

Analiza prikladnosti primjene aditivne tehnologije za izradu ispitnog modela profila u aerodinamičkom tunelu

Rogošić, Petra

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:691054>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom](#).

Download date / Datum preuzimanja: **2024-10-16**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Petra Rogošić

Zagreb 2023

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Milan Vrdoljak dipl. ing.

Studentica:

Petra Rogošić

Zagreb 2023.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradila samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se svom mentoru profesoru Milanu Vrdoljaku, profesoru Marijanu Andriću i profesoricu Karolini Krajček Nikolić, za pomoć pri ostvarenju ideje, uloženom vremenu, dijeljenju znanja i savjeta.

Zahvaljujem se obitelji i prijateljima na bezuvjetnoj podršci tijekom studiranja.

Petra Rogošić



| | |
|-------------------------------------|--------|
| Sveučilište u Zagrebu | |
| Fakultet strojarstva i brodogradnje | |
| Datum | Prilog |
| Klasa: 602 - 04 / 23 - 6 / 1 | |
| Ur.broj: 15 - 1703 - 23 - | |

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Petra Rogošić** JMBAG: **0035223659**

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Analiza prikladnosti primjene aditivne tehnologije za izradu ispitnog modela profila u aerodinamičkom tunelu**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Suitability analysis of additive technology application for production of airfoil wind tunnel test model**

Opis zadatka:

Za ispitivanja aerodinamičkih značajki u aerodinamičkom tunelu izuzetno važnu zadaću predstavlja projektiranje i izrada ispitnog modela. Ta zadaća predstavlja poseban izazov kada se provode mjerenja raspodjele tlaka duž modela, kako se to može provesti u dostupnom aerodinamičkom tunelu. Kod takvih modela očekuje se mjerenje tlaka duž gornjake i donjake profila što podrazumijeva složenu geometriju modela s odgovarajućim prihvatom mjernog uređaja. Dostupnom tehnologijom aditivne proizvodnje moguće je izvesti proizvoljno složenu geometriju ispitnog modela za pristupačne iznose troška u odnosu na metalni ispitni model. No pri tome potrebno je osigurati prihvatljivu kvalitetu izrade ispitnog modela odabranom aditivnom tehnologijom.

Predmet završnog rada je provjera prikladnosti aditivne tehnologije za izradu ispitnog modela profila za aerodinamički tunel te mjerenje tlaka, a u radu je potrebno:

- odabrati profil za analizu u radu i prikazati njegove geometrijske značajke;
- primjenom panelne metode odrediti aerodinamički koeficijent sile uzgona promatranog profila u ovisnosti o napadnom kutu;
- napraviti CAD model prikladan za izradu ispitnog modela profila za dostupni aerodinamički tunel;
- usporediti dobivene rezultate za koeficijent sile uzgona s dostupnim rezultatima za promatrani profil;
- ocijeniti prikladnost aditivne tehnologije za primjenu u izradi ispitnog modela za dostupni aerodinamički tunel i provedbu mjerenja tlaka.

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:

30. 11. 2022.

Zadatak zadao:

Prof. dr. sc. Milan Vrdoljak

Datum predaje rada:

1. rok: 20. 2. 2023.
2. rok (izvanredni): 10. 7. 2023.
3. rok: 18. 9. 2023.

Predvideni datumi obrane:

1. rok: 27. 2. – 3. 3. 2023.
2. rok (izvanredni): 14. 7. 2023.
3. rok: 25. 9. – 29. 9. 2023.

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Milan Vrdoljak

SADRŽAJ

| | |
|--|-------------|
| POPIS SLIKA..... | III |
| POPIS TABLICA..... | V |
| POPIS OZNAKA..... | VI |
| SAŽETAK..... | VII |
| SUMMARY..... | VIII |
| 1. UVOD..... | 1 |
| 2. ODABIR I GEOMETRIJSKE ZNAČAJKE PROFILA | 3 |
| 2.1. Definicija aeroprofila | 3 |
| 2.2. Zahtjevi odabira profila | 4 |
| 2.3 NACA aeroprofil..... | 4 |
| 3. PANELNA METODA..... | 7 |
| 4. IZRADA MODELA..... | 10 |
| 4.1. Konstruiranje CAD modela..... | 10 |
| 4.2. Nabava dijelova..... | 17 |
| 4.2.1. <i>Aditivna proizvodnja modela aeroprofila</i> | 17 |
| 4.2.2. <i>Nabava ostatka dijelova</i> | 19 |
| 4.2.3. <i>Montaža</i> | 22 |
| 5. OPIS EKSPERIMENTALNOG POSTAVA | 24 |
| 5.1. Aerodinamički tunel..... | 24 |
| 5.2. Piezometarska harfa | 25 |
| 5.3. Pravilan način očitavanja visine stupca | 26 |
| 5.4. Metodologija provođenja eksperimenta..... | 27 |
| 6. REZULTATI EKSPERIMENTA | 28 |
| 6.1. Formule korištene u analizi..... | 28 |
| 6.2. Prikaz raspodjele tlaka za provedena mjerenja | 29 |
| 7. USPOREDBA REZULTATA..... | 39 |
| 8. ZAKLJUČAK | 41 |
| LITERATURA | 42 |
| PRILOG 1. OČITANJA ZA POSTAVNI NAPADNI KUT NULA BEZ KRAJNJIH PLOČA | 43 |
| PRILOG 2. OČITANJA ZA POSTAVNI NAPADNI KUT DESET BEZ KRAJNJIH PLOČA | 54 |
| PRILOG 3. OČITANJA ZA POSTAVNI NAPADNI KUT DVADESET BEZ KRAJNJIH PLOČA..... | 66 |

| | |
|--|------------|
| PRILOG 4. OČITANJA ZA POSTAVNI NAPADNI KUT NULA S KRAJNJIM PLOČAMA..... | 77 |
| PRILOG 5. OČITANJA ZA POSTAVNI NAPADNI KUT DESET S KRAJNJIM PLOČAMA..... | 89 |
| PRILOG 6. OČITANJA ZA POSTAVNI NAPADNI KUT DVADESET S KRAJNJIM PLOČAMA..... | 100 |
| PRILOG 7. OČITANJA ZA POSEBNO MJERENJE KOJE SLUŽI ZA IZRAČUN ODSUPANJA KUTOMJERA ZA POSTAVNI NAPADNI KUT OD NULA STUPNJEVA..... | 112 |
| PRILOG 8. IZRAČUNATI KOEFICIJENTI UZGONA ZA POSTAVNE NAPADNE KUTEVE OD NULA STUPNJEVA U PROGRAMSKOM PAKETU MATLAB.. | 114 |

POPIS SLIKA

| | |
|--|----|
| Slika 2-1. Aeroprofil [1]..... | 3 |
| Slika 2-2. Karakteristični dijelovi aeroprofila [1] | 4 |
| Slika 2-3. NACA 64(3)-218 [2] | 5 |
| Slika 3-1. Kontura profila podijeljena na "m" pravocrtnih segmenata [4]..... | 7 |
| Slika 3-2. Komponente brzine u točki "P" [4]..... | 8 |
| Slika 3-3. Koeficijent uzgona dobiven panelnom metodom | 9 |
| Slika 4-1 Radna sekcija sa već postojećim aeroprofilom..... | 10 |
| Slika 4-2. Aeroprofil NACA 64(3)-218 | 11 |
| Slika 4-3. Model nakon ekstrudiranja | 11 |
| Slika 4-4. Model s provrtima promjera 1 mm..... | 12 |
| Slika 4-5. Model s prikazanom unutarnje geometrije | 12 |
| Slika 4-6. Model s dodanim provrtom za poliamidne cjevčice..... | 13 |
| Slika 4-7. Nosač | 13 |
| Slika 4-8. Model s provrtom za nosač..... | 14 |
| Slika 4-9. Model s dodatno konstruiranim provrtima | 14 |
| Slika 4-10. Unutarnja geometrija modela s ugraviranim brojevima | 15 |
| Slika 4-11. Vanjska geometrija gotovog modela | 15 |
| Slika 4-12. Rubna ploča s provrtima koji idu na donjaku..... | 16 |
| Slika 4-13. Rubna ploča s provrtima koji idu na gornjaku..... | 16 |
| Slika 4-14. Sklop svih dijelova | 17 |
| Slika 4-15. „Origin One“ proizvođač „Stratasy“ [5]..... | 18 |
| Slika 4-16. Podjela modela na tri dijela spojena s pinovima [6]..... | 18 |
| Slika 4-17. Model nakon izrade aditivnom tehnologijom..... | 19 |
| Slika 4-18. Čelični nosač..... | 19 |
| Slika 4-19. Rubne ploče od pleksiglasa | 20 |
| Slika 4-20. Poliamidne cjevčice | 20 |
| Slika 4-21. Uporna trio matica, unutarnjim navojem M4 | 21 |
| Slika 4-22. Uporne matice i vijci | 21 |
| Slika 4-23. Model spreman za instalaciju | 22 |
| Slika 4-24. Instalirani model u aerotunelu | 23 |
| Slika 5-1. Aerodinamički tunel | 24 |
| Slika 5-2. Piezometarska harfa..... | 26 |

| | |
|---|----|
| Slika 5-3. Shema očitavanja rezultata | 27 |
| Slika 6-1. Prikaz promjene tlaka na gornjaci i donjaci nazivni napadni kut od 0° | 31 |
| Slika 6-2. Prikaz promjene tlaka na gornjaci i donjaci za nazivni napadni kut od 0° sa rubnim pločama | 32 |
| Slika 6-3. Prikaz promjene tlaka na gornjaci i donjaci za nazivni napadni kut od 10° | 34 |
| Slika 6-4. Prikaz promjene tlaka na gornjaci i donjaci za nazivni napadni kut od 10° sa rubnim pločama | 35 |
| Slika 6-5. Prikaz promjene tlaka na gornjaci i donjaci za nazivni napadni kut od 20° | 37 |
| Slika 6-6. Prikaz promjene tlaka na gornjaci i donjaci za nazivni napadni kut od 20° sa rubnim pločama | 38 |
| Slika 7-1. Prikaz rezultata koeficijenta uzgona za postavni napadni kut od nula stupnjeva bez krajnjih ploča i već postojećih mjerenja..... | 40 |
| Slika 7-2. Prikaz rezultata koeficijenta uzgona za postavni napadni kut od nula stupnjeva s krajnjim pločama i već postojećih mjerenja..... | 40 |

POPIS TABLICA

| | |
|--|----|
| Tablica 2.1. Koordinate točaka aeroprofila..... | 6 |
| Tablica 6.1. Prikaz parametara mjerenja za nazivni napadni kut od nula stupnjeva bez krajnjih ploča..... | 29 |
| Tablica 6.2. Prikaz parametara mjerenja za nazivni napadni kut od nula stupnjeva s krajnjim pločama..... | 29 |
| Tablica 6.3. Prikaz parametara mjerenja za nazivni napadni kut od deset stupnjeva bez krajnjih ploča..... | 32 |
| Tablica 6.4. Prikaz parametara mjerenja za nazivni napadni kut od deset stupnjeva s krajnjim pločama..... | 32 |
| Tablica 6.5. Prikaz parametara mjerenja za nazivni napadni kut od dvadeset stupnjeva bez krajnjih ploča..... | 35 |
| Tablica 6.6. Prikaz parametara mjerenja za nazivni napadni kut od deset stupnjeva s krajnjim pločama..... | 35 |

POPIS OZNAKA

| Oznaka | Jedinica | Opis |
|-------------------|----------|------------------------------|
| c | m | duljina tetive |
| c_l | - | koeficijent uzgona |
| F_L | N | sila uzgona |
| $F_{L\ donjaka}$ | N | sila na donjaci aeroprofila |
| $F_{L\ gornjaka}$ | N | sila na gornjaci aeroprofila |
| g | m/s^2 | ubrzanje Zemljine sile teže |
| h_i | m | visina stupca vode |
| h_{ref} | m | referenta visina stupca vode |
| R | J/kgK | plinska konstanta |
| Re | - | Reynoldsov broj |
| S_k | m | duljina vrtloga |
| T | K | termodinamička temperatura |
| v | m/s | brzina strujanja |
| Δp | Pa | razlika tlaka |
| μ | Pa·s | viskoznost |
| ρ | kg/m^3 | gustoća |
| φ | ° | kut nagiba harfe |

SAŽETAK

U okviru ovog rada istražuje se potencijalna primjena aditivnih tehnologija s ciljem optimizacije procesa izrade modela aeroprofila. Ključan izazov koji se razmatra u ovom kontekstu je postizanje visoke preciznosti i kvalitete vanjske geometrije modela, budući da to predstavlja presudni faktor za ažurnost i točnost aerodinamičkih mjerenja. U svrhu procjene kvalitete mjerenja, uspoređuju se dobiveni rezultati s već postojećim podacima o aeroprofilu, koji su rezultat eksperimentalnih mjerenja NASA-e i numeričkih metoda. Rad detaljno opisuje proces konstrukcije i izrade aeroprofila, pri čemu se posebna pažnja posvećuje izradi provrta. Izrada predstavlja poseban izazov u tradicionalnim metodama izrade, obzirom na njihove male dimenzije, koje u konačnici doprinose povećanoj preciznosti mjerenja. Ključna metoda mjerenja koja se primjenjuje u ovom istraživanju uključuje prijenos signala tlaka iz provrta putem poliamidnih cjevčica do piezometarske harfe, stvarajući tako sustav hidrostatskih manometara. Kroz komparaciju rezultata ovih mjerenja s već dostupnim podacima, ovaj rad teži utvrditi prikladnost primijenjenih metoda i eventualno predložiti njihovo poboljšanje kako bi se postigla viša razina preciznosti u okviru eksperimentalnih aerodinamičkih istraživanja.

KLJUČNE RIJEČI: aeroprofil; aditivne tehnologije; aerodinamički tunel

SUMMARY

Within the framework of this work, the potential application of additive technologies is investigated with the aim of optimizing the process of making airfoil models. A key challenge considered in this context is the achievement of high precision and quality of the external geometry of the model, since this is a crucial factor for the timeliness and accuracy of aerodynamic measurements. In order to assess the quality of the measurements, the results are compared with the already existing airfoil data, which are the result of experimental measurements by NASA and numerical methods. The paper describes in detail the process of construction and manufacture of airfoils, with special attention being paid to the manufacture of bores. The production of these bores represents a special challenge in traditional production methods, given their small dimensions, which ultimately contribute to increased measurement precision. The key measurement method used in this research involves the transmission of pressure signals from the borehole via polyamide tubes to the piezometric harp, thus creating a system of hydrostatic manometers. By comparing the results of these measurements with already available data, this paper aims to determine the suitability of the applied methods and possibly propose their improvement in order to achieve a higher level of precision in experimental aerodynamic research.

KEY WORDS: airfoil; additive technologies; wind-tunnel

1. UVOD

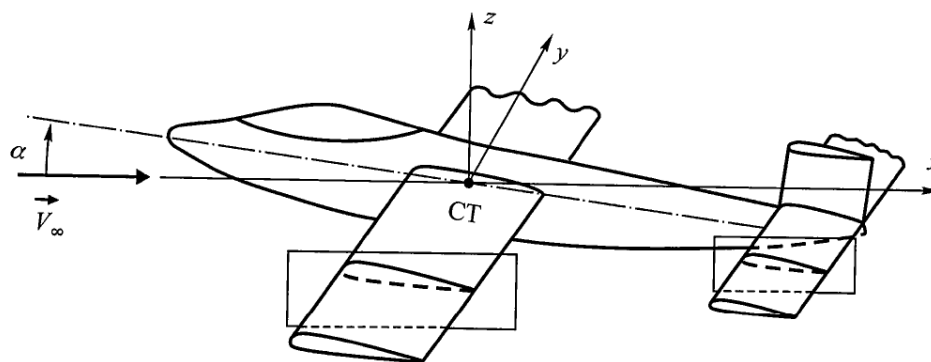
Motivacija ovog rada ispitivanje je mogućnosti primjene aditivne tehnologije u izradi modela aeroprofila za primjene eksperimentalne aerodinamike u zračnom tunelu. Teorijom sličnosti pomoću fizičkog modela simulira se stvarni objekt, što omogućava da se potvrde ili opovrgnu teorijske pretpostavke matematičkog modela. Današnjim mogućnostima numeričkih metoda povećala se približna točnost rješenja, no eksperimentalni rezultati još su uvijek arbitarni, naravno uzimajući u obzir mjerne nesigurnosti odabrane metode mjerenja. Aerodinamički tunel je postrojenje u kojem se simuliraju razni uvjeti strujanja oko ispitnog modela, u ovom radu koristi se termin aerotunel. Konvencionalna izrada modela aeroprofila je vrlo složena. Vanjska geometrija gornjake i donjake ima specifičnu zakrivljenu aerodinamičku geometriju gdje pri izradi modela ne smiju postojati odstupanja od prije proračunatih dimenzija. Mjerenje tlaka duž cijele donjake i gornjake zahtjeva odgovarajući prihvat mjernog uređaja zbog čega je i unutarnju geometriju teško uspješno proizvesti. Aditivnim tehnologijama moguće je uz niske cijene i mali vremenski period proizvesti zahtijevanu geometriju, no potrebno je utvrditi je li kvaliteta izrade vanjske površine zadovoljavajuća što se može provjeriti usporedbom već postojećih podataka o poznatim i ispitanim aeroprofilima s onim koji su se dobili mjerenjem ispitnog modela. Mjerenje se vrši tako da se odrede opterećenja koja djeluju na aeroprofil kao i njegove ostale aerodinamičke karakteristike. Potrebno je pronaći raspodjelu normalnog i tangencijalnog naprezanja koje se javlja na konturi profila. U ovom radu, odrađeno je mjerenje normalnih naprezanja koja se mjere pomoću provrta promjera od 1 mm. Provrti se nalaze na simetrali širine ispitnog modela obavijajući njegovu konturu na pravilno raspoređenim razmacima. Potrebna izrada provrta malih dimenzija još je jedan razlog zbog kojeg je otežana proizvodnja konvencionalnim putem. Normalna naprezanja približno su sličnog iznosa statičkom tlaku kojeg je teško mjeriti s velikom točnošću. Greške prilikom mjerenja: ne poravnat provrt sa strujom zraka, veličina provrta, nečistoće, glatkoća površine koja može blokirati trajektorije struje zraka preko provrta. U prvom dijelu rada prikazana je geometrija odabranog aeroprofila, za odabrani profil odrađen je izračun panelnom metodom. U četvrtom poglavlju prikazan je način izrade modela kao i njegova montaža. Peto poglavlje prezentira metodu mjerenja, što je u suštini prijenos tlačnog signala koji se nalazi u provrtima putem poliamidnih cjevčica do piezometarske harfe to jest sustava hidrostatskih manometara spojenih u cjelinu. Nakon provedenog mjerenja koje je opisano u šestom poglavlju, slijedi usporedba

podataka s kojom je moguće utvrditi prikladnost upotrebe aditivnih tehnologija u izradi ispitnog modela i moguće prepravke koje bi služile za iduća istraživanja.

2. ODABIR I GEOMETRIJSKE ZNAČAJKE PROFILA

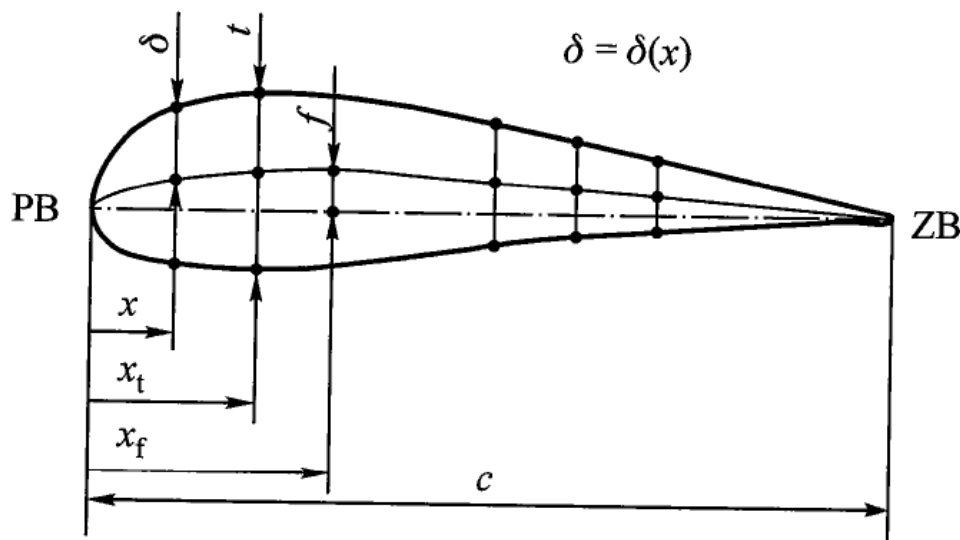
2.1. Definicija aeroprofila

Krilo zrakoplova je aerotijelo koje se konstruira s ciljem što boljeg iskorištavanja fizikalnih zakona strujanja fluida, točnije uz kakav geometrijski oblik aerotijela će sila otpora gibanja kroz fluid biti smanjena. Presjekom krila i vertikalne ravnine zrakoplova dobije se aeroprofil. Glavna je karakteristika mali kut koji se nalazi između pravca vektora brzine slobodnog strujanja i tangente koja se nalazi na većem dijelu površine tijela (prikaz se nalazi na Slici 2-1.). Sila fluida koja djeluje na aerotijelo ovisi o veličinama stanja tog fluida, geometrije i položaju koje aeroprofil zauzima u prostoru. Istraživanjima u aerodinamici želi se doći do što većeg uzgona u odnosu na otpor bez obzira na velike promjene u brzinama. Aeroprofilni oblici nalaze se u fluidnim strojevima kao što su plinske turbine, ventilatori, kompresori itd.



Slika 2-1. Aeroprofil [1]

Za daljnje razumijevanje rada potrebno je definirati karakteristične dijelove aeroprofila. Početna točka naziva se prednji brid PB, a najudaljenija je točka stražnji brid koji se označava sa ZB (što se može vidjeti na Slici 2-2.). Dio profila koji je s gornje strane, a između PB-a i ZB-a naziva se gornjaka, a s donje donjaka. Tetiva aeroprofila dobije se tako da se povuče luk iz ZB-a, koji tangira PB, a radijus te dužine je ujedno dužina tetive. Srednja crta polovište je svih tetiva koje su okomite na tetivu aeroprofila. Ona tetiva koja je okomita na tetivu aeroprofila, a ima najveću dužinu, definira njegovu debljinu te je označena sa slovom t na Slici 2. Zakrivljenost aeroprofila ima oznaku f , a nalazi se na mjestu gdje je najveća udaljenost tetive aeroprofila i srednje crte.



Slika 2-2. Karakteristični dijelovi aeroprofila [1]

2.2. Zahtjevi odabira profila

Za analizu u radu bilo je potrebno odabrati aeroprofil za koji već postoje numerički i eksperimentalni podaci kako bi se metodama koje su prikazane u radu mogla uspoređivati točnost dobivenih rezultata. Pri odabiru na umu se trebalo imati 3D printanje i prihvatanje modela na mjerni uređaj. Mjerenje se odvija pomoću 29 poliamidnih cjevčica promjera 4 mm koje trebaju biti smještene unutar modela, a ta je dimenzija nepromjenjiva zbog već postojećih priključaka za mjerenje tlaka u aerotunelu. Odabirom tankih aeroprofila onemogućio bi se smještaj svih mjernih cjevčica i time smanjila točnost mjerenja, a primjenom aeroprofila debljine veće od optimalne povećala bi se cijena izrade, također deblji profili imaju ograničenu primjenu.

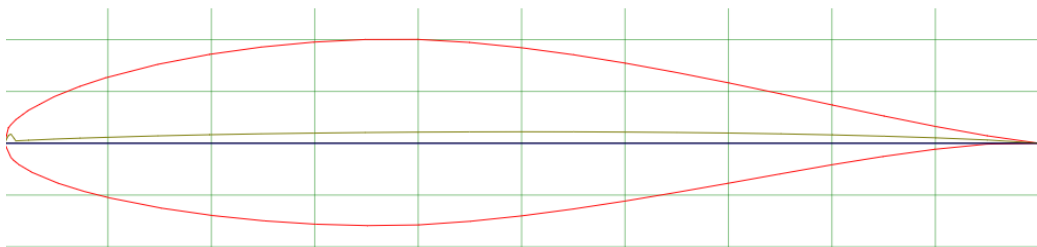
2.3 NACA aeroprofil

NACA aeroprofil vrlo su rasprostranjeni i o njima se može pronaći puno podataka (geometrija, numeričke metode, eksperimentalni rezultati), stoga su i izabrani za ovo ispitivanje. Razvijeni 30-ih godina prošlog stoljeća od strane Nacionalnog savjetodavnog odbora za aeronautiku po kojoj su dobili i ime (preteča NASA-e). Razvili su nekoliko serija, a od 1. do 5. serije cilj je bilo oblikovanje aeroprofila za željeni raspored tlaka, dok se u 6. seriji, koja je i odabrana u ovom radu, željelo maksimizirati područje u kojem će strujanje zraka ostati laminarno. Serija šest je razvijena korištenjem polu teorijskih metoda u kojima je korištena napredna matematika, ali i eksperimentalne metode kako bi se dobio aeroprofil s traženim karakteristikama. Oblik

aeroprofila ovisi o znamenkama koje se nalaze u imenu. Kada se unesu u postojeće jednadžbe, za seriju kojoj pripadaju, dobije se geometrijski presjek aeroprofila kao i pripadajuće aerodinamičke karakteristike. Za ovo ispitivanje odabran je profil [1] NACA serije 6 oznake 643-218 (prikazan na Slici 2-3.). Svaka je znamenka normirana svojim značenjem, a one redom označavaju:

- 6 — seriju aeroprofila
- 4 — položaj minimalnog tlaka u desetinama dužine tetive, $x_c = 0.5$
- 3 — promjenu koeficijenta uzgona u desetinama ispod i iznad projektirane vrijednosti kada koeficijent otpora ima minimalnu vrijednost
- 2 — označava projektiranu vrijednost koeficijenta uzgona u desetinama $c_z = 0.2$, kod koje koeficijent otpora ima minimalnu vrijednost
 - relativna debljina u postocima $t/c=0.18$.

Kod serije šest NACA aeroprofila također postoji slovna oznaka koja je jednaka broju koji označava postotak tetive aeroprofila preko kojeg je raspodjela tlaka ujednačena. Kod izabranog aeroprofila nije navedena, stoga se pretpostavlja da je raspodjela ujednačena po cijelom aeroprofilu.



Slika 2-3. NACA 64(3)-218 [2]

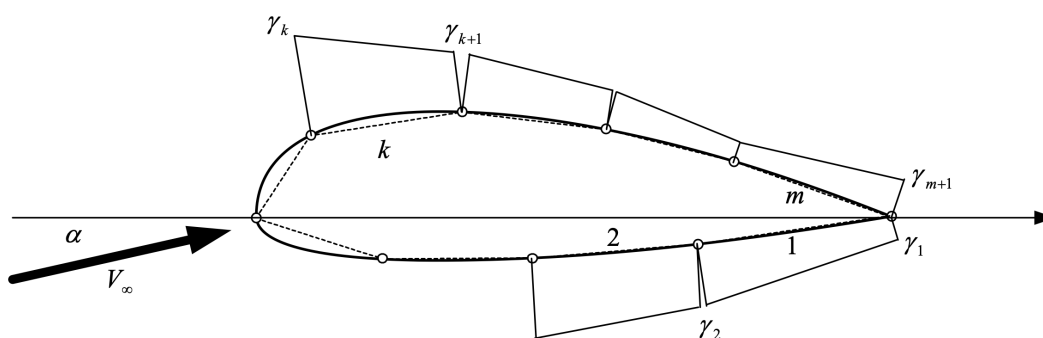
Koordinate točaka aeroprofila koje su korištene kod panelne metode i CAD modela preuzete su iz knjige „Theory of wing section“ [3] koje se nalaze u Tablici 2.1. Kao što je napisano u poglavlju 2.2. treba imati u vidu smještaj cjevčica u modelu, stoga su rezultati plotani na duljini tetive u iznosu od 200 mm.

Tablica 2.1. Koordinate točaka aeroprofila

| Apscisa | Ordinata | Apscisa | Ordinata |
|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 100 | 0 | 0,62 | -1,373 |
| 95,019 | 0,16 | 0,883 | -1,645 |
| 90,038 | 1,617 | 1,401 | -2,065 |
| 85,054 | 2,623 | 2,675 | -2,814 |
| 80,064 | 3,683 | 5,196 | -3,865 |
| 75,068 | 4,76 | 7,703 | -4,648 |
| 70,065 | 5,814 | 10,203 | -5,282 |
| 65,057 | 6,812 | 15,192 | -6,266 |
| 60,043 | 7,729 | 20,172 | -6,984 |
| 55,024 | 8,54 | 25,147 | -7,495 |
| 50 | 9,217 | 30,119 | -7,816 |
| 44,972 | 9,725 | 35,088 | -7,949 |
| 39,942 | 10,023 | 40,058 | -7,881 |
| 34,912 | 10,009 | 45,028 | -7,535 |
| 29,881 | 9,76 | 50 | -7,011 |
| 24,853 | 9,285 | 54,976 | -6,35 |
| 19,828 | 8,576 | 59,957 | -5,587 |
| 14,808 | 7,612 | 64,943 | -4,752 |
| 9,797 | 6,316 | 69,935 | -3,87 |
| 7,297 | 5,496 | 74,936 | -2,97 |
| 4,804 | 4,497 | 79,936 | -2,091 |
| 2,325 | 3,186 | 84,946 | -1,277 |
| 1,099 | 2,279 | 89,962 | -0,583 |
| 0,617 | 1,785 | 94,981 | -0,084 |
| 0,38 | 1,473 | 100 | 0 |
| 0 | 0 | | |

3. PANELNA METODA

Panelna metoda, također poznata kao [4] metoda graničnog elementa je numerička tehnika koja se koristi za analizu strujanja oko tijela u aerodinamici. Metoda se često primjenjuje u proračunu aeroprofila, uključujući i profil NACA 64(3)-218. Prvo je potrebno diskretizirati površinu tijela na veliki broj panela kako bi se analiziralo strujanje oko tijela (Slika 3-1.).



Slika 3-1. Kontura profila podijeljena na "m" pravocrtnih segmenata [4]

Profil je podijeljen na „m“ pravocrtnih segmenata, a točke na granicama segmenata su čvorovi čija je gustoća:

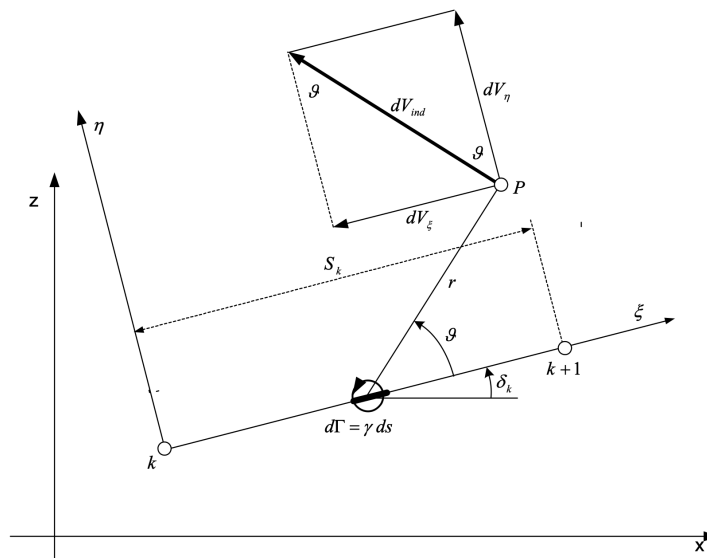
$$\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_k, \gamma_{k+1}, \dots, \gamma_m \quad (3.1)$$

Gustoća vrtloga duž segmenta „k“, čija je duljina S_k , linearno se mijenja:

$$\gamma(s) = \gamma_k + \frac{\gamma_{k+1} - \gamma_k}{S_k} s. \quad (3.2)$$

Da bi se na jednostavniji način izračunala komponenta inducirane brzine pojedinog segmenta potrebno je uvesti koordinatni sustav „ ξ, η “ čije je ishodište na početku segmenta „k“ i osi „ ξ “ koje ide u smjeru čvora „k+1“. Točka „P“, kao što je prikazano na Slici 3-2., ima komponente inducirane brzine duž i okomito na segment izazvano djelovanjem vrtloga $d\Gamma = \gamma ds$ čije su koordinate $\xi, 0$. Inducirana brzina je

$$dV_{ind} = \frac{\gamma ds}{2\pi r}$$



Slika 3-2. Komponente brzine u točki "P" [4]

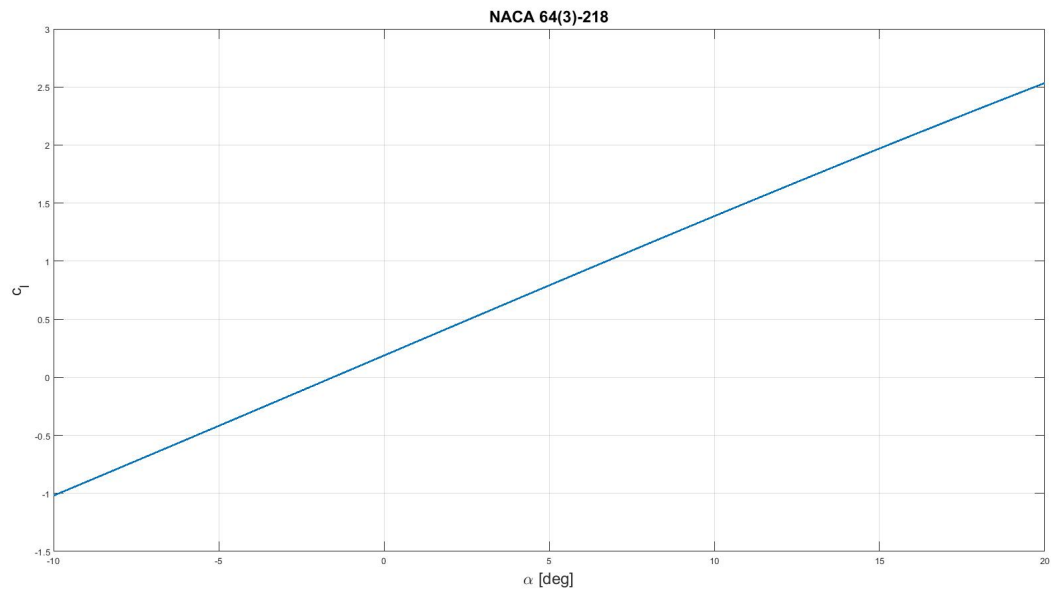
Komponente brzine u točki P dobivene nakon numeričke integracije biti će zbroj komponenta brzine prije nakon poremećaja.

$$V_{XP} = V_{\infty} \cos \alpha + u_P \quad (3.3)$$

$$V_{ZP} = V_{\infty} \sin \alpha + u_P \quad (3.4)$$

Ukoliko je točka P locirana na samoj konturi profila, onda ona dobiva naziv kontrolna točka. U njoj zbog rubnih uvjeta normalna komponenta brzine je jednaka nula te postoji samo tangencijalna brzina na konturu. Potrebno je izabrati m kontrolnih točaka koje se pozicioniraju na sredinu svakog segmenta, u tim točkama također je normalna komponenta brzine jednaka nula. Segmenti se kreću brojati od izlaznog ruba ($k = m$), stoga je čvor na izlaznom rubu granica između prvog ($k = 1$) i zadnjeg segmenta. Svi ostali čvorovi za krajnju gustoću imaju početnu gustoću sljedećeg segmenta. Izlazni rub ima gustoću koja je zbroj početka prvog segmenta i kraja m-tog segmenta. Brzina u zadnjem čvoru, to jest izlaznom rubu gornjaka i donjake jest jednaka, što znači da je gustoća vrtloga na tom mjestu jednaka nula. Izračun koeficijenta uzgona u ovisnosti o napadnom kutu za aeroprofil NACA 64(3)-218, uz sve gore

navedeno, dobiven je koristeći raspodjelu jakosti izvora, čime se dobila raspodjela tlaka na površinu. Pomoću tih podataka, osim koeficijenti aerodinamičkog uzgona (C_L) mogu se dobiti podaci o aerodinamičkom otpora (C_D) te moment krila (C_M). Prikazani rezultati na Slici 3-3. dobiveni su u programskom paketu Matlab. Važno je napomenuti da panelna metoda ima svoja ograničenja i da postoje sofisticiranije metode kao što je CFD (računalna dinamika fluida), koja se koristi za složenije strujanje oko tijela.



Slika 3-3. Koeficijent uzgona dobiven panelnom metodom

4. IZRADA MODELA

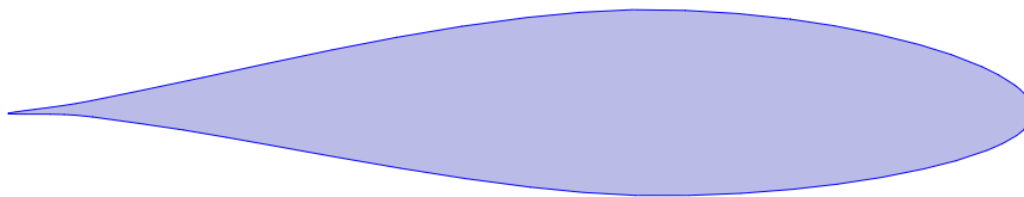
4.1. Konstruiranje CAD modela

Konstruiranju CAD modela prethodila je posjeta aerotunelu u kojem su se mjerile dimenzije onih dijelova koje treba zadovoljiti novi model kako bi se mogla provesti ispitivanja na postojećem mjernom uređaju, a to su širina postojećeg modela (Slika 4-1.), nosača modela i broj i dimenzije poliamidnih cjevčica.



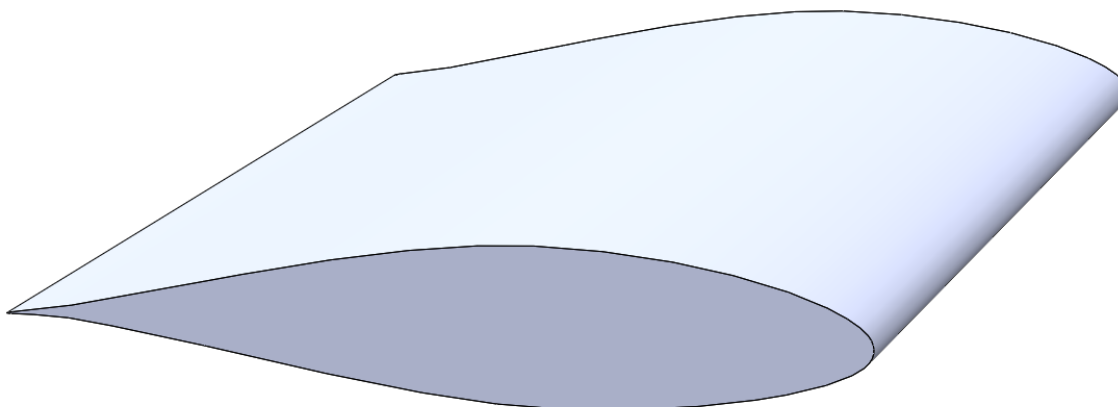
Slika 4-1 Radna sekcija sa već postojećim aeroprofilom

Konstruiranje je krenulo od glavnog dijela modela, a to je aeroprofil NACA 64(3)-218. Uzeti su podaci iz Tablice 2.2. i konstruirana je kontura u programskom paketu SolidWorks (prikaz profila je na Slici 4-2.)

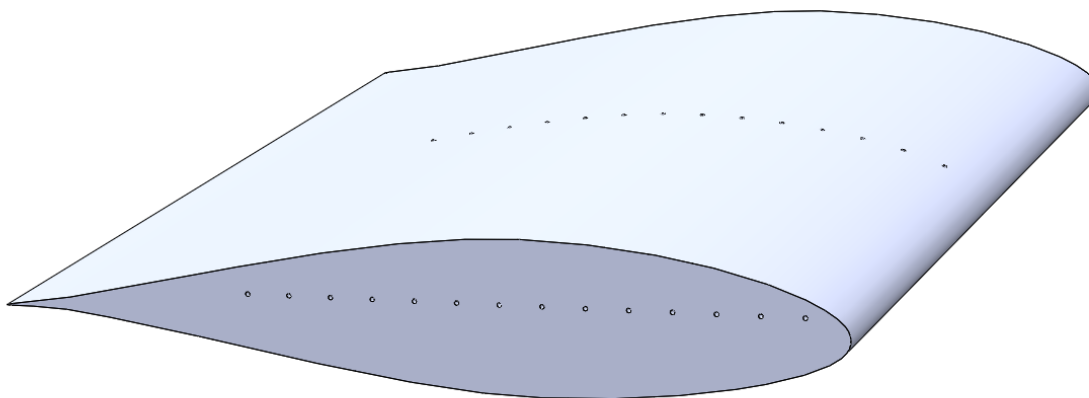


Slika 4-2. Aeroprofil NACA 64(3)-218

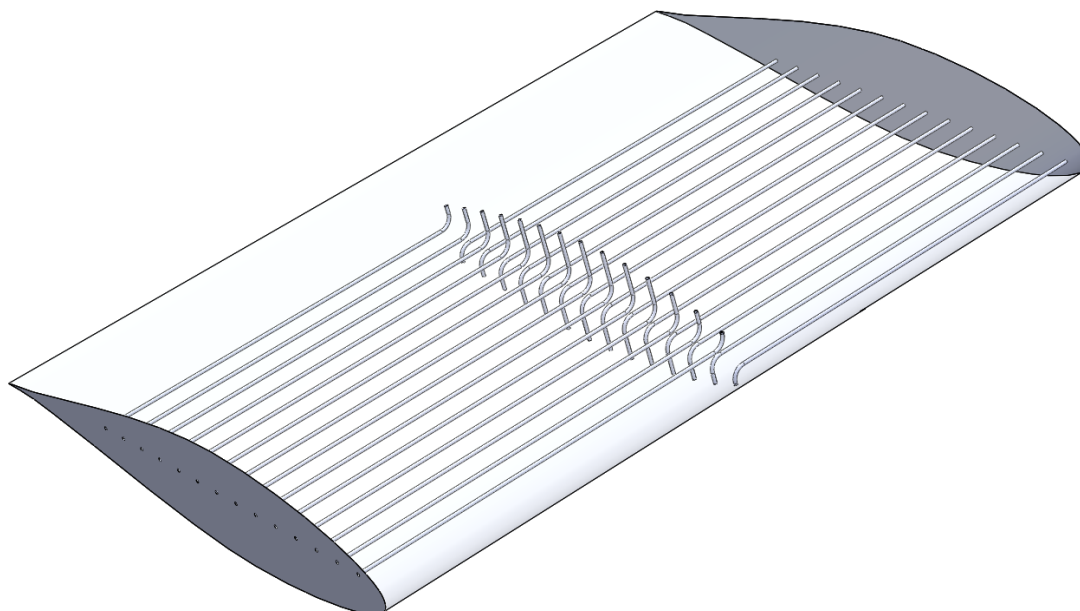
Aeroprofil je ekstrudiran na širinu od 25 cm (prikaz je na Slici 4-3.) što je ujedno i širina mjerne sekcije i prijašnjeg modela smještenog u aerotunel. Na postojećem je mjernom uređaju 29 priključaka od čega je 14 priključaka potrebno smjestiti na gornjaku i na donjaku te jednu na prednji brid. Točnost mjerenja povećava se smanjenjem dimenzije provrta. Za ovaj model odabran je promjer od 1 mm. Provrti su raspoređeni na simetrali širine, a gušće su raspoređeni na dijelovima u kojima dolazi do većih promjena tlaka na razmak od 10 mm što se može vidjeti na Slici 4-4. Na Slici 4-5. je prikazana unutarnja geometrija provrta unutar modela u kojem se zadržala zaobljenost kroz cijeli model u cilju postizanja veće točnosti prilikom mjerenja.



Slika 4-3. Model nakon ekstrudiranja

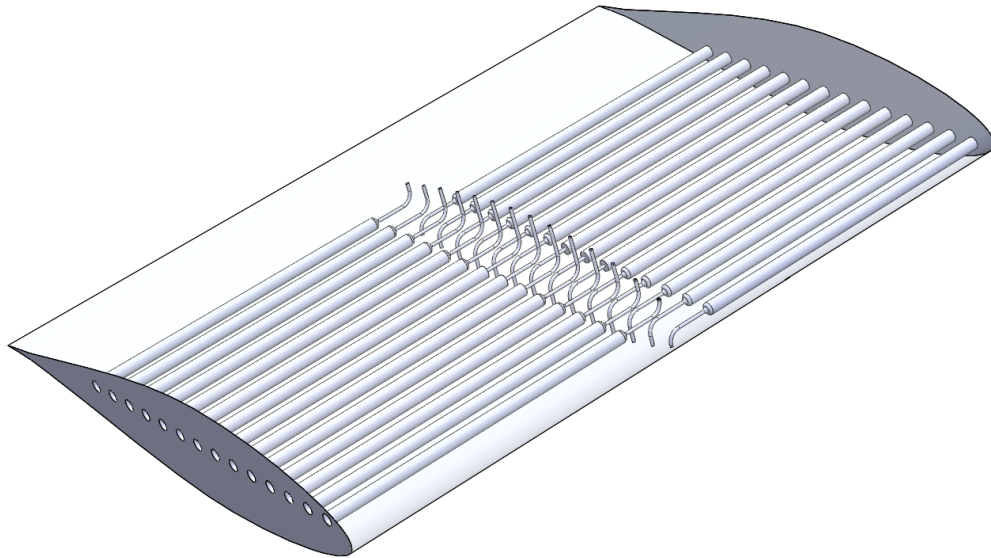


Slika 4-4. Model s provrtima promjera 1 mm



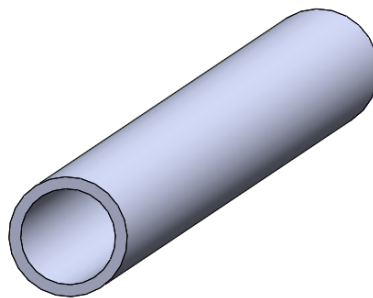
Slika 4-5. Model s prikazanom unutarnje geometrije

Postojeći provrti su na jednom dijelu povećani na promjer od 4 mm zbog poliamidnih cjevčica s kojima se model spaja na piezometarsku harfu. U izradi se vodilo računa o zaobljenosti provrta na spoju prelaska iz 1 mm promjera u 4 mm promjera zbog već gore spomenute točnosti prilikom mjerenja što prikazuje Slika 4-6.

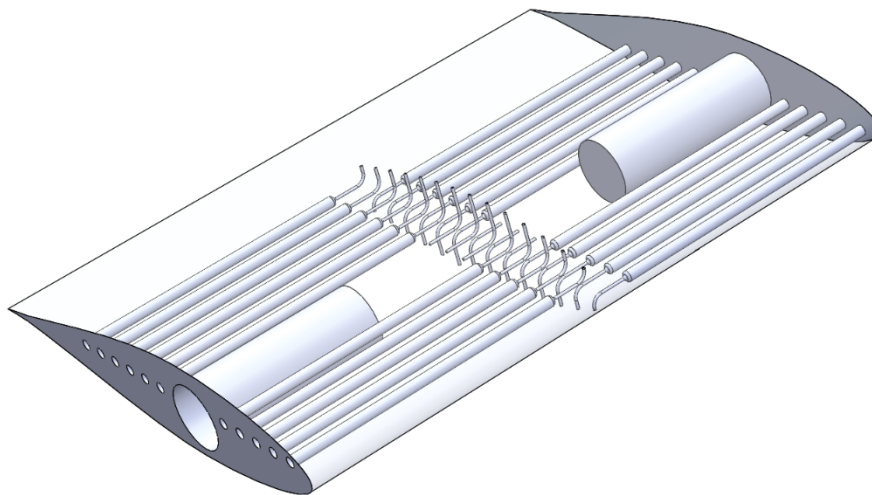


Slika 4-6. Model s dodanim provrtom za poliamidne cjevčice

Nosači su konstruirani na temelju izvršenih mjerenja postojećeg nosača u aerotunelu. Dimenzije unutarnjeg promjera su 22 mm, a vanjskog 24 mm i duljine 150 mm (nosač je prikazan na Slici 4-7.). U modelu su sa svake strane izbrisana po 3 provrta u središtu vanjskih bočnih ploha kako bi se napravilo mjesta za provrt u koji će doći nosač modela (prikaz je na Slici 4-8.).

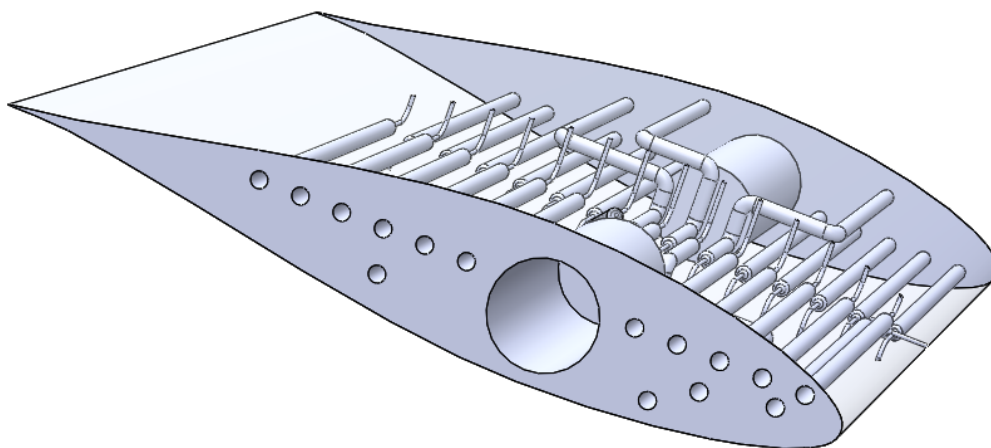


Slika 4-7. Nosač



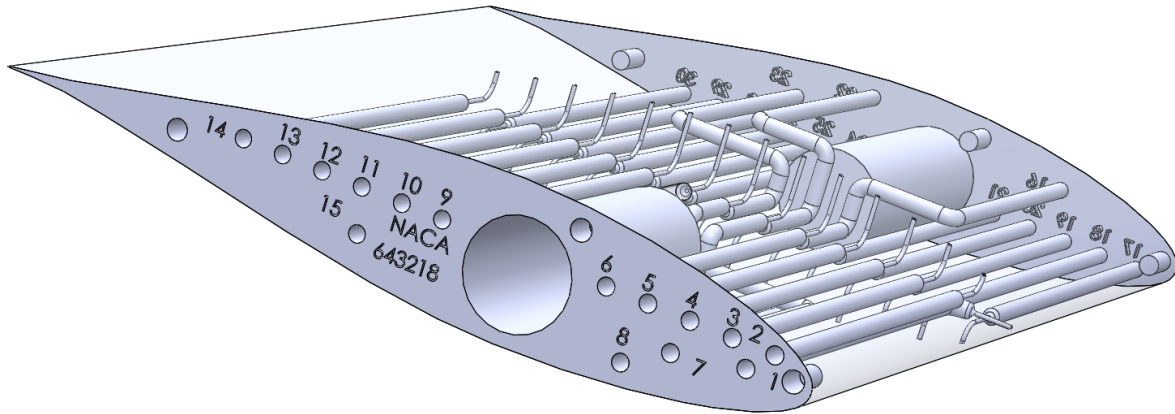
Slika 4-8. Model s provrtom za nosač

Potrebno je izbrisane provrte vratiti pritom pazeći na raspoloživi prostor, razmještaj i blizinu drugih provrta. (Slika 4-9.)

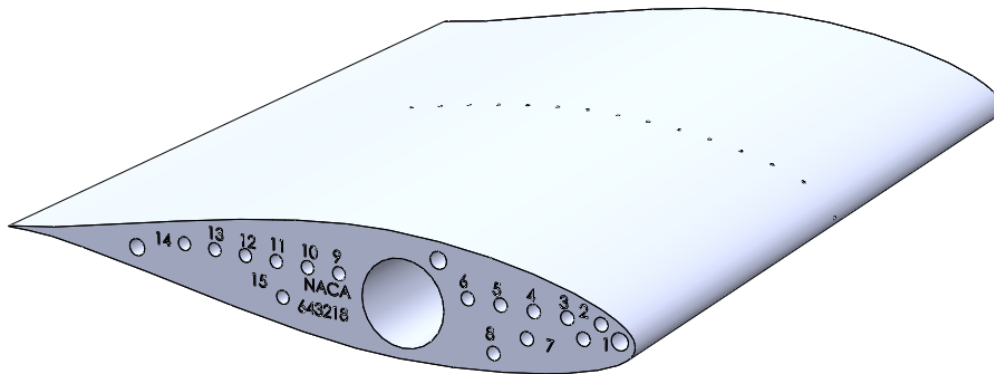


Slika 4-9. Model s dodatno konstruiranim provrtima

Imajući u vidu montažu i korištenje modela ugravirani su brojevi pomoću kojih će biti olakšano snalaženje prilikom spajanja poliamidnih cjevčica. Model sa završnom unutrašnjom geometrijom može se vidjeti na Slici 4-10. kao i završni vanjski izgled modela na Slici 4-11.

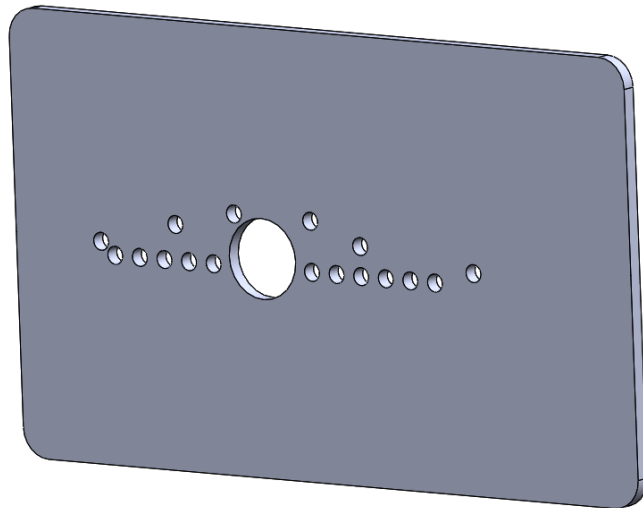


Slika 4-10. Unutarnja geometrija modela s ugraviranim brojevima

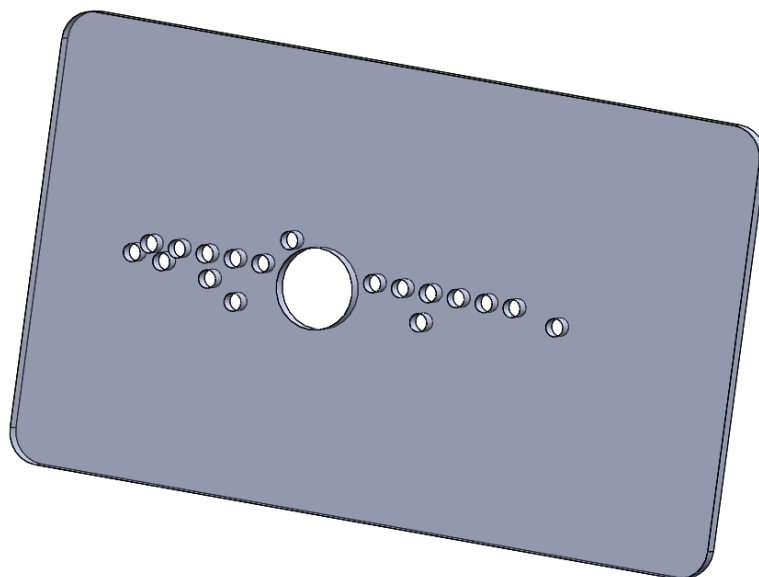


Slika 4-11. Vanjska geometrija gotovog modela

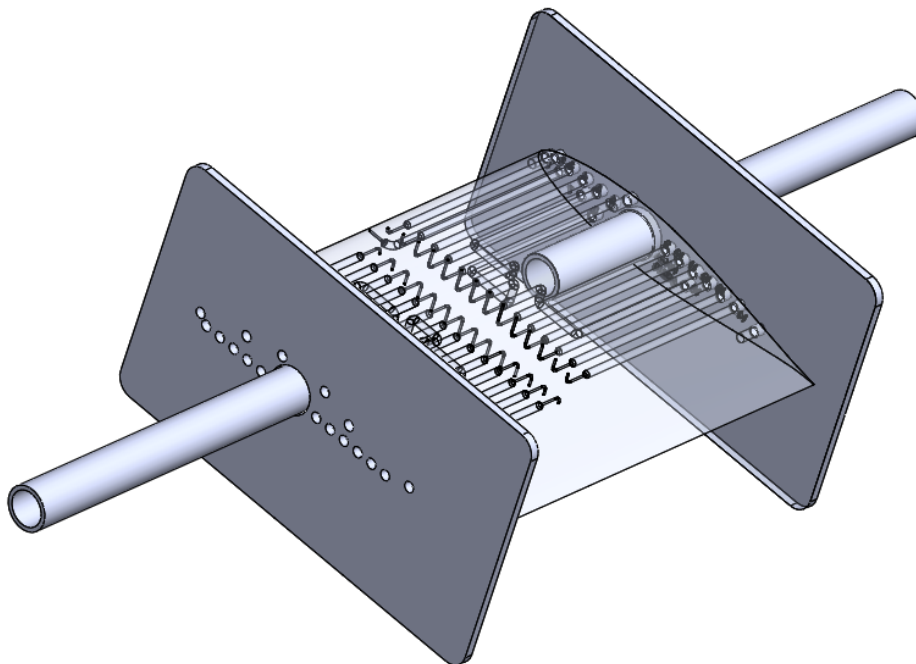
Točnost ispitivanja dodatno se može povećati upotrebom rubnih ploča. Njihova je svrha očuvanje uniformnosti nastrujavanog zraka od vanjskih poremećaja. Slika 4-12. i Slika 4-13. prikazuju rubne ploče koje su zbog različitog razmještaja provrta na gornjaci i donjaci posebno konstruirane. Na slikama mogu se vidjeti dodana 3 provrta sa svake strane bočne plohe s kojima će se spojiti rubne ploče i model aeroprofila. Sklop modela aeroprofila, dva nosača i dvije rubne ploče mogu se vidjeti na Slici 4-14.



Slika 4-12. Rubna ploča s provrtima koji idu na donjaku



Slika 4-13. Rubna ploča s provrtima koji idu na gornjaku



Slika 4-14. Sklop svih dijelova

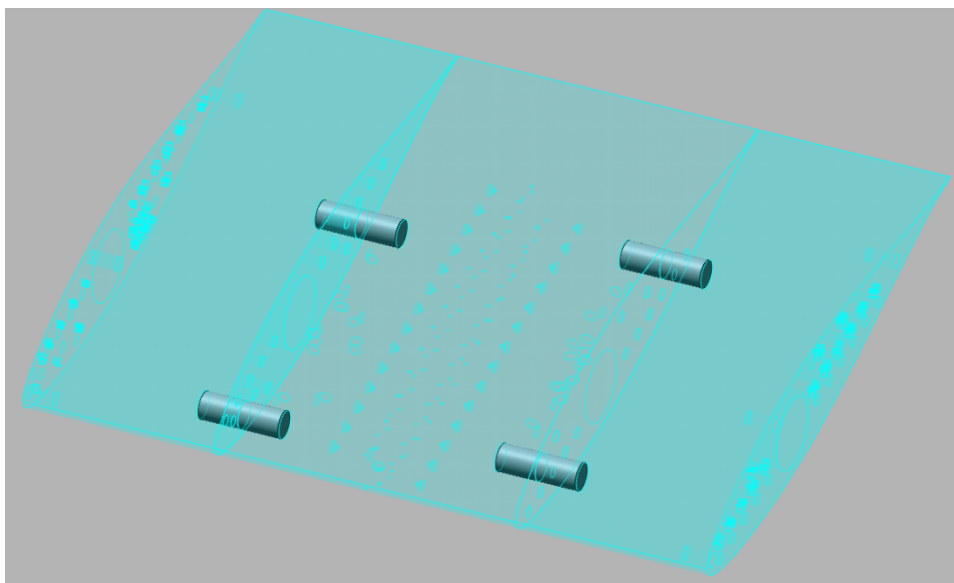
4.2. Nabava dijelova

4.2.1. *Aditivna proizvodnja modela aeroprofila*

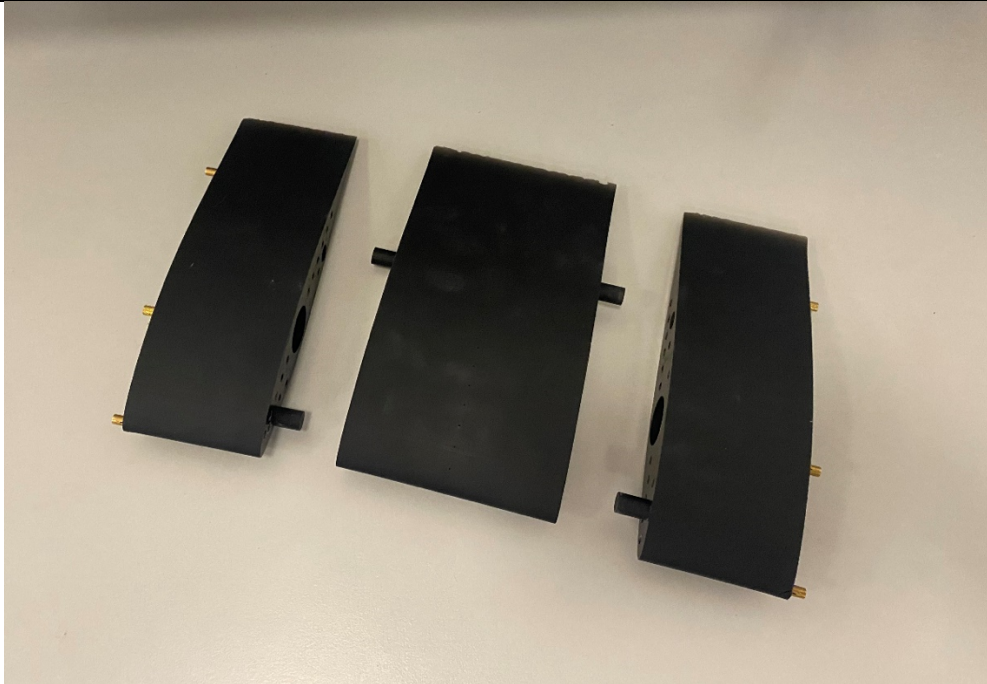
Iznimno zahtjevna unutarnja geometrija s malim dimenzijama zahtijevala je profesionalni 3D printer. Za izradu, zbog svojih specifikacija, odabran je „Origin One“ proizvođača „Stratasy“ koji je prikazan na Slici 4-15. Tehnologija izrade je P3, a korišteni je materijal polimer industrijskog naziva ST45. Prilikom izrade modela vodilo se računa o nemogućnosti čišćenja provrta u koji tijekom izrade dolazi gradivni materijal koji se naposljetku ispuhuje. Upravo zbog tog razloga model je podijeljen na tri dijela. Bočni dijelovi imaju dimenziju od 70 mm, dok je središnji dužine 110 mm. Dijeljenje je izvedeno na tim dimenzijama jer se poliamidne cjevčice trebaju dovesti nakon mjesta spoja dvaju dijelova, ali prije pregiba u provrtima. Slika 4-16. prikazuje 4 pina s kojima je model spojen. Nakon 3D printanja model je uspješno očišćen od gradivnog materijala te izložen UV svjetlu kako bi materijal imao bolja svojstva. Model nakon proizvodnje prikazuje Slika 4-17.



Slika 4-15. „Origin One“ proizvođač „Stratasys“ [5]



Slika 4-16. Podjela modela na tri dijela spojena s pinovima [6]



Slika 4-17. Model nakon izrade aditivnom tehnologijom

Model nakon izrade ima zadovoljavajuću glatkoću površine, no izlazni rub radi debljine koja teži u nulu postaje valovit što može utjecati na točnost mjerenja radi pojave mogućih vrtloga.

4.2.2. Nabava ostatka dijelova

Nosači od nehrđajućeg čelika su kupljeni prema već spomenutim dimenzijama (4.3.), a nalaze se na Slici 4-18.



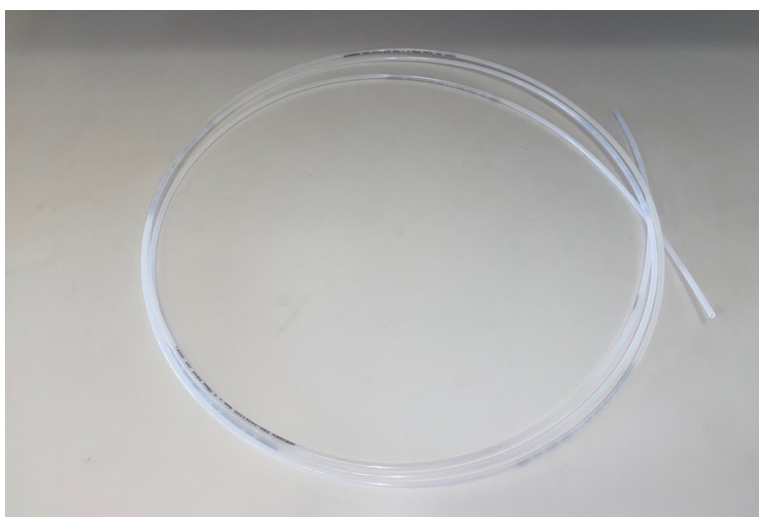
Slika 4-18. Čelični nosač

Rubne ploče od pleksiglasa proizvedene su pomoću CNC stroja s ciljem preglednosti u aerotunelu i eventualnu moguću promjenu boja pomoću koje se vidi raspodjela strujnica nastrujavajućeg zraka oko modela (prikazuje ih Slika 4-19).



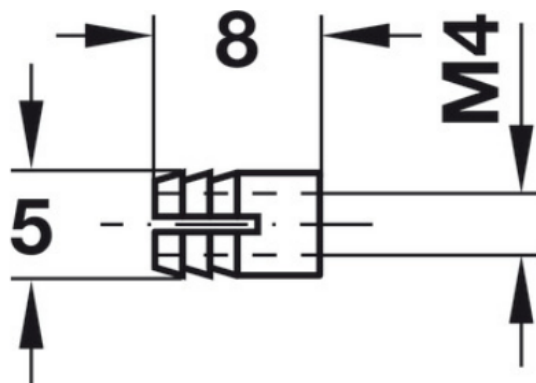
Slika 4-19. Rubne ploče od pleksiglasa

Poliamidne cjevčice imaju primjenu u kompresorima. Odabrane su jer imaju 2.5 mm unutrašnjeg i 4 mm vanjskog promjera te mogu izdržati temperaturu do 80 i tlak do 28 bara. Za potrebe mjerenja rezane su na duljinu od 500 mm što se može vidjeti na Slici 4-20.



Slika 4-20. Poliamidne cjevčice

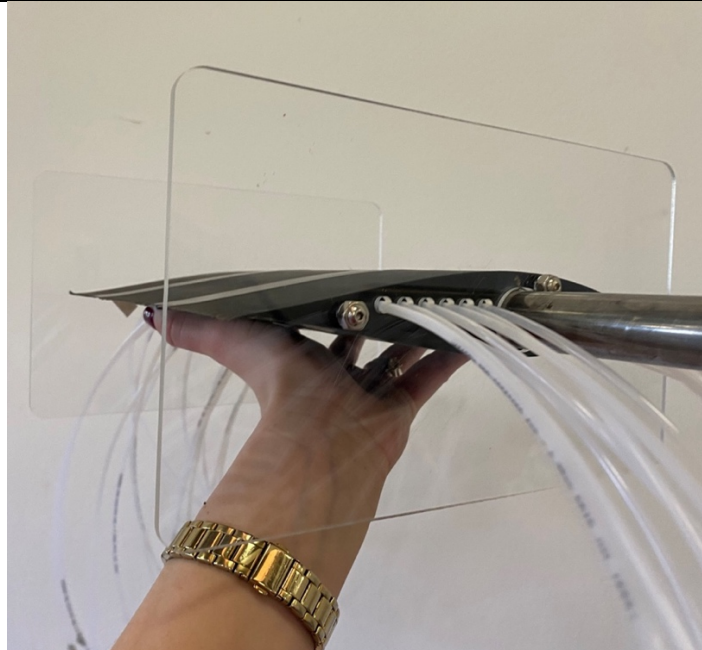
Uporne trio matice, čije su dimenzije prikazane na Slici 4-21., izrađene su od messinga, a služe za spajanje modela aeroprofila s rubnim pločama kao i prikladni vijci prikazani na Slici 4-22. Spoj svih spomenutih dijelova prikazan je na slici 4-23.



Slika 4-21. Uporna trio matica s unutarnjim navojem M4



Slika 4-22. Uporne matice i vijci



Slika 4-23. Model spreman za instalaciju

4.2.3. *Montaža*

Montiranje je započeto spajanjem ispitnog modela i nosača s epoksidnim ljepilom koji je izabran kako ne bi došlo do kemijske reakcije s polimernim modelom.

Poliamidne cjevčice služe kao spoj između piezometarske harfe i modela aeroprofila. Svaka poliamidna cijev nosi svoj broj koji odgovara broju na modelu aeroprofila. Prilikom spajanja s harfom trebalo je voditi brigu o načinu rasporeda s označenim brojevima na njoj i rasporedu na ispitnom modelu. Montaža cijelog modela aeroprofila u aerotunelu može se vidjeti na Slici 4-24.



Slika 4-24. Instalirani model u aerotunelu

5. OPIS EKSPERIMENTALNOG POSTAVA

5.1. Aerodinamički tunel

Podzvučni aerodinamički tunel u kojem su se vršila ispitivanja zatvorenog je tipa, a glavna namjena je [7] istraživanje osnovnih zakona strujanja nestlačivog fluida. Izrađen je od dvostrukih stijenki iverice između kojih su rebra. Dijelovi tunela su: konvergentna mlaznica, test-sekcija, difuzor, radna sekcija, motor, ventilator, povratni vod, usmjerivač zraka. Cijeli je tunel kružnog poprečnog presjeka, samo su radna sekcija, ulaz u prvi difuzor i izlazni dio mlaznice eliptični. Snaga za pogon tunela ovisi o brzini strujanja zraka. Asinkroni motor i ventilator koji su dio pogonske sekcije nalaze se u posebno postavljenom metalnom kućištu. Motorom se upravlja temeljem nezavisnog parametra frekvencije s kojim se određuju sve ostale veličine. Motor ima snagu od 4 kW, maksimalna frekvencija je 50 Hz, a brzina vrtnje 2900 okr/min. Aerotunel je prikazan na Slici 5-1.



Slika 5-1. Aerodinamički tunel

5.2. Piezometarska harfa

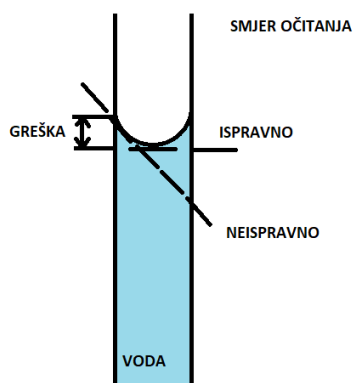
U istom se trenutku na više mjernih mjesta modela želi vršiti mjerenje veličine tlaka, stoga se za svako mjerno mjesto treba osigurati vlastiti manometar. Uređaj sa sklopom svih potrebnih manometara naziva se piezometarska harfa. Mjerenja koja su prezentirana u ovom radu vršena su piezometarskom harfom prikazanom na Slici 5-2. Sastoji se od [8] 30 staklenih cjevčica koji služe kao spremnik za tekućinu. Cjevčice su spojene na poliamidne cjevčice koje idu do provrta unutar modela aeroprofila. Pomoću jedne cjevčice mjeri se referentni tlak, dok njih 29 za mjerenje lokalnog tlaka. Uz svaku je cjevčicu baždarena mjerna traka kako bi se mogla očitati visina stupca tekućine. Razlika lokalnog i referentnog tlaka izražena je razlikom u stupcima tekućine, a predstavlja diferencijalni tlak. Harfa se može nagnuti za različite kutove što olakšava razlučivost kod očitavanja (prilikom mjerenja potrebno je zapisati nagib kuta harfe). Upotreba manometara za mjerenje tlaka u aerodinamičkom tunelu ima tri glavna nedostatka. Prvi je [9] spor odziv uzrokovan inercijom između zraka koji ima veći volumen na mjernom mjestu i mjernog fluida. Drugi je vremenski neefikasno očitavanje. Treći, za ovaj rad najbitniji razlog, su netočnosti u mjerenju koji nastaju mjehurićima, prljavštinom i kondenzatima koji mijenjaju gustoću i homogenost mjernog fluida. Također, mjerenje se vrši vizualnom metodom i točnost ovisi o mjeritelju.



Slika 5-2. Piezometarska harfa

5.3. Pravilan način očitavanja visine stupca

Radni medij u piezometarskoj harfi je voda, a promjer hidrostatskog manometra je manji od 15 mm, što doprinosi pojavi kapilarne elevacije. Ovaj efekt nastaje zbog utjecaja površinske napetosti koja se pojavljuje u ovom slučaju na granici vode i zraka. Manifestira se kao zakrivljena površina poznata pod nazivom meniskus, voda ima nisku površinsku napetost te je zbog toga meniskus konkavan. U svrhi minimiziranja pogreške prilikom očitavanja potrebno je voditi pažnju na položaj očiju mjeritelja koji treba biti paralelan s harfom, kao i mjesto očitavanja koje treba biti u tjemenu meniskusa. Shema ispravnog očitavanja prikazana je na Slici 5-3.



Slika 5-3. Shema očitavanja rezultata

5.4. Metodologija provođenja eksperimenta

Ovaj eksperiment fokusira se na analizu utjecaja različitih parametara na aerodinamička svojstva, temelji na varijaciji napadnih kutova i frekvencija rada pogonskog motora, s ciljem dobivanja preciznih i pouzdanih rezultata. Eksperiment se provodi s tri različita nazivna napadna kuta (0, 10 i 20 stupnjeva) i tri različite frekvencije rada pogonskog motora (20, 25 i 30 Hz). Za svaku kombinaciju kutova i frekvencija izvršeno je po tri mjerenja kako bi se osigurala veća točnost i pouzdanost rezultata. Koriste se prikladni instrumenti za mjerenje, a to su električni termometar i barometar, U-cijev, harfa i kutomjer. Eksperiment se ponavlja kako bi se izbjegle slučajne greške. Također, [10] standardizacija mjernih postupaka među mjeriteljima doprinosi smanjenju varijabilnosti podataka i poboljšava usporedivost rezultata. Različitosti u dobivenim podacima mogu biti posljedica instrumentalnih pogrešaka tijekom mjerenja tlaka, temperature i drugih parametara. (podaci prikazani u Prilogu 1.) Također, različiti mjeritelji, unatoč korištenju istih instrumenata, mogu dobivati različite izmjerene vrijednosti. Ova varijabilnost važna je pri analizi rezultata i tumačenju eksperimenta. Precizno mjerenje i analiza različitosti dobivenih podataka od suštinskog su značaja za dobivanje pouzdanih rezultata u aerodinamičkim eksperimentima. Rijetki su eksperimenti koji ovise o ovakvom načinu očitavanja, uglavnom se koristi digitalni način prikupljanja podataka. Mjerenja su također odrađena i uz pomoć digitalnih pretvornika tlaka, no zbog neispravnosti opreme ti rezultati nisu razmatrani u radu. Pažljiv odabir i postavljanje instrumenata, standardizacija mjernih postupaka te ponavljanje eksperimenta ključni su faktori za postizanje uspješnog eksperimenta. Dodatno, određivanje stvarnog postavnog kuta aeroprofila nakon okvirnog postavljanja, kao i mjerenje odstupanja između kutomjera i nosača aeroprofila, čine važne korake u osiguravanju točnosti i pouzdanosti eksperimentalnih rezultata.

6. REZULTATI EKSPERIMENTA

6.1. Formule korištene u analizi

Eksperimentalna metoda koja se koristi u ovom istraživanju počinje s preciznim očitavanjem električnih termometara i barometara kako bi se utvrdile karakteristike radnog medija. Temperatura se izračunava u Kelvinima, dok se tlak izražava u Paskalima, što dovodi do formulacije gustoće zraka kao:

$$\rho = \frac{p}{R \cdot T} \quad (6.1)$$

Individualna plinska konstanta R iznosi 287,053 J/kg K. Pomoću Pitot-Prandtlove cjevčice i U-cijevi odredila se brzina strujanja u radnoj sekciji aerodinamičkog tunela. Motor se podešava na željenu radnu frekvenciju te se na U-cijevi očita razlika nivoa stupca vode Δh , taj podatak se koristi u izrazu za dobivanje razlike tlaka:

$$\Delta p = \rho_{H_2O} \cdot g \cdot \Delta h. \quad (6.2)$$

Za gustoću vode uzet je iznos od 1000 kg/m³, a za ubrzanje Zemljine sile teže iznos od 9,81 m/s². Što dovodi do formule za brzinu strujanja koja glasi:

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}}. \quad (6.3)$$

Napadni kut aeroprofila može se postavljati na različite vrijednosti, potrebno je poznavati i kut nagiba piezometarske harfe koja je u svim provedenim ispitivanjima bio konstantan i iznosio $\varphi = 45^\circ$. Atmosferski tlak koji se očitava na 30-toj cjevčici harfe služi kao referentna vrijednost, h_{ref} .

Potrebno je za svaku mjernu točku očitati nivo tlaka te oduzeti s referentnom vrijednošću i pomnožiti sa sinusom kuta nagiba harfe:

$$\Delta h_i = (h_{ref} - h_i) \cdot \sin\varphi. \quad (6.4)$$

Relativni tlak u mjernoj točki dobije se:

$$\Delta p = \rho_{H_2O} \cdot g \cdot \Delta h_i. \quad (6.5)$$

Potrebno je poznavati i Reynoldsov broj čija formula je:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot c}{\mu} \quad (6.6)$$

gdje:

ρ predstavlja gustoću zraka

v predstavlja brzinu strujanja

c predstavlja duljinu tetive (0,2 m)

μ predstavlja viskoznost zraka;

$$\mu = 2,417 \cdot 10^{-7} \cdot T^{0,76}. \quad (6.7)$$

U programskom paketu Matlab koristi se funkcija „trapz“ za izračun površine ispod krivulje koja spaja koordinate mjernih točaka i pripadajući relativni tlak. Na temelju ovih podataka, izračunava se sila na gornjoj i donjoj strani aeroprofila:

$$F_L = F_{L \text{ gornjaka}} + F_{L \text{ donjaka}} \quad (6.8)$$

Konačno, koeficijent uzgona (c_l) izračuna se prema izrazu:

$$c_l = \frac{2 \cdot F_L}{\rho \cdot v^2 \cdot c}. \quad (6.9)$$

6.2. Prikaz raspodjele tlaka za provedena mjerenja

U sljedećim grafovima prikazana je raspodjela promjene tlaka na gornjaci i donjaci. Svi korišteni podaci u obradi prikazani su u Prilogu 1., Prilogu 2., Prilogu 3., Prilogu 4., Prilogu 5 i Prilogu 6. Svaki graf se sastoji od 9 različitih krivulja koji prikazuju promjenu tlaka za jedan postavni napadni kut. Motor u aerotunelu je namješten na tri različite frekvencije što uzrokuje promjenu Reynoldsovog broja. Za svaku frekvenciju vrtnje očitana su po tri mjerenja, što se na slikama može očitati kao grupiranje krivulja u ovisnosti o Reynoldsovom broju. Mjerenja su obavljena u nekoliko dana što se očituje različitim vrijednostima temperature i tlaka zraka što utječe na brzinu strujanja.

Tablice 6.1. i 6.2. sadrže bitne parametre bilježene tijekom provođenja mjerenja. Za varijacije nazivnog napadnog kuta od nula stupnjeva s i bez krajnjih ploča. Prikaz na Slikama 6-1. i 6-2., dobiven je za nazivni napadni kut od nula stupnja bez rubnih ploča i sa rubnim pločama. Raspon Reynoldsovog broja je $2.2 \cdot 10^5$ do $3.7 \cdot 10^5$. Sve krivulje prate fizikalni smisao i dobiveni podaci mogu se koristiti za idući korak u analizi podataka. Kako na spomenutim slikama tako

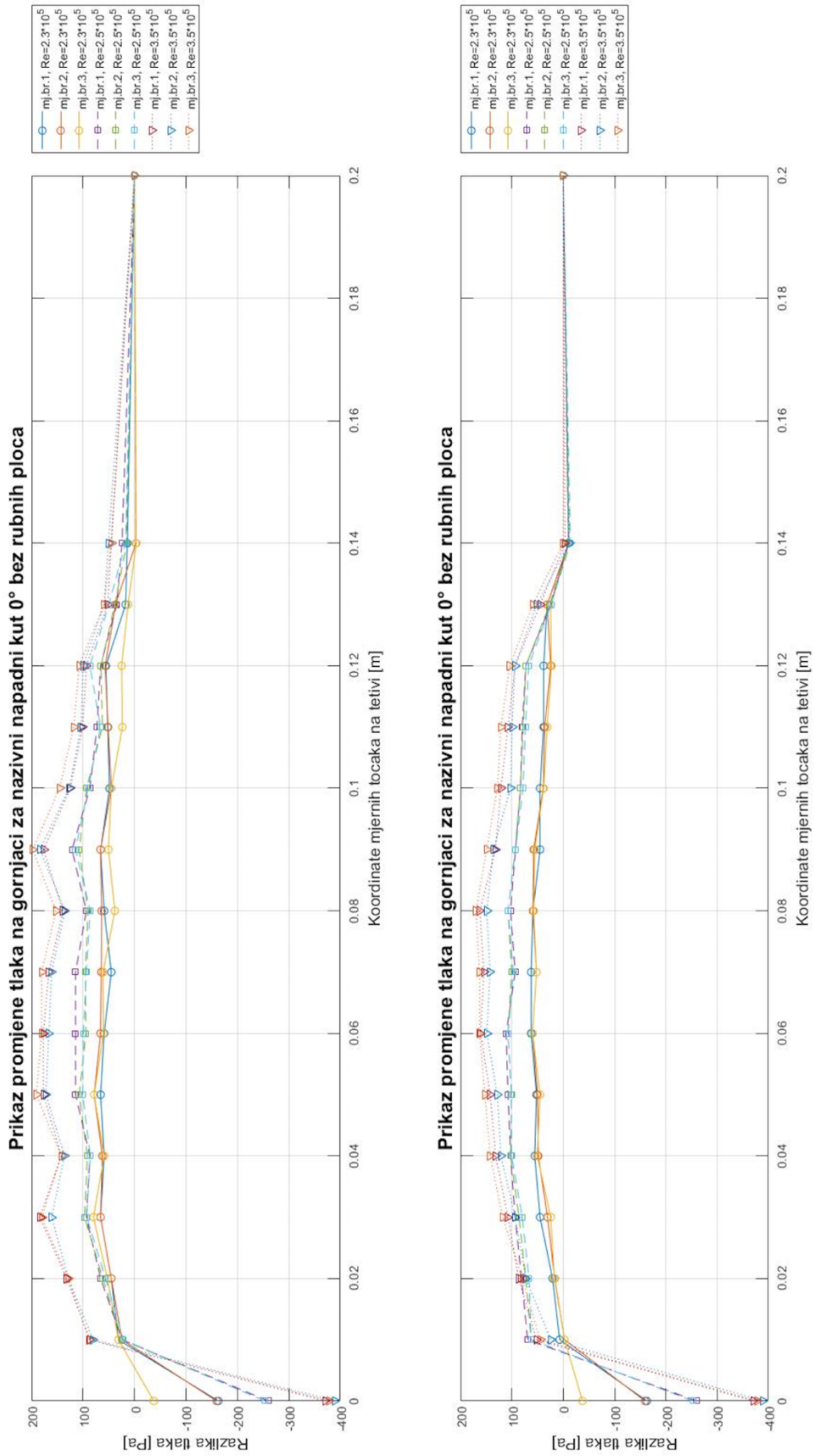
i na onima koji slijede vidi se zadnja mjerna točka koja se zbog konstrukcijske nemogućnosti smještaja daljnjih točaka nalazi na 0,14 m. Za izlazni rub dodan je teoretski rezultat koji glasi da razlika tlaka iznosi nula na donjaci i gornjaci te je ta dodatna točka (0,2 m tetive) uključena u rezultate i kasnije u izračun koeficijenta sile uzgona.

Tablica 6.1. Prikaz parametara mjerenja za nazivni napadni kut od nula stupnjeva bez krajnjih ploča

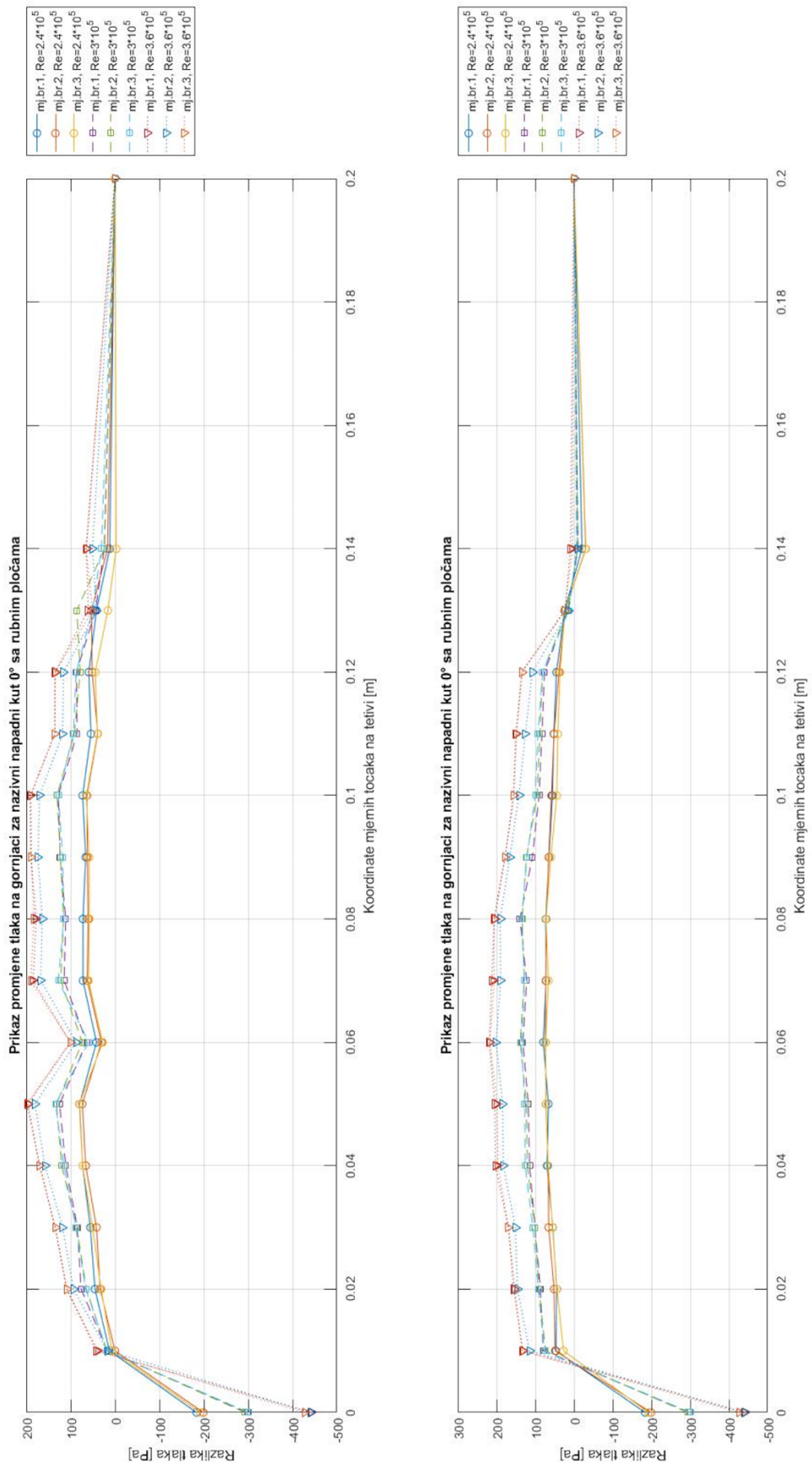
| NAZIVNI NAPADNI KUT | FREKVENCIJA MOTORA [Hz] | KRAJNJE PLOČE | BRZINA STRUJANJA [m/s] | BROJ OČITANJA |
|---------------------|-------------------------|---------------|------------------------|---------------|
| 0 | 20 | NE | 17,2 | 3 |
| 0 | 25 | NE | 18,9 | 3 |
| 0 | 30 | NE | 26,8 | 3 |

Tablica 6.2. Prikaz parametara mjerenja za nazivni napadni kut od nula stupnjeva s krajnjim pločama

| NAZIVNI NAPADNI KUT | FREKVENCIJA MOTORA [Hz] | KRAJNJE PLOČE | BRZINA STRUJANJA [m/s] | BROJ OČITANJA |
|---------------------|-------------------------|---------------|------------------------|---------------|
| 0 | 20 | DA | 18 | 3 |
| 0 | 25 | DA | 22,9 | 3 |
| 0 | 30 | DA | 27,7 | 3 |



Slika 6-1. Prikaz promjene tlaka na gornjaci i donjaci nazivni napadni kut od 0°



Slika 6-2. Prikaz promjene tlaka na gornjaci i donjaci za nazivni napadni kut od 0° sa rubnim pločama

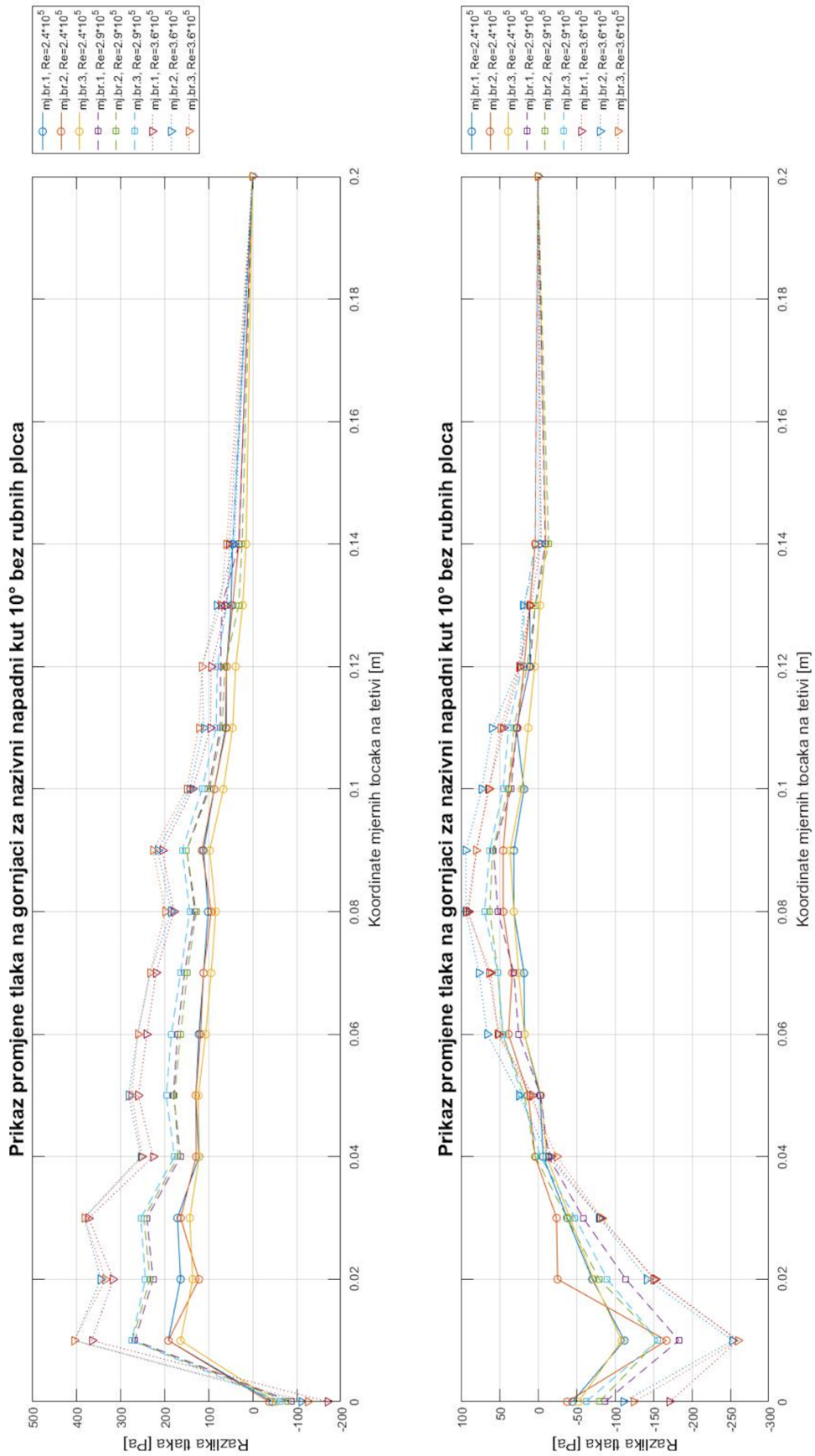
Promjena tlaka na gornjaci i donjaci za nazivni napadni kut od 10° stupnjeva, s i bez rubnih ploča, vidi se na Slikama 6-3. i 6-4. Tablice 6.3. i 6.4. sadrže pripadajuće bitne parametre zabilježene tijekom ispitivanja. U ovom slučaju raspon Reynoldsa je $2,4 \cdot 10^5$ do $3,6 \cdot 10^5$. Može se uočiti da je na grafu koji pokazuje raspodjelu promjene tlaka na donjaci suprotna od one koja je fizikalna. Naime prednji dio donjake utječe na povećanje sile uzgona, dok ostatak na smanjene. To je suprotno od prikaza promjene tlaka na Slikama 6-3. i 6-4., te ti podaci neće biti korišteni za daljnju analizu.

Tablica 6.3. Prikaz parametara mjerenja za nazivni napadni kut od deset stupnjeva bez krajnjih ploča

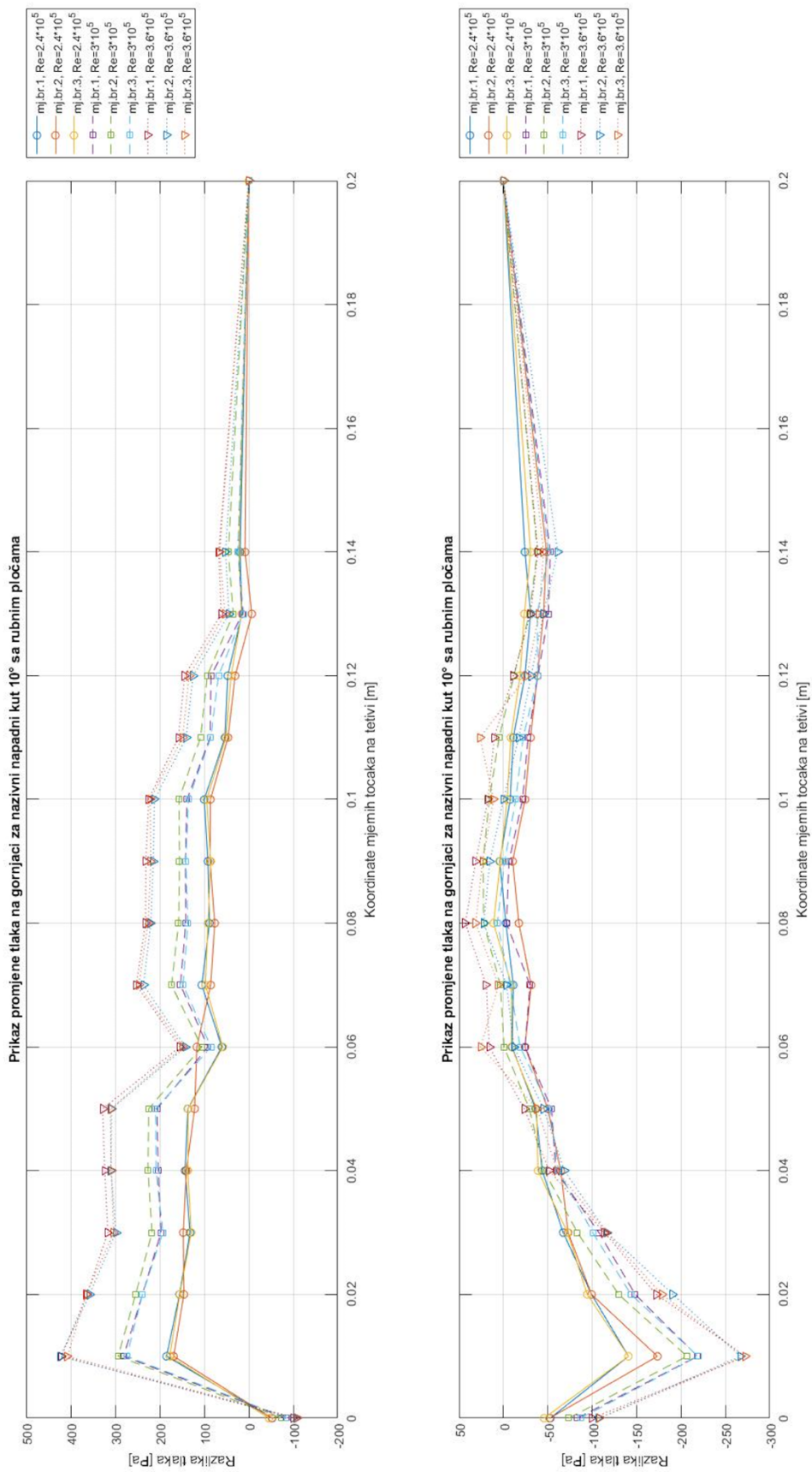
| NAZIVNI NAPADNI KUT | FREKVENCIJA MOTORA [Hz] | KRAJNJE PLOČE | BRZINA STRUJANJA [m/s] | BROJ OČITANJA |
|---------------------|-------------------------|---------------|------------------------|---------------|
| 10 | 20 | NE | 18,1 | 3 |
| 10 | 25 | NE | 22,2 | 3 |
| 10 | 30 | NE | 27,5 | 3 |

Tablica 6.4. Prikaz parametara mjerenja za nazivni napadni kut od deset stupnjeva s krajnjim pločama

| NAZIVNI NAPADNI KUT | FREKVENCIJA MOTORA [Hz] | KRAJNJE PLOČE | BRZINA STRUJANJA [m/s] | BROJ OČITANJA |
|---------------------|-------------------------|---------------|------------------------|---------------|
| 10 | 20 | DA | 18,1 | 3 |
| 10 | 25 | DA | 22,5 | 3 |
| 10 | 30 | DA | 27,4 | 3 |



Slika 6-3. Prikaz promjene tlaka na gornjaci i donjaci za nazivni napadni kut od 10°



Slika 6-4. Prikaz promjene tlaka na gornjaci i donjaci za nazivni napadni kut od 10° sa rubnim pločama

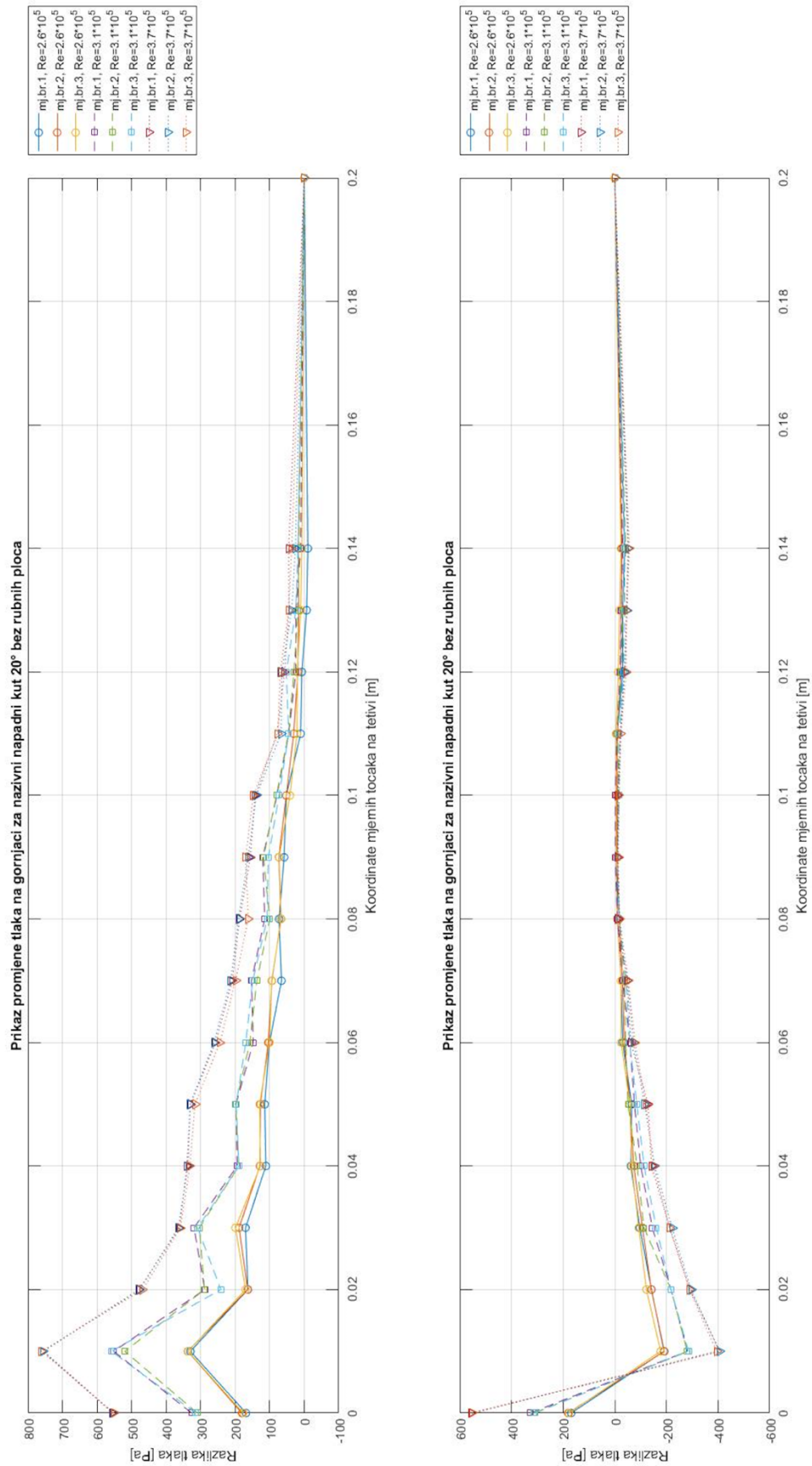
Naposljetku isto je odrađeno i za nazivni napadni kut od 20° stupnjeva, također s i bez rubnih ploča. Tablice 6.5. i 6.6. sadrže bitne parametre zabilježene tijekom ispitivanja. Na ovom nazivnom napadnom kutu očekuje se slom uzgona što se očituje na Slikama 6-5. i 6-6. Zbog toga se ni ovi podaci neće koristiti u daljnjoj analizi. Kako se vidi sa slike 6.5. na raspodjeli razlike tlaka na gornjaci nakon druge točke ta razlika tlaka naglo opada što ukazuje na pojavu odvajanja struje zraka i slom uzgona. Raspodjela tlaka gornjake za profil s rubnim pločama (Slika 6-6.) ima male iznose razlike tlaka. Može se tumačiti da je do odvajanja struje zraka došlo već od napadnog ruba.

Tablica 6.5. Prikaz parametara mjerenja za nazivni napadni kut od dvadeset stupnjeva bez krajnjih ploča

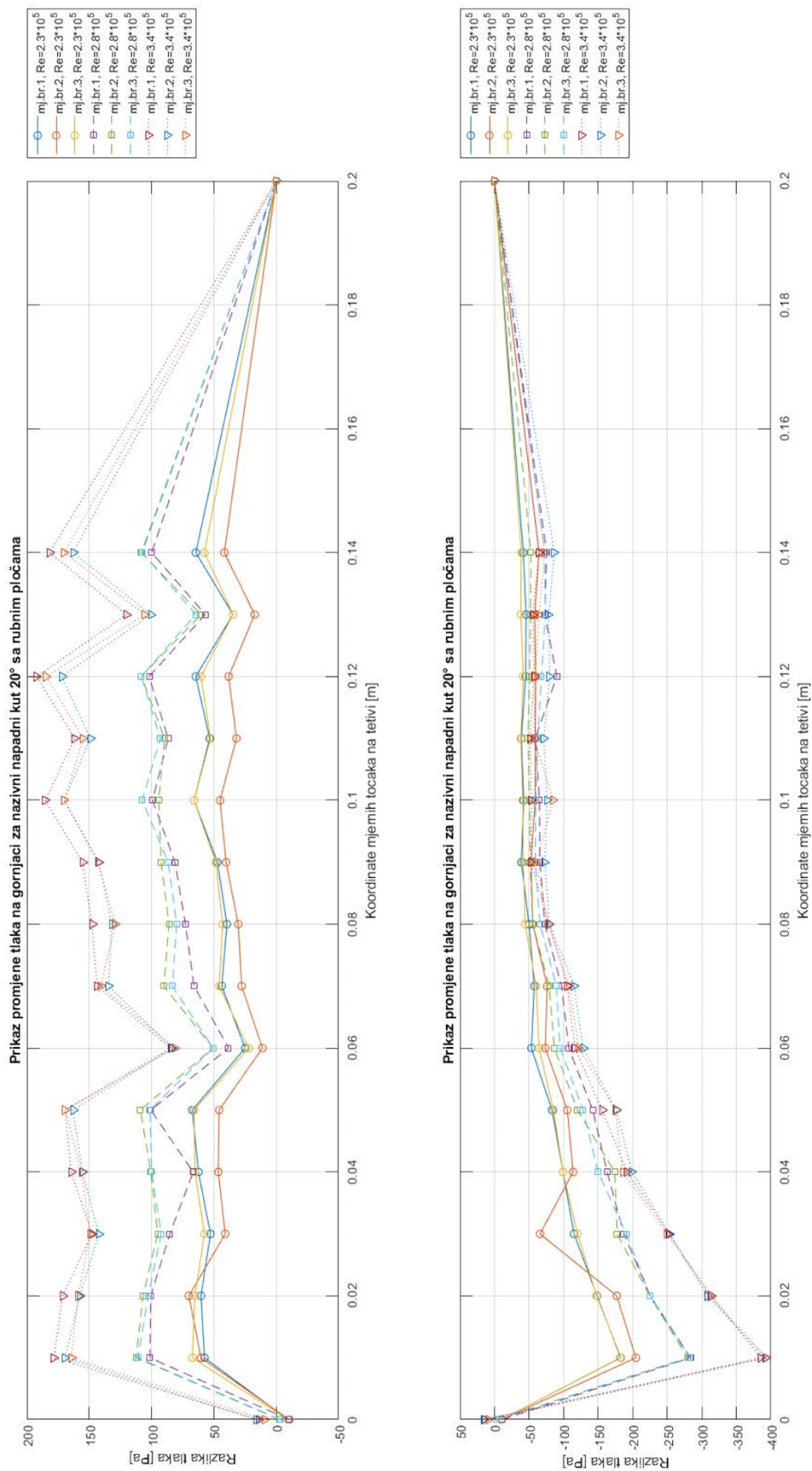
| NAZIVNI NAPADNI KUT | FREKVENCIJA MOTORA [Hz] | KRAJNJE PLOČE | BRZINA STRUJANJA [m/s] | BROJ OČITANJA |
|------------------------|----------------------------|---------------|------------------------------|---------------|
| 20 | 20 | NE | 17,2 | 3 |
| 20 | 25 | NE | 23,4 | 3 |
| 20 | 30 | NE | 28,2 | 3 |

Tablica 6.6. Prikaz parametara mjerenja za nazivni napadni kut od dvadeset stupnjeva s krajnjim pločama

| NAZIVNI NAPADNI KUT | FREKVENCIJA MOTORA [Hz] | KRAJNJE PLOČE | BRZINA STRUJANJA [m/s] | BROJ OČITANJA |
|------------------------|----------------------------|---------------|------------------------------|---------------|
| 20 | 20 | DA | 17,2 | 3 |
| 20 | 25 | DA | 21,4 | 3 |
| 20 | 30 | DA | 25,6 | 3 |



Slika 6-5. Prikaz promjene tlaka na gornjaci i donjaci za nazivni napadni kut od 20°



Slika 6-6. Prikaz promjene tlaka na gornjaci i donjaci za nazivni napadni kut od 20° sa rubnim pločama

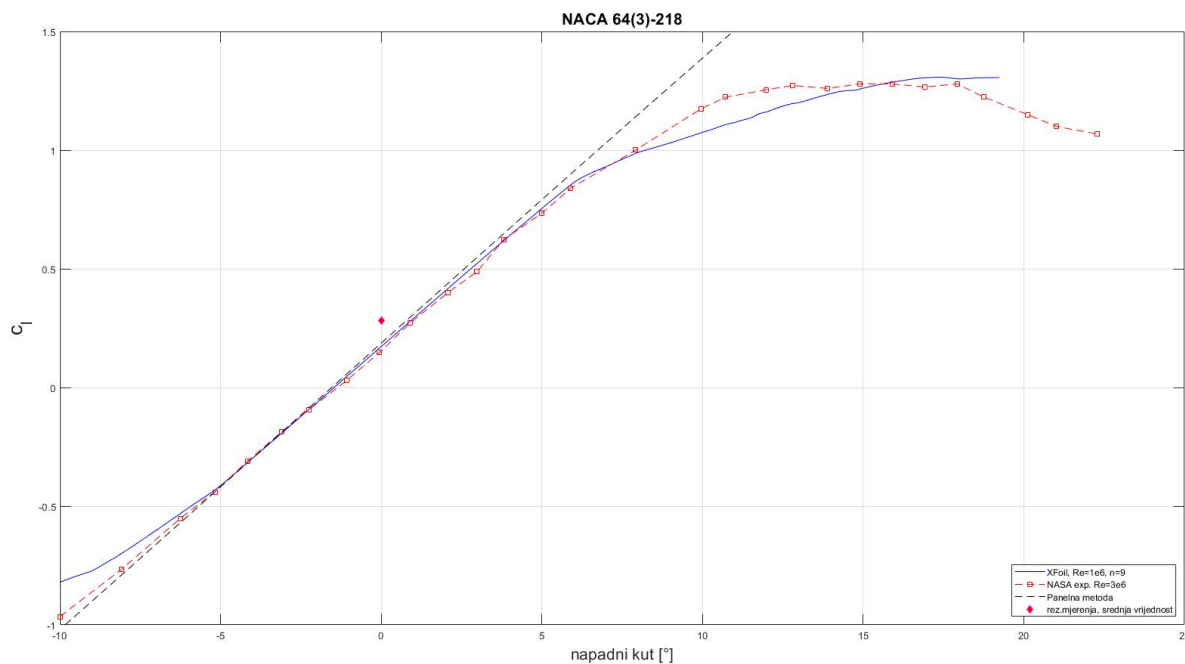
7. USPOREDBA REZULTATA

Podaci uzeti za daljnju analizu su za postavni napadni kut od nula stupnjeva s i bez krajnjih ploča. U prethodnom poglavlju pojašnjeni su razlozi odabira samo tih podataka u obradi. Prilog 8. sadrži izračunate koeficijente uzgona za nazivni napadni kut od nula stupnjeva s i bez krajnjih ploča te su jednostavnom analizom odabrani rezultati koji imaju fizikalni smisao.

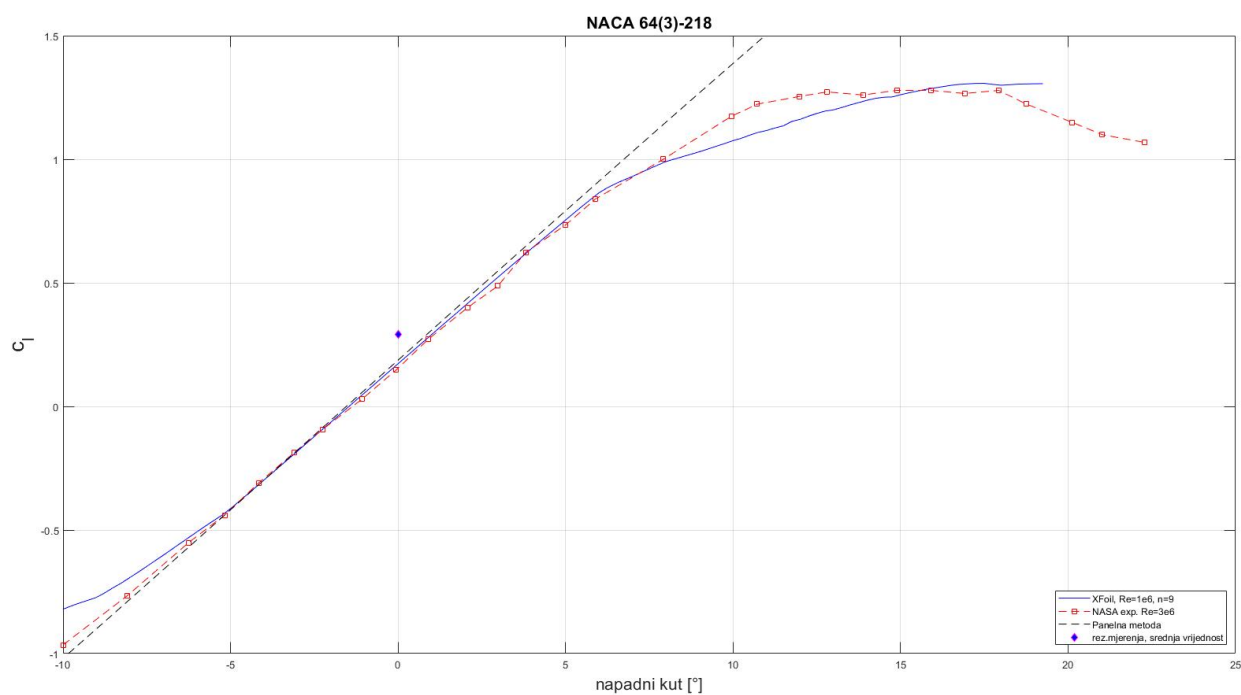
Prvo je potrebno za postavni napadni kut nula dokazati da je i kut u aerotunelu imao približno jednak iznos. To je odrađeno nakon dobivenog koeficijenta uzgona usporedbom s panelom metodom izračunatom u 3. poglavlju ovog rada. Za napadni kut od nula stupnjeva bez rubnih ploča postavni kut iznosi $0,015^\circ$, a s rubnim pločama $0,018^\circ$. Naime ovi kutevi su različiti jer nakon što su odrađena sva mjerenja bez rubnih ploča, model je bilo potrebno izvaditi iz radne sekcije te montirati rubne ploče i vratiti natrag. Taj proces se obavlja ručno i nije moguće ponoviti istu vrijednost postavnog napadnog kuta. U poglavlju 5.4. spomenuto je kako će biti izračunato odstupanje kutomjera od nosača koji se nalazi na modelu aeroprofila. Zbog toga je napravljeno posebno mjerenje kojim se utvrdilo da razlika odstupanja kuta tijekom mjerenja može maksimalno iznositi 0.024° što se za ovaj tip mjerenja može smatrati značajnim. Rezultati tog mjerenja dani su u Prilogu 7.

Na Slici 7-1. vidi se usporedba rezultata koeficijenta uzgona za postavni napadni kut 0° bez krajnjih ploča i već postojećim rezultatima ovisnosti koeficijenta uzgona o napadnom kutu. Ti rezultati dobiveni su eksperimentima vršenim od strane NASA-e ($Re=3 \cdot 10^6$) [3] i preko programskog paketa XFOIL ($Re=10^6$) [2, 11].

Zbog preglednosti rezultati za postavni napadni kut od 0° s krajnjim pločama prikazani su na zasebnoj Slici 7-2. jer su dobiveni rezultati slični iznosa onima za postavni kut od 0° bez krajnjih ploča. Razlog tome je što postavni kut od nula stupnjeva bez krajnjih ploča ima približno istu vrijednost postavnog kuta od 0° sa krajnjim pločama. Srednja vrijednost koeficijenta uzgona za nazivni napadni kut od nula stupnjeva bez krajnjih ploča iznosi 0.2813, a za nazivni napadni kut od nula stupnjeva s krajnjim pločama iznosi 0.2922.



Slika 7-1. Prikaz rezultata koeficijenta uzgona za postavni napadni kut od nula stupnjeva bez krajnjih ploča i već postojećih mjerenja



Slika 7-2. Prikaz rezultata koeficijenta uzgona za postavni napadni kut od nula stupnjeva s krajnjim pločama i već postojećih mjerenja

8. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada bio je istražiti primjenjivost aditivnih tehnologija za proces izrade modela aeroprofila. Nakon što su prikupljeni potrebni podaci o eksperimentalnom okruženju aerotunela, bilo je potrebno odabrati adekvatni aeroprofil koji će se ispitati. Prvo ograničenje pri odabiru bilo je vezano uz cjevčice i prihvate aeroprofila. Nakon analize, odlučeno je da će za eksperiment biti korišten NACA 64(3)-218. Za konstruiranje modela bilo je potrebno uzeti u obzir da će mjerenje biti odrađeno uz pomoć pizeometarske harfe. Nakon što je konstruiranje aeroprofila u CAD-u bilo završeno, odabrala se odgovarajuća aditivna tehnologija koja daje zadovoljavajuću kvalitetu površine. Osim toga, prikupili su se ostali materijali kao što su cjevčice, krajnje ploče i sl. koje su bile potrebne za početak eksperimenta. Zaključak rada je da je model izrađen aditivnom tehnologijom primjenjiv za provedbu mjerenja u aerotunelu jer su ostvarena mjerenja u skladu s očekivanim rezultatima.

Eksperimentalna ispitivanja ukazuju na nekoliko važnih aspekata koji su utjecali na ograničenja u prikupljanju i analizi podataka tijekom mjerenja. Nije bilo moguće obuhvatiti cjelokupno izvršeno mjerenje zbog neusklađenosti s već postojećim rezultatima za odabrani aeroprofil. Razlozi za ovu neusklađenost mogu biti mnogobrojni. Prvo, treba istaknuti da je tijekom aditivne izrade aeroprofila došlo do problema s debljinom izlaznog ruba koja je težila u nulu, što je rezultiralo valovitom površinom. Takva površina mogla je uzrokovati vrtloge koji se vraćali u suprotnom smjeru od smjera strujanja, što je moglo rezultirati promjenama u tlaku. Ovaj problem bi se iz ove perspektive mogao prevladati okretanjem osi smjera pri izradi aeroprofila. S obzirom na glatkoću površine aeroprofila koja je zadovoljavajuća ona ne bi trebala uzrokovati velike pogreške tijekom mjerenja.

Važno je napomenuti da zadnjih 60 mm aeroprofila nije bilo moguće opremiti mjernim točkama zbog tehničkih ograničenja, to jest malog poprečnog presjeka. Također, nije provedeno ispitivanje točnosti korištenog aerotunela, u što se ubraja pitanje vrtložnosti struje zraka u tunelu, utjecaj zidova..., što dodatno komplicira procjenu točnosti mjerenja. Mogući čimbenik koji je također mogao imao utjecaj na rezultate je eventualna zaprljanost mjernih instrumenata, posebno u slučaju harfe. Isto tako, neispravnost mjernih instrumenata i nepravilno očitavanje od strane različitih mjeritelja mogli su utjecati na točnost rezultata. U konačnici, važno je naglasiti da su svi navedeni faktori mogli utjecati na točnost mjerenja, ali nije moguće izdvojiti niti jedan kao glavni uzrok. Stoga je preporuka za buduće istraživanje ispitati utjecaj svakog od faktora na utjecaj točnosti rezultata.

LITERATURA

- [1] Kesić Petar, Osnove aerodinamike. Zagreb: Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2002
- [2] Airfoil Tools, NACA 64(3)-218, Dostupno:
<http://airfoiltools.com/airfoil/details?airfoil=naca643218-il> (pristup 01.03.2023.)
- [3] Ra H. Abbott, Alberte E. Von Doenhoff, Theory of wing sections, Including a Summary of Airfoil Data, izdavač Dover. New York, 1959.
- [4] Janković, S., Virag, Z., Vrdoljak, M. Aerodinamika 1, Zagreb: Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2016.
- [5] Internet stranica tvrtke IZIT d.o.o., Industrijska ul. 3, 10431, Novaki
Dostupno: <https://izit.hr/proizvodi/stratasys-origin-one/> (pristup 07.03.2023.)
- [6] Slika poslana od strane proizvođača ispitnog modela, IZIT d.o.o., Industrijska ul. 3, 10431, Novaki
- [7] Franjković D. Razvoj sustava za eksperimentalno određivanje aerodinamičkih karakteristika s posebnim osvrtom na zrakoplove. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti. 2002.
- [8] Krajček Nikolić, K. Katalog opreme Laboratorija za aerodinamiku, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb,
<https://www.fpz.unizg.hr/zan/wp-content/uploads/2021/05/Aerodynamics-laboratory-catalogue.pdf> (pristup 20.03.2023.)
- [9] Frane Majić, Diplomski rad, Zagreb 2002.
- [10] Internet stranica Prirodoslovno matematičkog fakulteta, Obrada rezultata mjerenja
<http://www.phy.pmf.unizg.hr/~sanja/wp-content/uploads/2012/09/POGREŠKE-PRI-MJERENJU.pdf> (pristup 20.08.2023.)
- [11] Drela, M. XFOIL: An Analysis and Design System for Low Reynolds Number Airfoils, Conference on Low Reynolds Number Airfoil Aerodynamics, University of Notre Dame, June 1989.

PRILOG 1. OČITANJA ZA POSTAVNI NAPADNI KUT NULA BEZ KRAJNJIH PLOČA

| POSTAVNI NAPADNI KUT NULA BEZ KRAJNJIH PLOČA | | |
|--|---|---|
| Broj mjerenja | 1 | - |
| Frekvencija motora | 20 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 296,05 | (K) |
| Tlak zraka | 101970 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 1,19990058 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 1,8261e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 176,58 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 17,1558848 | (m/s) |
| Re | 2,3e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,4 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 100,2 | -163,01286 |
| h2 | 103 | 31,2152289 |
| h3 | 103,2 | 45,0886639 |
| h4 | 103,5 | 65,8988165 |
| h5 | 103,4 | 58,9620989 |
| h6 | 103,5 | 65,8988165 |
| h7 | 103,4 | 58,9620989 |
| h8 | 103,2 | 45,0886639 |
| h9 | 103,4 | 58,9620989 |
| h10 | 103,5 | 65,8988165 |
| h11 | 103,25 | 48,5570227 |
| h12 | 103,3 | 52,0253814 |
| h13 | 103,35 | 55,4937402 |
| h14 | 102,8 | 17,3417938 |
| h15 | 102,75 | 13,873435 |
| h16 | 102,65 | 6,93671752 |
| h17 | 102,85 | 20,8101526 |
| h18 | 103,2 | 45,0886639 |
| h19 | 103,35 | 55,4937402 |
| h20 | 103,3 | 52,0253814 |
| h21 | 103,45 | 62,4304577 |
| h22 | 103,45 | 62,4304577 |
| h23 | 103,4 | 58,9620989 |

| | | |
|-----|-------|------------|
| h24 | 103,2 | 45,0886639 |
| h25 | 103,2 | 45,0886639 |
| h26 | 103,1 | 38,1519464 |
| h27 | 103,1 | 38,1519464 |
| h28 | 103 | 31,2152289 |
| h29 | 102,4 | -10,405076 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT NULA STUPNJEVA BEZ KRAJNJIH PLOČA | | |
|--|---|---|
| Broj mjerenja | 2 | - |
| Frekvencija motora | 20 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 296,05 | (K) |
| Tlak zraka | 101970 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 1,19990058 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 1,8261e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 176,58 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 17,1558848 | (m/s) |
| Re | 2,3e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,31 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 100,25 | -159,5445 |
| h2 | 102,9 | 24,2785113 |
| h3 | 103,2 | 45,0886639 |
| h4 | 103,5 | 65,8988165 |
| h5 | 103,45 | 62,4304577 |
| h6 | 103,68 | 78,384908 |
| h7 | 103,5 | 65,8988165 |
| h8 | 103,48 | 64,511473 |
| h9 | 103,47 | 63,8178012 |
| h10 | 103,5 | 65,8988165 |
| h11 | 103,2 | 45,0886639 |
| h12 | 103,29 | 51,3317097 |
| h13 | 103,37 | 56,8810837 |
| h14 | 103,08 | 36,7646029 |
| h15 | 102,51 | -2,774687 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h16 | 102,51 | -2,774687 |
| h17 | 102,79 | 16,6481221 |
| h18 | 102,99 | 30,5215571 |
| h19 | 103,25 | 48,5570227 |
| h20 | 103,27 | 49,9443662 |
| h21 | 103,41 | 59,6557707 |
| h22 | 103,3 | 52,0253814 |
| h23 | 103,4 | 58,9620989 |
| h24 | 103,38 | 57,5747554 |
| h25 | 103,11 | 38,8456181 |
| h26 | 103,07 | 36,0709311 |
| h27 | 102,9 | 24,2785113 |
| h28 | 103 | 31,2152289 |
| h29 | 102,39 | -11,098748 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT NULA STUPNJEVA BEZ KRAJNJIH PLOČA | | |
|--|---|---|
| Broj mjerenja | 3 | - |
| Frekvencija motora | 20 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 296,05 | (K) |
| Tlak zraka | 101970 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 1,19990058 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 1,8261e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 176,58 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 17,1558848 | (m/s) |
| Re | 2,3e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,31 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 102,01 | -37,458275 |
| h2 | 103 | 31,2152289 |
| h3 | 103,31 | 52,7190532 |
| h4 | 103,7 | 79,7722515 |
| h5 | 103,4 | 58,9620989 |
| h6 | 103,68 | 78,384908 |
| h7 | 103,42 | 60,3494425 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h8 | 103,43 | 61,0431142 |
| h9 | 103,1 | 38,1519464 |
| h10 | 103,28 | 50,6380379 |
| h11 | 103,2 | 45,0886639 |
| h12 | 102,89 | 23,5848396 |
| h13 | 102,91 | 24,9721831 |
| h14 | 102,73 | 12,4860915 |
| h15 | 102,5 | -3,4683588 |
| h16 | 102,51 | -2,774687 |
| h17 | 102,8 | 17,3417938 |
| h18 | 102,9 | 24,2785113 |
| h19 | 103,28 | 50,6380379 |
| h20 | 103,2 | 45,0886639 |
| h21 | 103,41 | 59,6557707 |
| h22 | 103,3 | 52,0253814 |
| h23 | 103,38 | 57,5747554 |
| h24 | 103,35 | 55,4937402 |
| h25 | 103,1 | 38,1519464 |
| h26 | 103 | 31,2152289 |
| h27 | 102,88 | 22,8911678 |
| h28 | 102,9 | 24,2785113 |
| h29 | 102,39 | -11,098748 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT NULA BEZ KRAJNJIH PLOČA | | |
|--|------------|----------------------|
| Broj mjerenja | 1 | - |
| Frekvencija motora | 25 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 295,55 | (K) |
| Tlak zraka | 102060 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 1,20299137 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 1,8237e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 215,82 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 18,9421638 | (m/s) |
| Re | 2,5e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,4 | (cm) |

| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
|--------------|---|---|
| h1 | 98,8 | -260,12691 |
| h2 | 102,9 | 24,2785113 |
| h3 | 103,5 | 65,8988165 |
| h4 | 103,9 | 93,6456866 |
| h5 | 103,8 | 86,708969 |
| h6 | 104,2 | 114,455839 |
| h7 | 104,2 | 114,455839 |
| h8 | 104,2 | 114,455839 |
| h9 | 103,9 | 93,6456866 |
| h10 | 104,3 | 121,392557 |
| h11 | 103,8 | 86,708969 |
| h12 | 103,6 | 72,835534 |
| h13 | 103,5 | 65,8988165 |
| h14 | 103,05 | 34,6835876 |
| h15 | 102,9 | 24,2785113 |
| h16 | 103,55 | 69,3671752 |
| h17 | 103,72 | 81,159595 |
| h18 | 103,9 | 93,6456866 |
| h19 | 104,03 | 102,663419 |
| h20 | 104,1 | 107,519122 |
| h21 | 104,15 | 110,98748 |
| h22 | 103,9 | 93,6456866 |
| h23 | 104,03 | 102,663419 |
| h24 | 103,89 | 92,9520148 |
| h25 | 103,75 | 83,2406103 |
| h26 | 103,7 | 79,7722515 |
| h27 | 103,6 | 72,835534 |
| h28 | 102,9 | 24,2785113 |
| h29 | 102,4 | -10,405076 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT NULA BEZ KRAJNJIH PLOČA | | |
|--|------------|----------------------|
| Broj mjerenja | 2 | - |
| Frekvencija motora | 25 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 295,55 | (K) |
| Tlak zraka | 102060 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 1,20299137 | (kg/m ³) |

| | | |
|-------------------|---|---|
| Viskoznost zraka | 1,8237e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 215,82 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 18,9421638 | (m/s) |
| Re | 2,5e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,49 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 98,9 | -253,19019 |
| h2 | 102,9 | 24,2785113 |
| h3 | 103,44 | 61,736786 |
| h4 | 103,95 | 97,1140453 |
| h5 | 103,87 | 91,5646713 |
| h6 | 104,1 | 107,519122 |
| h7 | 103,91 | 94,3393583 |
| h8 | 103,93 | 95,7267018 |
| h9 | 103,85 | 90,1773278 |
| h10 | 104,1 | 107,519122 |
| h11 | 103,89 | 92,9520148 |
| h12 | 103,45 | 62,4304577 |
| h13 | 103,49 | 65,2051447 |
| h14 | 103,1 | 38,1519464 |
| h15 | 102,77 | 15,2607786 |
| h16 | 103,45 | 62,4304577 |
| h17 | 103,6 | 72,835534 |
| h18 | 103,79 | 86,0152973 |
| h19 | 104,03 | 102,663419 |
| h20 | 104 | 100,582404 |
| h21 | 104,1 | 107,519122 |
| h22 | 104 | 100,582404 |
| h23 | 104,1 | 107,519122 |
| h24 | 103,9 | 93,6456866 |
| h25 | 103,75 | 83,2406103 |
| h26 | 103,67 | 77,6912363 |
| h27 | 103,6 | 72,835534 |
| h28 | 102,93 | 26,3595266 |
| h29 | 102,39 | -11,098748 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT NULA BEZ KRAJNJIH PLOČA | | |
|--|---|---|
| Broj mjerenja | 3 | - |
| Frekvencija motora | 25 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 295,55 | (K) |
| Tlak zraka | 102060 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 1,20299137 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 1,8237e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 215,82 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 18,9421638 | (m/s) |
| Re | 2,5e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,4 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 98,9 | -253,19019 |
| h2 | 102,86 | 21,5038243 |
| h3 | 103,36 | 56,1874119 |
| h4 | 103,89 | 92,9520148 |
| h5 | 103,79 | 86,0152973 |
| h6 | 104 | 100,582404 |
| h7 | 103,98 | 99,1950606 |
| h8 | 103,9 | 93,6456866 |
| h9 | 103,79 | 86,0152973 |
| h10 | 104,2 | 114,455839 |
| h11 | 103,85 | 90,1773278 |
| h12 | 103,5 | 65,8988165 |
| h13 | 103,8 | 86,708969 |
| h14 | 103,27 | 49,9443662 |
| h15 | 102,8 | 17,3417938 |
| h16 | 103,45 | 62,4304577 |
| h17 | 103,51 | 66,5924882 |
| h18 | 103,7 | 79,7722515 |
| h19 | 104 | 100,582404 |
| h20 | 104,01 | 101,276076 |
| h21 | 104,1 | 107,519122 |
| h22 | 103,95 | 97,1140453 |
| h23 | 104,1 | 107,519122 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h24 | 103,89 | 92,9520148 |
| h25 | 103,68 | 78,384908 |
| h26 | 103,61 | 73,5292057 |
| h27 | 103,52 | 67,28616 |
| h28 | 102,89 | 23,5848396 |
| h29 | 102,35 | -13,873435 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT NULA BEZ KRAJNJIH PLOČA | | |
|--|---|---|
| Broj mjerenja | 1 | - |
| Frekvencija motora | 30 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 296,25 | (K) |
| Tlak zraka | 101930 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 1,19862015 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 0,00001827 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 431,64 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 26,8370671 | (m/s) |
| Re | 3,5e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,3 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 97,2 | -371,11439 |
| h2 | 103,8 | 86,708969 |
| h3 | 104,45 | 131,797633 |
| h4 | 105,2 | 183,823014 |
| h5 | 104,6 | 142,202709 |
| h6 | 105,1 | 176,886297 |
| h7 | 105,1 | 176,886297 |
| h8 | 104,95 | 166,481221 |
| h9 | 104,55 | 138,73435 |
| h10 | 105,1 | 176,886297 |
| h11 | 104,35 | 124,860915 |
| h12 | 104 | 100,582404 |
| h13 | 103,9 | 93,6456866 |
| h14 | 103,3 | 52,0253814 |
| h15 | 103,2 | 45,0886639 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h16 | 103,3 | 52,0253814 |
| h17 | 103,8 | 86,708969 |
| h18 | 104,1 | 107,519122 |
| h19 | 104,45 | 131,797633 |
| h20 | 104,6 | 142,202709 |
| h21 | 104,87 | 160,931847 |
| h22 | 104,78 | 154,688801 |
| h23 | 104,89 | 162,31919 |
| h24 | 104,45 | 131,797633 |
| h25 | 104,3 | 121,392557 |
| h26 | 104,1 | 107,519122 |
| h27 | 103,9 | 93,6456866 |
| h28 | 103,2 | 45,0886639 |
| h29 | 102,5 | -3,4683588 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT NULA BEZ KRAJNJIH PLOČA | | |
|--|---|---|
| Broj mjerenja | 2 | - |
| Frekvencija motora | 30 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 296,25 | (K) |
| Tlak zraka | 101930 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 1,19862015 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 0,00001827 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 431,64 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 26,8370671 | (m/s) |
| Re | 3,5e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,38 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 96,93 | -389,84353 |
| h2 | 103,71 | 80,4659233 |
| h3 | 104,4 | 128,329274 |
| h4 | 104,87 | 160,931847 |
| h5 | 104,51 | 135,959663 |
| h6 | 105,03 | 172,030595 |
| h7 | 104,95 | 166,481221 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h8 | 104,87 | 160,931847 |
| h9 | 104,5 | 135,265992 |
| h10 | 105,2 | 183,823014 |
| h11 | 104,38 | 126,941931 |
| h12 | 104,05 | 104,050763 |
| h13 | 103,99 | 99,8887323 |
| h14 | 103,4 | 58,9620989 |
| h15 | 103,28 | 50,6380379 |
| h16 | 102,9 | 24,2785113 |
| h17 | 103,6 | 72,835534 |
| h18 | 103,9 | 93,6456866 |
| h19 | 104,3 | 121,392557 |
| h20 | 104,4 | 128,329274 |
| h21 | 104,7 | 149,139427 |
| h22 | 104,6 | 142,202709 |
| h23 | 104,7 | 149,139427 |
| h24 | 104,51 | 135,959663 |
| h25 | 104,03 | 102,663419 |
| h26 | 103,98 | 99,1950606 |
| h27 | 103,91 | 94,3393583 |
| h28 | 103,29 | 51,3317097 |
| h29 | 102,38 | -11,79242 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT NULA BEZ KRAJNJIH PLOČA | | |
|--|------------|----------------------|
| Broj mjerenja | 3 | - |
| Frekvencija motora | 30 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 296,25 | (K) |
| Tlak zraka | 101930 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 1,19862015 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 0,00001827 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 431,64 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 26,8370671 | (m/s) |
| Re | 3,5e5 | - |

| Razina atm. tlaka | 102,5 | (cm) |
|-------------------|---|---|
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 97,1 | -378,05111 |
| h2 | 103,83 | 88,7899843 |
| h3 | 104,4 | 128,329274 |
| h4 | 105,15 | 180,354656 |
| h5 | 104,6 | 142,202709 |
| h6 | 105,3 | 190,759732 |
| h7 | 105,15 | 180,354656 |
| h8 | 105,15 | 180,354656 |
| h9 | 104,75 | 152,607786 |
| h10 | 105,4 | 197,696449 |
| h11 | 104,65 | 145,671068 |
| h12 | 104,25 | 117,924198 |
| h13 | 104,1 | 107,519122 |
| h14 | 103,4 | 58,9620989 |
| h15 | 103,2 | 45,0886639 |
| h16 | 103,2 | 45,0886639 |
| h17 | 103,7 | 79,7722515 |
| h18 | 104,25 | 117,924198 |
| h19 | 104,6 | 142,202709 |
| h20 | 104,75 | 152,607786 |
| h21 | 104,9 | 163,012862 |
| h22 | 104,9 | 163,012862 |
| h23 | 105 | 169,949579 |
| h24 | 104,7 | 149,139427 |
| h25 | 104,4 | 128,329274 |
| h26 | 104,3 | 121,392557 |
| h27 | 104,05 | 104,050763 |
| h28 | 103,4 | 58,9620989 |
| h29 | 102,55 | 0 |

PRILOG 2. OČITANJA ZA POSTAVNI NAPADNI KUT DESET BEZ KRAJNJIH PLOČA

| POSTAVNI NAPADNI KUT DESET BEZ KRAJNJIH PLOČA | | |
|---|---|---|
| Broj mjerenja | 1 | - |
| Frekvencija motora | 20 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 376,15 | (K) |
| Tlak zraka | 10240 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09483678 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,1905e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 196,2 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 18,10281754 | (m/s) |
| Re | 2,4e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,55 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 101,9 | -45,088664 |
| h2 | 105,3 | 190,759732 |
| h3 | 104,9 | 163,012862 |
| h4 | 105 | 169,949579 |
| h5 | 104,3 | 121,392557 |
| h6 | 104,4 | 128,329274 |
| h7 | 104,3 | 121,392557 |
| h8 | 104,15 | 110,98748 |
| h9 | 104 | 100,582404 |
| h10 | 104,15 | 110,98748 |
| h11 | 103,8 | 86,708969 |
| h12 | 103,43 | 61,0431142 |
| h13 | 103,4 | 58,9620989 |
| h14 | 103,25 | 48,5570227 |
| h15 | 103,2 | 45,0886639 |
| h16 | 100,93 | -112,37482 |
| h17 | 101,53 | -70,754519 |
| h18 | 102 | -38,151946 |
| h19 | 102,45 | -6,9367175 |
| h20 | 102,51 | -2,774687 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h21 | 102,8 | 17,3417938 |
| h22 | 102,81 | 18,0354656 |
| h23 | 103 | 31,2152289 |
| h24 | 103 | 31,2152289 |
| h25 | 102,81 | 18,0354656 |
| h26 | 102,95 | 27,7468701 |
| h27 | 102,7 | 10,4050763 |
| h28 | 102,7 | 10,4050763 |
| h29 | 102,6 | 3,46835876 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT DESET BEZ KRAJNJIH PLOČA | | |
|---|---|---|
| Broj mjerenja | 2 | - |
| Frekvencija motora | 20 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 376,15 | (K) |
| Tlak zraka | 10239 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09482752 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,1905e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 196,2 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 18,10281754 | (m/s) |
| Re | 2,4e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,6 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 102 | -38,151946 |
| h2 | 105,3 | 190,759732 |
| h3 | 104,3 | 121,392557 |
| h4 | 104,9 | 163,012862 |
| h5 | 104,39 | 127,635602 |
| h6 | 104,4 | 128,329274 |
| h7 | 104,25 | 117,924198 |
| h8 | 104,15 | 110,98748 |
| h9 | 103,9 | 93,6456866 |
| h10 | 104,2 | 114,455839 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h11 | 103,8 | 86,708969 |
| h12 | 103,4 | 58,9620989 |
| h13 | 103,4 | 58,9620989 |
| h14 | 103,2 | 45,0886639 |
| h15 | 103 | 31,2152289 |
| h16 | 100,14 | -167,17489 |
| h17 | 102,18 | -25,665855 |
| h18 | 102,2 | -24,278511 |
| h19 | 102,6 | 3,46835876 |
| h20 | 102,73 | 12,4860915 |
| h21 | 103,1 | 38,1519464 |
| h22 | 103,03 | 33,2962441 |
| h23 | 103,2 | 45,0886639 |
| h24 | 103,2 | 45,0886639 |
| h25 | 103,1 | 38,1519464 |
| h26 | 102,93 | 26,3595266 |
| h27 | 102,81 | 18,0354656 |
| h28 | 102,7 | 10,4050763 |
| h29 | 102,6 | 3,46835876 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT DESET BEZ KRAJNJIH PLOČA | | |
|---|---|---|
| Broj mjerenja | 3 | - |
| Frekvencija motora | 20 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 376,05 | (K) |
| Tlak zraka | 10239 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09485274 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,1901e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 196,2 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 18,10281754 | (m/s) |
| Re | 2,4e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,38 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h1 | 101,79 | -52,719053 |
| h2 | 104,9 | 163,012862 |
| h3 | 104,5 | 135,265992 |
| h4 | 104,6 | 142,202709 |
| h5 | 104,29 | 120,698885 |
| h6 | 104,32 | 122,7799 |
| h7 | 104,08 | 106,131778 |
| h8 | 103,9 | 93,6456866 |
| h9 | 103,75 | 83,2406103 |
| h10 | 103,95 | 97,1140453 |
| h11 | 103,5 | 65,8988165 |
| h12 | 103,2 | 45,0886639 |
| h13 | 103,1 | 38,1519464 |
| h14 | 102,87 | 22,1974961 |
| h15 | 102,76 | 14,5671068 |
| h16 | 100,98 | -108,90647 |
| h17 | 101,51 | -72,141862 |
| h18 | 101,95 | -41,620305 |
| h19 | 102,38 | -11,79242 |
| h20 | 102,49 | -4,1620305 |
| h21 | 102,8 | 17,3417938 |
| h22 | 102,91 | 24,9721831 |
| h23 | 103 | 31,2152289 |
| h24 | 103,07 | 36,0709311 |
| h25 | 102,85 | 20,8101526 |
| h26 | 102,73 | 12,4860915 |
| h27 | 102,61 | 4,16203051 |
| h28 | 102,51 | -2,774687 |
| h29 | 102,4 | -10,405076 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT DESET BEZ KRAJNJIH PLOČA | | |
|---|------------|----------------------|
| Broj mjerenja | 1 | - |
| Frekvencija motora | 25 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 296,35 | (K) |
| Tlak zraka | 101920 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 1,19809814 | (kg/m ³) |

| | | |
|-------------------|---|---|
| Viskoznost zraka | 1,8275e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 294,3 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 22,1648059 | (m/s) |
| Re | 2,9e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,38 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 101,29 | -87,402641 |
| h2 | 106,39 | 266,369953 |
| h3 | 105,8 | 225,44332 |
| h4 | 106 | 239,316755 |
| h5 | 104,9 | 163,012862 |
| h6 | 105,13 | 178,967312 |
| h7 | 105 | 169,949579 |
| h8 | 104,77 | 153,995129 |
| h9 | 104,43 | 130,410289 |
| h10 | 104,7 | 149,139427 |
| h11 | 104 | 100,582404 |
| h12 | 103,6 | 72,835534 |
| h13 | 103,59 | 72,1418622 |
| h14 | 103,55 | 69,3671752 |
| h15 | 102,99 | 30,5215571 |
| h16 | 99,91 | -183,12934 |
| h17 | 100,9 | -114,45584 |
| h18 | 101,7 | -58,962099 |
| h19 | 102,35 | -13,873435 |
| h20 | 102,5 | -3,4683588 |
| h21 | 102,91 | 24,9721831 |
| h22 | 103 | 31,2152289 |
| h23 | 103,3 | 52,0253814 |
| h24 | 103,38 | 57,5747554 |
| h25 | 103,05 | 34,6835876 |
| h26 | 102,95 | 27,7468701 |
| h27 | 102,7 | 10,4050763 |
| h28 | 102,6 | 3,46835876 |
| h29 | 102,41 | -9,7114045 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT DESET BEZ KRAJNJIH PLOČA | | |
|---|---|---|
| Broj mjerenja | 2 | - |
| Frekvencija motora | 25 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 296,35 | (K) |
| Tlak zraka | 101920 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 1,19809814 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 1,8275e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 294,3 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 22,1648059 | (m/s) |
| Re | 2,9e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,3 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 101,4 | -79,772252 |
| h2 | 106,48 | 272,612999 |
| h3 | 105,9 | 232,380037 |
| h4 | 106,1 | 246,253472 |
| h5 | 104,98 | 168,562236 |
| h6 | 105,1 | 176,886297 |
| h7 | 104,9 | 163,012862 |
| h8 | 104,68 | 147,752083 |
| h9 | 104,39 | 127,635602 |
| h10 | 104,7 | 149,139427 |
| h11 | 103,95 | 97,1140453 |
| h12 | 103,55 | 69,3671752 |
| h13 | 103,45 | 62,4304577 |
| h14 | 103 | 31,2152289 |
| h15 | 102,89 | 23,5848396 |
| h16 | 100,3 | -156,07614 |
| h17 | 101,4 | -79,772252 |
| h18 | 102 | -38,151946 |
| h19 | 102,6 | 3,46835876 |
| h20 | 102,8 | 17,3417938 |
| h21 | 103,21 | 45,7823357 |
| h22 | 103,3 | 52,0253814 |
| h23 | 103,45 | 62,4304577 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h24 | 103,4 | 58,9620989 |
| h25 | 103,1 | 38,1519464 |
| h26 | 103 | 31,2152289 |
| h27 | 102,75 | 13,873435 |
| h28 | 102,6 | 3,46835876 |
| h29 | 102,35 | -13,873435 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT DESET BEZ KRAJNJIH PLOČA | | |
|---|---|---|
| Broj mjerenja | 3 | - |
| Frekvencija motora | 25 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 296,35 | (K) |
| Tlak zraka | 101920 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 1,19809814 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 1,8275e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 294,3 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 22,1648059 | (m/s) |
| Re | 2,9e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,6 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 101,65 | -62,430458 |
| h2 | 106,5 | 274,000342 |
| h3 | 106,05 | 242,785113 |
| h4 | 106,2 | 253,19019 |
| h5 | 105,1 | 176,886297 |
| h6 | 105,37 | 195,615434 |
| h7 | 105,2 | 183,823014 |
| h8 | 104,9 | 163,012862 |
| h9 | 104,6 | 142,202709 |
| h10 | 104,85 | 159,544503 |
| h11 | 104,2 | 114,455839 |
| h12 | 103,74 | 82,5469385 |
| h13 | 103,7 | 79,7722515 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h14 | 103,4 | 58,9620989 |
| h15 | 103,2 | 45,0886639 |
| h16 | 100,3 | -156,07614 |
| h17 | 101,25 | -90,177328 |
| h18 | 101,85 | -48,557023 |
| h19 | 102,5 | -3,4683588 |
| h20 | 102,85 | 20,8101526 |
| h21 | 103,2 | 45,0886639 |
| h22 | 103,3 | 52,0253814 |
| h23 | 103,55 | 69,3671752 |
| h24 | 103,45 | 62,4304577 |
| h25 | 103,2 | 45,0886639 |
| h26 | 103,1 | 38,1519464 |
| h27 | 102,85 | 20,8101526 |
| h28 | 102,8 | 17,3417938 |
| h29 | 102,6 | 3,46835876 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT DESET BEZ KRAJNJIH PLOČA | | |
|---|---|---|
| Broj mjerenja | 1 | - |
| Frekvencija motora | 30 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 376,35 | (K) |
| Tlak zraka | 10250 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09487895 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,1914e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 451,26 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 27,4515872 | (m/s) |
| Re | 3,6e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,31 | (cm) |
| | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 100,08 | -171,33692 |
| h2 | 107,8 | 364,17767 |
| h3 | 107,1 | 315,620647 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h4 | 107,9 | 371,114388 |
| h5 | 105,8 | 225,44332 |
| h6 | 106,28 | 258,739564 |
| h7 | 106 | 239,316755 |
| h8 | 105,7 | 218,506602 |
| h9 | 105,12 | 178,27364 |
| h10 | 105,5 | 204,633167 |
| h11 | 104,5 | 135,265992 |
| h12 | 103,92 | 95,0330301 |
| h13 | 103,9 | 93,6456866 |
| h14 | 103,4 | 58,9620989 |
| h15 | 103,3 | 52,0253814 |
| h16 | 98,8 | -260,12691 |
| h17 | 100,35 | -152,60779 |
| h18 | 101,38 | -81,159595 |
| h19 | 102,3 | -17,341794 |
| h20 | 102,65 | 6,93671752 |
| h21 | 103,28 | 50,6380379 |
| h22 | 103,47 | 63,8178012 |
| h23 | 103,85 | 90,1773278 |
| h24 | 103,7 | 79,7722515 |
| h25 | 103,48 | 64,511473 |
| h26 | 103,19 | 44,3949922 |
| h27 | 102,88 | 22,8911678 |
| h28 | 102,68 | 9,01773278 |
| h29 | 102,49 | -4,1620305 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT DESET BEZ KRAJNJIH PLOČA | | |
|---|------------|----------------------|
| Broj mjerenja | 2 | - |
| Frekvencija motora | 30 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 376,44 | (K) |
| Tlak zraka | 10238 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09474521 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,1918e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 451,26 | (Pa) |

| | | |
|-------------------|---|---|
| Brzina strujanja | 27,4515872 | (m/s) |
| Re | 3,6e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,43 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 100,95 | -110,98748 |
| h2 | 108,37 | 403,71696 |
| h3 | 107,5 | 343,367517 |
| h4 | 108,05 | 381,519464 |
| h5 | 106,2 | 253,19019 |
| h6 | 106,6 | 280,93706 |
| h7 | 106,3 | 260,126907 |
| h8 | 105,9 | 232,380037 |
| h9 | 105,2 | 183,823014 |
| h10 | 105,65 | 215,038243 |
| h11 | 104,6 | 142,202709 |
| h12 | 104,15 | 110,98748 |
| h13 | 104,2 | 114,455839 |
| h14 | 103,7 | 79,7722515 |
| h15 | 103,15 | 41,6203051 |
| h16 | 98,9 | -253,19019 |
| h17 | 100,5 | -142,20271 |
| h18 | 101,4 | -79,772252 |
| h19 | 102,35 | -13,873435 |
| h20 | 102,9 | 24,2785113 |
| h21 | 103,5 | 65,8988165 |
| h22 | 103,65 | 76,3038928 |
| h23 | 103,9 | 93,6456866 |
| h24 | 103,9 | 93,6456866 |
| h25 | 103,6 | 72,835534 |
| h26 | 103,4 | 58,9620989 |
| h27 | 102,9 | 24,2785113 |
| h28 | 102,82 | 18,7291373 |
| h29 | 102,5 | -3,4683588 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT DESET BEZ KRAJNJIH PLOČA | | |
|---|---|---|
| Broj mjerenja | 3 | - |
| Frekvencija motora | 30 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 376,55 | (K) |
| Tlak zraka | 10255 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09487481 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,1923e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 451,26 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 27,4515872 | (m/s) |
| Re | 3,6e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,4 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 100,75 | -124,86092 |
| h2 | 108,37 | 403,71696 |
| h3 | 107,35 | 332,962441 |
| h4 | 108,05 | 381,519464 |
| h5 | 106,15 | 249,721831 |
| h6 | 106,5 | 274,000342 |
| h7 | 106,3 | 260,126907 |
| h8 | 105,9 | 232,380037 |
| h9 | 105,4 | 197,696449 |
| h10 | 105,8 | 225,44332 |
| h11 | 104,7 | 149,139427 |
| h12 | 104,3 | 121,392557 |
| h13 | 104,2 | 114,455839 |
| h14 | 103,6 | 72,835534 |
| h15 | 103,4 | 58,9620989 |
| h16 | 98,8 | -260,12691 |
| h17 | 100,38 | -150,52677 |
| h18 | 101,35 | -83,24061 |
| h19 | 102,2 | -24,278511 |
| h20 | 102,7 | 10,4050763 |
| h21 | 103,3 | 52,0253814 |
| h22 | 103,43 | 61,0431142 |
| h23 | 103,88 | 92,2583431 |

Petra Rogošić**Završni rad**

| | | |
|-----|--------|------------|
| h24 | 103,7 | 79,7722515 |
| h25 | 103,46 | 63,1241295 |
| h26 | 103,25 | 48,5570227 |
| h27 | 102,9 | 24,2785113 |
| h28 | 102,7 | 10,4050763 |
| h29 | 102,6 | 3,46835876 |

PRILOG 3. OČITANJA ZA POSTAVNI NAPADNI KUT DVADESET BEZ KRAJNJIH PLOČA

| POSTAVNI NAPADNI KUT DVADESET BEZ KRAJNJIH PLOČA | | |
|--|---|---|
| Broj mjerenja | 1 | - |
| Frekvencija motora | 20 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 375,85 | (K) |
| Tlak zraka | 10260 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09509785 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,1892e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 235,44 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 17,15588483 | (m/s) |
| Re | 2,6e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,4 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 104,98 | 168,562236 |
| h2 | 107,3 | 329,494082 |
| h3 | 104,9 | 163,012862 |
| h4 | 105 | 169,949579 |
| h5 | 104,15 | 110,98748 |
| h6 | 104,2 | 114,455839 |
| h7 | 104 | 100,582404 |
| h8 | 103,5 | 65,8988165 |
| h9 | 103,6 | 72,835534 |
| h10 | 103,39 | 58,2684272 |
| h11 | 103,3 | 52,0253814 |
| h12 | 102,7 | 10,4050763 |
| h13 | 102,65 | 6,93671752 |
| h14 | 102,45 | -6,9367175 |
| h15 | 102,4 | -10,405076 |
| h16 | 99,8 | -190,75973 |
| h17 | 100,5 | -142,20271 |
| h18 | 101,15 | -97,114045 |
| h19 | 101,65 | -62,430458 |
| h20 | 101,6 | -65,898817 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h21 | 102,1 | -31,215229 |
| h22 | 102,2 | -24,278511 |
| h23 | 102,4 | -10,405076 |
| h24 | 102,4 | -10,405076 |
| h25 | 102,4 | -10,405076 |
| h26 | 102,41 | -9,7114045 |
| h27 | 102,1 | -31,215229 |
| h28 | 102,1 | -31,215229 |
| h29 | 102 | -38,151946 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT DVADESET BEZ KRAJNJIH PLOČA | | |
|--|---|---|
| Broj mjerenja | 2 | - |
| Frekvencija motora | 20 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 375,85 | (K) |
| Tlak zraka | 10260 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09509785 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,1892e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 235,44 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 17,15588483 | (m/s) |
| Re | 2,6e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,38 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 105,15 | 180,354656 |
| h2 | 107,41 | 337,124472 |
| h3 | 104,91 | 163,706534 |
| h4 | 105,27 | 188,678717 |
| h5 | 104,4 | 128,329274 |
| h6 | 104,38 | 126,941931 |
| h7 | 104,05 | 104,050763 |
| h8 | 103,9 | 93,6456866 |
| h9 | 103,52 | 67,28616 |
| h10 | 103,61 | 73,5292057 |
| h11 | 103,3 | 52,0253814 |
| h12 | 102,99 | 30,5215571 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h13 | 102,82 | 18,7291373 |
| h14 | 102,78 | 15,9544503 |
| h15 | 102,8 | 17,3417938 |
| h16 | 99,78 | -192,14708 |
| h17 | 100,51 | -141,50904 |
| h18 | 101 | -107,51912 |
| h19 | 101,49 | -73,529206 |
| h20 | 101,7 | -58,962099 |
| h21 | 102,01 | -37,458275 |
| h22 | 102,11 | -30,521557 |
| h23 | 102,3 | -17,341794 |
| h24 | 102,41 | -9,7114045 |
| h25 | 102,41 | -9,7114045 |
| h26 | 102,4 | -10,405076 |
| h27 | 102,21 | -23,58484 |
| h28 | 102,18 | -25,665855 |
| h29 | 102,15 | -27,74687 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT DVADESET BEZ KRAJNJIH PLOČA | | |
|--|---|---|
| Broj mjerenja | 3 | - |
| Frekvencija motora | 20 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 375,66 | (K) |
| Tlak zraka | 10240 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09496048 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,1884e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 235,44 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 17,15588483 | (m/s) |
| Re | 2,6e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,37 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 105,1 | 176,886297 |
| h2 | 107,4 | 336,4308 |
| h3 | 105 | 169,949579 |
| h4 | 105,42 | 199,083793 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h5 | 104,38 | 126,941931 |
| h6 | 104,41 | 129,022946 |
| h7 | 104 | 100,582404 |
| h8 | 103,91 | 94,3393583 |
| h9 | 103,51 | 66,5924882 |
| h10 | 103,6 | 72,835534 |
| h11 | 103,15 | 41,6203051 |
| h12 | 102,85 | 20,8101526 |
| h13 | 102,84 | 20,1164808 |
| h14 | 102,7 | 10,4050763 |
| h15 | 102,65 | 6,93671752 |
| h16 | 99,99 | -177,57997 |
| h17 | 100,78 | -122,7799 |
| h18 | 101,21 | -92,952015 |
| h19 | 101,6 | -65,898817 |
| h20 | 101,7 | -58,962099 |
| h21 | 102,19 | -24,972183 |
| h22 | 102,2 | -24,278511 |
| h23 | 102,41 | -9,7114045 |
| h24 | 102,48 | -4,8557023 |
| h25 | 102,48 | -4,8557023 |
| h26 | 102,48 | -4,8557023 |
| h27 | 102,35 | -13,873435 |
| h28 | 102,28 | -18,729137 |
| h29 | 102,2 | -24,278511 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT DVADESET BEZ KRAJNJIH PLOČA | | |
|--|------------|----------------------|
| Broj mjerenja | 1 | - |
| Frekvencija motora | 25 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 295,05 | (K) |
| Tlak zraka | 103210 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 1,21860812 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 1,8214e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 333,54 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 23,3968249 | (m/s) |

| | | |
|-------------------|---|---|
| Re | 3,1e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,45 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 107,25 | 326,025724 |
| h2 | 110,5 | 551,469043 |
| h3 | 106,7 | 287,873777 |
| h4 | 107,15 | 319,089006 |
| h5 | 105,35 | 194,228091 |
| h6 | 105,4 | 197,696449 |
| h7 | 104,68 | 147,752083 |
| h8 | 104,75 | 152,607786 |
| h9 | 104,2 | 114,455839 |
| h10 | 104,28 | 120,005213 |
| h11 | 103,69 | 79,0785798 |
| h12 | 103,2 | 45,0886639 |
| h13 | 102,9 | 24,2785113 |
| h14 | 102,9 | 24,2785113 |
| h15 | 102,7 | 10,4050763 |
| h16 | 98,5 | -280,93706 |
| h17 | 99,41 | -217,81293 |
| h18 | 100,45 | -145,67107 |
| h19 | 101,1 | -100,5824 |
| h20 | 101,45 | -76,303893 |
| h21 | 101,7 | -58,962099 |
| h22 | 102,1 | -31,215229 |
| h23 | 102,4 | -10,405076 |
| h24 | 102,52 | -2,0810153 |
| h25 | 102,52 | -2,0810153 |
| h26 | 102,42 | -9,0177328 |
| h27 | 102,25 | -20,810153 |
| h28 | 102,19 | -24,972183 |
| h29 | 102,1 | -31,215229 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT DVADESET BEZ KRAJNJIH PLOČA | | |
|--|--------|------|
| Broj mjerenja | 2 | - |
| Frekvencija motora | 25 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 295,05 | (K) |

| | | |
|-------------------|---|---|
| Tlak zraka | 103210 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 1,21860812 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 1,8214e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 333,54 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 23,3968249 | (m/s) |
| Re | 3,1e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,41 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 107,01 | 309,377602 |
| h2 | 110,04 | 519,560143 |
| h3 | 106,71 | 288,567449 |
| h4 | 106,93 | 303,828228 |
| h5 | 105,28 | 189,372388 |
| h6 | 105,41 | 198,390121 |
| h7 | 104,82 | 157,463488 |
| h8 | 104,53 | 137,347007 |
| h9 | 103,99 | 99,8887323 |
| h10 | 104,25 | 117,924198 |
| h11 | 103,71 | 80,4659233 |
| h12 | 103,21 | 45,7823357 |
| h13 | 102,98 | 29,8278854 |
| h14 | 102,81 | 18,0354656 |
| h15 | 102,78 | 15,9544503 |
| h16 | 98,5 | -280,93706 |
| h17 | 99,41 | -217,81293 |
| h18 | 100,92 | -113,0685 |
| h19 | 101,3 | -86,708969 |
| h20 | 101,81 | -51,33171 |
| h21 | 101,94 | -42,313977 |
| h22 | 102 | -38,151946 |
| h23 | 102,29 | -18,035466 |
| h24 | 102,4 | -10,405076 |
| h25 | 102,32 | -15,95445 |
| h26 | 102,4 | -10,405076 |
| h27 | 102,19 | -24,972183 |
| h28 | 102,1 | -31,215229 |
| h29 | 101,94 | |

| POSTAVNI NAPADNI KUT DVADESET BEZ KRAJNJIH PLOČA | | |
|--|---|---|
| Broj mjerenja | 3 | - |
| Frekvencija motora | 25 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 295,05 | (K) |
| Tlak zraka | 103210 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 1,21860812 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 1,8214e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 333,54 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 23,3968249 | (m/s) |
| Re | 3,1e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,39 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 107,07 | 313,539632 |
| h2 | 110,6 | 558,405761 |
| h3 | 106,03 | 241,39777 |
| h4 | 107 | 308,68393 |
| h5 | 105,28 | 189,372388 |
| h6 | 105,39 | 197,002778 |
| h7 | 104,99 | 169,255908 |
| h8 | 104,7 | 149,139427 |
| h9 | 104,1 | 107,519122 |
| h10 | 104,05 | 104,050763 |
| h11 | 103,6 | 72,835534 |
| h12 | 103,2 | 45,0886639 |
| h13 | 103,3 | 52,0253814 |
| h14 | 102,9 | 24,2785113 |
| h15 | 102,81 | 18,0354656 |
| h16 | 98,43 | -285,79276 |
| h17 | 99,41 | -217,81293 |
| h18 | 100,23 | -160,93185 |
| h19 | 100,91 | -113,76217 |
| h20 | 101,32 | -85,321626 |
| h21 | 101,72 | -57,574755 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h22 | 101,91 | -44,394992 |
| h23 | 102,3 | -17,341794 |
| h24 | 102,4 | -10,405076 |
| h25 | 102,3 | -17,341794 |
| h26 | 102,29 | -18,035466 |
| h27 | 102,07 | -33,296244 |
| h28 | 102 | -38,151946 |
| h29 | 101,99 | -38,845618 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT DVADESET BEZ KRAJNJIH PLOČA | | |
|--|---|---|
| Broj mjerenja | 1 | - |
| Frekvencija motora | 30 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 375,83 | (K) |
| Tlak zraka | 10249 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09500095 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,1891e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 480,69 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 28,2172737 | (m/s) |
| Re | 3,7e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,3 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 110,55 | 554,937402 |
| h2 | 113,45 | 756,10221 |
| h3 | 109,45 | 478,633509 |
| h4 | 107,75 | 360,709311 |
| h5 | 107,45 | 339,899159 |
| h6 | 107,3 | 329,494082 |
| h7 | 106,25 | 256,658548 |
| h8 | 105,55 | 208,101526 |
| h9 | 105,25 | 187,291373 |
| h10 | 104,8 | 156,076144 |
| h11 | 104,6 | 142,202709 |
| h12 | 103,68 | 78,384908 |
| h13 | 103,37 | 56,8810837 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h14 | 103,19 | 44,3949922 |
| h15 | 103,2 | 45,0886639 |
| h16 | 96,69 | -406,49165 |
| h17 | 98,35 | -291,34214 |
| h18 | 99,48 | -212,95723 |
| h19 | 100,5 | -142,20271 |
| h20 | 100,69 | -129,02295 |
| h21 | 101,65 | -62,430458 |
| h22 | 101,85 | -48,557023 |
| h23 | 102,4 | -10,405076 |
| h24 | 102,4 | -10,405076 |
| h25 | 102,38 | -11,79242 |
| h26 | 102,23 | -22,197496 |
| h27 | 102 | -38,151946 |
| h28 | 101,9 | -45,088664 |
| h29 | 101,8 | -52,025381 |

POSTAVNI NAPADNI KUT DVADESET BEZ KRAJNJIH PLOČA

| | | |
|--------------------|---|---|
| Broj mjerenja | 2 | - |
| Frekvencija motora | 30 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 375,97 | (K) |
| Tlak zraka | 10250 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09497484 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,1897e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 480,69 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 28,2172737 | (m/s) |
| Re | 3,7e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,35 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 110,51 | 552,162715 |
| h2 | 113,43 | 754,714867 |
| h3 | 109,41 | 475,858822 |
| h4 | 107,81 | 364,871342 |
| h5 | 107,39 | 335,737128 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h6 | 107,32 | 330,881426 |
| h7 | 106,31 | 260,820579 |
| h8 | 105,62 | 212,957228 |
| h9 | 105,3 | 190,759732 |
| h10 | 104,89 | 162,31919 |
| h11 | 104,55 | 138,73435 |
| h12 | 103,52 | 67,28616 |
| h13 | 103,49 | 65,2051447 |
| h14 | 103,07 | 36,0709311 |
| h15 | 102,92 | 25,6658548 |
| h16 | 96,71 | -405,1043 |
| h17 | 98,29 | -295,50417 |
| h18 | 99,35 | -221,97496 |
| h19 | 100,31 | -155,38247 |
| h20 | 100,89 | -115,14951 |
| h21 | 101,51 | -72,141862 |
| h22 | 101,81 | -51,33171 |
| h23 | 102,28 | -18,729137 |
| h24 | 102,35 | -13,873435 |
| h25 | 102,31 | -16,648122 |
| h26 | 102,25 | -20,810153 |
| h27 | 102,01 | -37,458275 |
| h28 | 101,85 | -48,557023 |
| h29 | 101,79 | -52,719053 |

POSTAVNI NAPADNI KUT DVADESET BEZ KRAJNJIH PLOČA

| | | |
|--------------------|------------|----------------------|
| Broj mjerenja | 3 | - |
| Frekvencija motora | 30 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 375,85 | (K) |
| Tlak zraka | 10260 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09509785 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,1892e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 480,69 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 28,2172737 | (m/s) |
| Re | 3,7e5 | - |

| Razina atm. tlaka | 102,29 | (cm) |
|-------------------|---|---|
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 110,49 | 550,775371 |
| h2 | 113,51 | 760,264241 |
| h3 | 109,29 | 467,534761 |
| h4 | 107,72 | 358,628296 |
| h5 | 107,32 | 330,881426 |
| h6 | 107,11 | 316,314319 |
| h7 | 106,07 | 244,172457 |
| h8 | 105,42 | 199,083793 |
| h9 | 104,89 | 162,31919 |
| h10 | 104,99 | 169,255908 |
| h11 | 104,68 | 147,752083 |
| h12 | 103,65 | 76,3038928 |
| h13 | 103,55 | 69,3671752 |
| h14 | 103,2 | 45,0886639 |
| h15 | 103,07 | 36,0709311 |
| h16 | 96,87 | -394,00556 |
| h17 | 98,38 | -289,26112 |
| h18 | 99,49 | -212,26356 |
| h19 | 100,38 | -150,52677 |
| h20 | 100,81 | -120,69889 |
| h21 | 101,42 | -78,384908 |
| h22 | 101,79 | -52,719053 |
| h23 | 102,3 | -17,341794 |
| h24 | 102,35 | -13,873435 |
| h25 | 102,31 | -16,648122 |
| h26 | 102,2 | -24,278511 |
| h27 | 101,91 | -44,394992 |
| h28 | 101,89 | -45,782336 |
| h29 | 101,73 | -56,881084 |

PRILOG 4. OČITANJA ZA POSTAVNI NAPADNI KUT NULA S KRAJNJI PLOČAMA

| POSTAVNI NAPADNI KUT NULA S KRAJNJI PLOČAMA | | |
|---|---|---|
| Broj mjerenja | 1 | - |
| Frekvencija motora | 20 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 375,25 | (K) |
| Tlak zraka | 10200 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09469289 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,1866e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 196,2 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 18,03265111 | (m/s) |
| Re | 2,4e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 99,9 | -183,82301 |
| h2 | 102,73 | 12,4860915 |
| h3 | 103,2 | 45,0886639 |
| h4 | 103,35 | 55,4937402 |
| h5 | 103,6 | 72,835534 |
| h6 | 103,7 | 79,7722515 |
| h7 | 103,15 | 41,6203051 |
| h8 | 103,59 | 72,1418622 |
| h9 | 103,59 | 72,1418622 |
| h10 | 103,5 | 65,8988165 |
| h11 | 103,6 | 72,835534 |
| h12 | 103,33 | 54,1063967 |
| h13 | 103,4 | 58,9620989 |
| h14 | 103,15 | 41,6203051 |
| h15 | 102,72 | 11,7924198 |
| h16 | 103,22 | 46,4760074 |
| h17 | 103,19 | 44,3949922 |
| h18 | 103,34 | 54,8000684 |
| h19 | 103,55 | 69,3671752 |
| h20 | 103,5 | 65,8988165 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h21 | 103,69 | 79,0785798 |
| h22 | 103,59 | 72,1418622 |
| h23 | 103,6 | 72,835534 |
| h24 | 103,48 | 64,511473 |
| h25 | 103,35 | 55,4937402 |
| h26 | 103,3 | 52,0253814 |
| h27 | 103,2 | 45,0886639 |
| h28 | 102,9 | 24,2785113 |
| h29 | 102,25 | -20,810153 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT NULA S KRAJNJI PLOČAMA | | |
|---|---|---|
| Broj mjerenja | 2 | - |
| Frekvencija motora | 20 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 375,33 | (K) |
| Tlak zraka | 10215 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09481193 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,1869e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 196,2 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 18,03265111 | (m/s) |
| Re | 2,4e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 101,99 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 99,68 | -199,08379 |
| h2 | 102,55 | 0 |
| h3 | 103,03 | 33,2962441 |
| h4 | 103,15 | 41,6203051 |
| h5 | 103,5 | 65,8988165 |
| h6 | 103,61 | 73,5292057 |
| h7 | 102,99 | 30,5215571 |
| h8 | 103,45 | 62,4304577 |
| h9 | 103,42 | 60,3494425 |
| h10 | 103,45 | 62,4304577 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h11 | 103,46 | 63,1241295 |
| h12 | 103,11 | 38,8456181 |
| h13 | 103,29 | 51,3317097 |
| h14 | 103,31 | 52,7190532 |
| h15 | 102,79 | 16,6481221 |
| h16 | 103,25 | 48,5570227 |
| h17 | 103,29 | 51,3317097 |
| h18 | 103,49 | 65,2051447 |
| h19 | 103,51 | 66,5924882 |
| h20 | 103,59 | 72,1418622 |
| h21 | 103,61 | 73,5292057 |
| h22 | 103,6 | 72,835534 |
| h23 | 103,58 | 71,4481905 |
| h24 | 103,49 | 65,2051447 |
| h25 | 103,39 | 58,2684272 |
| h26 | 103,29 | 51,3317097 |
| h27 | 103,11 | 38,8456181 |
| h28 | 102,88 | 22,8911678 |
| h29 | 102,11 | -30,521557 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT NULA S KRAJNJI PLOČAMA | | |
|---|---|---|
| Broj mjerenja | 3 | - |
| Frekvencija motora | 20 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 375,43 | (K) |
| Tlak zraka | 10220 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09483307 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,1874e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 196,2 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 18,03265111 | (m/s) |
| Re | 2,4e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h1 | 99,78 | -192,14708 |
| h2 | 102,65 | 6,93671752 |
| h3 | 103 | 31,2152289 |
| h4 | 103,28 | 50,6380379 |
| h5 | 103,6 | 72,835534 |
| h6 | 103,71 | 80,4659233 |
| h7 | 102,95 | 27,7468701 |
| h8 | 103,41 | 59,6557707 |
| h9 | 103,38 | 57,5747554 |
| h10 | 103,39 | 58,2684272 |
| h11 | 103,48 | 64,511473 |
| h12 | 103,12 | 39,5392899 |
| h13 | 103,19 | 44,3949922 |
| h14 | 102,78 | 15,9544503 |
| h15 | 102,51 | -2,774687 |
| h16 | 102,94 | 27,0531983 |
| h17 | 103,18 | 43,7013204 |
| h18 | 103,35 | 55,4937402 |
| h19 | 103,51 | 66,5924882 |
| h20 | 103,6 | 72,835534 |
| h21 | 103,6 | 72,835534 |
| h22 | 103,5 | 65,8988165 |
| h23 | 103,59 | 72,1418622 |
| h24 | 103,41 | 59,6557707 |
| h25 | 103,19 | 44,3949922 |
| h26 | 103,15 | 41,6203051 |
| h27 | 103,07 | 36,0709311 |
| h28 | 102,88 | 22,8911678 |
| h29 | 102,12 | -29,827885 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT NULA S KRAJNJI PLOČAMA | | |
|---|----------|----------------------|
| Broj mjerenja | 1 | - |
| Frekvencija motora | 25 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 375,34 | (K) |
| Tlak zraka | 10210 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,094763 | (kg/m ³) |

| | | |
|-------------------|---|---|
| Viskoznost zraka | 2,187e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 313,92 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 22,81029891 | (m/s) |
| Re | 3e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,15 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 98,25 | -298,27885 |
| h2 | 102,8 | 17,3417938 |
| h3 | 103,65 | 76,3038928 |
| h4 | 103,77 | 84,6279538 |
| h5 | 104,15 | 110,98748 |
| h6 | 104,35 | 124,860915 |
| h7 | 103,47 | 63,8178012 |
| h8 | 104,2 | 114,455839 |
| h9 | 104,15 | 110,98748 |
| h10 | 104,33 | 123,473572 |
| h11 | 104,39 | 127,635602 |
| h12 | 103,78 | 85,3216255 |
| h13 | 103,8 | 86,708969 |
| h14 | 103,18 | 43,7013204 |
| h15 | 102,9 | 24,2785113 |
| h16 | 103,69 | 79,0785798 |
| h17 | 103,8 | 86,708969 |
| h18 | 104 | 100,582404 |
| h19 | 104,2 | 114,455839 |
| h20 | 104,25 | 117,924198 |
| h21 | 104,45 | 131,797633 |
| h22 | 104,31 | 122,086228 |
| h23 | 104,56 | 139,428022 |
| h24 | 104,1 | 107,519122 |
| h25 | 103,85 | 90,1773278 |
| h26 | 103,74 | 82,5469385 |
| h27 | 103,65 | 76,3038928 |
| h28 | 102,78 | 15,9544503 |
| h29 | 102,4 | -10,405076 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT NULA S KRAJNJIM PLOČAMA | | |
|--|---|---|
| Broj mjerenja | 2 | - |
| Frekvencija motora | 25 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 375,25 | (K) |
| Tlak zraka | 10194 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09463719 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,1866e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 313,92 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 22,81029891 | (m/s) |
| Re | 3e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,13 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 98,32 | -293,42315 |
| h2 | 102,81 | 18,0354656 |
| h3 | 103,48 | 64,511473 |
| h4 | 103,79 | 86,0152973 |
| h5 | 104,28 | 120,005213 |
| h6 | 104,45 | 131,797633 |
| h7 | 103,61 | 73,5292057 |
| h8 | 104,31 | 122,086228 |
| h9 | 104,22 | 115,843183 |
| h10 | 104,32 | 122,7799 |
| h11 | 104,43 | 130,410289 |
| h12 | 103,87 | 91,5646713 |
| h13 | 103,68 | 78,384908 |
| h14 | 103,79 | 86,0152973 |
| h15 | 102,89 | 23,5848396 |
| h16 | 103,61 | 73,5292057 |
| h17 | 103,85 | 90,1773278 |
| h18 | 104 | 100,582404 |
| h19 | 104,29 | 120,698885 |
| h20 | 104,32 | 122,7799 |
| h21 | 104,55 | 138,73435 |
| h22 | 104,4 | 128,329274 |
| h23 | 104,48 | 133,878648 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h24 | 104,32 | 122,7799 |
| h25 | 103,92 | 95,0330301 |
| h26 | 103,82 | 88,0963125 |
| h27 | 103,72 | 81,159595 |
| h28 | 102,79 | 16,6481221 |
| h29 | 102,41 | -9,7114045 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT NULA S KRAJNJIM PLOČAMA | | |
|--|---|---|
| Broj mjerenja | 3 | - |
| Frekvencija motora | 25 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 375,15 | (K) |
| Tlak zraka | 10199 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09470885 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,1861e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 313,92 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 22,81029891 | (m/s) |
| Re | 3e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,12 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 98,21 | -301,05354 |
| h2 | 102,81 | 18,0354656 |
| h3 | 103,5 | 65,8988165 |
| h4 | 103,82 | 88,0963125 |
| h5 | 104,21 | 115,149511 |
| h6 | 104,48 | 133,878648 |
| h7 | 103,4 | 58,9620989 |
| h8 | 104,39 | 127,635602 |
| h9 | 104,21 | 115,149511 |
| h10 | 104,25 | 117,924198 |
| h11 | 104,39 | 127,635602 |
| h12 | 103,9 | 93,6456866 |
| h13 | 103,81 | 87,4026408 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h14 | 103,28 | 50,6380379 |
| h15 | 102,99 | 30,5215571 |
| h16 | 103,65 | 76,3038928 |
| h17 | 103,88 | 92,2583431 |
| h18 | 104,08 | 106,131778 |
| h19 | 104,37 | 126,248259 |
| h20 | 104,38 | 126,941931 |
| h21 | 104,51 | 135,959663 |
| h22 | 104,39 | 127,635602 |
| h23 | 104,5 | 135,265992 |
| h24 | 104,3 | 121,392557 |
| h25 | 103,99 | 99,8887323 |
| h26 | 103,89 | 92,9520148 |
| h27 | 103,72 | 81,159595 |
| h28 | 102,74 | 13,1797633 |
| h29 | 102,45 | -6,9367175 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT NULA S KRAJNJI PLOČAMA | | |
|---|---|---|
| Broj mjerenja | 1 | - |
| Frekvencija motora | 30 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 375,05 | (K) |
| Tlak zraka | 10180 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09455762 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,1857e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 461,07 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 27,6510307 | (m/s) |
| Re | 3,6e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,25 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 96,18 | -441,86891 |
| h2 | 103,15 | 41,6203051 |
| h3 | 104,12 | 108,906465 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h4 | 104,49 | 134,57232 |
| h5 | 104,99 | 169,255908 |
| h6 | 105,38 | 196,309106 |
| h7 | 104 | 100,582404 |
| h8 | 105,21 | 184,516686 |
| h9 | 105,11 | 177,579969 |
| h10 | 105,28 | 189,372388 |
| h11 | 105,3 | 190,759732 |
| h12 | 104,51 | 135,959663 |
| h13 | 104,5 | 135,265992 |
| h14 | 103,42 | 60,3494425 |
| h15 | 103,48 | 64,511473 |
| h16 | 104,45 | 131,797633 |
| h17 | 104,8 | 156,076144 |
| h18 | 104,99 | 169,255908 |
| h19 | 105,48 | 203,245823 |
| h20 | 105,5 | 204,633167 |
| h21 | 105,7 | 218,506602 |
| h22 | 105,61 | 212,263556 |
| h23 | 105,51 | 205,326839 |
| h24 | 105,11 | 177,579969 |
| h25 | 104,81 | 156,769816 |
| h26 | 104,71 | 149,833099 |
| h27 | 104,49 | 134,57232 |
| h28 | 102,88 | 22,8911678 |
| h29 | 102,68 | 9,01773278 |

POSTAVNI NAPADNI KUT NULA S KRAJNJIM PLOČAMA

| | | |
|--------------------|------------|----------------------|
| Broj mjerjenja | 2 | - |
| Frekvencija motora | 30 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 375 | (K) |
| Tlak zraka | 10179 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09456093 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,1854e-5 | (Pa•s) |

| | | |
|-------------------|---|---|
| Razlika tlaka | 461,07 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 27,6510307 | (m/s) |
| Re | 3,6e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 96,2 | -440,48156 |
| h2 | 102,8 | 17,3417938 |
| h3 | 103,9 | 93,6456866 |
| h4 | 104,25 | 117,924198 |
| h5 | 104,82 | 157,463488 |
| h6 | 105,15 | 180,354656 |
| h7 | 103,81 | 87,4026408 |
| h8 | 104,96 | 167,174892 |
| h9 | 104,91 | 163,706534 |
| h10 | 105,05 | 173,417938 |
| h11 | 105 | 169,949579 |
| h12 | 104,25 | 117,924198 |
| h13 | 104,22 | 115,843183 |
| h14 | 103,15 | 41,6203051 |
| h15 | 103,28 | 50,6380379 |
| h16 | 104,21 | 115,149511 |
| h17 | 104,65 | 145,671068 |
| h18 | 104,73 | 151,220442 |
| h19 | 105,18 | 182,435671 |
| h20 | 105,2 | 183,823014 |
| h21 | 105,45 | 201,164808 |
| h22 | 105,28 | 189,372388 |
| h23 | 105,3 | 190,759732 |
| h24 | 104,94 | 165,787549 |
| h25 | 104,6 | 142,202709 |
| h26 | 104,36 | 125,554587 |
| h27 | 104,1 | 107,519122 |
| h28 | 102,75 | 13,873435 |
| h29 | 102,42 | -9,0177328 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT NULA S KRAJNJIM PLOČAMA | | |
|--|---|---|
| Broj mjerenja | 3 | - |
| Frekvencija motora | 30 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 375,04 | (K) |
| Tlak zraka | 10173 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09449512 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,1856e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 461,07 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 27,6510307 | (m/s) |
| Re | 3,6e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,12 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 96,38 | -427,99547 |
| h2 | 103,11 | 38,8456181 |
| h3 | 104,11 | 108,212793 |
| h4 | 104,49 | 134,57232 |
| h5 | 105 | 169,949579 |
| h6 | 105,41 | 198,390121 |
| h7 | 104 | 100,582404 |
| h8 | 105,29 | 190,06606 |
| h9 | 105,18 | 182,435671 |
| h10 | 105,27 | 188,678717 |
| h11 | 105,28 | 189,372388 |
| h12 | 104,5 | 135,265992 |
| h13 | 104,49 | 134,57232 |
| h14 | 103,28 | 50,6380379 |
| h15 | 103,49 | 65,2051447 |
| h16 | 104,48 | 133,878648 |
| h17 | 104,75 | 152,607786 |
| h18 | 104,99 | 169,255908 |
| h19 | 105,38 | 196,309106 |
| h20 | 105,41 | 198,390121 |
| h21 | 105,68 | 217,119258 |
| h22 | 105,52 | 206,02051 |
| h23 | 105,53 | 206,714182 |

Petra Rogošić**Završni rad**

| | | |
|-----|--------|------------|
| h24 | 105,12 | 178,27364 |
| h25 | 104,78 | 154,688801 |
| h26 | 104,69 | 148,445755 |
| h27 | 104,48 | 133,878648 |
| h28 | 102,9 | 24,2785113 |
| h29 | 102,61 | 4,16203051 |

PRILOG 5. OČITANJA ZA POSTAVNI NAPADNI KUT DESET S KRAJNJI PLOČAMA

| POSTAVNI NAPADNI KUT DESET S KRAJNJI PLOČAMA | | |
|--|---|---|
| Broj mjerenja | 1 | - |
| Frekvencija motora | 20 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 295,05 | (K) |
| Tlak zraka | 101950 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 1,20373121 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 1,8214e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 196,2 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 18,0550934 | (m/s) |
| Re | 2,4e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 1102,2 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 101,79 | -52,719053 |
| h2 | 105,21 | 184,516686 |
| h3 | 104,79 | 155,382473 |
| h4 | 104,45 | 131,797633 |
| h5 | 104,61 | 142,896381 |
| h6 | 104,52 | 136,653335 |
| h7 | 103,42 | 60,3494425 |
| h8 | 104,07 | 105,438106 |
| h9 | 103,82 | 88,0963125 |
| h10 | 103,87 | 91,5646713 |
| h11 | 103,99 | 99,8887323 |
| h12 | 103,32 | 53,4127249 |
| h13 | 103,23 | 47,1696792 |
| h14 | 102,77 | 15,2607786 |
| h15 | 102,83 | 19,4228091 |
| h16 | 100,52 | -140,81537 |
| h17 | 101,12 | -99,195061 |
| h18 | 101,58 | -67,28616 |
| h19 | 101,92 | -43,70132 |
| h20 | 102,03 | -36,070931 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h21 | 102,41 | -9,7114045 |
| h22 | 102,39 | -11,098748 |
| h23 | 102,51 | -2,774687 |
| h24 | 102,61 | 4,16203051 |
| h25 | 102,44 | -7,6303893 |
| h26 | 102,39 | -11,098748 |
| h27 | 102,2 | -24,278511 |
| h28 | 102,11 | -30,521557 |
| h29 | 102,2 | -24,278511 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT DESET S KRAJNJI PLOČAMA | | |
|--|---|---|
| Broj mjerenja | 2 | - |
| Frekvencija motora | 20 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 295,05 | (K) |
| Tlak zraka | 101950 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 1,20373121 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 1,8214e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 196,2 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 18,0550934 | (m/s) |
| Re | 2,4e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 101,93 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 101,8 | -52,025381 |
| h2 | 104,98 | 168,562236 |
| h3 | 104,65 | 145,671068 |
| h4 | 104,67 | 147,058411 |
| h5 | 104,57 | 140,121694 |
| h6 | 104,3 | 121,392557 |
| h7 | 104,23 | 116,536854 |
| h8 | 103,78 | 85,3216255 |
| h9 | 103,65 | 76,3038928 |
| h10 | 103,8 | 86,708969 |
| h11 | 103,79 | 86,0152973 |
| h12 | 103,22 | 46,4760074 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h13 | 102,99 | 30,5215571 |
| h14 | 102,45 | -6,9367175 |
| h15 | 102,67 | 8,32406103 |
| h16 | 100,05 | -173,41794 |
| h17 | 101,12 | -99,195061 |
| h18 | 101,5 | -72,835534 |
| h19 | 101,62 | -64,511473 |
| h20 | 101,83 | -49,944366 |
| h21 | 102,2 | -24,278511 |
| h22 | 102,1 | -31,215229 |
| h23 | 102,3 | -17,341794 |
| h24 | 102,4 | -10,405076 |
| h25 | 102,2 | -24,278511 |
| h26 | 102,11 | -30,521557 |
| h27 | 102 | -38,151946 |
| h28 | 101,9 | -45,088664 |
| h29 | 101,85 | -48,557023 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT DESET S KRAJNJIM PLOČAMA | | |
|---|---|---|
| Broj mjerenja | 3 | - |
| Frekvencija motora | 20 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 295,05 | (K) |
| Tlak zraka | 101950 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 1,20373121 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 1,8214e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 196,2 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 18,0550934 | (m/s) |
| Re | 2,4e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,12 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 101,89 | -45,782336 |
| h2 | 105,11 | 177,579969 |
| h3 | 104,78 | 154,688801 |
| h4 | 104,41 | 129,022946 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h5 | 104,52 | 136,653335 |
| h6 | 104,51 | 135,959663 |
| h7 | 103,39 | 58,2684272 |
| h8 | 103,95 | 97,1140453 |
| h9 | 103,87 | 91,5646713 |
| h10 | 103,78 | 85,3216255 |
| h11 | 103,91 | 94,3393583 |
| h12 | 103,29 | 51,3317097 |
| h13 | 103,12 | 39,5392899 |
| h14 | 102,78 | 15,9544503 |
| h15 | 102,87 | 22,1974961 |
| h16 | 100,52 | -140,81537 |
| h17 | 101,19 | -94,339358 |
| h18 | 101,51 | -72,141862 |
| h19 | 101,99 | -38,845618 |
| h20 | 102,01 | -37,458275 |
| h21 | 102,42 | -9,0177328 |
| h22 | 102,42 | -9,0177328 |
| h23 | 102,71 | 11,098748 |
| h24 | 102,6 | 3,46835876 |
| h25 | 102,49 | -4,1620305 |
| h26 | 102,43 | -8,324061 |
| h27 | 102,28 | -18,729137 |
| h28 | 102,21 | -23,58484 |
| h29 | 102,11 | -30,521557 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT DESET S KRAJNJI PLOČAMA | | |
|--|-------------|----------------------|
| Broj mjerenja | 1 | - |
| Frekvencija motora | 25 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 375,93 | (K) |
| Tlak zraka | 10240 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09489228 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,1896e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 304,11 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 22,47790784 | (m/s) |

| | | |
|-------------------|---|---|
| Re | 3e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 101,8 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 101,35 | -83,24061 |
| h2 | 106,6 | 280,93706 |
| h3 | 105,99 | 238,623083 |
| h4 | 105,39 | 197,002778 |
| h5 | 105,48 | 203,245823 |
| h6 | 105,52 | 206,02051 |
| h7 | 103,87 | 91,5646713 |
| h8 | 104,76 | 153,301457 |
| h9 | 104,59 | 141,509037 |
| h10 | 104,6 | 142,202709 |
| h11 | 104,55 | 138,73435 |
| h12 | 103,8 | 86,708969 |
| h13 | 103,77 | 84,6279538 |
| h14 | 102,75 | 13,873435 |
| h15 | 102,9 | 24,2785113 |
| h16 | 99,4 | -218,5066 |
| h17 | 100,41 | -148,44576 |
| h18 | 101 | -107,51912 |
| h19 | 101,7 | -58,962099 |
| h20 | 101,77 | -54,106397 |
| h21 | 102,2 | -24,278511 |
| h22 | 102,12 | -29,827885 |
| h23 | 102,5 | -3,4683588 |
| h24 | 102,46 | -6,2430458 |
| h25 | 102,24 | -21,503824 |
| h26 | 102,15 | -27,74687 |
| h27 | 101,99 | -38,845618 |
| h28 | 101,82 | -50,638038 |
| h29 | 101,79 | -52,719053 |

POSTAVNI NAPADNI KUT DESET S KRAJNJIM PLOČAMA

| | | |
|--------------------|--------|------|
| Broj mjerenja | 2 | - |
| Frekvencija motora | 25 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 375,94 | (K) |

| | | |
|-------------------|---|---|
| Tlak zraka | 10241 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09489902 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,1896e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 304,11 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 22,47790784 | (m/s) |
| Re | 3e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 101,8 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 101,49 | -73,529206 |
| h2 | 106,78 | 293,423151 |
| h3 | 106,21 | 253,883861 |
| h4 | 105,68 | 217,119258 |
| h5 | 105,81 | 226,136991 |
| h6 | 105,79 | 224,749648 |
| h7 | 104,07 | 105,438106 |
| h8 | 105,05 | 173,417938 |
| h9 | 104,82 | 157,463488 |
| h10 | 104,79 | 155,382473 |
| h11 | 104,81 | 156,769816 |
| h12 | 104,11 | 108,212793 |
| h13 | 103,89 | 92,9520148 |
| h14 | 103,05 | 34,6835876 |
| h15 | 103,21 | 45,7823357 |
| h16 | 99,57 | -206,71418 |
| h17 | 100,68 | -129,71662 |
| h18 | 101,35 | -83,24061 |
| h19 | 101,89 | -45,782336 |
| h20 | 102,13 | -29,134214 |
| h21 | 102,54 | -0,6936718 |
| h22 | 102,6 | 3,46835876 |
| h23 | 102,87 | 22,1974961 |
| h24 | 102,88 | 22,8911678 |
| h25 | 102,78 | 15,9544503 |
| h26 | 102,62 | 4,85570227 |
| h27 | 102,38 | -11,79242 |
| h28 | 102,13 | -29,134214 |
| h29 | 102 | -38,151946 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT DESET S KRAJNJIM PLOČAMA | | |
|---|---|---|
| Broj mjerenja | 3 | - |
| Frekvencija motora | 25 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 375,89 | (K) |
| Tlak zraka | 10245 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09494872 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,1894e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 304,11 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 22,47790784 | (m/s) |
| Re | 3e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 101,81 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 101,3 | -86,708969 |
| h2 | 106,5 | 274,000342 |
| h3 | 105,99 | 238,623083 |
| h4 | 105,33 | 192,840747 |
| h5 | 105,55 | 208,101526 |
| h6 | 105,56 | 208,795197 |
| h7 | 103,77 | 84,6279538 |
| h8 | 104,68 | 147,752083 |
| h9 | 104,52 | 136,653335 |
| h10 | 104,59 | 141,509037 |
| h11 | 104,5 | 135,265992 |
| h12 | 103,78 | 85,3216255 |
| h13 | 103,53 | 67,9798317 |
| h14 | 102,72 | 11,7924198 |
| h15 | 102,9 | 24,2785113 |
| h16 | 99,39 | -219,20027 |
| h17 | 100,48 | -143,59005 |
| h18 | 101,1 | -100,5824 |
| h19 | 101,66 | -61,736786 |
| h20 | 101,8 | -52,025381 |
| h21 | 102,28 | -18,729137 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h22 | 102,44 | -7,6303893 |
| h23 | 102,65 | 6,93671752 |
| h24 | 102,53 | -1,3873435 |
| h25 | 102,35 | -13,873435 |
| h26 | 102,23 | -22,197496 |
| h27 | 101,99 | -38,845618 |
| h28 | 102 | -38,151946 |
| h29 | 101,82 | -50,638038 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT DESET S KRAJNJI PLOČAMA | | |
|--|---|---|
| Broj mjerenja | 1 | - |
| Frekvencija motora | 30 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 376,03 | (K) |
| Tlak zraka | 10268 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09512645 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,19e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 451,26 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 27,3766511 | (m/s) |
| Re | 3,6e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 101,11 | -99,888732 |
| h2 | 108,61 | 420,365082 |
| h3 | 107,79 | 363,483998 |
| h4 | 107,11 | 316,314319 |
| h5 | 107,21 | 323,251037 |
| h6 | 107,28 | 328,106739 |
| h7 | 104,78 | 154,688801 |
| h8 | 106,19 | 252,496518 |
| h9 | 105,89 | 231,686365 |
| h10 | 105,88 | 230,992694 |
| h11 | 105,79 | 224,749648 |
| h12 | 104,83 | 158,15716 |
| h13 | 104,62 | 143,590053 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h14 | 103,44 | 61,736786 |
| h15 | 103,52 | 67,28616 |
| h16 | 98,62 | -272,613 |
| h17 | 100,07 | -172,0306 |
| h18 | 100,91 | -113,76217 |
| h19 | 101,81 | -51,33171 |
| h20 | 102,21 | -23,58484 |
| h21 | 102,78 | 15,9544503 |
| h22 | 102,83 | 19,4228091 |
| h23 | 103,17 | 43,0076486 |
| h24 | 103 | 31,2152289 |
| h25 | 102,8 | 17,3417938 |
| h26 | 102,7 | 10,4050763 |
| h27 | 102,39 | -11,098748 |
| h28 | 102,11 | -30,521557 |
| h29 | 101,99 | -38,845618 |

POSTAVNI NAPADNI KUT DESET S KRAJNJI PLOČAMA

| | | |
|--------------------|---|---|
| Broj mjerenja | 2 | - |
| Frekvencija motora | 30 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 375,9 | (K) |
| Tlak zraka | 10242 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09491839 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,1894e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 451,26 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 27,3766511 | (m/s) |
| Re | 3,6e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 101 | -107,51912 |
| h2 | 108,65 | 423,139769 |
| h3 | 107,7 | 357,240952 |
| h4 | 106,85 | 298,278854 |
| h5 | 107,01 | 309,377602 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h6 | 106,99 | 307,990258 |
| h7 | 104,6 | 142,202709 |
| h8 | 105,96 | 236,542068 |
| h9 | 105,72 | 219,893945 |
| h10 | 105,64 | 214,344571 |
| h11 | 105,6 | 211,569884 |
| h12 | 104,58 | 140,815366 |
| h13 | 104,35 | 124,860915 |
| h14 | 103,19 | 44,3949922 |
| h15 | 103,3 | 52,0253814 |
| h16 | 98,7 | -267,06363 |
| h17 | 99,8 | -190,75973 |
| h18 | 100,87 | -116,53685 |
| h19 | 101,56 | -68,673504 |
| h20 | 101,9 | -45,088664 |
| h21 | 102,38 | -11,79242 |
| h22 | 102,5 | -3,4683588 |
| h23 | 102,87 | 22,1974961 |
| h24 | 102,77 | 15,2607786 |
| h25 | 102,55 | 0 |
| h26 | 102,3 | -17,341794 |
| h27 | 102,1 | -31,215229 |
| h28 | 101,9 | -45,088664 |
| h29 | 101,67 | -61,043114 |

POSTAVNI NAPADNI KUT DESET S KRAJNJI PLOČAMA

| | | |
|--------------------|------------|----------------------|
| Broj mjerenja | 3 | - |
| Frekvencija motora | 30 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 376,05 | (K) |
| Tlak zraka | 10261 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09505654 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,1901e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 451,26 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 27,3766511 | (m/s) |
| Re | 3,6e5 | - |

| Razina atm. tlaka | 101,99 | (cm) |
|-------------------|---|---|
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 100,99 | -108,21279 |
| h2 | 108,42 | 407,185319 |
| h3 | 107,81 | 364,871342 |
| h4 | 106,92 | 303,134556 |
| h5 | 107 | 308,68393 |
| h6 | 107,03 | 310,764945 |
| h7 | 104,68 | 147,752083 |
| h8 | 106,11 | 246,947144 |
| h9 | 105,81 | 226,136991 |
| h10 | 105,72 | 219,893945 |
| h11 | 105,74 | 221,281289 |
| h12 | 104,69 | 148,445755 |
| h13 | 104,48 | 133,878648 |
| h14 | 103,32 | 53,4127249 |
| h15 | 103,49 | 65,2051447 |
| h16 | 98,63 | -271,91933 |
| h17 | 99,98 | -178,27364 |
| h18 | 100,88 | -115,84318 |
| h19 | 101,68 | -60,349443 |
| h20 | 102 | -38,151946 |
| h21 | 102,92 | 25,6658548 |
| h22 | 102,63 | 5,54937402 |
| h23 | 103 | 31,2152289 |
| h24 | 102,89 | 23,5848396 |
| h25 | 102,71 | 11,098748 |
| h26 | 102,93 | 26,3595266 |
| h27 | 102,17 | -26,359527 |
| h28 | 101,97 | -40,232962 |
| h29 | 101,9 | -45,088664 |

PRILOG 6. OČITANJA ZA POSTAVNI NAPADNI KUT DVADESET S KRAJNJI PLOČAMA

| POSTAVNI NAPADNI KUT DVADESET S KRAJNJI PLOČAMA | | |
|---|---|---|
| Broj mjerenja | 1 | - |
| Frekvencija motora | 20 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 295,35 | (K) |
| Tlak zraka | 101280 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 1,19460582 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 1,8228e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 176,58 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 17,1938621 | (m/s) |
| Re | 2,3e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,5 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 102,4 | -10,405076 |
| h2 | 57,5747554 | 57,5747554 |
| h3 | 60,3494425 | 60,3494425 |
| h4 | 52,7190532 | 52,7190532 |
| h5 | 62,4304577 | 62,4304577 |
| h6 | 67,28616 | 67,28616 |
| h7 | 24,9721831 | 24,9721831 |
| h8 | 43,7013204 | 43,7013204 |
| h9 | 39,5392899 | 39,5392899 |
| h10 | 47,1696792 | 47,1696792 |
| h11 | 65,8988165 | 65,8988165 |
| h12 | 53,4127249 | 53,4127249 |
| h13 | 64,511473 | 64,511473 |
| h14 | 34,6835876 | 34,6835876 |
| h15 | 64,511473 | 64,511473 |
| h16 | -182,43567 | -182,43567 |
| h17 | -148,44576 | -148,44576 |
| h18 | -115,14951 | -115,14951 |
| h19 | -99,195061 | -99,195061 |
| h20 | -83,24061 | -83,24061 |

| | | |
|-----|------------|------------|
| h21 | -53,412725 | -53,412725 |
| h22 | -57,574755 | -57,574755 |
| h23 | -49,944366 | -49,944366 |
| h24 | -38,845618 | -38,845618 |
| h25 | -42,313977 | -42,313977 |
| h26 | -38,845618 | -38,845618 |
| h27 | -45,088664 | -45,088664 |
| h28 | -45,782336 | -45,782336 |
| h29 | -41,620305 | -41,620305 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT DVADESET S KRAJNJIM PLOČAMA | | |
|--|---|---|
| Broj mjerenja | 2 | - |
| Frekvencija motora | 20 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 295,35 | (K) |
| Tlak zraka | 101280 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 1,19460582 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 1,8228e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 176,58 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 17,1938621 | (m/s) |
| Re | 2,3e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 101,9 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 102,4 | -10,405076 |
| h2 | 103,42 | 60,3494425 |
| h3 | 103,56 | 70,060847 |
| h4 | 103,14 | 40,9266334 |
| h5 | 103,22 | 46,4760074 |
| h6 | 103,21 | 45,7823357 |
| h7 | 102,71 | 11,098748 |
| h8 | 102,95 | 27,7468701 |
| h9 | 102,99 | 30,5215571 |
| h10 | 103,13 | 40,2329616 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h11 | 103,2 | 45,0886639 |
| h12 | 103,01 | 31,9089006 |
| h13 | 103,1 | 38,1519464 |
| h14 | 102,8 | 17,3417938 |
| h15 | 103,15 | 41,6203051 |
| h16 | 99,6 | -204,63317 |
| h17 | 100 | -176,8863 |
| h18 | 101,6 | -65,898817 |
| h19 | 100,91 | -113,76217 |
| h20 | 101,03 | -105,43811 |
| h21 | 101,49 | -73,529206 |
| h22 | 101,45 | -76,303893 |
| h23 | 101,75 | -55,49374 |
| h24 | 101,79 | -52,719053 |
| h25 | 101,7 | -58,962099 |
| h26 | 101,7 | -58,962099 |
| h27 | 101,69 | -59,655771 |
| h28 | 101,71 | -58,268427 |
| h29 | 101,62 | -64,511473 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT DVADESET S KRAJNJI PLOČAMA | | |
|---|---|---|
| Broj mjerenja | 3 | - |
| Frekvencija motora | 20 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 295,35 | (K) |
| Tlak zraka | 101280 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 1,19460582 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 1,8228e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 176,58 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 17,1938621 | (m/s) |
| Re | 2,3e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,1 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h1 | 102,41 | -9,7114045 |
| h2 | 103,52 | 67,28616 |
| h3 | 103,49 | 65,2051447 |
| h4 | 103,38 | 57,5747554 |
| h5 | 103,49 | 65,2051447 |
| h6 | 103,5 | 65,8988165 |
| h7 | 102,87 | 22,1974961 |
| h8 | 103,21 | 45,7823357 |
| h9 | 103,17 | 43,0076486 |
| h10 | 103,25 | 48,5570227 |
| h11 | 103,5 | 65,8988165 |
| h12 | 103,31 | 52,7190532 |
| h13 | 103,42 | 60,3494425 |
| h14 | 103,05 | 34,6835876 |
| h15 | 103,38 | 57,5747554 |
| h16 | 99,91 | -183,12934 |
| h17 | 100,42 | -147,75208 |
| h18 | 100,82 | -120,00521 |
| h19 | 101,12 | -99,195061 |
| h20 | 101,32 | -85,321626 |
| h21 | 101,62 | -64,511473 |
| h22 | 101,68 | -60,349443 |
| h23 | 101,91 | -44,394992 |
| h24 | 101,95 | -41,620305 |
| h25 | 101,96 | -40,926633 |
| h26 | 102 | -38,151946 |
| h27 | 101,95 | -41,620305 |
| h28 | 102 | -38,151946 |
| h29 | 101,99 | -38,845618 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT DVADESET S KRAJNJI PLOČAMA | | |
|---|-----------|----------------------|
| Broj mjerenja | 1 | - |
| Frekvencija motora | 25 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 374,97 | (K) |
| Tlak zraka | 10179 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,0945685 | (kg/m ³) |

| | | |
|-------------------|---|---|
| Viskoznost zraka | 2,1853e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 274,68 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 21,44345517 | (m/s) |
| Re | 2,8e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 101,89 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 102,4 | -10,405076 |
| h2 | 104,01 | 101,276076 |
| h3 | 104 | 100,582404 |
| h4 | 103,78 | 85,3216255 |
| h5 | 103,51 | 66,5924882 |
| h6 | 104 | 100,582404 |
| h7 | 103,1 | 38,1519464 |
| h8 | 103,5 | 65,8988165 |
| h9 | 103,6 | 72,835534 |
| h10 | 103,72 | 81,159595 |
| h11 | 103,98 | 99,1950606 |
| h12 | 103,8 | 86,708969 |
| h13 | 104,02 | 101,969748 |
| h14 | 103,37 | 56,8810837 |
| h15 | 103,99 | 99,8887323 |
| h16 | 98,46 | -283,71175 |
| h17 | 99,3 | -225,44332 |
| h18 | 99,85 | -187,29137 |
| h19 | 100,2 | -163,01286 |
| h20 | 100,5 | -142,20271 |
| h21 | 101 | -107,51912 |
| h22 | 101,15 | -97,114045 |
| h23 | 101,5 | -72,835534 |
| h24 | 101,6 | -65,898817 |
| h25 | 101,61 | -65,205145 |
| h26 | 101,7 | -58,962099 |
| h27 | 101,25 | -90,177328 |
| h28 | 101,5 | -72,835534 |
| h29 | 101,46 | -75,610221 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT DVADESET S KRAJNJI PLOČAMA | | |
|---|---|---|
| Broj mjerenja | 2 | - |
| Frekvencija motora | 25 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 375,28 | (K) |
| Tlak zraka | 10200 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09468532 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,1867e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 274,68 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 21,44345517 | (m/s) |
| Re | 2,8e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,2 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 102,51 | -2,774687 |
| h2 | 104,17 | 112,374824 |
| h3 | 104,09 | 106,82545 |
| h4 | 103,92 | 95,0330301 |
| h5 | 104 | 100,582404 |
| h6 | 104,12 | 108,906465 |
| h7 | 103,28 | 50,6380379 |
| h8 | 103,85 | 90,1773278 |
| h9 | 103,79 | 86,0152973 |
| h10 | 103,88 | 92,2583431 |
| h11 | 103,91 | 94,3393583 |
| h12 | 103,84 | 89,4836561 |
| h13 | 104,11 | 108,212793 |
| h14 | 103,42 | 60,3494425 |
| h15 | 104,11 | 108,212793 |
| h16 | 98,52 | -279,54972 |
| h17 | 99,31 | -224,74965 |
| h18 | 99,99 | -177,57997 |
| h19 | 100,04 | -174,11161 |
| h20 | 100,82 | -120,00521 |
| h21 | 101,3 | -86,708969 |
| h22 | 101,41 | -79,07858 |
| h23 | 101,75 | -55,49374 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h24 | 101,81 | -51,33171 |
| h25 | 101,82 | -50,638038 |
| h26 | 101,85 | -48,557023 |
| h27 | 101,82 | -50,638038 |
| h28 | 101,8 | -52,025381 |
| h29 | 101,79 | -52,719053 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT DVADESET S KRAJNJI PLOČAMA | | |
|---|---|---|
| Broj mjerenja | 3 | - |
| Frekvencija motora | 25 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 375,15 | (K) |
| Tlak zraka | 10182 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 0,09455098 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 2,1861e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 274,68 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 21,44345517 | (m/s) |
| Re | 2,8e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,1 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 102,5 | -3,4683588 |
| h2 | 104,15 | 110,98748 |
| h3 | 104,03 | 102,663419 |
| h4 | 103,88 | 92,2583431 |
| h5 | 103,99 | 99,8887323 |
| h6 | 104,01 | 101,276076 |
| h7 | 103,28 | 50,6380379 |
| h8 | 103,75 | 83,2406103 |
| h9 | 103,7 | 79,7722515 |
| h10 | 103,8 | 86,708969 |
| h11 | 104,1 | 107,519122 |
| h12 | 103,89 | 92,9520148 |
| h13 | 104,11 | 108,212793 |
| h14 | 103,48 | 64,511473 |
| h15 | 104,1 | 107,519122 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h16 | 98,48 | -282,3244 |
| h17 | 99,3 | -225,44332 |
| h18 | 99,8 | -190,75973 |
| h19 | 100,39 | -149,8331 |
| h20 | 100,7 | -128,32927 |
| h21 | 101,18 | -95,03303 |
| h22 | 101,26 | -89,483656 |
| h23 | 101,6 | -65,898817 |
| h24 | 101,7 | -58,962099 |
| h25 | 101,69 | -59,655771 |
| h26 | 101,65 | -62,430458 |
| h27 | 101,57 | -67,979832 |
| h28 | 101,49 | -73,529206 |
| h29 | 101,5 | -72,835534 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT DVADESET S KRAJNJIM PLOČAMA | | |
|--|---|---|
| Broj mjerenja | 1 | - |
| Frekvencija motora | 30 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 295,55 | (K) |
| Tlak zraka | 101240 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 1,19332594 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 1,8237e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 392,4 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 25,6448378 | (m/s) |
| Re | 3,4e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,1 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 102,75 | 13,873435 |
| h2 | 105,12 | 178,27364 |
| h3 | 105,02 | 171,336923 |
| h4 | 104,68 | 147,752083 |
| h5 | 104,92 | 164,400205 |

| | | |
|-----|--------|------------|
| h6 | 104,99 | 169,255908 |
| h7 | 103,77 | 84,6279538 |
| h8 | 104,62 | 143,590053 |
| h9 | 104,68 | 147,752083 |
| h10 | 104,79 | 155,382473 |
| h11 | 105,22 | 185,210358 |
| h12 | 104,88 | 161,625518 |
| h13 | 105,32 | 192,147075 |
| h14 | 104,28 | 120,005213 |
| h15 | 105,17 | 181,741999 |
| h16 | 96,99 | -385,68149 |
| h17 | 98,03 | -313,53963 |
| h18 | 98,91 | -252,49652 |
| h19 | 99,78 | -192,14708 |
| h20 | 100,31 | -155,38247 |
| h21 | 100,87 | -116,53685 |
| h22 | 101,03 | -105,43811 |
| h23 | 101,41 | -79,07858 |
| h24 | 101,79 | -52,719053 |
| h25 | 101,78 | -53,412725 |
| h26 | 101,81 | -51,33171 |
| h27 | 101,72 | -57,574755 |
| h28 | 101,75 | -55,49374 |
| h29 | 101,62 | -64,511473 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT DVADESET S KRAJNJI PLOČAMA | | |
|---|------------|----------------------|
| Broj mjerenja | 2 | - |
| Frekvencija motora | 30 | (Hz) |
| Temperatura zraka | 295,55 | (K) |
| Tlak zraka | 101240 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 1,19332594 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 1,8237e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 392,4 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 25,6448378 | (m/s) |

| | | |
|-------------------|---|---|
| Re | 3,4e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 101,93 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 102,78 | 15,9544503 |
| h2 | 104,99 | 169,255908 |
| h3 | 104,82 | 157,463488 |
| h4 | 104,6 | 142,202709 |
| h5 | 104,79 | 155,382473 |
| h6 | 104,9 | 163,012862 |
| h7 | 103,75 | 83,2406103 |
| h8 | 104,49 | 134,57232 |
| h9 | 104,45 | 131,797633 |
| h10 | 104,6 | 142,202709 |
| h11 | 105 | 169,949579 |
| h12 | 104,7 | 149,139427 |
| h13 | 105,03 | 172,030595 |
| h14 | 104 | 100,582404 |
| h15 | 104,9 | 163,012862 |
| h16 | 96,9 | -391,92454 |
| h17 | 98,1 | -308,68393 |
| h18 | 98,9 | -253,19019 |
| h19 | 99,68 | -199,08379 |
| h20 | 100,01 | -176,19263 |
| h21 | 100,7 | -128,32927 |
| h22 | 100,89 | -115,14951 |
| h23 | 101,4 | -79,772252 |
| h24 | 101,5 | -72,835534 |
| h25 | 101,45 | -76,303893 |
| h26 | 101,52 | -71,448191 |
| h27 | 101,4 | -79,772252 |
| h28 | 101,42 | -78,384908 |
| h29 | 101,3 | -86,708969 |

| POSTAVNI NAPADNI KUT DVADESET S KRAJNJI PLOČAMA | | |
|---|----|------|
| Broj mjerenja | 3 | - |
| Frekvencija motora | 30 | (Hz) |

| | | |
|-------------------|---|---|
| Temperatura zraka | 295,55 | (K) |
| Tlak zraka | 101240 | (Pa) |
| Gustoća zraka | 1,19332594 | (kg/m ³) |
| Viskoznost zraka | 1,8237e-5 | (Pa•s) |
| Razlika tlaka | 392,4 | (Pa) |
| Brzina strujanja | 25,6448378 | (m/s) |
| Re | 3,4e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,41 | (cm) |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 102,68 | 9,01773278 |
| h2 | 104,92 | 164,400205 |
| h3 | 104,84 | 158,850831 |
| h4 | 104,7 | 149,139427 |
| h5 | 104,8 | 156,076144 |
| h6 | 104,99 | 169,255908 |
| h7 | 103,72 | 81,159595 |
| h8 | 104,58 | 140,815366 |
| h9 | 104,41 | 129,022946 |
| h10 | 104,61 | 142,896381 |
| h11 | 105 | 169,949579 |
| h12 | 104,78 | 154,688801 |
| h13 | 105,21 | 184,516686 |
| h14 | 104,07 | 105,438106 |
| h15 | 105 | 169,949579 |
| h16 | 96,87 | -394,00556 |
| h17 | 98,05 | -312,15229 |
| h18 | 98,95 | -249,72183 |
| h19 | 99,87 | -185,90403 |
| h20 | 100,03 | -174,80528 |
| h21 | 100,79 | -122,08623 |
| h22 | 100,99 | -108,21279 |
| h23 | 101,42 | -78,384908 |
| h24 | 101,68 | -60,349443 |
| h25 | 101,32 | -85,321626 |
| h26 | 101,73 | -56,881084 |
| h27 | 101,7 | -58,962099 |

Petra Rogošić

Završni rad

| | | |
|-----|--------|------------|
| h28 | 101,62 | -64,511473 |
| h29 | 101,5 | -72,835534 |

**PRILOG 7. OČITANJA ZA POSEBNO MJERENJE KOJE SLUŽI ZA
IZRAČUN ODSUPANJA KUTOMJERA ZA POSTAVNI NAPADNI
KUT OD NULA STUPNJEVA**

| POSEBNO MJERENJE KOJE SLUŽI ZA IZRAČUN ODSUPANJA KUTOMJERA ZA POSTAVNI NAPADNI KUT OD NULA STUPNJEVA | | |
|---|---|---|
| Frekvencija motora | 25 | - |
| Temperatura zraka | 295,95 | (Hz) |
| Tlak zraka | 102002 | (K) |
| Gustoća zraka | 1,2006827 | (Pa) |
| Viskoznost zraka | 1,8256e-5 | (kg/m ³) |
| Razlika tlaka | 294,3 | (Pa•s) |
| Brzina strujanja | 22,1409373 | (Pa) |
| Re | 2,9e5 | - |
| Razina atm. tlaka | 102,2 | •10 ⁵ |
| Mjerne točke | Očitani iznos visine stupca vode u mjernim točkama (cm) | Iznos razlike tlaka u pripadajućim mjernim točkama (Pa) |
| h1 | 98,79 | -260,82058 |
| h2 | 103,42 | 60,3494425 |
| h3 | 103,77 | 84,6279538 |
| h4 | 104,11 | 108,212793 |
| h5 | 103,99 | 99,8887323 |
| h6 | 104,28 | 120,005213 |
| h7 | 104,3 | 121,392557 |
| h8 | 104,11 | 108,212793 |
| h9 | 103,85 | 90,1773278 |
| h10 | 104,2 | 114,455839 |
| h11 | 103,8 | 86,708969 |
| h12 | 103,69 | 79,0785798 |
| h13 | 103,79 | 86,0152973 |
| h14 | 103,18 | 43,7013204 |
| h15 | 102,85 | 20,8101526 |
| h16 | 102,75 | 13,873435 |
| h17 | 103,4 | 58,9620989 |
| h18 | 103,5 | 65,8988165 |
| h19 | 103,85 | 90,1773278 |
| h20 | 103,9 | 93,6456866 |

Petra Rogošić**Završni rad**

| | | |
|-----|--------|------------|
| h21 | 104,18 | 113,068496 |
| h22 | 103,88 | 92,2583431 |
| h23 | 103,93 | 95,7267018 |
| h24 | 103,88 | 92,2583431 |
| h25 | 103,54 | 68,6735035 |
| h26 | 103,46 | 63,1241295 |
| h27 | 103,42 | 60,3494425 |
| h28 | 103,25 | 48,5570227 |
| h29 | 102,39 | -11,098748 |

PRILOG 8. IZRAČUNATI KOEFICIJENTI UZGONA ZA POSTAVNE NAPADNE KUTEVE OD NULA STUPNJEVA U PROGRAMSKOM PAKETU MATLAB

| KEOFICIJENT SILE UZGONA ZA POSTAVNI KUT NULA STUPNJEVA BEZ KRAJNJIH PLOČA | | | | | |
|--|-------|---------------|---|-------|----------|
| Frekvencija vrtnje motora | 20 HZ | Broj mjerenja | 1 | c_l | 0,275183 |
| Frekvencija vrtnje motora | 20 Hz | Broj mjerenja | 2 | c_l | 0,259723 |
| Frekvencija vrtnje motora | 20 Hz | Broj mjerenja | 3 | c_l | 0,256061 |
| Frekvencija vrtnje motora | 25 HZ | Broj mjerenja | 1 | c_l | 0,307218 |
| Frekvencija vrtnje motora | 25 Hz | Broj mjerenja | 2 | c_l | 0,290788 |
| Frekvencija vrtnje motora | 25 Hz | Broj mjerenja | 3 | c_l | 0,287396 |
| Frekvencija vrtnje motora | 30 Hz | Broj mjerenja | 1 | c_l | 0,350259 |
| Frekvencija vrtnje motora | 30 Hz | Broj mjerenja | 2 | c_l | 0,327198 |
| Frekvencija vrtnje motora | 30 Hz | Broj mjerenja | 3 | c_l | 0,376092 |

| KEOFICIJENT SILE UZGONA ZA POSTAVNI KUT NULA STUPNJEVA S KRAJNJIM PLOČAMA | | | | | |
|--|-------|---------------|---|-------|----------|
| Frekvencija vrtnje motora | 20 HZ | Broj mjerenja | 1 | c_l | 0,325181 |
| Frekvencija vrtnje motora | 20 Hz | Broj mjerenja | 2 | c_l | 0,292212 |
| Frekvencija vrtnje motora | 20 Hz | Broj mjerenja | 3 | c_l | 0,250935 |
| Frekvencija vrtnje motora | 25 HZ | Broj mjerenja | 1 | c_l | 0,348029 |
| Frekvencija vrtnje motora | 25 Hz | Broj mjerenja | 2 | c_l | 0,367696 |
| Frekvencija vrtnje motora | 25 Hz | Broj mjerenja | 3 | c_l | 0,369021 |
| Frekvencija vrtnje motora | 30 Hz | Broj mjerenja | 1 | c_l | 0,410272 |
| Frekvencija vrtnje motora | 30 Hz | Broj mjerenja | 2 | c_l | 0,349567 |
| Frekvencija vrtnje motora | 30 Hz | Broj mjerenja | 3 | c_l | 0,271559 |