

MECHANIKA BUDOWLI – W01

WYTRZYMAŁOŚĆ MATERIAŁÓW – WPROWADZENIE i PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA

MECHANIKA BUDOWLI:

- statyka
- wytrzymałość materiałów
- teoria sprężystości
- teoria plastyczności
- dynamika
- reologia

WYTRZYMAŁOŚĆ MATERIAŁÓW

jest to nauka zajmująca się skutkami oddziaływania sił zewnętrznych na elementy budowli i metodami obliczania tych skutków.

WYTRZYMAŁOŚĆ MATERIAŁU

jest to wartość naprężenia, po której przekroczeniu następuje zniszczenie materiału pod wpływem obciążenia statycznego.

Zniszczenie materiału może nastąpić wskutek:

- ściskania,
- rozciągania,
- zginania,
- ścinania,
- skręcania,
- docisku.

MECHANIKA BUDOWLI – WYTRZYMAŁOŚĆ MATERIAŁÓW W01

Skład chemiczny i własności mechaniczne stali węglowych konstrukcyjnych ogólnego zastosowania (PN-88/H-84020)

Znak stali	C	Skład chemiczny, %				R _c *	R _m **	A ₅ ***
		Mn	Si	P max	S max			
St0S	0,23 max	1,30	0,40 max	0,070	0,065	185	300-540	W 20 P 18
St3S	0,22 max	1,10	0,10 0,35	0,050	0,050	225	360-490	W 26 P74
St3W	0,17 max	1,30	0,10 0,35	0,040	0,040	225	360-490	W 26 P 24
St4S	0,24 max	1,10	0,10 0,35	0,050	0,050	265	420-550	W 22 P20
St4W	0,20 max	1,30	0,10- 0,35	0,040	0,040	265	420-550	W 22 P20
MSt5	0,26+0,37	0,80	0,35 max	0,050	0,050	285	470-640	W 20 P 18
MSt6	0,38+0,49	0,38	0,35 max	0 ₃₂₅ 570	0 ₃₂₅ 570	325	570-740	W 15 P 13
MSt7	0,50-0,62	0,80	0,35 max	0 ₃₅₅ 670	0 ₃₅₅ 670	355	670-840	W11 P9

* Dla wyrobów o grubości lub średnicy powyżej 16 ÷ 40 mm.

** Dla wyrobów o grubości lub średnicy powyżej 3 ÷ 100 mm.

*** Dla wyrobów o grubości lub średnicy powyżej 3 ÷ 40 mm.

Kierunek osi próbki: W - wzdłużny, P - poprzeczny (w stosunku do kierunku walcowania).

MECHANIKA BUDOWLI – WYTRZYMAŁOŚĆ MATERIAŁÓW W01

Rodzaj wytrzymałości	oznaczenie	jednostka	Klasa betonu								
			C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
Wytrzymałość gwarantowana	$f_{c,cube}^G$	[MPa]	15	20	25	30	37	45	50	55	60
Wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie	f_{ck}	[MPa]	12	16	20	25	30	35	40	45	50
Wytrzymałość charakterystyczna na rozciąganie	f_{ctk}	[MPa]	1,1	1,3	1,5	1,8	2	2,2	2,5	2,7	2,9
Wytrzymałość średnia na rozciąganie	f_{ctm}	[MPa]	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1
Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie	f_{cd}	[MPa]	8	10,6	13,3	16,7	20	23,3	26,7	30	33,3
Wytrzymałość obliczeniowa na rozciąganie	f_{ctd}	[MPa]	0,73	0,87	1	1,2	1,33	1,47	1,67	1,8	1,93
Moduł sprężystości	E_{cm}	[GPa]	27	29	30	31	32	34	35	36	37

MECHANIKA BUDOWLI – WYTRZYMAŁOŚĆ MATERIAŁÓW W01

PN-EN 338. Drewno konstrukcyjne. Klasy wytrzymałości

		Gatunki iglaste											Gatunki liściaste								
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50	D18	D24	D30	D35	D40	D50	D60	D70
Właściwości wytrzymałościowe (w N/mm ²)																					
Zginanie	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50	18	24	30	35	40	50	60	70
Rozciąganie wzdłuż włókien	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30	11	14	18	21	24	30	36	42
Rozciąganie w poprzek włókien	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Ściskanie wzdłuż włókien	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29	18	21	23	25	26	29	32	34
Ściskanie w poprzek włókien	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	7,5	7,8	8,0	8,1	8,3	9,3	10,5	13,5
Ścinanie	$f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	5,0
Właściwości sprężyste (w kN/mm ²)																					
Średni moduł sprężystości wzdłuż włókien	$E_{0,mean}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16	9,5	10	11	12	13	14	17	20
5 % kwantyl modułu sprężystości wzdłuż włókien	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7	8	8,5	9,2	10,1	10,9	11,8	14,3	16,8
Średni moduł sprężystości w poprzek włókien	$E_{90,mean}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53	0,63	0,67	0,73	0,80	0,86	0,93	1,13	1,33
Średni moduł odkształcenia postaciowego	G_{mean}	0,44	0,5	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00	0,59	0,62	0,69	0,75	0,81	0,88	1,06	1,25
Gęstość (w kg/m ³)																					
Gęstość charakterystyczna	ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460	475	485	530	540	550	620	700	900
Średnia gęstość	ρ_{mean}	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550	570	580	640	650	660	750	840	1080
UWAGI:																					
<ol style="list-style-type: none"> Podane wyżej wartości wytrzymałości na rozciąganie, ściskanie, ścinanie, 5 % kwantylu modułu sprężystości, średniego modułu sprężystości oraz średniego modułu odkształcenia postaciowego zostały obliczone z zastosowaniem wzorów podanych w załączniku A. Właściwości zamieszczone w tabelicy są określone dla wilgotności drewna odpowiadającej temperaturze 20 °C i wilgotności powietrza 65 %. Zachodzi możliwość ograniczonej dostępności drewna klas C45 i C50. Wartości wytrzymałości na ścinanie odnoszą się do drewna bez spekań, wg EN 408. Wpływ spekań należy uwzględnić w zasadach projektowania. 																					

STATYKA

- założenie statyczności obciążeń
- założenie jednorodności i izotropii materiału
- zasada zeszywnienia
- zasada superpozycji
- założenie małych odkształceń (sprężystych)

ZAŁOŻENIE WŁÓKNISTEJ BUDOWY PRĘTA

Zakłada się, że pręt składa się z wiązki bardzo cienkich, szczelnie ułożonych włókien, które nie oddziałują na siebie nawzajem.

Włókna są ułożone równoległe do osi pręta, a suma pól przekrojów poszczególnych włókien jest równa polu przekroju pręta.

ZASADA NAPRĘŻEŃ MIEJSCOWYCH (Z. SAINT-VENANTA)

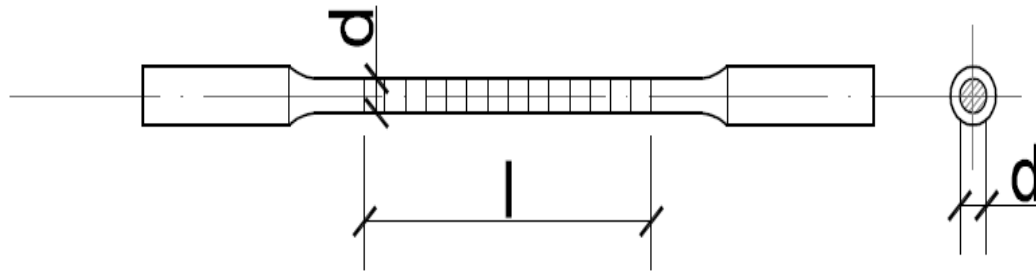
W przekrojach dostatecznie odległych od miejsca, w którym przyłożone jest obciążenie, sposób jego przyłożenia nie jest istotny, a znaczenie ma tylko oddziaływanie wypadkowej obciążenia.

ZAŁOŻENIE PŁASKICH PRZEKROJÓW (Z. BERNOULLIEGO)

Dowolny przekrój płaski poprowadzony myślowo w ciele nieobciążonym pozostanie płaski także wówczas, gdy ciało zostanie obciążone.

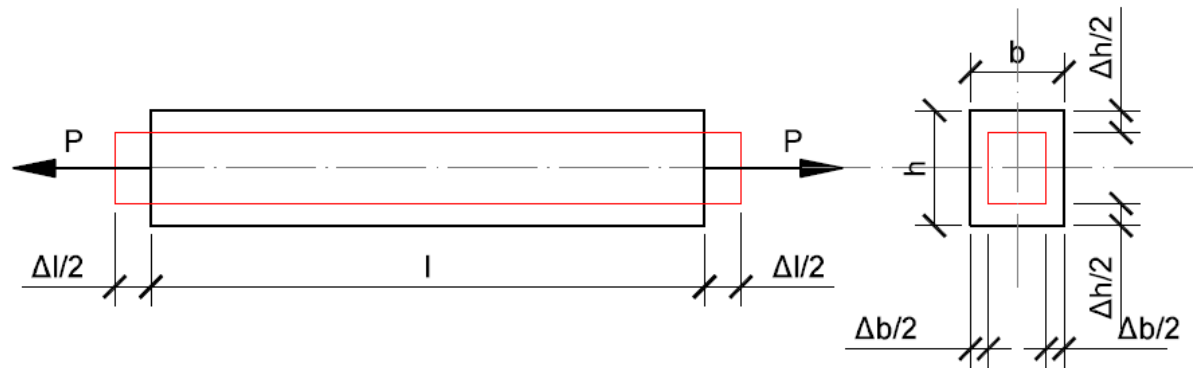
Obciążony przekrój zmieni jedynie swoje położenie –
– może się przesunąć, obrócić lub skrócić.

STATYCZNA PRÓBA ROZCIĄGANIA STALI



ODKSZTAŁCENIA I STAŁE MATERIAŁOWE

ROZCIĄGANIE OSIOWE - WYDŁUŻENIE



STATYCZNA PRÓBA ROZCIĄGANIA STALI

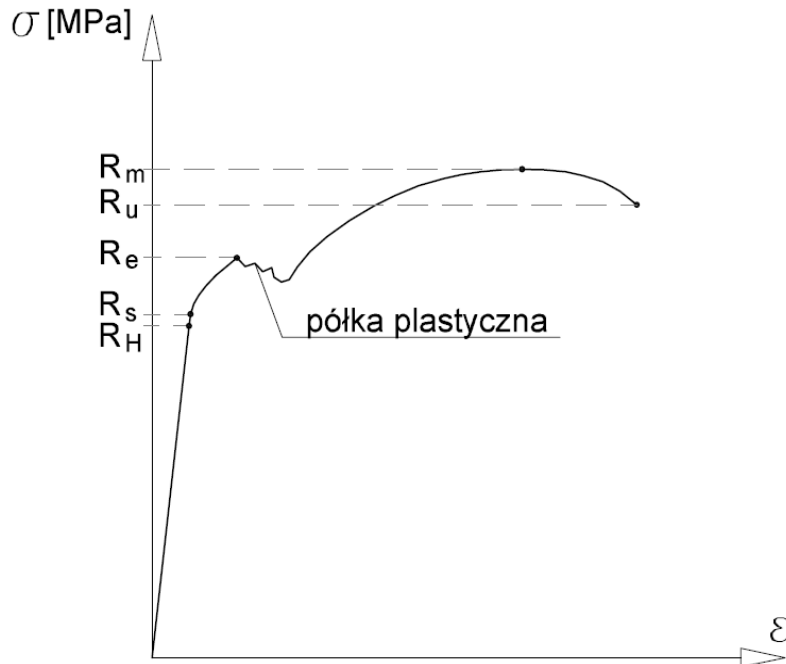
Naprężenie:

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Odkształcenie:

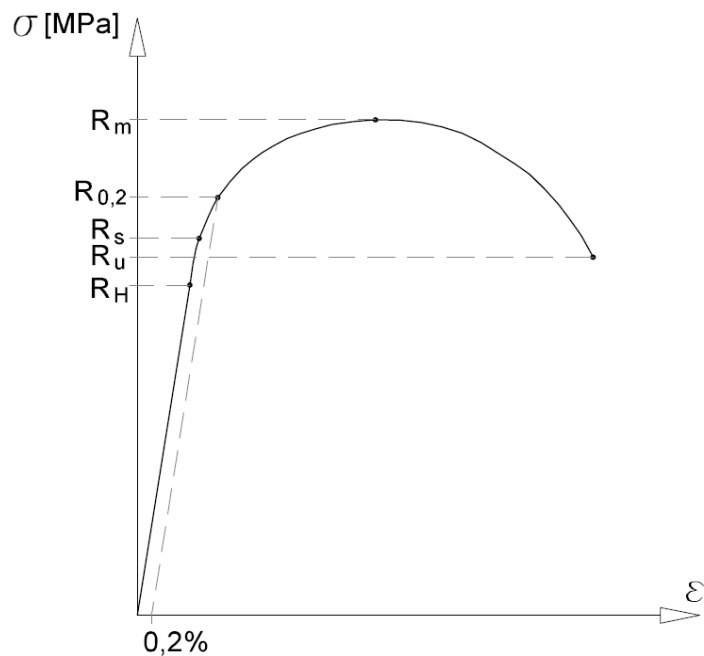
$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

STATYCZNA PRÓBA ROZCIĄGANIA STALI



- R_H – granica proporcjonalności
- R_S – granica sprężystości
- R_E – granica plastyczności
- R_m – wytrzymałość na rozciąganie
- R_u – naprężenia przy zrywaniu

STATYCZNA PRÓBA ROZCIĄGANIA STALI



- R_H – granica proporcjonalności
- R_S – granica sprężystości
- $R_{0,2}$ – umowna granica plastyczności
- R_m – wytrzymałość na rozciąganie
- R_u – naprężenia przy zrywaniu

PRAWO HOOKE'A

odkształcenie ciała pod wpływem działającej na nie siły jest proporcjonalne do tej siły.

$$\sigma = \varepsilon \cdot E$$

σ - naprężenie [MPa]

ε - odkształcenie ciała [%]

E – moduł sprężystości podłużnej (moduł Younga)

ODKSZTAŁCENIA I STAŁE MATERIAŁOWE

MODUŁ SPRĘŻYSTOŚCI (MODUŁ YOUNGA, WSPÓŁCZYNNIK PROPORCJONALNOŚCI)

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

gdzie E jest wartością stałą dla danego materiału [MPa]

