

Aeroelastyczność i wytrzymałość turbin wiatrowych

Przykładowe pytania i zagadnienia na kolokwium zaliczeniowe

1. Naskicuj i opisz geometrię profilu płata. Nanieś na szkic i opisz podstawowe pojęcia opisujące profil płata (np. cięciwa, kat natarcia, itd).

2. Naskicuj profil płata, na rysunku nanieś:

- a) wektor siły oporu \mathbf{d} , siły nośnej \mathbf{l} , siły (reakcji) wypadkowej \mathbf{r} oraz moment \mathbf{m} ,
- b) wektor siły stycznej do cięciwy profilu \mathbf{f}_c , siły normalnej \mathbf{f}_n , reakcji \mathbf{r} oraz moment \mathbf{m} ,

Na szkic nanieś wektor prędkości napływu V_∞ oraz zaznacz kąt natarcia α .

Uwaga: można wykonać dwa szkice: osobno dla a) i osobno dla b).

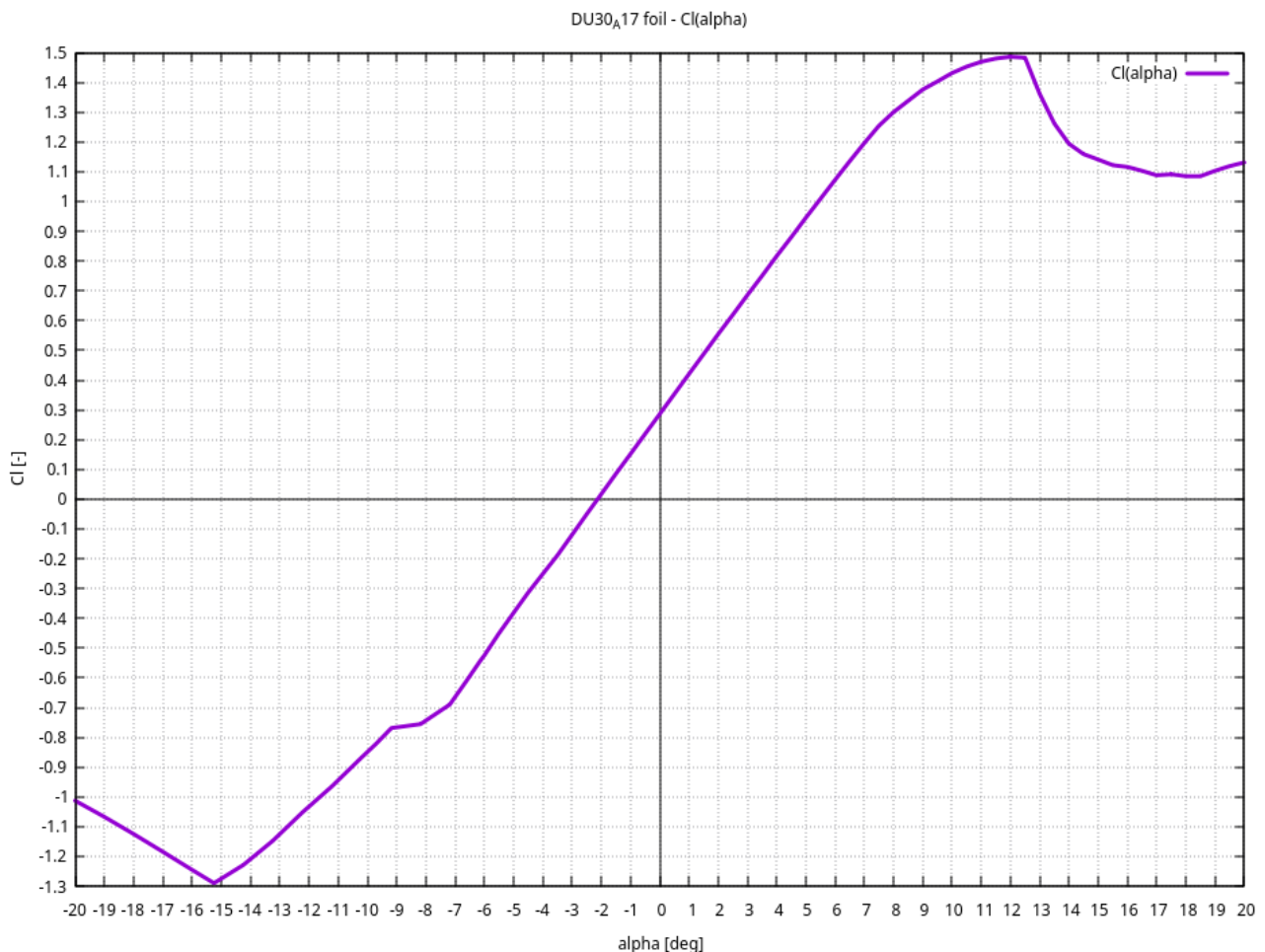
3. Podaj wzory na siłę nośną L , siłę oporu D oraz moment M .

Na podstawie wykresu (rys. 1) przedstawiającego zależności współczynników siły nośnej $C_l(\alpha)$ oraz siły oporu $C_d(C_l)$ odczytaj odpowiednie wartości współczynników i oblicz wartości siły L i D dla następujących kątów: -2, 0, 2, 4, 6 stopni. Narysuj wykresy (L i D w funkcji α).

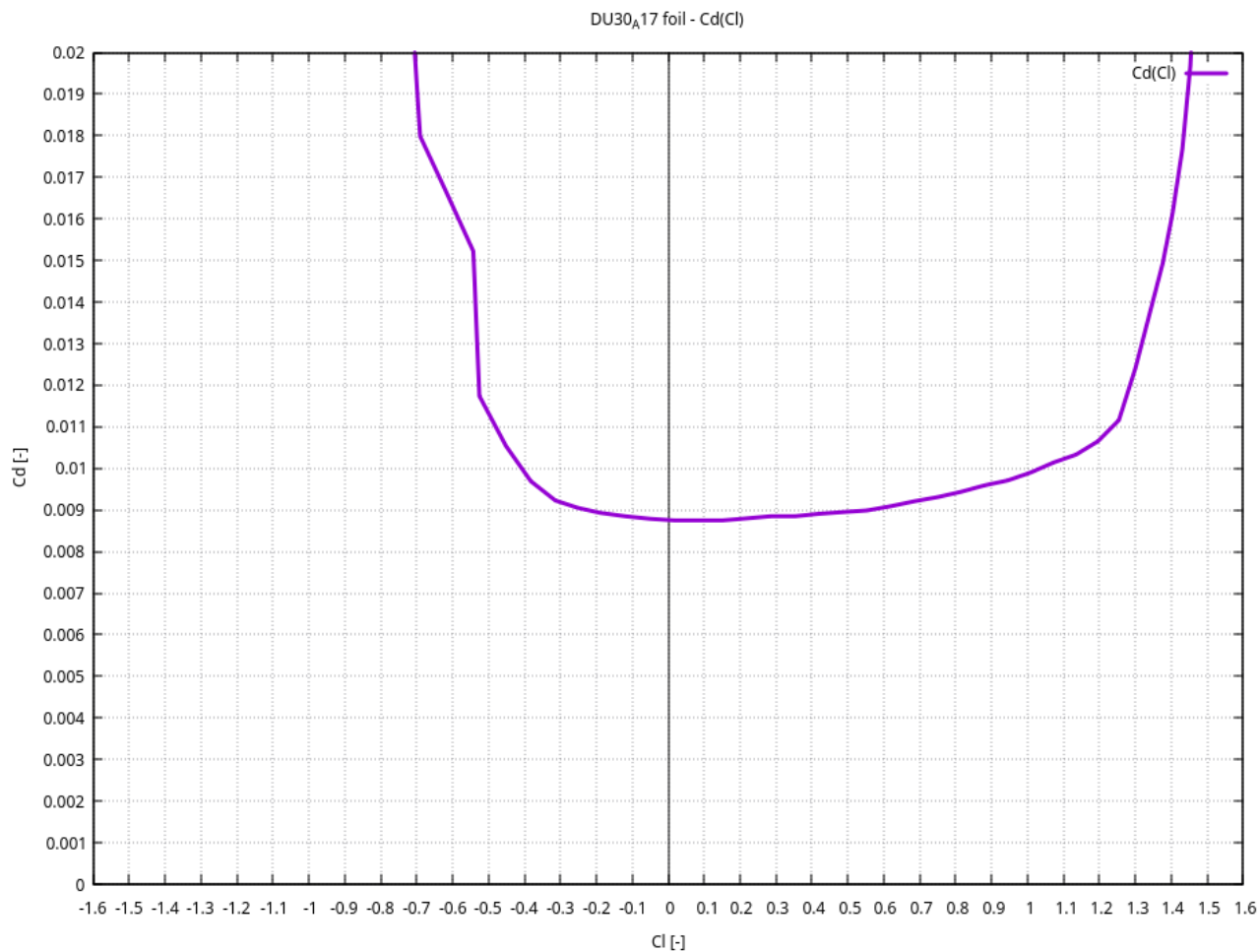
powierzchnia obrysu płata: $S = 180 \text{ m}^2$

prędkość napływu: $v = 10 \text{ m/s}$

gęstość powietrza: $\rho = 1,3 \text{ kg/m}^3$



Rys 1. a) $C_l(\alpha)$



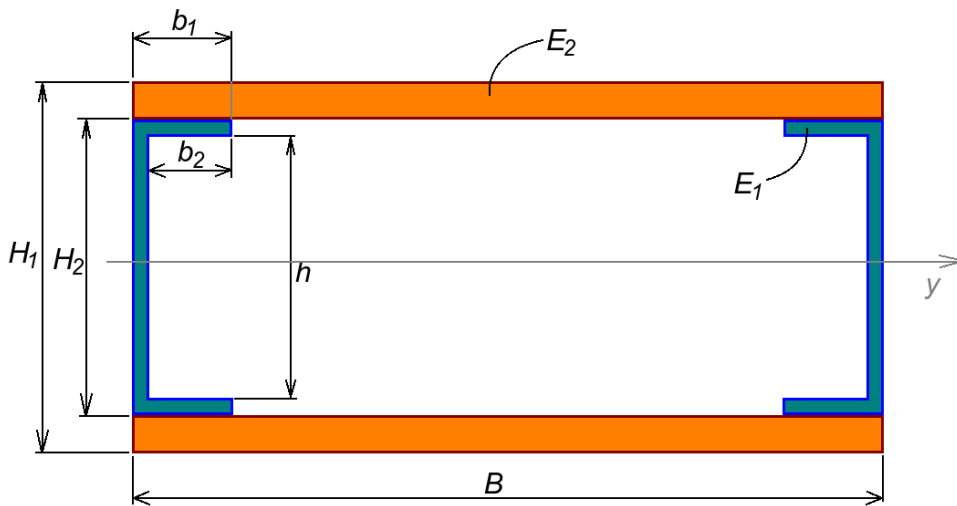
Rys 1. b) $C_d(C)$

4. Podaj wzór na moment bezwładności sztywności względem osi Oy (najlepiej zapisany w formie sumy całek).

Oblicz moment bezwładności sztywności przekroju poprzecznego (EJ_y) (rysunek 2) dla następujących danych:

- $E_1=69\ 000\ \text{MPa}$,
- $E_2=18\ 000\ \text{MPa}$,
- $B=2\text{m}$,
- $H_1=1,000\ \text{m}$
- $H_2=0,920\ \text{m}$
- $b_1=0,300\ \text{m}$
- $b_2=0,284\ \text{m}$
- $h=0,890\ \text{m}$

Wskazówka: moment bezwładności prostokąta względem jego osi obojętnej wynosi $J_{\blacksquare} = bh^3/12$



Rys. 2. Szkic przekroju pła (kompozytowego)

5. Podaj wzory na rozkład sił tnących $T(x)$ oraz rozkład momentów gnących $M_g(x)$ dla zadanego obciążenia ciągłego $q(x)$.

a) Rozkład obciążeń łopaty turbiny wiatrowej o długości $l=60\text{m}$ podany jest wzorem:

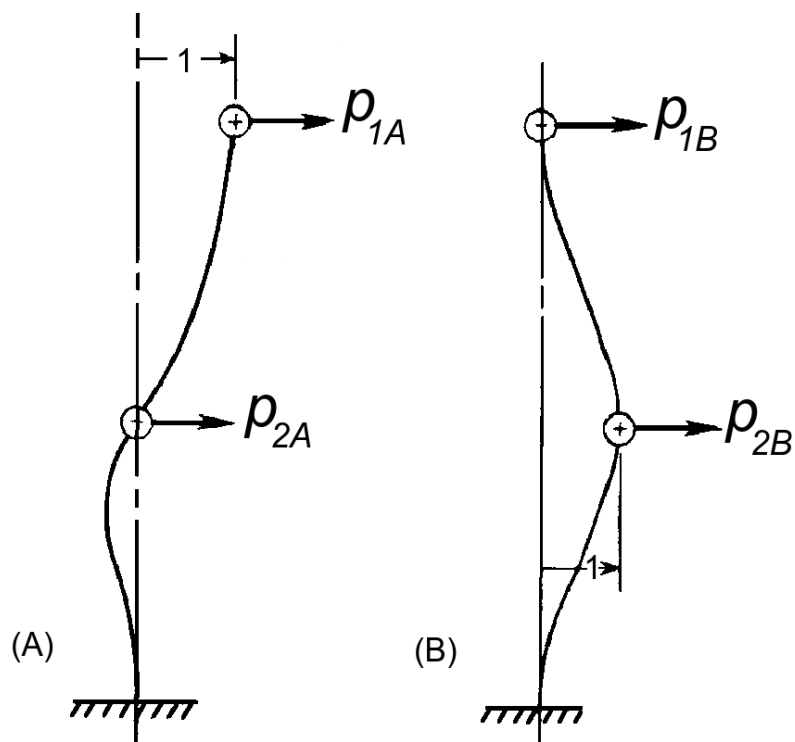
$$q(x) = -0,00434 x^2 + 0,244 x + 2,84 \quad [\text{kN}]$$

- Wyznacz rozkład sił tnących $T(x)$ i momentów gnących $M_g(x)$.
- Narysuj wykresy $T(x)$ i $M_g(x)$ (wylicz wartości w węzłach 0,10,20,30,40,50,60 m)

Sformułuj i omów warunki brzegowe, z których należy skorzystać.

6. Omów, na przykładzie belki wspornikowej o określonych dwóch węzłach „1” i „2” w jaki sposób można zbudować dla niej macierz sztywności. Narysuj szkic, podaj postać tej macierzy.

7. Belkę przedstawioną na rysunku 4 obciążono układem sił (A) oraz (B) wywołując określoną linię ugięcia (patrz rysunek). Zbuduj macierz sztywności dla tej belki.



Rys 4. Ugięcie belki pod wpływem układu obciążeń (A) oraz (B)

Pozostały zakres materiału:

- Będą również pytania odnoszące się do Przykładów 1,2,3,4,5
 - macierz sztywności, macierz mas, macierz tłumienia
 - równanie ruchu łopaty (belki) [Wstęp do dynamiki belki]
- Patrz prezentacja z wykładów.