



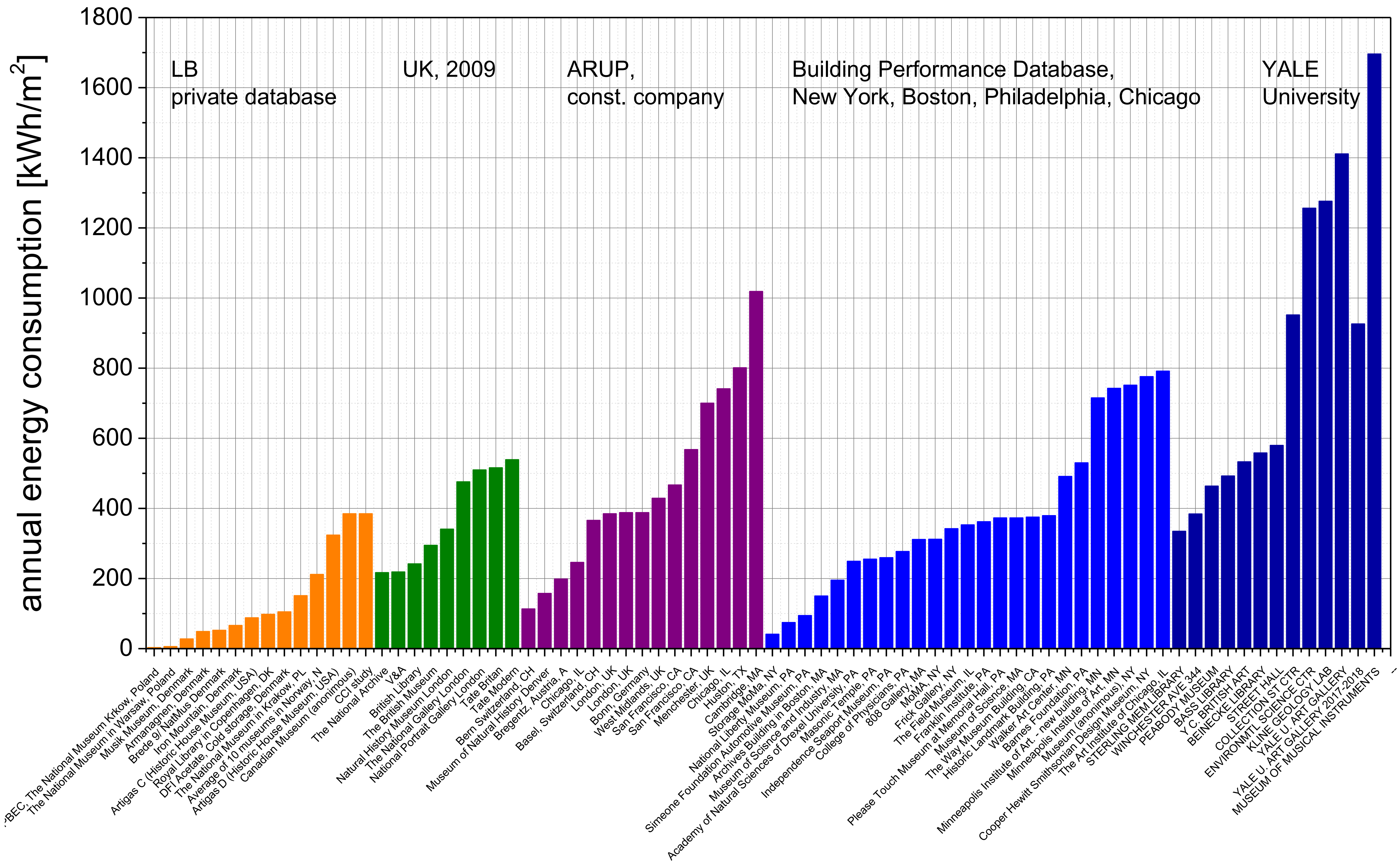
GRUPA BADAŃ
NAD DZIEDZICTWEM KULTURY



Komputerowy model obrazów na płótnie

Marcin Bury

14.06.2023



Akcja formacji "Ostatnie pokolenie"



Charles Turner 1812-1856
Rain, Steam, and Great Central Railway, 1844
Sammlung Hansa Partner Collection

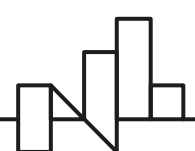
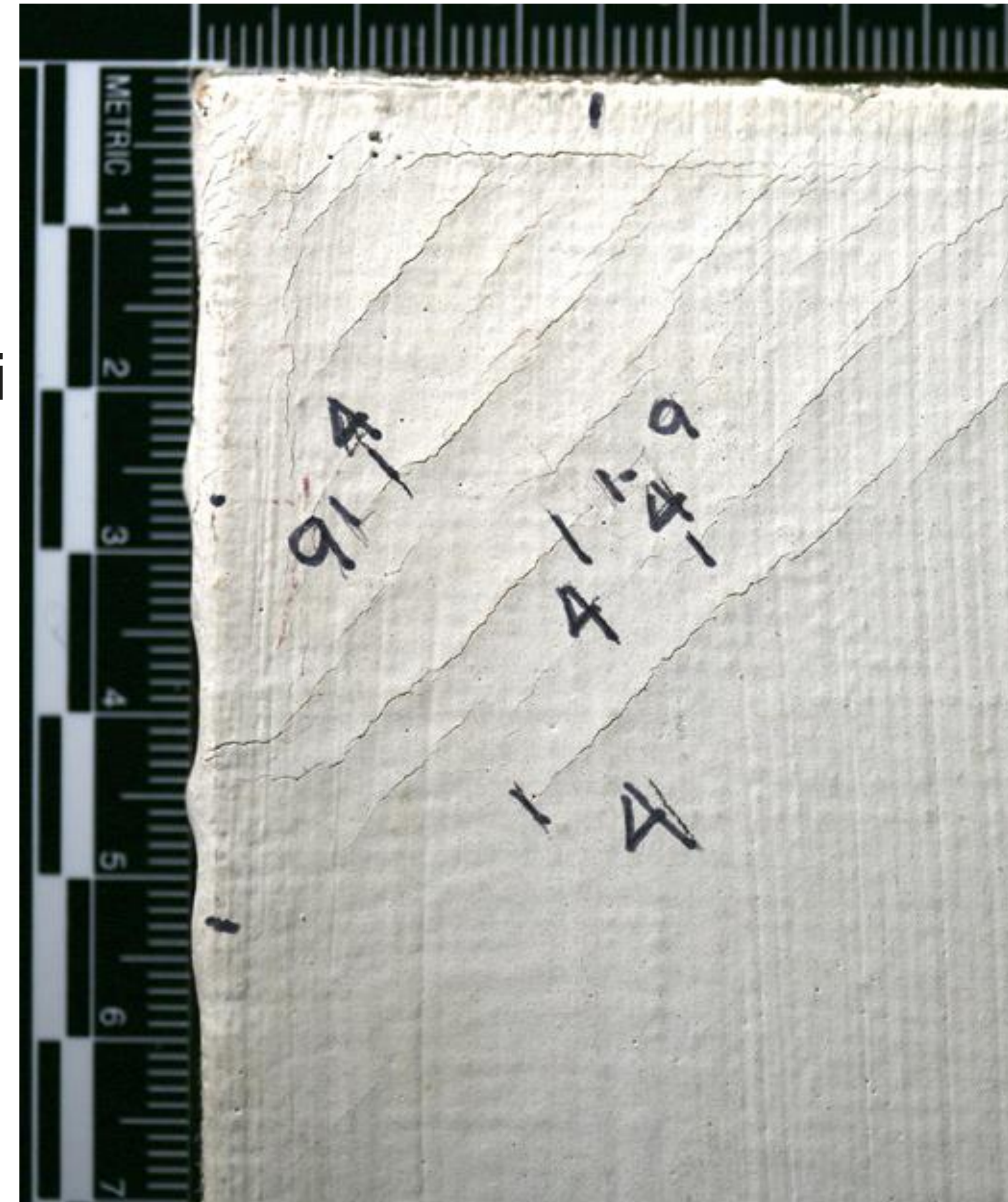
In einer untergeordneten Serie von 28 Gemälden
verleichte sich Turner den Eisenbahnschienen,
die in die Mitte seines Meisters in Richtung auf den
Frieden stießen. Symmetrisch haben er sie
für den Betrachter (1844) und Witterungs-
den Blick. Das Bild Turner den
mit einer Reihe von Schienen in
komplexen Kreisen. Diese
kurze Passage kulminiert in
einem Schienen.

... of twenty-five paintings
the grandest that stand in the
to show. He wanted them
light and weather
Turner's most direct the
ing a row of grandest and
the space. The rest of century
the bright play of color
approach to the



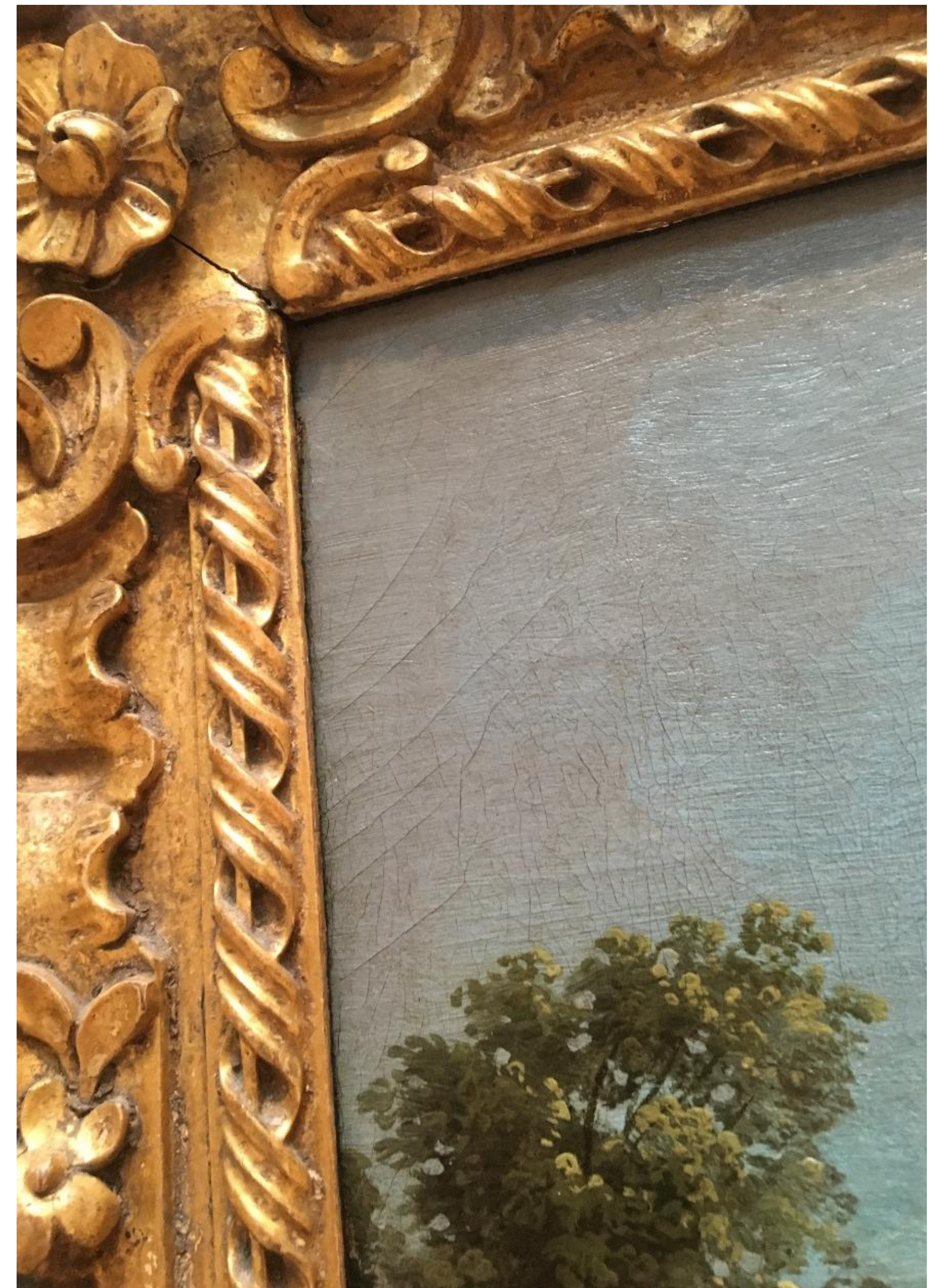
Cele

- Zrozumienie mechanizmów powstawania zniszczeń spowodowanych wahaniami klimatu
- Wyznaczenie bezpiecznych zakresów zmienności warunków klimatycznych dla muzeów oraz miejsc historycznych
- Oszacowanie efektów potencjalnych strukturalnych lub chemicznych zabiegów konserwatorskich



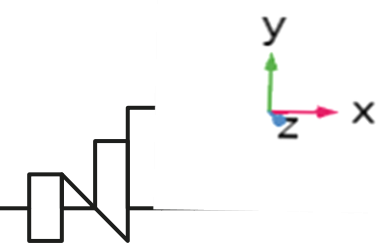
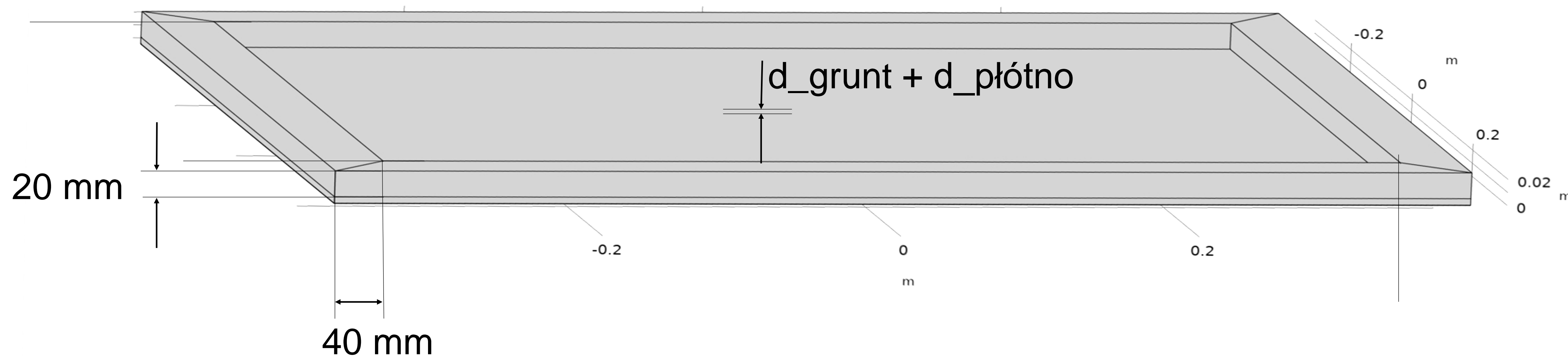
Obserwacje

- Dane z Yale Center of British Art oparte na analizie 150 skanów rentgenowskich
 - 30% nie ma widocznych spękań
 - 20% spękania narożnikowe
 - Spękanom narożnikowym zawsze towarzyszą spękania w środku
- Dane z Muzeum Narodowego w Krakowie
 - 15-20% posiada spękania narożnikowe
 - Nie występują spękania narożnikowe bez spękań w środku



Geometria

Wymiary całkowite: 762 mm x 635 mm (stosunek boków 1:1.2 –
obrazy z Duńskiego Złotego Wieku 1800 – 1850)

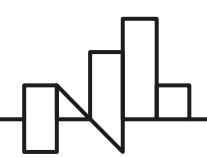
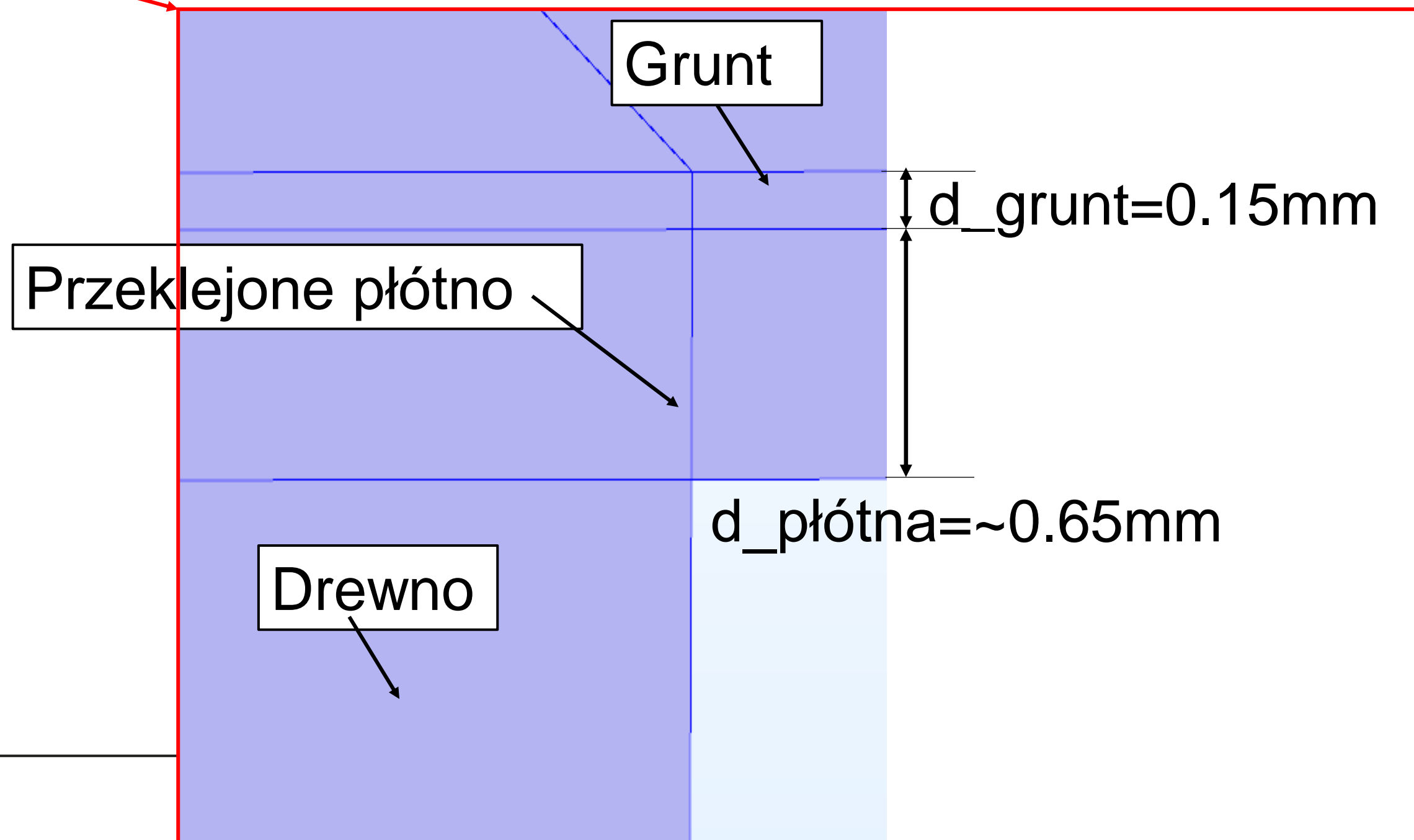
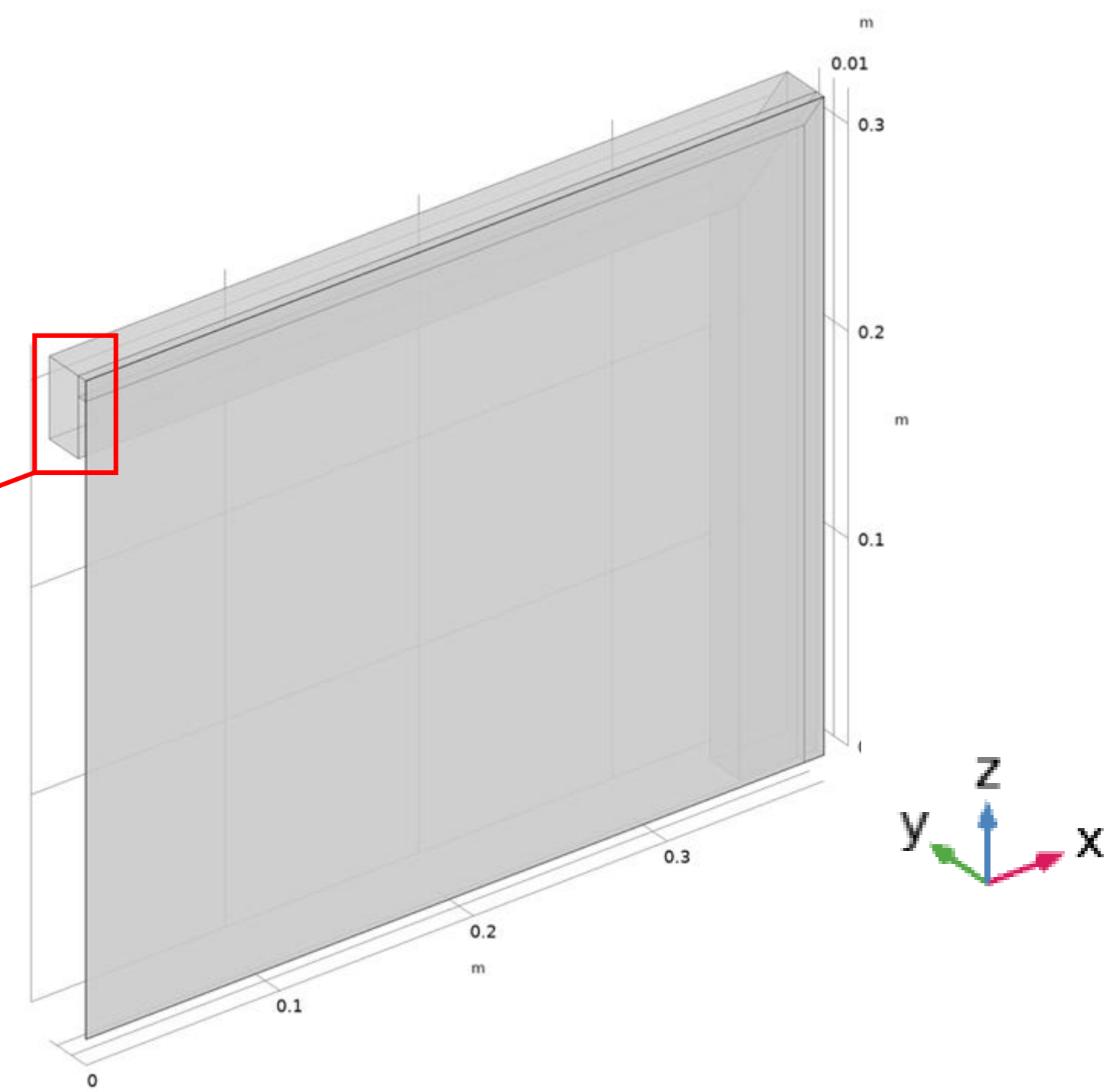


Geometria

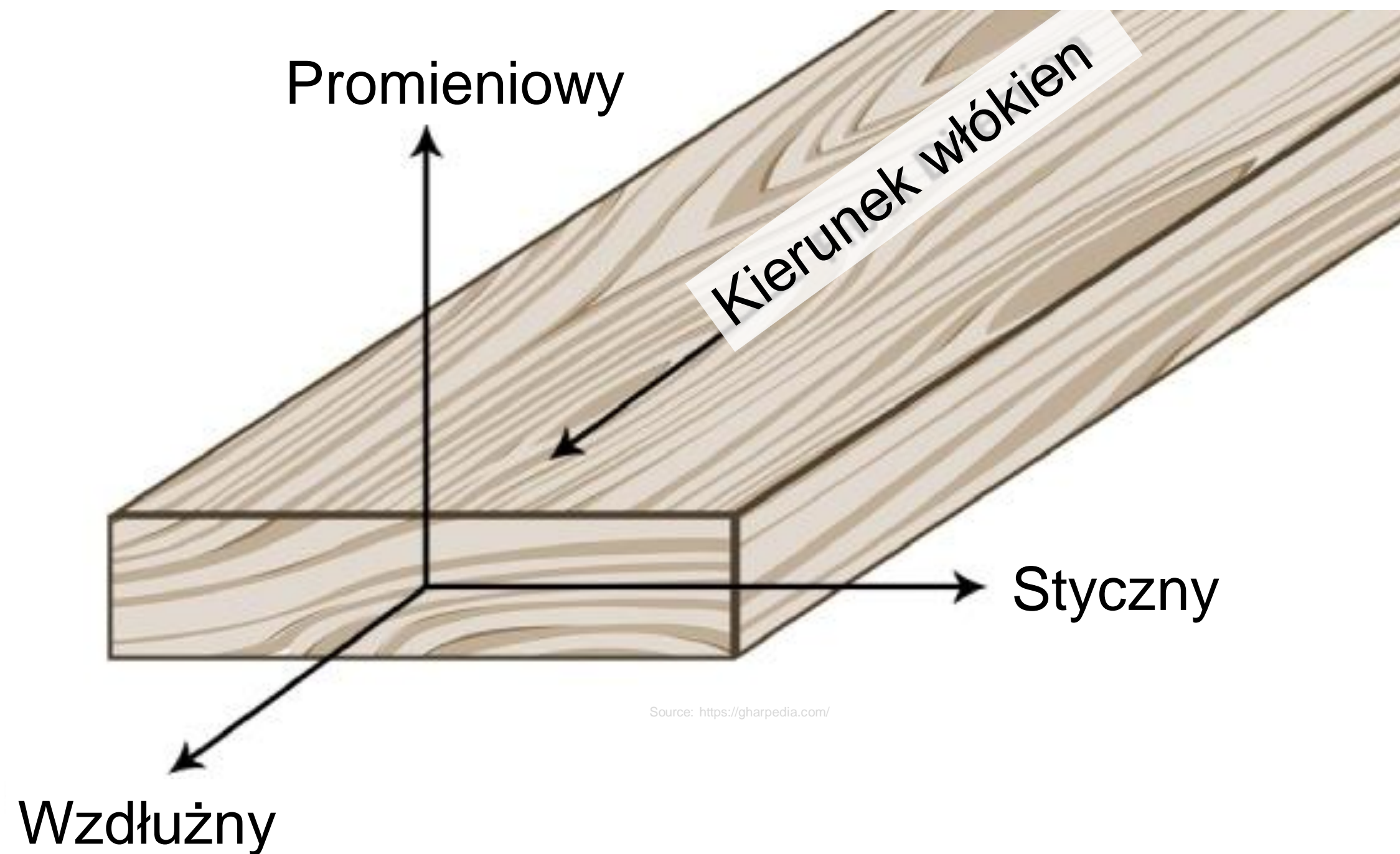
$d_{kant}=0.5\text{cm}$



$w_{kant}=1\text{cm}$



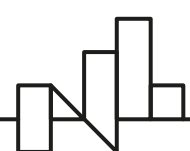
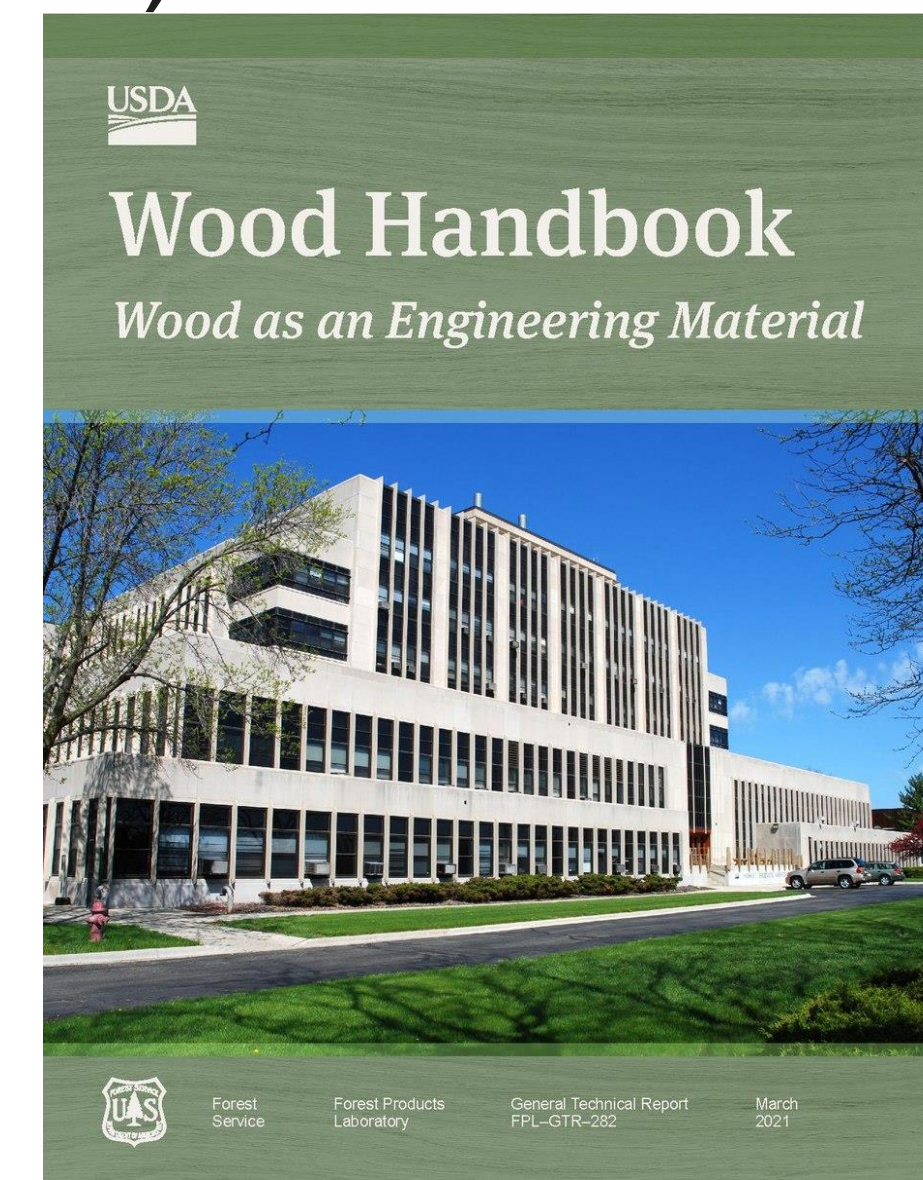
Właściwości drewna



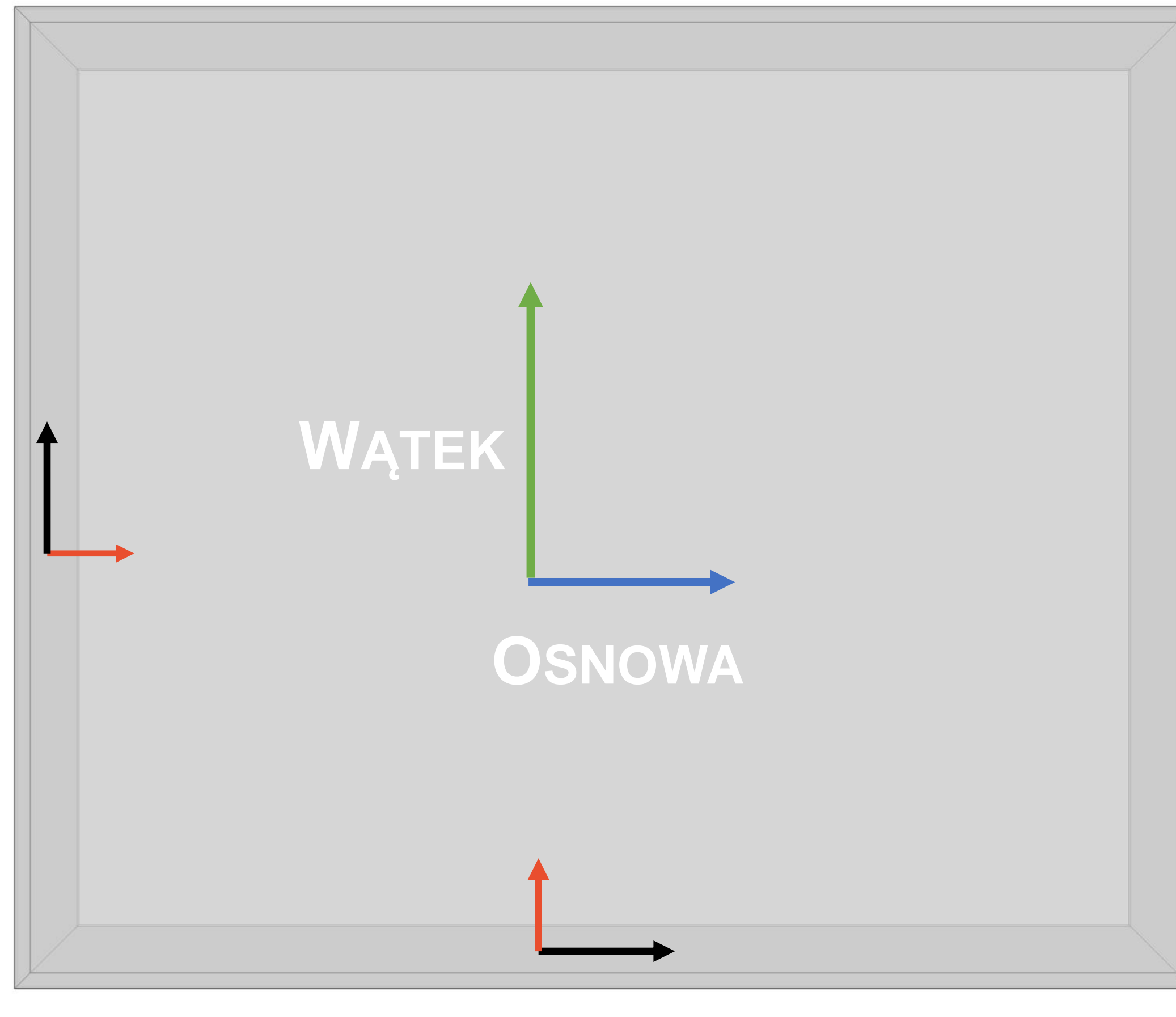
Wszystkie właściwości pochodzą z *Wood handbook* dla **dębu białego**

Studia parametryczne dla krosna o sztywności:

- 1000 razy mniejszej niż normalna
- normalnej ($1,23 \times 10^{10}$ Pa)
- 1000 razy większej



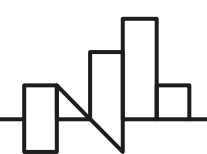
Orientacja płótna



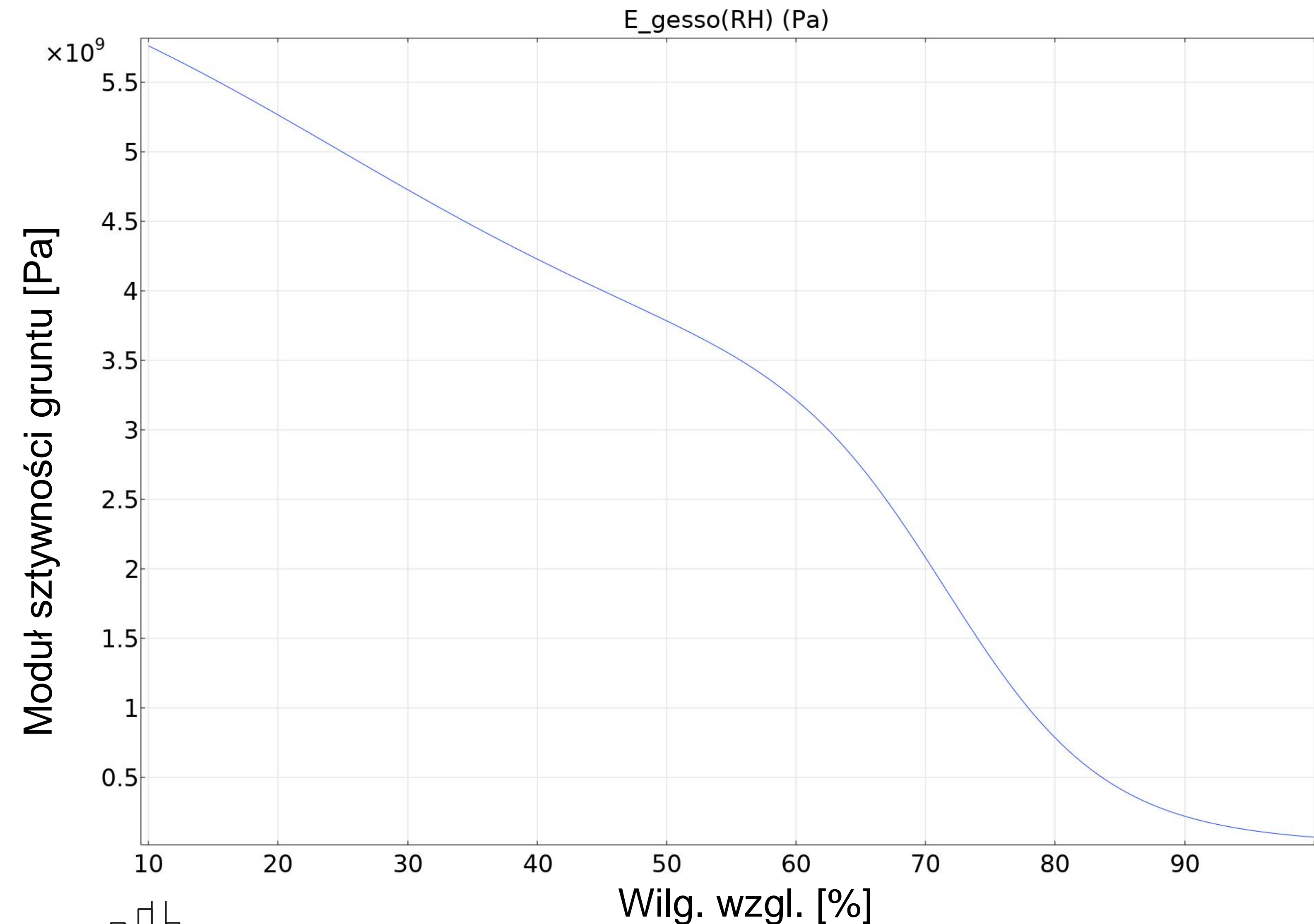
Moduł elastyczności (drewno):

↑ Wzdłużny

↑ Promieniowy



Właściwości gruntu

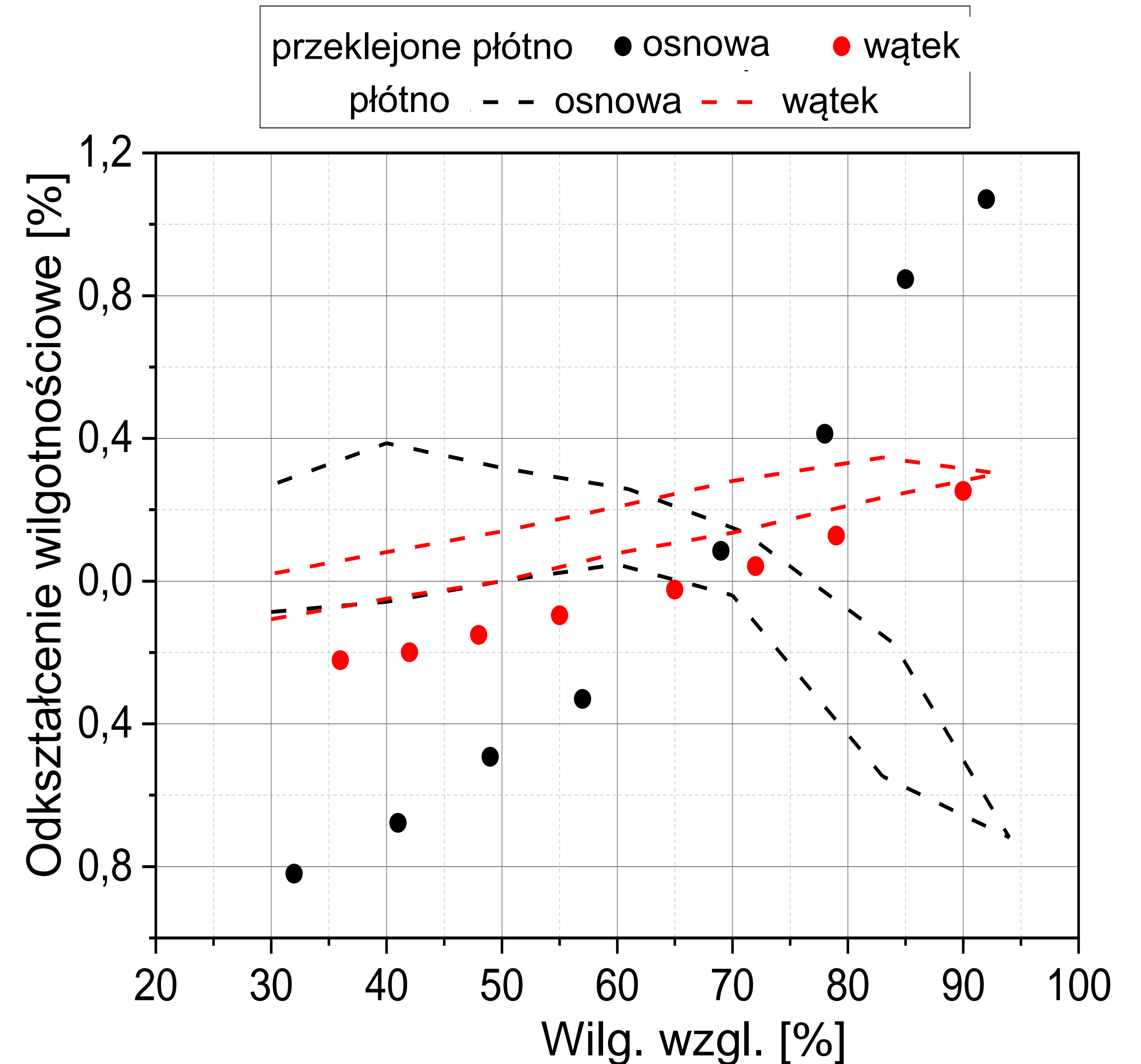
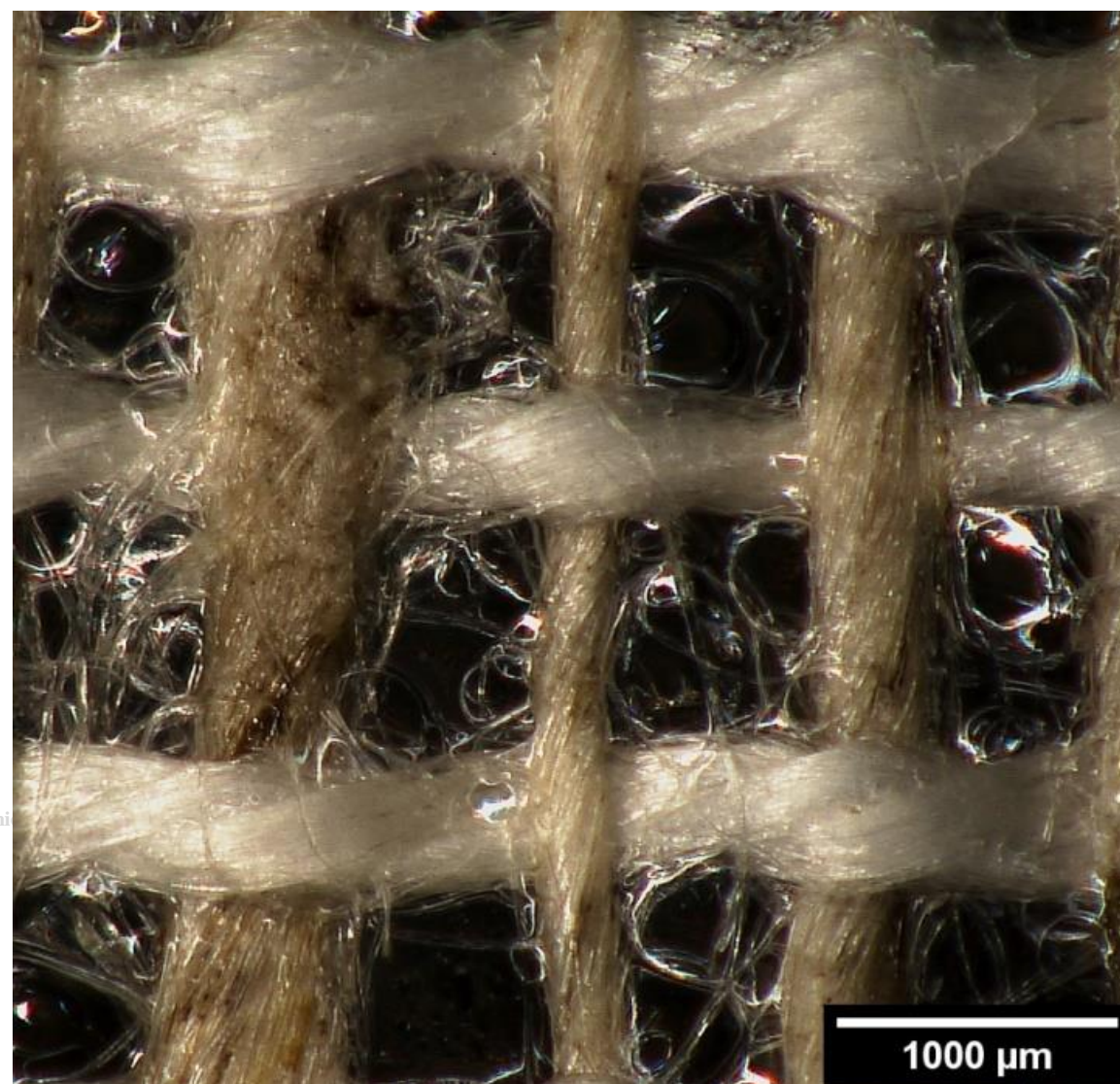


E_grunt (wilg.wzgl.)	3.77 [GPa] @ 50%
α _grunt	$2.35 \cdot 10^{-5}$ na % wilg. wzgl.
v_grunt	0.2
Odkształcenie przy zerwaniu	0.2 %



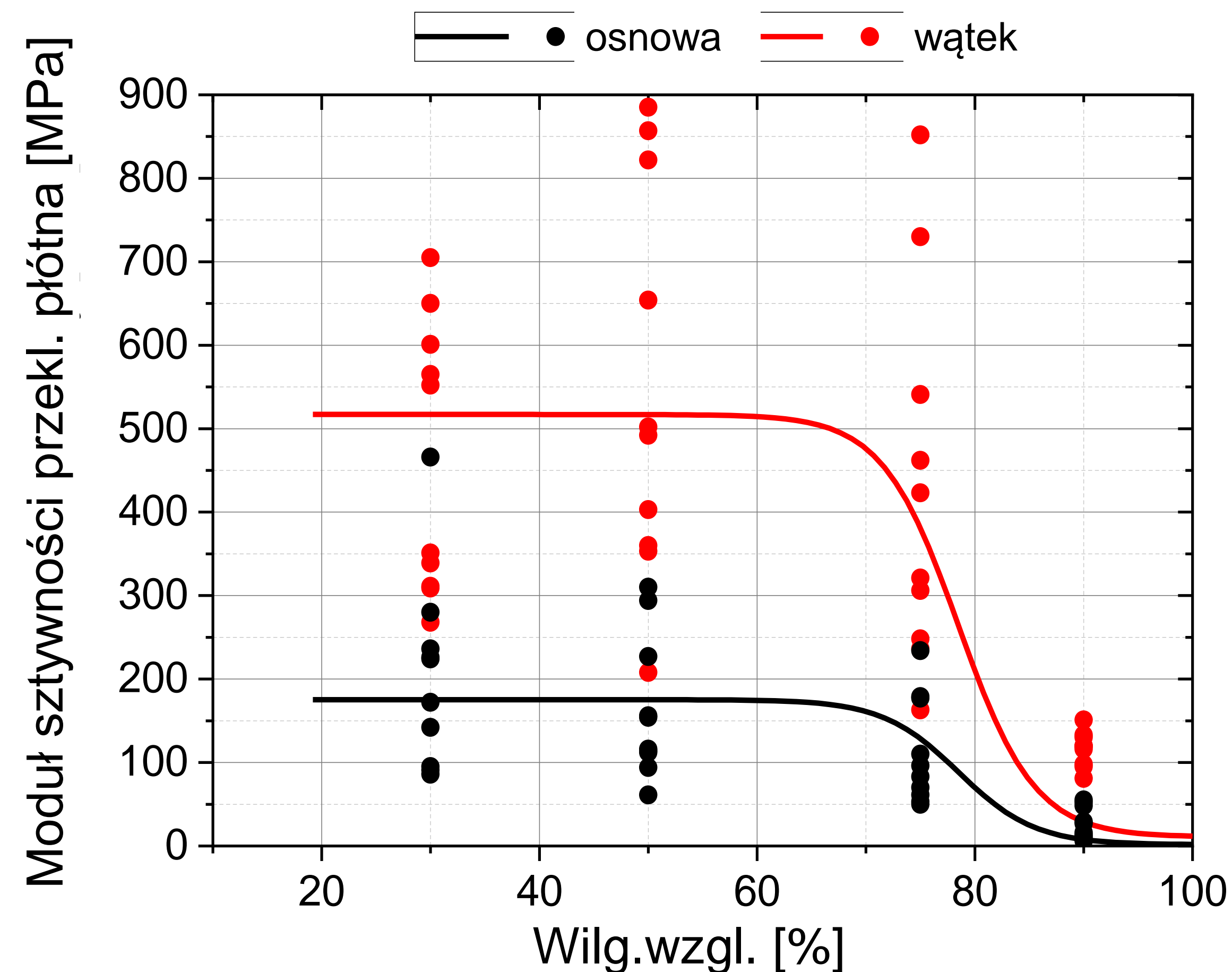
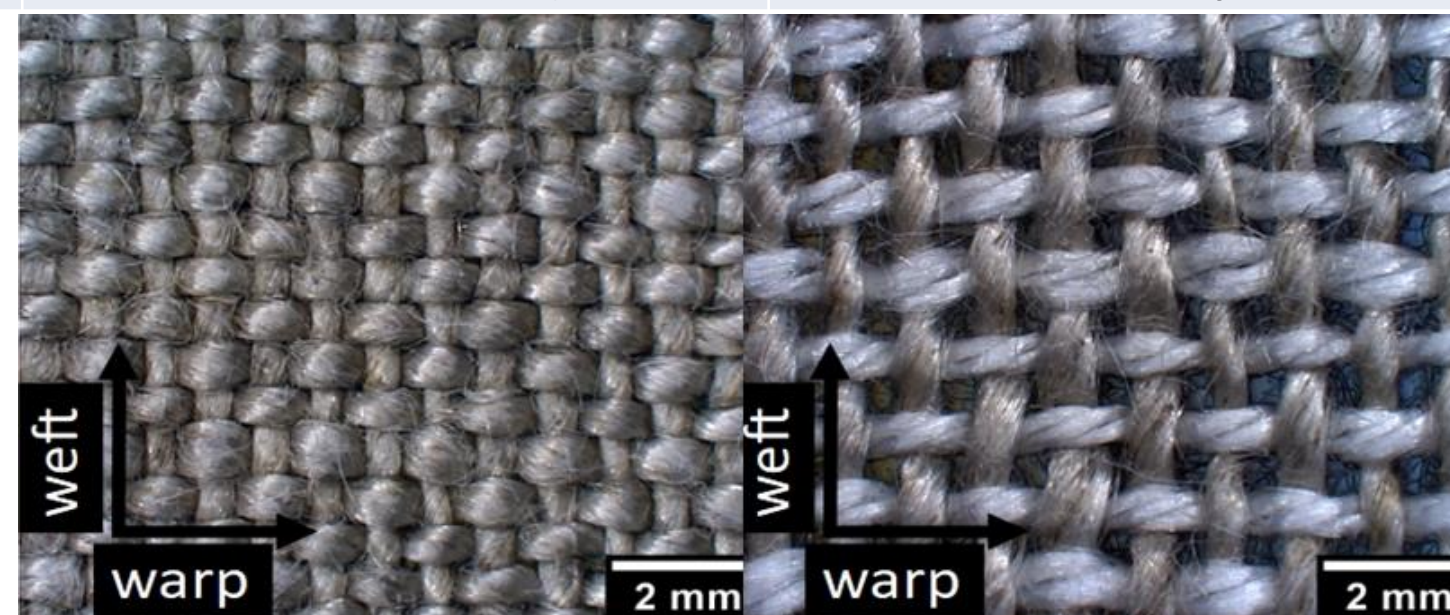
Właściwości przeklejonego płótna

- Odpowiedź wilgotnościowa jest różna dla przeklejonego /nieprzeklejonego płótna
- Współczynniki odpowiedzi wilgotnościowej zależą od typu płótna



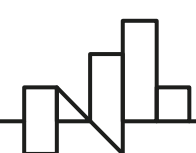
Właściwości przeklejonego płótna

	CTS 1111	CTS 2297
Nici w wątku x osnowie [1/cm]	13 x 15	9 x 9
Wsp. Poissona	0.26	0.25
α osnowa [10^{-4} per %]	3.2	3.0
α wątek [10^{-4} per %]	0.9	1.2
Grubość [mm]	0.728	0.635
Splot	zamknięty	otwarty



WĄTEK – sztywniejszy

OSNOWA – większa odpowiedź wilgotnościowa

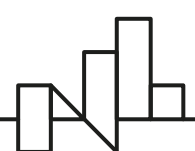


Analiza wpływu

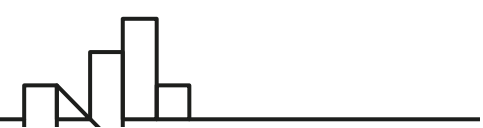
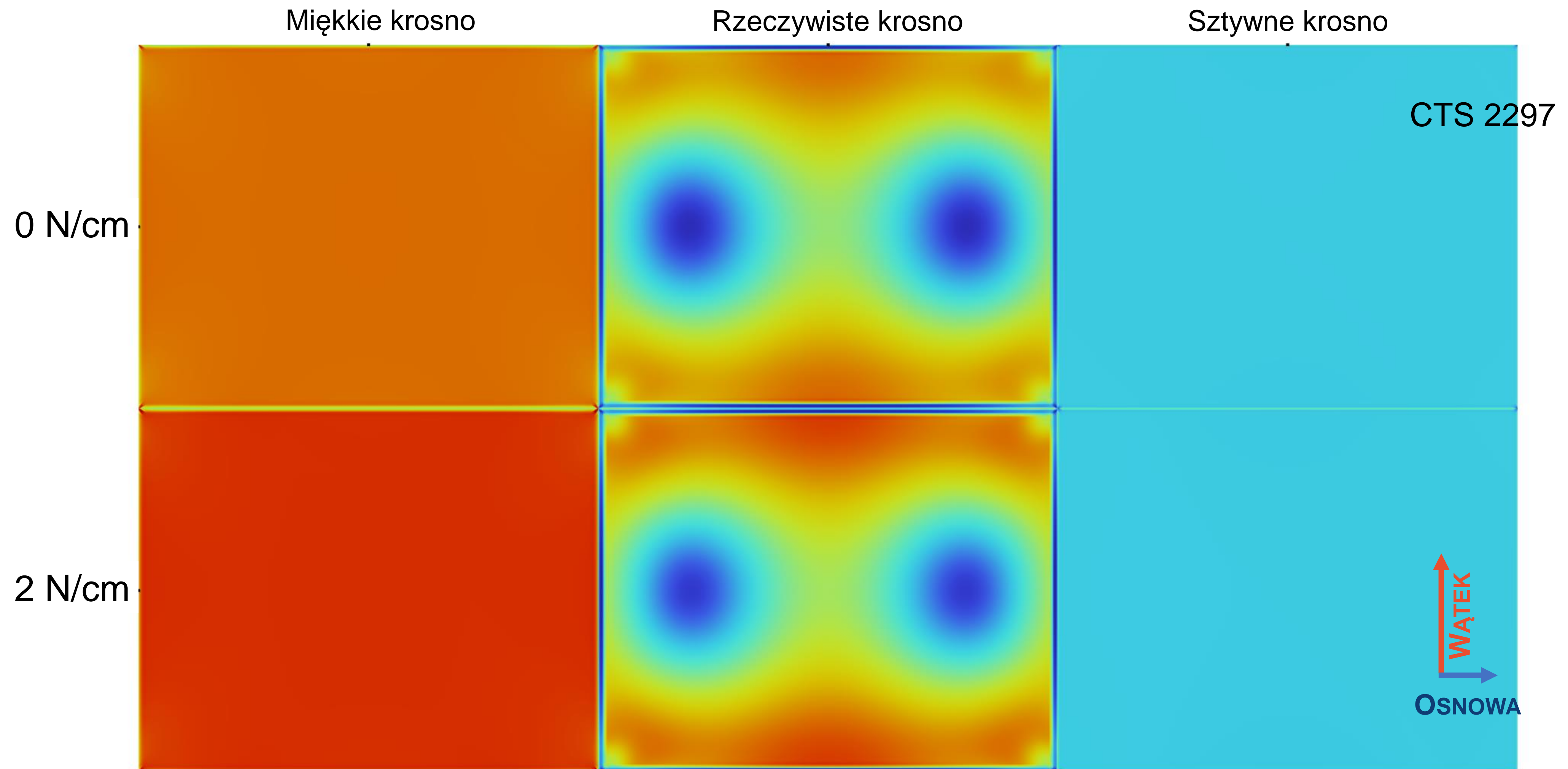
- sztywności krosna
- siły naciągającej płótno – 0 lub 2 N/cm
- współczynników odpowiedzi wilgotnościowej
- grubości płótna i gruntu

Symulacja

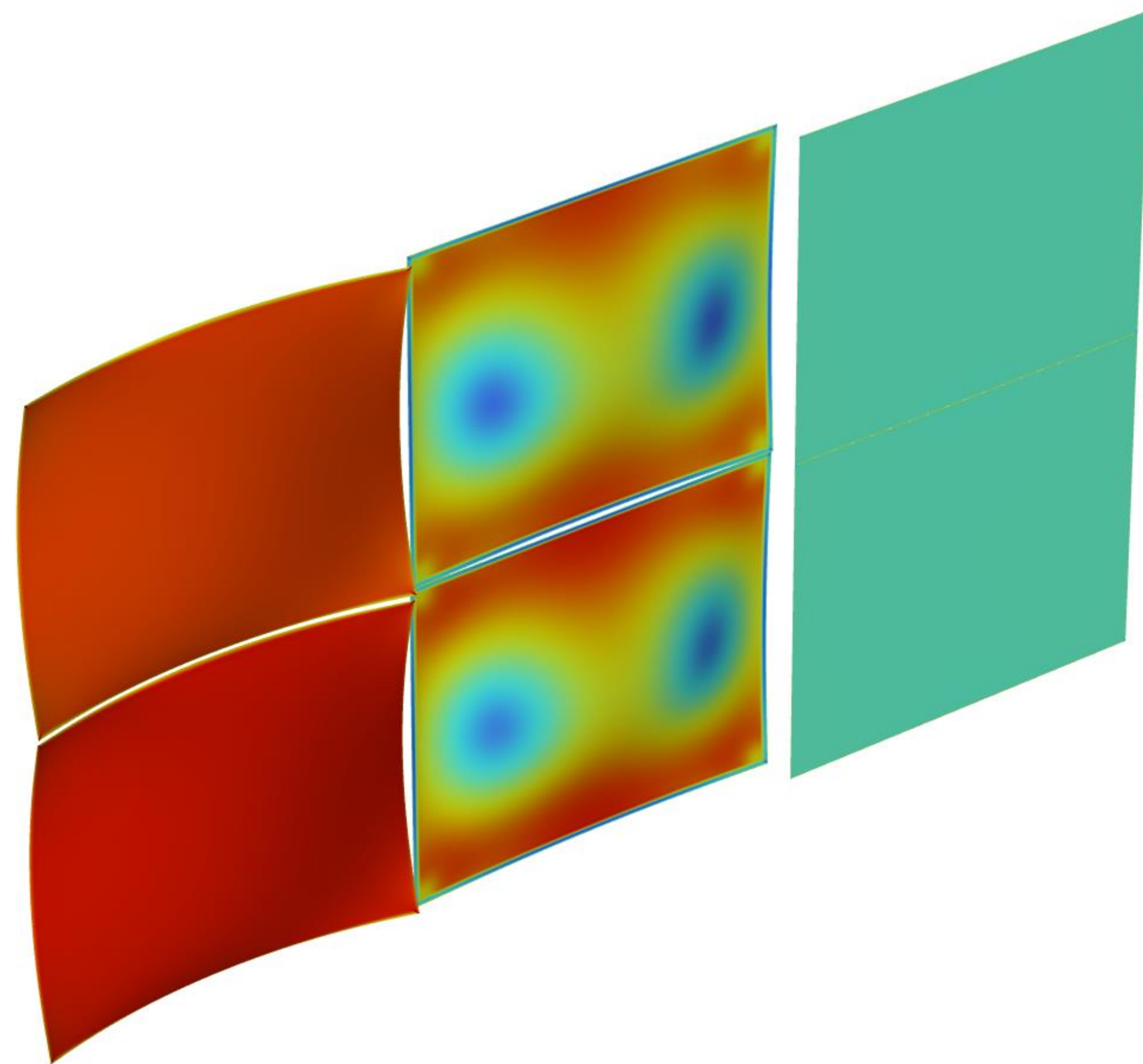
- Spadek wilg. wzgl. od 80% to 30% (80/90 → 30/20)



Naprężenie zredukowane von Misesa w gruncie (80% → 30%)

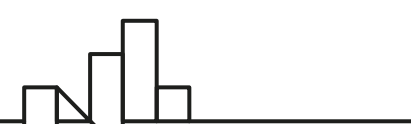


Naprężenie zredukowane von Misesa z deformacją

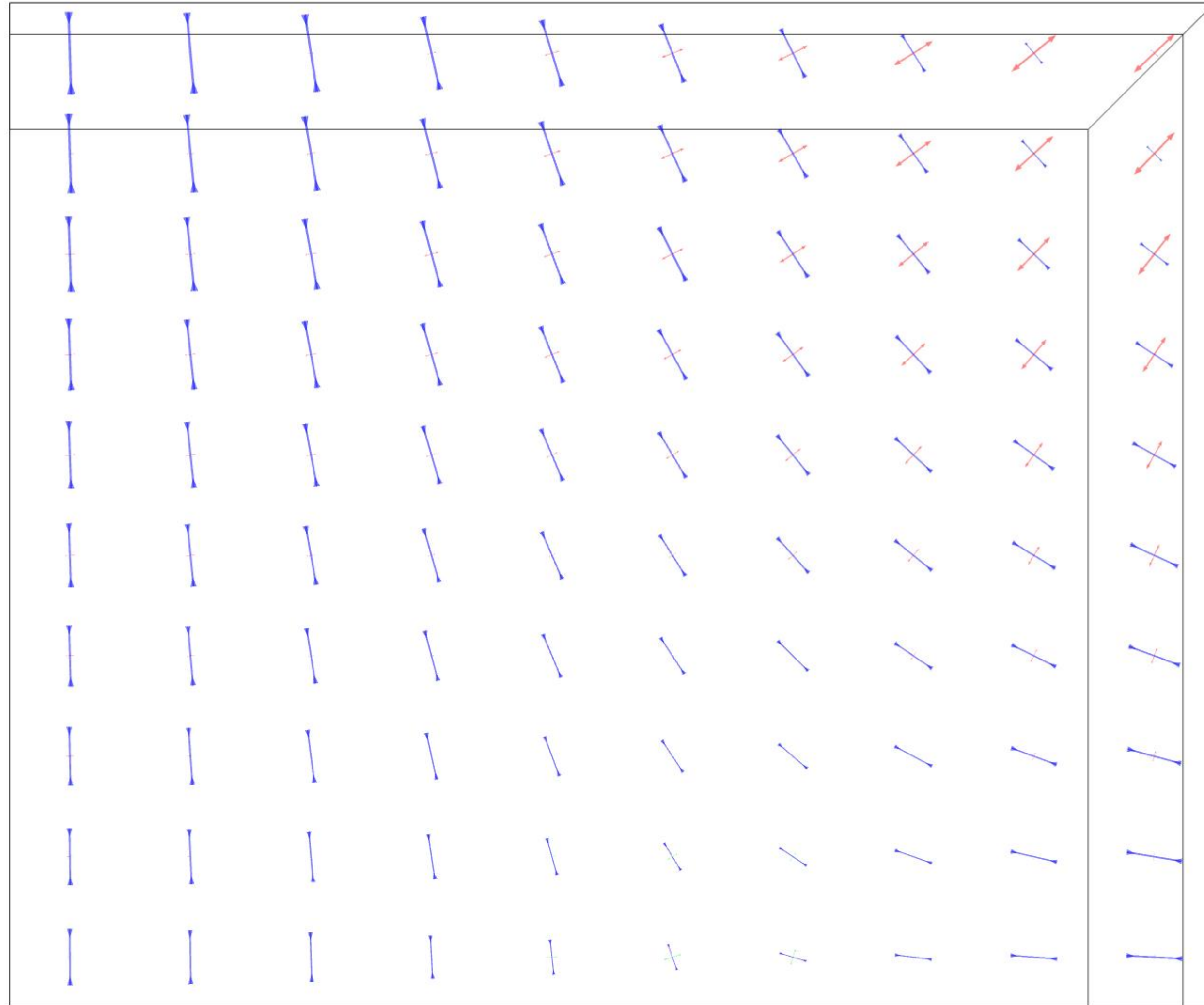


CTS 2297

Deformacja x5

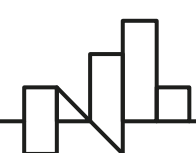


Naprężenia główne – rzeczywiste krosno

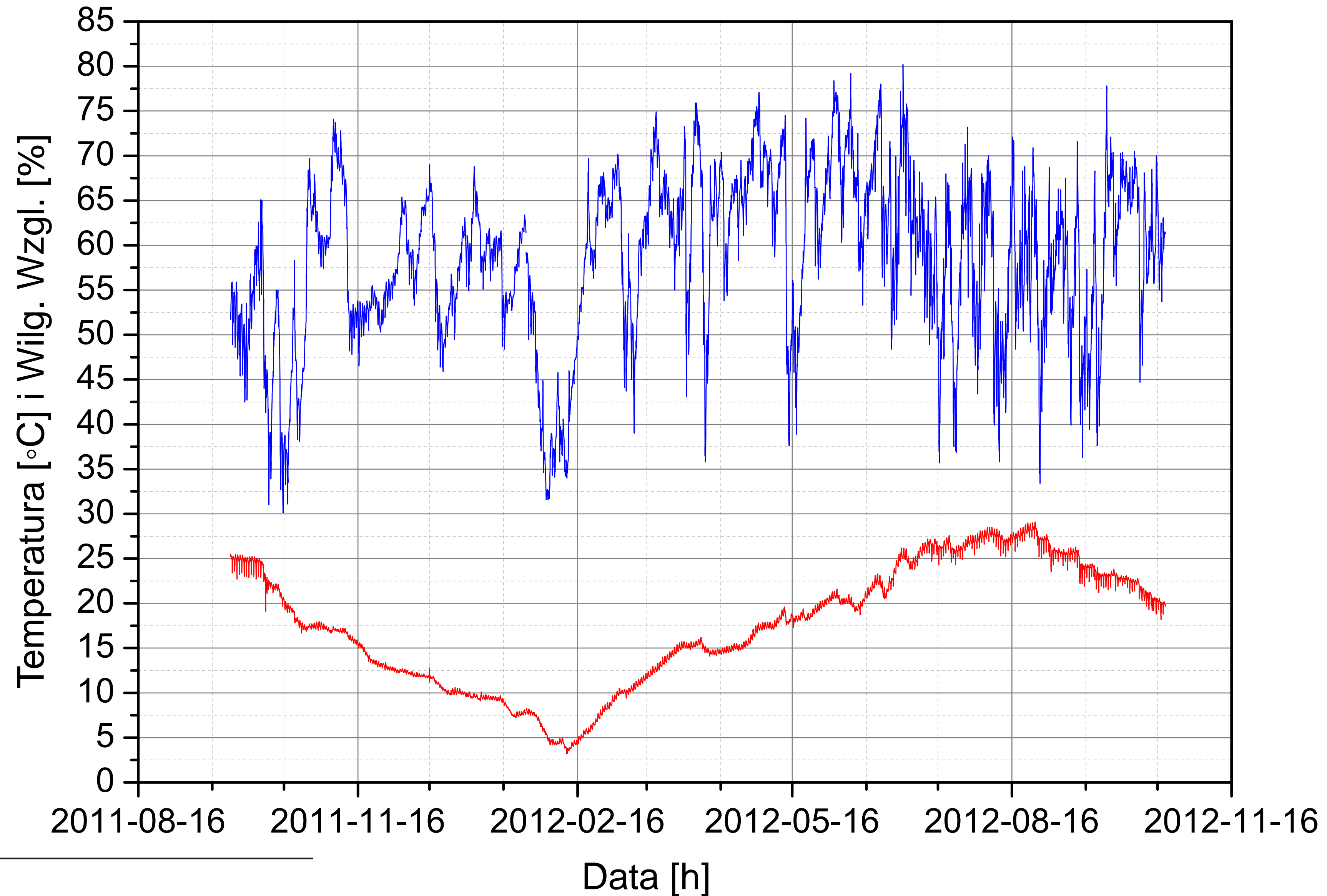


Krytyczny spadek wilg. wzgl.

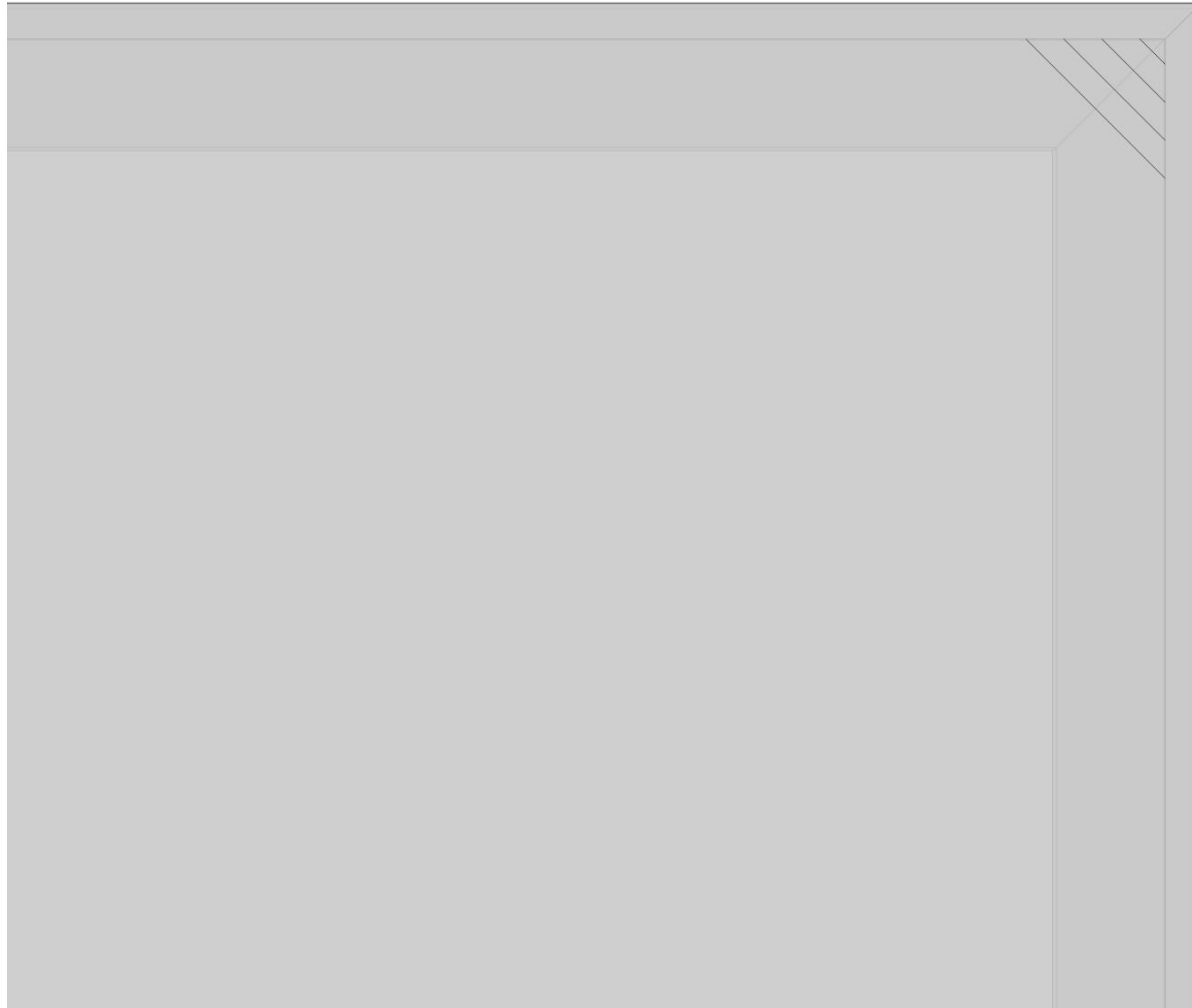
	Spadek wilg. wzgl. powodujący pierwsze pęknięcie	
	CTS 2297	CTS 1111
0 N/cm	80 → 48	80 → 46
2 N/cm	80 → 51	80 → 49
0 N/cm	> 50 → 10	> 50 → 10
2 N/cm	> 50 → 10	> 50 → 10



Klimat – Kościół Santa Maria Gloriosa dei Frari, Wenecja

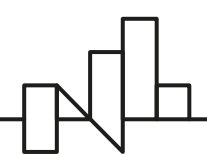
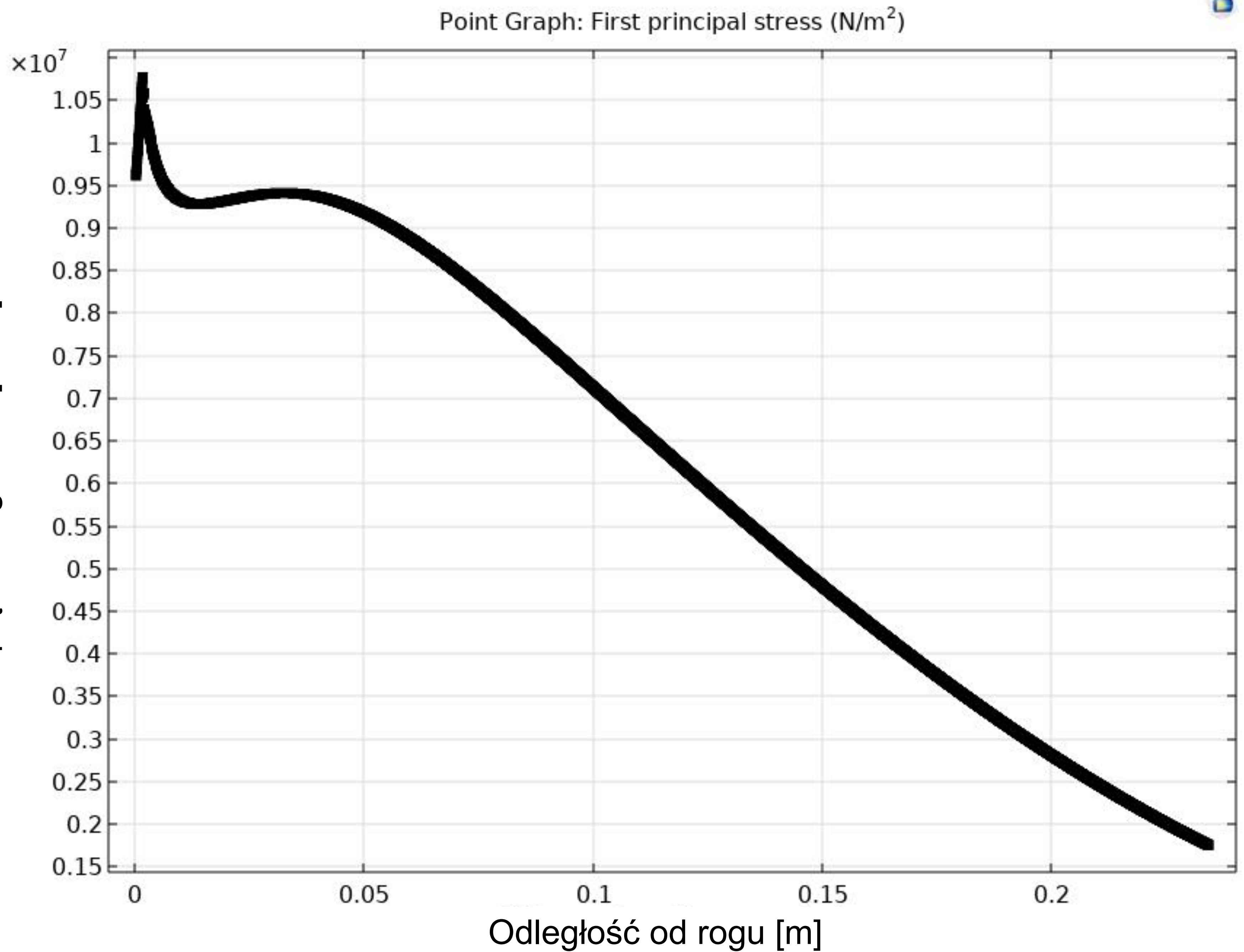


Wprowadzenie spękań narożnikowych

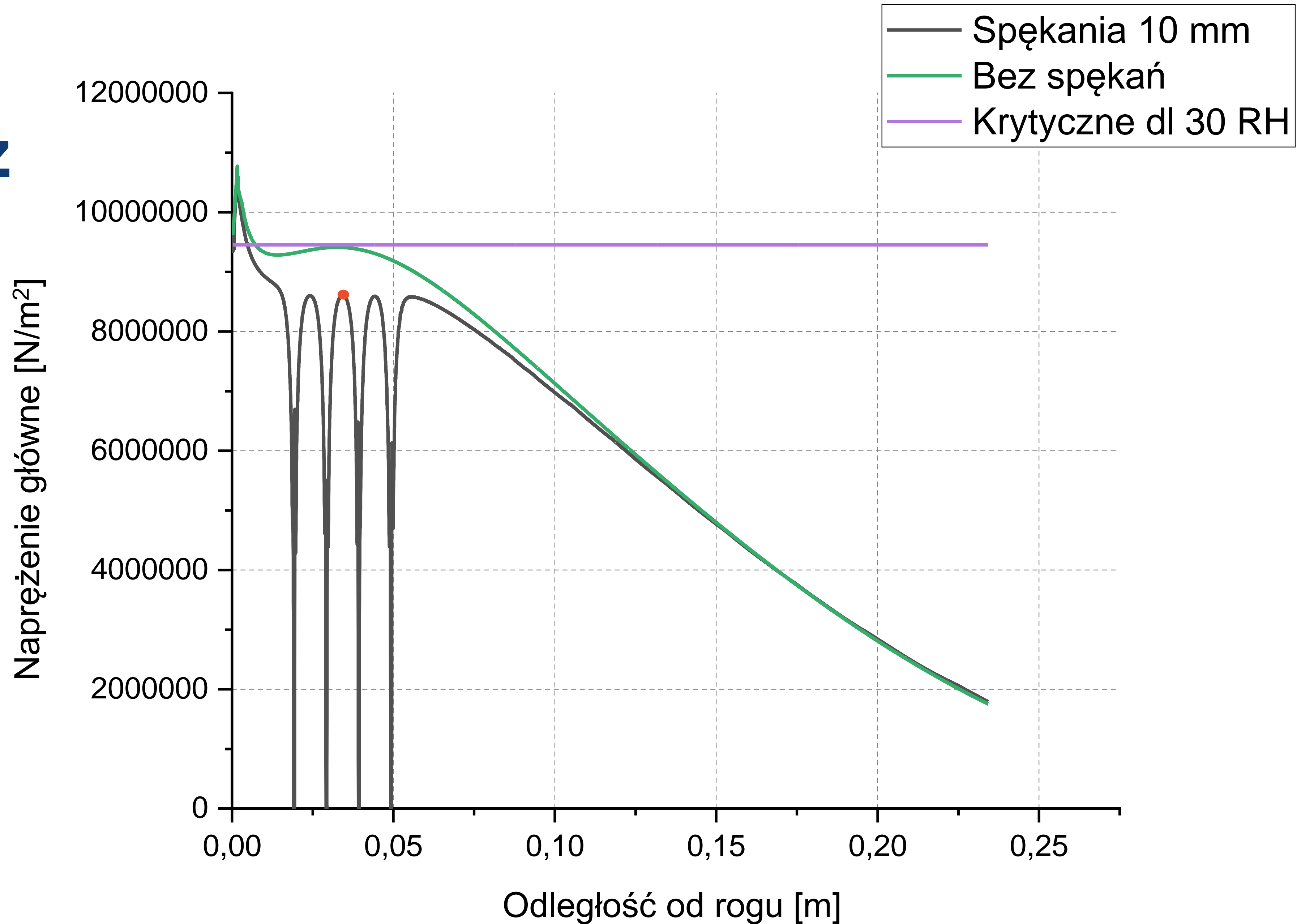


Naprężenie główne wzdłuż przekątnej (bez spękań)

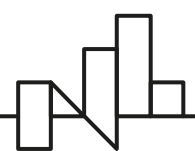
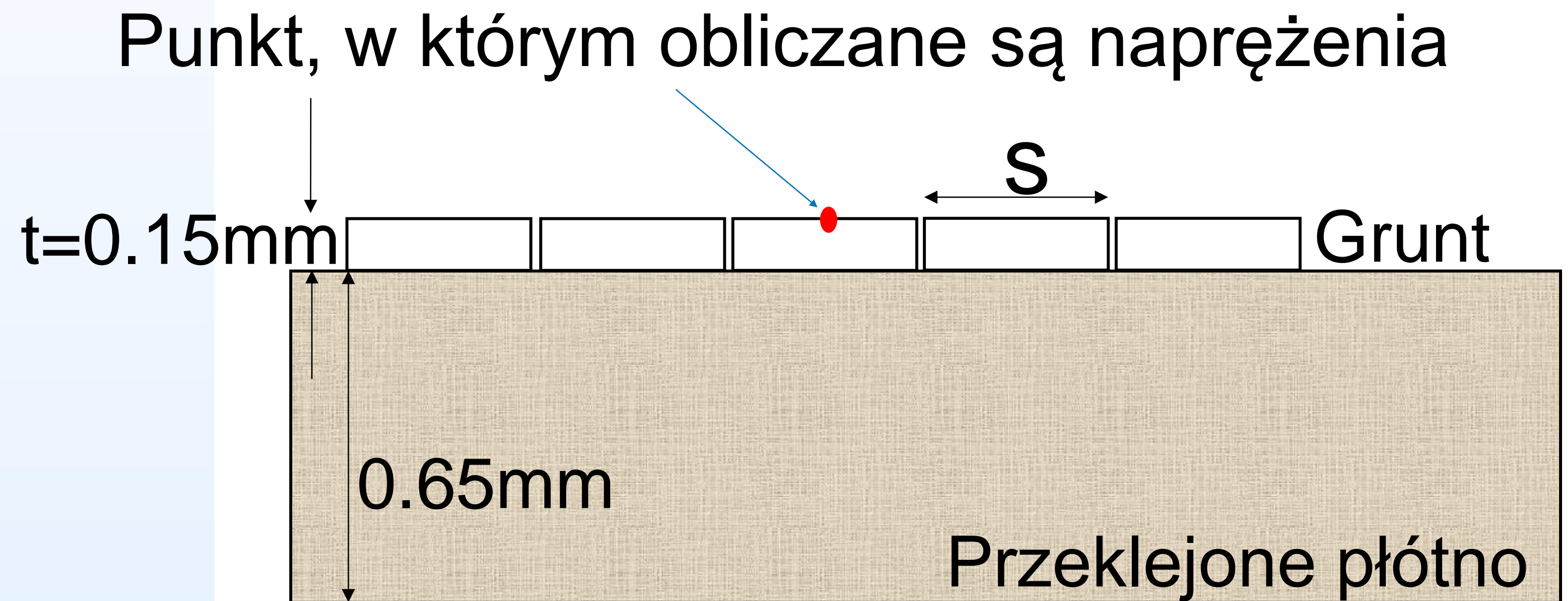
Naprężenie główne [N/m²]



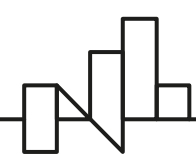
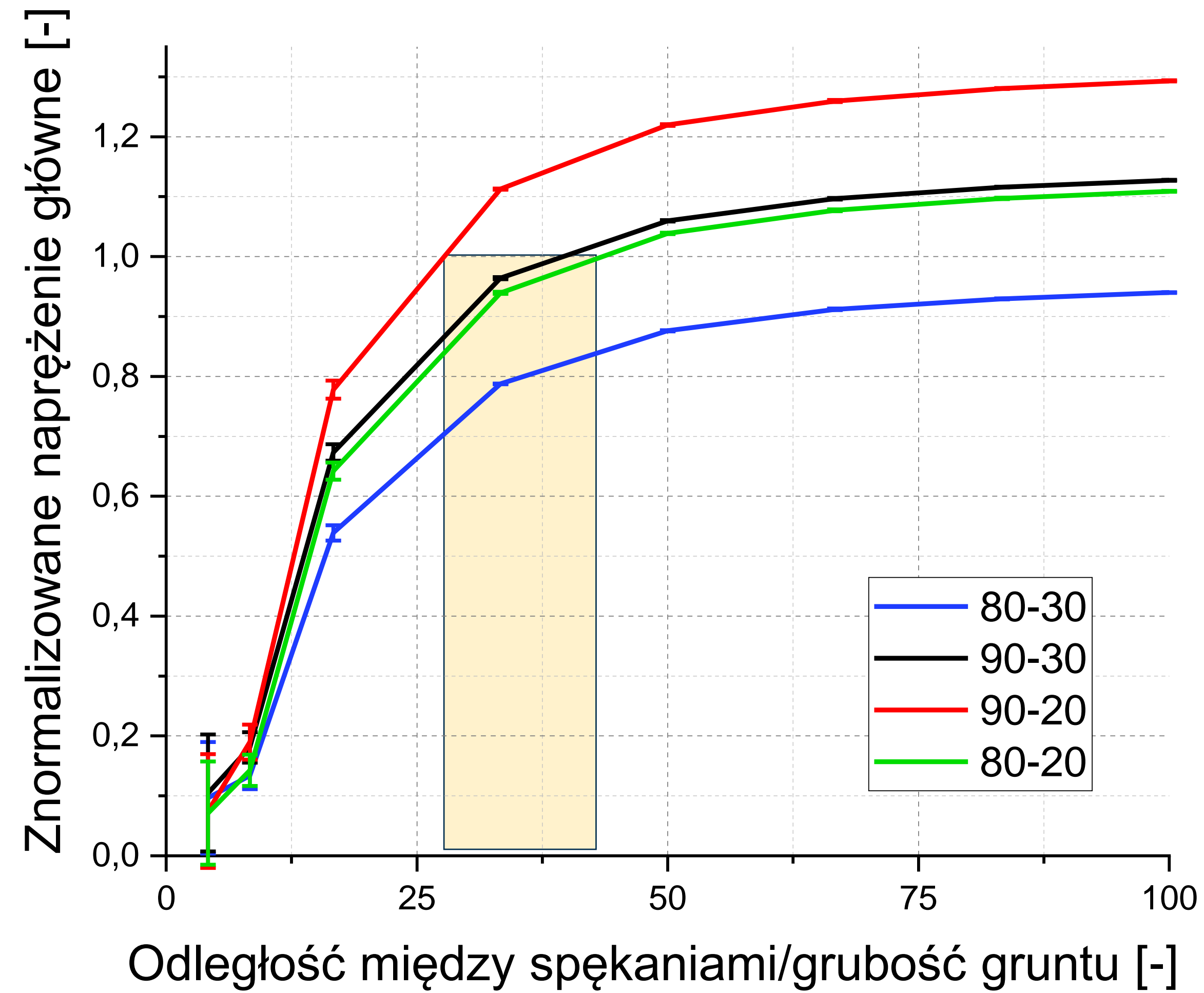
Naprężenie główne wzdłuż przekątnej - odległość między spękaniem 10 mm



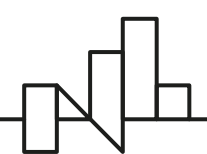
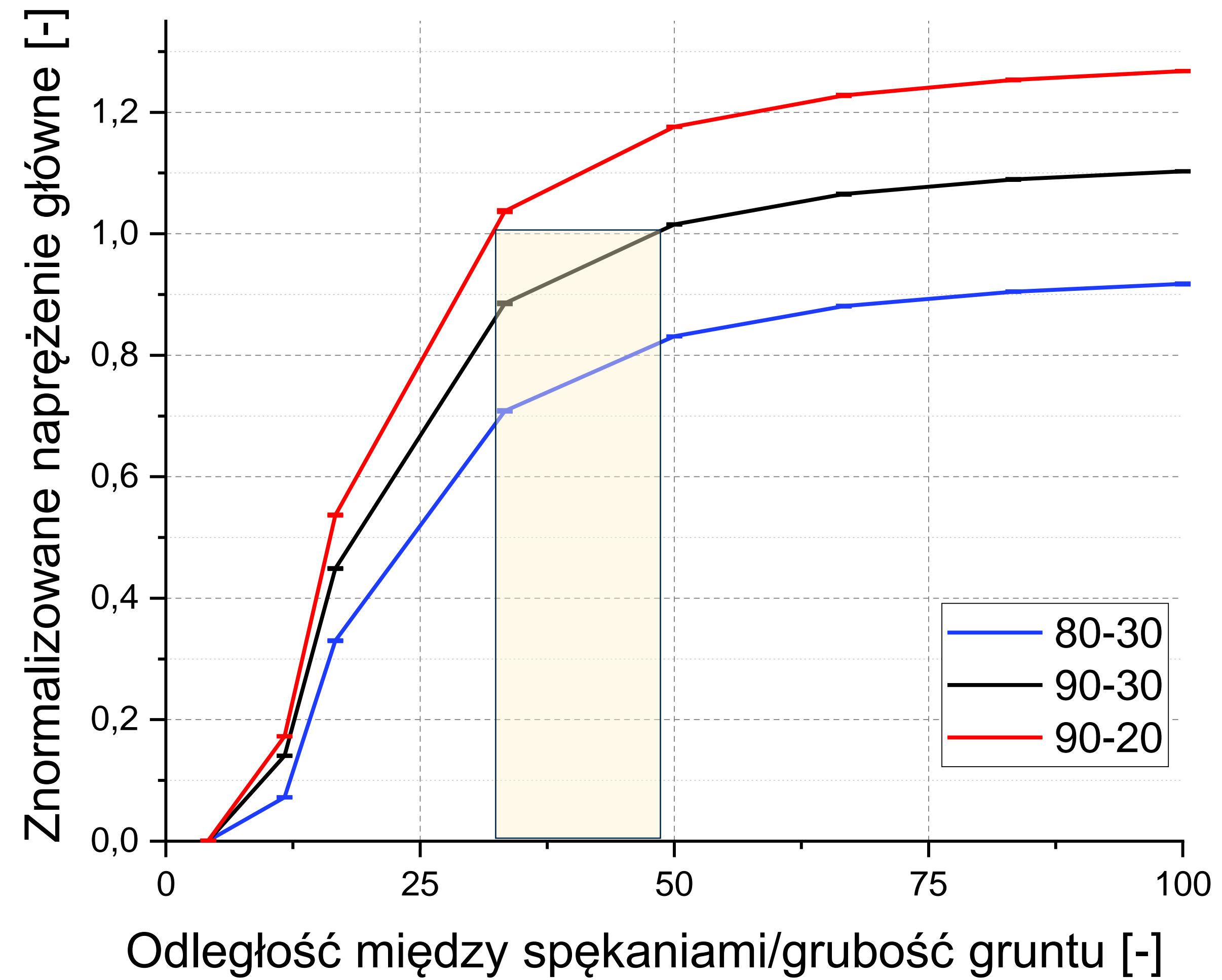
Czynnik S/t



Czynnik S/t

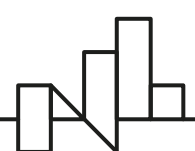


Czynnik S/t



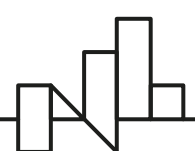
Wnioski

- Elastyczne krosna są odpowiedzialne za koncentrację naprężeń w narożach; sztywne krosna redukują maksymalne naprężenia
- Bezpieczne zmiany RH: $80 \rightarrow 50$; $50 \rightarrow 10$ ale...
- ... istniejące pęknięcia zwiększają zakres zmian bezpiecznych
- Dla analizowanego przypadku stosunek S/T, poniżej którego spękania nie będą się rozwijały wynosi 30 – 40, co odpowiada odległości 4,5 - 6 mm



Plany

- Walidacja modelu poprzez porównanie **odległości** między spękaniami i **obszaru** spękań narożnikowych z rzeczywistymi obrazami
- Uwzględnienie różnych grubości oraz niejednorodności grubości
- Dodanie warstwy farby



Dziękuję!

„Model obrazów ze spękaniami wspierający ustalenie racjonalnych wytycznych środowiskowych w muzeach – CRAQUELURE”

Badania naukowe prowadzone w ramach projektu 2019/34/H/HS2/00581 otrzymały wsparcie finansowe ze środków Norweskiego Mechanizmu Finansowego na lata 2014-2024