



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet strojarstva i brodogradnje

NASLOV DOKTORSKE DISERTACIJE ILI MAGISTARSKOG RADA

DOKTORSKA DISERTACIJA

Mentor:

prof. dr. sc. ime prezime

mr. sc. Moje ime i prezime

ZAGREB, 2003.

Podaci za bibliografsku karticu

UDK: xxx.xx

Ključne riječi: popis ključnih riječi: maksimalno do deset . . .

Znanstveno područje: tehničke znanosti

Znanstveno polje: zrakoplovstvo, raketna i svemirska tehnika

Institucija u kojoj je rad izrađen: Fakultet strojarstva i brodogradnje

Mentor: dr. sc. ime prezime, prof. u mirovini

Broj stranica: 111

Broj slika: 111

Broj tablica: 111

Broj korištenih bibliografskih jedinica: 111

Datum obrane: 1. travnja 2005.

Povjerenstvo: prvi član povjerenstva,
drugi član povjerenstva,
treći član povjerenstva,
četvrti član povjerenstva,
peti član povjerenstva

Institucija u kojoj je rad pohranjen: Fakultet strojarstva i brodogradnje,
Sveučilište u Zagrebu

To Donald E. Knuth . . .

Predgovor

Ovdje će se opisati što me i zašto navelo na ovaj rad. Moguće je i ovdje staviti zahvale.

Tekst tekst tekst tekst tekst tekst.

Zagreb, svibanj 2003.

mr. sc. Moje ime i prezime

Sadržaj

Predgovor	iv
Sadržaj	v
Sažetak	vii
Summary	viii
Popis slika	ix
Popis oznaka	x
1. Uvod	1
1.1. Primjer potpoglavlja	1
1.1.1. Primjer potpotpoglavlja	1
2. Inducirana brzina u kontrolnoj točki	3
3. Zaključak	6
A. Moj prvi dodatak	7
A.1. Malo poglavlje malog dodatka	8
A.1.1. i još manje podpoglavlje	8
A.2. Primjer potpoglavlja	8
A.2.1. Primjer potpotpoglavlja	8
B. i drugi . . .	10
B.1. Samo prašim po testu	11

Literatura	12
Životopis	13
Biography	14

Sažetak

Kratki sažetak rada na hrvatskom jeziku: najviše jedna stranica ... Tekst tekst tekst tekst tekst tekst.

Ključne riječi: popis ključnih riječi: maksimalno do deset ...

Summary

Short summary of the thesis in one foreign language (english or german or french): up to one page ... Tekst tekst tekst tekst tekst tekst.

Keywords: list of the keywords: up to ten words

Popis slika

1.1	Primjer slike: kod ove slike primjenjeno je <i>viseće</i> zaglavlje – hangcaption	1
1.2	Primjer slike: kod ove slike primjenjeno je <i>viseće</i> zaglavlje – hangcaption	2
2.1	Brzine i sile na presjeku kraka propelera sa induciranom brzinom	3
A.1	Primjer slike: kod ove slike primjenjeno je <i>viseće</i> zaglavlje – hangcaption	8
A.2	Primjer slike: kod ove slike primjenjeno je <i>viseće</i> zaglavlje – hangcaption	9
B.1	Primjer slike u prilogu	10

Popis oznaka

c	duljina tetive, [m]	8
C_l	lokalni koeficijent uzgona, vidi jednadžbu (A.1)	8
y	koordinata po rasponu krila, vidi jednadžbu (1.1)	1
Γ	intenzitet cirkulacije, [m ² /s]	1

Kratice

<i>dod</i>	dummy dodatak	11
<i>FSB</i>	Fakultet strojarstva i brodogradnje	1
<i>FSB</i>	Fakultet strojarstva i brodogradnje	8
<i>SUZ</i>	Sveučilište u Zagrebu	2
<i>SUZ</i>	Sveučilište u Zagrebu	9

1 Uvod

Ovo poglavlje poslužit će za uvod u problem koji se rješava u ovom radu, te se postavlja odgovarajuća hipoteza za doktorsku disertaciju.

1.1. Primjer potpoglavlja

Tekst tekst tekst tekst tekst tekst primjer reference [1], i još jedan [2]. Tekst tekst tekst tekst tekst tekst

Malo ću se pozvati kao u šđčćžŠĐČŽ na

$$C_l(y) = \frac{2\Gamma(y)}{V_\infty c(y)}, \quad (1.1)$$

1.1.1. Primjer potpotpoglavlja

Slijedi prvi primjer slike: FSB.(pogl.sliku 1.1)



Slika 1.1: Primjer slike: kod ove slike primjenjeno je *višeće* zaglavlje – hancaption



Slika 1.2: Primjer slike: kod ove slike primjenjeno je *višeće* zaglavlje – hangcaption

Slijedi mali primjer slike: SUZ.(pogledaj sliku [1.2](#))

Pored slike dan je i primjer tablice.

Tablica 1.1: Primjer tablice

A	1
B	2
C	3
D	4

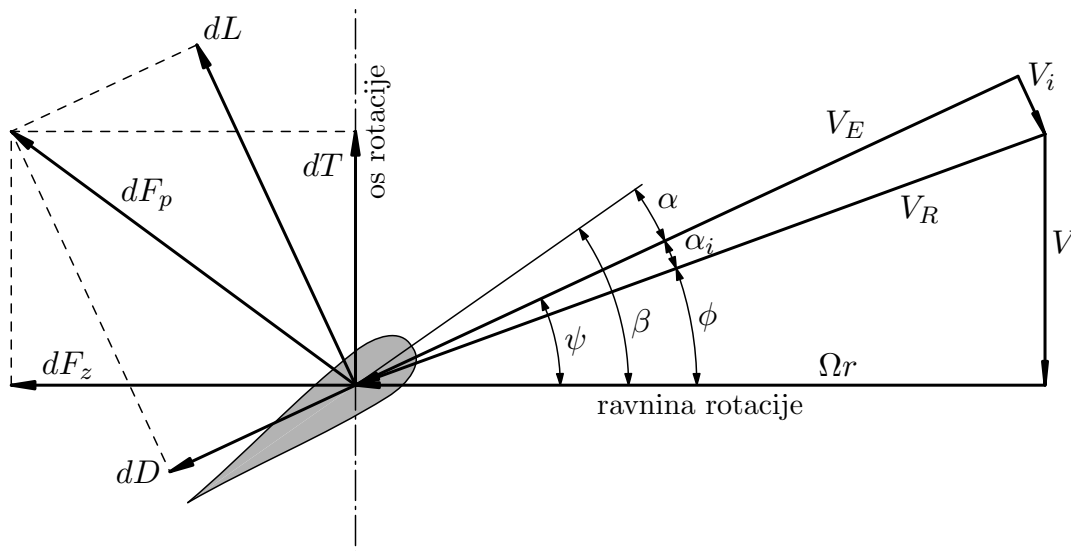
2 Inducirana brzina u kontrolnoj točki

Koordinatni sustav postavili smo na slici (2.1) Π vrtlog intenziteta Γ_j segmenta j inducira u kontrolnoj točki C segmenta k brzinu koja je zbroj tri dijela: inducirana brzina od centralnog dijela i inducirane brzine od dva kraka Π vrtloga.

U poglavlju 1. izveli smo na temelju Biot-Savartovog zakona da je inducirana brzina u točki C od srednjeg dijela Π vrtloga

$$\vec{V}_{AB} = \frac{\Gamma}{4\pi r_1 r_2 (r_1 r_2 + \vec{r}_1 \cdot \vec{r}_2)} \vec{r}_1 \times \vec{r}_2,$$

i napravili smo rutinu `ind.m` koja računa induciranu brzinu u točki C od segmenta AB . Ulazni parametri su koordinate točaka A , B i C .



Slika 2.1: Brzine i sile na presjeku kraka propelera sa induciranom brzinom

Po istom obrascu možemo izračunati induciranu brzinu od dijelova AD i BE krakova Π vrtloga koji se nalaze na kraku propelera. Inducirana brzina u kontrolnoj točki C jednaka je zbroju induciranih brzina:

- od pravocrtnog dijela AB vrtloga,
- od pravocrtnog dijela AD ,
- od pravocrtnog dijela BE ,
- od vrtložne niti iz točke D i
- od vrtložne niti iz točke E .

Inducirane brzine od vrtložnih niti računa rutina `nit.m`. On izračunava induciranu brzinu od jedne vrtložne niti u tragu propelera. Ulazni parametar su koordinate točke na izlaznom rubu kraka i koordinate kontrolne točke. U toj rutini izračunate su točke na svakih $\Delta\varphi = 10^0$, a između tih točaka je pretpostavljeno da je vrtložna nit pravocrtna, te je na nju primijenjena rutina za induciranu brzinu od pravocrtnog segmenta.

Inducirana brzina u točki C

- od vrtložne niti iz točke E : $\vec{K}(E, \dots, C) \cdot \Gamma_j$,
- od vrtložne niti iz točke D : $-\vec{K}(D, \dots, C) \cdot \Gamma_j$.

Znak - zbog obrnutog smjera vrtloga duž niti iz točke D u odnosu na vrtlog na niti iz točke E . Konačno ukupna inducirana brzina u kontrolnoj točki C_k od Π_j vrtloga

$$\begin{aligned} \Delta \vec{V}_{kj} &= \underbrace{\vec{K}(A, B, C)}_{\text{rutina ind}} \cdot \Gamma_j + \underbrace{\vec{K}(A, D, C)}_{\text{rutina ind}} \cdot \Gamma_j + \underbrace{\vec{K}(D, \dots, C)}_{\text{rutina nit}} \cdot \Gamma_j \\ &\quad - \underbrace{\vec{K}(B, E, C)}_{\text{rutina ind}} \cdot \Gamma_j - \underbrace{\vec{K}(E, \dots, C)}_{\text{rutina nit}} \cdot \Gamma_j \\ \Delta \vec{V}_{kj} &= \left[\vec{K}(A, B, C) + \vec{K}(A, D, C) + \vec{K}(D, \dots, C) \right. \\ &\quad \left. - \vec{K}(B, E, C) - \vec{K}(E, \dots, C) \right] \cdot \Gamma_j \\ \Delta \vec{V}_{kj} &= \vec{K}_{kj} \cdot \Gamma_j, \end{aligned}$$

gdje je:

$$\begin{aligned} \vec{K}_{kj}(A, B, C, D, E) &= \vec{K}(A, B, C) + \vec{K}(A, D, C) + \vec{K}(D, \dots, C) \\ &\quad - \vec{K}(B, E, C) - \vec{K}(E, \dots, C). \end{aligned}$$

Rutina `vrtlog.m` računa vektor \vec{K}_{kj} za zadane koordinate kontrolne točke C_k i zadani segment j (poznate koordinate točaka: A , B , D i E)

S obzirom da mi promatramo samo slučaj kad je brzina leta u pravcu ose propelera, na drugom i trećem kraku bit će isti sustav vrtloga $\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_j, \dots, \Gamma_m$ kao na prvom kraku, ali će koeficijenti \vec{K}_{kj} biti različiti. Koordinate kontrolne točke C su iste, a koordinate točaka A , B , D i E se okreću za $2\pi/N$ gdje N broj krakova propelera. Ako označimo koordinate točke A' na prvom kraku sa

$$[x'_A \quad y'_A \quad z'_A]^T .$$

onda točka A'' na drugom kraku ima koordinate:

$$\begin{bmatrix} x''_A \\ y''_A \\ z''_A \end{bmatrix} = \mathbf{L}_x \left(\frac{2\pi}{N} \right) \cdot \begin{bmatrix} x'_A \\ y'_A \\ z'_A \end{bmatrix} ,$$

i isto tako za koordinate B'' , D'' i E'' . Pri tome $\mathbf{L}_x \left(\frac{2\pi}{N} \right)$ je matrica transformacije za rotaciju oko osi x za kut $\left(\frac{2\pi}{N} \right)$. Koordinate točaka na trećem kraku nalazimo kad koordinate s drugog kraka još jednom okrenemo za $2\pi/N$. Tako konačno dobivamo induciranu brzinu u kontrolnoj točki C_k od tri Π vrtloga koji imaju intenzitet Γ_j na tri kraka simetrično raspoređena

$$\begin{aligned} \vec{V}_{kj} = & \left[\vec{K} (A'_j, B'_j, C_k, D'_j, E'_j) \right. \\ & + \vec{K} (A''_j, B''_j, C_k, D''_j, E''_j) \\ & \left. + \vec{K} (A'''_j, B'''_j, C_k, D'''_j, E'''_j) \right] \cdot \Gamma_j , \end{aligned}$$

ili kraće

$$\vec{V}_k = \vec{K}_{kj} \cdot \Gamma_j .$$

i konačno kad zbrojimo u kontrolnoj točki C_k inducirane brzine od svih vrtloga dobivamo ukupnu induciranu brzinu u kontrolnoj točki

$$\vec{V}_k = \sum_{j=1}^{j=m} \vec{K}_{kj} \cdot \Gamma_j .$$

3 | Zaključak

I na kraju u ovom poglavlju potrebno je istaknuti glavne rezultate rada i moguće smjernice za daljnji rad. Kod doktorske disertacije ovo poglavlje mora sadržavati i prikaz originalnog znanstvenog doprinosa pristupnika odgovarajućem znanstvenom području.

Tekst tekst tekst teks tekst tekst.

A | **Moj prvi dodatak**

Zapravo nemam ništa!

Pa ni na ovoj stranici!

A.1. Malo poglavlje malog dodatka

A.1.1. i još manje podpoglavlje

Ovo poglavlje poslužit će za uvod u problem koji se rješava u ovom radu, te se postavlja odgovarajuća hipoteza za doktorsku disertaciju.

A.2. Primjer potpoglavlja

Tekst tekst tekst tekst tekst tekst primjer reference [1], i još jedan [2]. Tekst tekst tekst tekst tekst tekst

Malo ću se pozvati ((A.1)) kao u šđččžšĐČĆŽ na

$$C_l(y) = \frac{2\Gamma(y)}{V_\infty c(y)}, \quad (\text{A.1})$$

A.2.1. Primjer potpotpoglavlja

Slijedi prvi primjer slike: FSB.(pogl.sliku A.1)



Slika A.1: Primjer slike: kod ove slike primjenjeno je *viseće* zaglavlje – hangcaption



Slika A.2: Primjer slike: kod ove slike primjenjeno je *viseće* zaglavlje – hangcaption

Slijedi mali primjer slike: SUZ.(pogledaj sliku [A.2](#))

Pored slike dan je i primjer tablice ([A.1](#)).

Tablica A.1: Primjer tablice

A	1
B	2
C	3
D	4

B | i drugi ...

... Opet ništa osim ove slike: [B.1](#)



Slika B.1: Primjer slike u prilogu

B.1. Samo prašim po testu

Ovo poglavlje poslužit će za uvod u problem koji se rješava u ovom radu, te se postavlja odgovarajuća hipoteza za doktorsku disertaciju.

Literatura

- [1] Édouard Masterly. Mastering thesis writing. Master's thesis, Stanford University, 1988.
- [2] Donald E. Knuth. *Fundamental Algorithms*, volume 1 of *The Art of Computer Programming*, section 1.2, pages 10–119. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, second edition, 10 January 1973.

Životopis

Ovdje dođe životopis autora na hrvatskom jeziku: najviše jedna stranica. Tekst tekst tekst tekst tekst tekst

Biography

Here goes biography of the author: one page maximum, Tekst tekst tekst tekst tekst tekst