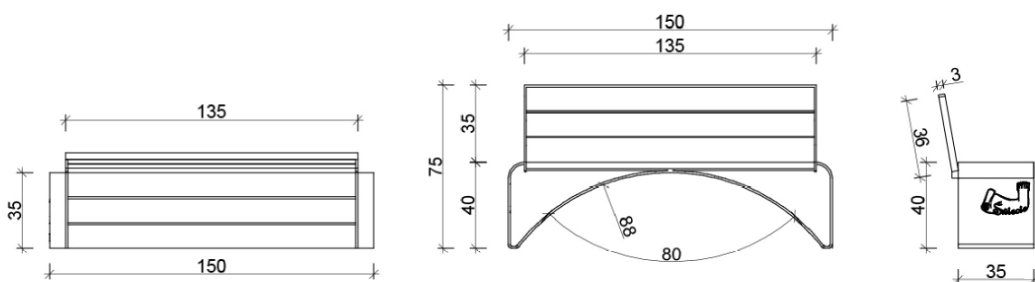


OBLICZENIA STATYCZNO - WYTRZYMAŁOŚCIOWE

Do projektu: DOKUMENTACJA PROJEKTOWA ELEMENTÓW MAŁEJ ARCHITEKTURY MIEJSKIEJ

1. ławka z oparciem



Wymiary:

- długość 150 cm
- wysokość ławki 75 cm
- wysokość siedziska 40 cm
- szerokość siedziska 35 cm

Materiały:

- konstrukcja – stal S235
- siedzisko – konstrukcja drewniana (C24) – listwa 115x32 mm
- oparcie - konstrukcja drewniana (C24) – listwa 125x32 mm

Kolorystyka:



drewno sosnowe
bejca w kolorze orzecha amerykańskiego



stal
kolor szary grafitowy ral 7024

1.1. Obciążenia wg PN-EN 1176-1:2017-12

- liczba użytkowników na elementach typu liniowego

$$n = 150/60 = 2,50 \rightarrow \text{przyjęto } n = 3,0$$

- obciążenie użytkownikami $G_n = 189 \text{ kg}$

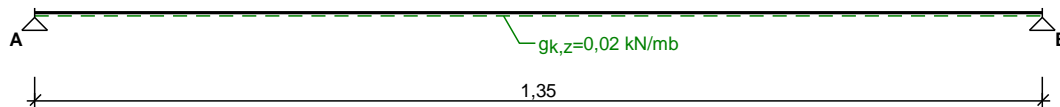
- wskaźnik dynamiczny $C_{dyn} = 1,33$

- całkowite pionowe obciążenie użytkownikami $F_{cal,v} = 2516 \text{ N}$

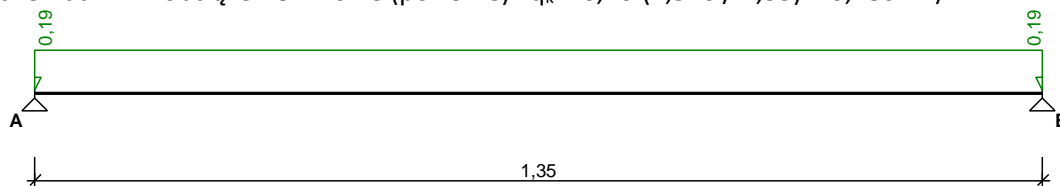
- obciążenie pionowe przypadające na użytkownika $F_{1,v} = 839 \text{ N}$

1.2. Sprawdzenie nośności oparcia

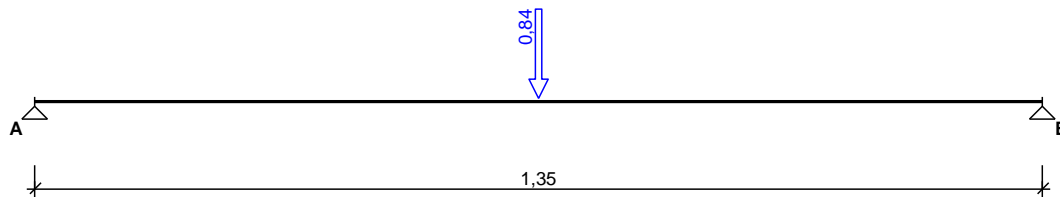
- schemat nr1 – ciężar własny



- schemat nr2 – obciążenie liniowe (poziome) $q_k = 0,10 \cdot (2,516 / 1,35) = 0,186 \text{ kN/m}$

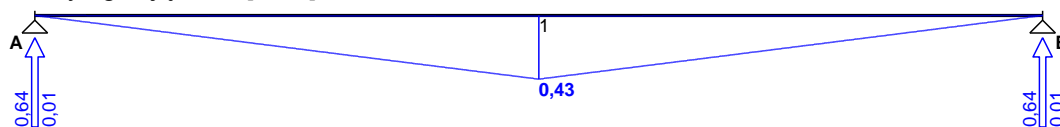


- schemat nr3 – obciążenie punktowe (pionowe) $F = 0,84 \text{ kN}$ (obciążenie wyjątkowe)

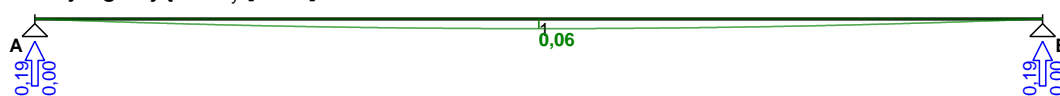


Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające M_x [kNm]:



Momenty zginające M_y [kNm]:



Szerokość $b = 3,2 \text{ cm}$

Wysokość $h = 12,5 \text{ cm}$

Drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2011, klasa wytrzymałości **C24**

Klasa użytkowania konstrukcji 3

Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$$f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,65; k_{h,y} = 1,04; k_{h,z} = 1,30$$

$$f_{m,y,d} = k_{h,y} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 12,45 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = k_{h,z} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 15,60 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$$

$$A = 40,0 \text{ cm}^2$$

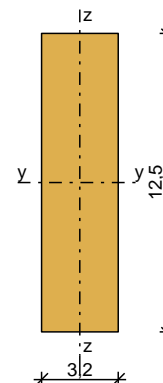
$$W_y = 83,3 \text{ cm}^3$$

$$W_z = 21,3 \text{ cm}^3$$

$$J_y = 521 \text{ cm}^4$$

$$J_z = 34,1 \text{ cm}^4$$

$$m = 1,40 \text{ kg/m}$$



Zginanie:

$$M_{y,d} = 0,43 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 5,16 \text{ MPa}$$

$$M_{z,d} = 0,06 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,z,d} = 2,81 \text{ MPa}$$

Warunek nośności przekroju:

$$k_m = 0,7$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,415 + 0,126 = 0,541 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,290 + 0,180 = 0,471 < 1$$

Warunek stateczności elementu:

- zwichrzenie

współczynnik stateczności giętnej (zwichrzenia) $k_{crit,y} = 0,913$

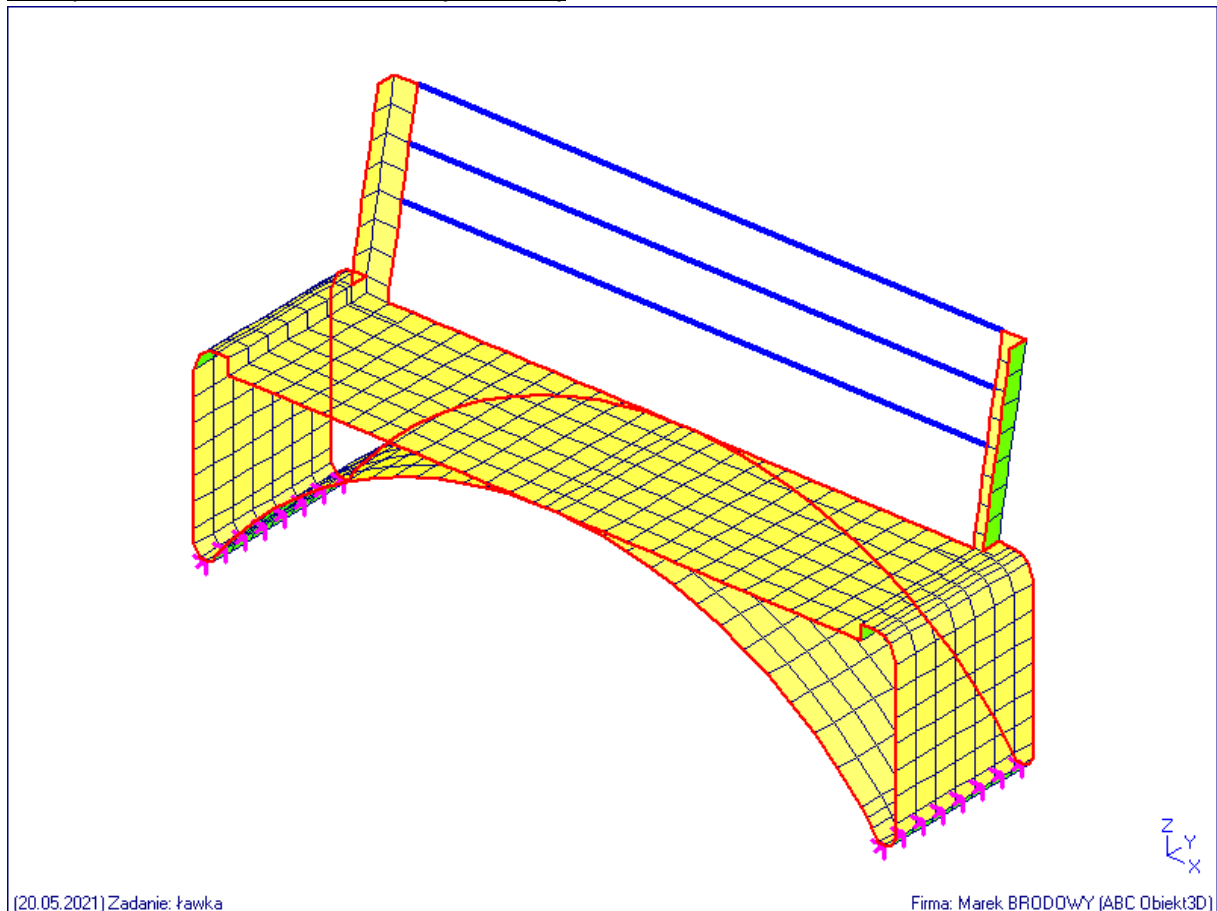
$$\sigma_{m,y,d} = 5,16 \text{ MPa} < k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d} = 11,37 \text{ MPa} \quad (45,4\%)$$

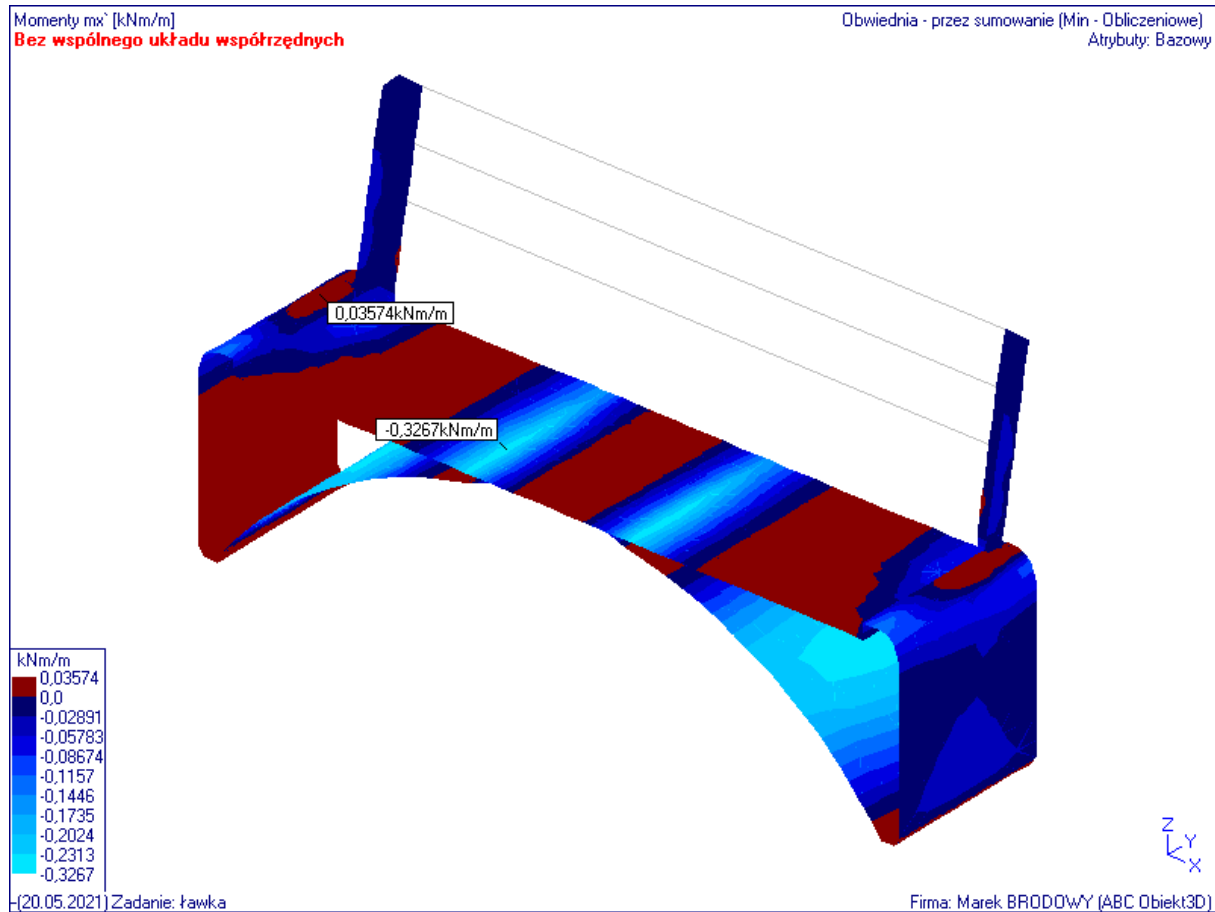
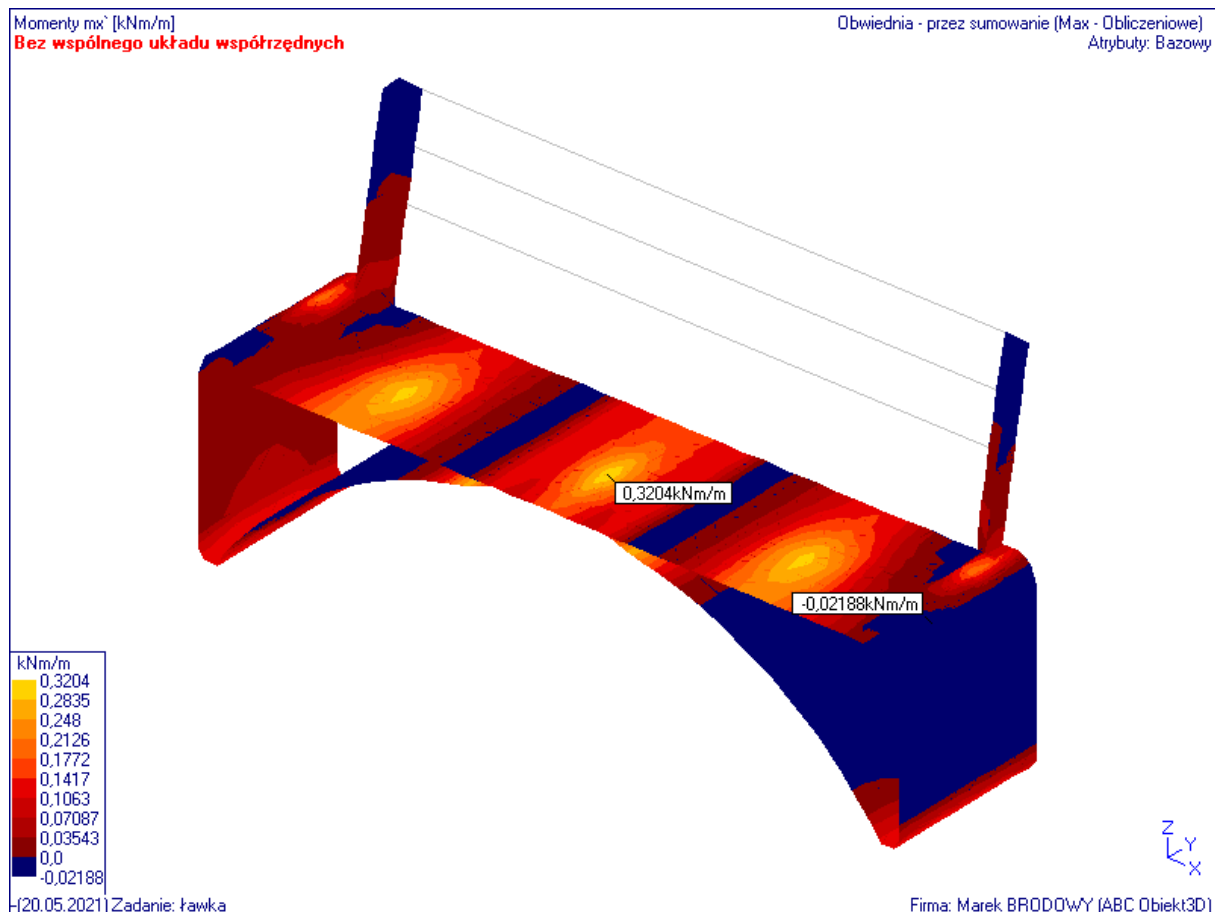
Sprawdzenie warunków Stanu Granicznego Użytkowania – ugięcie:

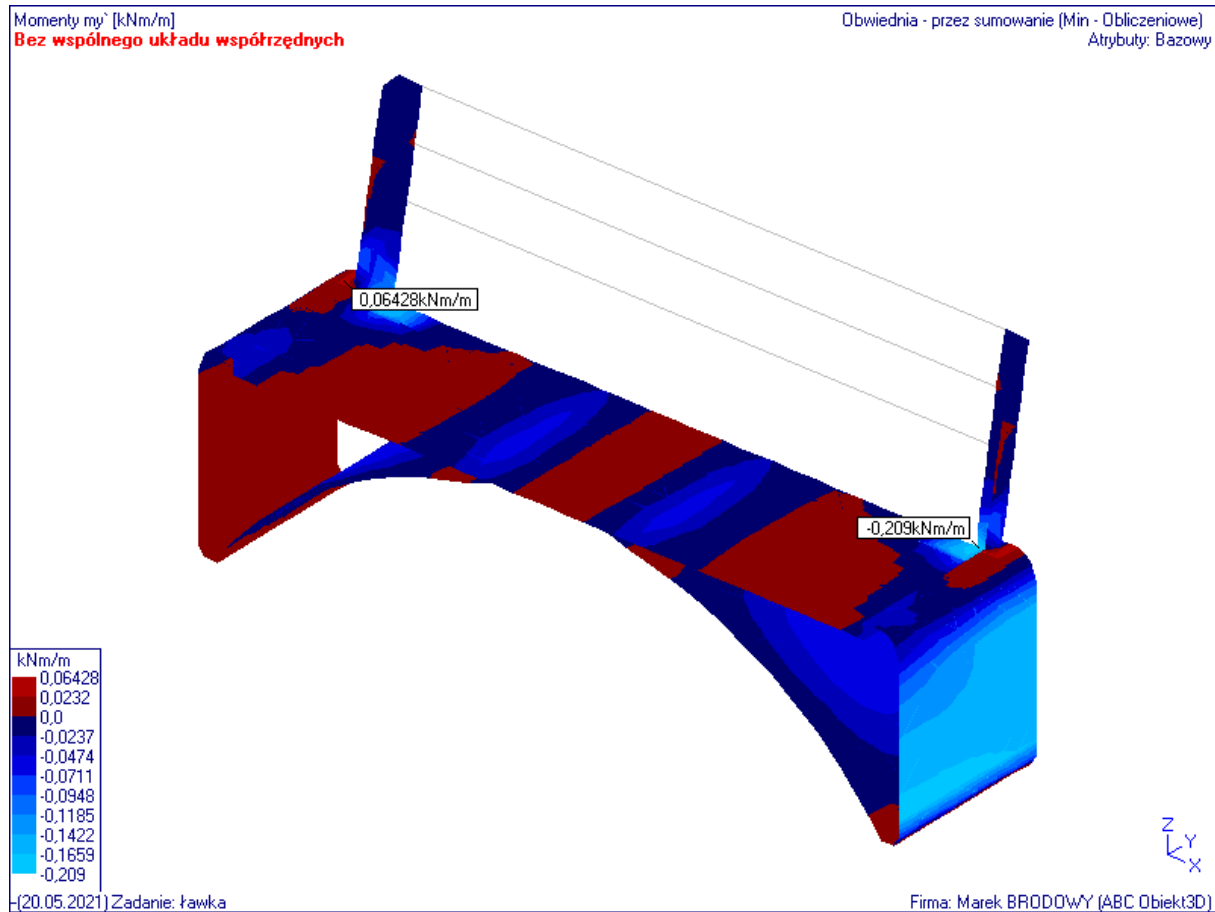
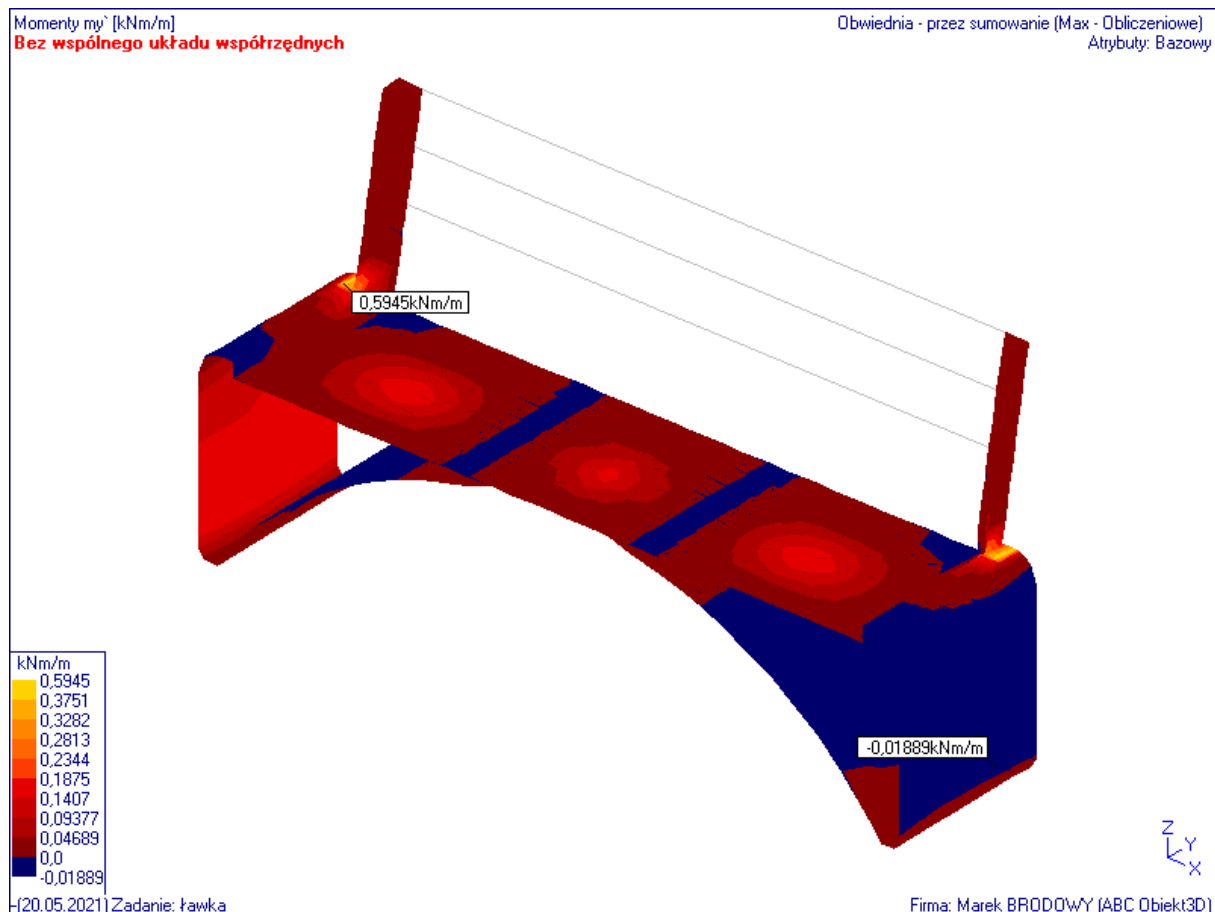
$$w_{inst} = 1,42 \text{ mm} < w_{inst,lim} = l / 250 = 5,40 \text{ mm} \quad (26,4\%)$$

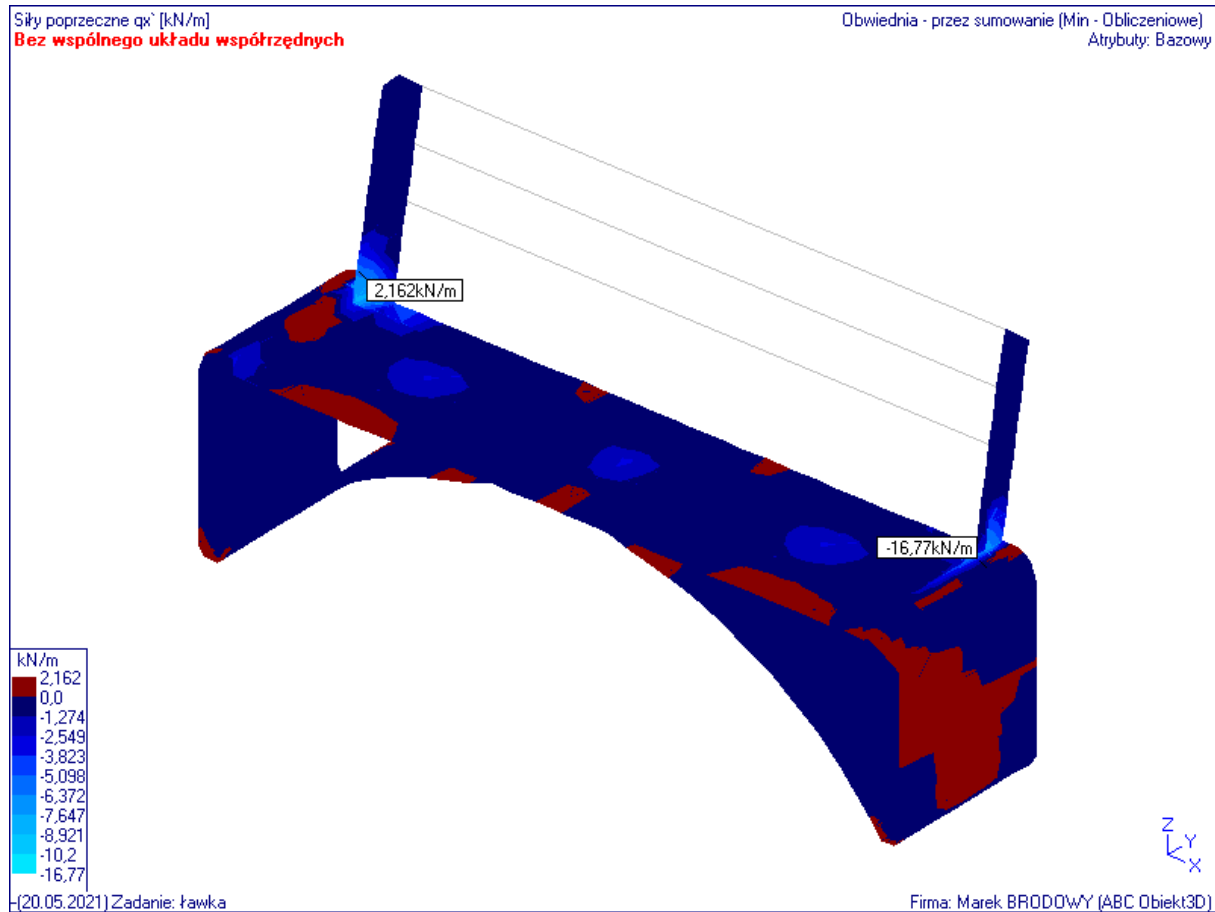
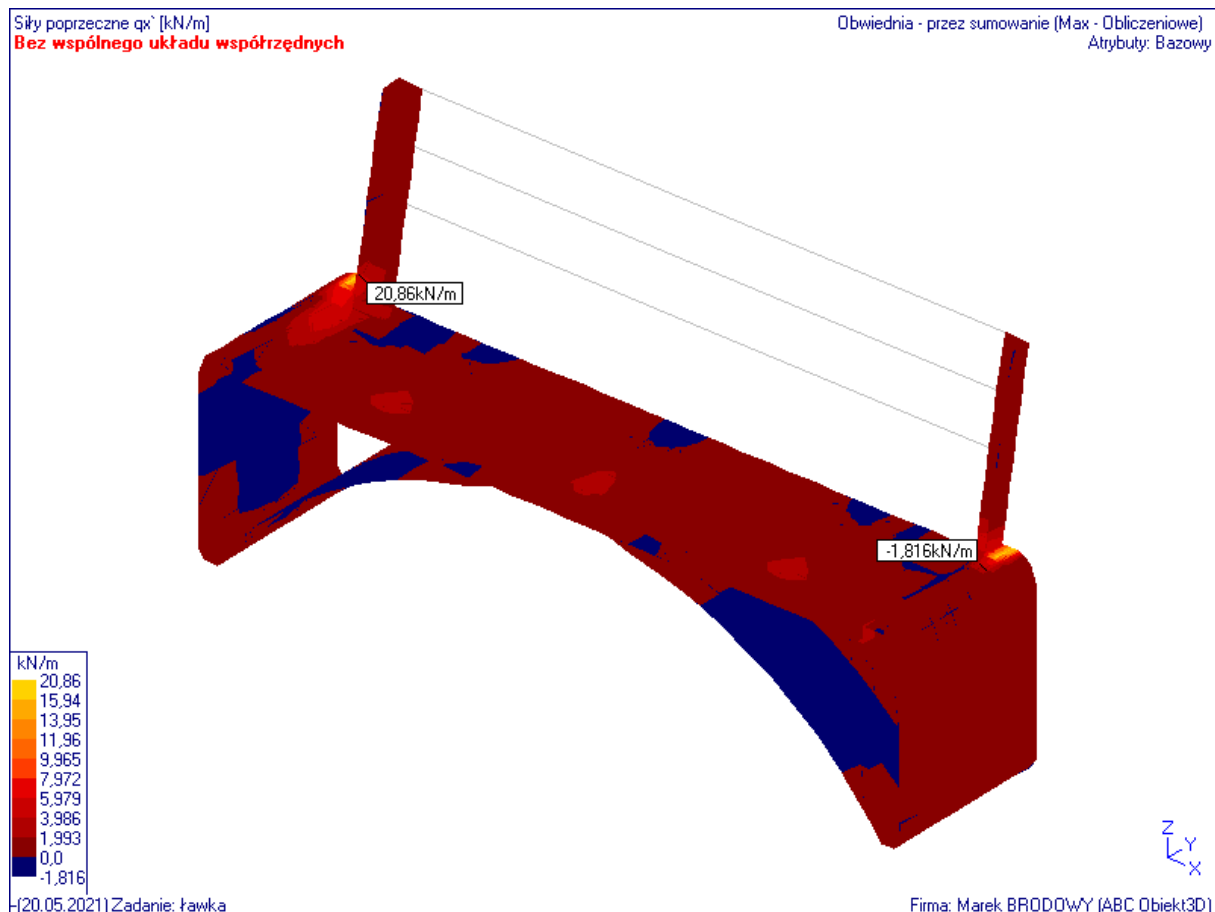
$$w_{fin} = w_{inst} \cdot (1 + \Psi_2 \cdot k_{def}) = 4,27 \text{ mm} < w_{fin,lim} = l / 250 = 5,40 \text{ mm} \quad (79,2\%)$$

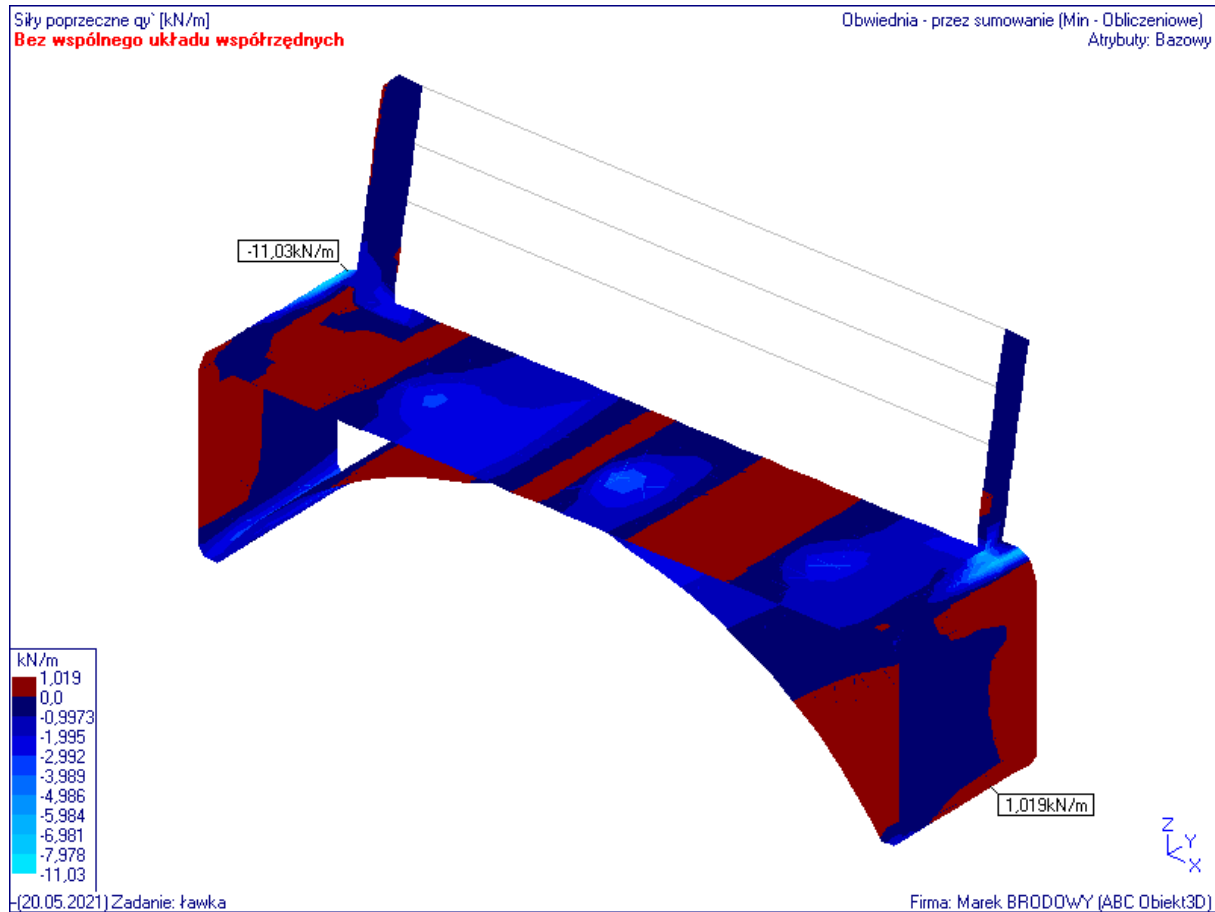
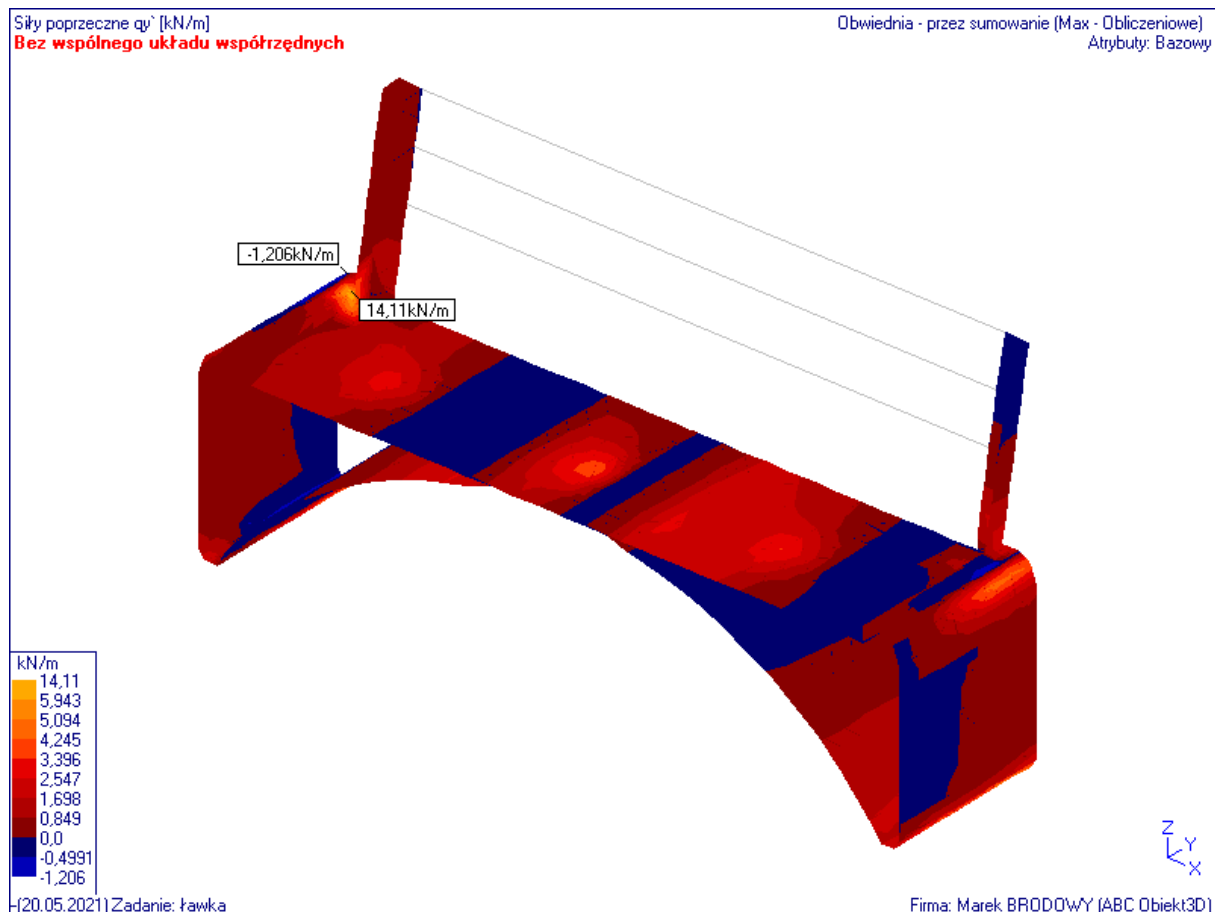
1.3. Sprawdzenie nośności konstrukcji stalowej

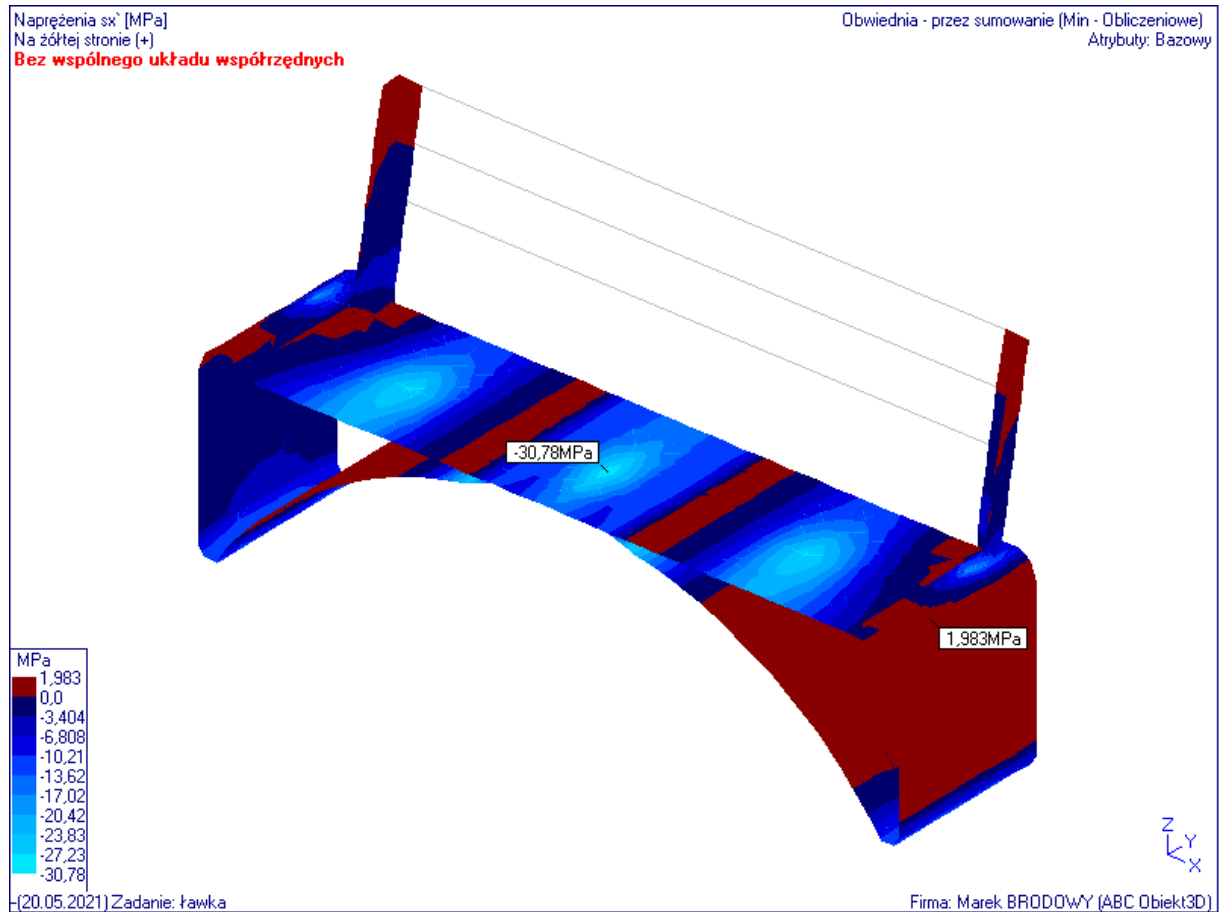
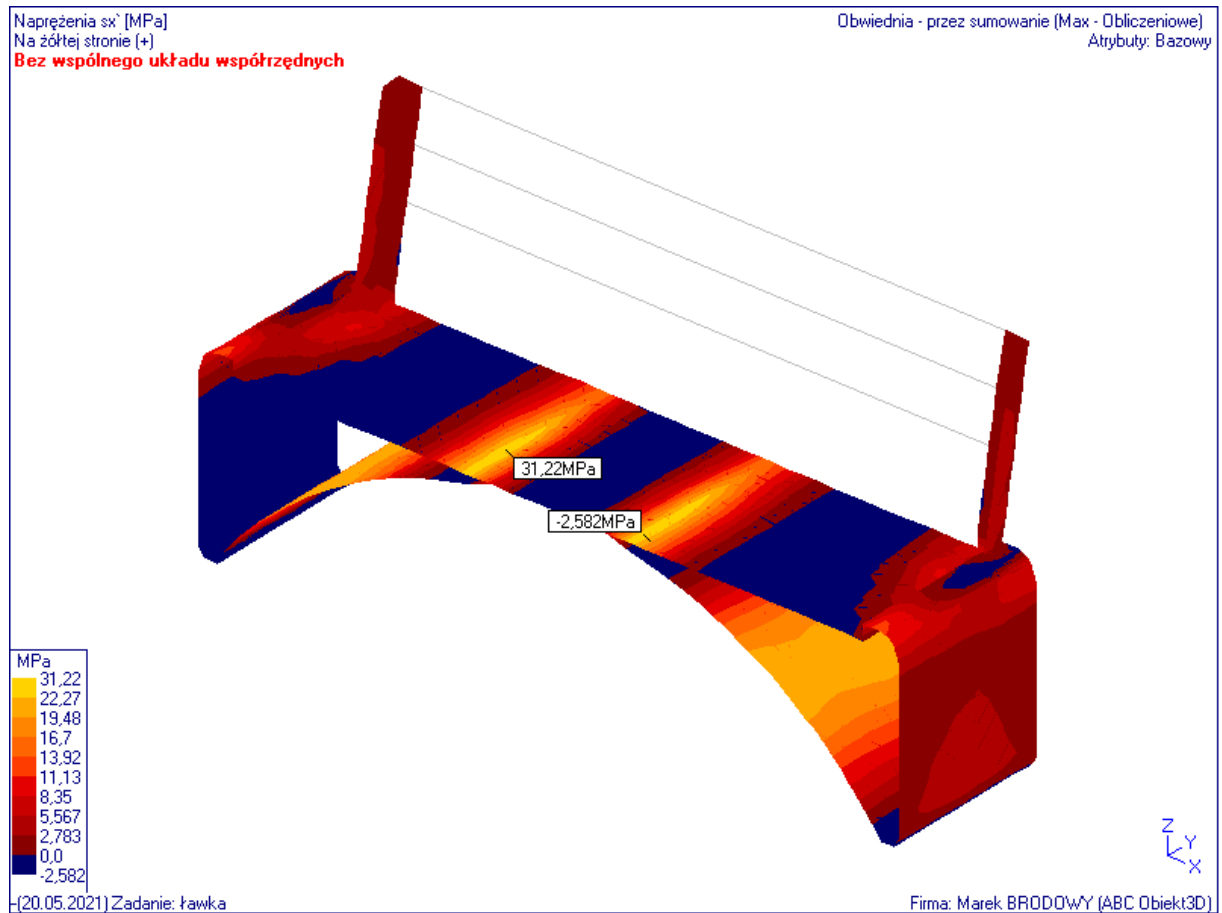


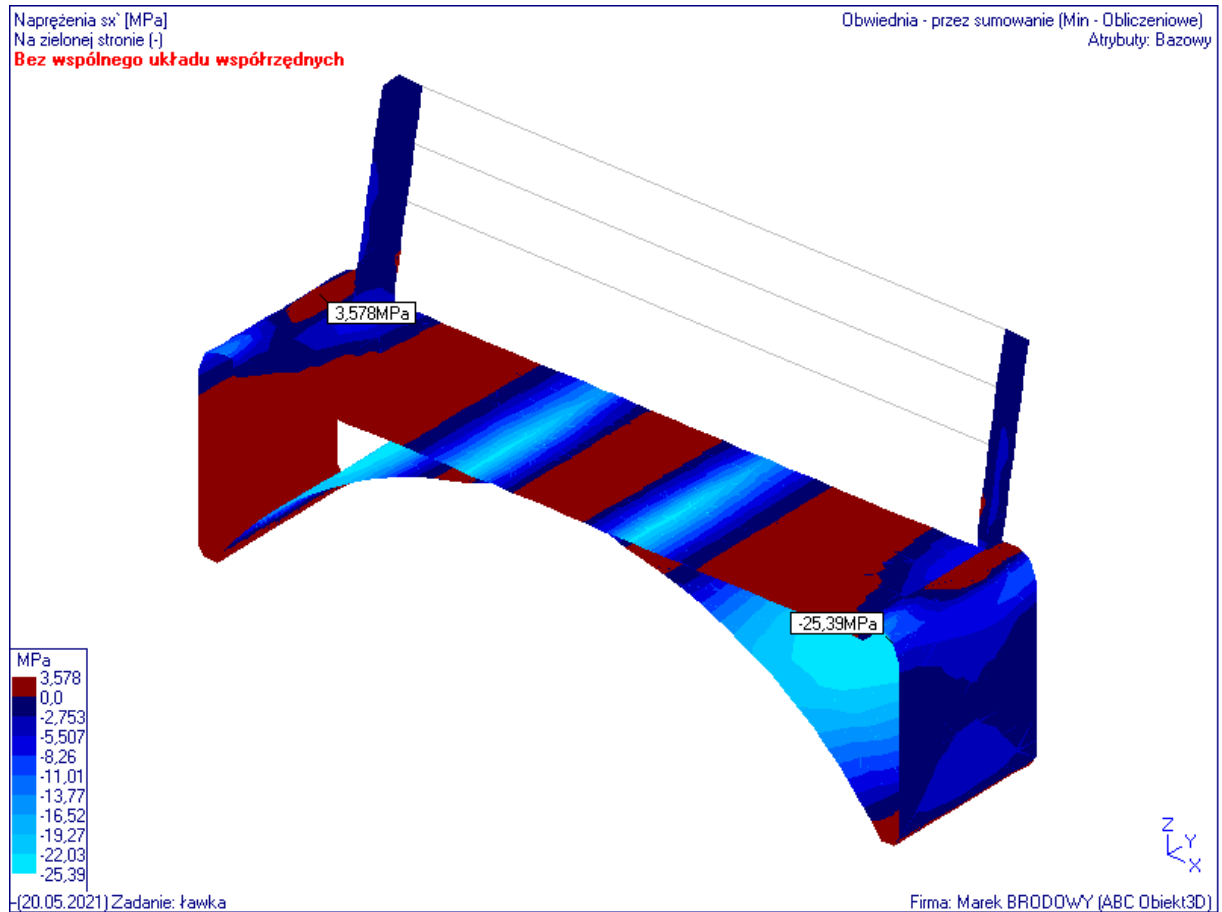
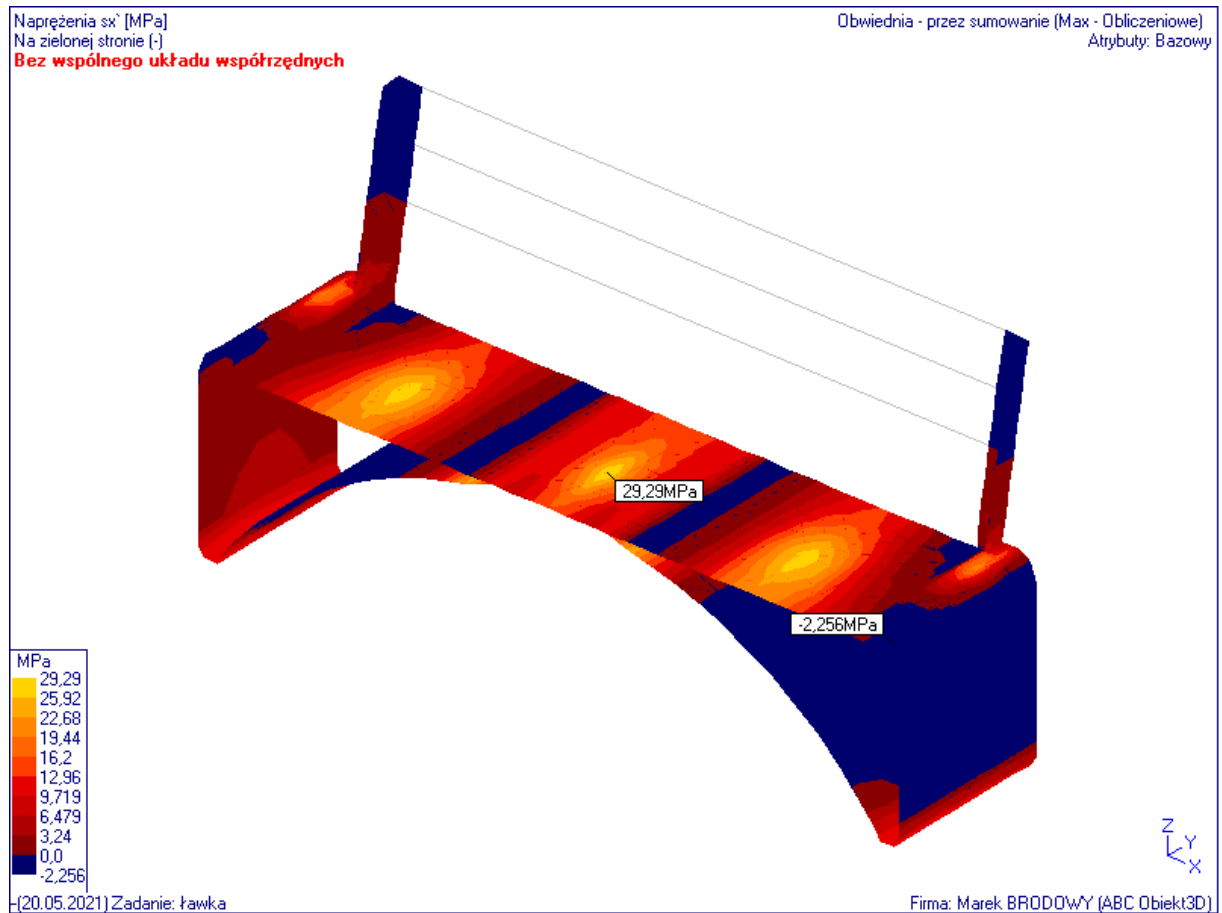


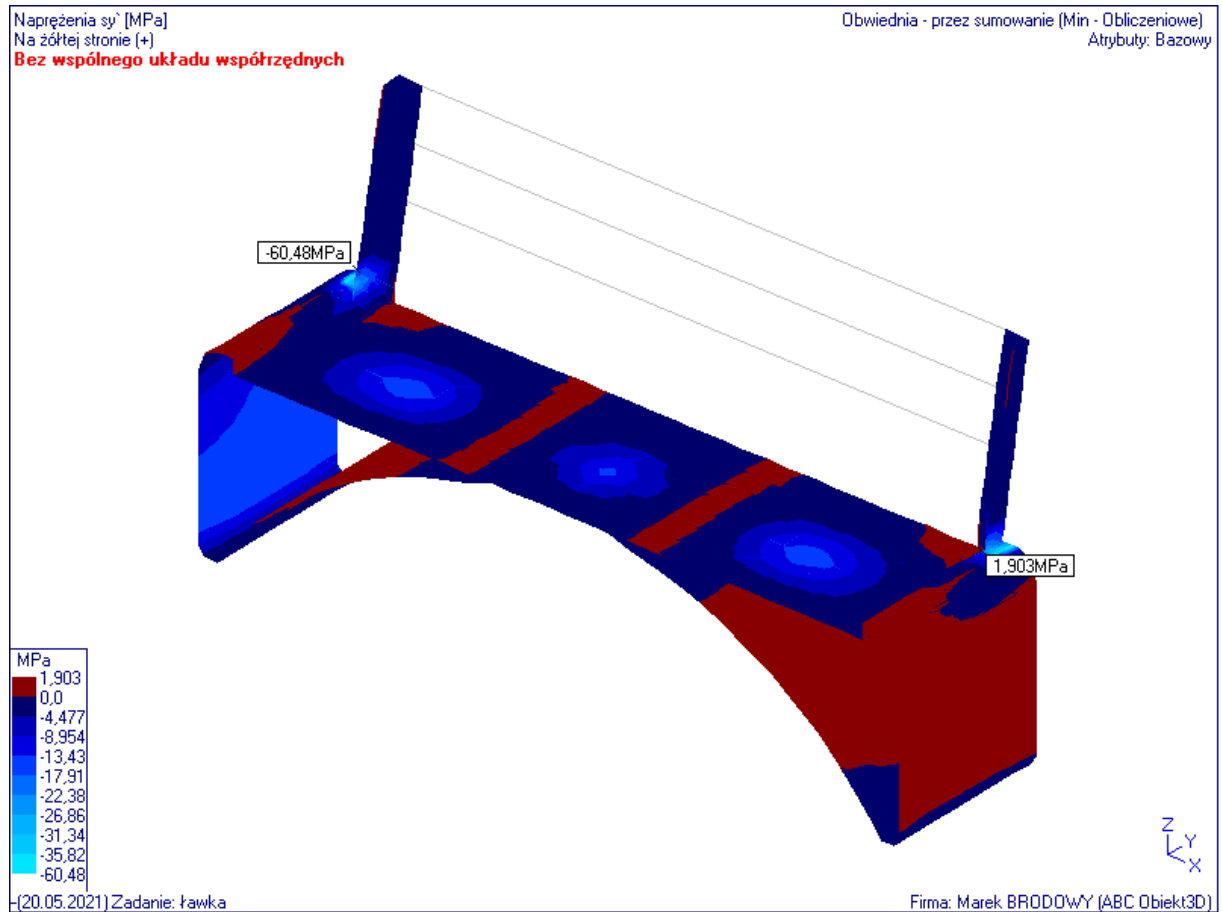
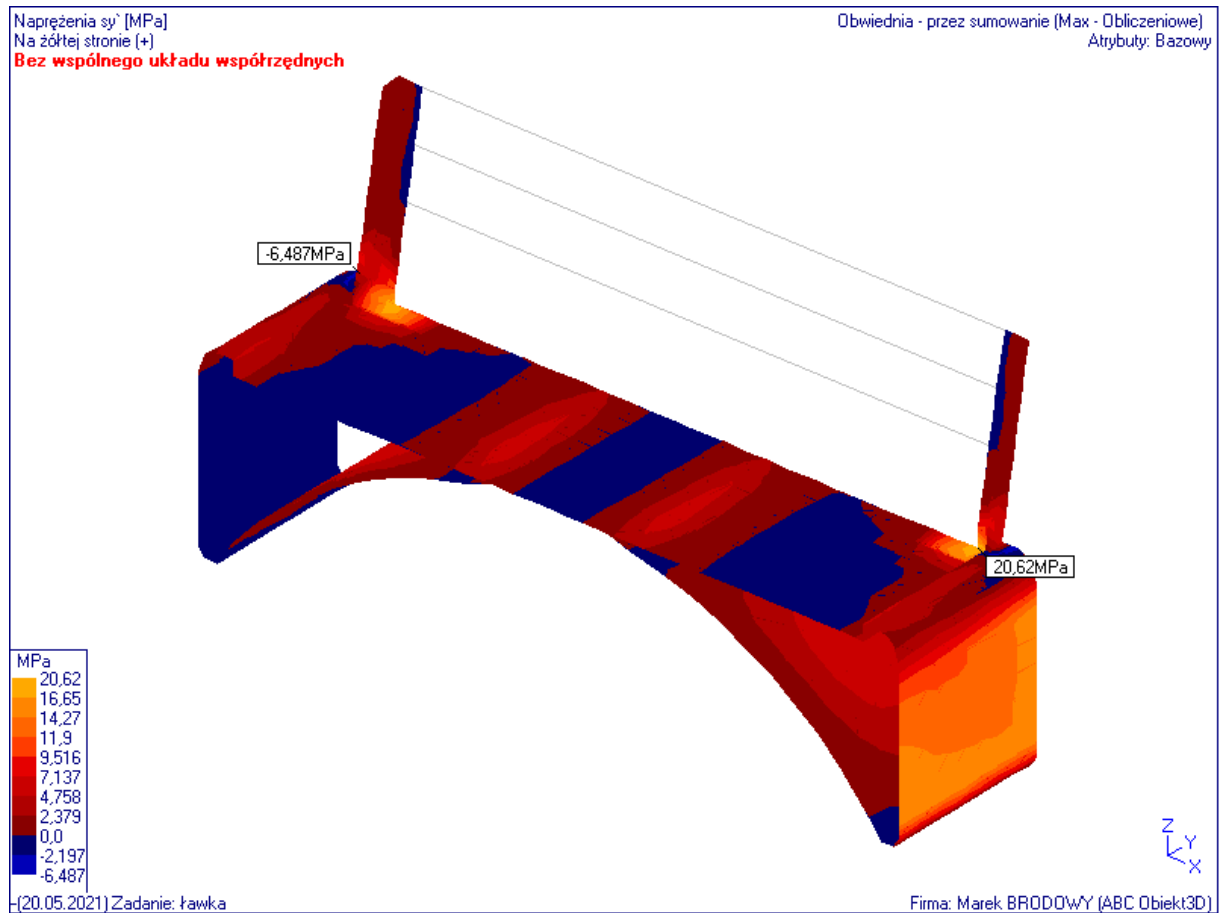


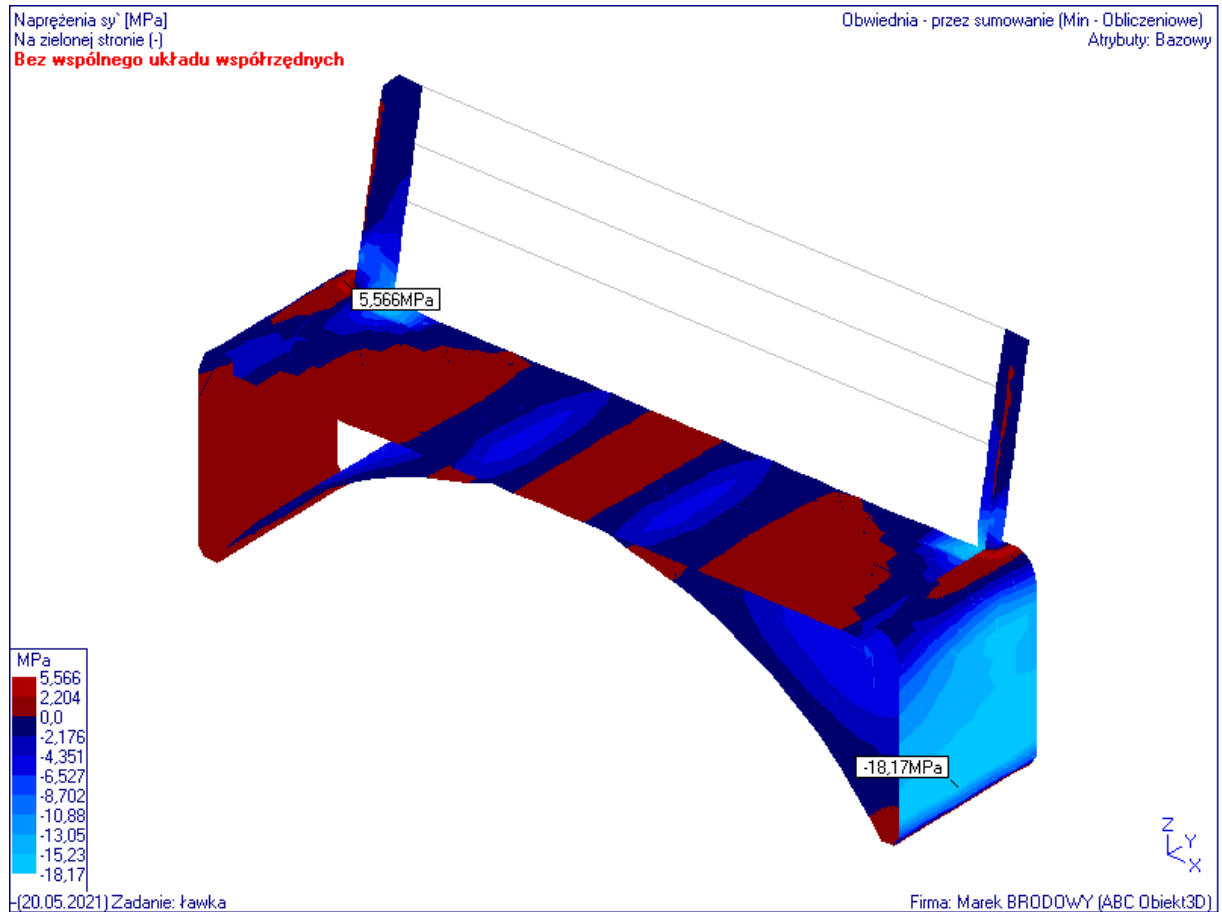
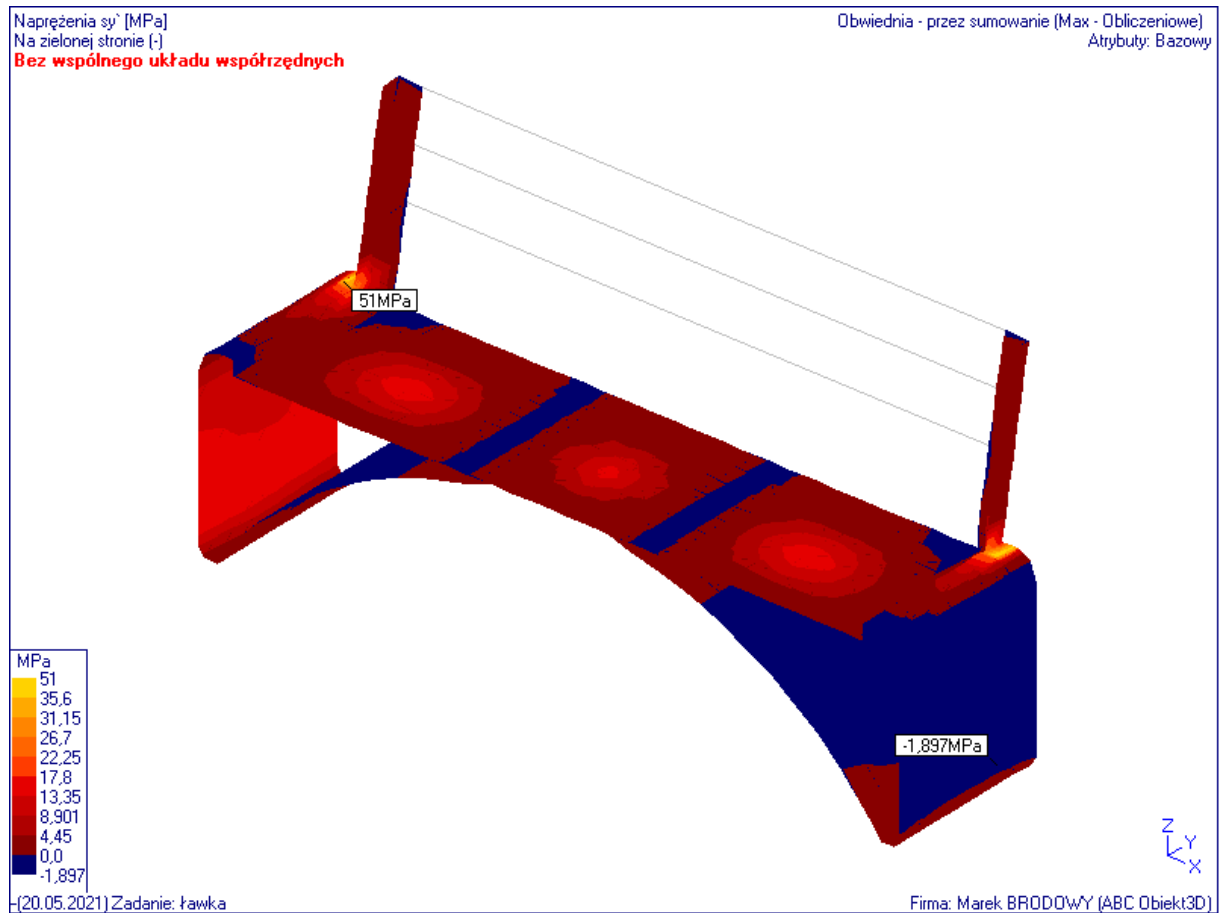


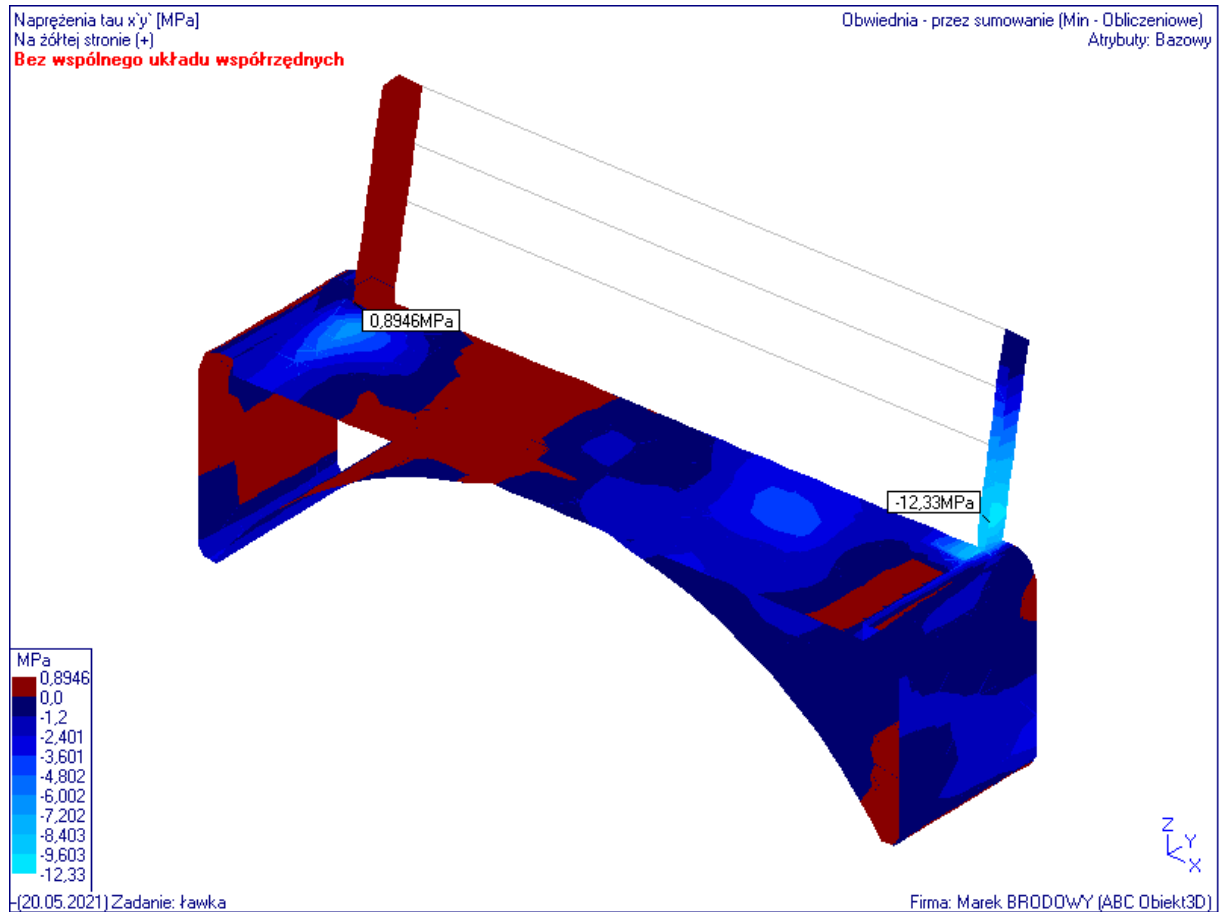
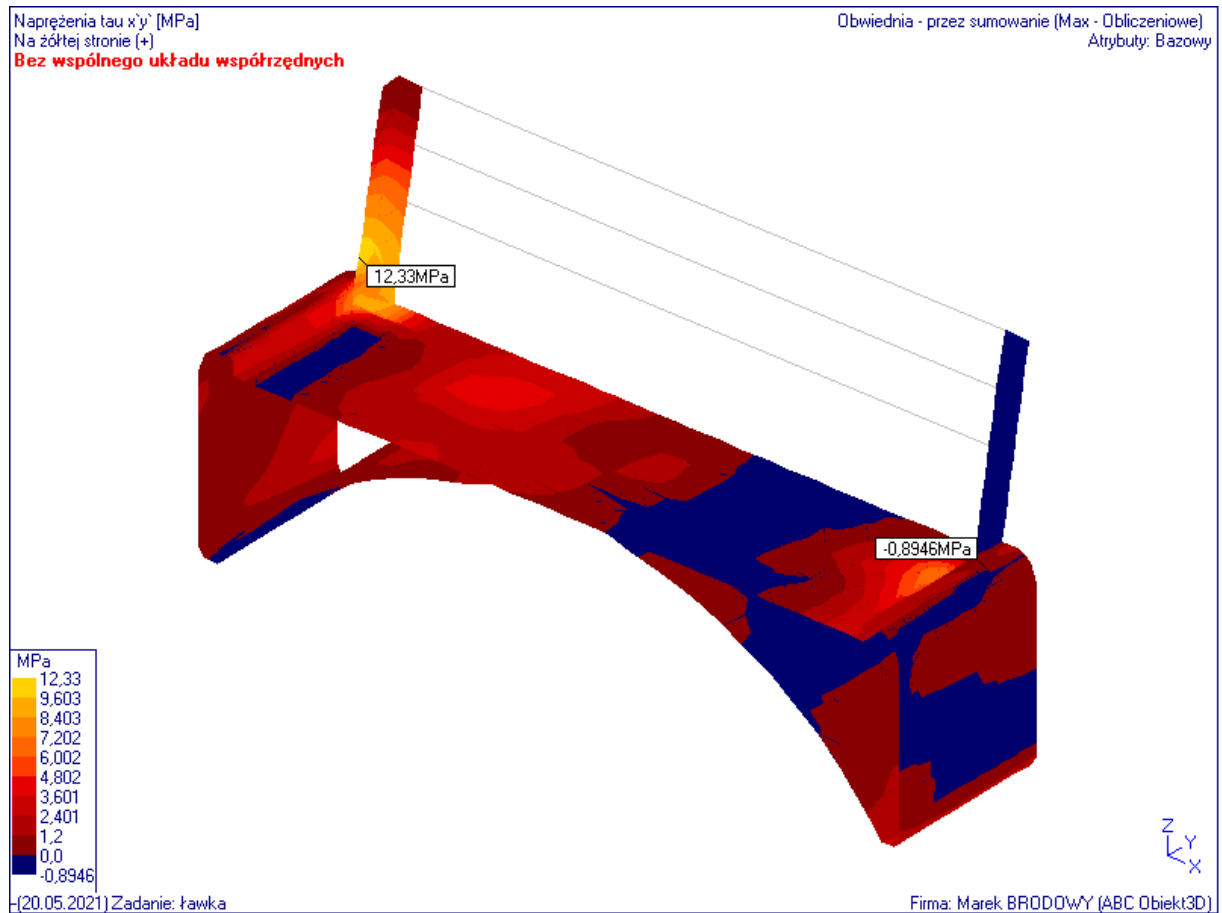


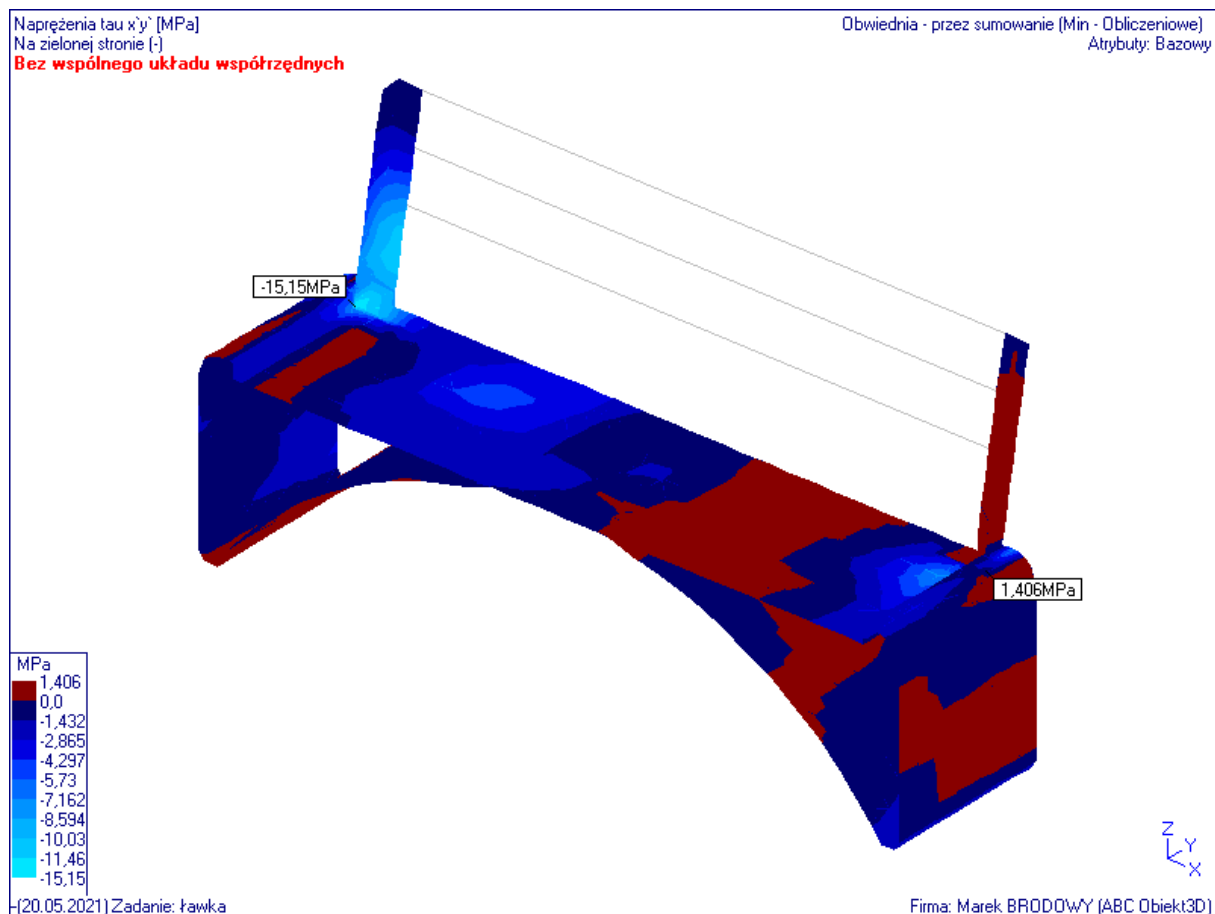
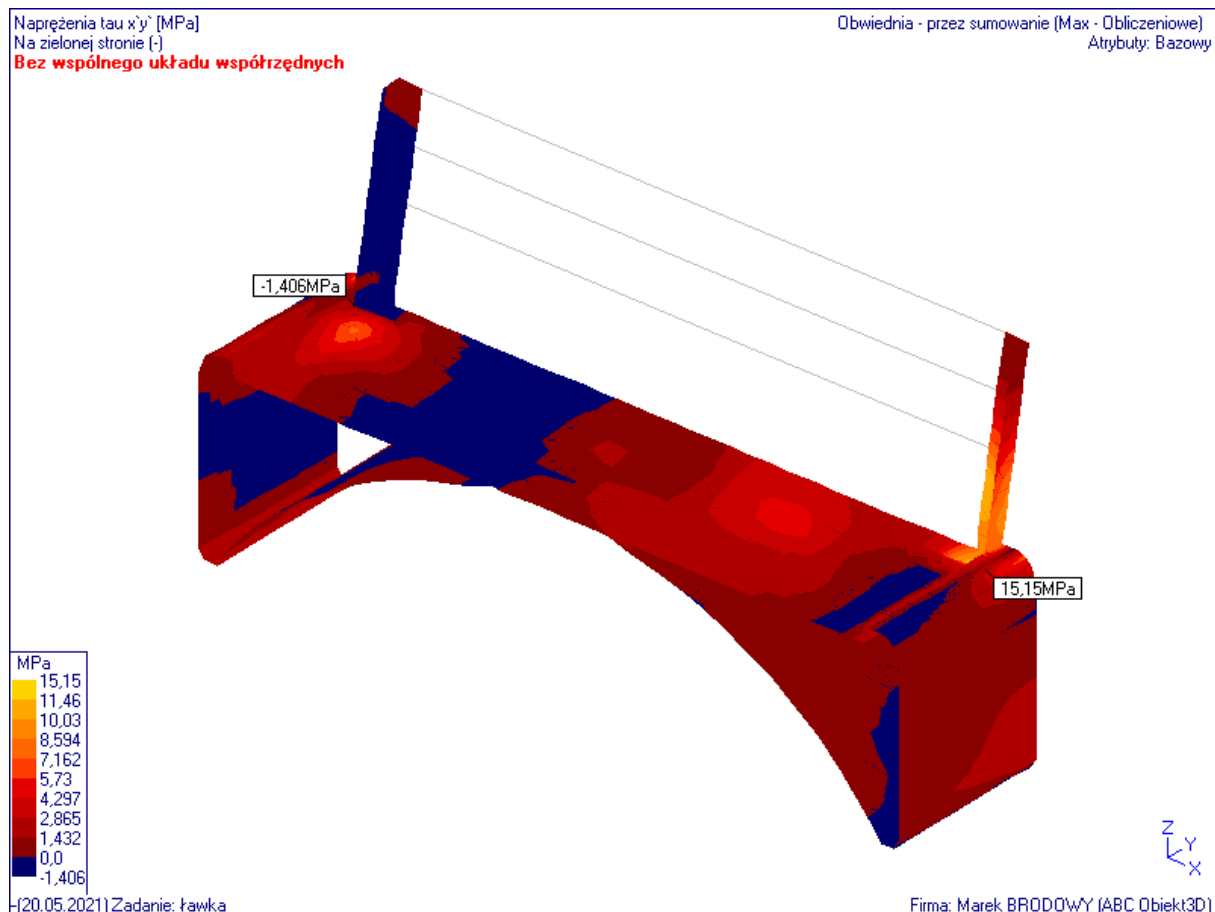


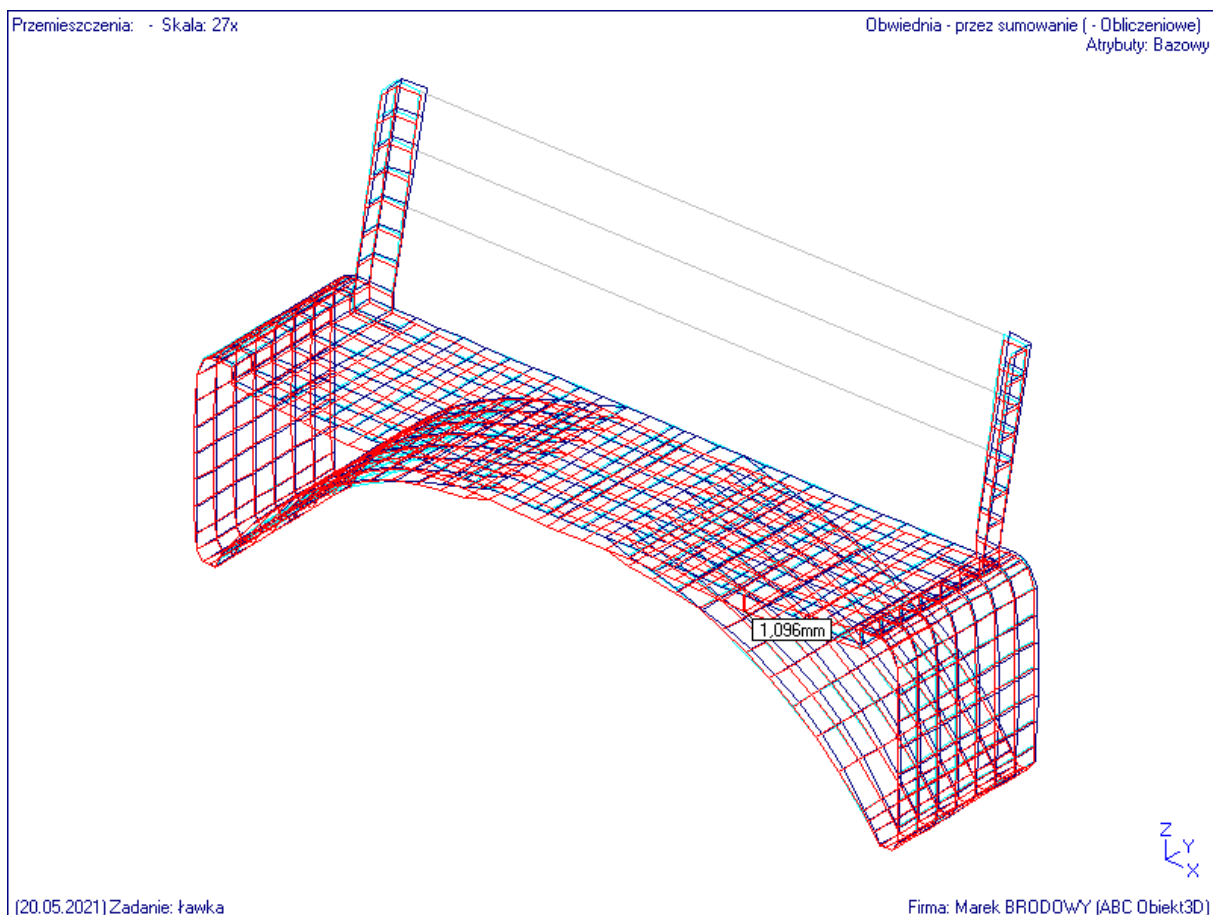












Przyjęto element wykonany z blachy grubości 8,0 mm (stal S235).

1.4. Połączenia

a) połączenie pomiędzy elementami konstrukcji stalowej
Przyjęto spoiny czołowe o pełnym przetopie.

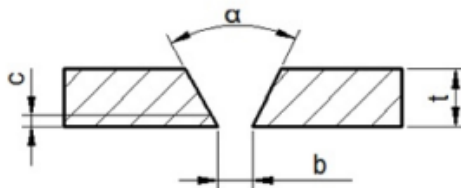
Krawędzie blach przygotować wg poniższych wytycznych:

$$40^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$$

$$b \leq 4,0 \text{ mm}$$

$$c \leq 2,0 \text{ mm}$$

$$t = 8,0 \text{ mm}$$



Po wykonaniu spoiny przeszlifować i wygładzić.

b) połączenie oparcia z konstrukcją stalową

- przyjęto wkręty samogwintujące typu SPAX d=5 mm ze stali A2

Głębokość wkręcania musi wynosić $\ell_{ef} \geq 4 \cdot d$, gdzie d to zewnętrzna średnica gwintu wkrętu.

Nośność wkrętów przyjęto na podstawie Europejskiej Aprobaty Technicznej ETA-12/0114

- wytrzymałość na rozciąganie 7,90 kN

- wytrzymałość na ścinanie 3,94 kN

- moment skręcający 4,60 Nm

Maksymalne siły w połączeniu:

$$\Sigma F_{V,Rd} = 1,01 \text{ kN}; \quad \Sigma F_{t,Rd} = 0,18 \text{ kN};$$

$$\Sigma F_{t,Ed} = 0,18 \text{ kN} < F_{t,Rd} = 7,90 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_{V,Ed} = 1,01 \text{ kN} < F_{V,Rd} = 3,94 \text{ kN}$$

$$\sqrt{\left(\frac{0,18}{7,90}\right)^2 + \left(\frac{1,01}{3,94}\right)^2} = 0,257 < 1,0$$

Warunki są spełnione.

c) połączenie elementów siedziska z konstrukcją stalową

- przyjęto wkręty samogwintujące typu SPAX d=5 mm ze stali A2

Głębokość wkręcania musi wynosić $\ell_{ef} \geq 4 \cdot d$, gdzie d to zewnętrzna średnica gwintu wkrętu.

d) połączenie z podłożem

Ławka może funkcjonować jako wolnostojąca lub zamocowana do podłoża betonowego.

Przyjęto mocowanie do podłoża betonowego za pomocą kotew Hilti HST M8.

Dopuszcza się stosowanie kotew innego producenta o zbliżonych parametrach.

1.5. Wnioski

Ławka została zaprojektowana zgodnie z obowiązującymi przepisami i spełnia wymagania Polskich Norm.