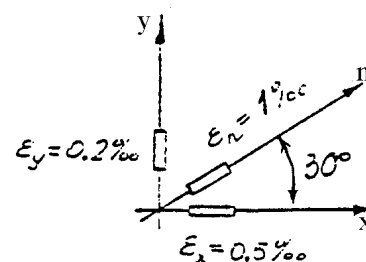


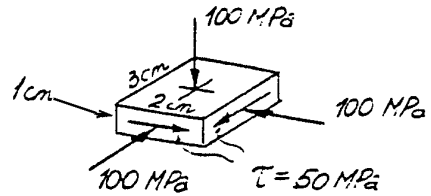
**Wytrzymałość Konstrukcji I - MEiL**  
**część II egzaminu**

1. Omówić wykresy rozciągania typowych materiałów. Podać charakterystyczne punkty wykresów.
2. Omówić pojęcia sił wewnętrznych i zewnętrznych konstrukcji. Składowe wysiłku przekroju na przykładzie pręta (elementu ramy przestrzennej).
3. Zasada de Saint-Venanta. Zastosowanie w analizie konstrukcji.
4. Zasada superpozycji. Znaczenie w analizie konstrukcji. Założenia.
5. Podstawowe przypadki szczególne stanu naprężenia i odkształcenia (1-D, 2-D, 3-D). Podać i omówić przykłady techniczne.
6. Wyjaśnić pojęcie względnej zmiany objętości elementarnej kostki.
7. Pryzmatyczny pręt o przekroju kołowym skręcany jest stałym momentem  $M_s$ . Pokazać kąt skręcenia, kąt odkształcenia postaciowego, rozkład i płaszczyzny działania naprężeń stycznych.
8. Interpretacja fizyczna naprężenia porównawczego, nazywanego  $\sigma_{red}$ . Omówić modele/koncepcje stosowane w WM.
9. Wyjaśnić pojęcie i znaczenie współczynnika bezpieczeństwa  $n$  i  $n_{kr}$ .
10. Omówić sposób budowy kół Mohra dla odkształceń z pomiarów doświadczalnych (pomiar rozetką tensometryczną). Podać sposób przenoszenia kierunków głównych z kół Mohra na rzeczywistą konstrukcję (na rysunku rozetki).

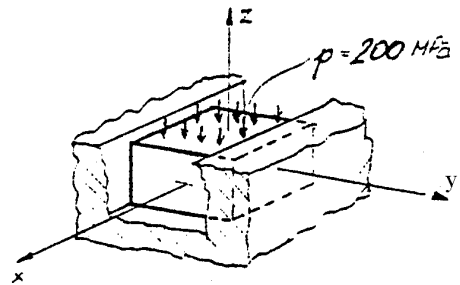
11. Pomiary tensometryczne wykazały odkształcenia dane na rysunku rozetki. Określić kierunki główne i  $\tau_{xy}$ .  
 $E = 7 \cdot 10^4$  MPa,  $\nu = 0.3$ .



12. Określić zmianę objętości elementu pokazanego na rysunku.  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$ ,  $\nu = 0.3$ .

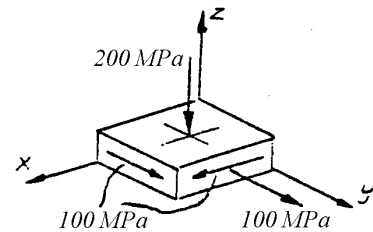


13. Na prostokątny element duralowy wstawiony bez luzu i wcisku w nieodkształcalny kanał działa od góry ciśnienie  $p = 200 \text{ MPa}$ . Określić względną zmianę wysokości elementu. Tarcie pominać.  
 $E = 7 \cdot 10^4 \text{ MPa}$ ,  $\nu = 0.3$ .

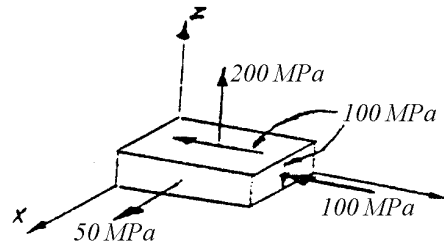


14. Wyprowadzić wzory prawa Hooke'a dla stanu trójwymiarowego. Pokazać na rysunku interpretację poszczególnych składowych odkształcenia.

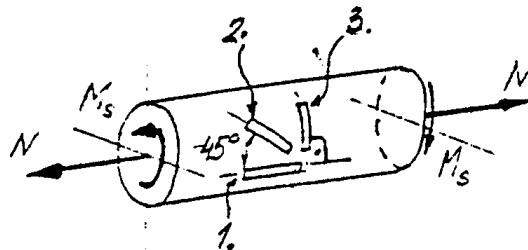
15. Dla danego stanu naprężenia określić i narysować układ kół Mohra dla odkształceń oraz kierunki główne.  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$ ,  $\nu = 0.3$ .



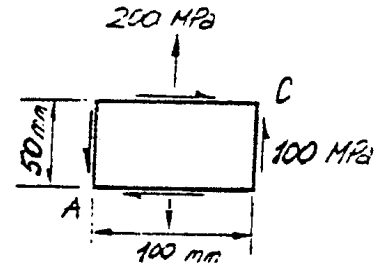
16. Dla danego stanu naprężenia narysować układ kół Mohra dla naprężeń oraz określić i narysować płaszczyzny, w których działa  $\tau_{\max}$  danego stanu.



17. W celu zmierzenia siły  $N$  i momentu  $M_s$  na jednocześnie rozciągany i skręcanym wałku naklejono trzy tensometry wg szkicu. Pomiary wykazały  $\epsilon_1 = 2\%$ ,  $\epsilon_2 = -1\%$ ,  $\epsilon_3 = -0.6\%$ . Określić wartości  $N$  i  $M_s$ .



18. Określić zmianę długości przekątnej AC elementu.  
Naszkicować odkształcony element.  
 $E = 7 \cdot 10^4$  MPa,  $\nu = 0.34$ .

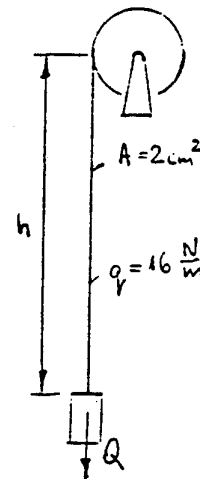


19. Płaski stan naprężenia. Przedstawić zależności i omówić właściwości.  
20. Płaski stan odkształcenia. Przedstawić zależności i omówić właściwości.

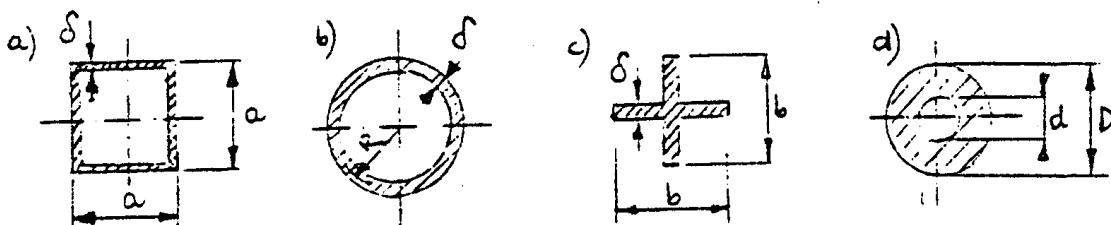
21. Na jaką głębokość  $h$  można opuścić winę o ciężarze  $Q$  jeżeli naprężenia dopuszczalne w linie wynoszą  $k_r = 100$  MPa. Jakie będzie wówczas wydłużenie liny?

Dane:

$A = 2 \text{ cm}^2$ ,  $q = 16 \text{ kN/m}$ ,  $Q = 6 \text{ kN}$ ,  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$ .



22. Wyprowadzić wzory na naprężenia i przemieszczenia dla cienkiego pierścienia kołowego obciążonego równomiernie rozłożonym wydatkiem promieniowym  $q$ .  
23. Z czterech przekrojów o jednakowym polu  $A$  wybrać przekrój dający najmniejsze naprężenia  $\tau$  w pręcie o długości  $l$  i skręcanym momentem  $M_s$ . Obliczyć naprężenia  $\tau_{\max}$  dla wybranego przekroju oraz kąt skręcenia  $\varphi$  pręta.  
Dane:  $E = 2 \cdot 10^5$  MPa,  $l = 1$  m,  $A = 9.4 \text{ cm}^2$ .



$a = 10 \text{ cm}$

$\delta = 0.235 \text{ cm}$

$R = 5 \text{ cm}$

$\delta = 0.3 \text{ cm}$

$b = 10 \text{ cm}$

$\delta = 0.47 \text{ cm}$

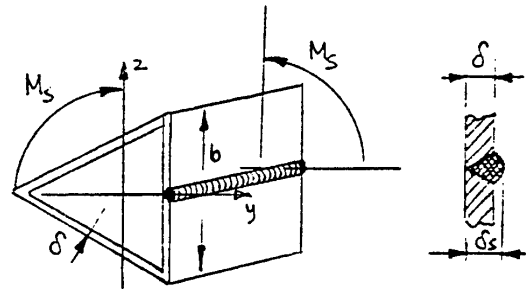
$d = 2 \text{ cm}$

$D = 4 \text{ cm}$

24. Określić naprężenia w spoinie i płaszczu skręcanej rury trójkątnej równobocznej wykonanej przez zagięcie i zespawanie blachy.

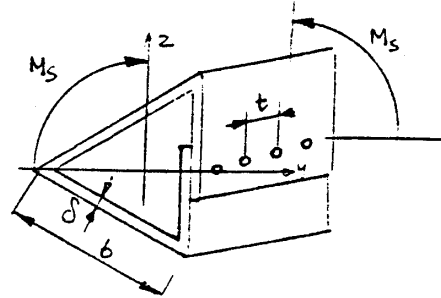
Dane:

$$\delta = 3 \text{ mm}, \quad \delta_s = 4 \text{ mm}, \quad M_s = 4 \text{ kNm}, \quad b = 30 \text{ cm}.$$

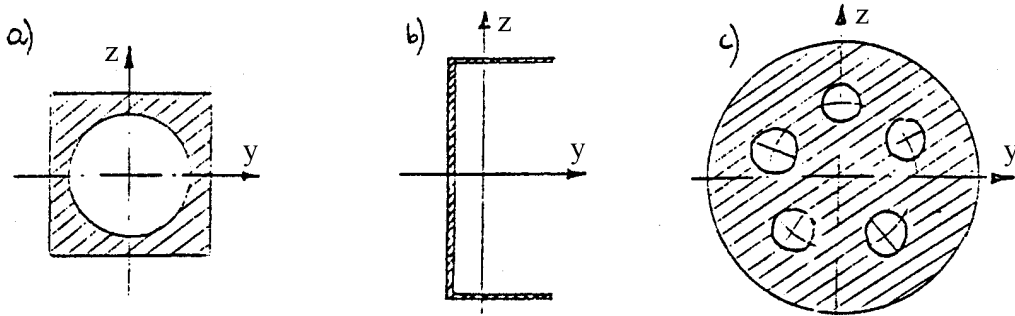


25. Określić siłę ścinającą jeden nit i naprężenia w płaszczu skręcanej rury trójkątnej równobocznej wykonanej przez zagięcie i znitowanie arkusza blachy.

Dane:  $\delta = 3 \text{ mm}, \quad t = 3 \text{ cm}, \quad M_s = 4 \text{ kNm}, \quad b = 30 \text{ cm}.$



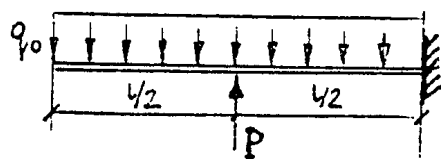
26. Omówić hipotezę płaskich przekrojów dla skręcanych wałków o przekroju kołowym. Narysować rozkład naprężeń dla wałka o przekroju kołowym i prostokątnym.
27. Podać definicje środka ciężkości przekroju, momentów statycznych, momentów bezwładności względem osi, momentu dewiacji, momentów centralnych, momentów głównych, momentu biegunowego.
28. Na przykładzie poniższych przekrojów wymienić ułatwienia stosowane przy obliczaniu momentów bezwładności przekrojów.



29. Zastosowanie koła Mohra do wyznaczanie osi głównych i głównych momentów bezwładności. Czy główny moment bezwładności może mieć wartość ujemną?

30. Wyznaczyć rozkłady  $M_g$  i  $T$  dla belki. Podać związki między  $M_g, T$  i  $q$  dla belki.

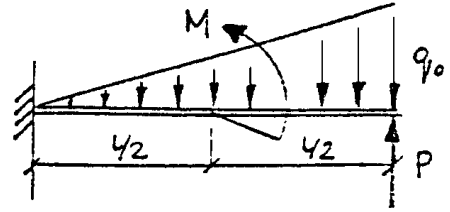
Dane:  $P = 2 \text{ kN}, \quad q_0 = 3 \text{ kN/m}, \quad l = 1 \text{ m}.$



31. Wyznaczyć rozkłady  $M_g$  i  $T$  dla belki. Podać związki między  $M_g, T$  i  $q$  dla belki.

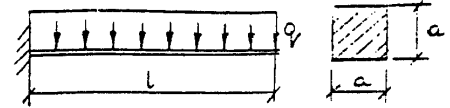
Dane:

$$P = 5 \text{ kN}, \quad M = 2 \text{ kNm}, \quad q_0 = 10 \text{ kN/m}, \quad l = 2 \text{ m}.$$



32. Jak zależą maksymalne naprężenia w zginanej belce od:

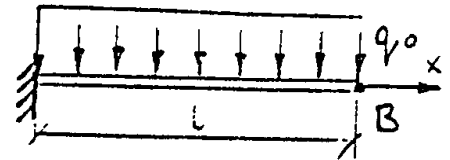
- obciążenia  $q$ ,
- długości belki  $l$ ,
- modułu Younga  $E$ ,
- stałej Poissona  $\nu$ ,
- długości boku przekroju  $a$ ,
- położenia przekroju względem płaszczyzny działania obciążenia.



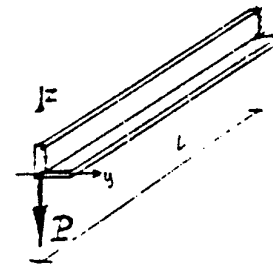
33. Wyznaczyć analitycznie linię ugięcia belki o przekroju kołowym, przemieszczenie i kąt ugięcia w punkcie  $B$ .

Dane:

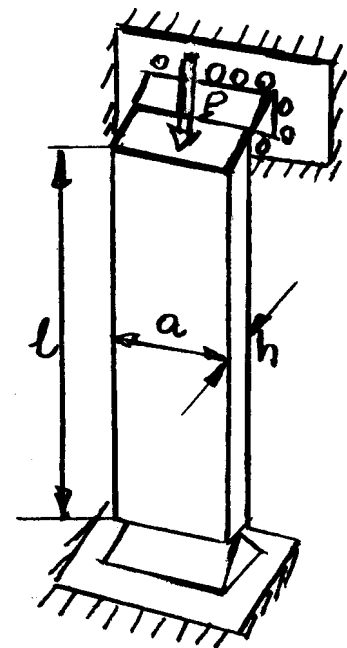
$$q_0 = 100 \text{ N/m}, \quad l = 1 \text{ m}, \quad d = 20 \text{ mm}, \quad E = 2 \cdot 10^5 \text{ MPa}.$$



34. Naskicuj sposób wyznaczenie linii ugięcia belki.



35. Określić siłę krytyczną pręta pokazanego na rysunku.



36. Jakie założenia są podstawą wzoru Eulera określającego siłę krytyczną w pręcie. Przedstawić przebieg ugięcia pręta w funkcji siły ściskającej.
37. Co to są pręty krępe i smukłe? Czym różnią się stosowane schematy obliczeniowe przy równoczesnym ściskaniu i zginaniu tych prętów?
38. Na czym polega zjawisko wyboczenia poza granicami sprężystości? Co to jest smukłość graniczna i od czego zależy, jak się określa naprężenia krytyczne?
39. Pojęcie naprężeń zredukowanych. Hipotezy wytrzymałościowe.
40. Jak określać bezpieczeństwo pręta poddanego obciążeniom złożonym? Jak formułować warunek wytrzymałościowy?
41. Różnica między hipotezą Hubera i  $\tau_{\max}$ . Ocenic wady i zalety obydwóch hipotez.

42. Dla elementu obciążonego w sposób pokazany na rysunku określić  $\sigma_{red}$  wg hipotezy Hubera i  $\tau_{\max}$ .

