,8	3716	5,6
G	59,8	-248,1	2021,8	-128,6	-641,2	2262,4	5,1