



**POLITECHNIKA
RZESZOWSKA**
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA



**WYDZIAŁ
BUDOWNICTWA,
INŻYNIERII ŚRODOWISKA
I ARCHITEKTURY**
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

LABORATORIUM WYTRZYMAŁOŚCI MATERIAŁÓW

1. STATYCZNA PRÓBA ROZCIĄGANIA METALI

1.1 WSTĘP

Próba rozciągania dzięki swym zaletom stała się podstawową, wytrzymałościową próbą statyczną znajdując tym samym najbardziej szerokie zastosowanie w dziedzinie badań materiałów.

Do zalet próby rozciągania należy uzyskanie prawie jednorodnego stanu naprężenia w rozciąganej próbce do pewnego, określonego etapu rozciągania, możliwość wyznaczania szeregu wartości charakteryzujących mechaniczne własności materiału, możliwość obserwacji procesu rozciągania od początku obciążania próbki aż do jej zniszczenia, jakościowa i ilościowa jego ocena oraz prostota przeprowadzenia próby.

Jednoosiowy stan naprężenia otrzymuje się przez zastosowanie odpowiedniej próbki zamocowanej w maszynie wytrzymałościowej. Wyniki uzyskane na próbkach znormalizowanych są w pełni praktycznie porównywalne.

Próbie rozciągania poddaje się również gotowe elementy konstrukcyjne, w przypadku, gdy zastosowane obciążenia rozciągające są wynikiem zasadniczego obciążenia roboczego i mogą decydować o ich zniszczeniu. Takimi elementami są liny stalowe, łańcuchy, druty, taśmy itp. Rozciąga się również elementy konstrukcyjne spawane, zgrzewane i nitowane.

Jest rzeczą całkowicie zrozumiałą, iż wielkości charakterystyczne określone na podstawie rozciągania próbek nie mogą odzwierciedlać ogólnego zachowania się gotowych konstrukcji pod obciążeniem. Dlatego nie należy przeceniać próby rozciągania. Natomiast w kontroli produkcji i dla ogólnej oceny jakości materiału, jego jednorodność – próba rozciągania stanowi niezawodny i prosty środek badawczy.

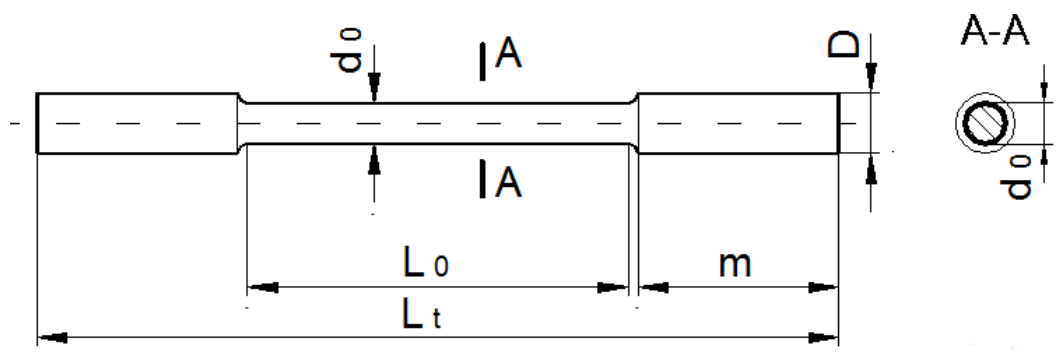
1.2 RODZAJE STOSOWANYCH PRÓBEK

Dla stali podstawowych rozróżniamy próbki :

- próbki okrągłe o przekroju kołowym z główkami gwintowanymi wkręcanymi w uchwyty maszyny wytrzymałościowej,
- próbki okrągłe z główkami do chwytania w szczęki,
- próbki okrągłe do chwytania w uchwyty pierścieniowe,
- próbki płaskie.

Długość pomiarowa próbki okrągłej pokazanej na Rys. 1 gdzie:
wynosi:

d_0 – średnica próbki
kołowej,
 S – pole przekroju
poprzecznego
rozpatrywanej próbki.



Rys. 1: Próbką o przekroju kołowym

1.3 CEL ĆWICZENIA

Wyznaczenie na podstawie statycznej próby rozciągania wielkości wytrzymałościowych i plastycznych materiału:

- granica prawa Hook'a R_H ,
- granicy plastyczności $R_e = f_y$,
- wytrzymałości na rozciąganie $R_m = f_m$,
- moduł Younga,

i dodatkowo:

- wydłużenia względnego,
- przewężenia względnego.

Wyrażna **granica plastyczności** jest to naprężenie, po osiągnięciu którego następuje wyraźny wzrost wydłużenia rozciąganej próbki bez wzrostu lub nawet przy spadku obciążenia:

$$R_e = f_y = \frac{F_e}{S_0} \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$

gdzie:

F_e – siła obciążająca odpowiadająca wyraźnej granicy plastyczności,

S_0 – pole powierzchni przekroju pierwotnego próbki.

Wytrzymałości na rozciąganie jest to naprężenie odpowiadające największej sile, uzyskanej w czasie próby rozciągania:

$$R_m = f_u = \frac{F_m}{S_0} \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$

gdzie:

F_m – największa siła uzyskana w czasie próby, odczytana na siłomierzu maszyny wytrzymałościowej,

S_0 – pole powierzchni przekroju pierwotnego próbki.

Granica proporcjonalności (granica stosowalności prawa Hooke'a) jest to taka graniczna wartość naprężenia, do osiągnięcia której przyrostom wydłużenia jednostkowego odpowiadają proporcjonalne przyrosty naprężeń, czyli $\Delta\sigma/\Delta\varepsilon = const$. Oznacza to, że wykres rozciągania jest do momentu osiągnięcia granicy proporcjonalności linią prostą.

$$R_H = \frac{F_H}{S_0} \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$

gdzie:

F_H – siła obciążająca przy której wykres przestaje być liniowy,

S_0 – pole powierzchni przekroju pierwotnego próbki.

Naprężenia zrywające jest to stosunek siły przy zerwaniu próbki, do przekroju próbki po zerwaniu :

$$\sigma_z = \frac{F_z}{S_z} \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$

gdzie:

F_z – siła niszcząca (zrywająca) próbkę, odczytana z danych uzyskanych z maszyny wytrzymałościowej,

S_z – pole przekroju próbki po zerwaniu w miejscu przewężenia

Wydłużenie względne jest to stosunek trwałego wydłużenia bezwzględnego próbki po zerwaniu do długości pomiarowej próbki, wyrażony w procentach:

$$A_p = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L_u - L_0}{L_0} \cdot 100\%$$

gdzie:

L_u [mm] – długość pomiarowa po zerwaniu,

L_0 [mm] – pierwotna długość pomiarowa.

Przewężenie względne jest to zmniejszenie pola powierzchni przekroju poprzecznego próbki w miejscu rozerwania odniesione do pola powierzchni jej przekroju pierwotnego:

$$Z = \frac{d_0^2 - d_u^2}{d_0^2} \cdot 100\%$$

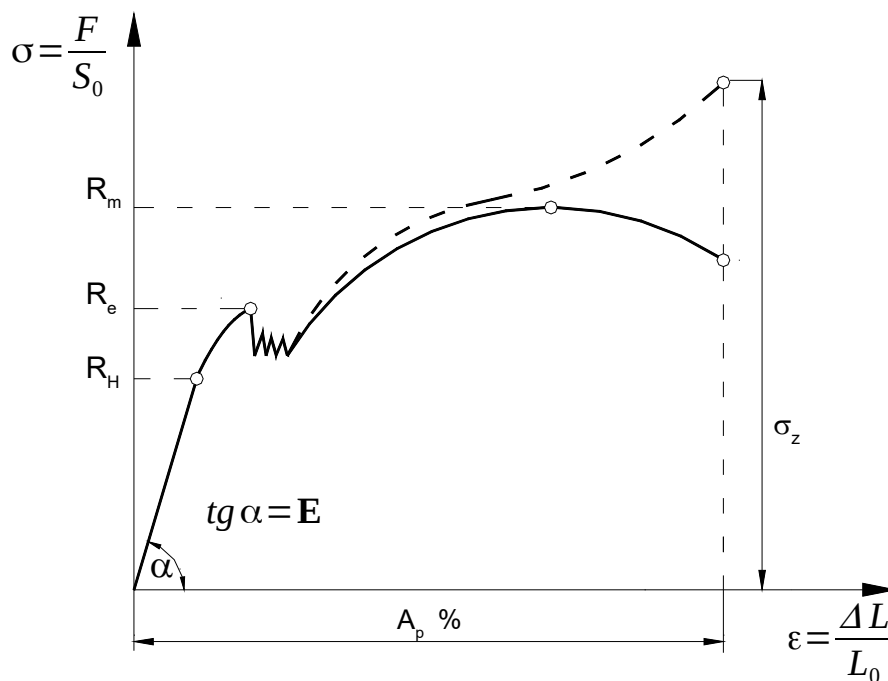
gdzie:

d_u [mm] – średnica próbki po zerwaniu w miejscu przewężenia.

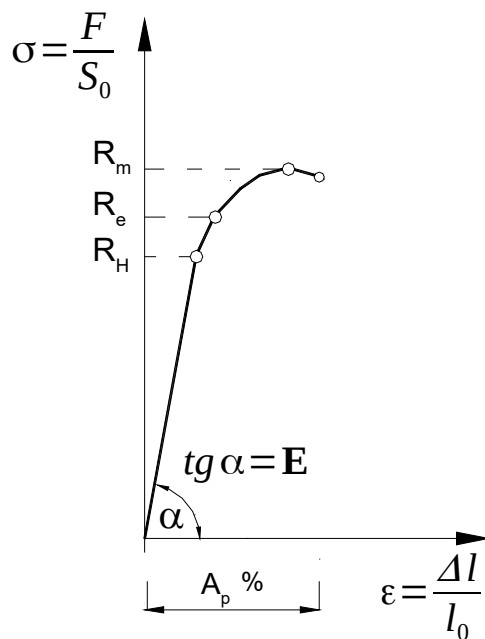
d_0 [mm] – pierwotna średnica próbki

1.4 WYKRES ROZCIĄGANIA

W trakcie próby rozciągania rejestrujemy w układzie siła F , wydłużenie L . Wykres rozciągania przedstawia się w układzie $\sigma - \varepsilon$ na podstawie przeliczenia zarejestrowanych wielkości. Ideowe wykresy przestawiono na Rys. 2 i Rys. 3.



Rys. 2: Wykres rozciągania dla stali niskowęglowej



Rys. 3: Wykres rozciągania dla stali wysokowęglowej

1.5 WYKONANIE ĆWICZENIA

Próbkę wykonuje się na maszynie wytrzymałościowej dla dwóch rodzajów próbek:

- próbka ze stali niskowęglowej (plastycznej)
- próbka ze stali wysokowęglowej (twardej).

Przed przystąpieniem do próby pomierzyć dla obu próbek d_0 , L_0 , a po wykonaniu próby d_u i L_u .

Na podstawie zarejestrowanych wielkości obliczyć: R_m , R_e , R_H , σ_z , A_p , Z .

Wyniki zestawić w tabelach 1–3. Wykonać wykres $\sigma - \varepsilon$ z dwoma seriami danych (dla dwóch próbek).

Tabela 1: Zestawienie wymiarów

Nr próbki	Wymiary		
	d_0 [mm]	L_0 [mm]	S_0 [mm ²]
1.			
2.			

Tabela 2: Zestawienie wyznaczonych własności wytrzymałościowych

Nr próbki	Własności wytrzymałościowe							
	F_m [N]	R_m [N/mm ²]	F_e [N]	R_e [N/mm ²]	F_H [N]	R_H [N/mm ²]	F_z [N]	σ_z [N/mm ²]
1.								
2.								

Tabela 3: Zestawienie wyznaczonych własności plastycznych

Nr próbki	Własności plastyczne			
	L_u [mm]	A_p [%]	d_u [mm]	z [%]
1.				
2.				