



NCBR  
Narodowe Centrum  
Badań i Rozwoju



Politechnika Wroclawska

# Optymalizacja geometrii połączeń taśm wieloprzekładowych wykonanych metodą klejenia na zimno

M. BAJDA, R. BŁAŻEJ, M. HARDYGÓRA, L. JURDZIAK,  
D. WOŹNIAK, G. PASZKOWSKA i A. POLNIAK

*Publikacja finansowana ze środków projektu PBS ścieżka A pt. „Złącza wieloprzekładowych taśm  
przenośnikowych o zwiększonej trwałości eksploatacyjnej” nr PBS3/A2/17/2015*



# Wstęp

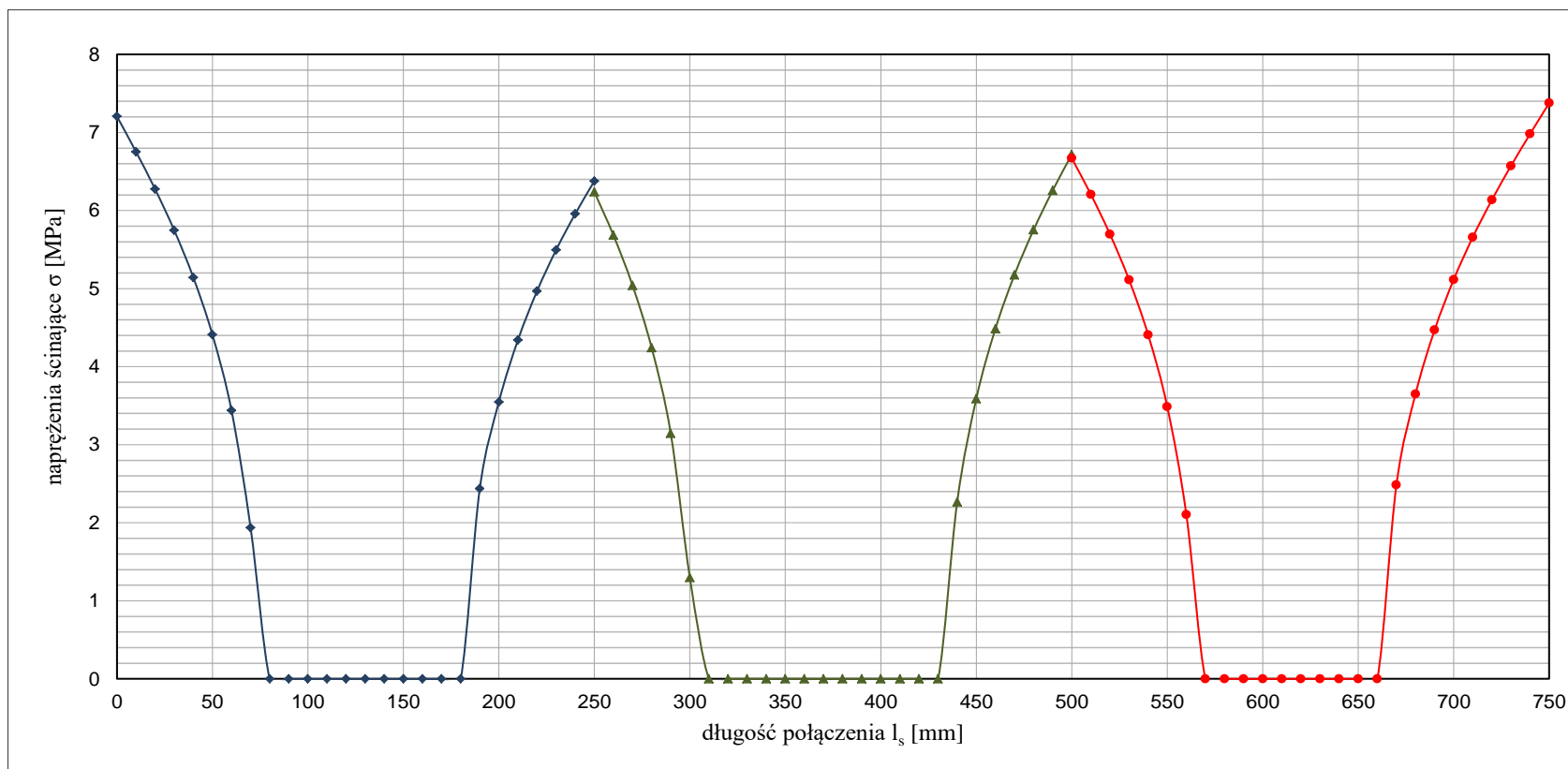
Tab.1. Długość stopni złącza według PN-C-94147:1997

Wytrzymałość przekładki taśmy $R_N$ , kN/m	Długość stopnia złącza $l_s$ , mm
do 150	150
od 160 do 250	250
od 315 do 400	350
od 500 do 630	400

PN-C-94147:1997: Wyroby gumowe. Połączenia taśm przenośnikowych metodą wulkanizacji

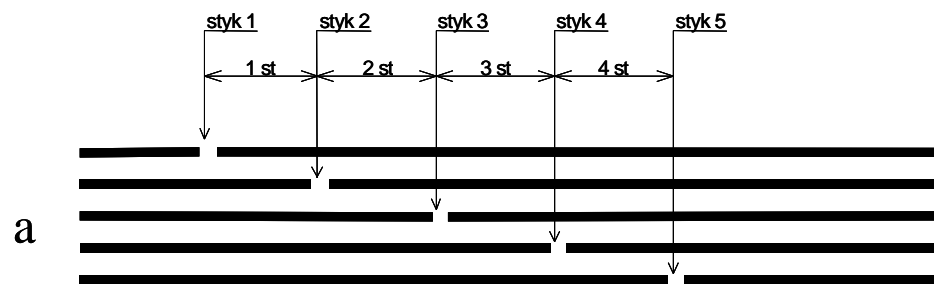
# Rozkład naprężeń w spoinie klejowej

Jaka jest efektywna długość stopni oraz całego złącza?

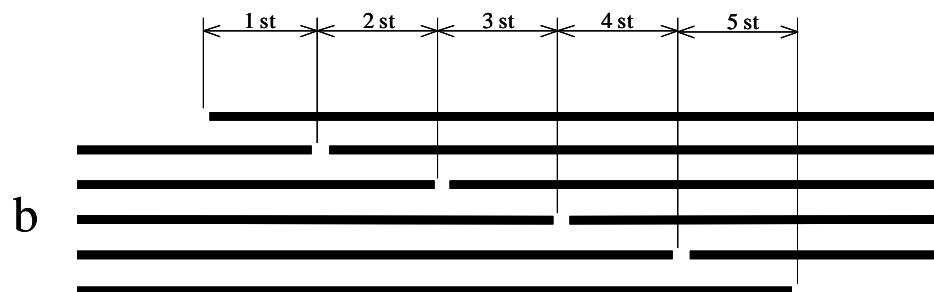


*Naprężenie w spoinie klejowej  $\sigma$  na długości złącza (klej nr 3, taśma EP800/4)*

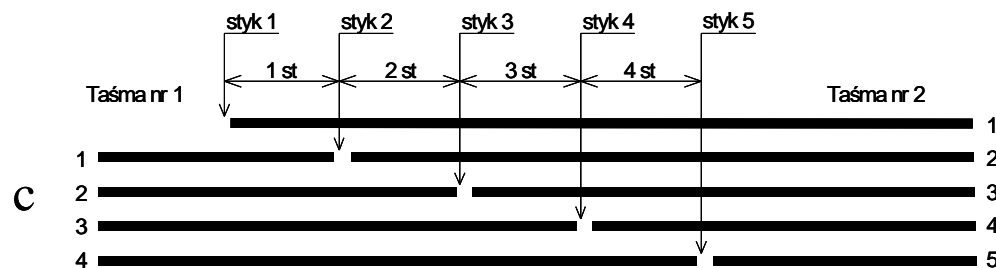
## Schematy konstrukcyjne złącz



Złącze zakładkowe taśmy  
5-przekładkowej



Złącze nakładkowe taśmy  
5-przekładkowej



Złącze zakładkowo-nakładkowe  
taśm 4 i 5-przekładkowej

## Metoda oceny wytrzymałości złącz na rozciąganie

$$R_p = 0,85 \cdot R_r \cdot \frac{n_z - 1}{n_t}, \quad kN/m$$

gdzie:

$R_p$  – wytrzymałość na rozciąganie złącza wyrażona w kN/m;

$R_r$  – wytrzymałość na rozciąganie taśmy wyrażona w kN/m;

$n_z$  – liczba przekładek w złączu;

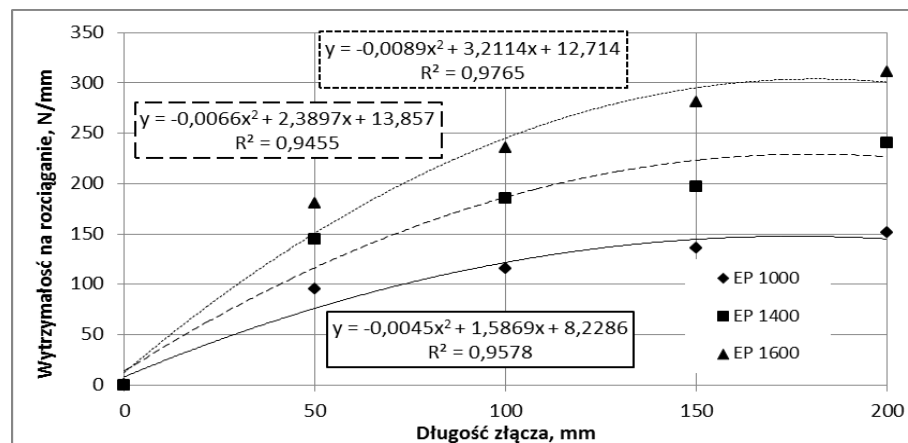
$n_t$  – liczba przekładek w taśmie.



# Badanie naprężeń w spoinie klejowej złączy

Tab.2.

Oznaczenie złącza taśmy	Wytrzymałość na ścinanie $\tau$ , N/mm <sup>2</sup> dla długości złącza L, mm				Wytrzymałość na rozciąganie złącza $R_z$ , N/mm dla długości złącza L, mm			
	50	100	150	200	50	100	150	200
EP 1000	4,1	3,3	2,6	1,9	95	115	135	151
EP 1400	4,4	3,7	2,9	2,2	145	185	197	240
EP 1600	4,0	3,1	2,5	2,0	180	235	280	310

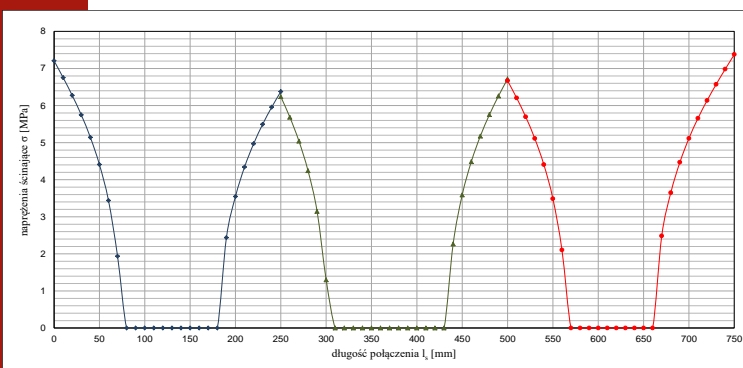


Wytrzymałość na rozciąganie złącza w zależności od długości złącza

# Badanie naprężeń w spoinie klejowej złączy

Zestawienie rezerw długości  $l_0$  na stopniach złącza w zależności od rodzaju złącza

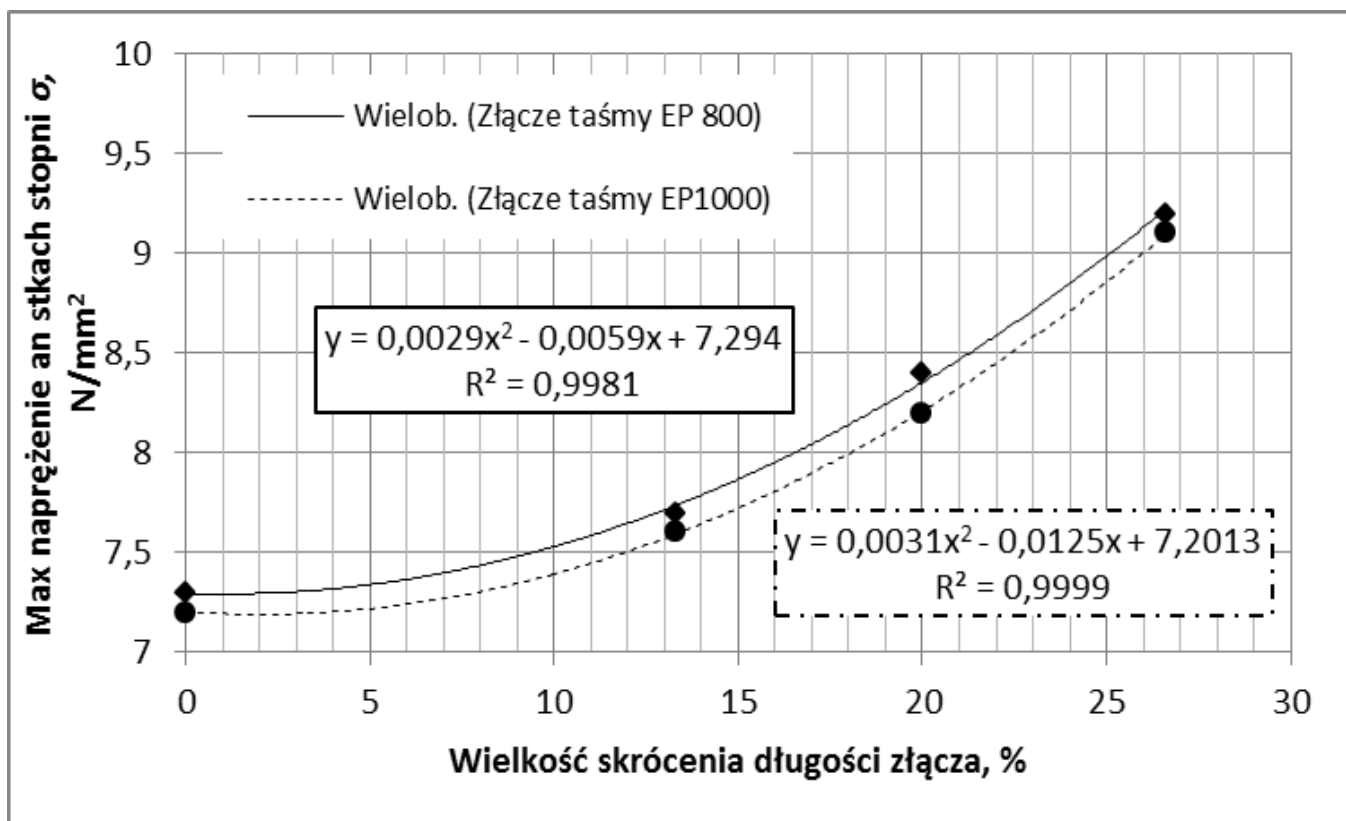
Z badań wynika, że na środkowych fragmentach spoiny klejowej poszczególnych stopni nie występują naprężenia ścinające.



Łączone taśmy	Wytrzymałość na rozciąganie taśmy, $R_r$ , kN/m	Obciążenie taśmy $R=0,2R_r$ , kN/m	Nr stopnia złącza	Długość stopni złącza $l_{st}$ , mm	Długość $l_0$ na stopniach złącza, mm	Max. naprężenie na stykach stopni, $\sigma_{max}$ , N/mm <sup>2</sup>
EP 800	793	158	1	250	125	7,3
			2	250	130	
			3	250	118	
			1	250	121	7,7
			2	200	112	
			3	250	110	
			1	200	109	8,4
			2	200	86	
			3	200	106	
			1	200	95	9,2
			2	150	104	
			3	200	92	
EP 1000	1097	219	1	250	135	7,2
			2	250	129	
			3	250	126	
			1	250	124	7,7
			2	200	121	
			3	250	121	
			1	200	101	8,2
			2	200	96	
			3	200	102	
			1	200	95	9,1
			2	150	95	
			3	200	89	

Długość złącza: 750 mm (3x250), 700 mm (250x200x250), 600 mm (200x200x200) i 550 mm (200x150x200)

# Analiza wyników badań



*Zależność max. naprężeń ścinajacych na stykach stopni w zależności od wielkości skrócenia stopni*



# Analiza wyników badań

Tab. 3. Długość stopni złącza według PN-C-94147:1997

Wytrzymałość przekładki taśmy $R_N$ , kN/m	Długość stopnia złącza $l_s$ , mm
do 150	150
od 160 do 250	250
od 315 do 400	350
od 500 do 630	400

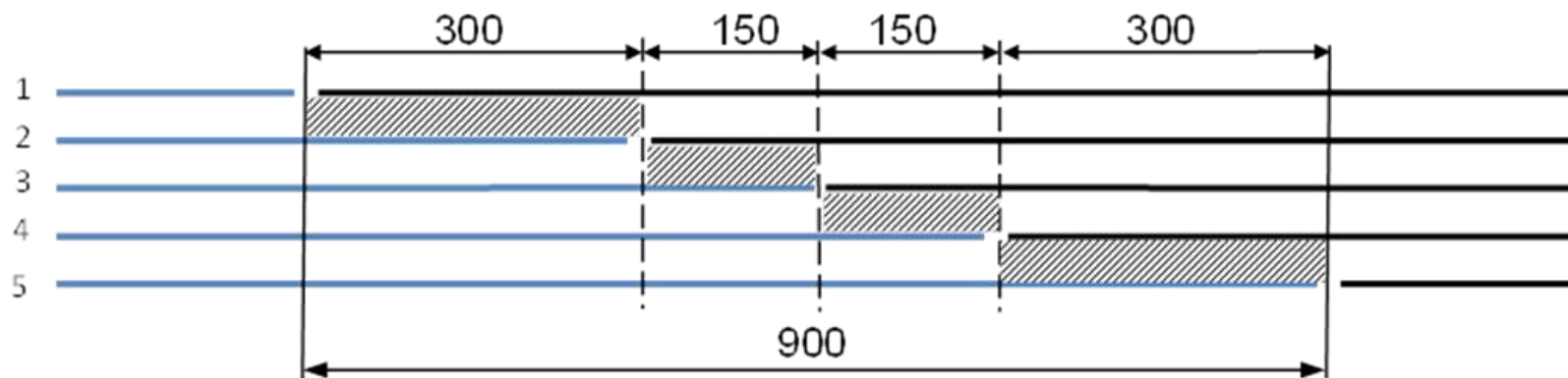
Tab. 4. Zalecane długości stopni

Wytrzymałość przekładki $R_N$ , kN/m	Długość stopni $l_{st}$ , mm	
	zewnątrznych	środkowych
do 150	100	100
od 160 do 250	200	150
od 315 do 400	300	150
od 500 do 630	350	200

## Przykład wymiarowania złącza

Przykład wymiarowania złącza taśmy typu 2000/5 o wytrzymałości pojedynczej przekładki 400 kN/m.

W tym przykładzie standardową długość złącza równą  $4 \times 350 = 1400$  mm zmniejszono do 900 mm.



*Wymiary złącza taśmy typu 2000/5*



# Badanie naprężeń w spoinie klejowej złączy

Wyniki badań poddano analizie mającej na celu przedstawienie zależności maksymalnych naprężeń występujących na stykach złączy  $\tau$  :

$$\tau = 0,64 \cdot M_{z\acute{l}acza}^{-0,64} \cdot \tau_{tasm\acute{y} prz.}^{2,95} \cdot R_{roz\acute{w}.z\acute{l}acza}^{-0,20}$$

gdzie:

$\tau$  - maksymalne naprężenia ścinające w spoinie klejowej występujące na stykach złącza w MPa,

$M_{z\acute{l}acza}$  - moduł złącza, kN/m<sup>2</sup>, (wg metody badawczej opracowanej na Poli. Wroclawskiej)

$R_{roz\acute{w}.z\acute{l}acza}$  - wytrzymałość na rozwarstwianie złącza, kN/m, (wg PN-EN ISO 252)

$\tau_{tasm\acute{y} prz.}$  - wytrzymałość na ścinanie taśmy przeliczeniowa, kN/m<sup>2</sup>, (wg PN-C-94147)



# Trwałość zmęczeniowa połączeń

$$LC = 0,002 \cdot R_{rozw.zlacza}^{1,89836} \cdot M_{taśmy}^{0,267143} \cdot TS^{2,59} \cdot \epsilon_{zew.stopni}^{-3,8967}$$

gdzie:

$R_{rozw.zlacza}$  - wytrzymałość na rozwarstwianie złącza, kN/m, (wg PN-EN ISO 252)

$M_{taśmy}$  - moduł taśmy, kN/m<sup>2</sup>, (wg PN-EN ISO 283)

$TS$  - wytrzymałość na rozciąganie gumy klejowej, kN/m<sup>2</sup>, (wg PN ISO 37)

$\epsilon_{zew.stopni}$  - wydłużenie względne spoiny klejowej gumy frykcyjnej na stykach zewnętrznych, mm/mm (wg metody badawczej opracowanej na Poli. Wroclawskiej)

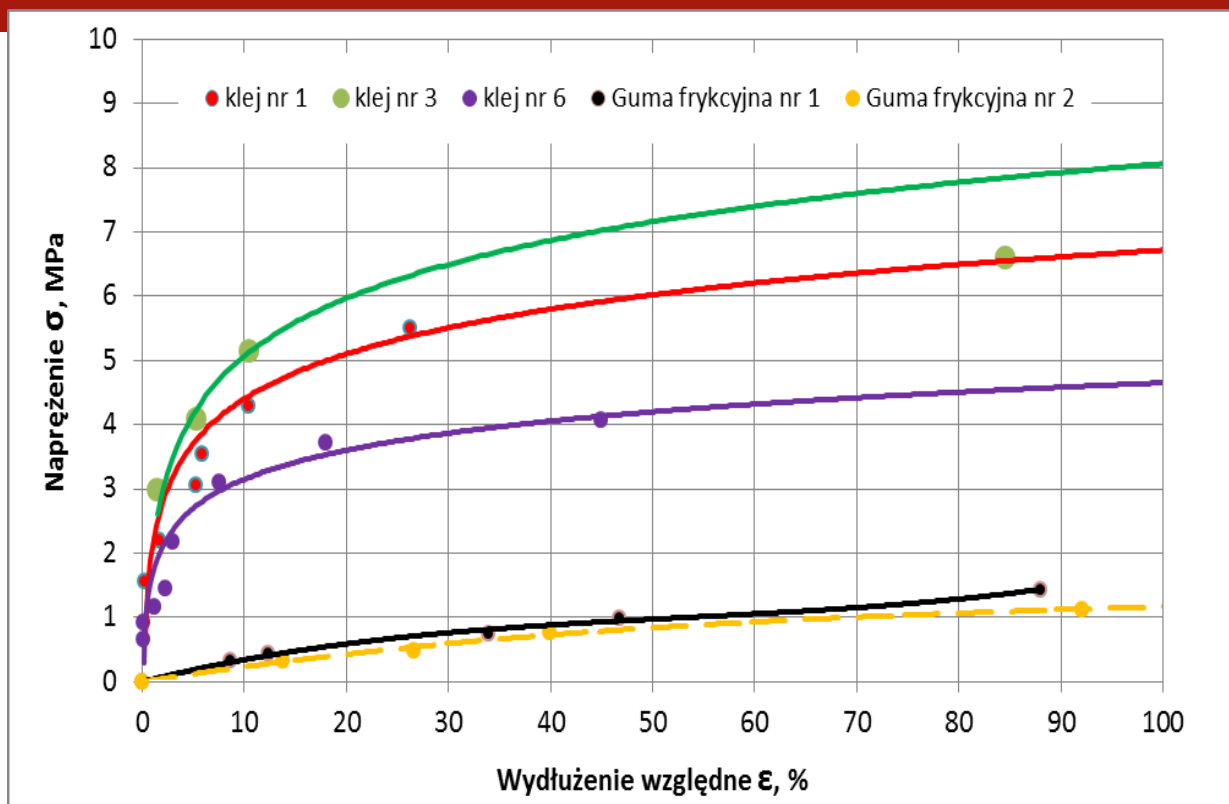


## Wnioski

Stwierdzono, że obecnie zalecane wymiary długości stopni złączy można zmniejszyć. Środkowe stopnie złączy można zmniejszyć nawet o około 40%. Badania zmęczeniowe złączy ze skróconymi środkowymi stopniami wykazały, że nie ma to wpływu na ich trwałość.

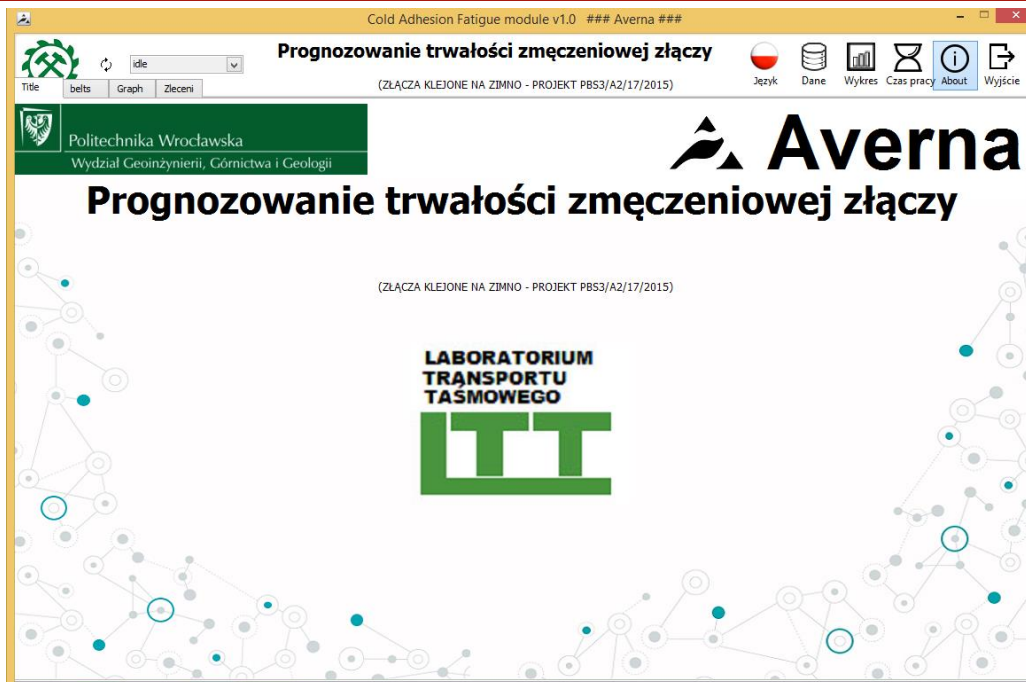
Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono istotny wpływ właściwości wytrzymałościowych taśm i klejów na wielkość naprężeń w spoinie klejowej co zostało określone liczbową zależnością.

# Wnioski



Naprężenia w funkcji wydłużeń  $\sigma = f(\epsilon)$  gumy międzyprzekładkowej oraz kleju gumowego

# Prognozowanie trwałości zmęczeniowej złączy



Program komputerowy, który umożliwia obliczenie trwałości eksploatacyjnej połączenia przed jego wykonaniem. Na podstawie danych o taśmach oraz spoinie klejowej program oblicza maksymalną liczbę cykli, po której nastąpi uszkodzenie złącza. Posiadając dane o przenośniku oraz obliczoną liczbę cykli, aplikacja umożliwia również obliczenie czasu pracy złącza w miesiącach.







# Program Badań Stosowanych nr PBS3/A2/17/2015 „Złącza wieloprzekładowych taśm przenośnikowych o zwiększonej trwałości eksploatacyjnej”

Projekt wykonany  
w konsorcjum z firmą **NILOS Polska sp. z o.o.**



Program Badań Stosowanych



**NILOS**<sup>®</sup>  
**POLSKA**