

**Politechnika
Warszawska**

BADANIE POŁĄCZEŃ PUNKTOWYCH W PAKIETACH SZYBOWYCH

Zleczone prace w ramach projektu badawczego "LIDER XI" NCBiR.: „Innowacyjne rozwiązania dla szkła laminowanego mocowanego punktowo o zwiększonej nośności pokrytycznej”

Karolina Krzyżanowska
Wiktoria Felczak
Michał Machoń

Pod kierownictwem dr inż. Macieja Cwyla
Projekt realizowany w ramach grantu prowadzonego przez dr hab. inż. Marcina Kozłowskiego

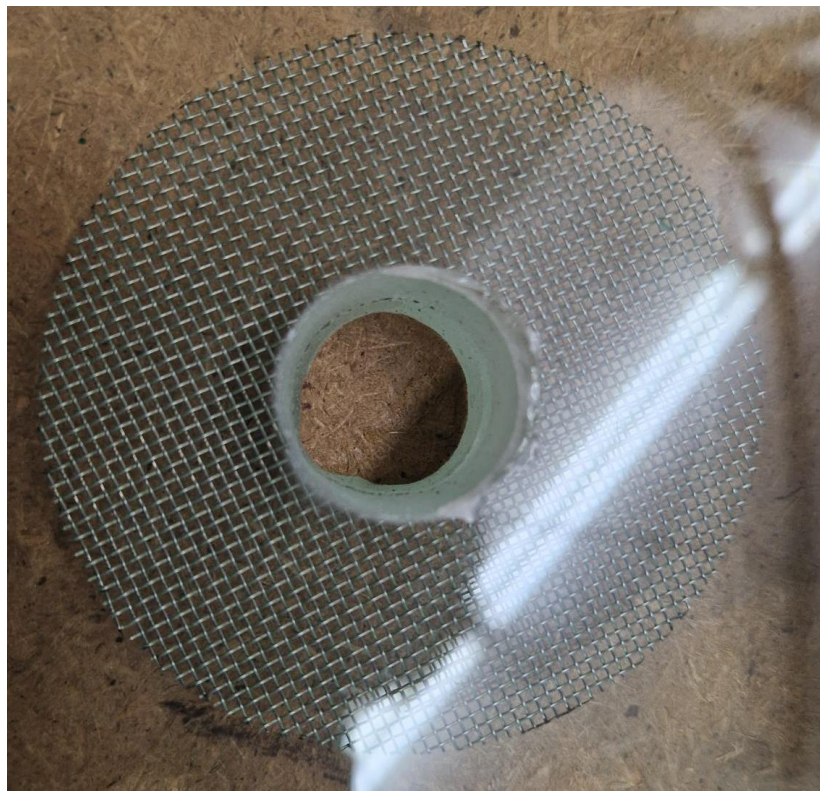


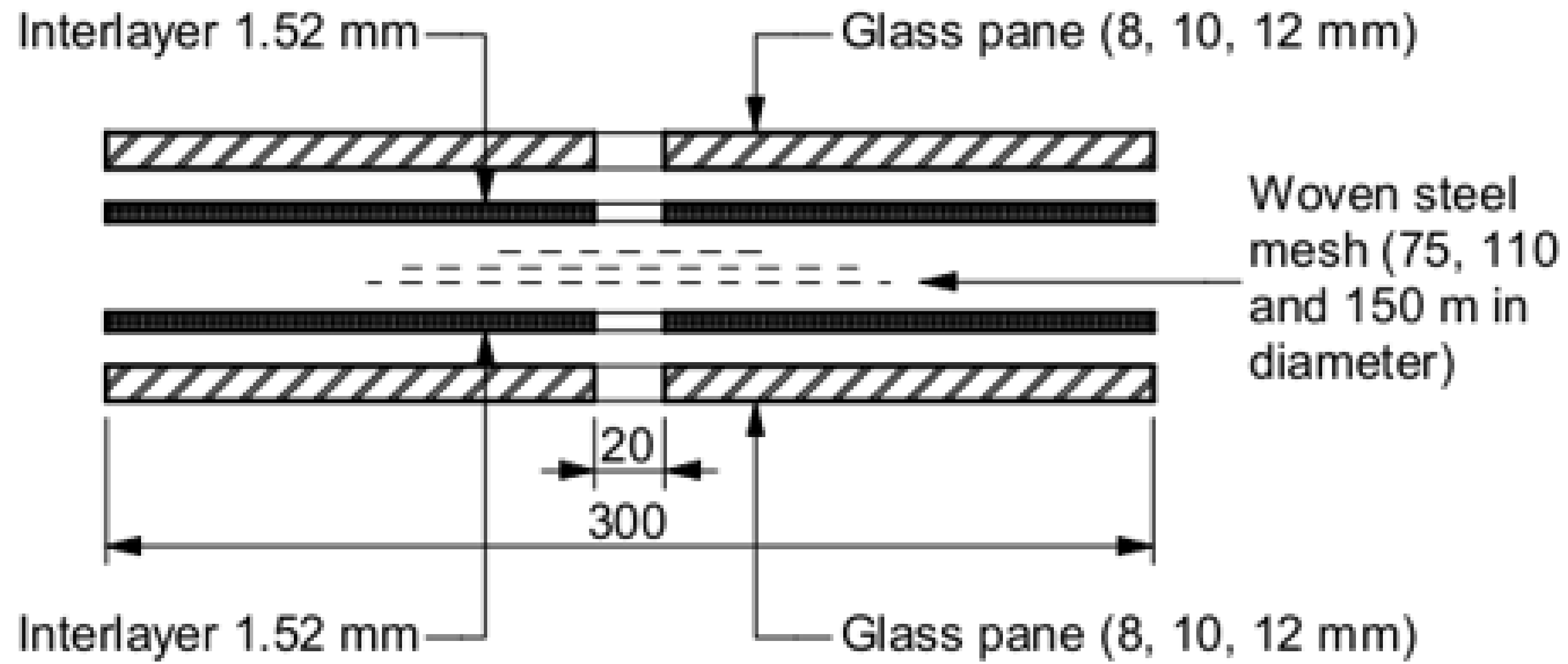
PRZEDMIOT BADAŃ

➤ Połączenia punktowe w laminowanych pakietach szklanych o grubości tafli:

- 8 mm
- 10 mm
- 12 mm

wzmacniane kolejno krążkami z siatki stalowej o średnicy 75, 110 i 150 mm.





Rys. 1. Schemat przedstawiający zamocowanie siatki wzmacniającej

ZESTAWIENIE BADANYCH PRÓBEK

Grubość tafli [mm]	Liczba próbek			
	Średnica siatki wzmacniającej [mm]			
	-	75	110	150
8	4	4	4	4
10	4	4	4	4
12	-	8	4	4
SUMA:	8	16	12	12

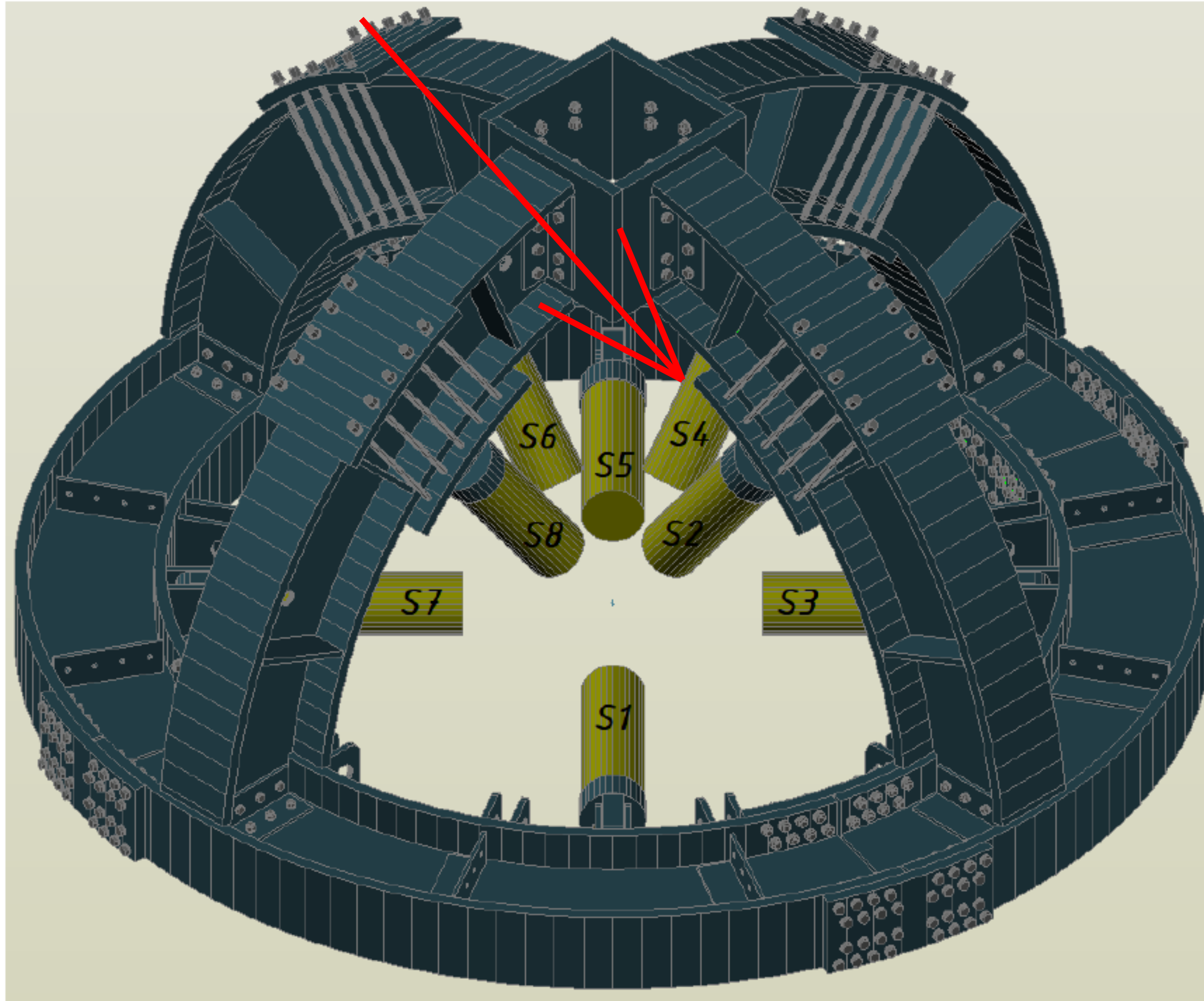
MASZYNA WYTRZYMAŁOŚCIOWA

➤ Układ

- 8 siłowników
 - 4 dolne
 - 4 górne

➤ 2 tryby pracy

- kierowanie obciążeniem (siłą)
- kierowanie przemieszczeniem siłowników





MASZYNA WYTRZYMAŁOŚCIOWA

➤ Parametry maszyny

- Zakres siły 0 - 350 kN
- Zakres przemieszczeń 0 - 180 mm

➤ Co badamy?

- Poliamidowo-aluminiowe ściany fasad
- Kształtowniki aluminiowe do ścian słupowo-ryglowych
- Połączenia śrubowe
- Wsporniki balkonów

STANOWISKO BADAWCZE

➤ Elementy stanowiska

- stalowa blacha pozioma
- kątowniki stalowe
- podkładka z tworzywa sztucznego

➤ Sposób mocowania

- wykorzystanie gwintowanych metalowych końcówek wkręconych do siłownika

➤ Kąt działania siły 45°

➤ Prędkość przyrostu przemieszczenia 10 mm/min



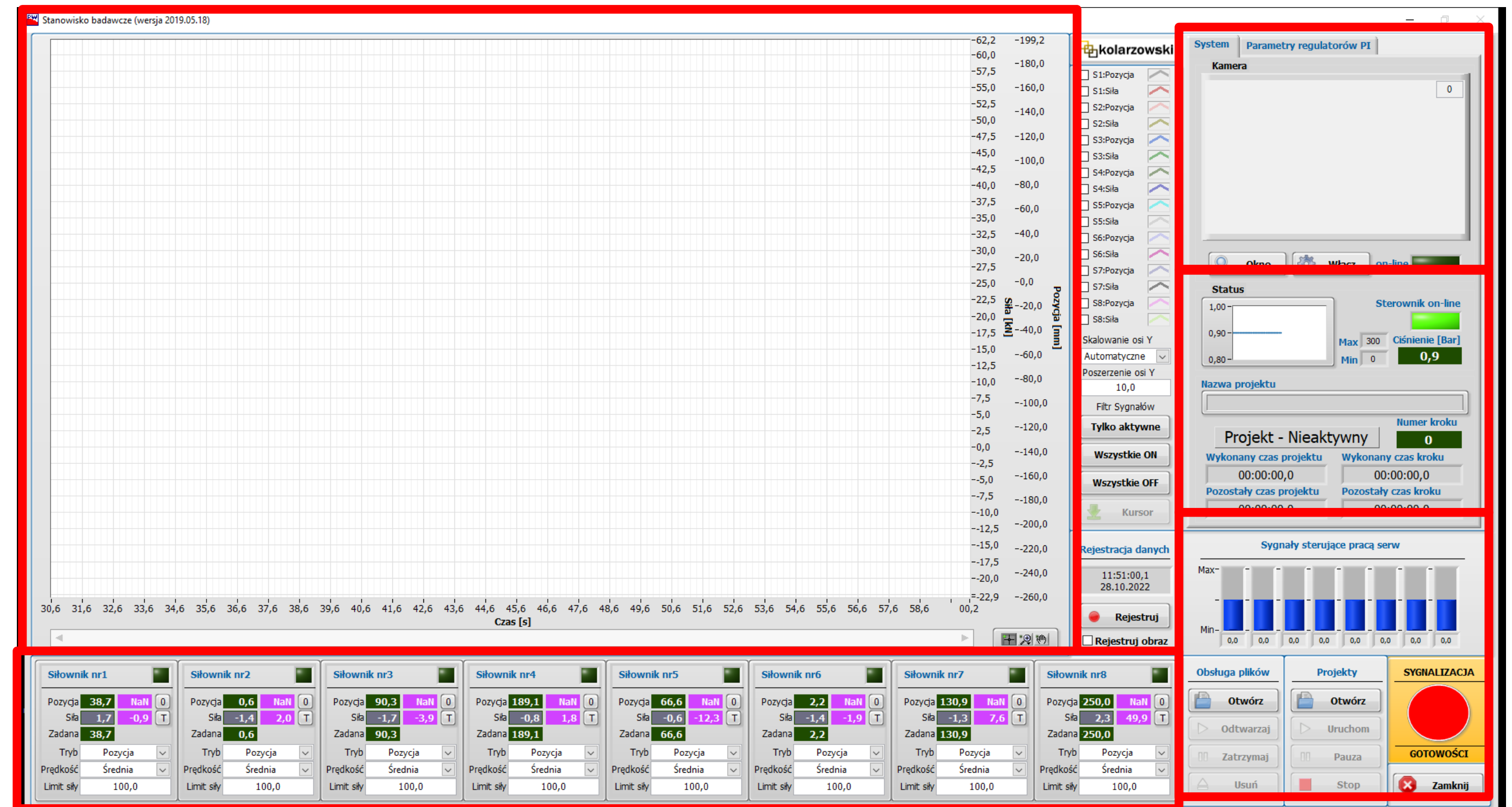
PANEL STERUJĄCY

- Aktywacja zasilania hydraulicznego siłownika
- Zadanie pozycji/siły w sposób ręczny na siłowniku

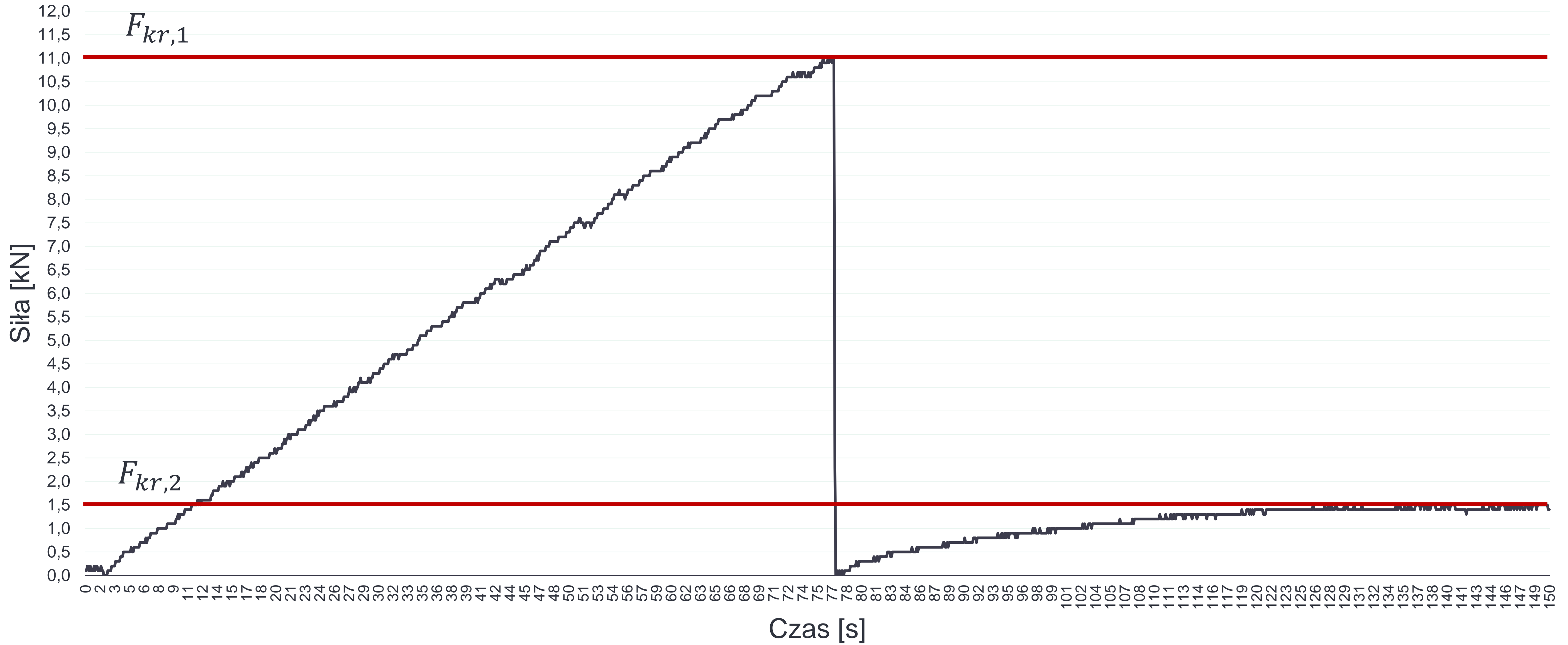


„PW PROJECT”

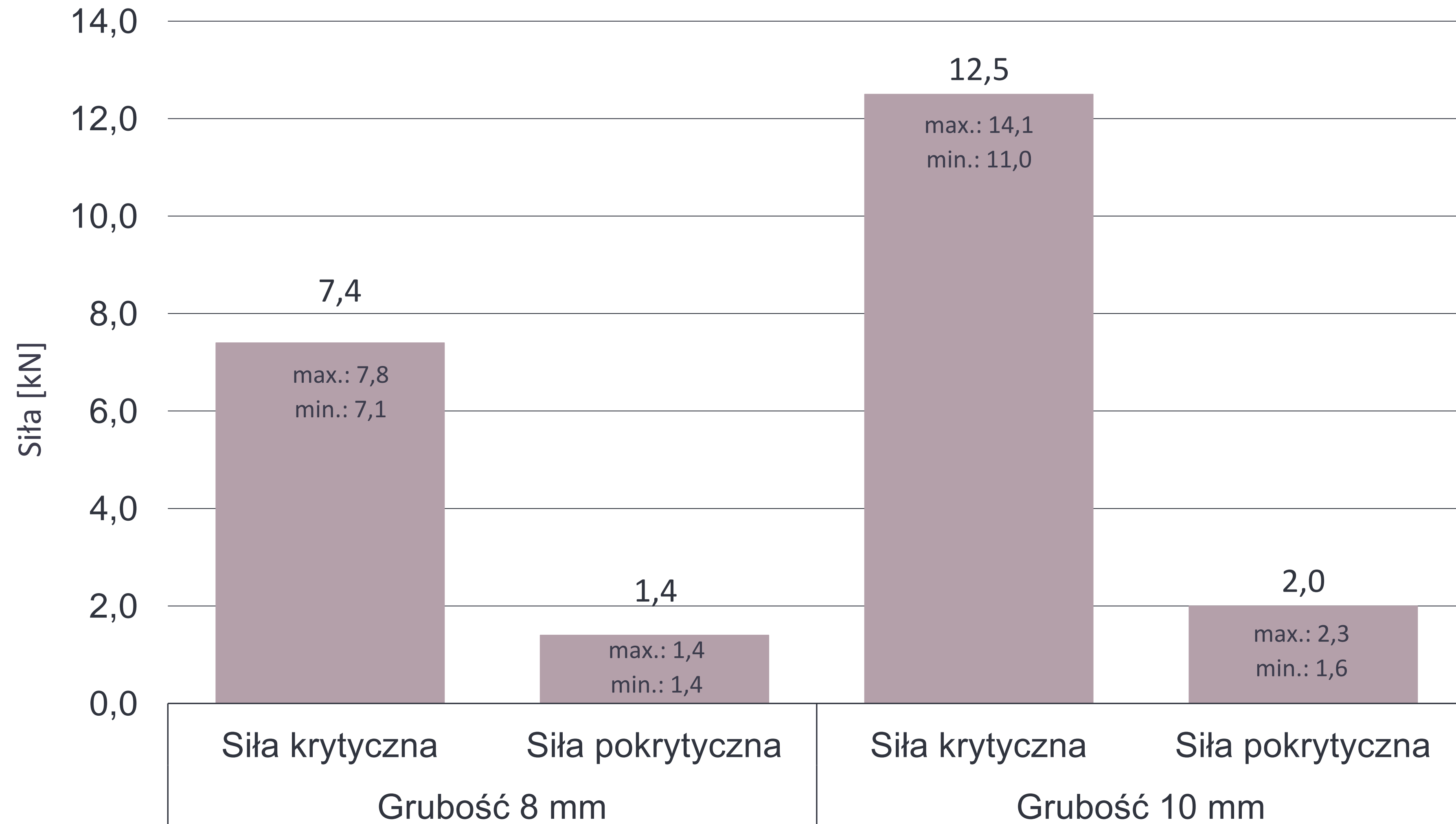
- Akwizycja sygnałów siła i pozycja
- Akwizycja obrazu z kamery
- Prezentacja wartości z czujników
- Rejestracja danych do plików TDMS oraz AVI
- Sterowanie pracą siłowników



PRZYKŁADOWY WYKRES F(t)

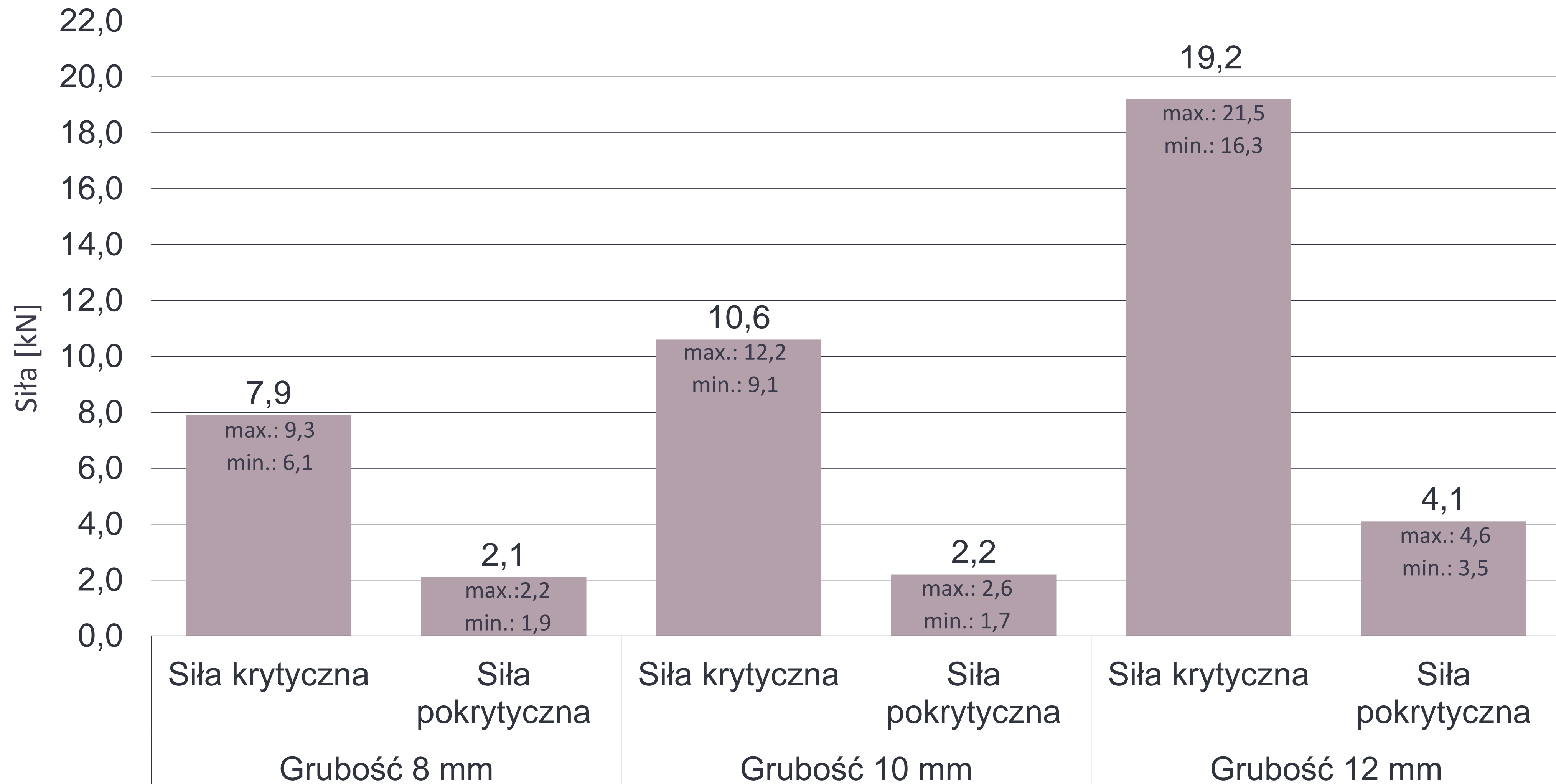


ŚREDNIE WARTOŚCI SIŁ DLA PRÓBEK NIEWZMOCNIONYCH 10



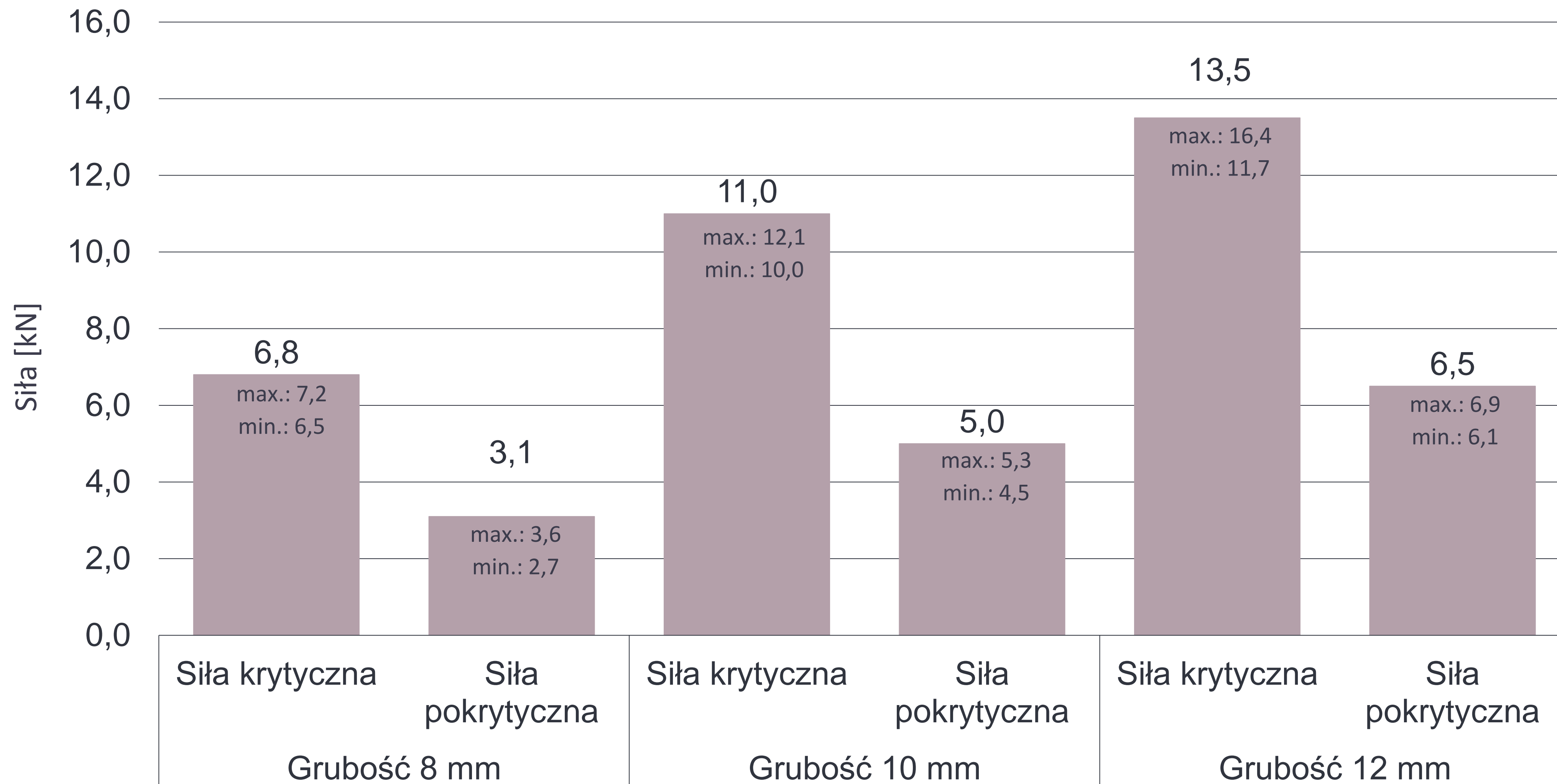
ŚREDNIE WARTOŚCI SIŁ DLA PRÓBEK Z KRAŻKIEM Ø75

11



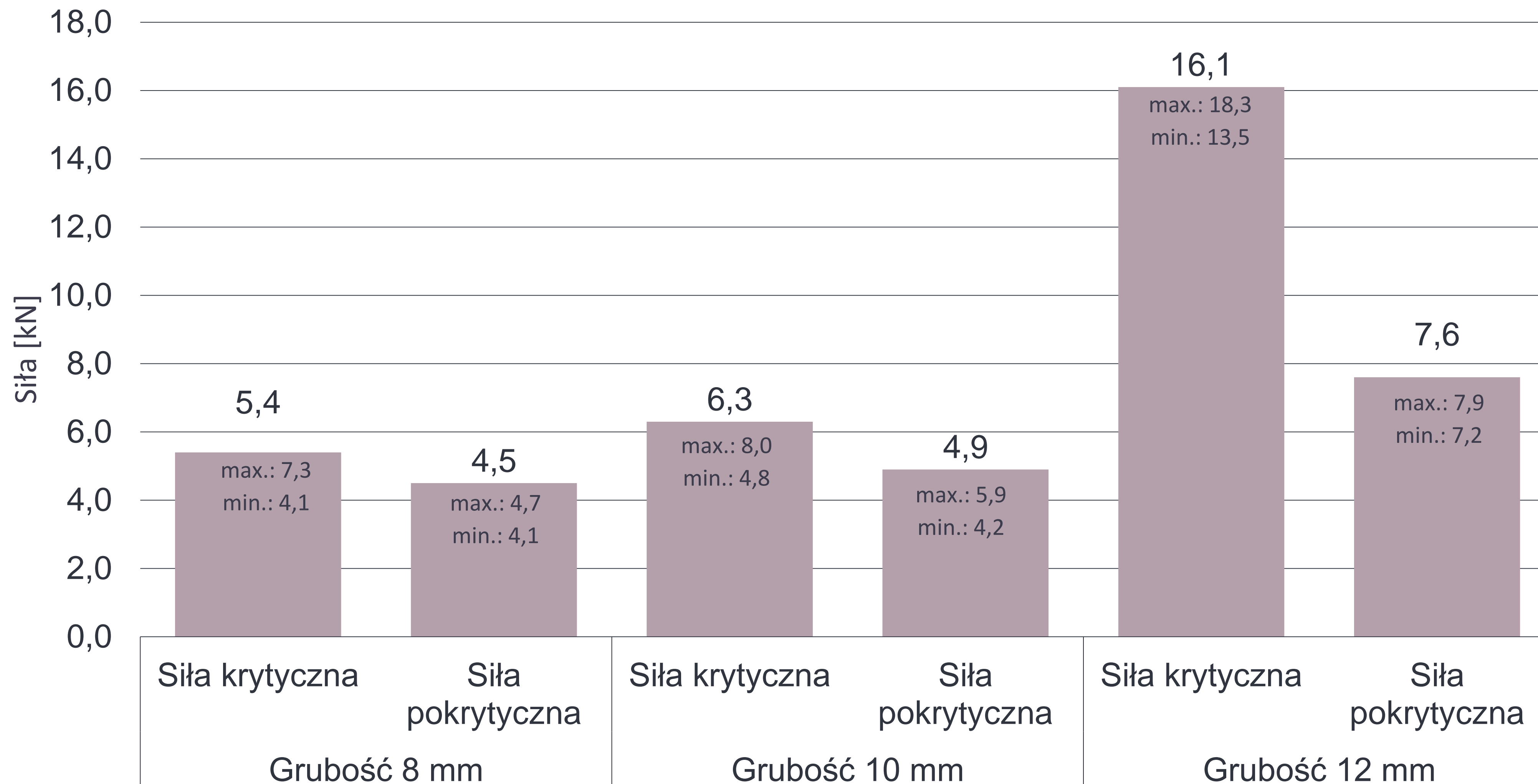
ŚREDNIE WARTOŚCI SIŁ DLA PRÓBEK Z KRAŻKIEM Ø110

12



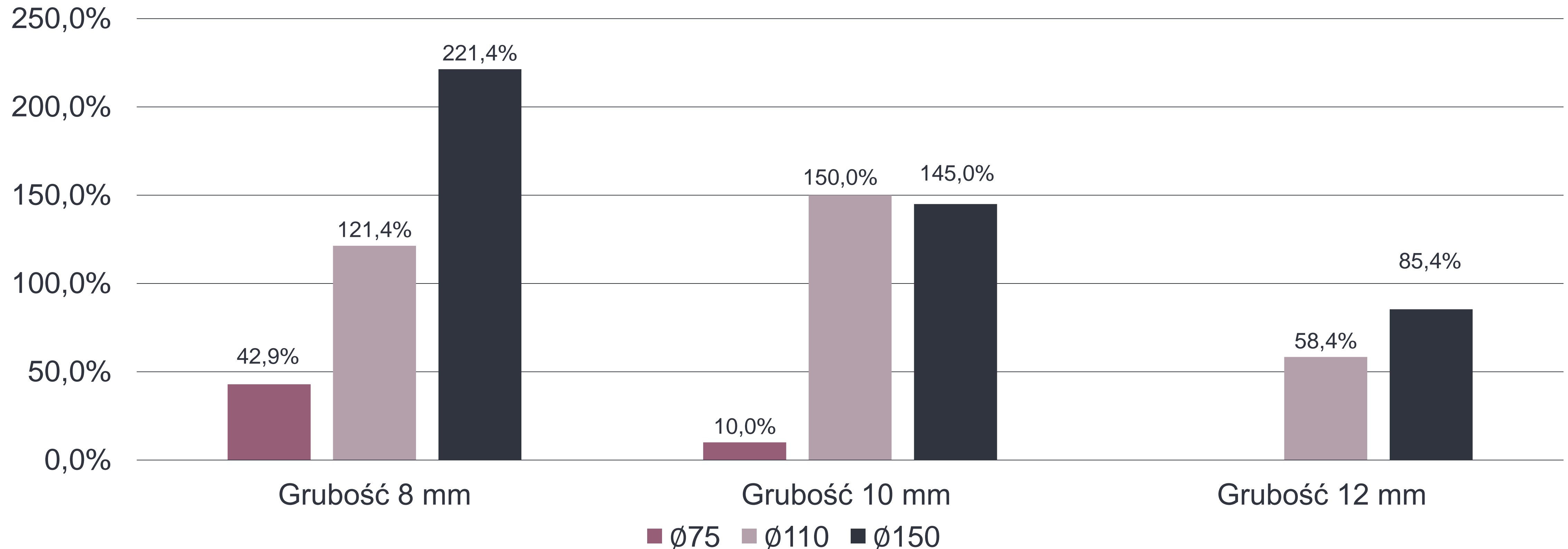
ŚREDNIE WARTOŚCI SIŁ DLA PRÓBEK Z KRAŻKIEM Ø150

13



WZROST SIŁY POKRYTYCZNEJ WZGLĘDEM PRÓBEK REFERENCYJNYCH

14



NAJSŁABSZA PRÓBKKA

15



Rys. 2. Przebieg badania z zaobserwowaną najniższą wartością siły pokrytycznej.

NAJSŁABSZA PRÓBKĄ

16



Rys. 3. Próbką przed zamontowaniem do maszyny wytrzymałościowej.



Rys. 4. Próbką po zniszczeniu.

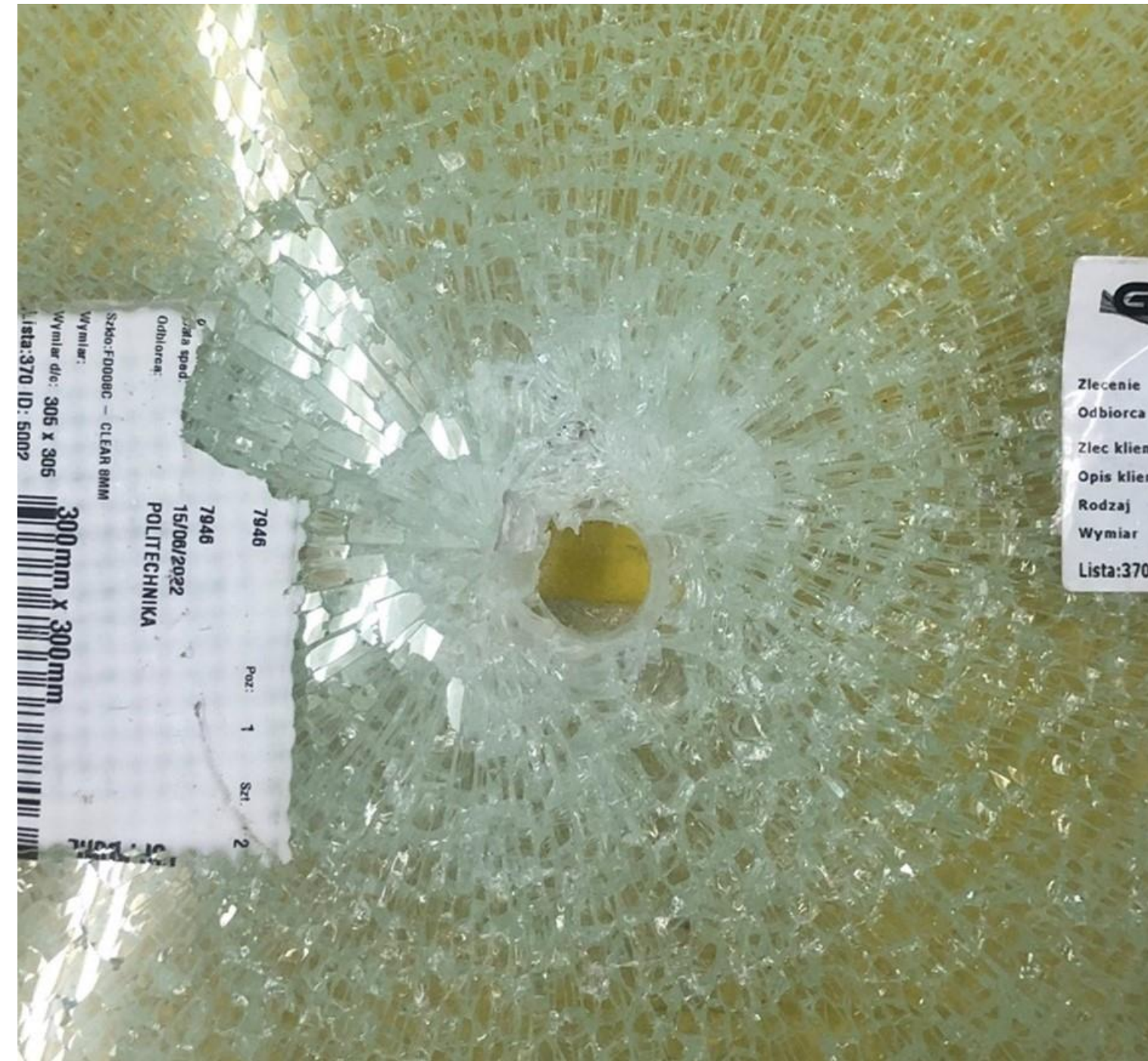
- **Próbką o grubości 8 mm bez krążka wzmacniającego**
- Siła krytyczna: 7,1 kN
 - Siła pokrytyczna: 1,4 kN
 - Czas niszczenia: 99 sekund

NAJSŁABSZA PRÓBKA

17



Rys. 5. Widok wyrwanego gniazda.



Rys. 6. Próbkę po zniszczeniu.

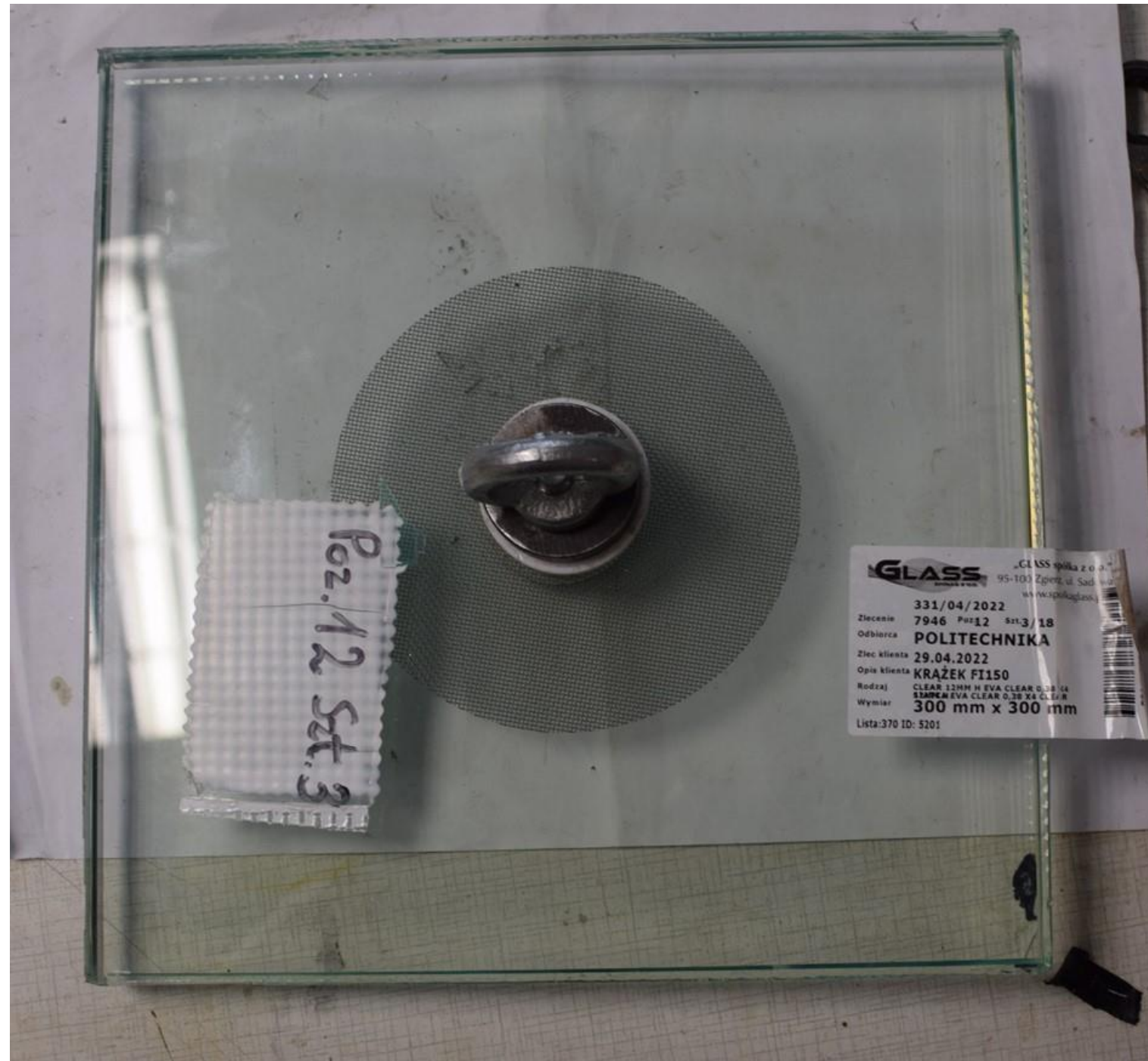
- **Próbka o grubości 8 mm bez krążka wzmacniającego**
- Siła krytyczna: 7,1 kN
 - Siła pokrytyczna: 1,4 kN
 - Czas niszczenia: 99 sekund

NAJMOCNIEJSZA PRÓBKA

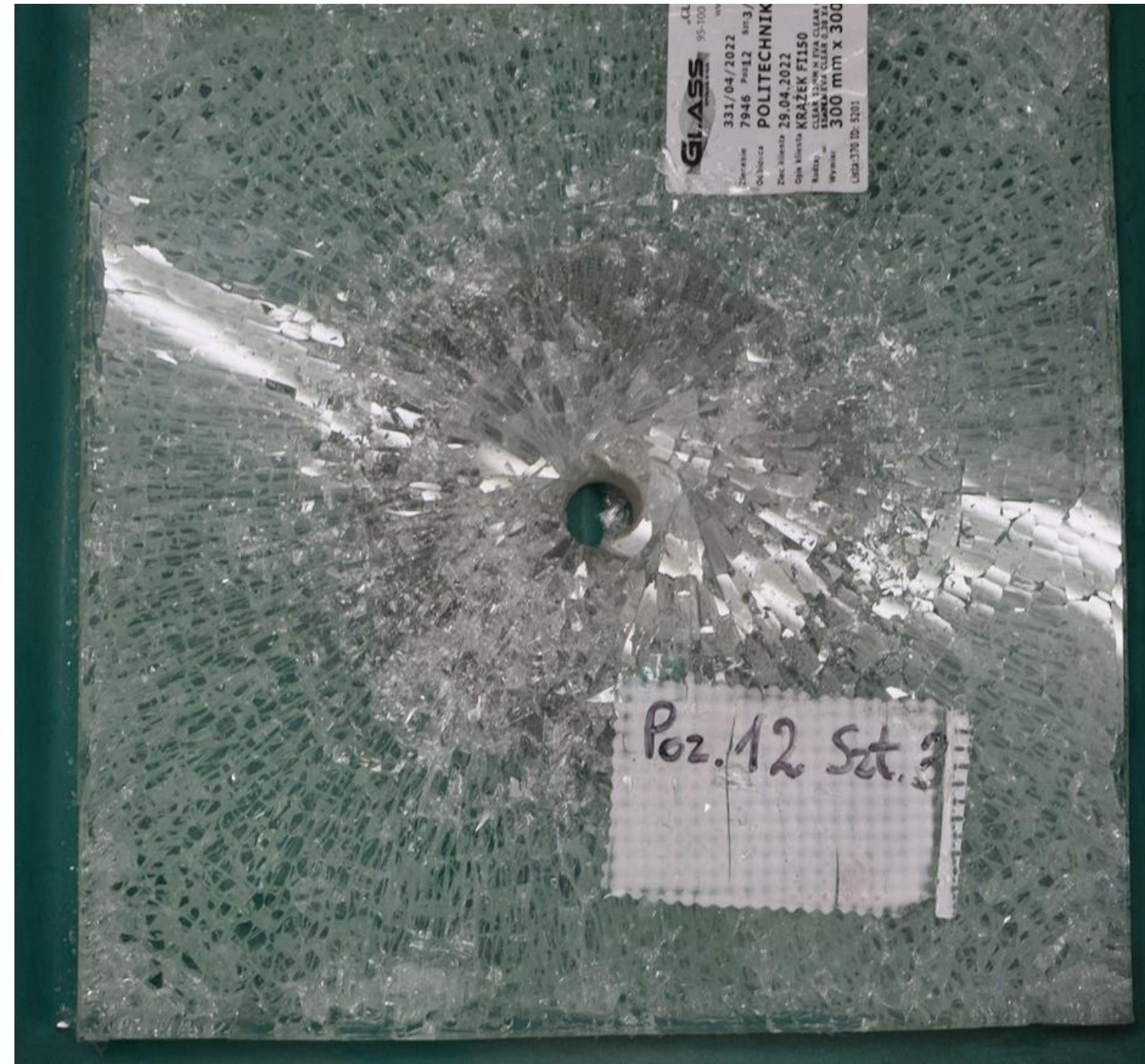
18



Rys. 7. Przebieg badania z zaobserwowaną największą siłą pokrytyczną.



Rys. 8. Próbkę przed zamontowaniem do maszyny wytrzymałościowej.

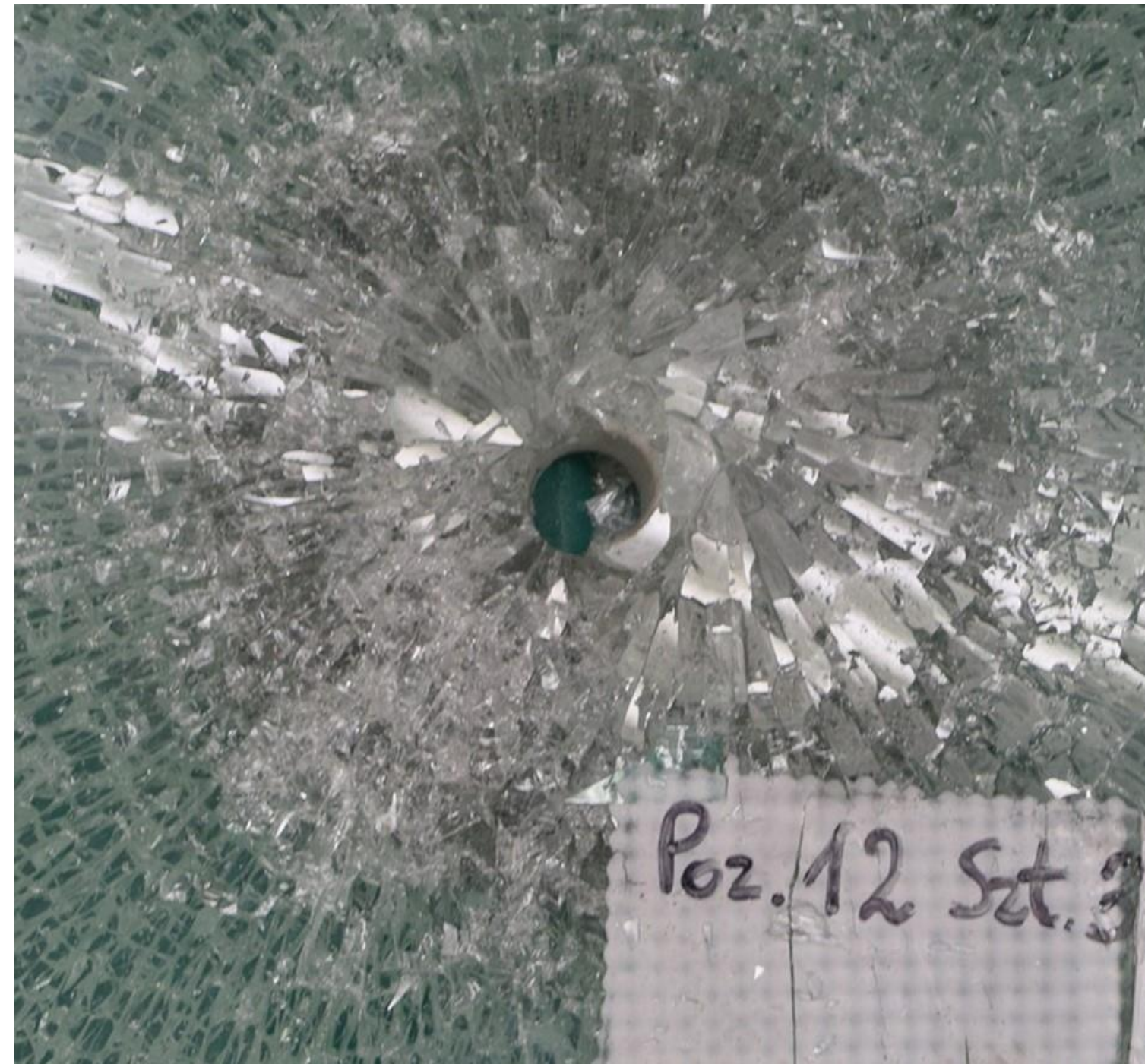


Rys. 9. Próbkę po zniszczeniu.

- **Próbka o grubości 12 mm z krążkiem 150 mm**
 - Siła krytyczna: 18,0 kN
 - Siła pokrytyczna: 7,9 kN
 - Czas niszczenia: 106 sekund



Rys. 10. Widok wyrwanego gniazda.



Rys. 11. Próbką po zniszczeniu.

- **Próbka o grubości 12 mm z krążkiem 150 mm**
 - Siła krytyczna: 18,0 kN
 - Siła pokrytyczna: 7,9 kN
 - Czas zniszczenia: 106 sekund

FORMY ZNISZCZENIA

21



Rys. 12. Zniszczenie próbki o grubości 8 mm z krążkiem o średnicy 75 mm.

Średnia siła krytyczna: 7,9 kN;
Średnia siła pokrytyczna: 2,1 kN;



Rys. 13. Zniszczenie próbki o grubości 10 mm z krążkiem o średnicy 75 mm.

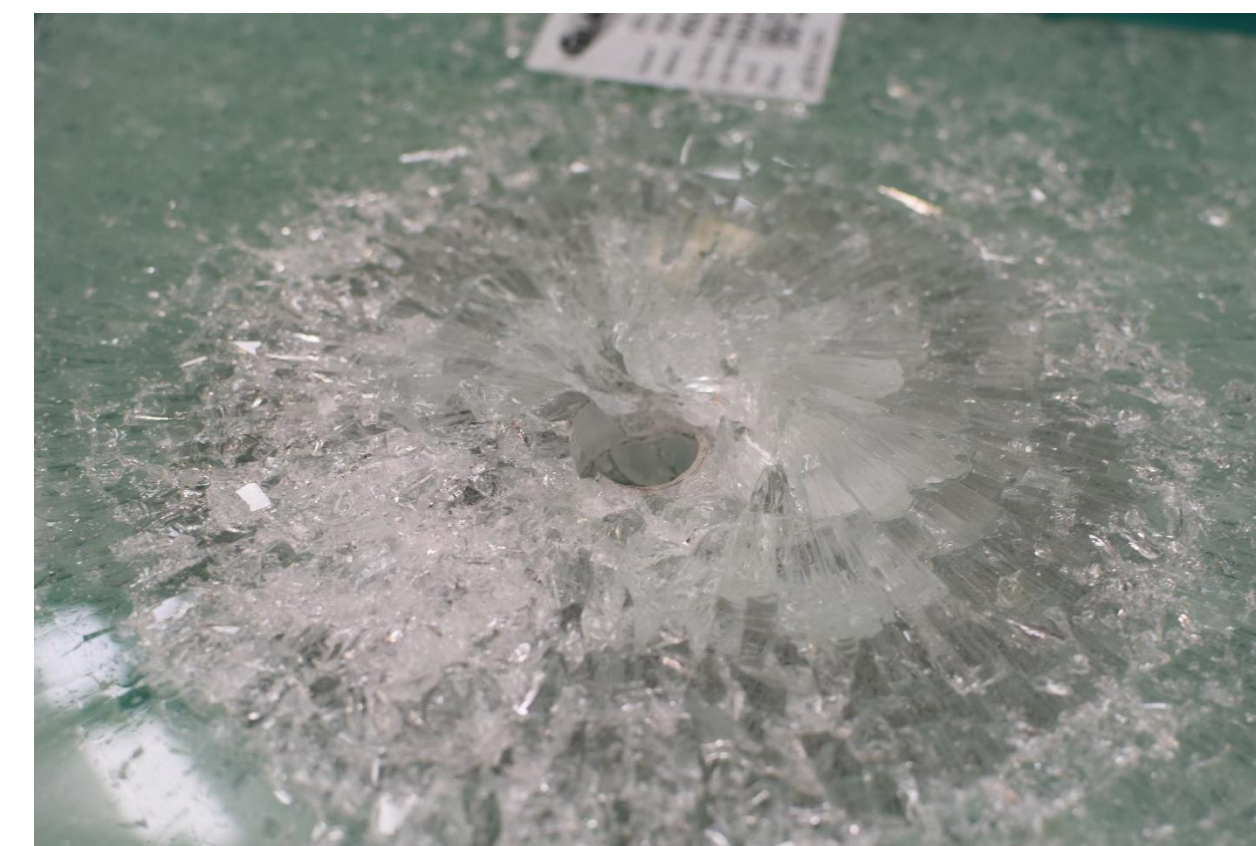
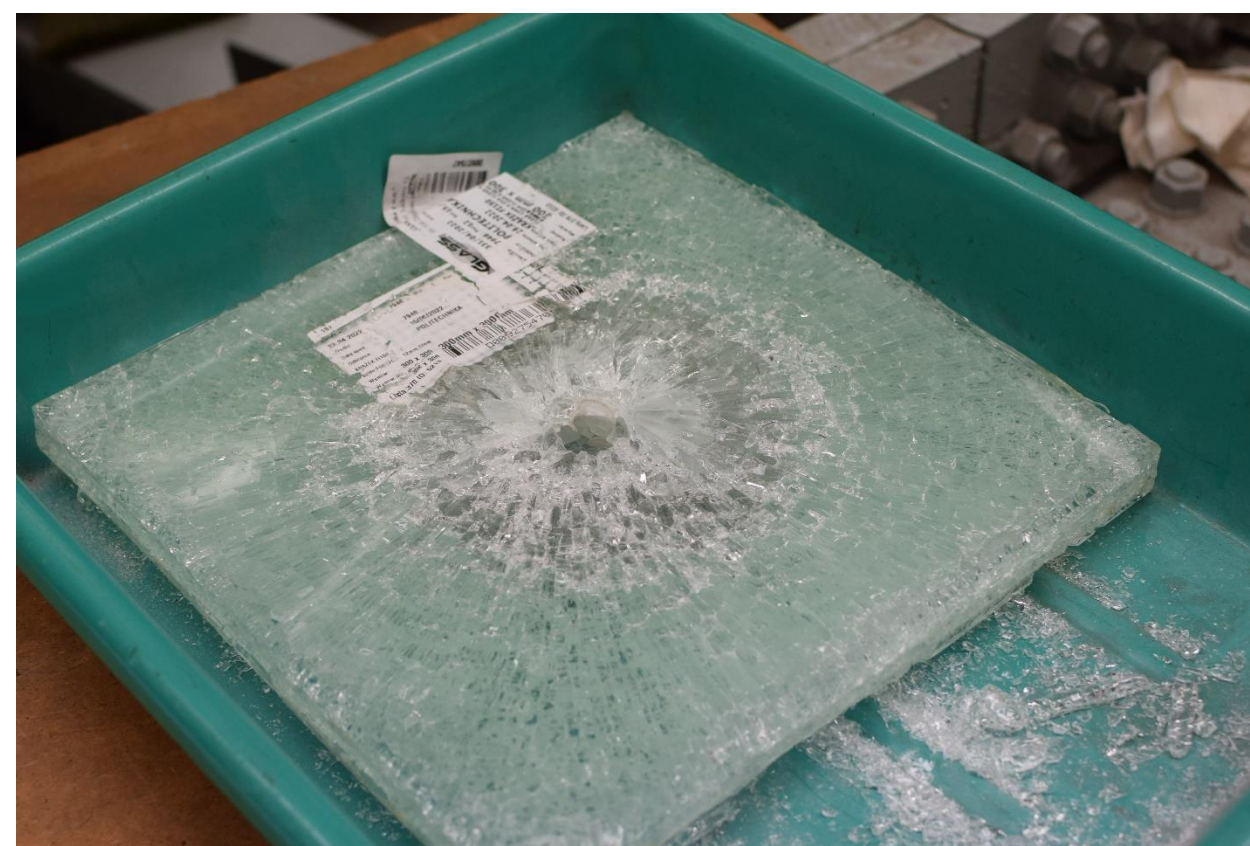
Średnia siła krytyczna: 10,6 kN;
Średnia siła pokrytyczna: 2,2 kN;



Rys. 14. Zniszczenie próbki o grubości 12 mm z krążkiem o średnicy 75 mm.

Średnia siła krytyczna: 19,2 kN;
Średnia siła pokrytyczna: 4,1 kN;

- Można zauważyć znaczący wzrost siły pokrytycznej przy zastosowaniu krążka wzmacniającego w pakietach szybowych.
- Wartość siły pokrytycznej wzrasta wraz ze średnicą zastosowanego krążka.
- Największy procentowy wzrost siły pokrytycznej został zaobserwowany w grupie próbek o grubości 8 mm.
- Grubość tafli szkła różnicuje formę zniszczenia próbki.



FINANSOWANIE

Pracę zrealizowano w ramach projektu badawczego *Innowacyjne rozwiązanie dla szkła laminowanego mocowanego punktowo o zwiększonej nośności po zarysowaniu szkła* finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu LIDER XI (2021-2023)

DZIĘKUJEMY

Prezentowali:

Karolina Krzyżanowska

Wiktoria Felczak

Michał Machoń

KNKM

email: knkm@il.pw.edu.pl

Opiekun: dr inż. Maciej Cwyl