

Igor RUTTMAR

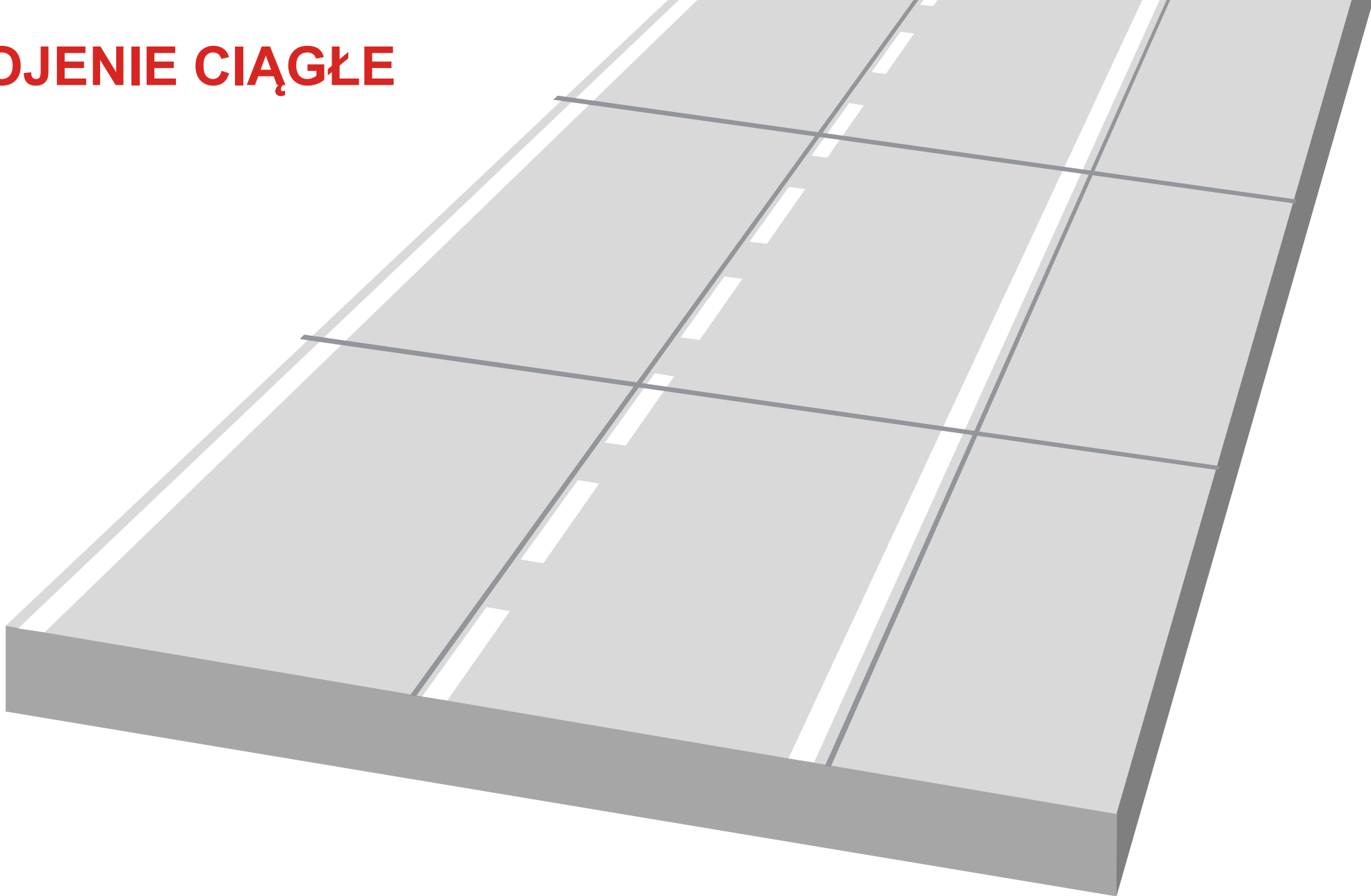
# NAWIERZCHNIE BETONOWE O ZBROJENIU CIĄGŁYM Z PRĘTÓW KOMPOZYTOWYCH Z WŁÓKNA SZKLANEGO

DOŚWIADCZENIA Z ODCINKA TESTOWEGO NA MOP STARCZA WSCHÓD PRZY A1



**STRABAG**  
TEAMS WORK.

# ZBROJENIE CIĄGŁE



# ZBROJENIE CIĄGŁE

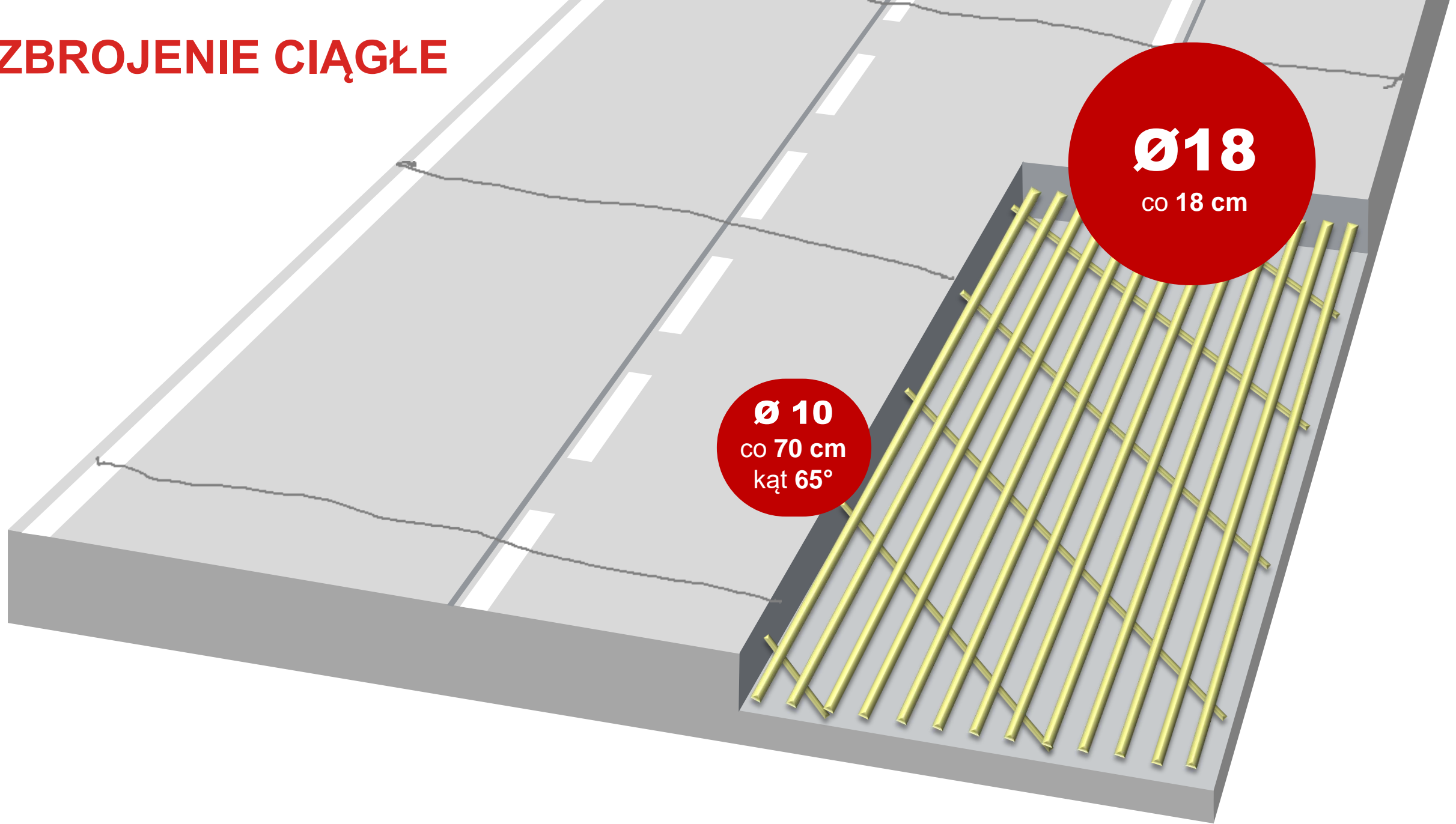


29 cm

**MNIEJSZA  
GRUBOŚĆ**

**BRAK  
SZCZELIN  
POPRZECZNYCH**

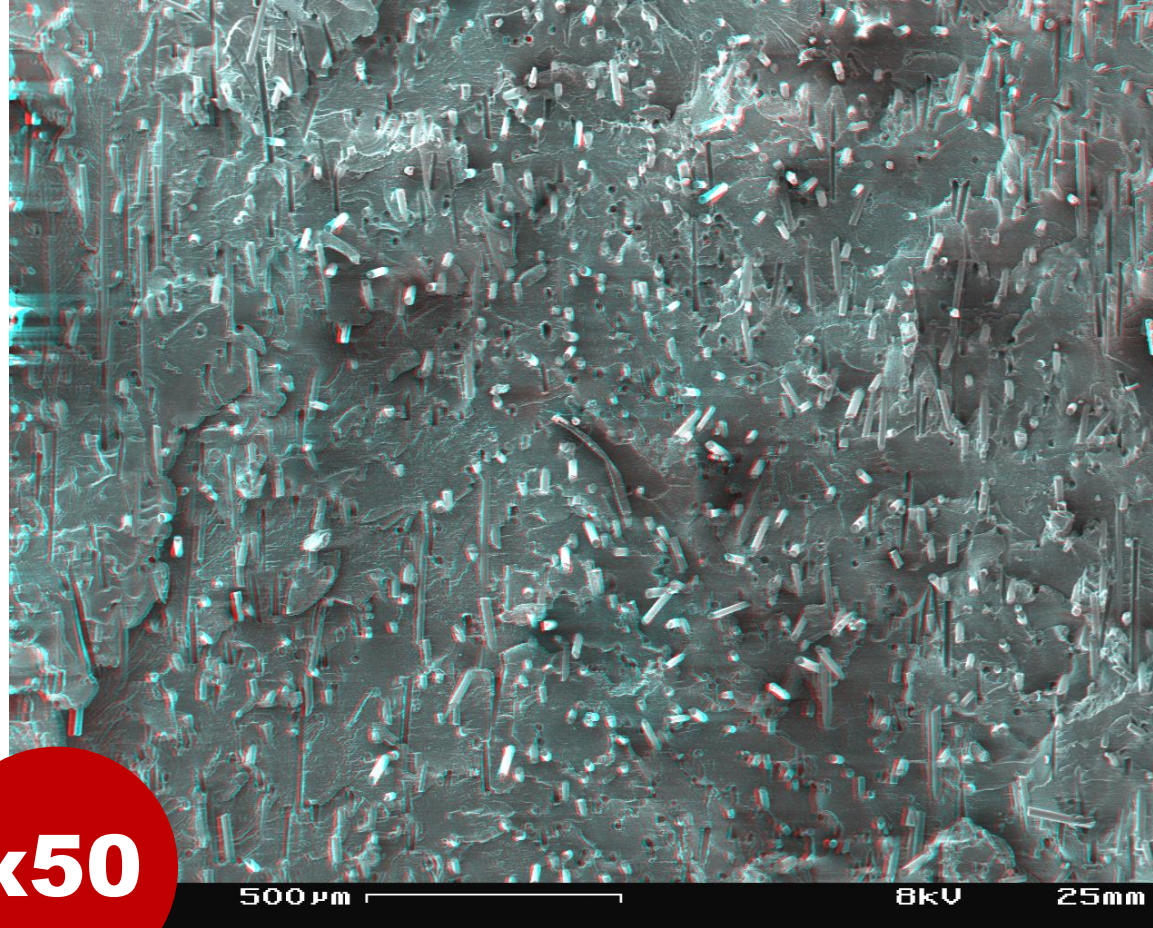
# ZBROJENIE CIĄGŁE



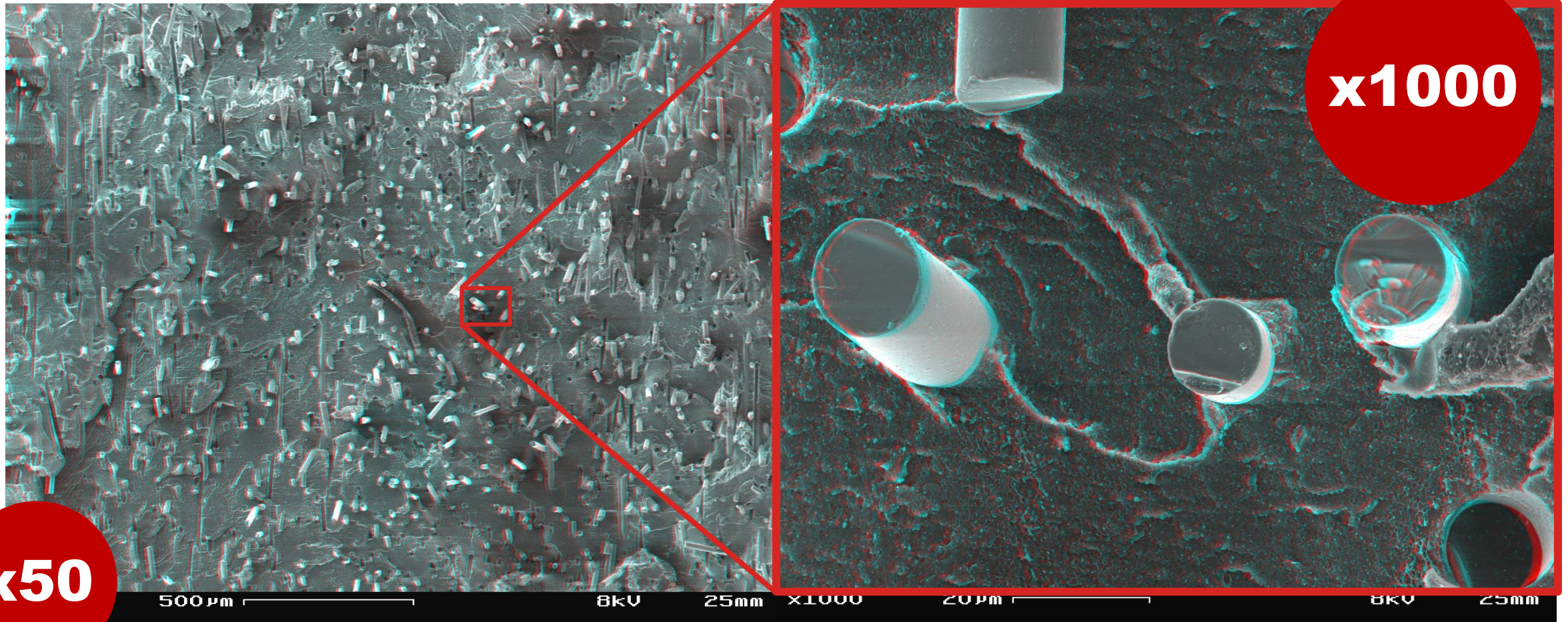
**Ø18**  
co 18 cm

**Ø 10**  
co 70 cm  
kąt  $65^\circ$

# TWORZYWO SZTUCZNE WZMOCNIONE WŁÓKNEM SZKLANYM



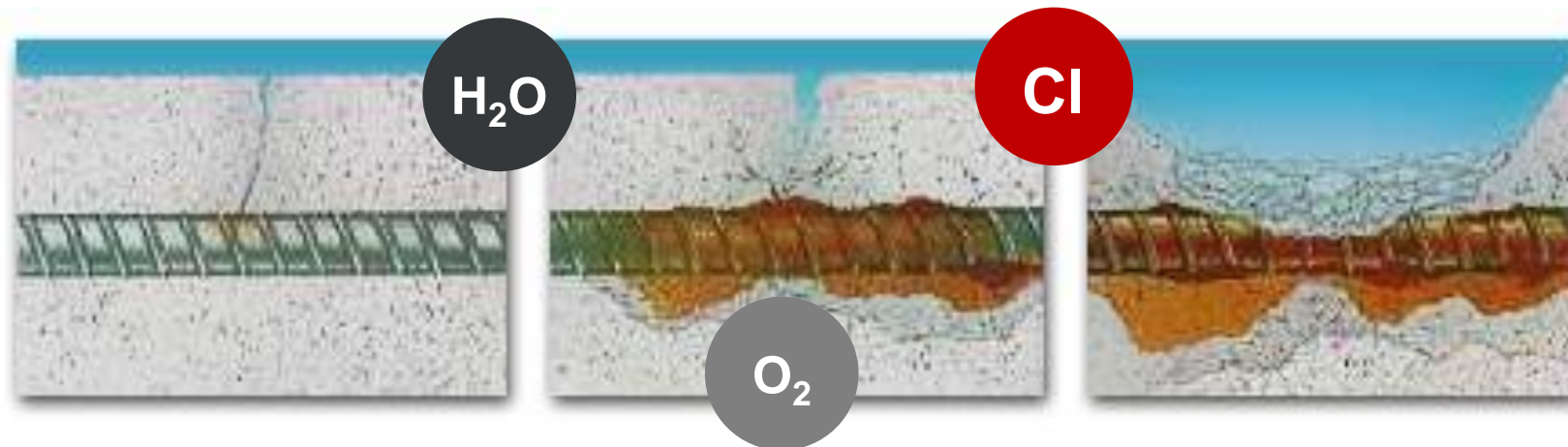
# TWORZYWO SZTUCZNE WZMOCNIONE WŁÓKNEM SZKLANYM



**x50**

**x1000**

# PEKNIĘCIA – KORROZJA STALI – ŁUSZCZENIE SIĘ



# PRĘTY Z WŁÓKNAMI WZMOCNIONYMI POLIMERAMI

węglowe  
**KFRP**



aramidowe  
**AFRP**



bazaltowe  
**BFRP**



szklane  
**GFRP**

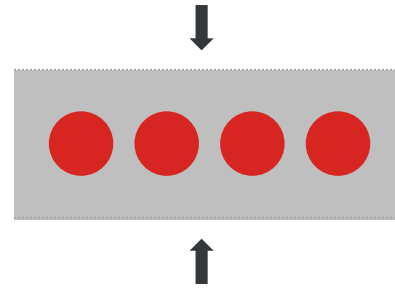




# ZALETY PRĘTÓW GFRP



**odporne na korozję**  
(w porównaniu do stali)

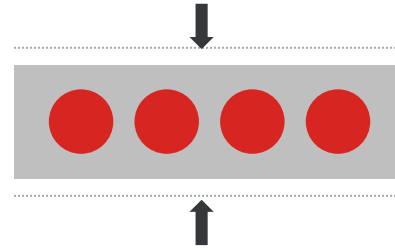


**cieńsza osłona  
betonowa**

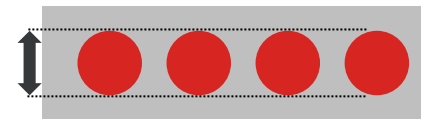
# ZALETY PRĘTÓW GFRP



**wyższa wytrzymałość na rozciąganie**  
(2,5x wyższa niż stal)



**cieńsza osnowa  
betonowa**

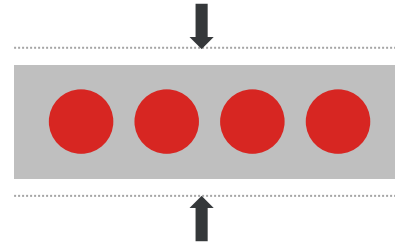


**mniejsza średnica**  
(redukcja 2-4 mm)

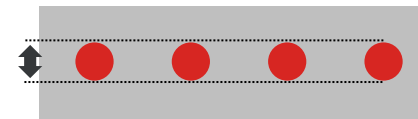
# ZALETY PRĘTÓW GFRP



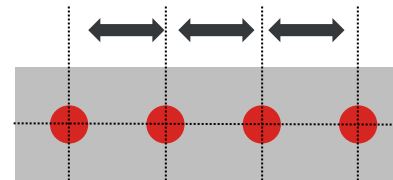
**wyższa wytrzymałość na rozciąganie**  
(2,5x wyższa niż stal)



**cieńsza osłona**  
**betonowa**



**mniejsza średnica**  
(redukcja 2-4 mm)

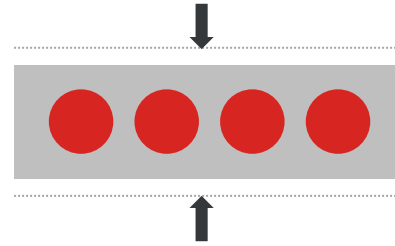


**większa odległość**  
(mniej prętów)

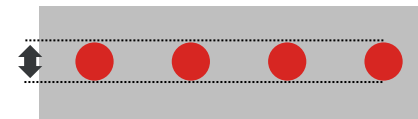
# ZALETY PRĘTÓW GFRP



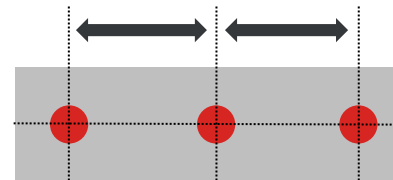
**wyższa wytrzymałość na rozciąganie**  
(2,5x wyższa niż stal)



**cieńsza osłona**  
**betonowa**



**mniejsza średnica**  
(redukcja 2-4 mm)



**większa odległość**  
(mniej prętów)

# ZALETY PRĘTÓW GFRP



**wyższa wytrzymałość na rozciąganie**  
(2,5x wyższa niż stal)



**mniejszy moduł  
sprężystości**  
(elastyczne)

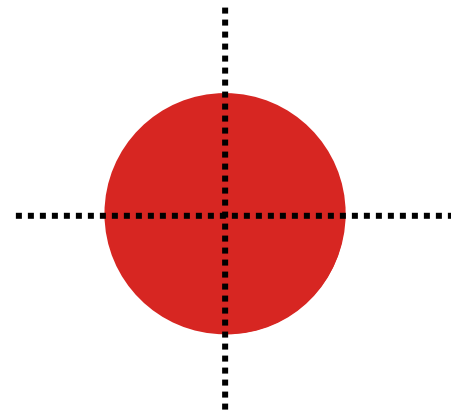


**nicht leitend**  
(Strom und Wärme)

# ZALETY PRĘTÓW GFRP



**lżejsze**  
(1/4 stali)



**niższe koszty transportu**  
**łatwiejsza praca**



# BADANIA PRĘTÓW GFRP



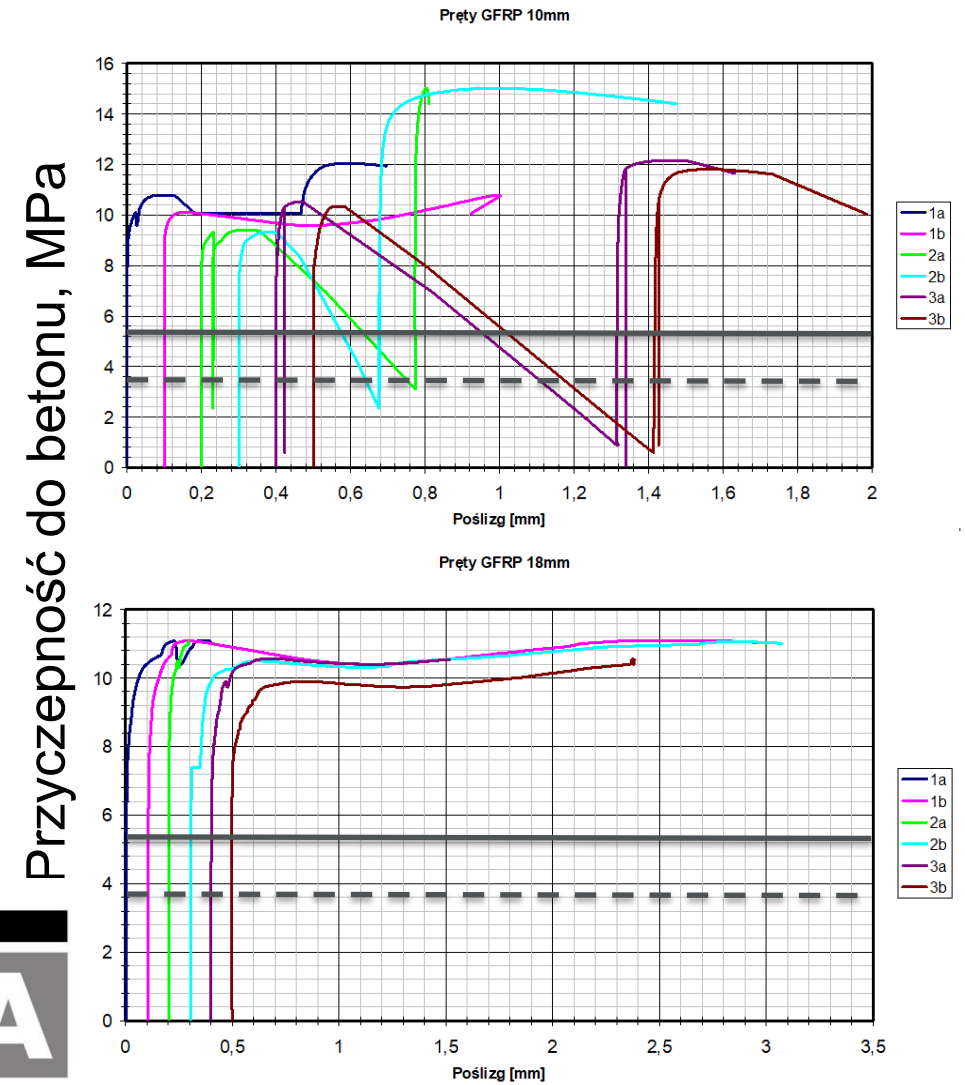
# WŁAŚCIWOŚCI WYTRZYMAŁOŚCIOWE I TECHNOLOGICZNE

Nr.	Właściwości	Wymagania	Norma
1	Doraźna wytrzymałość na rozciąganie $R_{T,i}$ , Mpa	$\geq 1000$	EN ISO 6892-1:2010
2	Doraźny moduł sprężystości podłużnej $E_{T,i}$ , GPa	$40 \div 50$	EN ISO 6892-1:2010
3	Doraźna wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien $R_{C,i}$ , MPa: - średnica nominalna 6,0 ÷ 11,0 mm - średnica nominalna 12,0 ÷ 20,0 mm	$\geq 190$ $\geq 350$	procedura ITB
4	Doraźna wytrzymałość na ściskanie $R_{S,i}$ , MPa: - średnica nominalna 6,0 ÷ 11,0 mm - średnica nominalna 12,0 ÷ 20,0 mm	$\geq 105$ $\geq 130$	procedura ITB
5	<b>Odporność na alkalia – spadek wytrzymałości na rozciąganie po działaniu środowiska zasadowego, <math>C_{a,1000}</math>, %</b>	$\leq 40$	procedura ITB
6	Pełzanie – spadek wytrzymałości na rozciąganie wywołane pełzaniem po upływie 1000 h, $C_{c,1000}$ , %	$\leq 40$	EN ISO 15630-3:2011
7	<b>Przyczepność do betonu klasy C25/30:</b> - średnia wartość naprężenia $T_m$ , MPa - naprężenie utraty przyczepności $T_r$ , MPa	$0,042 \cdot (80 - 1,2 \cdot d_s)$ $0,042 \cdot (130 - 1,9 \cdot d_s)$	EN 10080:2007



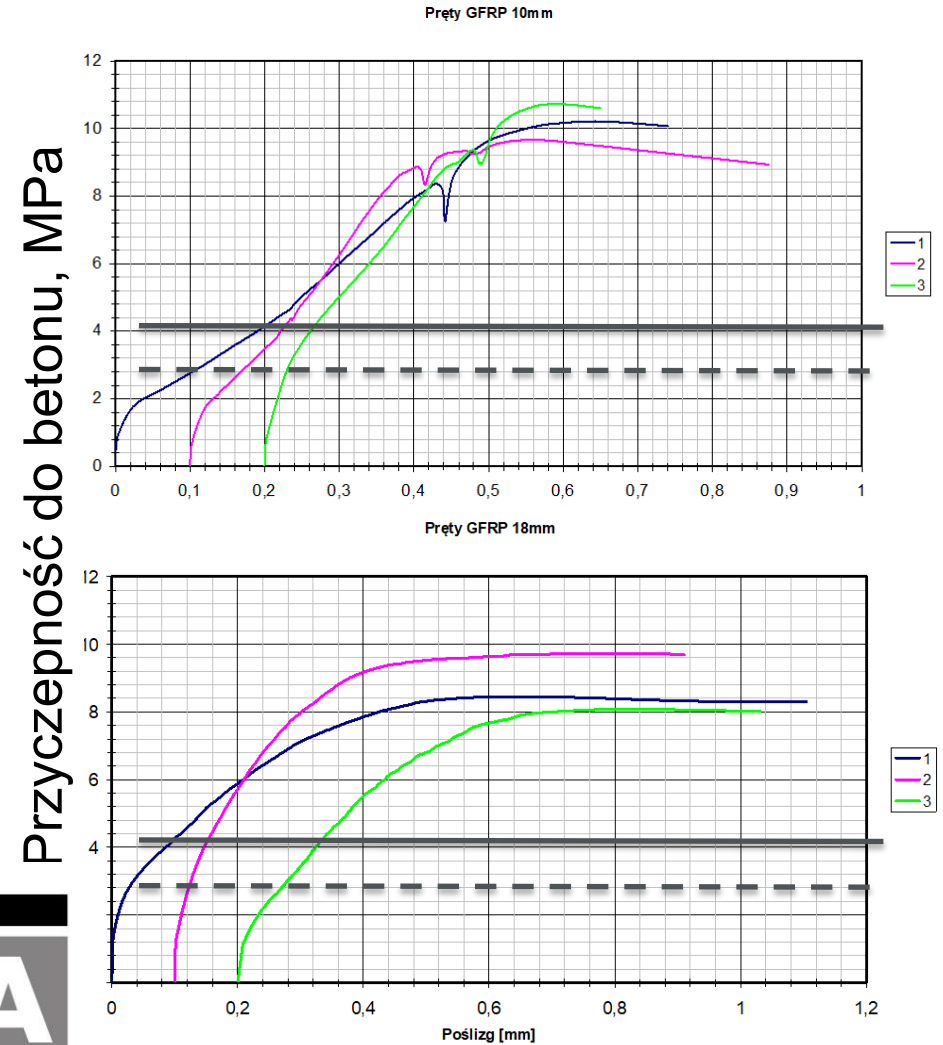
# BADANIE PRZYCZEPNOŚCI PRĘTÓW GFRP DO BETONU

## Badanie na belkach



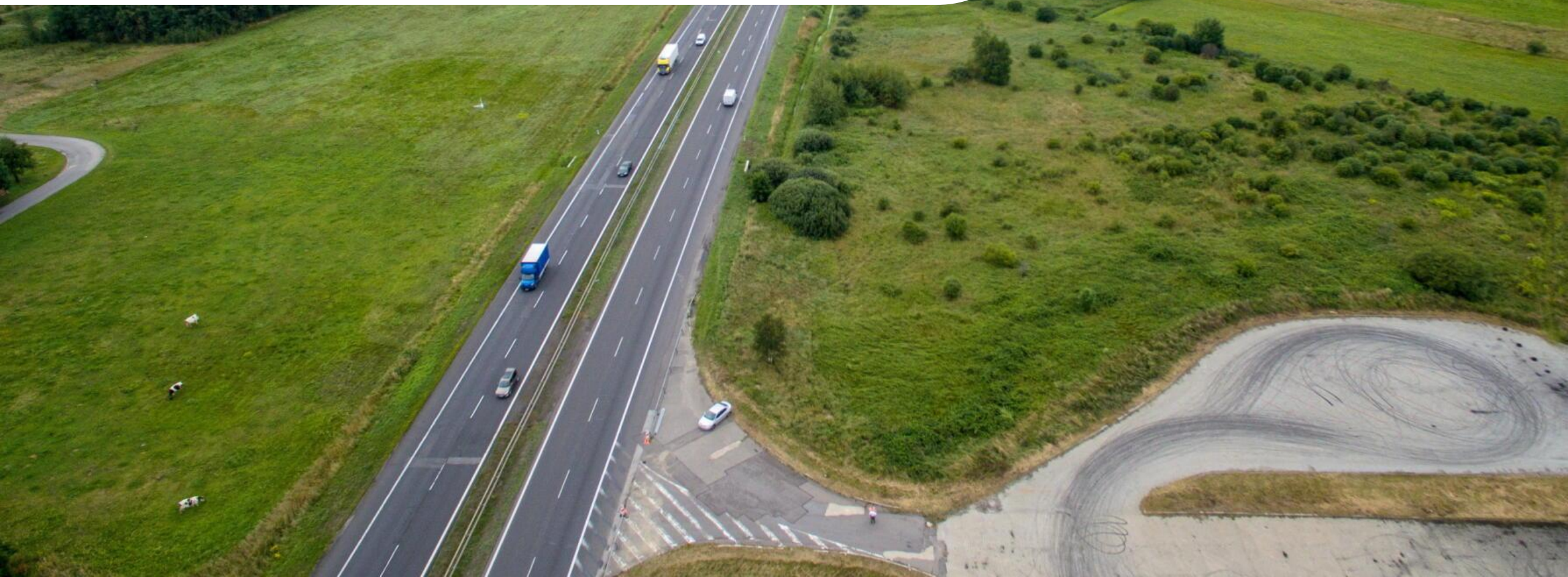
# BADANIE PRZYCZEPNOŚCI PRĘTÓW GFRP DO BETONU

## Badanie na próbkach sześciennych



# ODCINEK TESTOWY Z GFRP MOP STARCZA-WSCHÓD

**A1**



**A1**

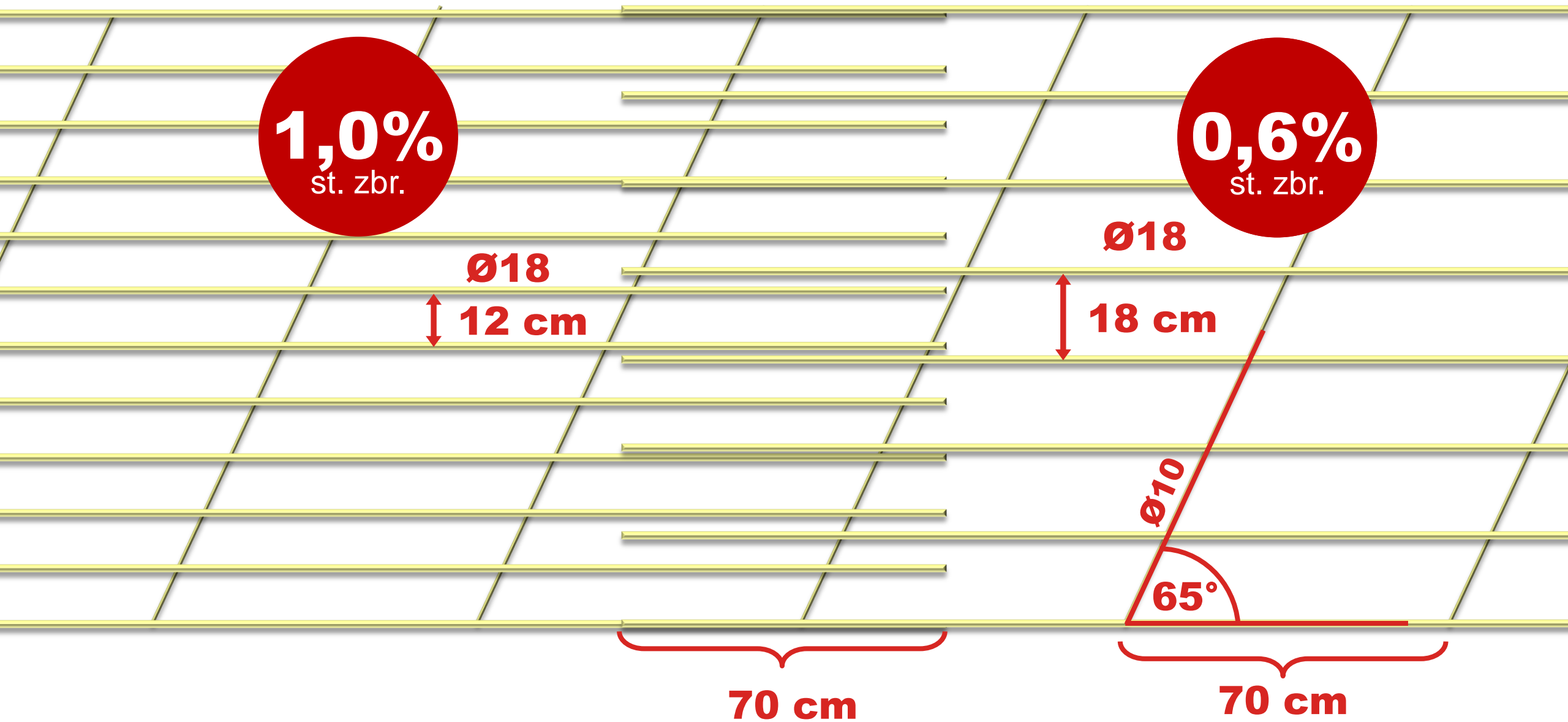
**100 m x 7,0 m**

An aerial photograph of a large-scale construction site. The site is divided into several rectangular basins or sections. A prominent feature is a long, narrow rectangular area in the center, which is highlighted with a red border. This area appears to be a concrete slab or a prepared surface. The surrounding areas are filled with earth, gravel, and various construction materials. In the background, there are dense green trees and a road. A small building is visible in the lower right corner. The overall scene depicts an active construction project in a rural or semi-rural setting.

# KONSTRUKCJA NAWIERZCHNI



# UKŁAD ZBROJENIA





**KOMFORT  
PRACY**

**ROZSTAW  
PODPÓREK**





**MOCOWANIE  
DO  
PODŁOŻA**

**MNIEJSZY  
ROZSTAW  
PODPÓREK**

**WIĄZANIE  
PRETÓW**




**SZCZEGÓŁ  
WIĄZANIA**




**UKŁADANIE  
PRĘTÓW  
GFRP**



**UKŁAD  
KOŃCOWY**



**CZUJNIKI  
STRUNOWE  
ORAZ  
ŚWIATŁO-  
WODOWE**



**CZUJNIKI  
STRUNOWE  
ORAZ  
ŚWIATŁO-  
WODOWE**





**BETONOWANIE**



**BETONOWANIE**



**WYKOŃCZENIE  
POWIERZCHNI**

**APLIKACJA  
ŚRODKA  
OPÓŹNIAJĄCEGO**



**SZYBKO  
I  
SPRAWNIE**



A nighttime photograph of a wide, paved road. The road is illuminated by several tall, modern streetlights. In the distance, a white car is driving away from the camera. To the right, there are two white trucks parked. The background shows a bridge or overpass structure. The overall scene is dark, with the primary light source being the streetlights.

**MIEJSCE  
„ZBRODNI”  
NOCĄ**



**MIEJSCE  
„ZBRODNI”  
NOCĄ**

**MIEJSCE  
„ZBRODNI”  
NOCĄ**

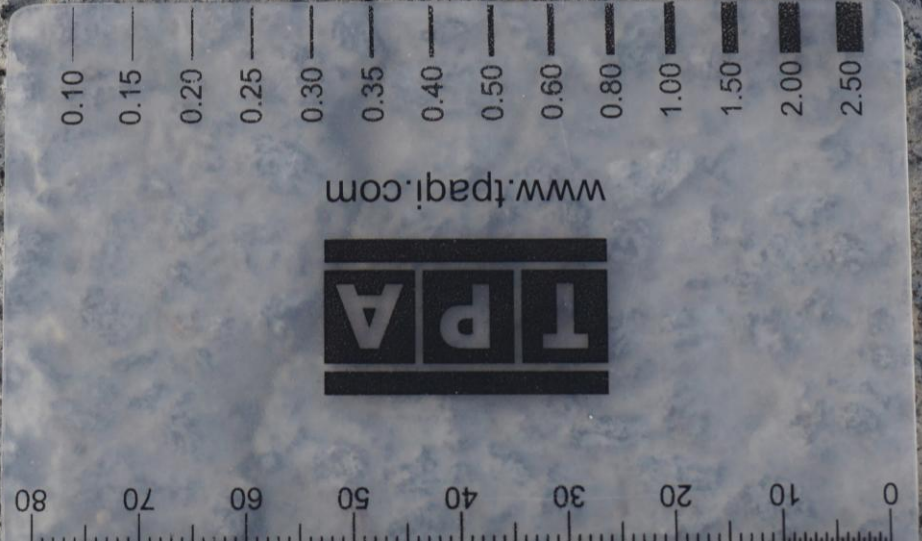






**SZCZELINA  
ROZSZERZANIA**

**0.35  
mm**



**MIKROSPEKANIA**



**MIKROSPEKANIA**



**1.0%**  
zbrojenia

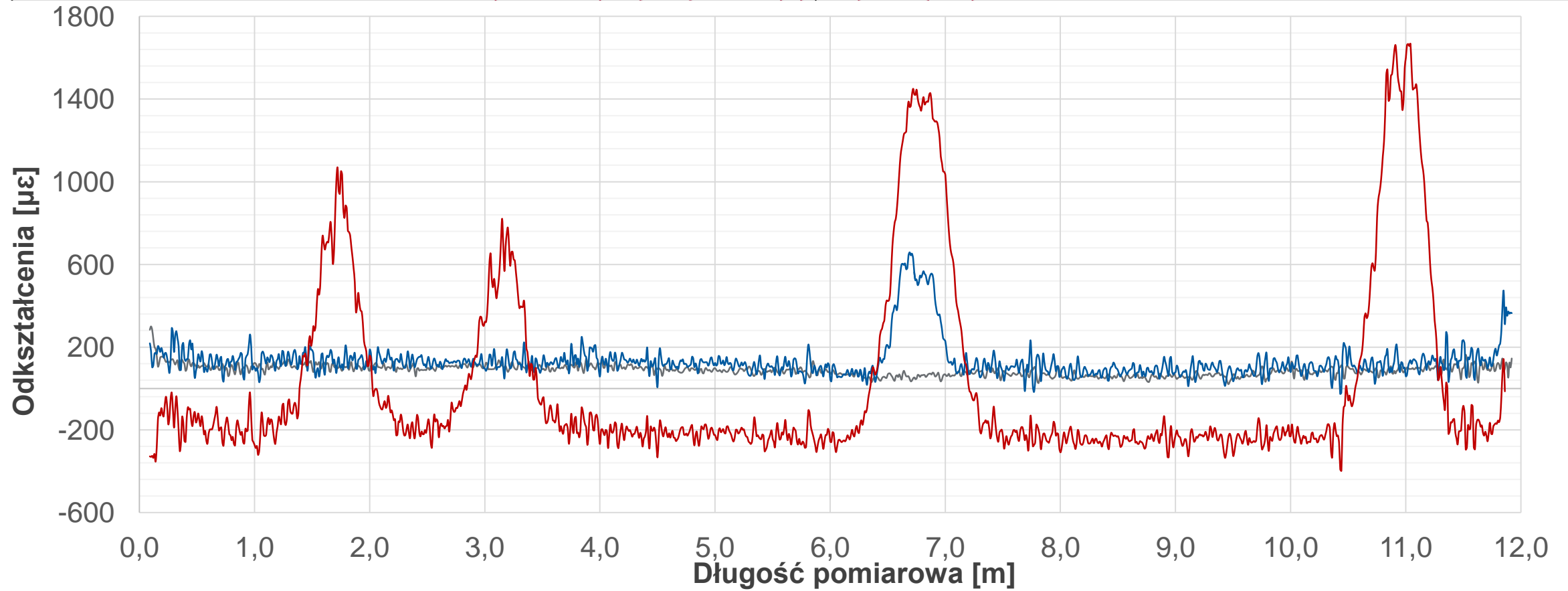
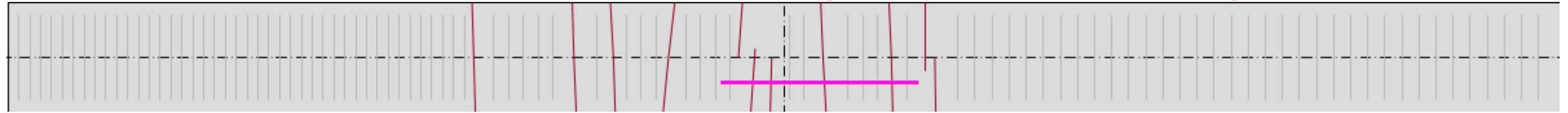
**MIKROSPEKANIA**



**0.6%**  
zbrojenia



# CZUJNIKI ŚWIATŁOWODOWE (LINIA 2/PRĘT 6)

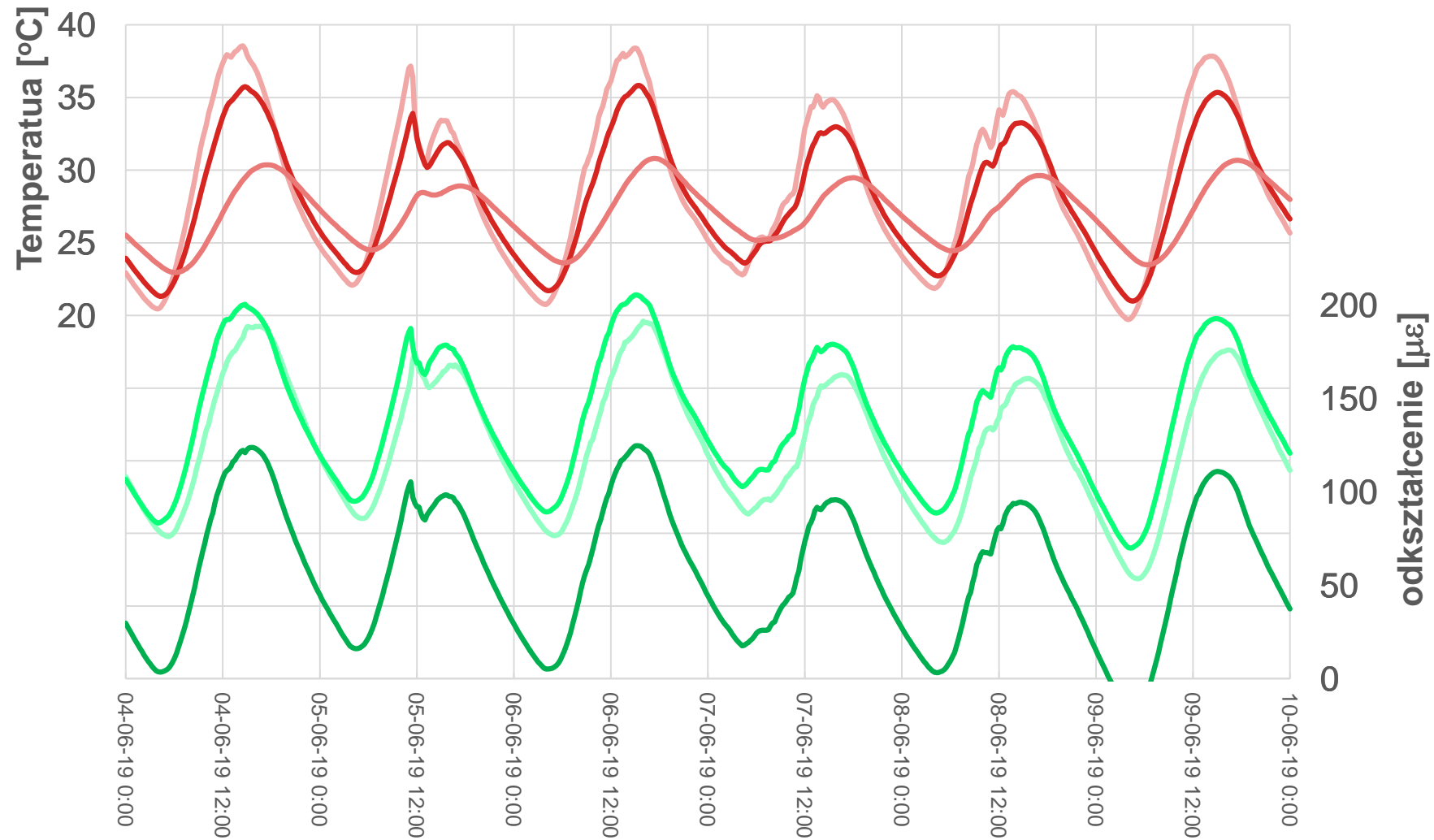
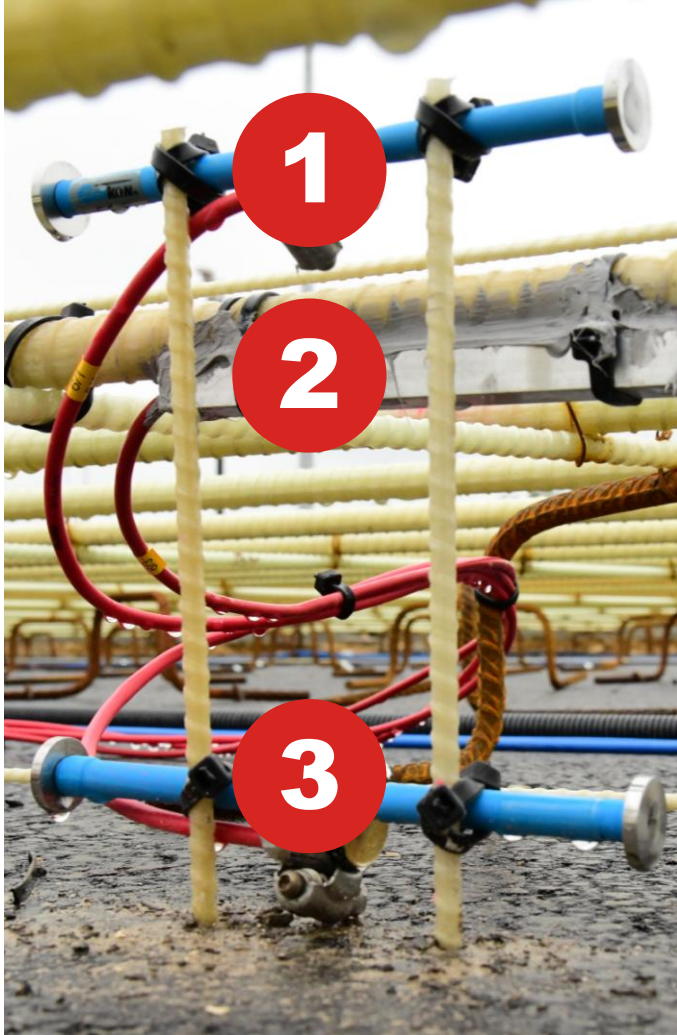


— dzień po betonowaniu

— 28. dzień po betonowaniu

— pół roku po betonowaniu

# CZUJNIKI STRUNOWE



— Temperatura w górnej części płyty  
— Temperatura w pręcie zbrojeniowym  
— Temperatura w dolnej części płyty

— Odkształcenia w górnej części płyty  
— Odkształcenia w pręcie zbrojeniowym  
— Odkształcenia w dolnej części płyty



**CZY TO  
KONIEC**

**?**

**TERAZ  
DYBLE  
GFRP**