

I. BUDOWNICTWO OGÓLNE

1. Przedstawić na rysunkach i scharakteryzować układy konstrukcyjne budynków.
2. Podać definicję dylatacji. Wymienić czynniki, ze względu, na które stosuje się dylatacje w budynkach. Wymienić i przedstawić schematycznie na rysunkach sytuacje, które powodują konieczność stosowania dylatacji z uwagi na nierównomierne osiadanie fundamentów.
3. Wymienić i scharakteryzować rodzaje ścian ze względu na pracę statyczną. Narysować przykładowy rzut budynku i zaznaczyć poszczególne rodzaje ścian.
4. Przedstawić na rysunkach i scharakteryzować ściany murowane zewnętrzne: dwu- i trójwarstwowe. Podać zasady kształtowania, stosowane materiały.
5. Wymienić i scharakteryzować rodzaje nadproży. Podać przykłady rozwiązań.
6. Wymienić funkcje wieńców w budynkach. Podać zasady ich projektowania.
7. Przedstawić na rysunkach i scharakteryzować rodzaje stropów na belkach drewnianych i stalowych.
8. Przedstawić na rysunkach i scharakteryzować zasady konstruowania stropów gęstożebrowych.
9. Przedstawić na rysunkach i scharakteryzować rodzaje konstrukcji schodów żelbetowych.
10. Przedstawić na rysunkach zasady konstrukcji oraz podstawowe wymiary drewnianych wiązarów dachowych: jętkowych oraz płatwiowo-kleszczowych.
11. Przedstawić na rysunkach i scharakteryzować rodzaje stropodachów stosowanych w budynkach.
12. Opisać rodzaje izolacji wodochronnych stosowanych w budynkach poniżej poziomu terenu w zależności od warunków wodno-gruntowych.

II. MATERIAŁY BUDOWLANE

1. Opisać szczelność i porowatość materiałów:
 - podać definicje tych właściwości z uwzględnieniem porowatości otwartej i całkowitej,
 - podać zależności do obliczania porowatości całkowitej materiału (równania z opisem i właściwymi jednostkami),
 - opisać wpływ porowatości na właściwości fizyczne i mechaniczne materiału.
2. Scharakteryzować spoiwa cementowe:
 - wymienić rodzaje cementów wg PN-EN 197-1,
 - podać skład fazowy (mineralny) klinkieru portlandzkiego,
 - wymienić kolejność reagowania poszczególnych faz klinkierowych podczas hydratacji cementu,
 - opisać podstawowe właściwości cementów z uwzględnieniem wymagań normowych wg PN-EN 197-1,
 - opisać zastosowanie spoiw cementowych w budownictwie.
3. Scharakteryzować spoiwa wapienne:
 - opisać surowce do produkcji spoiw wapiennych,
 - podać rodzaje spoiw wapiennych według PN-EN 459-1 i metody ich wytwarzania,
 - opisać procesy wiązania i twardnienia,
 - opisać zastosowanie spoiw wapiennych w budownictwie.
4. Scharakteryzować beton komórkowy AAC:
 - podać zasady klasyfikacji według PN-EN 771-4 na podstawie gęstości pozornej (objętościowej) i wytrzymałości na ściskanie,
 - opisać technologię wytwarzania gazobetonu i pianobetonu (wskazać różnice),
 - opisać proces silikatyacji (powstawanie C-S-H) autoklawizowanego betonu komórkowego,
 - wymienić wyroby oraz opisać zastosowanie gazobetonu i pianobetonu.
5. Scharakteryzować zaprawy budowlane zwykłe:
 - podać definicję materiału, podział ze względu na rodzaj zastosowanego spoiwa oraz wytrzymałości na ściskanie,
 - omówić zasady projektowania zapraw budowlanych zwykłych,
 - omówić zastosowanie w budownictwie.

6. Scharakteryzować wyroby ceramiczne:
 - podać zasady klasyfikacji elementów murowych ceramicznych według PN-EN 771-4 na podstawie gęstości pozornej (objętościowej) i wytrzymałości na ściskanie,
 - opisać charakterystykę wyrobów ceramicznych ze względu na ich strukturę,
 - scharakteryzować wyroby ścienne, stropowe i dachowe.
7. Scharakteryzować materiały do izolacji cieplnych:
 - omówić wymagane właściwości fizyczne, mechaniczne i chemiczne,
 - wymienić i scharakteryzować powszechnie stosowane w budownictwie materiały termoizolacyjne.
8. Omówić urabialność mieszanki betonowej:
 - scharakteryzować podstawowe czynniki decydujące o urabialności,
 - podać definicję konsystencji mieszanki betonowej, wymienić stopnie ciekłości,
 - wymienić i opisać podstawowe metody badań.
9. Opisać zagadnienia dotyczące betonu:
 - podać definicję betonu cementowego według PN-EN 206,
 - podać zakres klas i sposób oznaczania według PN-EN 206,
 - zdefiniować wytrzymałość charakterystyczną betonu na ściskanie,
 - podać i opisać kryteria zgodności według PN-EN 206.
10. Scharakteryzować mrozoodporność betonu:
 - podać zasady klasyfikacji według PN-88/B-06250,
 - opisać metody określania mrozoodporności betonu,
 - wymienić zalecenia dotyczące zwiększania odporności betonu na działanie mrozu.
11. Scharakteryzować odkształcalność betonu:
 - naszkicować wykres $\sigma - \varepsilon$ pod obciążeniem doraźnym z odpowiednimi oznaczeniami i jednostkami,
 - podać zasady określania siecznego modułu sprężystości i współczynnika odkształcenia poprzecznego (współczynnik Poisson'a).
12. Scharakteryzować klasy ekspozycji betonu:
 - wymienić i podać sposób oznaczania według PN-EN 206 oraz PN-B-06265 wraz z charakterystyką środowiskową,
 - podać wymagania dotyczące betonu wynikające z klasyfikacji do danej klasy ekspozycji.

III. DROGI

1. Opisać podział dróg publicznych na kategorie i odpowiadające im klasy techniczno-użytkowe.
2. Opisać wymagania jakie powinna spełnić prawidłowo zaprojektowania niweleta drogi.
3. Wymienić i opisać sposoby odwodnienia powierzchniowego dróg.
4. Opisać postępowanie związane z określeniem grupy nośności podłoża gruntowego.
5. Opisać procedurę projektowania konstrukcji nawierzchni drogowej.
6. Narysować schemat konstrukcji nawierzchni podatnej i zaznaczyć nazwy poszczególnych warstw.
7. Wymienić rodzaje nawierzchni betonowych.
8. Podać definicję asfaltu oraz wymienić jego rodzaje i klasy.
9. Wymienić rodzaje mieszanek mineralno-asfaltowych i podać ich symbole.
10. Wymienić klasy wytrzymałości na ścislenie osiowe próbek z mieszanek mineralnych związanych cementem.
11. Wymienić i krótko scharakteryzować typy rond.
12. Opisać wymagania do projektowania ścieżek rowerowych.

IV. KONSTRUKCJE BETONOWE

1. Proszę omówić fazy pracy belki zginanej.
2. Proszę porównać cechy mechaniczne stali stosowanych w konstrukcjach żelbetowych i sprężonych.
3. Proszę omówić odkształcalność reologiczną betonu.
4. Proszę wymienić podstawowe założenia przyjmowane przy sprawdzaniu stanu granicznego nośności na zginanie w konstrukcjach żelbetowych.
5. Proszę podać podstawowe założenia przyjmowane przy sprawdzaniu stanu granicznego nośności na ścinanie w konstrukcjach żelbetowych.
6. Proszę podać ogólne zasady sprawdzania stanów granicznych użytkowości w konstrukcjach żelbetowych (SG ugięć, SG zarysowania).
7. Proszę podać zasady konstrukcyjne doboru i rozmieszczenia zbrojenia w płycie pracującej jednokierunkowo.
8. Proszę podać zasady konstrukcyjne doboru i rozmieszczenia zbrojenia podłużnego i zbrojenia poprzecznego w słupie.
9. Proszę podać zasady konstrukcyjne doboru i rozmieszczenia zbrojenia podłużnego i zbrojenia poprzecznego w belce.
10. Proszę scharakteryzować betonowe stropy bezbelkowe (stany graniczne, konstruowanie zbrojenia).
11. Proszę omówić zasady obliczania i zbrojenia żelbetowych stóp fundamentowych.
12. Proszę omówić istotę i klasyfikację konstrukcji sprężonych.

V. MOSTY

1. Wymienić i opisać analizy poprzedzające budowę obiektu mostowego.
2. Podać klasyfikację obiektów mostowych ze względu na funkcję użytkową oraz opisać różnice pomiędzy poszczególnymi rodzajami obiektów.
3. Wymienić podstawowe układy statyczne obiektów mostowych oraz narysować po jednym przykładzie każdego z układów.
4. Wskazać i scharakteryzować główne elementy składowe mostu dwuprzęsłowego na rysunku w widoku z boku.
5. Narysować przyczółek masywny w widoku izometrycznym ze wskazaniem istotnych elementów i omówieniem ich pracy w konstrukcji.
6. Wymienić i opisać zasadnicze elementy przęseł mostowych.
7. Wymienić i opisać modele obciążeń ruchomych mostów drogowych wg PN-EN 1991-2.
8. Wymienić i opisać modele obciążeń ruchomych mostów kolejowych wg PN-EN 1991-2.
9. Opisać fazy pracy konstrukcji mostu zespolonego stalowo-betonowego. Narysować rozkład naprężeń w przekroju w każdej fazie.
10. Wymienić i opisać technologie realizacji ustrojów niosących mostów.
11. Wymienić i opisać rodzaje kontroli stanu technicznego drogowych obiektów inżynierskich.
12. Podać zasady stosowania skali ocen punktowych stanu technicznego elementów drogowych obiektów inżynierskich.

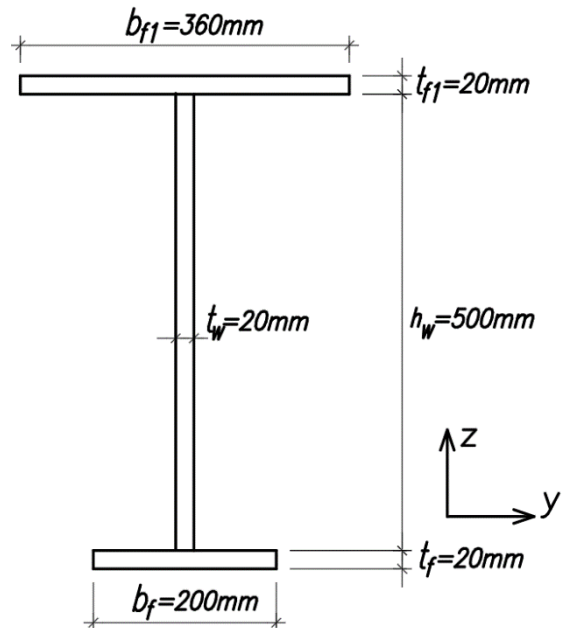
VI. MECHANIKA BUDOWLI I METODY OBLICZENIOWE

1. Podać definicję linii wpływu. Podać przykład wykorzystania linii wpływu. Na czym polega metoda kinematyczna (graficzna) wyznaczania linii wpływu?
2. Podać zasady wyznaczania obwiedni momentów zginających w konstrukcjach prętowych na podstawie linii wpływu. Podać zasady obciążania linii wpływu przy różnych typach obciążeń (siła skupiona, układ sił skupionych, obciążenie ciągłe równomierne) w celu wyznaczania ekstremalnych wartości momentów.
3. Podać zasady obliczania przemieszczeń w układach prętowych liniowo-sprężystych w przypadku oddziaływań statycznych, geometrycznych i termicznych (wzór Maxwella-Mohra).
4. Podać podstawowe założenia i tok postępowania przy obliczeniach układów prętowych metodą sił w przypadku oddziaływań statycznych, geometrycznych i obciążenia temperaturą (zilustrować to odpowiednimi rysunkami).
5. Podać podstawowe założenia i tok postępowania przy obliczeniach układów prętowych metodą przemieszczeń w przypadku oddziaływań statycznych, geometrycznych i obciążenia temperaturą (zilustrować to odpowiednimi rysunkami).
6. Podać metody sprawdzenia poprawności obliczeń w metodzie sił i metodzie przemieszczeń.
7. Podać podstawowe założenia i omówić tok postępowania przy wyznaczaniu częstości i form drgań własnych układów prętowych z masami skupionymi.
8. Podać podstawowe założenia i omówić tok postępowania przy wyznaczaniu sił wewnętrznych od obciążeń zmiennych w czasie w układach prętowych z masami skupionymi. Podać definicję współczynnika dynamicznego. Jak wykorzystuje się ten współczynnik w praktycznych obliczeniach dynamicznych i wymiarowaniu konstrukcji?
9. Omówić parametry tłumienia konstrukcji. Podać zależności pomiędzy tymi parametrami. Podać metodę wyznaczania parametrów tłumienia konstrukcji rzeczywistych.
10. Jak wyznacza się siłę krytyczną (lub mnożnik krytyczny obciążenia) w układach prętowych? Omówić procedurę obliczeniową z wykorzystaniem metody przemieszczeń.
11. Omówić algorytm obliczeń Metodą Elementów Skończonych w przypadku konstrukcji prętowych. Podać definicję stopnia swobody węzła w MES i jaki to ma wpływ na rozmiar układu równań. Podać przykłady.
12. Omówić algorytm obliczeń Metody Różnic Skończonych w przypadku wyznaczania ugięć belek. Podać sposób uwzględniania warunków brzegowych.

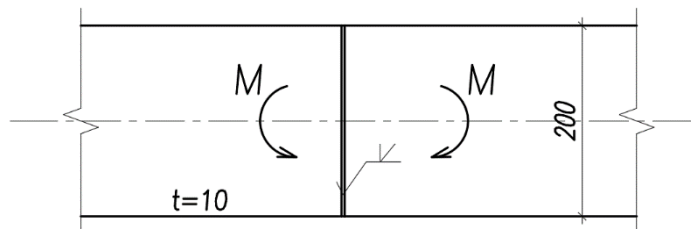
VII. KONSTRUKCJE STALOWE

1. Wymienić Stany Graniczne oraz opisać zasady sprawdzania Stanów Granicznych stalowych elementów zginanych.
2. Scharakteryzować zasady wymiarowania stalowych ściskanych słupów dwugałęziowych.
3. Dla przekroju jak na rysunku i $f_y=235\text{MPa}$ określić:

- klasę przekroju (Załącznik 1)
- nośność na ściskanie – $N_{c,Rd}$
- nośność na zginanie względem osi z – $M_{c,Rd,z}$.

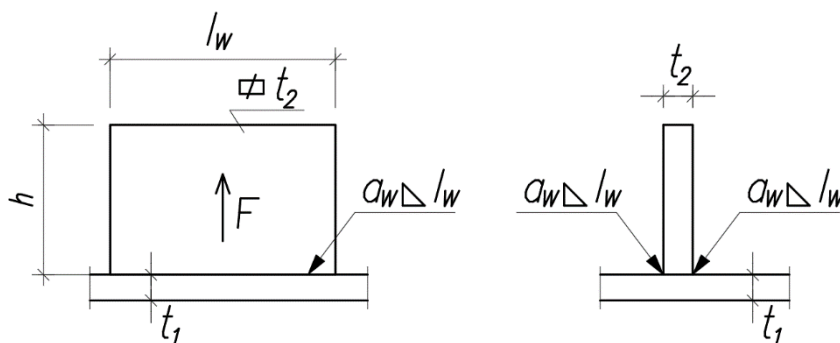


4. Sprawdzić nośność zginanego styku stalowego płaskownika 200x10 wykonanego ze stali S235. Styk wykonano spoiną czołową. $M=20\text{kNm}$; $f_y=235\text{MPa}$, $f_u=360\text{MPa}$



5. Zaprojektować spoiny pachwinowe w połączeniu mając dane:

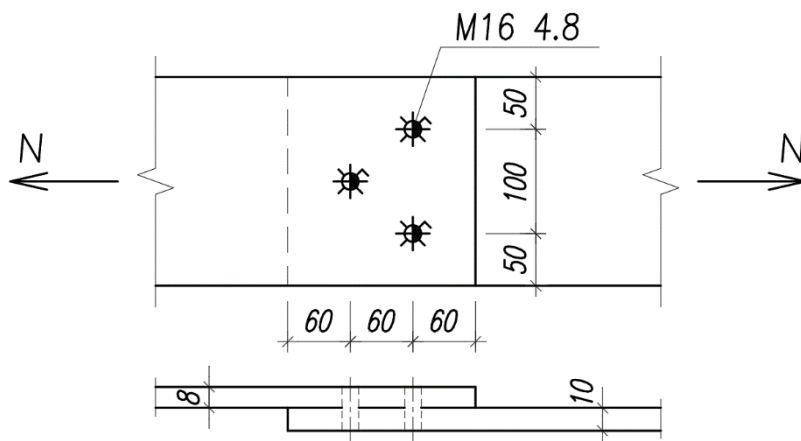
Stal S235: $f_y = 235\text{MPa}$, $f_u = 360\text{MPa}$; $t_1 = 8\text{mm}$, $t_2 = 5\text{mm}$;



$F = 50\text{kN}$; $\beta = 0,8$, $\gamma_{pM2} = 1,25$.

6. Określić nośność połączenia przy założeniu, że płaszczyzna ścinania przechodzi przez gwintowaną część śruby. Sprawdzić poprawność rozmieszczenia łączników.

Stal S235: $f_y=235\text{MPa}$, $f_u=360\text{MPa}$; Śruby M16 kl.4.8: $f_{ub}=400\text{MPa}$, $f_{yb}=320\text{MPa}$,

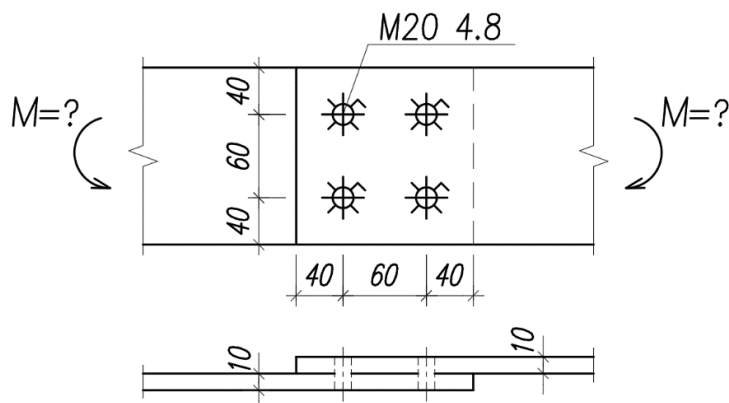


$\alpha_v=0,5$, $k_1=2,5$, $\alpha_b=1,0$, $d_o=18\text{mm}$, $A=201,1\text{mm}^2$, $A_s=161\text{mm}^2$.

7. Określić nośność połączenia z uwagi na nośność śrub, przy założeniu, że płaszczyzna ścinania przechodzi przez gwintowaną część śruby. Sprawdzić poprawność rozmieszczenia łączników.

Stal S235: $f_y=235\text{MPa}$, $f_u=360\text{MPa}$; Śruby M20 kl.4.8: $f_{ub}=400\text{MPa}$, $f_{yb}=320\text{MPa}$,

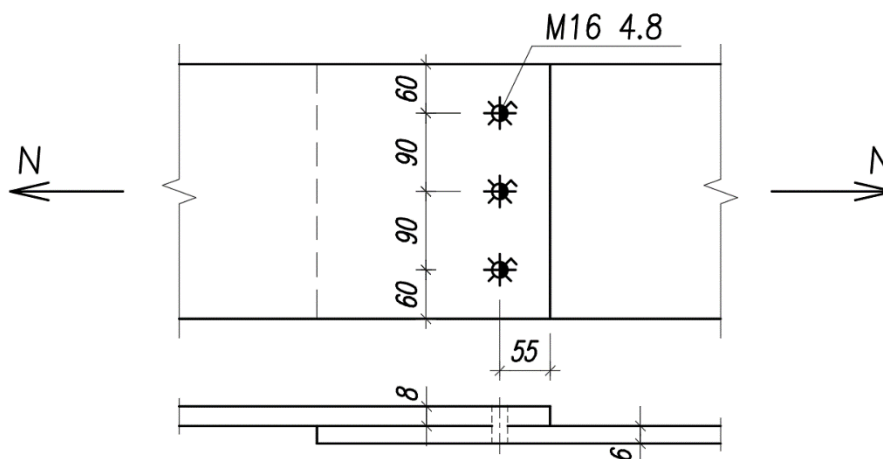
$\alpha_v=0,5$, $k_1=2,5$, $\alpha_b=1,0$, $d_o=22\text{mm}$, $A=314\text{mm}^2$, $A_s=245\text{mm}^2$.



8. Jaką maksymalną siłę N może przenieść połączenie płaskowników przy założeniu, że płaszczyzna ścinania przechodzi przez gwintowaną część śruby? Sprawdzić poprawność rozmieszczenia łączników.

Stal S235: $f_y=235\text{MPa}$, $f_u=360\text{MPa}$,

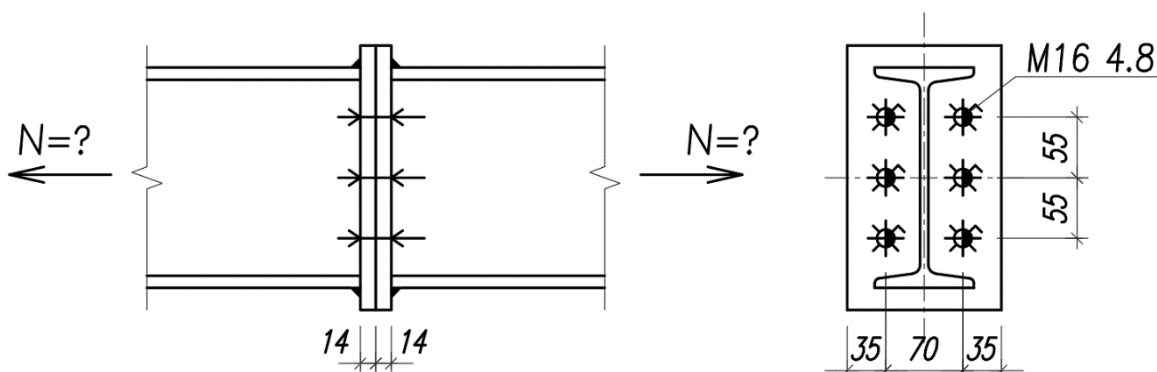
Śruby M16 kl.4.8: $f_{ub}=400\text{MPa}$, $f_{yb}=320\text{MPa}$, $\alpha_v=0,5$, $k_1=2,5$, $\alpha_b=1,0$, $d_o=22\text{mm}$



9. Jaką siłę przeniesie połączenie doczołowe I200 z uwagi na nośność śrub? Sprawdzić poprawność rozmieszczenia łączników.

Stal S235: $f_y=235\text{MPa}$, $f_u=360\text{MPa}$, $A_1=46,1\text{cm}^2$

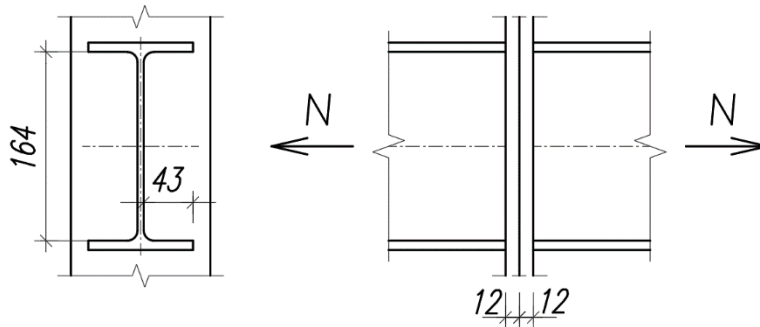
Śruby M16 kl.4.8: $f_{ub}=400\text{MPa}$, $f_{yb}=320\text{MPa}$, $k_2=0,9$, $A_s=161\text{mm}^2$, $d_m = 25,85\text{mm}$.



10. Określić liczbę śrub potrzebnych do czołowego połączenia IPE180 (z uwagi na nośność śrub). Rozmieścić je w połączeniu.

Stal S235: $f_y = 235\text{MPa}$, $f_u = 360\text{MPa}$, $A_1 = 23,9\text{cm}^2$;

Śruby M16 kl.8.8: $f_{ub} = 800\text{MPa}$, $f_{yb} = 640\text{MPa}$, $k_2 = 0,9$, $A_s = 161\text{mm}^2$, $d_m = 25,85\text{mm}$.

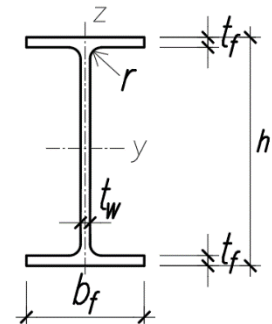
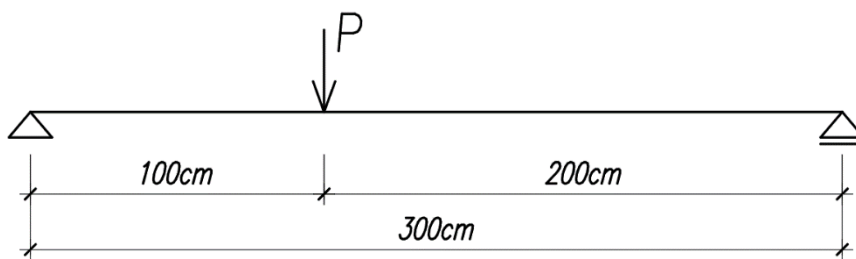


11. Dla belki o schemacie i przekroju poprzecznym jak na rysunku sprawdzić warunek Stanu Granicznego Nośności przy zginaniu względem osi y (Załącznik 1).

Warunek sprawdzić w dwóch wariantach dla $P_1 = 100\text{kN}$ i $P_2 = 200\text{kN}$.

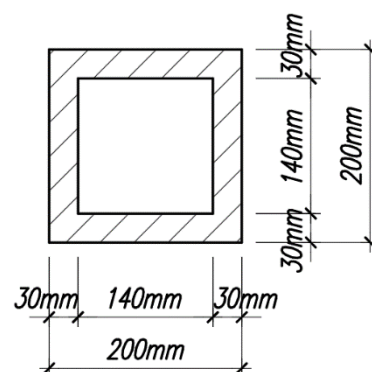
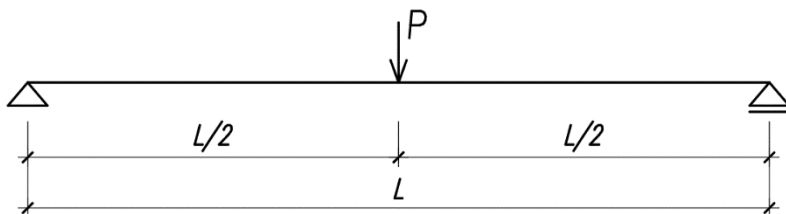
Stal S235: $f_y = 235\text{MPa}$, $f_u = 360\text{MPa}$,

$h = 270\text{mm}$, $b_f = 135\text{mm}$, $t_f = 10,2\text{mm}$, $t_w = 6,6\text{mm}$, $r = 15\text{mm}$ $A_1 = 45,9\text{cm}^2$,



$W_{y,el} = 429\text{cm}^3$, $W_{y,pl} = 484\text{cm}^3$, $\eta_{LT} = 0,87$.

12. Dla belki o schemacie i przekroju poprzecznym jak na rysunku sprawdzić warunek Stanu Granicznego Użytkowania dla dopuszczalnej strzałki ugięcia równej $L/200$ w dwóch wariantach:



$P_1 = 150\text{kN}$ i $L_1 = 600\text{cm}$; $P_2 = 200\text{kN}$ i $L_2 = 800\text{cm}$.

ZAŁĄCZNIK 1

KLASYFIKACJA PRZEKROJÓW METALOWYCH

Wewnętrzne części ściskane				Wspornikowe części pasów			
Oś zginania				Oś zginania			
Oś zginania				Oś zginania			
Klasa	Część zginana	Część ściskana	Część zginana i ściskana	Kształtowniki walcowane		Kształtowniki spawane	
Klasa	Część zginana	Część ściskana	Część zginana i ściskana	Część zginana i ściskana			
				Brzeg ściskany		Brzeg rozciągany	
Rozkład naprężeń w części (ściskanie – dodatnie)							
1	$c/t \leq 72\epsilon$	$c/t \leq 33\epsilon$	gdy $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{396\epsilon}{13\alpha - 1}$ gdy $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{36\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
2	$c/t \leq 83\epsilon$	$c/t \leq 38\epsilon$	gdy $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{456\epsilon}{13\alpha - 1}$ gdy $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{41,5\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq 10\epsilon$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
3	$c/t \leq 124\epsilon$	$c/t \leq 42\epsilon$	gdy $\psi > -1$: $c/t \leq \frac{42\epsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ gdy $\psi \leq -1$: $c/t \leq 62\epsilon(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_{\sigma}}$		k_{σ} – patrz EN 1993-1-5

VIII. TECHNOLOGIA ROBÓT BUDOWLANYCH, ORGANIZACJA PRODUKCJI BUDOWLANEJ, EKONOMIKA BUDOWNICTWA, KIEROWANIE W PROCESIE INWESTYCYJNYM, ERGONOMIA I BEZPIECZEŃSTWO PRACY

1. Podać definicję normy pracochłonności pracy ludzkiej. Wymienić elementy zmiany roboczej (czynności i przerwy) uwzględniane przy jej obliczaniu oraz przerwy nienormowane.
2. Omówić jak zgodnie z zasadami mechanizacji kompleksowej zaprojektować optymalny (ze względu na wydajność) zestaw maszyn w warunkach deterministycznych? Udowodnić, że jednostkowy koszt produkcji dla takiego zestawu jest minimalny.
3. Opisać czym charakteryzują się działki, na których są wykonywane procesy niejednorodne. Sporządzić przykładowy harmonogram realizacji trzech procesów na czterech działkach (zgodny z zasadami metody pracy równomiernej). Opisać w jaki sposób należy ustalać skład liczbowy i kwalifikacyjny brygad, aby procesy zostały wykonane w najkrótszym czasie.
4. Sporządzić model sieciowy realizacji robót wykończeniowych (podkład monolityczny pod posadzki 3 dni; przerwa technologiczna 21 dni; suche tynki 8 dni; posadzki 5 dni; malowanie 4 dni) w trzech jednotypowych i jednokondygnacyjnych budynkach mieszkalnych (czasy wykonania procesów podano dla jednego budynku). Do wykonania każdego procesu (z wyjątkiem podkładów wykonywanych za pomocą jednego miksokreta) zatrudniono po trzy brygady robocze (po jednej dla każdego budynku). Przedstawić drogę krytyczną oraz sporządzić harmonogram dla najwcześniejszych terminów realizacji.
5. Podać w jaki sposób określić minimalną liczbę działek roboczych w metodzie pracy równomiernej. Omówić różnicę pomiędzy działkami jednotypowymi i jednorodnymi. Wyjaśnić w jaki sposób liczba działek roboczych wpływa na czas trwania ustabilizowanej pracy równomiernej.
6. Wymienić rodzaje kosztorysów budowlanych i omówić ich rolę w procesie inwestycyjnym. Przedstawić metody ich sporządzania.
7. Wymienić dokumenty, za pomocą których inwestor opisuje przedmiot zamówienia na roboty budowlane zgodnie z Prawem zamówień publicznych. Podać co powinny zawierać te dokumenty.
8. Wymienić rodzaje i podać sposób obliczania wydajności maszyn o pracy cyklicznej, ciągłej i porcjowej.
9. Przedstawić i omówić klasyfikację deskowań.
10. Omówić zasady i metody pielęgnacji betonu w okresie letnim i zimowym.
11. Omówić różnice pomiędzy montażem swobodnym i wymuszonym elementów prefabrykowanych. Podać przykłady montażu wymuszonego.
12. Wymienić podstawowe zasady BHP przy pracy na rusztowaniach.

IX. GEOTECHNIKA I FUNDAMENTOWANIE

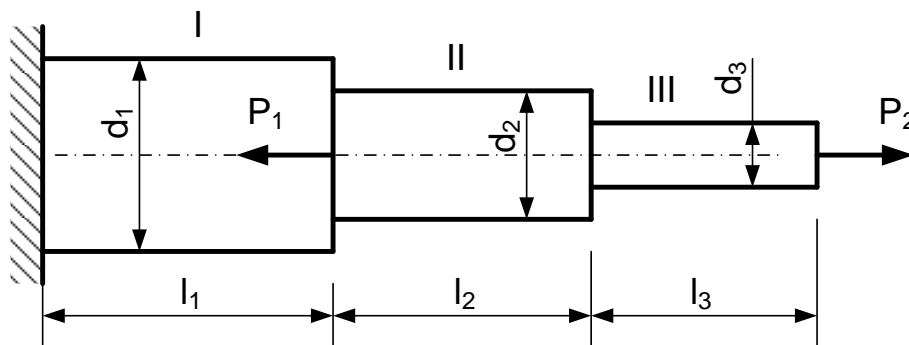
1. Wymienić fizyczne własności gruntów i sposoby ich wyznaczania - uziarnienie, podstawowe i pochodne parametry fizyczne, stopień zagęszczenia i stopień plastyczności.
2. Opisać mechaniczne właściwości gruntów - parametry i sposoby ich wyznaczania.
3. Opisać rozkład i składowe naprężenia w podłożu gruntowym w poziomie i poniżej poziomu posadowienia fundamentów.
4. Scharakteryzować odkształcalność oraz nośność podłoża gruntowego.
5. Scharakteryzować przepływ wody w podłożu gruntowym oraz jego wpływ na właściwości gruntów.
6. Scharakteryzować parcie gruntu na ściany oporowe – spoczynkowe, czynne, bierne.
7. Opisać metody wyznaczania i zabezpieczania stateczności skarp i zboczy.
8. Opisać metodykę sprawdzania SGN według Eurokodu 7 dla fundamentów bezpośrednich.
9. Opisać metodykę sprawdzania SGU według Eurokodu 7 dla fundamentów bezpośrednich.
10. Scharakteryzować rodzaje i zastosowanie pali fundamentowych oraz opisać metodykę sprawdzania SGN i SGU fundamentów palowych.
11. Scharakteryzować odwodnienie podłoża i wykopów fundamentowych – opisać zasady wyboru sposobu odwadniania i instalacji odwadniających oraz zasady projektowania odwodnień.
12. Scharakteryzować zasady projektowania i sprawdzania stateczności ścianek szczelnych i ich zakotwień.

X. WYTRZYMAŁOŚĆ MATERIAŁÓW

1. Wyznaczyć naprężenia w poszczególnych odcinkach pręta oraz całkowite wydłużenie.

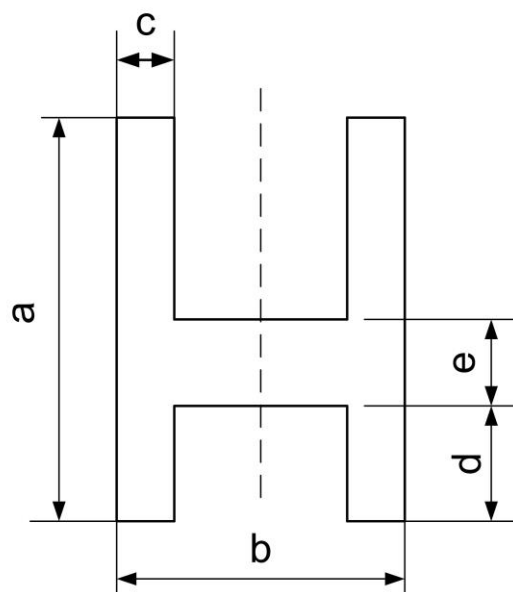
Dane:

- długości odcinków: $l_1=0,6\text{m}$, $l_2=0,8\text{m}$, $l_3=1,2\text{m}$,
- średnice odcinków: $d_1=28\text{mm}$, $d_2=22\text{mm}$, $d_3=12\text{mm}$,
- siły: $P_1=12\text{kN}$, $P_2=6\text{kN}$,
- moduł Younga $E=70\text{GPa}$.



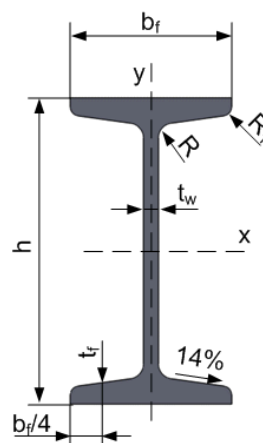
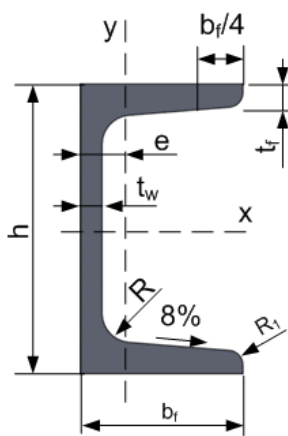
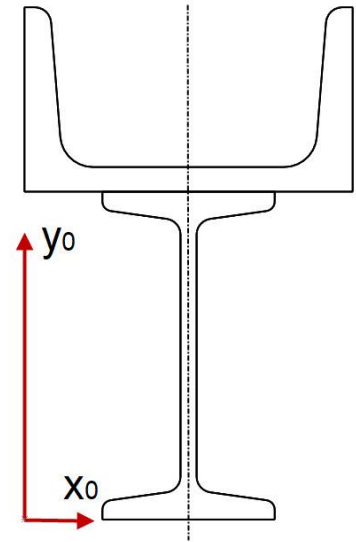
2. Wyznaczyć położenie środka ciężkości i wartości głównych centralnych momentów bezwładności.

Dane: $a=130\text{mm}$, $b=80\text{mm}$, $c=15\text{mm}$, $d=30\text{mm}$, $e=25\text{mm}$.



3. Dla układu, składającego się z ceownika C100 i dwuteownika I120, przedstawionego na rysunku, wyznaczyć:

- położenie środka ciężkości,
- maksymalną i minimalną wartość momentu bezwładności.



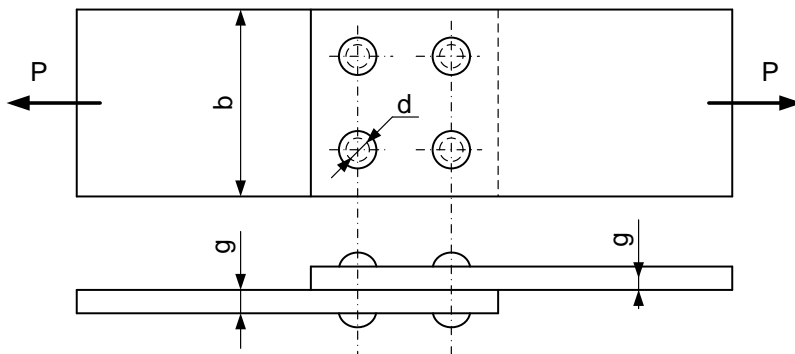
Dane dla ceownika

Oznac.	Wymiary					Pole prze.	Momenty bezwładności		Wskaźniki wytrzymałości	
	h	bf	tw	tf	e		lx	ly	Wx	Wy
	[mm]					[cm]	[cm ⁴]		[cm ³]	
100	100	50	6	8,5	1,55	13,5	206	29,3	41,2	8,49

Dane dla dwuteownika

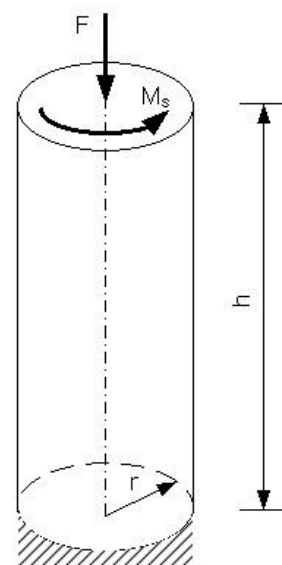
Oznac.	Wymiary				Pole prze.	Momenty bezwładności		Wskaźniki wytrzymałości	
	h	bf	tw	tf		A	lx	ly	Wx
	[mm]				[cm ²]	[cm ⁴]		[cm ³]	
120	120	58	5,1	7,7	14,2	328	21,5	54,7	7,41

4. Wyznaczyć dopuszczalną wartość siły P jaką może przenieść połączenie nitowe zakładkowe pokazane na rysunku. Dane: średnica nitu $d=12\text{mm}$, naprężenia dopuszczalne na ścinanie $k_t=100\text{MPa}$, naciski dopuszczalne $k_d=2,5k_t$, naprężenia dopuszczalne na rozciąganie dla materiału blach $k_r=160\text{MPa}$, $g=5\text{mm}$, szerokość połączenia $b=100\text{mm}$.



5. Słup jest obciążony momentem skręcającym M_s oraz osiowo działającą siłą ściskającą F . Sprawdzić czy w materiale nie zostaną przekroczone dopuszczalne naprężenia $k=60\text{MPa}$. Skorzystać z hipotezy Hubera – Misesa.

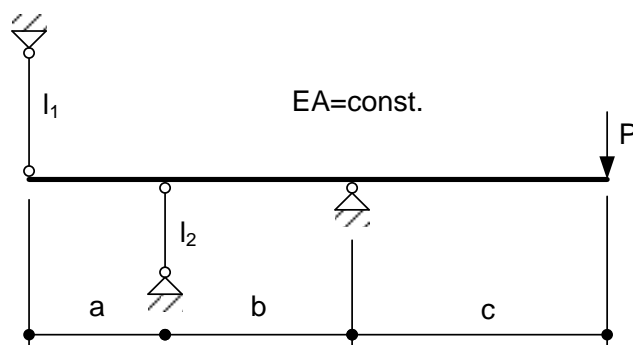
Dane : $r = 8,5\text{ cm}$, $M_s = 7\text{ kNm}$, $F = 80\text{ kN}$, $h = 3\text{ m}$.



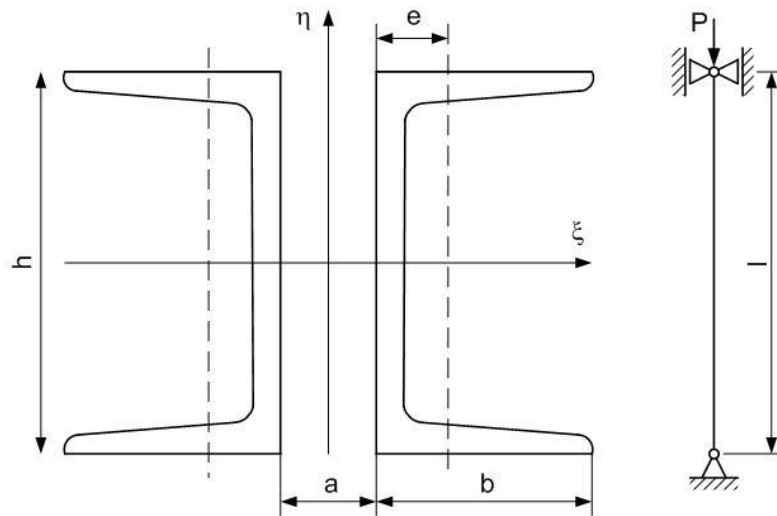
6. Sztywna belka jest zamocowana za pomocą przegubów do podpory oraz dwóch prętów sprężystych, których długości wynoszą l_1 i l_2 i przekrojach A . Do skrajnego końca belki przyłożona jest siła P . Wyznaczyć wartość naprężeń jakie pojawią się w prętach. Sprawdzić czy pręt ściskany nie ulegnie wyboczeniu jeśli jego przekrój jest kołowy.

Dane:

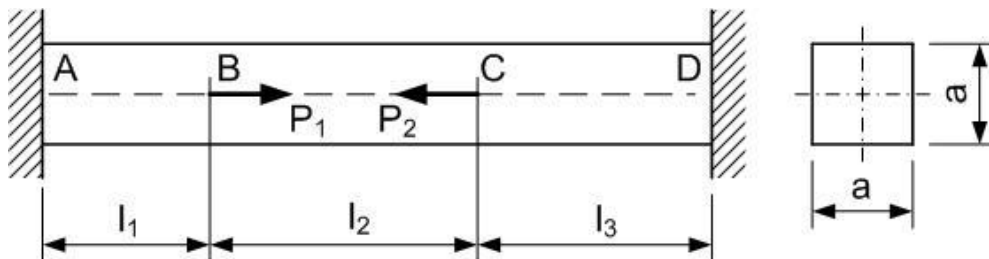
a [m]	b [m]	c [m]	l_1 [m]	l_2 [m]	E [GPa]	A [cm ²]	P [kN]
1,0	1,2	0,8	1,5	0,8	210	1,8	8



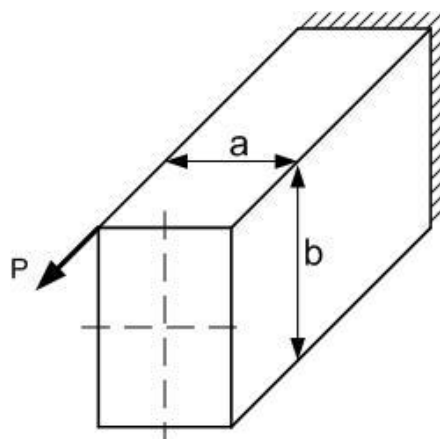
7. Słup o przekroju pokazanym na rysunku i długości l jest obustronnie zamocowany przegubowo i ściskany siłą P . Wyznaczyć dopuszczalną wartość siły P oraz rozsuniecie „ a ” ceowników C140 tak aby $I_{\xi} = I_{\eta}$. Dane: $l = 7\text{m}$, $E = 210\text{GPa}$, $s_{gr} = 100$. Dane dla ceownika: $h = 140\text{mm}$, $b = 60\text{mm}$, $e = 1,75\text{cm}$, $I_x = 605\text{cm}^4$, $I_y = 62,7\text{cm}^4$, $A = 20,4\text{cm}^2$.



8. Pręt AD o stałym przekroju kwadratowym jest umieszczony pomiędzy dwiema nieodkształcalnymi ścianami i obciążony siłami P_1 oraz P_2 w sposób pokazany na rysunku. Sporządzić wykres zmiany siły na długości pręta oraz obliczyć długość boku a . Dane: $P_1 = 7\text{kN}$, $P_2 = 6\text{kN}$, $l_1 = 0,6\text{m}$, $l_2 = 0,3\text{m}$, $l_3 = 0,2\text{m}$, $k = 40\text{MPa}$, $E = 70\text{GPa}$.

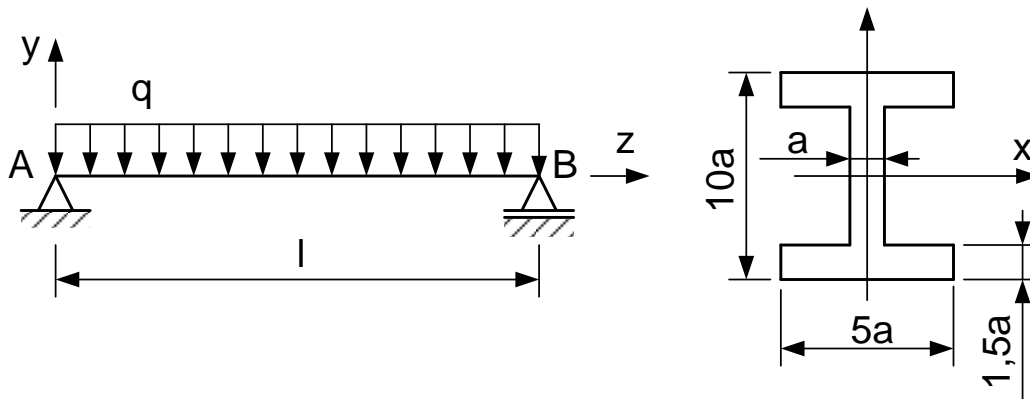


9. W pręcie mimośrodowo obciążonym siłą P , pokazanym na rysunku, wyznaczyć położenie osi obojętnej oraz obliczyć maksymalną i minimalną wartość naprężeń. Dane: $P = 12\text{kN}$, $a = 70\text{mm}$, $b = 110\text{mm}$.

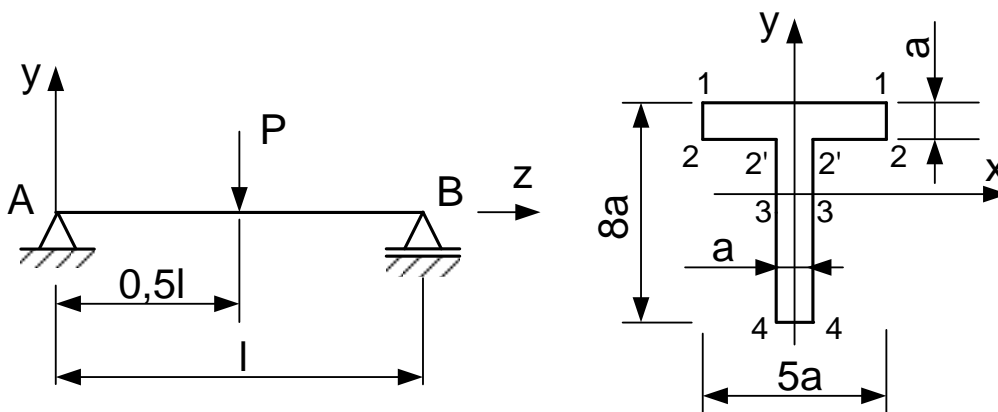


10. Wyznaczyć parametr „a” przekroju belki dwuteowej pokazanej na rysunku.

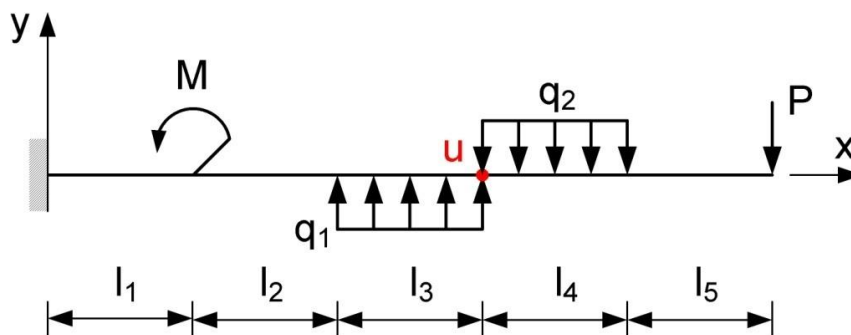
Dane: $l=2\text{m}$, $k_r=k_c=120\text{MPa}$, $q=6\text{kN/m}$.



11. Dla belki o przekroju teowym, pokazanej na rysunku, wykonać wykresy naprężeń normalnych i stycznych w najbardziej wyężonym miejscu. Przy obliczaniu naprężeń stycznych skorzystać ze wzoru Żurawskiego. Dla przekroju 2'-2' obliczyć naprężenia zredukowane korzystając z hipotezy Hubera. Dane: $P=12\text{kN}$, $l=1,2\text{m}$, $a=12\text{mm}$.



12. Dla belki jednym końcem zamurowanej, pokazanej na rysunku wyznaczyć ugięcie metodą Clebsch'a w punkcie „u”. Moduł Younga $E=205\text{GPa}$.



Dane:

P	q_1	q_2	M	J	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5
[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm]	[cm ⁴]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
2	1,5	3	4	328	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5