

Pytania na pisemną część egzaminu dyplomowego inżynierskiego obowiązujące od roku akademickiego 2014/2015

Kierunek Budownictwo, studia I stopnia – stacjonarne i niestacjonarne

I. BUDOWNICTWO OGÓLNE

1. Przedstaw na rysunkach i scharakteryzuj układy konstrukcyjne budynków.
2. Podaj zasady kształtowania i przedstaw na rysunkach przykłady fundamentów bezpośrednich i pośrednich.
3. Wymień rodzaje ścian ze względu na pracę statyczną, narysuj przykładowy rzut budynku z zaznaczeniem poszczególnych rodzajów ścian.
4. Przedstaw zasady kształtowania oraz wymień podstawowe wymagania jakie muszą spełniać ściany zewnętrzne budynków.
5. Wymień i scharakteryzuj rodzaje nadproży, podaj przykłady rozwiązań.
6. Przedstaw zasady projektowania i funkcje wieńców w budynkach.
7. Opisz i przedstaw na rysunkach rodzaje stropów na belkach drewnianych i stalowych.
8. Stropy gęstożebrowe – podaj zasady konstruowania oraz przedstaw na rysunkach przykładowe rozwiązania.
9. Wymień rodzaje konstrukcji schodów, opisz zasady projektowania i podaj podstawowe wymiary elementów schodów w budynkach.
10. Przedstaw na rysunkach zasady konstrukcji i podstawowe wymiary więźarów dachowych: krokwiowych, jętkowych i płatwiowo-kleszczowych.
11. Przedstaw na rysunkach i opisz rodzaje stropodachów stosowanych w budynkach.
12. Opisz rodzaje izolacji wodochronnych stosowanych w budynkach poniżej poziomu terenu w zależności od warunków wodno-gruntowych.

II. MATERIAŁY BUDOWLANE

1. Szczelność i porowatość materiałów:
 - definicje tych właściwości z uwzględnieniem porowatości otwartej i całkowitej,
 - wyprowadzenie zależności służących do wyznaczania porowatości całkowitej materiału,
 - wpływ porowatości na właściwości fizyczne i mechaniczne materiału.
2. Wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu materiałów:
 - szkic podstawowych schematów obciążania próbek,
 - równania z opisem,
 - przykłady wyrobów budowlanych, w przypadku których ten parametr jest szczególnie istotny.
3. Spoiwa cementowe:
 - rodzaje cementów wg PN-EN 197-1 i ich podstawowe składniki,
 - właściwości cementów z uwzględnieniem wymagań normowych wg PN-EN 197-1,
 - zastosowanie spoiw cementowych w budownictwie.
4. Spoiwa wapienne:
 - surowce do produkcji spoiw wapiennych,
 - rodzaje spoiw wapiennych według PN-EN 459-1,
 - procesy wiązania i twardnienia.
5. Zaprawy budowlane:
 - definicja materiału, podział ze względu na rodzaj zastosowanego spoiwa oraz wytrzymałości na ściskanie,
 - zasady projektowania zapraw budowlanych zwykłych,

- zastosowanie w budownictwie.
- 6. Beton komórkowy AAC:
 - zasady klasyfikacji według PN-EN 771-4,
 - technologia wytwarzania gazobetonu i pianobetonu (wskazać różnice),
 - wyroby oraz zastosowanie gazobetonu i pianobetonu.
- 7. Wyroby ceramiczne:
 - zasady klasyfikacji elementów murowych ceramicznych według PN-EN 771-4 na podstawie gęstości pozornej (objętościowej) i wytrzymałości na ściskanie,
 - charakterystyka wyrobów ceramicznych ze względu na ich strukturę,
 - wyroby ścienne, stropowe i dachowe.
- 8. Materiały do izolacji cieplnych:
 - wymagane właściwości fizyczne, mechaniczne i chemiczne,
 - powszechnie stosowane w budownictwie materiały termoizolacyjne.
- 9. Urabialność mieszanki betonowej:
 - podstawowe czynniki decydujące o urabialności,
 - konsystencja mieszanki betonowej, podstawowe metody badań.
- 10. Wytrzymałość na ściskanie betonu:
 - sposób badania i obliczania,
 - zakres klas i sposób oznaczania według PN-EN 206-1,
 - wytrzymałość charakterystyczna betonu na ściskanie - definicja,
 - podać i opisać kryteria zgodności według PN-EN 206-1.
- 11. Mrozoodporność betonu:
 - zasady klasyfikacji według PN-88/B-06250,
 - metody określania mrozoodporności betonu,
 - zalecenia dotyczące zwiększania odporności betonu na działanie mrozu.
- 12. Metody projektowania składu betonu:
 - obliczeniowo-doświadczalne,
 - doświadczalne.

III. DROGI

1. Podział dróg publicznych na kategorie i odpowiadające im klasy techniczno-użytkowe.
2. Wymień sposoby odwodnienia powierzchniowego dróg (w tym ulic) i placów oraz narysuj schematy różnych przekrojów poprzecznych rowów drogowych i ścieków.
3. Sposoby odwodnienia wgłębnego korpusu drogi. Narysuj schematy drenażu: głębokiego korony drogi, odcinającego, skarp i podstawy nasypu.
4. Narysuj schemat sił działających na pojazd na łuku poziomym drogi i uzasadnij potrzebę stosowania jednostronnych pochyleń poprzecznych jezdni.
5. Wymień grupy nośności podłoża gruntowego i opisz ich zależność od warunków gruntowo-wodnych w projektowaniu dróg.
6. Dopuszczalne naciski osi pojazdów w zależności od klasy drogi wg Katalogu Typowych Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych z 2013 r.
7. Sposób oceny przekroczenia stanu granicznego nośności nawierzchni drogowej.
8. Narysuj schemat konstrukcji nawierzchni asfaltowej na nasypie i wymień nazwy poszczególnych warstw.
9. Opisz przybliżony skład mieszanki betonu asfaltowego (procentową zawartość asfaltu i kruszywa o wymiarze $< D$) do wykonania warstwy podbudowy o grubościach (od, do) w zależności od KRi.
10. Opisz przybliżony skład mieszanki SMA w warstwach ścieralnych dróg oraz podaj przykład oznaczenia symbolicznego wg WT-2.
11. Długość przerw technologicznych pomiędzy wykonaniem podbudowy, warstwy wiążącej i ścieralnej z betonu asfaltowego.

12. Klasy wytrzymałości na ściskanie osiowe próbek z kruszyw stabilizowanych cementem wg PN-EN 1422-1.

IV. KONSTRUKCJE BETONOWE

1. Wytrzymałość na ściskanie i klasy wytrzymałości betonu.
2. Zależność naprężenie-odkształcenie betonu przy ściskaniu stosowana do obliczania nośności granicznej przekroju.
3. Podstawowe założenia do obliczania nośności przekrojów obciążonych momentem zginającym.
4. Odkształcalność reologiczna betonu.
5. Nośność na ścinanie elementów żelbetowych.
6. Podaj ogólne zasady sprawdzania stanu granicznego zarysowania w konstrukcjach żelbetowych.
7. Podaj ogólne zasady sprawdzania stanu granicznego ugięć w konstrukcjach żelbetowych.
8. Zasady konstrukcyjne doboru i rozmieszczenia zbrojenia podłużnego i zbrojenia poprzecznego w słupie.
9. Zasady konstrukcyjne doboru i rozmieszczenia zbrojenia podłużnego i zbrojenia poprzecznego w belce.
10. Definicja, praca statyczna i konstruowanie zbrojenia płyt krzyżowo zbrojonych
11. Zasady obliczania i zbrojenia stóp fundamentowych
12. Istota i klasyfikacja konstrukcji sprężonych

V. MOSTY

1. Klasyfikacja obiektów mostowych pod względem użytkowym, wraz z podaniem przykładów i omówieniem różnic.
2. Materiały stosowane do budowy mostów, kształtowanie elementów.
3. Klasyfikacja obiektów mostowych ze względu na ich schemat statyczny.
4. Szkice widoku z boku i przekroju poprzecznego mostu ze wskazaniem istotnych elementów i omówieniem ich pracy w konstrukcji.
5. Obciążenia i oddziaływania na mosty drogowe.
6. Obciążenia wyjątkowe mostów drogowych.
7. Klasy obciążeń mostów kolejowych.
8. Metoda J. Courbon'a i jej konsekwencje w analizie ustrojów nośnych.
9. Łożyska mostowe; klasyfikacja i rozmieszczanie łożysk.
10. Obliczenia hydrauliczno-hydrologiczne, światło poziome mostu, kształtowanie i zabezpieczenia koryt cieków.
11. Fazy pracy przekrojów żelbetowych, metoda naprężeń liniowych (NL).
12. Moduły odkształcalności betonu, sprowadzanie wytrzymałości betonu w chwili badania $t \gg 28$ dni do klasy wytrzymałości betonu.

VI. MECHANIKA BUDOWLI I METODY OBLICZENIOWE

1. Podaj definicję linii wpływu. Podaj przykład wykorzystania linii wpływu. Na czym polega metoda kinematyczna (graficzna) wyznaczania linii wpływu?
2. Podaj zasady obliczania przemieszczeń w układach prętowych liniowo-sprężystych w przypadku oddziaływań statycznych, geometrycznych i termicznych (wzór Maxwella-Mohra).
3. Podaj podstawowe założenia i tok postępowania przy obliczeniach układów prętowych metodą sił w przypadku oddziaływań statycznych, geometrycznych i obciążenia temperaturą (zilustruj to odpowiednimi rysunkami).
4. Podaj podstawowe założenia i tok postępowania przy obliczeniach układów prętowych metodą przemieszczeń w przypadku oddziaływań statycznych, geometrycznych i obciążenia temperaturą (zilustruj to odpowiednimi rysunkami).

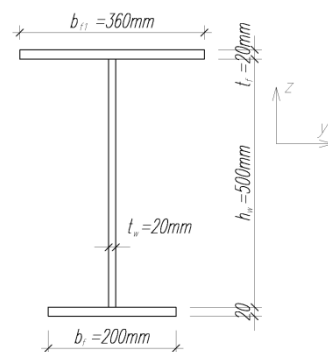
5. Podaj metody sprawdzenia poprawności obliczeń w metodzie sił i metodzie przemieszczeń.
6. Podaj podstawowe założenia i omów tok postępowania przy wyznaczaniu częstości i form drgań własnych układów prętowych z masami skupionymi.
7. Podaj podstawowe założenia i omów tok postępowania przy wyznaczaniu sił wewnętrznych od obciążeń zmiennych czasie w układach prętowych z masami skupionymi. Podaj definicję współczynnika dynamicznego. Jak wykorzystuje się ten współczynnik w praktycznych obliczeniach dynamicznych i wymiarowaniu konstrukcji?
8. Omów parametry tłumienia konstrukcji. Podaj zależności pomiędzy tymi parametrami. Podaj metodę wyznaczania parametrów konstrukcji rzeczywistych.
9. Jak wyznacza się siłę krytyczną (lub mnożnik krytyczny obciążenia) w układach prętowych? Omów procedurę obliczeniową z wykorzystaniem metody przemieszczeń.
10. Omów zmiany rozkładu naprężeń normalnych w przekroju belki wraz ze wzrostem momentów zginających, powodujących przekroczenie granicy plastyczności, w analizie stanów granicznych.
11. Omów algorytm obliczeń Metodą Elementów Skończonych w przypadku konstrukcji prętowych. Podaj definicję stopnia swobody węzła w MES i jaki to ma wpływ na rozmiar układu równań. Podaj przykłady.
12. Podaj definicję „różnicy centralnej” i „różnicy wstecz” w Metodzie Różnic Skończonych. Która z tych różnic daje mniejszy błąd w obliczeniach i dlaczego?

VII. KONSTRUKCJE STALOWE

Uwaga: dane liczbowe mogą ulec zmianie.

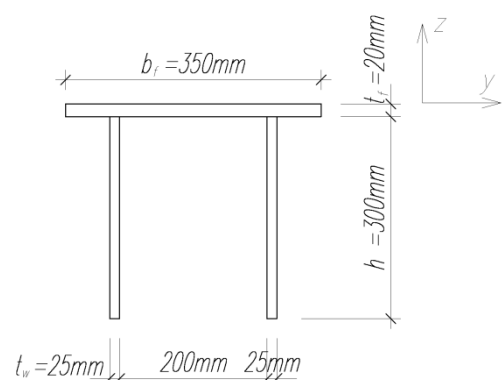
1. Dla przekroju jak na rysunku i $f_y=235$ MPa określić:

- klasę przekroju (Załącznik 1)
- nośność na ściskanie N_{Rc}
- nośność na zginanie względem osi $z - M_{Rz}$.

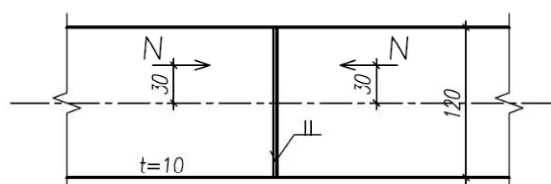


2. Dla przekroju jak na rysunku i $f_y=235$ MPa określić:

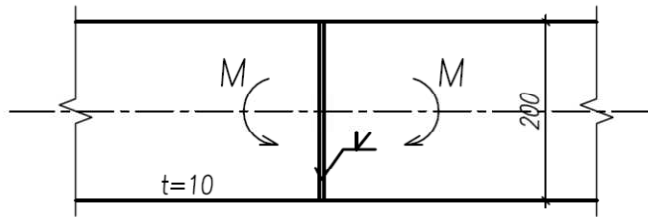
- klasę przekroju (Załącznik 1)
- nośność na ściskanie N_{Rc}
- nośność na zginanie względem osi $y - M_{Ry}$



3. Określić nośność ściskanego mimośrodowo styku stalowego płaskownika 120x10. Styk wykonano spoiną czołową. $N = 100$ kN;
 S235, $f_y = 235$ MPa, $f_u = 360$ MPa

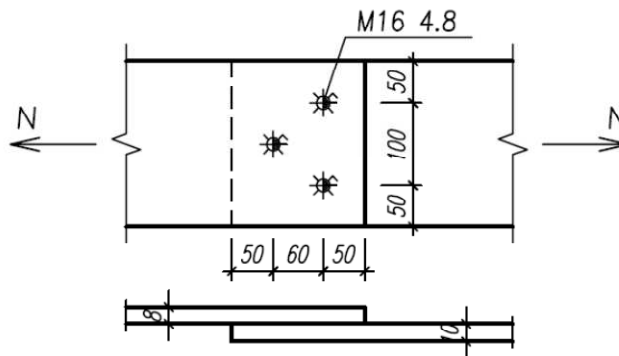


4. Sprawdzić nośność zginanego styku stalowego płaskownika 200x10, zginanego momentem $M=500\text{kNm}$; Styk wykonano spoiną czołową. S235, $f_y = 235\text{ MPa}$, $f_u = 360\text{ MPa}$



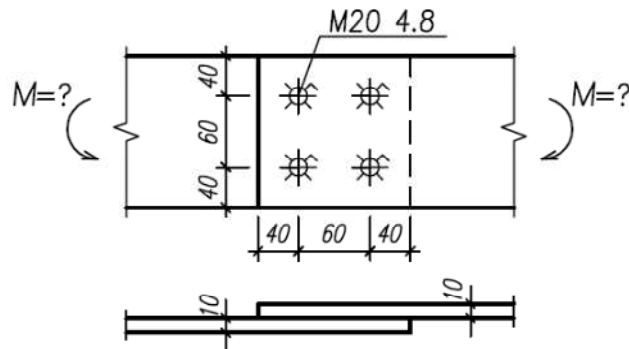
5. Określić nośność połączenia.

Śruby M16 kl.4.8. Sprawdzić poprawność rozmieszczenia łączników $f_y=235\text{ MPa}$, $f_u = 360\text{ MPa}$, $f_{ub} = 400\text{ MPa}$, $f_{yb} = 320\text{ MPa}$, $\alpha_v = 0,5$, $k_1 = 2,5$, $\alpha_b = 1,0$, $d_o = 18\text{ mm}$



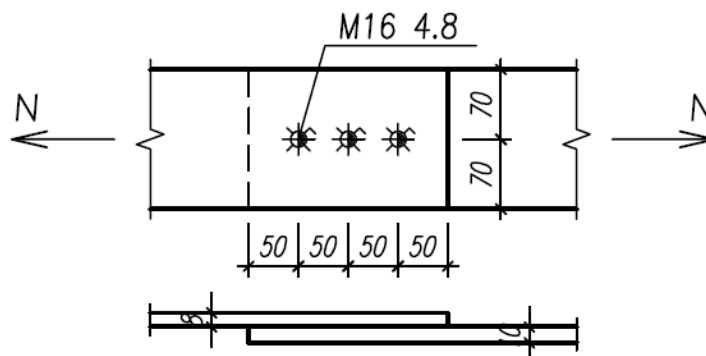
6. Określić nośność połączenia z uwagi na nośność śrub.

Śruby M20 kl.4.8 . Sprawdzić poprawność rozmieszczenia łączników. $f_y=235\text{ MPa}$, $f_u=360\text{ MPa}$, $f_{ub} = 400\text{ MPa}$, $f_{yb} = 320\text{ MPa}$, $\alpha_v = 0,5$, $k_1 = 2,5$, $\alpha_b = 1,0$, $d_o = 22\text{ mm}$



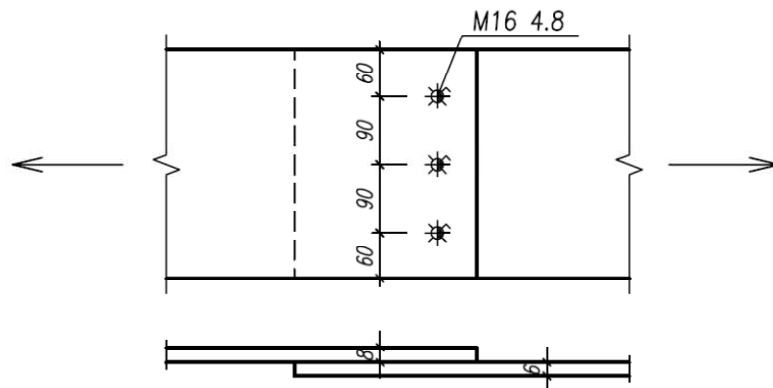
7. Jaką maksymalną siłę może przenieść połączenie płaskowników?

Śruby M16 kl.4.8. Sprawdzić poprawność rozmieszczenia łączników $f_y=235\text{ MPa}$, $f_u = 360\text{ MPa}$, $f_{ub} = 400\text{ MPa}$, $f_{yb} = 320\text{ MPa}$, $\alpha_v = 0,5$, $k_1 = 2,5$, $\alpha_b = 1,0$, $d_o = 18\text{ mm}$.



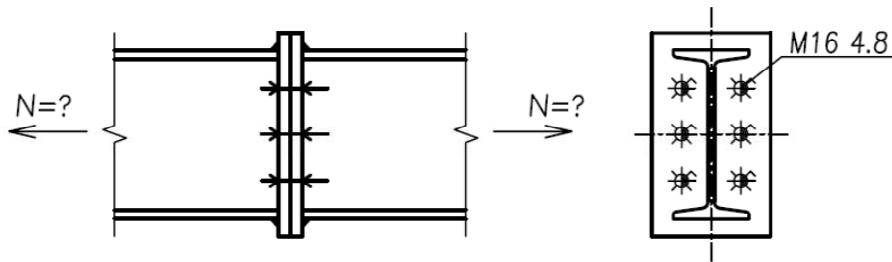
8. Jaką maksymalną siłę może przenieść połączenie płaskowników?

Śruby M16 kl.4.8; $f_y = 235 \text{ MPa}$, $f_u = 360 \text{ MPa}$, $f_{ub} = 400 \text{ MPa}$, $f_{yb} = 320 \text{ MPa}$, $\alpha_v = 0,5$, $k_1 = 2,5$, $\alpha_b = 1,0$



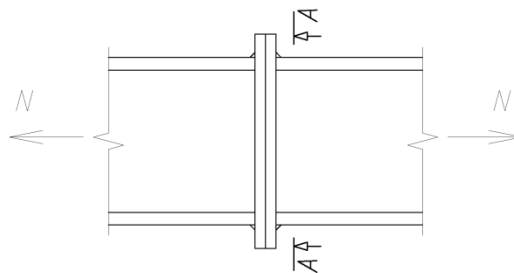
9. Jaką siłę przeniesie połączenie doczołowe I200 ze względu na nośność śrub?

Śruby M16 kl.4.8; $A_1 = 33,5 \text{ cm}^2$; $f_y = 235 \text{ MPa}$, $f_u = 360 \text{ MPa}$, $f_{ub} = 400 \text{ MPa}$, $f_{yb} = 320 \text{ MPa}$, $k_2 = 0,9$, $A_s = 0,8A$.

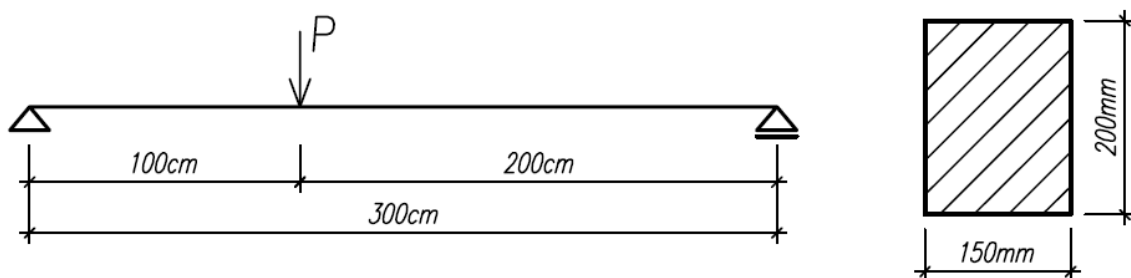


10. Określić liczbę śrub potrzebnych do czołowego połączenia I240. Schemat rozmieszczenia śrub pokazać na przekroju A-A. Rozmieścić je w połączeniu.

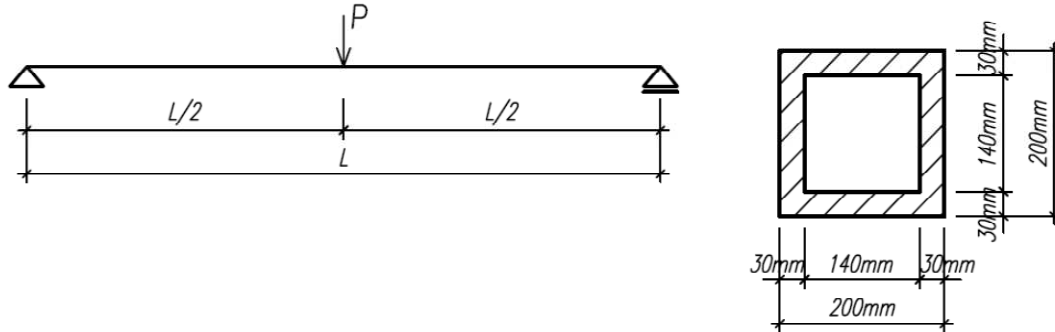
Śruby M16 kl.4.8; $A_1 = 46,1 \text{ cm}^2$; $f_y = 235 \text{ MPa}$, $f_u = 360 \text{ MPa}$, $f_{ub} = 400 \text{ MPa}$, $f_{yb} = 320 \text{ MPa}$, $k_2 = 0,9$, $A_s = 0,8A$.



11. Dla belki stalowej o schemacie i przekroju poprzecznym jak na rysunku sprawdzić warunek stanu granicznego nośności przy zginaniu. Sprawdzić w dwóch wariantach dla $P_1 = 100 \text{ kN}$ i $P_2 = 300 \text{ kN}$; $\chi_{Lt} = 0,9$, $f_y = 235 \text{ MPa}$.



12. Dla belki stalowej o schemacie i przekroju poprzecznym jak na rysunku sprawdzić warunek stanu granicznego użytkowania (SGU) 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 $L_2 = 800 \text{ cm}$; $f_y = 235 \text{ MPa}$.



ZAŁĄCZNIK 1

KLASYFIKACJA PRZEKROJÓW METALOWYCH

Wewnętrzne części ściskane				Wspornikowe części pasów			
Oś zginania		Oś zginania		Kształtowniki walcowane		Kształtowniki spawane	
Klasa	Część zginana	Część ściskana	Część zginana i ściskana	Klasa	Część ściskana	Część zginana i ściskana	
						Brzeg ściskany	Brzeg rozciągany
1				Rozkład naprężeń w części (ściskanie – dodatnie)			
2				Rozkład naprężeń w części (ściskanie – dodatnie)			
3				Rozkład naprężeń w części (ściskanie – dodatnie)			

VIII. TECHNOLOGIA ROBÓT BUDOWLANYCH, EKONOMIKA BUDOWNICTWA, ORGANIZACJA PRODUKCJI BUDOWLANEJ

1. Co to jest norma pracochłonności pracy ludzkiej. Czasy trwania których czynności i przerw w zmianie roboczej uwzględnia się przy jej obliczaniu. Które przerwy są nienormowane?
2. Wydajność i koszt pracy zestawów maszyn są uzależnione od ich struktury. Jak zgodnie z zasadami mechanizacji kompleksowej zaprojektować optymalny (ze względu na wydajność) zestaw maszyn w warunkach deterministycznych? Udowodnij, że jednostkowy koszt produkcji dla takiego zestawu jest minimalny.
3. Czym charakteryzują się działki, na których są wykonywane procesy niejednorodne? Sporządź przykład harmonogramu realizacji trzech procesów na czterech działkach (zgodny z zasadami metody pracy równomiernej). W jaki sposób ustalić skład liczbowy i kwalifikacyjny brygad, aby procesy zostały wykonane w najkrótszym czasie? W jaki sposób – nie zwiększając liczebności brygad – można skrócić czas realizacji procesów na wszystkich działkach niezależnych pod względem konstrukcyjnym?
4. Sporządź 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). Wskaż drogę krytyczną oraz sporządź harmonogram dla najwcześniejszych terminów realizacji. Który proces ma największy zapas swobodny?
5. O możliwości zastosowania metody pracy równomiernej decyduje dysponowanie odpowiednią liczbą działek roboczych. Jak określić minimalną liczbę działek roboczych? Czym różnią się działki jednotypowe od jednorodnych? W jaki sposób liczba działek roboczych wpływa na czas trwania ustabilizowanej pracy równomiernej w metodzie szybkościowej (z pełnym wykorzystaniem dostępnych frontów robót na działkach jednotypowych)?
6. Rodzaje kosztorysów budowlanych i ich rola w procesie inwestycyjnym. Jakimi metodami można sporządzić te kosztorysy?
7. Za pomocą jakich dokumentów inwestor opisuje przedmiot zamówienia na roboty budowlane zgodnie z Prawem zamówień publicznych? Co powinny zawierać te dokumenty?
8. Omów rodzaje i sposób obliczania wydajności maszyn o pracy cyklicznej, ciągłej i porcjowej.
9. Przedstaw i omów klasyfikację deskowań.
10. Omów zasady i metody pielęgnacji betonu w okresie letnim i zimowym.
11. Na czym polega montaż swobodny i wymuszony elementów prefabrykowanych. Podaj przykłady montażu wymuszonego.
12. Wymień podstawowe zasady BHP przy pracy na rusztowaniach.

IX. GEOTECHNIKA I FUNDAMENTOWANIE

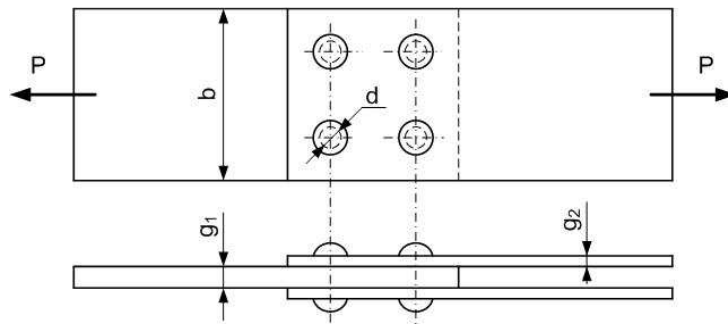
1. Fizyczne własności gruntów i sposoby ich wyznaczania - uziarnienie, podstawowe i pochodne parametry fizyczne, I_p i I_L .
2. Mechaniczne właściwości gruntów - parametry i sposoby ich wyznaczania.
3. Rozkład i wartości składowych naprężenia w podłożu gruntowym w poziomie i poniżej poziomu posadowienia fundamentów.
4. Nośność i odkształcalność podłoża gruntowego.

5. Przepływ wody w podłożu gruntowym oraz jego wpływ na właściwości gruntów.
6. Metody wyznaczania parcia spoczynkowego i czynnego oraz oporu gruntu na ściany oporowe.
7. Metody wyznaczania i zabezpieczenie stateczności skarp i zboczy.
8. Fundamenty bezpośrednie – sprawdzenie SGN według Eurokodu 7.
9. Fundamenty bezpośrednie – sprawdzenie SGU według Eurokodu 7.
10. Rodzaje i zastosowanie pali oraz sprawdzanie SGN i SGU fundamentów palowych.
11. Odwodnienie podłoża i wykopów fundamentowych – zasady wyboru sposobu odwadniania i instalacji odwadniających oraz zasady projektowania odwodnień.
12. Ścianki szczelne i ich zakotwienie – zasady projektowania i sprawdzanie stateczności.

X. WYTRZYMAŁOŚĆ MATERIAŁÓW

Uwaga: dane liczbowe mogą ulec zmianie.

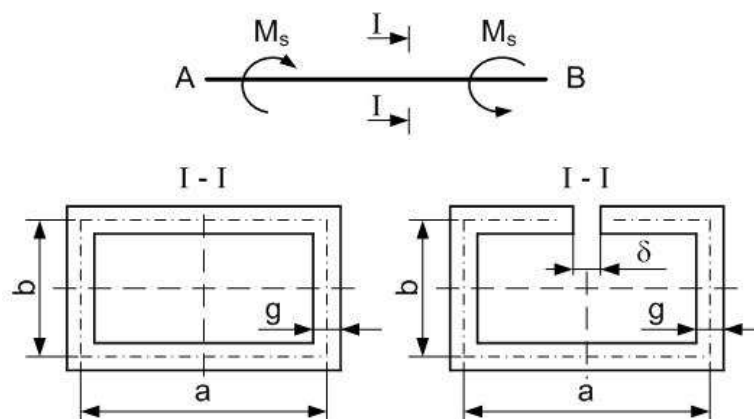
1. Wyznaczyć dopuszczalną wartość siły P jaką może przenieść połączenie nitowe dwunakładkowe pokazane na rys. 1. Dane: średnica nitu $d=8\text{mm}$, naprężenia dopuszczalne na ścinanie $k_t=75\text{MPa}$, naciski dopuszczalne $k_d=2,5k_t$, naprężenia dopuszczalne na rozciąganie dla materiału blach $k_r=130\text{MPa}$, $g_1=4\text{mm}$, $g_2=2\text{mm}$, szerokość połączenia $b=64\text{mm}$.



Rys.1.

Odpowiedź: $P < 24\text{kN}$.

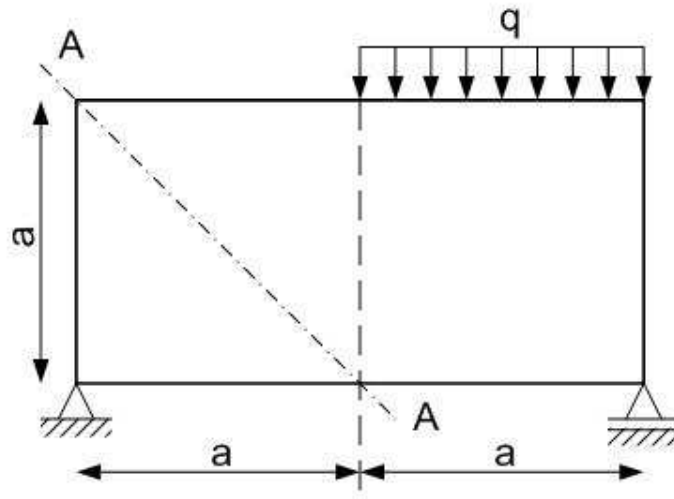
2. Jak zmienią się maksymalne naprężenia dla pręta AB swobodnie skręcanego momentem M_s i stałej grubości g , w przypadku gdy profil prostokątny zamknięty, zostanie zastąpiony profilem o rozcięciu δ jak na rys.2. Dane: $a=40\text{mm}$, $b=25\text{mm}$, szerokość rozcięcia pominąć.



Rys. 2.

Odpowiedź: Naprężenia wzrosną 46 – krotnie.

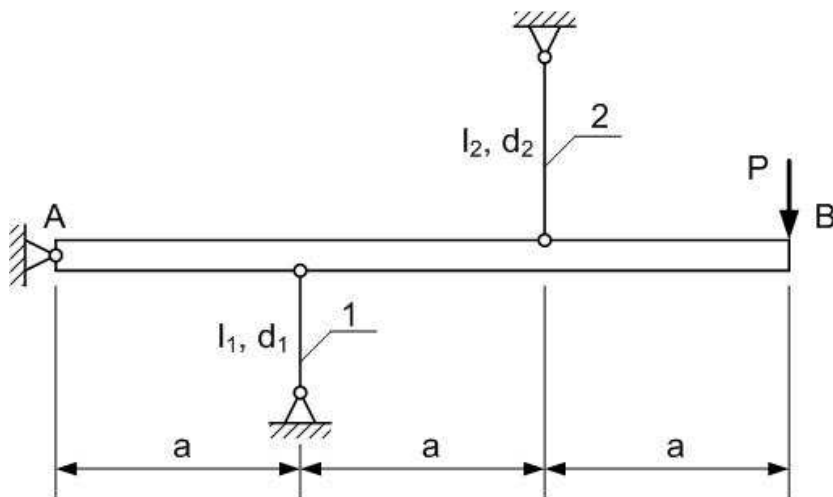
3. Obliczyć składowe siły wewnętrznych w przekroju A-A elementu płaskiego obciążonego jak na rys. 3. Dane: $q=24\text{kN/m}$, $a=80\text{cm}$.



Rys.3.

Odpowiedź: $M=1,92\text{kNm}$, $N=T=3,39\text{kN}$.

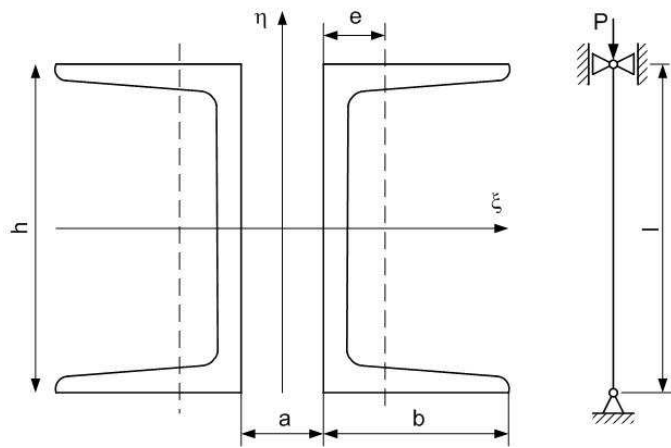
4. Sztywna belka AB jest zamocowana przegubowo jednym końcem do podpory A oraz do dwóch sprężystych prętów 1 i 2 jak na rys. 4. Wyznaczyć naprężenia w prętach jeśli belka jest obciążona siłą P. Dane: $P=2\text{kN}$, $l_1=1\text{m}$, $l_2=2\text{m}$, $d_1=2\text{cm}$, $d_2=1\text{cm}$.



Rys. 4.

Odpowiedź: $\sigma_1=\sigma_2=8,48\text{MPa}$.

5. Słup o przekroju pokazanym na rys. 5 i długości l jest obustronnie zamocowany przegubowo i ściskany siłą P. Wyznaczyć dopuszczalną wartość siły P oraz rozsunięcie „a” ceowników C80 tak aby $I_\xi=I_\eta$. Dane: $l=4\text{m}$, $E=210\text{GPa}$, $s_{gr}=100$, $h=80\text{mm}$, $b=45\text{mm}$, $e=1,45\text{cm}$, $I_x=106\text{cm}^4$, $I_y=19,4\text{cm}^4$, $A=11\text{cm}^2$.



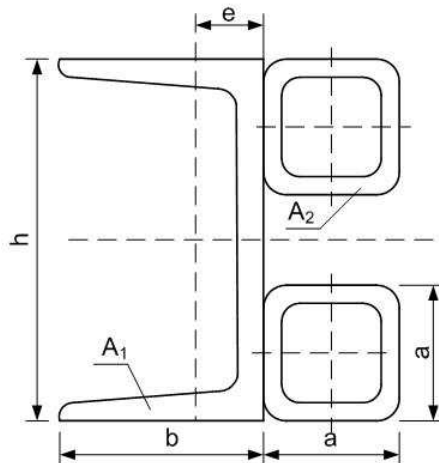
Rys. 5.

Odpowiedź: $P_{kr}=274,62\text{kN}$, $a=2,71\text{cm}$.

6. Wyznaczyć maksymalną i minimalną wartość momentu bezwładności dla układu składającego się z ceownika C120 oraz dwóch kształtowników 40x40x5 (rys. 6).

Dane dla ceownika: $h=120\text{mm}$, $b=55\text{mm}$, $e=1,6\text{cm}$, $A_1=17\text{cm}^2$, $I_x=364\text{cm}^4$, $I_y=43,2\text{cm}^4$.

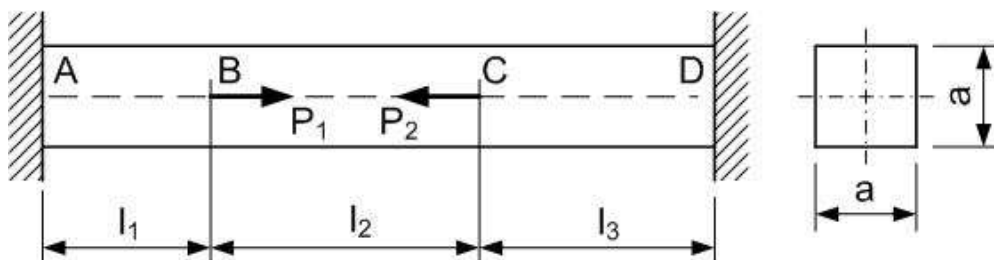
Dane dla kształtownika kwadratowego: $a=40\text{mm}$, $A_2=6,73\text{cm}^2$, $I_x=I_y=13,4\text{cm}^4$.



Rys. 6.

Odpowiedź: $I_{\min}=167,63\text{cm}^4$, $I_{\max}=606,16\text{cm}^4$.

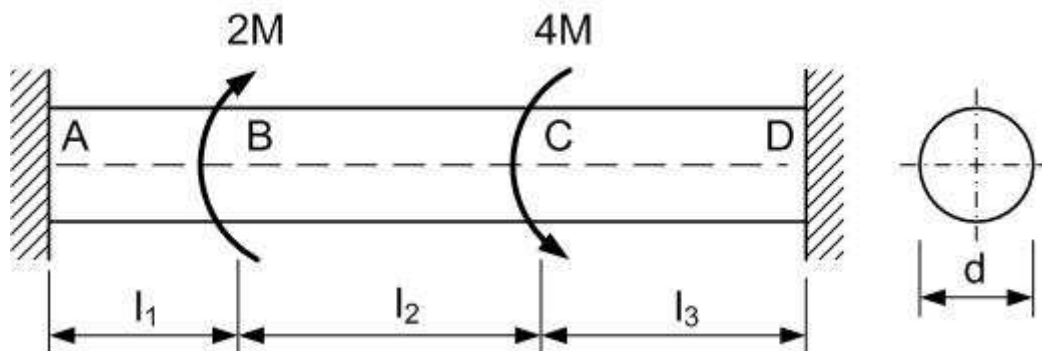
7. Pręt AD o stałym przekroju kwadratowym jest umieszczony pomiędzy dwiema nieodkształcalnymi ścianami i obciążony siłami P_1 oraz P_2 w sposób pokazany na rysunku 7. Sporządzić wykres zmiany siły na długości pręta oraz obliczyć długość boku a. Dane: $P_1=4\text{kN}$, $P_2=6\text{kN}$, $l_1=1,5\text{m}$, $l_2=2\text{m}$, $l_3=1\text{m}$, $k=45\text{MPa}$, $E=210\text{GPa}$.



Rys. 7.

Odpowiedź: $a>8,6\text{mm}$

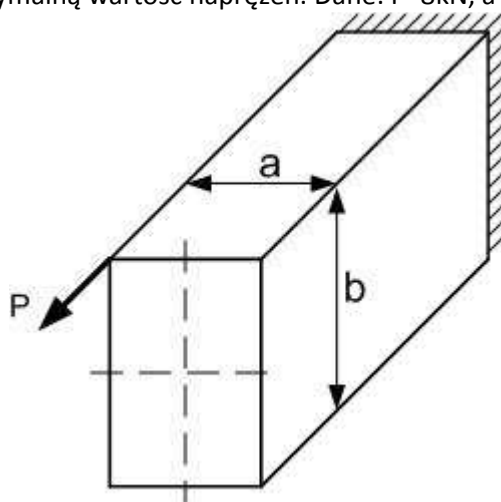
8. Pręt o stałym przekroju kołowym jest umieszczony pomiędzy dwiema nieodkształcalnymi ścianami i obciążony momentami skręcającymi w sposób pokazany na rys. 8. Wyznaczyć dopuszczalną wartość M . Dane: $l_1=1\text{m}$, $l_2=2\text{m}$, $l_3=1,5\text{m}$, $d=20\text{mm}$, $k_s=75\text{MPa}$, $G=80\text{GPa}$.



Rys. 8.

Odpowiedź: $M < 53\text{Nm}$.

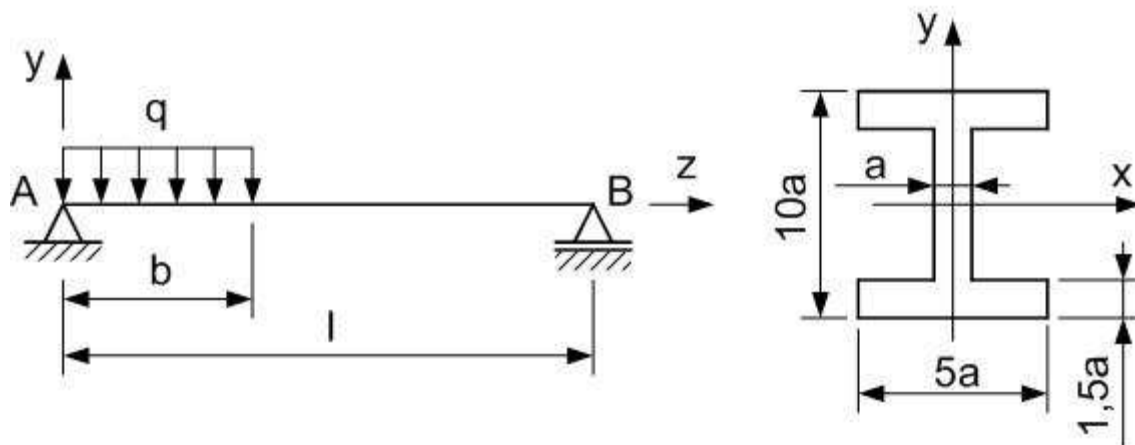
9. W pręcie mimośrodowo obciążonym siłą P , pokazanym na rys. 9, wyznaczyć położenie osi obojętnej oraz obliczyć maksymalną wartość naprężeń. Dane: $P=8\text{kN}$, $a=50\text{mm}$, $b=80\text{mm}$.



Rys. 9.

Odpowiedź: $\sigma = 14\text{MPa}$.

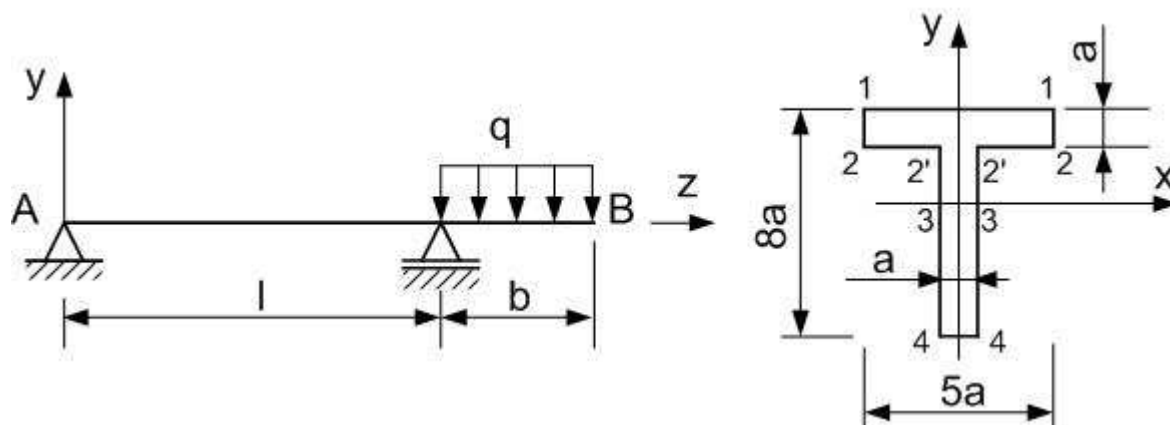
10. Wyznaczyć parametr „ a ” przekroju belki dwuteowej pokazanej na rys. 10. Dane: $l=2\text{m}$, $a=0,75\text{m}$, $k_r=k_c=120\text{MPa}$, $q=5\text{kN/m}$.



Rys. 10.

Odpowiedź: $b=5\text{mm}$.

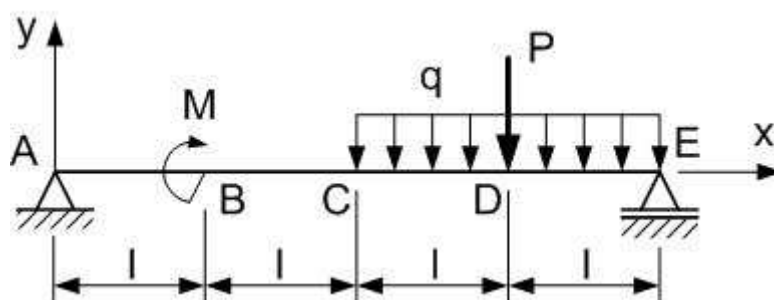
11. Dla belki o przekroju teowym, pokazanej na rys. 11, wykonać wykresy naprężeń normalnych i stycznych w najbardziej wyężonym miejscu. Przy obliczaniu naprężeń stycznych skorzystać ze wzoru Żurawskiego. Dla przekroju 2'-2' obliczyć naprężenia zredukowane korzystając z hipotezy Hubera. Dane: $l=1\text{m}$, $b=0,5\text{m}$, $q=20\text{kN/m}$, $a=10\text{mm}$.



Rys. 11.

Odpowiedź: $\sigma_{\text{red}}=66,14\text{MPa}$.

12. Dla belki przedstawionej na rys. 12 wyznaczyć ugięcie punktu C korzystając z metody Clebscha. Dane: $l=1\text{m}$, $M=2\text{kNm}$, $q=0,5\text{kN/m}$, $P=1\text{kN}$, $EI=72,775\text{kNm}^2$.



Rys. 12.

Odpowiedź: $y_C=44,7\text{mm}$